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

فیزیک ۶۸

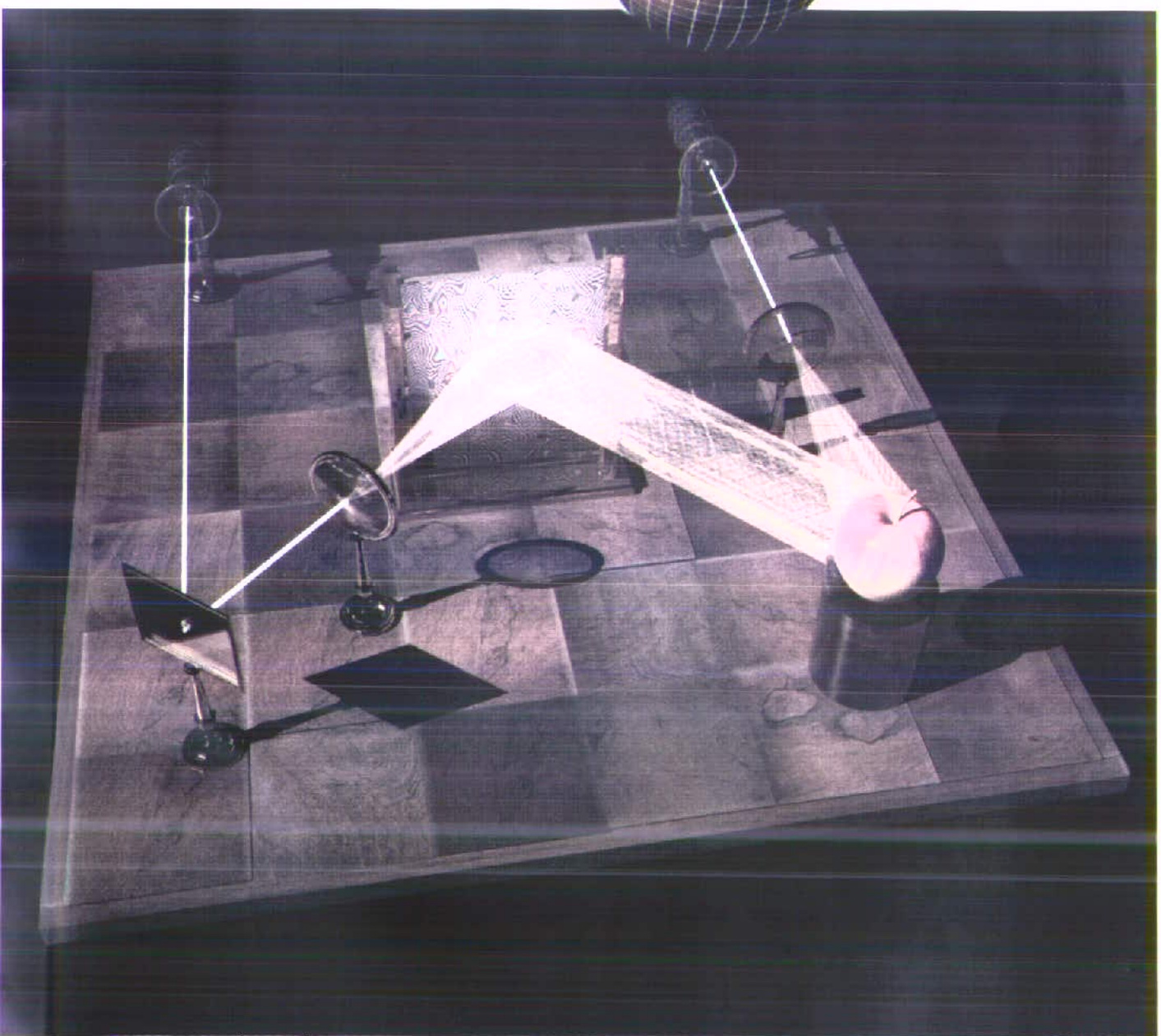
سال بیستم، پائیز ۸۳
شمارهٔ ۱، بها، ۲۵۰۰ ریال
www.roshdmag.org

رشد آموزش

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

- شاکلهٔ یک دانشمند
- مواظب باشید اشیاء از آنچه در آینه به نظر می‌رسند، نزدیک‌ترند
- پلی میان فیزیک و زیست شناسی
- چگونه می‌توان از اینترنت برای پیشرفت آموزش فیزیک استفاده کرد؟

با هولوگرافی می‌توان از اجسام تصویری سه بعدی تهیه نمود.



بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک ۶۸

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

ISSN : 1606-917X

دورهٔ انتشار، سال نوزدهم ـ ۱۳۸۳

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

سرمقاله، در ستایش خرد ◇ سردبیر ۲
چگونه می توان از اینترنت برای... ◇ بهنام رحیم‌پور، مهناز ملکی ۳
این همه گرانی کجا رفته است؟ ◇ فیلیپ بال ۶
علم در کجا تولید می شود؟ ◇ اسفندیار تعمدی ۷
طرح درس فیزیک ◇ محمدرضا خیاطان ۱۰
مواد آمورف؛ جامدهای بی شکل ◇ روح اله خلیلی بروجنی ۱۳
تفنگ گاوس و انرژی مغناطیسی ◇ جمیز رابچوک ۱۶
مواظب باشید اشیاء از آنچه به نظر می‌رسند، نزدیک ترند ◇ آریل. آر. لیبرتون ◇ ۲
حرکت غلتش (مفاهیم و مثال ها) ◇ احمد حکیم ۲۲
معلم و مطالعه ◇ جهانگیر ریاضی ۲۷
شاگلهٔ یک دانشمند ◇ ریچارد فاینمن ۲۹
شما چه فکر می کنید؟ ◇ حسن قلمی باویل علیایی ۳۴
امواج فراصوتی و تصویربرداری پزشکی ◇ داگلاس، سی جیانکولی ۳۵
کاربرد قضیهٔ دوجمله‌ای در فیزیک مقدماتی ◇ راجر بلیکنسدرفر ۳۹
معمای فیزیک، چرا آسمان بنفش نیست؟ ◇ ۴۱
پاسخ معمای فیزیک ◇ منیژه رهبر ۴۲
پلی میان فیزیک و زیست شناسی ◇ جاناتان نایت ۴۴
اخبار علمی ◇ ۴۹
به یاد هوشنگ شریف‌زاده ◇ ۵۳
نامه ها ◇ ۵۴
تقریب زدن حجم جیوه داخل لولهٔ آزمایش ◇ محمدحسین پورسعید ۵۵
فکر کردن چیست؟ ◇ فاطمه ضمیری ۵۶
بازنگری به مبحث تغییر فاز ◇ محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر ۵۸
بررسی میدان مغناطیسی زمین... ◇ ای. جیم و ام. پی. لورد ۶۰
طلوع، غروب، نیمتاب ◇ ۶۱

تصویر روی جلد (جهان در پوستهٔ گردو)
برگرفته از کتاب:
THE UNIVERSE IN A NUTSHELL

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان‌زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
مدیر هنری: مهدی کریمخانی
طراح گرافیک: پروانه هادی‌پور
هیأت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی
منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد

info@roshdmag.org

دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجلات را نیز منتشر می کند:
رشد کودک (ویژهٔ پیش دبستان و دانش آموزان کلاس اول دبستان)
رشد نوآموز (برای دانش آموزان کلاس دوم و سوم دبستان)
رشد دانش آموز (برای دانش آموزان کلاس چهارم و پنجم دبستان)
رشد نوجوان (برای دانش آموزان دورهٔ راهنمایی)
رشد جوان (برای دانش آموزان دورهٔ متوسطه)
مجلات رشد مدیریت مدرسه، معلم، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش معارف اسلامی، آموزش شیمی، آموزش زبان وادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی
آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش تاریخ
آموزش تربیت بدنی، آموزش علوم اجتماعی، آموزش زمین شناسی
آموزش قرآن، آموزش هنر، رشد مدرسه فردا (برای دبیران، آموزگاران، دانشجویان تربیت معلم، مدیران مدارس و کارشناسان آموزش و پرورش).
رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی دوره راهنمایی)، رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی دورهٔ متوسطه)

مجله رشد آموزش فیزیک، نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، بویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشد، می پذیرد:

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

نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن امور مشترکین: ۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله: ۹-۸۸۳۱۱۶۱ داخلی: ۲۷۱
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
تیراژ: ۱۱,۰۰۰ نسخه

در ستایش خرد

یکی از دستاوردهای مهم انقلاب علمی که سبب رشد شتابان علم و فناوری و ایجاد تحولی عظیم در زندگی بشر شد، تغییر نگرش به مسائل جهان و روش‌هایی بود که در حل آن‌ها به کار گرفته می‌شد. روش علمی حاصل از این تحول به بشر توانایی پیش‌بینی رویدادها در بسیاری از موارد را داد.

انسان آموخت که چگونه می‌تواند جهان پیرامون خود را با همهٔ پیچیدگی و وسعت اعجاب‌آورش بشناسد. نیروی پیش‌بینی، توانایی سودمند ولو محدود مهار طبیعت و حفظ بشر در برابر رویدادهای ناگوار را با خود به همراه آورد. بدین ترتیب انسان کم‌کم دریافت که با استفاده از خرد خود می‌تواند سروشی غیبی را در اختیار داشته باشد که بسیار داناتر از سروش معابد قدیمی بود بدون آن که سبکسری‌های او را داشته باشد.

نیروی پیش‌بینی که به مهار جهان خارج کمک می‌کند دانش همگونی‌های طبیعت است. بابلی‌ها با استفاده از همگونی‌های ظاهری، دورهٔ ساروس را کشف کرده بودند که هم‌اکنون نیز به ما این امکان را می‌دهد که کسوف و خسوف را تا آیندهٔ بسیاردور پیش‌بینی کنیم. این شیوهٔ برخورد با مسائل متأثر از روشی است که از اواخر سدهٔ هفدهم رواج یافت و به‌ویژه تأثیری است که نیوتون از خود به‌جا گذاشت. در این روش با درک عمیق آنچه در گذشته وجود داشته و نقطه‌های قوت و ضعف آن، برقراری ارتباط میان امور به‌ظاهر نامرتبط، ترتیب‌دادن فرضیه‌ها، توانایی ریاضی در بسط فرضیه، و بالاخره ترتیب‌دادن آزمایش‌هایی برای آزمودن فرضیه می‌توان به نظریه‌هایی دست یافت که عمومیت دارند و می‌توان آن‌ها را در موارد مختلف به کار گرفت.

اما نکتهٔ بسیارمهم در این روش علمی آن است که اعتبار هر فرضیه را تجربه تأیید می‌کند و معیار نهایی در زمینهٔ آنچه که ادعا می‌شود تأیید تجربی است. سخن هیچ فردی هرچقدر هم که اعتبار و شهرت داشته باشد درمورد پدیده‌های طبیعی پذیرفته نمی‌شود مگر این که با آزمایش بتواند صحت گفتهٔ خود را ثابت کند. حتی اگر هزاران آزمایش فرضیه‌ای را تأیید و یک آزمایش آن را تأیید نکند نیز اعتبار آن از دست می‌رود. تمام نظریه‌هایی که امروز به کار گرفته می‌شوند آنهایی هستند که تاکنون از تمام آزمون‌ها سربلند بیرون آمده‌اند.

هدف از این مقدمهٔ نسبتاً طولانی پرداختن به مسئله‌ای است که شاید مشکل اصلی جامعهٔ ما باشد. این مسئله آن است که گرچه به‌لحاظ آماری از نظر تعداد مراکز آموزشی، دانش‌آموز و دانشجو رشد قابل ملاحظه‌ای داشته‌ایم. اما این رشد با پیشرفت خردگرایی و رواج به‌کارگیری روش علمی در جامعه همراه نبوده‌است. کمتر موردی را می‌توان یافت که در آن برخورد با مسائل به روش علمی صورت گیرد. مثال بارز در این مورد مسئله تکراری و غم‌انگیز زلزله است که تا اندازه‌ای صورت خنده‌داری به خود گرفته‌است. چیزی که باعث تأسف بیش‌تر می‌شود آن است که این بار پیش‌بینی‌های بی‌اساس و شایعه‌ها را نه تعدادی افراد عامی که شخصیت‌های معتبر دانشگاهی پراکندند و باعث سرگردانی تعداد زیادی از دانشجویان یکی از معتبرترین دانشگاه‌های کشور شدند.

تاکنون مواردی از این نوع بسیار اتفاق افتاده‌است. افراد زیادی اوقات فراوانی را در هراس از رویدادهای طبیعی که اطلاعات چندانی دربارهٔ آن ندارند در بیرون از خانه‌های خود و در فضای آزاد گذرانده‌اند، بدون این که این اقدام ایشان تأثیری در محافظت افراد داشته‌باشد و تعداد تلفات زلزله‌هایی را که به‌طور مداوم در کشور ما رخ می‌دهد کم کرده‌باشد.

بنابراین، جای آن دارد که باتوجه به آنچه در گذشته رخ داده‌است، از این رفتارهای غیرعلمی دست برداریم و باتوجه به عامل‌های مختلف دخیل در این فرایند، که البته به‌دلیل سرشت پدیدهٔ زلزله پیش‌بینی دقیق آن را ناممکن می‌سازد، برخوردی منطقی با آن داشته‌باشیم.

البته روش عملی‌تر، کنارآمدن با آن است که در کشورهای زلزله‌خیز پیشرفته پیش‌گیری از تلفات و آسیب‌های جدی زلزله با ساختمان‌سازی مناسب به‌خوبی انجام گرفته‌است و دلیل آن هم تلفات اندک زلزله‌های شدید در این کشورهاست. متأسفانه در کشور ما نه پیش‌بینی درست و منطقی صورت می‌گیرد و نه پیش‌گیری از آسیب و تلفات با آماده‌شدن برای رویارویی با آن. آنچه به وقوع می‌پیوندد رفتاری عصبی و پریشان پس از هر زلزله نسبتاً شدید است و فراموشی مسئله در مدتی کوتاه، و این چرخه دائماً تکرار می‌شود، بدون این که از آنچه به وقوع می‌پیوندد پندی گرفته‌شود.

سردبیر

چگونه می‌توان،

از اینترنت برای پیشرفت آموزش فیزیک استفاده کرد؟

بهنام رحیم‌پور - فوق‌لیسانس فیزیک (هسته‌ای). دبیر ناحیه ۲ اصفهان
مهناز ملکی - لیسانس فیزیک. دبیر آموزش و پرورش منطقه جی

چکیده

امروزه بر همگان ثابت شده که هر جامعه‌ای برای پیشرفت و تحول نیازمند بهره‌گرفتن از اینترنت و ICT است. بدیهی است که آموزش و پرورش بیش از بخش‌های دیگر نیازمند استفاده از این فناوری جدید است. از ICT برای ایجاد تحول در تدریس و توسعه تمام علوم از جمله فیزیک می‌توان استفاده کرد. البته گزینش مطالب مفید و مطلوب یکی از کلیدی‌ترین نکاتی است که در استفاده از اینترنت باید به آن توجه کرد. در این مقاله توضیح می‌دهیم، معلمان چگونه می‌توانند از اینترنت مدرسه برای سازماندهی منابع درسی و هدایت دانش‌آموزان برای استفاده از صفحات مناسب آموزشی، کمک بگیرند.

مقدمه

در سایت جستجوگر علمی گوگل بیش از ۱,۸۷۰,۰۰۰ صفحه مربوط به واژه فیزیک موجود است. بسیاری از این صفحات برای معلم یا دانش‌آموز فیزیک هیچ فایده‌ای ندارند. هدف از این مقاله این است که شما با بهره‌گیری بهتر از اینترنت بتوانید از آن به عنوان عاملی برای تقویت آموزش فیزیک استفاده کنید. در این مقاله با مثال‌هایی از مهم‌ترین سایت‌هایی که در آن به نحوه‌ی استفاده از اینترنت در کلاس درس اشاره شده است، آشنا می‌شویم. همچنین به بعضی از اصول، که در ایجاد و ساخت صفحات اینترنتی مخصوص آموزش فیزیک لازم است، اشاره می‌کنیم. در پایان نیز نکاتی در مورد تحقیق در اینترنت و در صفحات مشابه آن، ذکر می‌کنیم.

در چه مواردی بهتر است از اینترنت برای آموزش فیزیک استفاده کنیم؟

هرچند بسیاری از معلم‌های فیزیک از کامپیوتر به‌عنوان یک وسیلهٔ آموزشی یا کمک‌آموزشی در تدریس فیزیک استفاده نمی‌کنند ولی این دلایل می‌تواند آن‌ها را ترغیب کند تا از این وسیله به‌همراه فناوری ICT برای تدریس فیزیک بهره گیرند:

۱ . مطالب فیزیکی جدید و خاص که درک آن برای دانش‌آموزان سخت است را می‌توان به شکل هیجان‌انگیزی انتقال داد .

۲ . از گرافیک تصویری برای نشان دادن مطالب و آزمایش‌هایی که عملاً امکان‌پذیر یا قابل مشاهده نیست ، مثل حرکت ذرات گازها ، می‌توان استفاده کرد .

۳ . برای شبیه‌سازی آزمایش و تجربیاتی که انجام آن خطرناک و یا به تجهیزات پیشرفته و در عین حال مضر احتیاج دارد (مانند آزمایش با چشم‌های رادیواکتیو) ، قابل استفاده است .

۴ . در مواردی که دانش‌آموزان احتیاج به جمع‌آوری اطلاعات در یک زمینه تحقیقی دارند ، اینترنت بهترین و سریع‌ترین منبع در دسترسی آن‌ها به اطلاعات محسوب می‌شود .

دلایل به‌کارگیری اینترنت و سایت‌های اینترنتی در آموزش فیزیک

با ظهور شبکه جهانی اینترنت انقلابی چشم‌گیر در شیوهٔ جمع‌آوری اطلاعات و استفاده از کامپیوتر ایجاد شد . فراگیری از طریق اینترنت برای دانش‌آموزان متقاعدکننده و قابل قبول‌تر است ، زیرا خود آن‌ها می‌توانند مطالب را به‌صورت مستقل ، در موضوعی که دوست دارند دنبال کنند و فرابگیرند . اما حرکت و جست‌وجو در دریایی از اطلاعات و مطالب ، اگر با کنترل همراه نباشد معمولاً نتیجه‌بخش نخواهد بود و فقط باعث اتلاف وقت دانش‌آموزان می‌شود . علاوه بر این چون آموزش هنگامی ثمربخش و مطلوب است که همراه با تعامل و فعالیت مربی و دانش‌آموزان با هم باشد ، بنابراین اگر در استفاده از اینترنت نیز چنین شرایطی ایجاد نشود ، آموزش صحیح و مفید انجام نمی‌شود . استفاده از آموزش اینترنتی در کلاس فیزیک با شرایط بالا ، همراه با مزایایی است :

۱ . عمل آموزش و فراگیری در کلاس همراه با تعامل و ارتباط بیش‌تری انجام می‌شود . همچنین تجربیات وسیع‌تر آموزشی را به ما ارایه می‌دهد .

۲ . با استفاده از گرفتن اطلاعات درس‌های جاوا[1] (برنامه کامپیوتری که اینترنت بخشی از این برنامه را دنبال می‌کند) ، به ما کمک می‌کند تا تجربیات و آزمایش‌های فیزیک مجازی را همراه با تعامل و همکاری نشست‌های اطلاعاتی ، دنبال کنیم .

۳ . به معلمان اجازه می‌دهد تا از یک تختهٔ وایت‌برد (صفحهٔ مانیتور کامپیوتر) شامل اطلاعات علمی و تحقیقی پیشرفته ، که به‌طور مشترک و همزمان در اختیار همه قرار می‌گیرد ، استفاده کنند .

۴ . اینترنت به معلمان فیزیک اجازه می‌دهد تا هر جا که باشند و تحت هر شرایطی آزادانه منابع اطلاعات علمی خود را با همکاران و دانش‌آموزان رد و بدل کنند .

۵ . اینترنت فرصت‌های بیشتری را برای هر کدام از دانش‌آموزان و فراگیران ، چه در خانه و چه در مدرسه ارائه می‌دهد .

۶ . اینترنت همهٔ اسناد و منابع آموزشی را در دسترس دانش‌آموزان و اولیاء قرار می‌دهد .

۷ . در این نوع آموزش ، اینترنت و صفحات وب ، دانش‌آموزان را نسبت به نیازهای درسی که دارند مطلع و هدایت می‌کند .

۸ . فرصت‌هایی را برای دانش‌آموزان داخل و خارج دبیرستان (سیستم آموزش از راه دور) ، برای مشارکت مستقیم آن‌ها ایجاد می‌کند به‌طوری که آن‌ها در استفاده از این منابع ، احساس مشارکت ، خودباوری و مالکیت می‌کنند .

خلاصه این که صفحات وب فیزیک ، منابع اطلاعاتی اضافی (تکمیلی) است که برای تقویت تمهیداتی به‌کار می‌رود که هدف آن ، جایگزینی کارهای آموزشی عادی و فعالیت‌ها و ارتباط‌های درون‌کلاسی نیست . برای تقویت کامل منابع درسی دوره فیزیک دبیرستان راه طولانی در پیش است (بیشتر منابع و مطالب فیزیکی موجود در اینترنت مخصوص دوره‌های پیشرفته‌تر و دانشگاهی است) . همان‌طور که قبلاً نیز اشاره کردیم ، استفاده از منابع فیزیکی موجود در اینترنت زمانی ثمربخش است که همراه با کنترل معلم باشد زیرا در صورت نبود کنترل از طرف معلم در این دوره (دبیرستان) ، بیش‌تر زمانی که دانش‌آموزان صرف استفاده از اینترنت می‌کنند ، معمولاً به بطالت می‌گذرد زیرا این درس‌ها و مطالب معمولاً تکمیلی بوده و به‌طور مستقیم با برنامه‌های کلاس در ارتباط است . البته در مواردی ، مثلاً در کشور کانادا و روسیه ، سیستم آموزشی خاصی نیز تدارک

دیده‌اند که تنها مخصوص استفاده دانش‌آموزان ساکن در مناطق دوردست و محروم از امکانات آموزشی است که این موارد خود به تنهایی و بدون دخالت مستقیم معلم قابل کاربرد است. هدف ما بررسی آموزش نوع اول است.

برای راه‌اندازی سایت و استفاده مطلوب از آن به چه نکاتی باید توجه کرد؟

برخورداری مدارس از یک شبکه گسترده کامپیوتری و اینترنت دارای محاسن زیادی است هر چند که عدم رعایت نکاتی باعث می‌شود که معایبی نیز پدیدار شود. با استفاده از این شبکه می‌توانیم به راحتی اطلاعات خود و دیگران را رد و بدل کنیم که این کار بستگی به تعداد کامپیوترها در دبیرستان، سرعت و پیشرفته بودن آن‌ها دارد.

این سیستم در مدرسه باید خیلی مطمئن و ایمن باشد تا نصب برنامه‌ها و راه‌اندازی نرم‌افزارهای آن برای استفاده‌کننده‌ها و افراد (معلمان و دانش‌آموزان) به راحتی عملی باشد. اگر افرادی که در این سیستم به نصب نرم‌افزارها و خدمات آموزشی می‌پردازند با هم هماهنگ نباشند ممکن است یک نوع برخورد، ناهماهنگی و ناسازگاری در برنامه‌های اینترنتی آموزشی ایجاد شود (حجم زیادی از منابع نامربوط که گمراه‌کننده است). علاوه بر این ممکن است ما برای دستیابی به یک نرم‌افزار مطلوب مجبور باشیم مدت‌ها صبر کنیم. شاگردان مدرسه، همکاران و کارمندان مدرسه نیز ممکن است به چنین مشکلی دچار شوند. بنابراین باید از یک ارایه‌کننده خدمات اینترنتی کمک بگیریم (که نحوهٔ صحیح استفاده خارج از بحث این مقاله است). اگر استفاده از شبکه اینترنت به‌نحو مطلوب انجام گیرد از خریدن CDهای آموزشی آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر است.

به عنوان نقطهٔ آغازین این کار باید نسبت به تهیه یک رابط سفارشی در اینترنت برای دانش‌آموزان اقدام کنیم. مطالب باید به نحوی سازماندهی شود که برای دانش‌آموزان قابل فهم و آشنا باشد. مثلاً از تیترهایی که قبلاً برای دانش‌آموزان گفته شده و برای آن‌ها موضوعی آشناست، استفاده کرد (در ادامه با عنوان مطالب قبلی ولی همراه با مطالب جدید و تکمیلی باشد). همچنین می‌توان پوشه‌هایی را برای پرونده‌سازی مطالب و اینترنت، برای دانش‌آموزان در نظر گرفت، که در آن‌ها کپی‌هایی از مطالب و مدارک درسی را بتوان نگهداری کرد. زیرا یکی از دغدغه‌های استفاده‌کنندگان اینترنت این است که مطالب روز به روز تغییر می‌کند و علاوه بر این اگر گروه درسی یا دانش‌آموزان احتیاج به کپی‌های بیشتری از مطالب قبلی مهم، داشتند نسبت به تهیه آن اقدام کنند. پوشه‌هایی که در شبکه اینترنت ما وجود دارد لازم نیست حتماً به صورت و شکل جهانی اینترنت (HTML) باشد.

به عنوان مثالی ساده و مفید در مورد استفاده از سایت خودی در مدرسه و تهیه یک رابط سفارشی برای اینترنت مدرسه، می‌توان به نمونه‌ای که در دانشکده (نورثالرتون)[2] تهیه شده است، اشاره کرد ـ برای اطلاعات بیشتر در این زمینه می‌توانید به نشانی زیر مراجعه کنید:

http://www.Northallertoncoll.orj.uk

نتیجه گیری

اساس آموزش، ارتباط داشتن میان معلم و دانش‌آموز است. نحوهٔ ارتباط برقرار کردن معلم ودانش‌آموزان و همچنین دانش‌آموزان با هم، موضوع اصلی فرایند آموزش و یادگیری است. با استفاده از اینترنت و فناوری ICT می‌توان در یک لحظه بین معلم و دانش‌آموزان زیادی ارتباط برقرار کرده و علاوه بر این دانش‌آموزان می‌توانند در هر لحظه و در هر مکانی فیزیک بیاموزند.

زیرنویس

1. Java
2. Northallerton

منابع

1. J. Clinch, K. Richards, "How Can The Internet be Used to Enhance The Teaching of Physics?", Iop Publishing Ltd (2002).
2. A. N. Sandalov, N. A, Sukharera, M. Barry, T. Piper, K. Stevens, "The Development of Open Models for Teaching Physics to Schools in Dispersed Locations in Russia and Canada", Moscow State Uneversity, Russia 3-5 October (1999).
3. R. W. Hollingworth, "What Role For ICT in Teaching and Learning Chemistry", University of New England, NSW, 2351, Australiu(2002).
4. www.iop.org/EJ/physed
5. http://www.trainingatksd.com/seience/036datalogging.htm

این همه گرانی کجا رفته است؟

فیلیپ بال
مترجم: دکتر هادی فدوی حسینی

آلبرت اینشتین خوب می‌دانست که گرانی نیرویی پیچیده است. با این‌که نظریهٔ نسبیت عام او در شناخت ما از گرانی تحولی بنیادی ایجاد کرده است، اما خود او هم موفق به حل این معما نشد که «چگونه گرانی با سایر نیروهای بنیادی مرتبط می‌شود؟»

اکنون نظریهٔ جدیدی در مجلهٔ **فیزیکال ریوی یولترز**[1] مطرح شده است که شرح می‌دهد چرا به‌نظر می‌رسد که نیروی گرانشی با دیگر نیروهای طبیعت فاصله دارد.

علاوه بر گرانی سه نیروی دیگر نیز وجود دارند: نیروی الکترومغناطیسی و دو نیرویی که ویژگی هستهٔ اتم‌ها را توجیه می‌کنند، و به‌طور عادی نیروی هسته‌ای قوی و ضعیف نامیده می‌شوند. این باور وجود دارد که همهٔ رویدادهای عالم ناشی از کنش متقابل یکی یا چند تا از این نیروهاست. یکی از فرض‌های اصلی فیزیک جدید این است که همهٔ این نیروها با یکدیگر ارتباط دارند، و در واقع زمانی همهٔ آنها یک نیرو و یکسان بوده‌اند. به‌نظر می‌رسد که این نیروها یکی پس از دیگری، مانند گونه‌های مختلفی که از نیای مشترکی منشعب شده باشند، پس از آفرینش عالم در مهبانگ[2]، از یکدیگر متمایز شده‌اند.

هم‌اکنون نظریه‌ای وجود دارد که توضیح می‌دهد چگونه دو نیروی ضعیف‌تر الکترومغناطیسی و هسته‌ای ضعیف راه‌های جداگانهٔ خود را پیموده‌اند. این نظریهٔ الکتروضعیف[3]، که در سال‌های ۱۹۶۰ توسعه یافت، وجود ذره‌های جدیدی را پیش‌بینی کرد که بعدها در آزمایش‌های فیزیک ذرات پرانرژی دیده شدند. ایده‌های نویدبخشی برای وحدت‌بخشیدن به نظریهٔ الکتروضعیف و نیروی هسته‌ای قوی ـ از جملهٔ ایدهٔ «ابر تقارن»[4] وجود دارد که برای آن دلیل‌های تجربی نیز یافته شده است.

این چهار نیرو هر کدام در زمان‌های مختلف در لحظه‌های اولیهٔ مهبانگ، که عالم بسیار کوچک و به‌صورت باور نکردنی داغ بوده است، هویت مستقل خود را به‌دست آورده‌اند. برای آزمودن نظریه‌های وحدت[5]، فیزیکدانان باید راه‌هایی را برای رسیدن به شرایط بسیار پرانرژی پیدا کنند. در حال حاضر، فیزیکدانان به سختی می‌توانند به انرژی‌های لازم برای آزمودن نظریهٔ تقارن دست پیدا کنند. نسل جدید برخورد دهنده‌های ذرات نمی‌توانند چنین انرژی‌هایی را تولید کنند.

اما مقدار انرژی لازم برای وحدت بخشیدن مجدد گرانی با سایر نیروها، طبق نظریه‌های موجود، بسیار فراتر از هیجان‌انگیزترین رویاهای فیزیکدانان است. این اختلاف عظیم میان مقیاس انرژی وحدت الکتروضعیف و وحدت گرانشی ـ ضریبی در حدود ده‌هزار تریلیون ـ باور نکردنی است. بدتر از آن، این موضوع طرح نظریهٔ فراگیر را مشکل می‌سازد که بتواند گرانی را با سایر نیروها وحدت بخشد و هنوز تفاوت مختصر میان نیروی الکترومغناطیسی و ضعیف را توجیه کند. فیزیکدانان این مشکل را «مسئلهٔ سلسله‌مراتب» می‌نامند.

اکنون لیزا راندال[6] از دانشگاه پرینستون در نیوجرسی، و رامان ساندرام[7] از دانشگاه بوستون در بوستون ماساچوست، راه‌حل جسورانه‌ای را برای مسئله سلسله‌مراتب مطرح کرده‌اند. آنها می‌گویند که فضا زمان مانند نظریهٔ اینشتین چهار بعدی نیست، بلکه یک بعد اضافی دیگر هم دارد.

این به‌خودی خود انقلابی نیست ـ فیزیکدانان به‌طور

دائم در نظریه‌های وحدت بعدهای اضافی را وارد می‌کنند. آنها تصور می‌کنند که این ابعاد اضافی محکم درهم تنیده‌اند به طوری که در هر مقیاس طولی که بتوانیم بکاویم، غیر قابل مشاهده‌اند، درست مثل این که از فاصلهٔ دور نمی‌توانیم یک شیلنگ را از یک خط راست تمیز دهیم.

اما بُعد اضافی راندال و ساندرام این ویژگی را دارد که آنها می‌گویند، گرانی در واقع به صورت «گراویتون‌ها»[8] موجودیت واقعی خود را دارد. گراویتون‌ها ذره‌هایی فرضی هستند که جاذبهٔ گرانشی را منتقل می‌کنند، درست همان‌طور که فوتون‌ها (ذره‌های نور) به عنوان «حامل» نیروی الکترومغناطیسی عمل می‌کنند. آنها می‌گویند، مسئله این نیست که مقیاس انرژی مناسب گراویتون‌ها بسیار عظیم است، بلکه مشکل آن است که آنها به ندرت در چهار بُعد ما نفوذ می‌کنند. در واقعیت پنج‌بعدی، اختلاف میان مقیاس‌های انرژی وحدت گرانشی و الکتروضعیف فقط ضریب ده است.

شاید هیجان انگیزترین جنبهٔ این پیشنهاد آن باشد که در نتیجهٔ غلبه بر مسئلهٔ سلسله مراتب، این نظریه باید در انرژی‌های بسیار کمتر از سایر نظریه‌های وحدت گرانی آزمودنی باشد. به ویژه، نظریه وجود ذره‌های جدیدی که پیش‌بینی می‌کند، که در برخورد دهندهٔ هادرونی بزرگ[9] که اکنون در آزمایشگاه فیزیک ذرات اروپایی در سرن[10] ژنو ساخته می‌شود، دست یافتنی هستند. بنابراین، می‌توانیم انتظار آزمونی برای رویاهای شگفت‌انگیز فیزیکدانان انرژی‌های بالا را داشته باشیم.

منبع

Philip Ball, Where did all the gravity go?, Nature News Service, Macmillan Magazines Ltd 2001.

پی‌نوشت

1. Physical Rewiew Letters
2. Big Bang
3. Electroweak
4. supersymmetry
5. Unification theories
6. Lisa Randal
7. Raman Sundrum
8. Gravitons
9. Large Hadron Collider
10. CERN

علم در کجا تولید می‌شود؟

اسفندیار معتمدی

کشاورزان می‌دانند برای آن که محصول خوب و فراوان تولیدشود بذر مرغوب، خاک حاصلخیز، آب فراوان، نور و دمای مناسب ازشرایط اولیه است. کاشت به‌موقع، مراقبت مداوم نیز لازم است. آن‌ها می‌دانند که:

زمین شوره سنبل برنیارد
در او تخم عمل ضایع مگردان

برای ما هم که عمری را صرف آموزش علوم کرده‌ایم ضروری است بدانیم در چه جامعه ای و با چه شرایطی علم و فناوری رشد می‌کند که اگر آن شرایط موجود نیست کوشش کنیم که موانع را برطرف سازیم و عوامل مساعد را فراهم آوریم. برای بررسی این شرایط می‌توان از مطالعات تاریخی بهره گرفت. مثلاً پیدایش علم و تمدن در فرهنگ

اسلامی یا فرهنگ اروپا را درنظر گرفت.

در فرهنگ اسلامی آغاز فعالیت‌های علمی از قرن دوم هجری است و زمانی است که سرزمین‌های پهناور در اختیار حکومت و دولت مردان مسلمان قرار گرفت، بغداد ساخته شد[1] و سرمایه‌های ملل مختلف در آن شهر تمرکز یافت... اقتصاد و بازار رونق یافت و جایگاه امنی برای هنرمندان، صنعتگران و دانشمندان شد.

خاندان‌های علم و ادب چون برمکیان و فرزندان موسی شاکر خراسانی(بنوموسی)[2] و تشویقی که از اهل علم و ادب به عمل می‌آوردند، بغداد را به جایگاه مناسبی برای پیشرفت علم و ادب و هنر و صنعت تبدیل کرد. در زمان هارون و پسرش مأمون عباسی، بیت‌الحکمه[3] رونقی خاص یافت و مترجمان و مؤلفان به کار ترجمه و تولید علم دست زدند. جلسه‌های بحث و تبادل‌نظر رونق یافت. حتی خلیفه مسلمین در این جلسه‌های بحث شرکت می‌کرد و نظراتش را اعلام می‌نمود و عقایدش آزادانه مورد نقدوبررسی قرارمی‌گرفت. سال‌هایی پیش از آن نیز جلسه‌های بحث و درس امام جعفرصادق(ع) و دیگر بزرگان دین تشکیل می‌شد و تعداد بسیاری از طالبان علم به بحث و تبادل‌نظر می‌پرداختند.

آن‌چه از تاریخ برمی‌آید آن است که:

«پیش از آن که علم بتواند در جامعه ای شکوفا شود آن جامعه باید به قدر کافی قوی شود تا به افراد خود برای مشاهده، آزمایش و تفکر آسایش **اقتصادی** دهد. اگرچه در جامعه‌های فقیر هم افرادی با اندیشه‌های عالی می‌توانند وجود داشته‌باشند ولی تلاش برای گذراندن زندگی روزانه مانع از آن است که بتواند نظرهای خود را پیگیری کنند. پیشرفت علم علاوه بر آسایش اقتصادی، به آزادی فکری نیازدارد. برخی از فرهنگ‌ها نظرهای نو را به بهانهٔ ترس از تغییر نمی‌پذیرند...

همین‌طور علم نیازمند آن است که متخصصان به‌طور دائم دستاوردهایشان را ثبت کنند. دانشمندان اعتبار پیشرفت‌های خود را از **آشکارکردن** آن‌ها برای تمام جهان به‌دست می‌آورند. تنها در این صورت است که این دستاوردها می‌توانند موردمطالعه و ارزیابی دانشمندان دیگر قرارگیرند و فایده‌های آن‌ها مشخص شود.»[4]

شرط پیدایش و پیشرفت علم در جامعه آسایش اقتصادی، آزادی فکر، و گزارش و ارتباط و تبادل‌نظر است. تا اندیشه‌های علمی بر همگان عرضه نشود و مورد نقد مخالفان قرارنگیرد پاک و مصفا نمی‌شود.

با خصم گوی علم که بی خصمی
علمی نه پاک شد نه مصفا شد
زیرا که سرخ روی برون آمد
هرکو به سوی قاضی تنها شد

در همان فرهنگ و تمدن اسلامی می‌بینیم که وقتی بغداد از رونق اقتصادی می‌افتد و بر اثر هجوم مغولان امنیت اجتماعی از میان می‌رود و پیش از آن‌ها وقتی تعصب کور بر جامعه اسلامی مستولی می‌شود و غزالی حکم بر ارتداد فیلسوفان و اندیشمندان می‌دهد، علم زایندگی خود را از دست می‌دهد و در قرن‌های بعد اگرچه آموزش علوم کم و بیش ادامه می‌یابد، ولی فرایند علم متوقف می‌شود و به‌جای نوآوری‌های علمی حاشیه‌نویسی‌ها رواج می‌یابد و چشمه‌های علم خشک می‌شود.

در موضوع «علل نارسایی تولید علم در ایران» و «راه‌های افزایش تولید علم» بحث‌های مفصلی در دانشگاه‌ها و مراکز تصمیم‌گیری صورت گرفته و کارهایی در جریان است. آن‌چه مسلم است در سال‌های اخیر تعداد مقاله‌های علمی منتشرشده در مجله‌های معتبر افزایش یافته‌است[5]. ولی هنوز «سهم ایران در تولید علمی دنیا» ۲۲ صدم درصد است و چنانچه بخواهیم این سهم را به سهم ایران در جمعیت جهانی(یک درصد) برسانیم، قاعدتاً باید حجم فعالیت‌های علمی کشور پنج‌برابر شود»[6].

علل نارسایی تولید علم در ایران علاوه بر مسائل اقتصادی و معیشتی دست‌اندرکاران علم، به موضوع برنامه‌ریزی با مدیریت و روش آموزش علوم بازمی‌گردد.

در آموزش علوم، بیشتر به انتقال مفاهیم علمی توجه می‌شود و کمتر به فرایند علم و تولید آن توجه شده‌است. بیش‌تر فعالیت دانشگاه‌ها به آموزش اختصاص دارد آن هم آموزشی مبتنی بر انتقال دانش و نه خلاقیت و نوآوری. در دانشگاه‌ها بیش‌ترین تلاش صرف پرکردن ذهن دانشجویان از دستاوردهای علمی می‌شود و این همان کاری است که در آموزش‌وپرورش پیش از دانشگاه نیز انجام می‌شود.

در سال‌های اخیر کوشش فراوانی در جهت توجه به فرایند علم شده‌است، ولی هنوز این فعالیت‌ها کافی نیست

تا ما را به تولید علم برساند.

در موضوع مدیریت و برنامه‌ریزی نیز کوشش‌هایی صورت گرفته‌است. بودجه تحقیقات افزایش یافته و لایحه تعیین وظایف ساختار وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به تصویب مجلس رسیده‌است. اما آن‌چه مسلم است هنوز در جامعه تفکر علمی که لازمه هرگونه تولید و نوآوری علمی است به وجود نیامده‌است. لازمه این کار تلاش صادقانه و نسبتاً طولانی افرادی است که به عمران و آبادی این کشور امید و عشق دارند.

در دنیای امروز اختیار در دست کسانی است که قدرت دارند. روزی قدرت وابسته به نیروی نظامی و امکانات اقتصادی بود ولی امروز قدرت وابسته به علم و فناوری و مدیریت است. قدرت نظامی و حتی اقتصادی را می‌توان با وابستگی به کشورهای قدرتمند به‌دست آورد اما علم در خود جامعه باید به‌وجود آید، رشد کند و فناوری به کار گرفته‌شود. فرایند علم را باید در جامعه پرورش دهیم. در جامعه‌ای علم پرورش می‌یابد که شرایط و امکانات زیر موجود باشد.

۱. دست‌اندرکاران علم دغدغه معاش خود را نداشته و نیازهای زیستی آن‌ها تأمین باشد.

۲. در جامعه تبادل اندیشه و افکار کاملاً آزادانه صورت گیرد و هرکس بتواند نظرهای خود را بدون هرگونه نگرانی بیان کند یا بنویسد.

۳. وسایل ارتباطی نوشتاری، دیداری از هر نظر موجود باشد به طوری که استاد و محقق بتواند به سرعت در جریان مسائل علمی جهان قرارگیرد و نوشته‌های او نیز امکان انتشار داشته باشد.

۴. زمینه تفکر علمی در جامعه موجود باشد و همگان بتوانند به کار تحقیق بپردازند.

۵. قوانین و مقررات جامعه در جهت تشویق فعالان علمی و پژوهشگران باشد به طوری که عوامل موثر را فراهم آورد و موانع تحقیق و فعالیت‌های علمی را دور سازد.

اگر در جامعه‌ای حداقل نیازهای زیستی (مسکن و خوراک و پوشاک مناسب) برای استادان و دست‌اندرکاران فعالیت‌های علمی و آموزشی موجود نباشد، اگر در کلاس درس و در جامعه بیرون بحث و تبادل‌نظر آزاد ممکن نباشد و استاد و دانشجو نتوانند آزادانه اظهارنظر کنند، اگر زمینه فرهنگی جامعه پذیرش تفکر علمی را نداشته‌باشد، اگر امکانات ارتباط علمی برقرار نباشد و سرانجام اگر مشوق و برانگیزاننده‌ای قد علم نکند جامعه در رخوت، سستی، انگلی و ناامیدی خود باقی می‌ماند که این حالت‌ها همواره دور از جامعه ما باد.

پانوشت‌ها

۱. در سال ۱۴۱ هجری نقشه شهر بغداد (به معنی باغ خدا) به‌وسیله دو منجم ایرانی طرح شد و حدود یک صدهزار نفرکارگر، بنا، معمار، نجار، سنگتراش در ساختن مرکز حکومت و خلافت پرداختند. ساختن مسجدها، کاخ‌ها، کاروانسراها و بازارها و نیز تهیه اثاثیه متناسب با آن‌ها هنرمندان و سازندگان بزرگ را به بغداد کشاند و بازاری پررونق برای کار و کالاهای بازرگانی فراهم آورد... تشویق به کسب دانش و احترام به دانش و دانشمندان که از واجبات مسلمانان است و قرآن و حدیث از آن به تأکید یاد کرده‌اند مایه آن شد که برای فراگرفتن علم و دعوت از دانشمندان، تلاش و کوشش بسیار شود.

پرسش‌های ابوریحان و پاسخ‌های ابن‌سینا. تألیف اسفندیار معتمدی، چاپ نغمه، تهران. ۱۳۸۲

۲. خانواده بنوموسی (بنو به معنی فرزندان) از شخصیت‌های مهم سیاسی و علمی قرن سوم هجری یا نهم میلادی بوده‌اند که در بغداد زندگی می‌کردند و بدون شک در گشایش دروازه‌های علم و صنعت به روی دنیای اسلام ایفاگر نقش مهم و کارساز بوده‌اند خوشبختانه مدرک قابل توجهی از کارها و نام کتاب‌های آن‌ها در دست است.

الحیل از احمدبن موسی‌بن‌شاکر خراسانی. ترجمه و نگارش دکتر مهندس سرفراز غزنی شرکت به نشر انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ اول ۱۳۷۲. مقدمه

۳. پس از هارون، پسرش مأمون، در جمع‌آوری و تشویق دانشمندان کوشید و بیت‌الحکمه را در بغداد پایه‌گذاری کرد. او به تأسیس رصدخانه نیز فرمان داد. این رصدخانه در پرورش دانشمندان بزرگ نجوم بسیارمؤثر بود. نحوه مدیریت بر این جامعه دانشمند و جلب و جذب آن‌ها به همکاری و تساهل نسبت به اعتقادات شخص آن‌ها سبب شد که دانشمندان یهودی، مسیحی، هندو، زردتشتی و مسلمان در این مجمع علمی گرد آیند و به انتقال مواریث فکری و مهارت‌های دستی خود به یکدیگر بپردازند.

۴. تاریخ علوم: مراکز تربیت معلم وزارت آموزش‌وپرورش، بخش اول، تألیف اسفندیار معتمدی. تهران. ۱۳۶۶

۵. مقاله «فضای آزاد شرط لازم تولید علم در کشور است» در گفت‌وگو با نمایندگان مجلس. نامه آموزش عالی دوره جدید پیش شماره دی ۱۳۸۲

۶. در دهه گذشته (۱۹۹۳ تا ۲۰۰۲ تعداد مقاله‌های علمی منتشرشده پژوهشگران ایرانی ۷برابر شده به طور مثال از ۲۹۹ مقاله علمی در سال ۱۹۹۳ به ۲۱۸۷ مقاله در ۲۰۰۲ رسیده‌است. وی رشد تعداد مقاله‌های علمی را بسیارمثبت و چشمگیر دانست و افزود: ما از نقطه صفر به حد قابل قبولی رسیده‌ایم و این رشد ۷۰۰درصدی (۷ برابر) حاکی از رشد پژوهش در کشور است. نماینده مردم اصفهان (احمد شیرزاد) در مجلس تصریح کرد: مقالات پژوهشگران ما امروزه در زمینه‌های پزشکی، مهندسی و کشاورزی در مجله‌های معتبر دنیا چاپ و در سایت‌های مختلف شاخص می‌شود.

طرح درس فیزیک

محمدرضا خیاطان

پایه: پیش‌دانشگاهی- رشته ریاضی
فصل: اول (حرکت‌شناسی)
محل اجرا: کلاس درس
زمان لازم: ۱۰ تا ۱۵ دقیقه
بخش: حرکت پرتابی
نحوهٔ اجرا: تدریس و آزمایش
وسایل لازم: وسیله ساخته شده موضوع، توپ فوتبال دستی ۲ عدد
موضوع: برابر بودن زمان رسیدن یک جسم به زمین از یک ارتفاع در دو حالت
الف) سقوط در راستای قائم
ب) پرتاب در راستای افقی

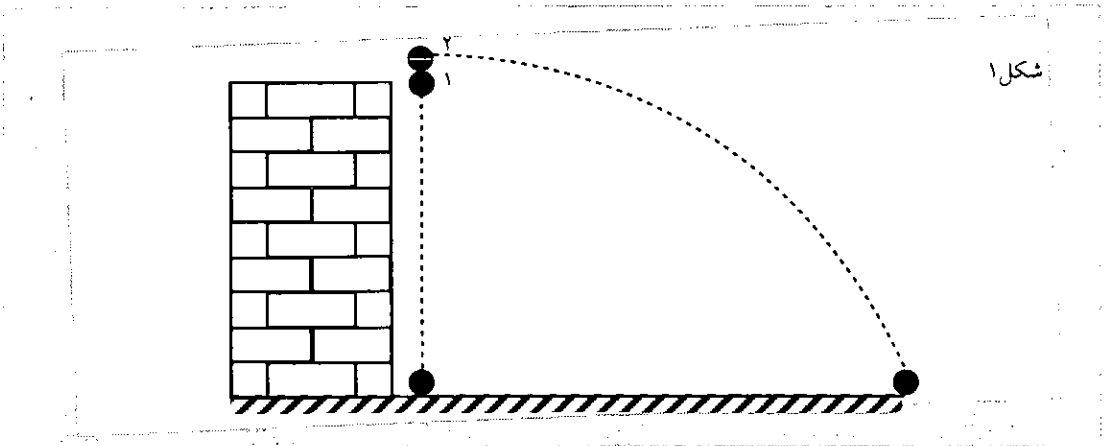
مقدمه

یکی از مفاهیم مشکل در بخش حرکت پرتابی، درک همزمانی رسیدن یک جسم به سطح زمین به دو صورت سقوط آزاد و پرتاب در راستای افقی است. زیرا مسافت طی شده برای دو جسم متفاوت است اما برای به‌دست آوردن معادله ی مسیر حرکت پرتابی

$$y = \frac{-gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x\,tg\alpha$$

زمان را دو بعد افقی و عمودی مساوی می‌گیریم و اغلب دانش‌آموزان آن را به یقین باور ندارند، ولی با آزمایش سادهٔ مورد نظر این موضوع به‌خوبی قابل فهم و اثبات است.

شکل ۱ را بر روی تابلو رسم شده و با طرح این پرسش برای موضوع زمینه‌سازی می‌کنیم.



شکل ۱

چنان‌چه دو گلوله ۱ و ۲ به‌طور هم‌زمان پرتاب و سقوط کنند آیا دو گلوله همزمان به سطح زمین می‌رسند؟

دانش‌آموزان جواب‌های متفاوت می‌دهند و ممکن است بین آن‌ها اختلاف‌نظر شدید به وجود بیاید که با انجام آزمایش همه آن‌ها با سکوت خود موضوع همزمانی را پذیرفته و برای آن‌ها خیلی جالب خواهد بود که یک چنین مفهومی را با وسیله ساده‌ی دست‌ساز بتوان ثابت کرد.[۱]

نکته جالب توجه در این آزمایش، ساده بودن وسیله و قابل ساخت برای آن‌ها است چون بدون استفاده از زمان‌سنج‌های حساس، به‌راحتی با مقایسه صدای برخورد گلوله‌های فوتبال دستی به زمین موضوع درک و پذیرفته می‌شود زیرا در آزمایش‌های سقوط آزاد به زمان‌سنج‌های حساس صدم ثانیه نیاز است و همچنین دقت زیادی هنگام انجام آزمایش لازم است.

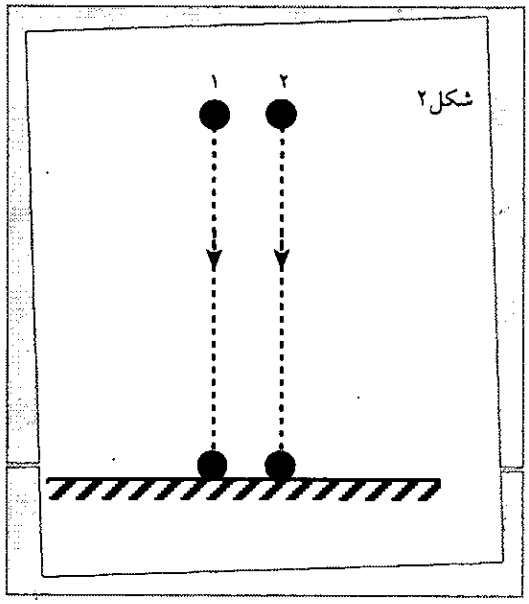
آزمایش در چند مرحله زیر انجام شده و جنبه‌های نظری آن نیز به‌طور همزمان تدریس خواهد شد. این آزمایش باید در فضایی کاملاً آرام و ساکت انجام شود.

الف) روی سکوی جلوی تابلوی کلاس در مقابل دید همه دانش‌آموزان دو عدد توپ فوتبال دستی یکسان را از یک ارتفاع حدود ۱/۵ متر به‌طور همزمان و در راستای عمودی رها می‌کنیم. به دانش‌آموزان توصیه می‌شود به صدای ضربه‌ای که گلوله‌ها هنگام برخورد به زمین دارند توجه کنند. (شکل ۲).

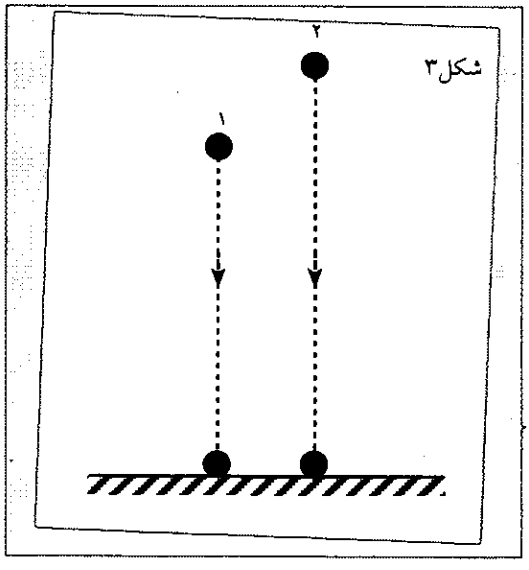
در این بخش از آزمایش دانش‌آموزان صدای برخورد دو گلوله به زمین را به طور همزمان می‌شنوند و این بیان می‌کند که زمان سقوط دو گلوله با هم برابر است (هم‌صدایی ≡ هم‌زمانی).

ب) در این مرحله دو توپ را با اختلاف ارتفاع حدود ۴۰ یا ۵۰ سانتی‌متر رها می‌کنیم و به صدای برخورد گلوله‌ها به زمین توجه می‌کنیم. که کاملاً محسوس است که دو صدای مجزا به گوش می‌رسد و منطقی نیز هست، چون ارتفاع سقوط دو گلوله متفاوت است. (شکل ۳).

در این قسمت دانش‌آموزان نتیجه می‌گیرند که اگر دو گلوله هم‌زمان به زمین برخورد می‌کردند یک صدا به گوش می‌رسید و شنیدن دو صدای مجزا هنگام سقوط دلیل بر



شکل۲



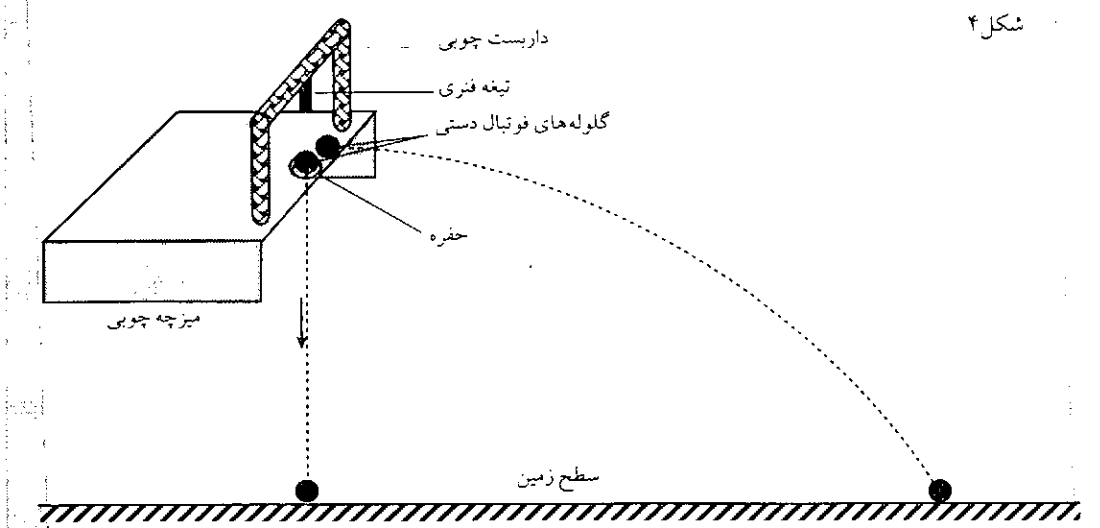
شکل۳

نابرابر بودن زمان سقوط گلوله‌ها است.

پ) اکنون وسیله ساخته شده دست‌ساز را بر روی میز معلم و در لبه میز قرار می‌دهیم، به‌طوری که حدود ۵ سانتی‌متر از لبه میز جلوتر باشد سپس یک گلوله را در جلوی تیغه و گلوله دیگر را در پشت تیغه فنری قرار می‌دهیم و میز معلم و دستگاه مورد نظر را بدون حرکت و لرزش آماده می‌کنیم تا گلوله‌ها ناخواسته حرکت و سقوط نکنند.

درحالی که سکوت کامل در کلاس حکمفرما است،

شکل ۴



ضربه‌ای به تیغه فنری در قسمت بالای گلوله‌ها می‌زنیم تا گلوله جلویی به سمت جلو در راستای افق پرتاب شود. و گلوله دیگر در راستای قائم از سوراخ دایره شکل دستگاه سقوط کند. (شکل ۴)

این مرحله را چندین بار و با سرعت‌های مختلف تکرار می‌کنیم تا در مسافت‌های مختلف و سرعت‌های متفاوت به یک نتیجه برسیم و آن یک صدا بودن هر دو گلوله در حالت سقوط آزاد و حرکت پرتابی است. و این همزمانی در آزمایش ثابت می‌کند با این که مسافت طی شده برای هر دو گلوله تفاوت دارد ولی زمان رسیدن به زمین برای هر دو آنها یکسان است.

در پایان این مرحله به دانش‌آموزان آزمایش مرحله (ب) را یادآوری و یا می‌توان تکرار و تأکید کرد که اگر زمان سقوط و پرتاب یکسان نمی‌بود باید دو صدا بطور مجزا شنیده می‌شد.

با توجه به آزمایش انجام شده می‌توان به این نتیجه‌های منطقی رسید که:

۱ـ عامل سقوط هر دو گلوله گرانش زمین است و در یک نقطه شتاب گرانش برای هر دو یکسان است.

۲ـ چون ارتفاع سقوط برای هر دو گلوله برابر است پس طبق معادله $y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t$ زمان سقوط نیز باید برای هر دو حرکت یکسان باشد.

۳ـ با حذف زمان سقوط (t) از هر دو معادله حرکت افقی (یکنواخت) و عمودی (سقوطی) معادله مسیر حرکت پرتابی به دست خواهد آمد.

$$y = \frac{-gx^2}{2V_0^2 \cos^2\alpha} + x\,tg\alpha$$

زیرنویس

۱. چون جسم مورد آزمایش کروی، ارتفاع کم و شرایط برای هر دو گلوله یکسان است آزمایش انجام شده در هوا نیز مانند شرایط خلأ با تقریب مناسب جواب می‌دهد.

◆

مواد آمورف: جامدهای بی شکل

روح اله خلیلی بروجنی
rkhalili@Physicist.net

اشاره

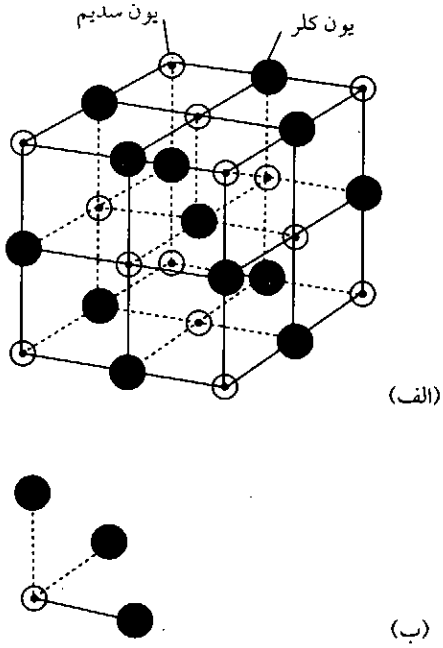
در فصل پنجم کتاب فیزیک (۲) و آزمایشگاه، اشاره‌ای کوتاه به مواد جامد و تقسیم‌بندی آن‌ها به دو نوع بلورین و بی‌شکل شده است. از آن‌جا که در بیشتر جلساتی که تاکنون در جمع دبیران محترم فیزیک بوده‌ام، درخصوص ویژگی‌های جامدهای بی‌شکل مورد پرسش قرار گرفته‌ام، در این نوشتار کوتاه سعی کرده‌ام این مواد را مورد بررسی دقیق‌تری قرار دهم.

مقدمه

تقریباً تمام مواد جامدی که ما امروزه با آن‌ها سروکار داریم، بلورند؛ یعنی به صورت مجموعه‌ای از اتم‌ها یا مولکول‌هایی هستند که به صورت شبکه‌ای منظم و مشخص در کنار هم قرار گرفته‌اند. به عبارت دقیق‌تر، بلور یک آرایهٔ دوره‌ای سه بعدی از اتم و مولکول‌هاست و فیزیک حالت جامد به عنوان گسترشی از فیزیک اتمی، به مطالعهٔ آن‌ها و همچنین چگونگی رفتار و برهم‌کنش الکترون‌های موجود در آن‌ها می‌پردازد.

جامدهای بلورین

یک جامد بلورین ایده‌ال از تکرار بی‌پایان واحدهای ساختاری مشابه (بلورک‌های کوچک) در فضا به‌وجود می‌آید (شکل ۱). فیزیکدانان حالت جامد، برای راحتی، عموماً کارشان را به توجیه خواص و ویژگی‌های این گونه جامدها محدود کرده‌اند. هرچند بررسی دقیق این مواد نیز می‌تواند فوق‌العاده پیچیده باشد. در ساده‌ترین جامدهای بلورین، مانند مس، نقره، آهن، آلومینیم و فلزات قلیایی



شکل ۱
(الف) ساختار بلوری سدیم کلرید، در این بلور هر یون توسط ۶ یون همسایهٔ اول بار مخالف احاطه می‌شود.
(ب) واحد ساختاری بلور سدیم کلرید

به‌ندرت می‌توان شاهد یک بلور ایده‌آل بود. حتی ساختار شبکهٔ بلورک‌های کوچک نیز به‌ندرت کامل است. در بعضی از نواحی این بلورک‌ها، اتم‌ها در محل نادرستی قرار گرفته‌اند (شکل ۲) و یا شاید اصلاً حضور ندارند (شکل ۳)؛ همین‌طور ناخالصی‌هایی از جنس اتم‌های دیگر نیز در آن‌ها یافت می‌شود (شکل ۴). در حالت‌هایی، مثلاً در شیشه و بسیاری از بسپارها، نظم آرایش اتم‌ها به

چنان فاصله‌های کوتاهی محدود می‌شود که به سختی می‌توان ادعا کرد که ماده دارای ساختار بلوری است (شکل ۵). از همین‌رو این مواد، مواد آمورف یا جامدهای بی‌شکل نامیده می‌شوند. سرانجام در مراحل پیچیده‌تر، با مواد مهم و متداول دیگری مانند چوب و پشم شیشه سر و کار داریم که ماهیت ترکیبی دارند و بررسی ویژگی‌های آن‌ها بسیار دشوار است.

جامدهای بی‌شکل

آرایش اتم‌ها یا مولکول‌ها در جامدهای بی‌شکل، مانند شیشه‌ها و بسیاری از بسپارها، کاملاً منظم نیست و از این نظر با جامدهای بلورین تفاوت دارند. همان‌گونه که پیش از این اشاره کردیم، اتم‌ها در بلور در شبکهٔ منظمی قرار دارند و درنتیجه، اگر چگونگی نقش اتم‌ها را در یک ناحیه از ماده بدانیم، می‌توانیم به دقت پیش‌بینی کنیم که اتم‌ها در سایر بخش‌های بلور باید کجا باشند. در جامدهای بی‌شکل، اتم‌ها چنین نظمی را در مکان خود ندارند، اما این موضوع به آن معنی نیست که به‌طور کاتوره‌ای در کنار یکدیگر چیده شده‌اند.

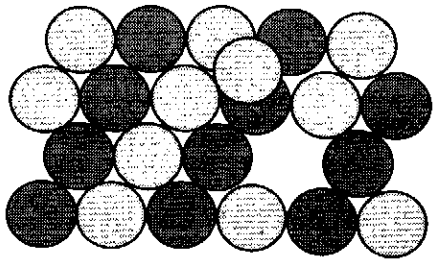
نیروهای بین اتمی و پیوندهای بین اتم‌ها در جامدهای بی‌شکل نیز شباهت زیادی به نیروها و پیوندها در جامدهای بلورین دارند. این شباهت باعث می‌شود که فاصلهٔ اتم‌ها، تعداد همسایه‌های اول هر اتم به‌طور میانگین در تمام نقاط نمونهٔ جسم جامد یکسان باشد. در یک جامد بی‌شکل، پیرامون هر اتم بسیار شبیه به پیرامون هر اتم دیگر است، ولی دقیقاً یکسان نیست. به علت این تغییرات بسیار کوچک در فاصله و سمتگیری در تمام ماده این نتیجه به دست می‌آید که مکان دقیق اتم‌های دور را نمی‌توان پیش‌بینی کرد.

انواع جامدهای بی‌شکل

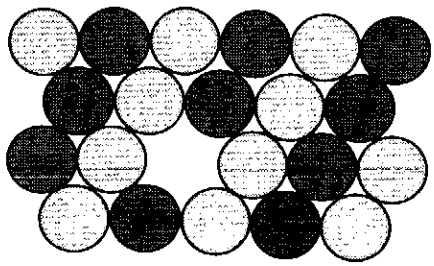
جامدهای بی‌شکل را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم‌بندی کرد. گروه اول آن‌هایی هستند که وقتی ساخته می‌شوند ساختار بی‌شکل به خود می‌گیرند. این‌ها همان مواد سازندهٔ شیشهٔ طبیعی‌اند. گروه دیگر موادی هستند که معمولاً به صورت ساختار بلورین جامد می‌شوند، ولی آن‌ها را می‌توان با سرد کردن سریع مادهٔ مذاب و یا از طریق مایع کردن بخار آن بر روی یک سطح سرد به دست آورد.

ماهیت بی‌شکل شیشه‌های طبیعی کاملاً پایدار است، اما موادی که آن‌ها را تنها می‌توان با سرد کردن سریع مادهٔ مذاب و یا بخار آن‌ها تولید کرد، معمولاً، وقتی تا دمای معینی گرم می‌شوند، به سرعت به شکل بلور درمی‌آیند.

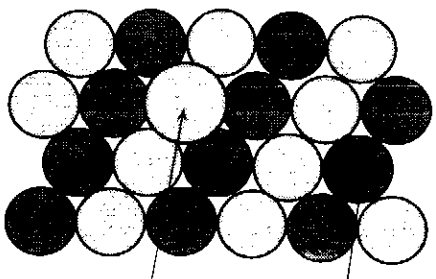
یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین مواد سازندهٔ شیشه طبیعی، سیلیس بی‌شکل، SiO_2، است که به شکل‌های بلورین به صورت کریستوبالیت و کوارتز نیز یافت می‌شود. شیشه‌های معمولی پنجره (و یا بطری‌ها) عمدتاً از SiO_2 به



شکل ۲

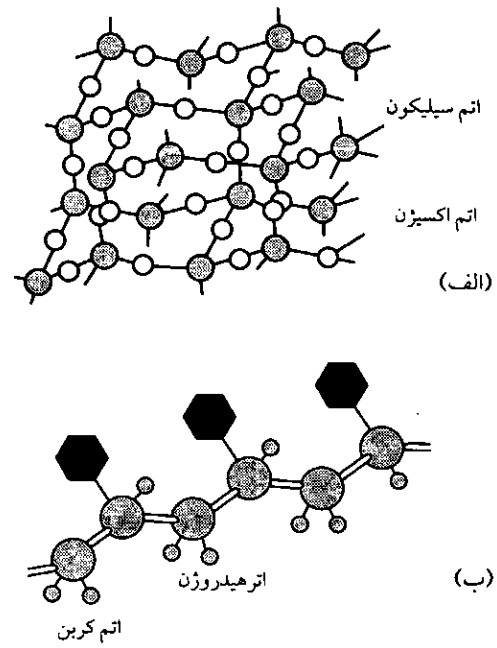


شکل ۳



شکل ۴

اضافهٔ Na_2O و CaO ساخته می‌شوند. اما، هزاران فرمول شیشه برای مقاصد خاصی وجود دارد که برای تغییر خواص اپتیکی، الکتریکی، مکانیکی و یا گرمایی، مواد دیگری به آن‌ها می‌افزایند. ترکیب‌های گوگرد، S، سلنیم، Se، یا تلوریم، Te، با عناصری چون ارسنیک، As، و ژرمانیم، Ge، نیز شیشه‌های دیگری‌اند که به خاطر نیمرسانا بودنشان مورد توجه‌اند. این شیشه‌ها کالکوژیند نامیده می‌شوند.



شکل ۵

(الف) ساختار بی‌شکل شیشه
(ب) و(پ) یک مولکول بسپار را نشان می‌دهد که ساختار بی‌شکل دارند.

گروه دیگری از مواد سازندهٔ شیشه‌های طبیعی آن‌هایی‌اند که از مولکول‌های خیلی بزرگ (ماکرومولکول‌ها) تشکیل می‌شوند. این گونه مولکول‌ها نمی‌توانند دوران کنند و به‌راحتی با یکدیگر جور شوند (این خاصیت را ممانعت فضایی می‌نامند) درنتیجه نمی‌توانند بلور تشکیل دهند. گلیسیرین و گلوکز نمونه‌های ساده‌ای از این مورد هستند. اما بسیاری از پلیمرها مانند پلی‌استیرن و لاستیک‌ها بی‌شکل‌اند.

تهیهٔ جامدهای بی‌شکل

جامدهای بی‌شکل که از طریق سرمایش سریع به‌دست می‌آیند عبارت‌اند از فلزات خالص، آلیاژها و عنصرها و ترکیب‌های نیمرسانا. برای تهیهٔ این گونه مواد به صورت جامد بی‌شکل چند روش متفاوت وجود دارد.

در یک شیوهٔ کارآمد، فواره‌ای از مادهٔ مذاب را روی لبهٔ یک چرخ مسی که به سرعت می‌گردد و یا بین دو غلتک چرخان، می‌افشانند و ماده در آنجا جامد می‌شود. این جامد را پیوسته بیرون می‌کشند و به این ترتیب نوار بلندی از مادهٔ بی‌شکل تشکیل می‌شود. روش دیگر برای تهیهٔ نمونه‌های کوچک از جامدهای بی‌شکل، سردکردن مادهٔ مذاب در آب است. روش‌های دیگر متضمن رسوب دادن بخار بر روی یک سطح سردند. هدف همهٔ این روش‌ها و تکنیک‌ها، منجمد کردن اتم‌ها در مکان‌های نامنظم در دمایی آنقدر پایین است که انرژی گرمایی برای باز آرایش اتم‌ها به شکل بلورین کافی نیست.

درواقع، لایه‌هایی از جامدهای فلزی بی‌شکل را می‌توان با سردکردن بخار آن‌ها بر روی سطحی که تا دمای نیتروژن مایع یا هلیم مایع سرد شدهٔ است، به‌دست آورد. لیکن، این‌ها، هنگامی که تا دمای اتاق گرم می‌شوند، تقریباً همیشه به صورت بلور درمی‌آیند.

منابع

1. Neil W. Ashcroft, David Mermin, Solid state physics
2. P. M. Chaikin, T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics
3. http://www.cartage.org.1b/en/themes/Sciences/Physics/SolidStatePhysi.../Crystalline.ht
4. Jim Breithaupt, New understanding Physics

۵. روزنبرگ، فیزیک حالت جامد، نشر دانشگاهی، مترجم: حسین عشقی و حسن عزیزی. ۱۳۷۶

۶. چارلز کیتل، آشنایی با فیزیک حالت جامد، نشر دانشگاهی، مترجمان: اعظم پورقاضی، مهدی صفا، جمشید عمیقیان. ۱۳۸۰

تفنگ گاؤس و انرژی مغناطیسی

جیمز رابچوک
مترجم: رجب قاسمی ثانی

با پیدایش آهنرباهای NdFeB[1] که ارزان‌اند و به‌راحتی تهیه می‌شوند، طراحی تعدادی از نمایش‌های عملی ساده و در عین حال مؤثر نیروی مغناطیسی، امکان‌پذیر شده است. یکی از این نمایش‌های عملی، «تفنگ گاؤس» نامیده می‌شود، که نوعی شتاب‌دهنده مغناطیسی خطی است. چیدن این دستگاه نسبتاً ساده است و انرژی جنبشی ساچمه‌های فولادی به‌کار رفته در نمایش را خیلی سریع و رؤیایی افزایش می‌دهد. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که این نمایش عملی مورد توجّه قرار گیرد و بحث یک سری موضوع‌های فیزیکی، از قبیل پایستگی انرژی، انرژی مغناطیسی و نیروی مغناطیسی توسط آن امکان‌پذیر شود. از آنجایی که وسیله‌های این دستگاه نسبتاً ارزان هستند لذا این دستگاه، با وجود مشکل اندک در چیدن آهنرباها، قابلیت تبدیل شدن به یک وسیله آزمایشگاهی را دارد و عملکرد آن از طریق اندازه‌گیری سرعت‌های اولیه و نهایی ساچمه‌ها مشخص می‌شود. سرانجام این‌که، با استفاده از نرم‌افزار اجزای محدود مغناطیس که به‌صورت آزاد در دسترس هستند، حتّی پیش‌بینی سرعت نهایی برای آرایش مختلف آهنرباها نیز امکان‌پذیر است.

دستگاه

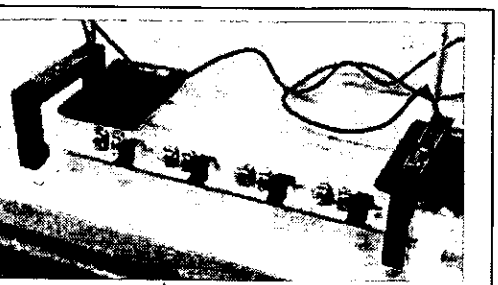
تفنگ گاؤس به بهترین شکل ممکن متشکل از یک خط کش چوبی با یک شیار در وسط آن، چهار عدد آهنربای NdFeB[1] دوازده میلی‌متر مربعی طلاپوش، نوار چسب معمولی به مقدار لازم و ۹ عدد ساچمه فولاد نیکل‌پوش به شعاع ۰/۷۹۵ سانتی‌متر تشکیل شده است. برای این‌که در نصب آهنرباها روی خط کش مشکلی پیش نیاید بهتر است از خط کشی استفاده شود که نوار فلزی و یا ترکیبات مس و روی در آن به‌کار نرفته باشد. اگرچه می‌توان از خط کش پلاستیکی نیز استفاده کرد. اما با توجه به اینکه نوارچسب معمولی به خط کش چوبی بهتر می‌چسبد، لذا استفاده از خط کش چوبی مناسب‌تر است. آهنرباهای NdFeB با ابعاد بالا کیفیت یکسانی دارند. شدت آهنربایی به ازای واحد حجم یک ماده معمولاً به‌صورت انرژی تولید شده بر حسب یکاهای MGO_e (مگاگاؤس ـ اورستد) مشخص می‌شود. نوعی آهنربای NdFeB که به‌صورت آماده در دسترس است، تولید انرژی در حدود $35MGO_e$ را دارد. زمانی که بخواهیم این نمایش عملی را با استفاده از تجزیه و تحلیل نرم‌افزار اجزای محدود شبیه‌سازی کنیم دانستن این موضوع سودمند خواهد بود. همانند آهنرباها، ساچمه‌های فولاد نیز معمولاً از فولاد با درصد کربن پائین ساخته می‌شوند، مثلاً فولاد ۱۰۲۰ (که ۲۰ درصد وزنی آن از کربن تشکیل شده است)، به‌طوری که تراوایی مغناطیسی غیرخطی مشخصی دارد.

آهنرباها باید روی یک خط در مرکز خط کش قرار داده شوند به‌طوری که قطب شمال آنها در یک سمت بوده و نسبت به یکدیگر به ترتیب در محل‌های ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ اینچ قرار گرفته باشند که در واقع بین آهنرباها و بین انتهای آهنربا و انتهای خط کش به اندازه دو اینچ فاصله در نظر گرفته می‌شود. یک قطب‌نمای مغناطیسی و یا هر قطب‌یاب دیگر برای تعیین قطب‌های آهنرباها لازم است. برای نصب آهنرباها روی خط کش، به‌طوری که درجای خود ثابت باشند، نوارچسب الکتریکی را حداقل دو دور دور آهنرباها و خط کش می‌چسبانیم. بعد از نصب آهنرباها بهتر است چسب‌های اضافه را که به قطب‌های آهنرباها چسبیده‌اند بکنیم تا ساچمه‌ها بتوانند آزادانه با قطب‌های آهنرباها تماس پیدا کنند.

بعد از این که آهنرباها به محل‌های مورد نظر چسبانده شدند، هشت عدد ساچمه موجود را دوتادوتا طوری روی شیار وسط خط‌کش قرار می‌دهیم که با قطب‌های شمال آهنرباها در تماس باشند. اگر آهنرباها با دقت روی خط نصب شوند در این صورت خرده‌ریزه آهنربا تولید شده و نوار چسب‌ها جمع می‌شوند و از بین خواهند رفت. ساچمه نهم پرتابه وارده است که با سرعت کم به سمت قطب جنوب اولین آهنربا رها می‌شود. نیروی وارده به ساچمه ورودی باعث می‌شود که آن شتاب گرفته و با نیروی کافی به آهنربای اوّل برخورد کند به‌طوری که در اثر انتقال انرژی به دومین ساچمه در سمت دیگر آهنربا، آن ساچمه از جای خودش کنده شده و به سمت آهنربای دوّم حرکت کند. به علت این که این ساچمه تا جایی می‌تواند به پیش برود که به آهنرباهای دوّم خیلی نزدیک‌تر است، انرژی آن افزایش پیدا می‌کند و بشدت با آهنربای دوّم و با نیروی به مراتب بزرگتر برخورد می‌کند. این فرآیند برای هرکدام از ساچمه‌های خروجی اتفاق می‌افتد و سرانجام ساچمه آخری خط‌کش را همانند گلوله تفنگ ترک می‌کند. چیدن دوباره دستگاه تقریباً به اندازه $\frac{1}{20}$ ثانیه زمان می‌برد و ساچمه دستگاه را با سرعت زیاد، در شرایطی که ساچمه دقیقاً و بدون اغراق فقط یک برخورد داشته است، ترک می‌کند.

اندازه گیری‌های سرعت

با اندازه‌گیری سرعت‌های ورودی و خروجی می‌توانیم طرز کار تفنگ گاوس را به‌عنوان یک شتابدهنده توضیح دهیم. این کار با استفاده از دریچه‌های نوری، که یکی از آنها در جلو و دیگری در قسمت عقب دستگاه قرار داده می‌شود، به راحتی عملی است. قطر ساچمه‌هایی که در تفنگ گاوس استفاده می‌شود حدوداً ۱/۵۹ سانتی‌متر و جرم آنها ۱۶/۴ گرم

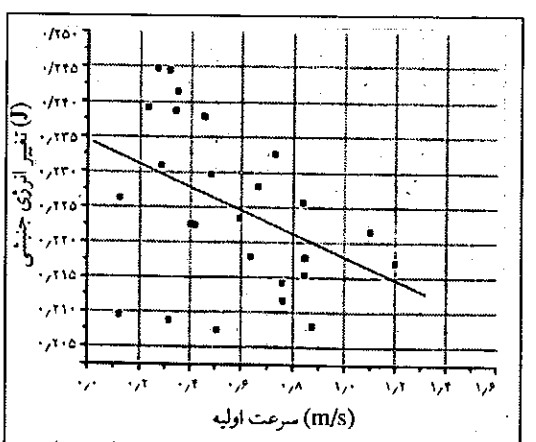


شکل ـ ۱. تفنگ گاوس، با دریچه نوری پاسکو برای اندازه‌گیری سرعت‌های ورودی و خروجی ساچمه

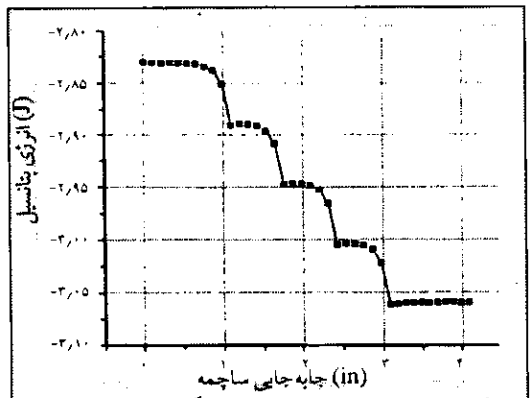
می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار و رابط آزمایشگاهی حرفه‌ای ورنیه[1] (Vernier's Lab Pro interface and Software) و دریچه‌های نوری پاسکو[2] (pasco photogates) من چندین اندازه‌گیری در مورد سرعت ساچمه‌ها انجام دادم. ساختمان دستگاه در شکل ۱، نمایش داده شده است.

تعداد کمی از نظرهایی که تا قبل از اعلام نتیجه ارائه شدند، مؤثر بودند. من برای محکم بستن آهنرباها به خط‌کش از نوار چسب الکتریکی استفاده کردم. در ابتدا برای تعدادی از ساچمه‌ها عمل شلیک انجام نشد. سرانجام برای پنج‌تای بعدی، سرعت نهائی تدریجاً بیشتر و بیشتر شد. این طور به نظر می‌رسد که چون آهنرباها در ابتدا در جای خود خیلی سفت شده بودند بنابراین نوار چسب‌ها، به عنوان موانع حرکت آنها، در برخوردهای اولیه مقدار زیادی از انرژی جنبشی را به خود جذب کردند. دوّم این که من دریافتم به همان میزان که سرعت اولیه ساچمه‌ها پایین باشد به همان میزان نیز کارایی تفنگ بالا خواهد بود. علاوه بر آن سرعت‌های اولیه و نهائی برای سرعت‌های اولیه بین ۰/۲m/s تا ۱/۲m/s رابطه عکس با هم دارند. به نظر می‌رسد که پایین بودن سرعت اولیه به منزله پایین بودن انحرافات در حرکت است. این اثر در نمودار ΔKE نسبت به سرعت اولیه، همان‌طور که از شکل ۲ پیداست، مشهودتر است. بنابراین تفنگ طراحی شده آزمایش خوبی برای نظریهٔ کار ـ انرژی نیست.

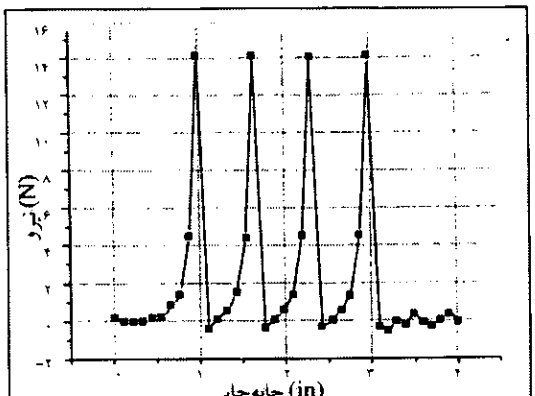
به هرحال کار ما در اندازه‌گیری افزایش انرژی ساچمه‌های متحرک، خیلی دقیق نیست. متوجه می‌شویم که افزایش



شکل ـ ۲. تفاوت مشهود در انرژی جنبشی ساچمه‌های ورودی و خروجی به عنوان تابعی از سرعت اولیه



شکل ـ ۳ . تغییر در انرژی پتانسیل تفنگ به عنوان تابعی از جابه‌جایی تجمعی ساچمه‌های فولادی



شکل ـ ۴ . نیروی وارد بر ساچمهٔ متحرک به عنوان تابعی از جابه‌جایی تجمعی ساچمه‌های فولادی

متوسط انرژی جنبشی برای ۲۸ نقطه در نظر گرفته شده در نمودار، با انحراف معیار ۰/۰۱۲ ژول، برابر ۰/۲۲۴ ژول است. برای یک سرعت اولیه ۰/۵ متر بر ثانیه این مقدار با یک سرعت نهائی در حدود $5/3\,m/s$، یعنی تقریباً با ده برابر افزایش در سرعت، متناظر است.

تجزیه و تحلیل انرژی

با این فرض که در هر برخورد انرژی به طور کامل منتقل می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش انرژی جنبشی ساچمه‌های متحرک با کاهش انرژی پتانسیل آنها در جابه‌جایی از مکان اولیه‌شان (یک ساچمه از قطب شمال جابه‌جا می‌شود) و برخورد مستقیم با قطب جنوب آهنربای مجاور همراه است. از آنجایی که در مدت زمان کار دستگاه چهار مرتبه این اتفاق می‌افتد. (با شمارش ساچمه‌های ورودی)، ساچمه آخری چهار واحد بیشتر انرژی جنبشی به‌دست می‌آورد به طوری‌که هر واحد مقدار انرژی است که ساچمه درحین سقوط از مکان ثانویه به مکان اولیه به‌دست می‌آورد. به این دلیل، تفنگ گاوس را می‌توان به‌عنوان وسیله عملی برای مشاهده انرژی آزاد شده در طی گذارهای حالت «کوانتومی» در نظر گرفت.

تجزیه و تحلیل کمی مسائل الکترومغناطیس مستلزم داشتن دانش میدان(ها) در تمامی نقاط فضاست. کار را با انرژی لازم برای ایجاد جریان I در یک القاگر با خودالقایی L، که برابر است با $W = \frac{1}{2}LI^2$ [1]، شروع می‌کنیم.

برای جامعیت بخشیدن به بیان موضوع، می‌توان انرژی کلّ در یک حجم را که فقط شامل چشمه‌های جریان است بر حسب میدان مغناطیسی، B، به صورت $W = \frac{1}{2\mu_0}\int_V B^2 dx^3$ نوشت.

زمانی که از آهنرباهای دائمی به جای چشمه‌های جریان استفاده می‌شود و مواد مغناطیسی غیرخطی نیز حضور دارند، این رابطه باید بر حسب هر دو کمیّت B و میدان به‌کار رفته، H، نوشته شود، آنچه که به‌دست می‌آید به کُوانرژی[2] (co-energy) معروف است،

$$Wc = \int_V \left[\int_0^H B(H).dH\right] dx^3$$

در حالتی که مواد مغناطیسی غیرخطی حضور دارند، انتگرال داخل کروشه برای محاسبه انرژی لازم برای افزایش شدت میدان‌ها از مقدار اولیه صفر به‌کار می‌رود. کُوانرژی شکل مناسب انرژی میدان جهت استفاده برای چشمه‌های جریان ثابت است، که یک مدل معتبر برای آهنرباهای خطی دائمی است. باید به این نکته توجه شود که برای ذرّه‌ای که از A به B حرکت می‌کند، افزایش کُوانرژی میدان متناظر با کاهش انرژی پتانسیل ذره است، چرا که انرژی که میدان از افزایش آهنربایی ذره به‌دست می‌آورد دو برابر انرژی ای است که میدان برای انجام کار مکانیکی روی ذره از دست می‌دهد.

این مشکل از اینجا ناشی می‌شود که ما از نرم‌افزار اجزای محدود مغناطیس، $FEMM_{4.2}$، با فرض متقارن بودن شکل هندسی آن، جهت سهولت استفاده، استفاده کردیم. کارخانه سازنده آهنرباها دقیقاً مقدار انرژی تولید شده توسط آهنرباها را مشخص نمی‌کند ولی تخمین زده

می‌شود که مقدار آن برابر $_{3}5MGO$ باشد. نرم‌افزار، ۳۷ مگاگاؤس اورستد NdFeB در ساختمان موادش دارد و این در محاسبه به‌کار رفته است. آهنرباها به‌جای این‌که استوانه‌ای شکل باشند، مکعبی شکل هستند، و برای اینکه حجمشان یکی باشد، بلندی آنها ۱/۲ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود، امّا یک شعاع استوانه‌ای ۰/۶۷۷ سانتی‌متر نیز به‌کار رفته است. ساچمه‌های فولاد نیکل‌پوش از فولاد با درصد کربن پایین ساخته شده‌اند، تقریباً فولاد ۱۰۲۰، که خواص آنها در ساختمان مواد در دسترس است. قابلیت توسعه کاربردی برنامه، که بر زبان برنامه‌نویسی لوآ[5] استوار است، به‌کاربر امکان می‌دهد که میدان‌ها را برای یک سری آرایش‌های استاتیکی محاسبه کند، کُوانرژی را برای هر کدام محاسبه کرده و آن را روی یک پرونده بنویسد. انرژی پتانسیل با تغییر علامت کُوانرژی به‌دست می‌آید. از آهنگ مثبت تغییر کوانرژی نسبت به تغییر مکان ساچمه می‌توان نیرو را به‌صورت تابعی از مکان به‌دست آورد. نتایج محاسبه‌ها در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

در این شکل‌ها محور جابه‌جایی نشان‌دهنده افزایش جابه‌جایی ساچمه‌هاست وقتی که تفنگ هر کدام از ساچمه‌ها را از چپ به راست می‌راند. بنابراین، به عنوان مثال در شکل-۴، نیرو در اولین اینچ جابه‌جایی روی ساچمه اوّل و در ۰/۶۷ اینچ بعدی روی ساچمه دوّم والی آخر اثر می‌کند. تغییر پلکانی انرژی پتانسیل به وضوح در شکل نشان داده شده است. علاوه بر این تغییر انرژی کل به‌دست آمده از طریق محاسبه، $E = 0/230J$، با تغییر انرژی به‌دست آمده برای ساچمه‌ها از طریق آزمایش، با اختلاف استاندارد، مطابقت دارد. ملاحظه می‌کنیم که نیرو با کاهش فاصله به شدّت افزایش پیدا می‌کند، که برای نیروهای گشتاور مغناطیسی ایجاد شده طبیعی است.

خلاصه

تفنگ گاؤس، همان‌طور که معمولاً ساخته می‌شود، یک نمایش عملی جالب برای نشان دادن چگونگی تولید انرژی از یک آرایش متغیر آهنرباها و ساچمه‌های فرومغناطیسی است. علاوه بر سودمندی این دستگاه در توضیح نیرو و انرژی مغناطیسی، به‌عنوان وسیله‌ای عالی و کارامد نیز برای توصیف چگونگی تولید انرژی در انتقال از حالت‌های برانگیخته به حالت‌های پایه به‌کار می‌رود. با استفاده از حسگرهای دریچهٔ نوری می‌توان دستگاه را به‌روش کمّی مورد کاوش قرار داده و انرژی آزاد شده توسط دستگاه را به‌دست آورد. متأسفانه میزان انرژی آزاد شده بستگی به سرعت اولیه دارد، به‌طوری‌که با سرعت‌های اولیه پایین انرژی جنبشی خالص بیشتری تولید می‌شود. این نقیصه ممکن است با دقت بیشتر در طراحی تفنگ بر طرف شود. با استفاده از برنامه‌های نرم‌افزار اجزای محدود مغناطیسی آزاد، $FEMM_{3.1}$، می‌توان مقدار انرژی آزاد شده در زمان شلیک تفنگ را دقیقاً پیش‌بینی کرد. علاوه بر این از این برنامه می‌توان در پیش‌بینی نیروی وارد به ساچمه‌ها استفاده کرده و رابطه بین تغییرات میدان‌ها با حرکت ساچمه‌ها در امتداد خط‌کش را، با واقعی جلوه دادن ارتباط پیچیده بین میدان‌ها و انرژی برای دانش‌آموزان، توضیح داد. اگرچه سطح بیان به‌کار رفته برای به‌دست آوردن کُوانرژی میدان برای یک موضوع فیزیک مقدماتی (پایه) خیلی بالاست، هرچند که در مورد ایدهٔ انرژی ذخیره شده در میدان‌ها این‌طور نیست، لذا وسیله‌ای مانند $FEMM_{3.1}$ نباید خارج از توانایی دانش‌آموزان جهت استفاده از آن باشد.

زیرنویس

۱. آهنرباهای نئودیمیم (NdFeB) آهنرباهای بسیار قوی با قابلیت تولید انرژی بالا هستند که از نئودیمیم، آهن و بارون و چند فلز دیگر تشکیل شده‌اند. مترجم

۲. نرم‌افزار و رابط ورنیه مرکب است از یک حسگر، یک رابط و یک نرم‌افزار کامپیوتری که برای ثبت و جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از نمودار بکار می‌روند. مترجم

۳. دریچهٔ نوری پاسکو دستگاهی است که با استفاده از باریکه‌های نور سرعت اجسام متحرک را اندازه می‌کند. خواننده می‌تواند برای اطلاعات بیشتر به آدرس http://www.batesville.k12.inus/physics/pasco-notes/photogate-phcision. htm مراجعه کند. مترجم

۴. می‌توان گفت که کوانرژی (co energy)از تبدیل انرژی جنبشی، که از چشمه‌های جریان ثابت تولید می‌شود، به‌دست می‌آید و قابلیت تبدیل به انرژی مکانیکی را دارد. مترجم

۵. Lua یک زبان برنامه‌نویسی سبک و در عین حال کاربردی است که به‌صورت آزاد در دسترس است. خواننده محترم می‌تواند برای مطالعه بیشتر به آدرس http:/www.lua.org/a bout.html/ مراجعه کند. مترجم

منبع

Rabchuk A. James, (Mar.2003), Vol. 41, The Gauss Rifle and Magnetic Energy, The physics Teacher p. 158-161.

مواظب باشید!

اشیاء از آنچه در آینه به‌نظر می‌رسند، نزدیک‌ترند[1]

آریل . ار . لیبرتون
مترجم: احمد توحیدی

به نظر من وسایل معمولی همیشه مثال‌های خوبی برای توضیح مفاهیم فیزیکی به دانش‌آموزان هستند. مثلاً آینه طرف راست اتومبیل‌ها یکی از این وسیله‌های روشنگر است، به‌ویژه برچسب روی آن‌ها که اخطار می‌کند «مواظب باشید؛ زیرا اشیاء از آنچه در آینه به نظر می‌رسند نزدیک‌ترند». یافتن دلیل فیزیکی جمله روی بر چسب را می‌توان به عنوان تمرین جالب توجهی برای مرور یا معرفی بعضی از مفاهیم اپتیکی به‌کاربرد.

آینه طرف راست اتومبیل‌ها آینه محدب است. در شکل (۱) وضعیت راننده‌ای که به این آینه نگاه می‌کند و پارامترهای اصلی که باید برای این مسئله در نظر گرفته شود به اختصار نشان داده شده است. فاصلهٔ راننده تا آینه (A)، فاصله آینه از اتومبیل عقبی (S) و شعاع آینه (R) است. راننده تصویر اتومبیل عقبی را در آینه می‌بیند. این تصویر در فاصله s' از آینه قرار دارد، بنابراین کل فاصله تصویر راننده $A+|s'|$ است. ابتدا گمان می‌کردم که با مقایسه $|s'|$ با $|s|$ می‌توان پاسخ مسئله را یافت.

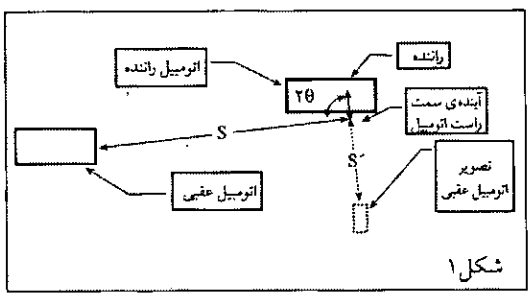
از رابطه گاوسی آینه‌ها داریم

$$\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{-2}{R} \qquad (1)$$

می‌توان به دست آورد که

$$L=\left|\frac{s'}{s}\right|=\frac{R}{R+2s} \qquad (2)$$

از این معادله می‌بینیم که برای آینه محدب $R>0$ است و L همیشه کوچک‌تر از یک است. یعنی تصویر اتومبیل واقعاً نزدیک‌تر از خود اتومبیل است. شاید همه سازندگان اتومبیل‌ها در اشتباه باشند، امّا ادراک تجربی، مطابق



شکل ۱

شکل ۲

شکل ۲، با هشدار آن‌ها سازگاری دارد. همان‌طور که در بیشتر موارد هنگامی که مسئله جدیدی را در فیزیک بررسی می‌کنیم پیش می‌آید، اندیشیدن بیشتر در این مورد لازم به‌نظر می‌رسد.

مغز برای ارزیابی فاصله‌های دور، اندازهٔ اشیأ مشاهده شده را با اندازهٔ تصویری که قبلاً از آن‌ها در ذهن دارد مقایسه می‌کند. با این روش فاصلهٔ شیء را با توجه به تجربه‌ای که در گذشته آن داشته است حدس می‌زند. با توجه به این موضوع، به این فکر افتادم که تغییر فاصله‌ای را که راننده می‌بیند، محاسبه کنم. شاید اندازه تصویر به اندازهٔ کافی کوچک باشد که، به‌رغم نتیجهٔ قبلی در مورد فاصلهٔ تصویر، بتواند اثر هشدار دهنده داشته باشد. آنچه که باید در این مورد با یکدیگر مقایسه شود زاویهٔ تصویر با چشم راننده (β) و زاویه چشم‌راننده با شیء (α) است. به عبارت دیگر، درشت‌نمایی زاویه‌ای آینه را که برابر است با $\Gamma = \frac{\beta}{\alpha}$ باید برای راننده محاسبه کرد. زاویهٔ α را می‌توان با نسبت طول شیء (y) به فاصله واقعی شی- بیننده (A + S) تقریب زد.

$$\alpha = \frac{y}{A+S} \qquad (۳)$$

و زاویه β برابر است با نسبت اندازه تصویر در آینه (y′) به فاصله تصویر تابیننده (A − S′)

$$\beta = \frac{y'}{A-S'} \qquad (۴)$$

با در نظر گرفتن رابطه زیر

$$\frac{y'}{y} = -\frac{S'}{S} \qquad (۵)$$

و با به‌کارگیری روابط (۲) و(۵) خواهیم داشت

(۶)

$$\Gamma = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\frac{y'}{A-S'}}{\frac{y}{A+S}} = -\frac{-S}{S'}\left(\frac{A+S}{A-S'}\right) = \frac{(A+S)R}{2AS+(A+S)R}$$

این نسبت برای آینه‌های محدب همواره کوچک‌تر از یک است و برای آینه‌های تخت به سمت یک میل می‌کند (این آینه‌ها برداشت فاصله را تغییر نمی‌دهند). مغز کوچک‌تر شدن اندازه شی را با دور شدن آن تعبیر می‌کند. علت این‌که اشیا در آینه محدب نزدیک‌تر از آن فاصله‌ای که در آن هستند به نظر می‌رسند همانا کاهش اندازهٔ زاویه‌ای است!. بنابراین چرا سازندگان اتومبیل‌ها به رغم این عیب، این نوع آینه را انتخاب می‌کنند؟ زیرا میدان دید افزایش می‌یابد. می‌توان گفت که کاهش اندازهٔ تصویر که به علت محدب بودن آینه به‌وجود می‌آید باعث می‌شود که تصویرهای بیشتری از اشیأ در سطح آینه جای گیرد.

در شکل(۲) نسبت اندازه میان دو تصویر برابر با ۰/۳۷ است. اگر مقادیر پارامترهایی را که برای محل تصویر داریم $A = 19m$ ، $R = 1m$ و $S = 26m$ را در رابطه (۶) قرار دهیم مقدار جواب به‌دست آمده هم مرتبه با جواب بالا است.

دربارهٔ اعتبار رابطه آینه‌ها که برای این مسئله به‌کار برده شد باید چنین اظهار نظر کرد. همان‌طور که در شکل(۱) دیده می‌شود شیء، آینه، و راننده در یک خط قرار ندارند و زاویهٔ میان خط‌های مربوط به اتومبیل عقبی و آینهٔ راننده در حدود ۹۰ درجه است، بنابراین می‌توان پرسید که آیا به‌کار بردن رابطهٔ معمولی آینه‌ها که با تقریب پیرامحوری به دست آمده است برای مسئله‌ای با محور اصلی خمیده، کار صحیحی است؟

معمولاً شرط کوچک بودن زاویه‌ها به زاویه‌های میان پرتوهای نور و محور اصلی مربوط می‌شود که برابر با زاویه‌هایی است که جزء اپتیکی با محل‌های شی یا تصویر می‌سازد. بزرگ‌ترین زاویه در این مسئله را می‌توان با اندازه آینه (۱۵cm~) تقسیم بر فاصله آینه راننده (۱۵۰cm~) برآورد کرد. چون نتیجه در حدود ۰/۱ رادیان به‌دست می‌آید، بنابراین می‌توان تقریب زاویه کوچک در این مسئله را صادق دانست. اگر بررسی دقیق‌تر این مسئله مورد نظر باشد، می‌توان اثر هندسی محور اپتیکی خمیده را به‌حساب آورد. این اثر استیگماتیسم را در توان آینه که به زاویه 2θ میان دونیم محورها بستگی دارد وارد می‌کند. از لحاظ ریاضی این موضوع را می‌توان با عوامل تحصحیح کننده مختلف برای شعاع آینه که به ترتیب برای صفحات افقی و عمودی برابرند با $R_h = R\cos\theta$ و $R_v = R/\cos\theta$ به حساب آورد. این مورد معمولی نمونهٔ خوبی برای توضیح مفهوم درشت‌نمایی زاویه‌ای و سازوکار ادراک فاصله است. این مسئله هم‌چنین برای مرور موضوع تقریب پیرامحوری نیز مفید است و می‌توان آن را برای بررسی چگونگی اثر کج شدن آینه هم به کار برد.

زیرنویس

1. Warning! ObJects in Mirror Are Closer Than They Appear.

مرجع

The physics Teacher Vol.41, January 2003.

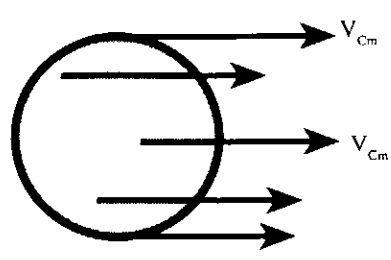
حرکت غلتشی (مفاهیم و مثال‌ها)

احمد حکیم
sadrahakim@hotmail.com

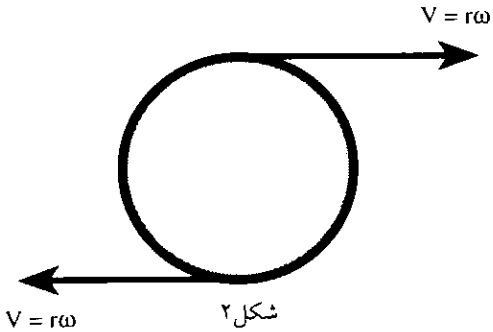
یکی از موضوع‌های درس فیزیک مکانیک، بحث حرکت غلتشی است که گاهی شامل نکته‌هایی می‌شود که در کتاب‌های درسی کمتر به آن‌ها اشاره می‌شود. منظور ما در این نوشتار بررسی این نکته‌های کوچک ولی بسیار مهم است.

همان‌طور که می‌دانیم حرکت غلتشی ترکیبی از حرکت انتقالی و حرکت دورانی محض است. برای فهم بهتر آن نخست حرکت انتقالی و حرکت دورانی محض را تعریف می‌کنیم. فرض کنید مرکز جرم جسمی کروی یا استوانه‌ای با سرعت ثابت یا متغیر حرکت کند، در صورتی که تمام اجزای آن جسم با همان سرعت حرکت کنند می‌گوییم حرکت انتقالی محض داریم (گرچه باید این نکته، را یادآوری کرد که هر حرکت انتقالی در واقع یک حرکت دورانی با شعاع بینهایت است ولی در اینجا منظور ما از حرکت دورانی حرکت با شعاع محدود است) شکل (۱).

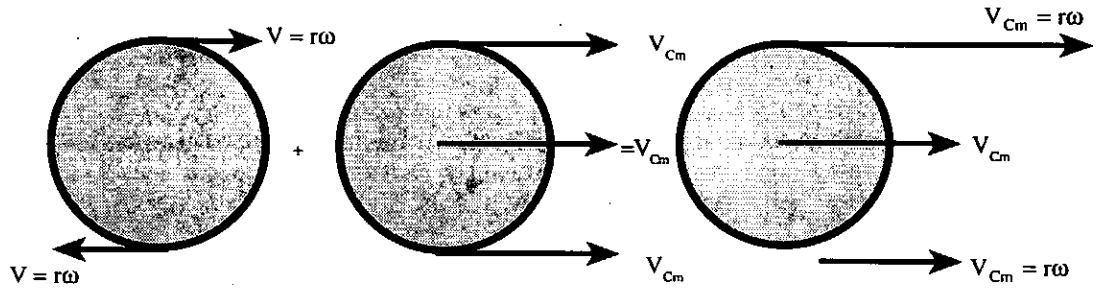
در دوران نیز اجزای جسم دارای حرکت هستند، ولی سرعت آنها با یکدیگر متفاوت است و نقطه یا نقطه‌هایی وجود دارند که دارای سرعت صفر هستند که ما به آن‌ها مرکز دوران یا محور دوران می‌گوییم. سرعت اجزای این جسم در این حرکت بستگی به فاصلهٔ آن‌ها از محور دوران دارد و از رابطه $V = r\omega$ به دست می‌آید که در آن، V سرعت یک جزء یا یک ذره از جسم مورد نظر و r فاصله شعاعی آن جزء از محور دوران است شکل (۲).



شکل۱



شکل۲



شکل۳

همان طور که ملاحظه می‌شود سرعت نقطه‌های مختلف به سرعت زاویه‌ای و فاصله از محور دوران بستگی دارد و چون نقطه‌های بالایی و پایینی دارای فاصله‌های مساوی از محور دوران هستند بنابراین اندازه سرعت هر دو با یکدیگر برابر ولی جهت این دو مخالف یکدیگر است.

اکنون می‌توانیم جسمی را در نظر بگیریم که هم دارای حرکت دورانی حول مرکز جرم باشد و هم حرکت انتقالی داشته باشد یعنی تمام اجزای جسم، از جمله مرکز جرم با یک سرعت مساوی V_{cm} مثلاً به سمت راست حرکت کنند در این صورت هر ذره از جسم دارای دو سرعت است که با یکدیگر جمع برداری می‌شوند از جمله دو نقطه بالا و پایین (شکل ۳).

حرکت حاصل در واقع حرکتی است انتقالی توأم با دوران. در این حالت همهٔ ذرات حرکت می‌کنند ولی مقدار سرعت آن‌ها با یکدیگر متفاوت است.

اکنون می‌توانیم حرکت غلتشی را تعریف کنیم. حرکت غلتشی وقتی اتفاق می‌افتد که جسمی روی یک سطح حرکت دورانی توأم با انتقال داشته باشد ولی سرعت مرکز جرم و سرعت $r\omega$ در نقطه تماس همدیگر را خنثی کنند یعنی $V_{cm} - r\omega = O$ در این صورت $V_{cm} = r\omega$ و سرعت در بالاترین نقطه $2V_{cm}$ خواهد بود. (شکل ۴).

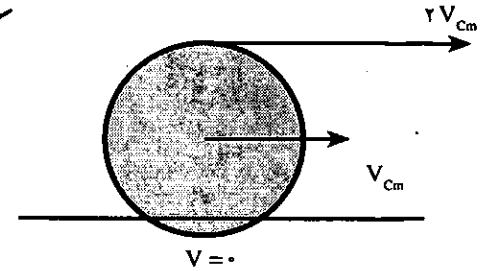
بنابراین در صورتی حرکت غلتشی داریم که سرعت هر ذره وقتی به نقطه تماس می‌رسد برابر صفر گردد. در این حالت البته می‌توانیم فرض کنیم در هر فاصله زمانی خیلی کوچک جسم حول نقطه تماس دوران می‌کند.

آن چیزی که در حرکت غلتشی بحث‌انگیز است نوع و جهت نیروی اصطکاک در این حرکت است. نیروی اصطکاک به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شود: جنبشی و ایستایی. در این نوشتار سرانجام نیروی اصطکاک دیگری را معرفی می‌کنیم که بیشتر در حرکت غلتشی مطرح می‌شود و به این دلیل نام آن را اصطکاک غلتشی می‌نامیم.

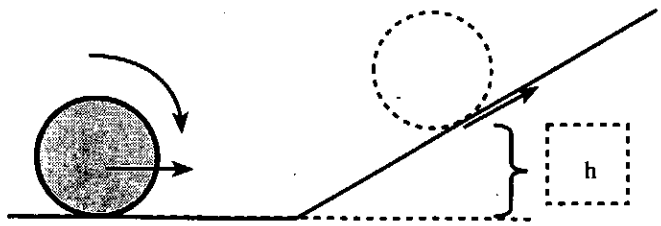
فعلاً در قالب چند مثال بحث خود را دنبال می‌کنیم:

مثال ۱:

فرض کنید کره‌ای غلتان با سرعت $V_{cm} = V_O$ مطابق شکل از سطح شیبداری بالا رود حداکثر ارتفاعی که این کره بالا می‌رود چقدر است؟ (شکل ۵).



شکل۴



شکل۵

ساده‌ترین راه‌حل این مسأله استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی است و در این راه‌حل نیازی به دانستن جهت نیروی اصطکاک نیست، چرا که در حرکت غلتشی سرعت نقطه تماس صفر است و بنابراین اگر نیروی اصطکاکی به جسم وارد شود از نوع ایستایی است و کار نیروی اصطکاک ایستایی صفر است و دخالتی در این راه‌حل ندارد.

راه‌حل ۱:

$$\frac{1}{2}mv_0^2+\frac{1}{2}I\omega^2=mgh;$$

$$I=\frac{2}{5}mr^2\ ,\ V_0=r\omega\ \Rightarrow h=\frac{7V_0^2}{10g}$$

راه‌حل ۲:

حل این مسأله از طریق نیرو مستلزم دانستن جهت نیروی اصطکاک بر روی سطح شیبدار است، جهت نیروی اصطکاک بر روی سطح شیبدار در مسأله فوق به سمت بالاست زیرا:

هنگامی که جسم بر سطح شیبدار به سمت بالا حرکت می‌کند مؤلفه موازی سطح شیبدار نیروی وزن که به مرکز جرم وارد می‌شود باعث کم شدن سرعت مرکز جرم می‌شود و بنابراین نقطه تماس که قبلاً در هر لحظه در حال سکون بوده است تمایل به لغزیدن پیدا می‌کند، اصطکاک ایستایی باید به سمت بالا وارد شود تا با ایجاد یک گشتاور منفی $r\omega$ نیز کاهش پیدا کند و کماکان رابطه $V_{cm}=r\omega$ که شرط غلتش است حفظ شود.

با استفاده از فرض بالا راه‌حل مسئله به صورت زیر خواهد بود:

$$f-Mg\sin\theta=Ma=-M\frac{v_0^2}{2\frac{h}{\sin\theta}}=-M\frac{v_0^2}{2h}\sin\theta$$

$$R|f|=I\left|\frac{a}{R}\right|=\frac{2}{5}MR^2\frac{v_0^2}{R\left(2\frac{h}{\sin\theta}\right)}\Rightarrow|f|=\frac{1}{5}M\frac{v_0^2}{h}\sin\theta$$

$$\Rightarrow\frac{7}{10}M\frac{v_0^2}{h}\sin\theta=Mg\sin\theta\Rightarrow h=\frac{7}{10}\frac{v_0^2}{g}$$

که جواب این راه‌حل با راه‌حل اول سازگار است.

راه‌حل ۳ (راه‌حل اشتباه)

اگر جهت نیروی اصطکاک به سمت پایین گرفته شود خواهیم داشت:

$$f+Mg\sin\theta=Ma=M\frac{v_0^2}{2\frac{h}{\sin\theta}}=M\frac{v_0^2}{2h}\sin\theta$$

$$R|f|=I\left|\frac{a}{R}\right|=\frac{2}{5}MR^2\frac{v_0^2}{R\left(2\frac{h}{\sin\theta}\right)}\Rightarrow|f|=\frac{1}{5}M\frac{v_0^2}{h}\sin\theta$$

$$\Rightarrow\frac{3}{10}M\frac{v_0^2}{h}\sin\theta=Mg\sin\theta\Rightarrow h=\frac{3}{10}\frac{v_0^2}{g}$$

جواب همان‌طور که ملاحظه می‌شود اشتباه خواهد بود.

حال مثال زیر را در نظر بگیرید:

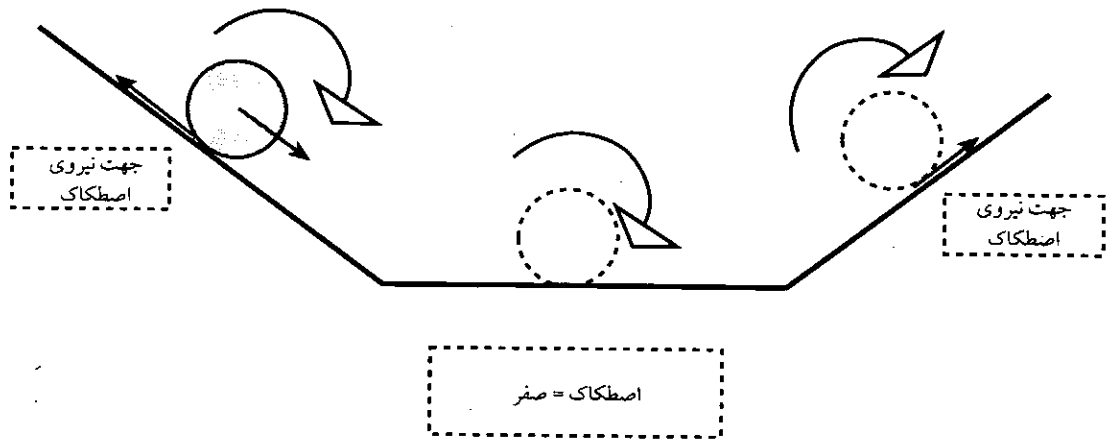
مثال ۲: فرض کنید جسمی **غلتان** مطابق شکل بر روی یک سطح شیبدار به سمت پایین حرکت کند و سپس از روی سطح شیبدار دیگر با همان حرکت غلتشی بالا رود این پرسش مطرح می‌شود که اگر تغییر شکل جسم و سطح را نادیده بگیریم جهت نیروی اصطکاک در فاصله‌های مختلف در چه جهتی است؟ (شکل ۶)

وقتی جسم به سمت پایین حرکت می‌کند مؤلفه موازی سطح شیبدار نیروی وزن سرعت مرکز جرم را زیاد می‌کند. بنابراین برای حفظ غلتش باید $r\omega$ نیز زیاد شود تا رابطه $V_{cm}=r\omega$ حفظ شود و؛ در نتیجه نیروی اصطکاک ایستایی باید به سمت بالا وارد شود.

وقتی جسم به سطح افق می‌رسد نیروی اصطکاک ایستایی صفر می‌شود. چرا که اگر بگوییم این نیرو به سمت عقب وارد می‌شود باید سرعت مرکز جرم کم شود و سرعت زاویه‌ای افزایش یابد؛ برعکس اگر بگوییم جهت نیروی اصطکاک به سمت جلوست بنابراین سرعت مرکز جرم افزایش و سرعت زاویه‌ای کاهش می‌یابد و در هر دو حال باید لغزش ایجاد شود در حالی که عملاً چنین نیست.

دلیل دیگر برای این‌که نیروی اصطکاک ایستایی در سطح افق صفر است آن است که همان‌طور که گفتیم موقع غلتش جسم به سمت پایین جهت نیروی اصطکاک به سمت عقب جسم و موقع بالا رفتن، همان‌طور که در مثال قبل گفتیم، جهت نیروی اصطکاک به سمت جلوست و بنابراین برای آنکه جهت بردار نیروی اصطکاک تغییر پیدا کند باید زمانی باشد که نیروی اصطکاک صفر شود و جهت آن تغییر یابد.

اکنون این سؤال پیش می‌آید که آیا برای تمام اجسام



شکل۶

غلتان روی سطح افقی اصطکاک ایستایی صفر است یا نه؟

پاسخ این پرسش منفی است. به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۳: راننده‌ای را در نظر بگیرید که برای مدتی پدال گاز را فشار می‌دهد و پس از آن پدال را رها می‌کند و در مرحله سوم ترمز می‌کند. در هر مرحله می‌خواهیم در مورد جهت نیروی اصطکاک بحث کنیم (فرض می‌کنیم در طول حرکت لاستیک اتومبیل و سطح جاده هیچ نوع تغییر شکلی نداشته باشند و حرکت در کل مسیر صرفاً غلتشی باشد.)

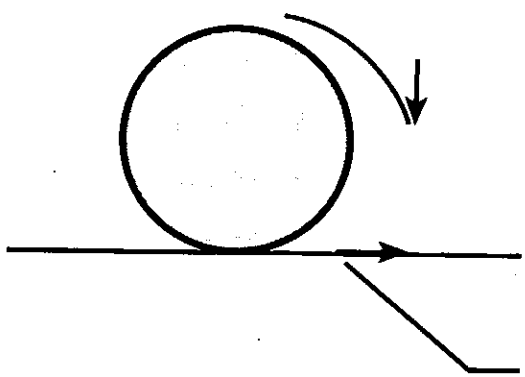
مرحله اول:

هنگامی که اتومبیل شتاب می‌گیرد محور چرخ، گشتاوری به چرخ اعمال می‌کند و بنابراین نقطه تماس متمایل به حرکت به سمت عقب است ولی سرعت آن هنوز صفر است، پس بنابراین نیروی اصطکاک ایستایی به سمت جلو به چرخ وارد می‌شود (شکل ۷) (باید توجه داشت اگر گشتاور اعمال شده از یک مقدار بیشتر شود نیروی اصطکاک ایستایی تبدیل به اصطکاک جنبشی می‌شود و سرعت نقطه تماس دیگر صفر نیست و چرخ سر جای خود شروع به دوران می‌کند و مرکز جرم آن با یک سرعت کوچک شروع به حرکت می‌کند.) (شکل ۷)

به این ترتیب وقتی که اتومبیل شروع به حرکت می‌کند این نیروی اصطکاک ایستایی است که به نقطه تماس لاستیک با زمین وارد می‌شود و برای اتومبیل نیروی خارجی محسوب شده باعث حرکت کل اتومبیل می‌شود بنابراین گشتاور وارد بر چرخ باعث افزایش سرعت زاویه‌ای و نیروی اصطکاک باعث افزایش سرعت مرکز جرم می‌شود به نحوی که رابطه $V_{cm} = r\omega$ کماکان برقرار و حرکت از نوع غلتشی است.

اکنون ممکن است چند پرسش مطرح شود و آن این که:

۱ـ آیا ممکن است نقطه اثر برآیند نیروهای خارجی وارد بر یک جسم هیچ حرکتی نداشته باشد ولی آن جسم حرکت داشته باشد؟



(شکل۷) - نیروی اصطکاک

پاسخ مثبت است. شخصی را در نظر بگیرید که روی سطح بدون اصطکاکی قرار گرفته و دیواری را هل می‌دهد در زمانی که شخص به دیوار نیرو وارد می‌کند و دیوار نیز متقابلاً به شخص نیرو وارد می‌کند شخص به سمت عقب شروع به حرکت می‌کند در صورتی که نقطه اثر نیروی خارجی وارد به شخص یعنی نقطه تماس دست با دیوار هیچ جابه‌جایی ندارد.

۲ـ اگر نقطه اثر نیرو هیچ جابه‌جایی ندارد پس انرژی جنبشی که چرخ پیدا می‌کند از کجا تأمین می‌شود؟

این در واقع سوخت اتومبیل است که به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

مرحله دوم:

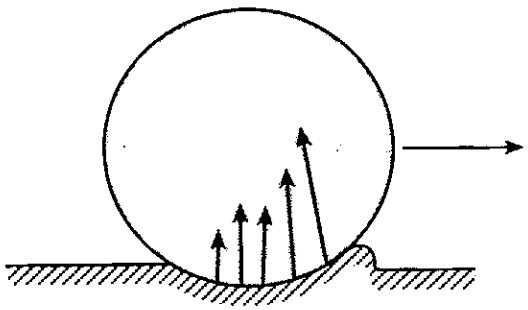
در این مرحله گشتاور وارد به چرخ قطع می‌شود و نقطه تماس تمایلی به حرکت ندارد و نیروی اصطکاک صفر خواهد شد و بنابراین برایند نیروها و گشتاورهای وارد به چرخ صفر خواهد شد و چرخ با همان سرعتی که پیدا کرده است به حرکت خطی و دورانی خود ادامه می‌دهد در طول این مرحله رابطه $V_{cm} = r\omega$ کماکان برقرار است.

در این مرحله این پرسش مطرح می‌شود که پس اگر به چرخ نیرویی وارد نمی‌شود پس چرا اتومبیل بعد از یک مدت بدون اینکه ترمز بگیرد متوقف می‌گردد؟

پاسخ این پرسش را بعداً خواهیم داد.

مرحله سوم:

هنگامی که اتومبیل ترمز می‌کند دقیقاً عکس مرحله اول اتفاق می‌افتد یعنی یک گشتاور منفی بر روی چرخ اعمال می‌شود و سرعت زاویه‌ای چرخ کاهش می‌یابد و چون سرعت نقطه تماس $V_{cm} - r\omega = O$ است وقتی سرعت زاویه‌ای کم می‌شود نقطه تماس متمایل به حرکت به سمت جلوست و بنابراین نیروی اصطکاک ایستایی در برابر این تمایل به حرکت مقاومت می‌کند و به سمت عقب وارد می‌شود و این نیرو باعث کم شدن سرعت مرکز جرم می‌شود. اگر نیروی اصطکاک نتواند در مقابل این تمایل به حرکت مقاومت کند نقطه تماس شروع به حرکت می‌کند و اصطکاک ایستایی تبدیل به اصطکاک جنبشی می‌شود و لاستیک بر روی زمین سر می‌خورد.



شکل۸

اکنون در پایان این بحث می‌خواهیم به پرسشی پاسخ دهیم که در مرحله دوم مثال قبل مطرح شد. آنچه که در تمام بحث بالا از آن چشم‌پوشی شده است تغییر شکل جسم غلتان و سطح زیر آن در طول حرکت است این تغییر شکل باعث ایجاد نیروی اصطکاکی می‌شود که با دو نیروی اصطکاک ایستایی و جنبشی متفاوت است و نام آن را اصطکاک غلتشی می‌نامیم چرا که با وجود آنکه مقدار آن در مقایسه با دو نیروی دیگر ناچیز است ولی در حرکت غلتشی نقش مهمی بازی می‌کند.

هنگامی که جسمی می‌غلتد حرکت آن باعث تغییر شکل غیرمتقارن سطح تماس دو جسم می‌شود و تغییر شکل باعث می‌شود نیروی عمود بر سطح از مرکز جرم جسم نگذرد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود نیروی عمودی وارد بر جسم به‌واسطه تغییر شکل سطوح دارای یک مؤلفه افقی است که سرعت مرکز جرم را کم می‌کند و یک مؤلفه عمودی که سرعت زاویه‌ای را کم می‌کند. اگر این نیرو در نظر گرفته نشود اتومبیل مثال قبل در مرحله دوم به حرکت خود تا بینهایت روی سطح افقی ادامه می‌دهد.

مراجع

۱. فیزیک، تألیف هالیدی و رزنیک ترجمه مهدی گلشنی و ناصر مقبلی، مرکز نشر دانشگاهی. ۱۳۶۵

2. Mechanics, by Strelkov, Mir publishers

علم و مطالعه

جهانگیر ریاضی

مقدمه

تحول سریع در موضوع های علمی، پژوهشی و آموزشی ایجاب می کند که برای هماهنگی با این تحول، امکانات مختلف به کار گیریم. یکی از محورهای اساسی هماهنگی با تحول علمی و آموزشی، قرار گرفتن در جریان زمینه های مورد نیاز دانش روز است. برای این منظور باید روش های دست یابی به اطلاعات و دستاوردهای جدید علم و آموزش را مورد توجه قرار داد. مطالعه در مفهوم کلی علم و آموزش و به طور مشخص، مطالعهٔ تخصصی، از ارکان بسیار مهم دست یابی به این هدف است. این امر آن قدر حیاتی است که حذف آن از برنامهٔ محیط علمی و آموزشی، متناظر با خارج شدن این محیط از روند دگرگونی و در حاشیه ماندن و سرانجام پیمودن روندی ناکارآمد خواهد بود.

مطالعه و دانش روز

دانش روز در قالب مقاله ها و نوشتارها در کتاب ها، مجله های علمی، پژوهشی، شبکه اینترنت و... ارائه می شود. شرط اولیه دست یابی به این دانش، داشتن ارتباط با هریک از این رسانه هاست. یکی از مؤثرترین روش ها، مطالعهٔ متون از منابع مختلف دانش روز است. نبود مطالعه در برنامهٔ روزانهٔ هر فرد باعث می شود که به تدریج از دانش روز که به سرعت در حال تغییر و تحول است جدا شویم و در همان اطلاعات محدود گذشته باقی بمانیم. در این رابطه، معلم وضعیت حساس تری خواهد داشت. معلم برای ارائه آموزش کیفی باید در جریان تغییر و تحولات مفاهیم بنیادی در آموزش باشد. مفاهیمی که هر روز در جهان متحول، دستخوش تغییر و تفسیرهایی نو می شود. اگر قرار باشد معلم با همان دید گذشته، به امر آموزش بپردازد، محیط آموزشی مجموعه ای ایستا و خالی از پویایی خواهد شد.

جایگاه دانش روز در آموزش

آشنایی با دانش روز می تواند معلم را در دست یابی به نگرشی وسیع و گسترده تر از مطالب علمی یاری کند. تجربه نشان می دهد که بخش هایی از دانش روز می تواند مستقیماً در کار آموزشی مورد استفاده قرار گیرد و سایر بخش ها، به صورتی غیرمستقیم بر روند آموزش تأثیر می گذارند. معلم می تواند در روند مطالعه، در جریان اندیشه های نو در بحث آموزش قرار گیرد، و با استنباط های جدید خود از مفاهیم آموزشی، با توجه به شرایط مشخص هر محیط، از این تجربه ها استفاده ای فعال کند.

مراجع مختلف و دیدگاه های مختلف

معلم باید بکوشد، یک مفهوم را از مراجع مختلفی مورد مطالعه و ارزیابی قرار دهد تا با کسب نگرشی گسترده تر بتواند ضمن آموزش مطالب، چنین دیدگاهی را در دانش پژوهان

نیز ایجاد کند. مراجع مختلف می‌توانند با زبان‌ها و در سطح‌های متفاوت یک مفهوم فیزیکی مشخص را تحلیل کنند. ممکن است یک مرجع، مفهوم را از دیدگاه ریاضی و معادله‌ها توضیح داده باشد، مرجع دیگری موضوع را بیشتر از جنبهٔ فیزیکی و کمتر متکی به رابطه‌های ریاضی بیان کند و حتی یک مرجع موضوع را در قالب داستان و قصه توضیح دهد. در هرحال مفید است به مراجع مختلف، بهای لازم داده شود و مهم این است که معلم بتواند با توجه به شرایط، استفادهٔ لازم را از این مراجع، در امر آموزش ببرد. باید توجه کرد که حتی اشاره‌ای کوتاه در هر یک از این مراجع، می‌تواند بخش‌هایی از یک مفهوم فیزیکی را روشن سازد. یعنی: «بخش‌های مختلف یک مفهوم، با مطالعهٔ گسترده‌تر از منابع مختلف قابل دست‌یابی است.» برای معلمی که دغدغهٔ روش‌های بهتر آموزش را دارد، پی‌گیری مطلب از مراجع مختلف نه تنها خسته‌کننده نیست، بلکه در این روند احساس لذت و رضایت‌خاطر نیز می‌کند، رضایت‌خاطری مانند دست‌یابی به یک پدیدهٔ نو. از طرف دیگر مطالعهٔ گسترده از دیدگاه‌های مختلف در مورد یک مفهوم فیزیکی باعث دست‌یابی به «نگرشی جامع‌تر و گسترده‌تر» به مطالب می‌شود. معلمی که با نگرشی جامع، در محیط آموزشی مطالب را ارائه می‌کند، درگیر جزئیات کم‌اهمیت‌تر نمی‌شود و هر مسئله جزیی را به عنوان بخشی از کل اهداف آموزشی و مرتبط با آن بررسی خواهد کرد. نگرش جامع در کنار شناخت صحیح اهداف آموزشی در یک موضوع معین باعث می‌شود معلم با تسلط و توانمندی بیشتر مطالب را ارائه کند.

اطلاعات معلم و توانمندی‌های دانش‌آموزان

تجربه نشان می‌دهد که اگر معلمی در ارتقاء دانش و دیدگاه‌های علمی و پژوهشی و آموزشی خود تلاش نکند و بدون توجه به تغییر شرایط، موضوع‌های مشخص را به صورتی کلیشه‌ای و بدون تجدیدنظر، تکرار کند، دانش او سرانجام از حدود اطلاعات یک دانش‌آموز علاقه‌مند خیلی فراتر نخواهد رفت و حتی در بعضی موارد در پاسخ‌گویی به پرسش‌های اساسی، توان لازم را نخواهد داشت. نمی‌توان این موضوع را باعث افتخار دانست که سال‌های متوالی، یک طرح درس، بدون هیچ‌گونه تغییری، در کلاس‌های مختلف ارائه شود. زمان آن رسیده است که با توجه به مفهوم علمی آموزش فعال، خود را با دانش و مفهوم جدید آموزش منطبق سازیم. از طرف دیگر، اساس کار آموزشی یک معلم، نباید صرفاً پاسخگویی به پرسش‌های دانش‌آموزان باشد. اگر قرار است، مبنای اطلاعات و فعالیت‌های معلم، واکنش‌ها و درخواست‌های دانش‌آموزان باشد، معلم دیگر نیازی به تلاش و فعالیت اضافی احساس نخواهد کرد و روند پویای آموزش را از دست خواهد داد؛ به‌ویژه اگر دانش‌آموزان از او توقع بالایی نداشته باشند و به‌زبان دیگر خود علاقه‌مند آموزش خلاق و فعال نباشند. بنابراین سطح توقع دانش‌آموزان نباید تعیین‌کنندهٔ میزان فعالیت مطالعاتی و آموزشی معلم باشد. بلکه اساس مطالعات معلم فعال رسیدن تا سطح دانش روز در زمینه‌های کار آموزشی است.

حذف مطالعه از برنامهٔ معلم و پیامدهای منفی از آن

۱. دور افتادن از روند تغییرات جدید و تعبیرهای نو از مفاهیم آموزشی

۲. پیمودن روند رو به عقب در محیط آموزشی

۳. یکسان شدن دانش معلم با اطلاعات دانش‌آموزان و گاهی اوقات عقب ماندن از آن‌ها

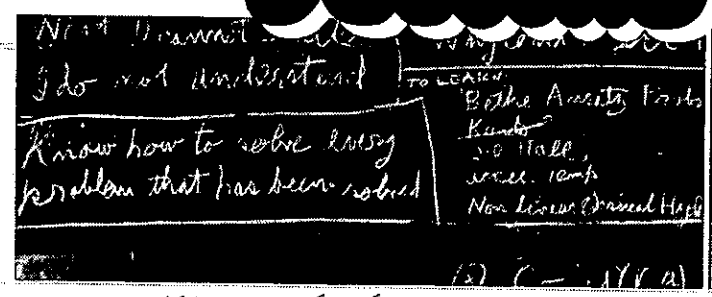
۴. عدم دست‌یابی به رضایت‌خاطر در محیط آموزشی (نبود خلاقیت و نوآوری در کار معلم)

۵. از دست رفتن ارزش کیفی اطلاعات معلم به‌علت جایگزین شدن مفاهیم جدید.

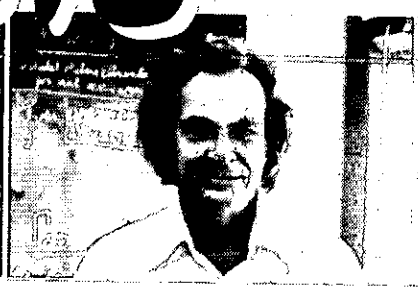
پیشنهاد می‌شود:

معلم علاقه‌مند ضمن مطالعهٔ متن‌های مختلف دانش روز، اطلاعات مفید و قابل استفاده در کار آموزشی را به‌صورتی خلاصه یادداشت کند تا بتواند در قالب مجموعه‌ای باارزش در کار پژوهشی و آموزشی مورد استفادهٔ «فعال و خلاق» قرار دهد.

شاکله یک دانشمند



تخته سیاه در کالتک در هنگام مرگ فاینمن در ۱۹۸۸



ریچارد فاینمن

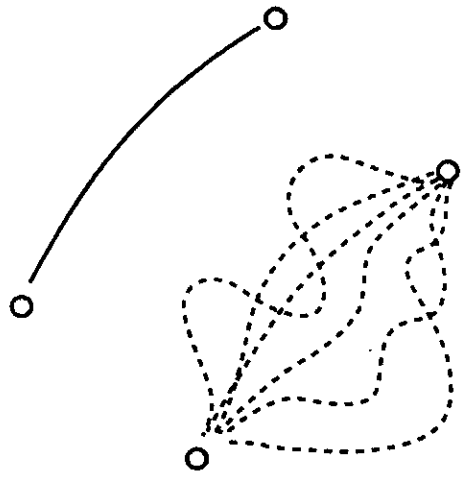
ریچارد فاینمن

مترجم: منیژه رهبر

زندگی‌نامهٔ فاینمن

ریچارد فاینمن در سال ۱۹۱۸ در نیویورک متولد شد. او دکترای خود را در سال ۱۹۴۲ زیر نظر جان‌ویلر[1] در دانشگاه پرینستون به پایان رساند. اندکی بعد به پروژهٔ مانهاتان پیوست. در آنجا به خاطر شخصیت پرنشاط و شوخی‌های خود مشهور شد ـ در آزمایشگاه‌های لوس‌آلاموس، سرگرمی او باز کردن قفل گاوصندوق‌های کاملاً محرمانه بود و علاوه بر آن فیزیکدانی کاملاً استثنایی به‌حساب می‌آمد. او در نظریهٔ بمب اتمی سهمی بسزا داشت. کنجکاوی همیشگی فاینمن دربارهٔ جهان، اساس هستی او را تشکیل می‌داد. این کنجکاوی نه تنها موتور محرک موفقیت علمی او بود، بلکه او را به ماجراهای دیگری چون کشف رمز خط تصویری مایا نیز رهنمون ساخت.

در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم، فاینمن روش تفکر جدیدی را دربارهٔ مکانیک کوانتومی یافت، و برای این کار جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۶۵ را دریافت کرد. او این فرض کلاسیک بنیادی را که هر ذره تاریخچهٔ خاصی دارد به چالش طلبید. او گفت که هر ذره می‌تواند در امتداد هر مسیر ممکن در فضا ـ زمان از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر برود. او به هر مسیر دو عدد نسبت داد، یکی برای اندازه‌اش که دامنهٔ یک موج بود، و دیگری به فازش مربوط می‌شد که در قله باشد یا در فرورفتگی بین دو قله، احتمال گذار از A به B از جمع کردن امواج وابسته به تمام مسیرهای ممکن بین A و B به دست می‌آمد. با وجود این، در زندگی روزمره به نظر می‌رسد که اجسام تنها یک مسیر را بین نقطهٔ مبدأ و مقصد طی می‌کنند. این موضوع با ایدهٔ فاینمن سازگار است، زیرا برای اشیاء بزرگ، قاعدهٔ فاینمن برای نسبت دادن اعداد به هر مسیر این اطمینان را به‌وجود می‌آورد که پس از افزودن مسیرها به‌یکدیگر همهٔ آنها به استثنای یک مسیر خنثی می‌شوند. در حرکت اشیاء ماکروسکوپی، تنها یکی از این بینهایت مسیر اهمیت دارد، و این مسیر درست آن‌چیزی است که از قانون‌های کلاسیک حرکت نیوتون به‌دست می‌آید. در اینجا شما را به مطالعه شرح زندگی فاینمن به قلم خودش دعوت می‌کنیم.



مسیر کلاسیک ذره
در انتگرال مسیر فاینمن یک ذره می‌تواند هر مسیری را بپیماید.

*

دوست هنرمندی دارم که گاهی با دیدگاه‌هایش موافق نیستم. مثلاً، گلی را به‌دست می‌گیرد و می‌گوید «نگاه کن چقدر زیباست» و البته در این مورد با او موافقم. اما بعد می‌گوید، «فقط من به عنوان هنرمند متوجه می‌شوم که این گل چقدر زیباست. اما تو به عنوان دانشمند، آن را پرپر می‌کنی و از بین می‌بری». فکر می‌کنم او تا اندازه‌ای حُل است.

قبل از هرچیز، به نظر من زیبایی‌ای که او مشاهده می‌کند در اختیار سایر افراد، از جمله خود من، نیز هست. اگرچه ممکن است من به اندازهٔ او زیبایی‌شناس نباشم، ولی متوجه زیبایی گل می‌شوم. علاوه بر آن، می‌توانم چیزهای خیلی بیشتری را هم در گل ببینم. می‌توانم سلول‌های داخل آن را مجسم کنم، که البته زیبایی مربوط به خودشان را دارند. در هر گل، زیبایی نه تنها در مقیاس سانتی‌متر، بلکه در ابعاد خیلی کوچک‌تر نیز وجود دارد.

کارهای پیچیدهٔ سلول‌ها و سایر فرایندها هم وجود دارند. این واقعیت که رنگ‌های گل طوری تکوین یافته‌اند که حشره‌ها را برای گرده‌افشانی جذب کنند جالب توجه است؛ یعنی نشان می‌دهد که حشره‌ها می‌توانند رنگ‌ها را ببینند. این پرسش مطرح می‌شود که آیا حس زیبایی‌شناسی ما در شکل‌های پایین‌تر حیات نیز وجود دارد؟ همه‌نوع پرسش‌های جالب مطرح می‌شوند که معلومات علمی را به‌وجود می‌آورند و به گل هیجان و رمز آلودگی و هیبت می‌دهند.

من همواره در مورد علم یک سونگر بوده‌ام، و وقتی جوان‌تر بودم همهٔ کوششم را صرف آن می‌کردم. در آن روزها وقت و شکیبایی کافی را برای آموزش آنچه علوم انسانی نامیده می‌شود نداشتم. اگرچه درس‌های علوم انسانی در دانشگاه بودند که برای فارغ‌التحصیلی باید آنها را انتخاب می‌کردیم، اما من می‌کوشیدم از آن‌ها اجتناب کنم. فقط بعدها که مسن‌تر و آسوده‌تر شدم وقت اندکی برای این کار پیدا کردم. یاد گرفتم که نقاشی کنم و اندکی بخوانم، ولی هنوز هم فردی بسیار یک‌جانبه‌ام و چیز چندان زیادی نمی‌دانم. من هوش محدودی دارم و آن را در جهتی خاص به‌کار می‌برم.

قبل از این‌که متولد شوم، پدرم به مادرم گفته بود: «اگر بچه پسر باشد، می‌خواهم دانشمند شود.»[۲] وقتی بچهٔ کوچکی بودم و هنوز در صندلی بچه‌ها می‌نشستم، پدرم مقدار زیادی کاشی‌های کوچک حمام به رنگ‌های مختلف را به خانه آورد. ما با آنها بازی می‌کردیم، پدرم آنها را مانند مهره‌های دومینو به صورت عمودی در جلوی من می‌چید، و من یک طرف آنها را هل می‌دادم تا پایین بریزند.

بعد از مدتی، به چیدن آنها کمک می‌کردم. سپس، آنها را به صورتی پیچیده‌تر می‌چیدیم: دو تا کاشی سفید و یک کاشی آبی، دوتا سفید و یک آبی، و غیره. وقتی مادرم متوجه این موضوع شد گفت: «بچهٔ بیچاره را ول کن! اگر دلش می‌خواهد کاشی آبی بگذارد، بگذار این کار را بکند.»

اما پدرم گفت، «نه، می‌خواهم به او نشان دهم که طرح‌ها چگونه‌اند و چقدر جالب توجه‌اند. این نوعی ریاضیات مقدماتی است.» بدین ترتیب خیلی زود آموزش دربارهٔ جهان و جالب توجه بودن آن را آغاز کرد.

ما در خانه **دانشنامه بریتانیکا** را داشتیم. وقتی پسر کوچکی بودم او مرا در بغلش می‌نشاند و از بریتانیکا برایم می‌خواند. مثلاً، دربارهٔ دایناسورها می‌خواندیم. در این کتاب دربارهٔ **تیراناسوروس رکس**[۳] صحبت شده بود، که

چیزی مانند این را بیان می‌کرد «قد این دایناسور بیست‌وپنج فوت و از این طرف سر تا آن طرفش شش فوت است.»

در اینجا پدرم دست از خواندن می‌کشید و می‌گفت: «بگذار ببینیم معنی این چیست. یعنی اگر این دایناسور درحیاط خانهٔ ما می‌ایستاد به اندازهٔ کافی بلند بود که سرش را لب پنجرهٔ اینجا بگذارد.» (ما در طبقهٔ دوم بودیم.) «اما سرش به قدری پهن بود که از پنجره تو نمی‌آمد. هر چیزی را که برایم می‌خواند به بهترین وجه ممکن به واقعیتی موجود مرتبط می‌ساخت.

این بسیار هیجان‌انگیز بود، و فکر کردن دربارهٔ حیواناتی با این اندازه ـ که همه از بین رفته بودند و کسی نمی‌دانست چرا ـ بسیار جالب توجه بود. زیرا دیگر نمی‌ترسیدم که یکی از آنها از پنجره اتاقم به داخل بیاید. اما از پدرم آموختم که هرچه را می‌خوانم ترجمه کنم و ارزیابی کنم که معنی واقعی آن چیست و در واقع چه‌چیزی را بیان می‌کند.

ما تابستان‌ها به کت‌اسکیل مانتینز[۴] می‌رفتیم که ییلاق مردم شهر نیویورک بود. در طول این ایّام، در روزهای کاری طول هفته پدرها به نیویورک می‌آمدند، و فقط آخر هفته به ییلاق برمی‌گشتند. در آخر هر هفته، پدرم مرا برای گردش به جنگل می‌برد و چیزهای جالب توجهی دربارهٔ آنچه در جنگل می‌گذرد، به من می‌گفت. وقتی مادران دیگر متوجه این موضوع شدند، فکر کردند که چقدر خوب است پدران دیگر نیز پسران خود را برای گردش به جنگل ببرند. آنها همه سعی خود را کردند ولی در ابتدا راه به جایی نبردند. آنها می‌خواستند پدرم همهٔ بچه‌ها را به جنگل ببرد، ولی او علاقه‌ای به این کار نداشت، زیرا فقط رابطه‌ای خاص با من داشت. بنابراین، قرار شد که پدران دیگر فرزندانشان را آخر هفتهٔ بعد به گردش ببرند.

دوشنبه بعد، وقتی پدران به سرکارشان برگشتند. ما بچه‌ها در مزرعه‌ای بازی می‌کردیم. یکی از بچه‌ها به من گفت: «آن پرنده را نگاه کن؟ می‌دانی چه‌نوع پرنده‌ای است؟»

گفتم: «اصلاً نمی‌دانم که چه‌جور پرنده‌ای است.»

گفت: «این پرنده باسترک گردن قهوه‌ای است پدرت چندان چیزی یادت نمی‌دهد!»

اما موضوع درست برعکس آن بود. پدرم قبلاً به من گفته بود که «آن پرنده را ببین. این یک پرندهٔ آوازه‌خوان است» (من می‌دانستم که اسم واقعی آن را نمی‌داند.) «خُب، به ایتالیایی، **شوتو لاپیتیدا**[۵]. به پرتغالی **بوم‌داپیدا**[۶]. به چینی، **چونگ‌ـلونگ‌ـتا**[۷] و به ژاپنی **کاتانوتکه‌دا**[۸] است. می‌توانی نام آن پرنده را به همه زبان‌های دنیا بدانی، اما وقتی این کار تمام شد، مطلقاً هیچ چیز دربارهٔ آن پرنده نمی‌دانی. فقط یادمی‌گیری که مردم در جاهای مختلف این پرنده را به‌چه اسمی می‌خوانند. پس، بگذار به پرنده نگاه کنیم و ببینیم چکار می‌کند ـ این چیزی است که اهمیت دارد.» (من خیلی زود تفاوت میان دانستن نام یک چیز و شناخت آن چیز را یاد گرفتم).

می‌گفت، «مثلاً، نگاه کن: پرنده همواره به پرهایش نوک می‌زند. نگاه کن این طرف و آن طرف می‌رود و به پرهایش نوک می‌زند»

«آره»

گفت «فکر می‌کنی چرا پرنده‌ها به پرهایشان نوک می‌زنند؟»

گفتم «شاید وقتی پرواز کرده‌اند پرهایشان نامرتب شده است، بنابراین به آنها نوک می‌زنند تا مرتب شوند.»

گفت، «خُب اگر این طور باشد، پس باید بلافاصله پس از پرواز خیلی به پرهایشان نوک بزنند، و پس از این‌که مدتی روی زمین بودند دیگر چندان نوک نزنند ـ میدانی که منظورم چیست؟»

«آره»

گفت، «بگذار ببینیم. شاید بلافاصله پس از نشستن بیشتر نوک می‌زنند؟»

پاسخ آن چندان دشوارنبود: تفاوت چندانی بین وقتی که مدتی این طرف و آن طرف رفته بودند با هنگامی که تازه به زمین نشسته بودند وجود نداشت. بنابراین گفتم. «نمی‌دانم. چرا پرنده به پرهایش نوک می‌زند؟»

گفت، «چون شپش‌هایی وجود دارند که آزارش می‌دهند، شپش‌ها ذره‌های پروتئینی را که از پرهایش خارج می‌شود می‌خورند.»

سپس ادامه داد، «روی پاهای هر شپش مواد مومی وجود دارد، و کرم‌های ریز آن را می‌خورند. این کرم‌ها آن را کاملاً هضم نمی‌کنند، بنابراین از قسمت عقب بدن آن‌ها مادهٔ شکر مانندی خارج می‌شود که روی آن باکتری‌ها رشد می‌کنند.»

سرانجام گفت، «بنابراین می‌بینی که هرکجا منبع غذایی وجود داشته باشد، نوعی حیات وجود دارد که آن را می‌یابد.»

«اکنون می‌دانستم که ممکن است موضوع دقیقاً مربوط به شپش نباشد، و شاید کاملاً درست نباشد که روی پا شپش کرم‌ها موجودند. جزئیات این داستان احتمالاً نادرست بود، اما چیزی که به من می‌گفت اصولاً درست بود.

وقتی دیگر، که بزرگ‌تر شده بودم، او برگی را از درخت کند. این برگ معیوب بود، چیزی که اغلب به آن توجه نمی‌کنیم. برگ به نوعی تخریب شده بود؛ خط قهوه‌ای کوچکی به شکل C روی آن وجود داشت، که از وسط برگ شروع می‌شد و در یک منحنی به کنارهٔ آن می‌رفت.

گفت، «به این خط قهوه‌ای نگاه کن. در ابتدا باریک است و وقتی به لبه می‌رسد پهن‌تر می‌شود. این چیست؟ یک مگس ـ مگس آبی با چشم‌های زرد و بال‌های سبز ـ آمده و روی این برگ تخم گذاشته است. سپس وقتی تخم به لارو (چیزی مانند کرم پروانه) تبدیل شود، همهٔ عمر خود را صرف این برگ می‌کند؛ زیرا غذایش را از آن‌جا می‌گیرد. با خوردن برگ، ردّی قهوه‌ای از برگ خورده شده به جا می‌ماند. با رشد لاروها، این ردّ پهن‌تر می‌شود تا در لبهٔ برگ، که در آن‌جا به مگسی آبی با چشمان زرد و بال‌های سبز تبدیل شده است که پرواز می‌کند و روی برگ دیگری تخم می‌گذارد تا به اندازهٔ کامل برسد.

باز هم، می‌دانستم که جزئیات دقیقاً درست نیستند ـ این ردّ می‌توانست مربوط به سوسک باشد ـ اما ایده‌ای که می‌کوشید برای من شرح دهد بخش با مزه‌ای از حیات، یعنی تولید مثل، بود. بدون توجه به این که کار چقدر پیچیده است، نکتهٔ مهم انجام دوبارهٔ آن است!

چون تجربهٔ کار با پدران زیادی را نداشتم، متوجه نمی‌شدم که پدر خودم چقدر استثنایی است. او چطور اصول اساسی علم و عشق به آن، و آنچه را که ورای آن بود و ارزش انجام دادن را داشت به من می‌آموخت؟ من هرگز واقعاً چیزی را از او نمی‌پرسیدم، زیرا فرض می‌کردم آنها چیزهایی هستند که همهٔ پدران می‌دانند.

پدرم به من آموخت که به چیزها توجه کنم. یک روز با یک «گاری مخصوص» بازی می‌کردم که یک گاری کوچک با نرده‌هایی در اطراف آن بود. در داخل آن توپی وجود داشت، وقتی گاری را می‌کشیدم، متوجه نکته‌ای دربارهٔ چگونگی حرکت توپ شدم. نزد پدرم رفتم و گفتم. «بابا، متوجه چیزی شدم. وقتی گاری را می‌کشم، توپ به عقب آن می‌غلتد و وقتی مشغول کشیدن آن هستم و ناگهان توقف می‌کنم، توپ به جلوی آن می‌غلتد. چرا این طور است؟»

گفت، «آن را کسی نمی‌داند. این یک اصل کلی است که اجسام متحرک می‌خواهند به حرکت خود ادامه دهند و اجسام ساکن تمایل به سکون دارند، مگر این که آنها را محکم هُل دهید. این اصل را «لختی» می‌نامند، اما کسی نمی‌داند چرا این طور است.» اکنون، این شناختی عمیق است.

او ادامه داد، «اگر از پهلو نگاه کنی، متوجه می‌شدی که این عقب گاری است که تو در مقابل توپ می‌کشی، توپ ساکن است. در واقع، به‌خاطر اصطکاک توپ اندکی نسبت به زمین به طرف جلو حرکت می‌کند. به عقب حرکت نمی‌کند.»

من به طرف گاری کوچکم دویدم و توپ را روی آن گذاشتم و آن را کشیدم. با نگاه از پهلو، متوجه شدم که در واقع حق با اوست. نسبت به پیاده‌رو، توپ اندکی به جلو حرکت می‌کرد.

به این ترتیب پدرم مرا با این نوع مثال‌ها و بحث‌ها آموزش داد: فشاری در کار نبود ـ فقط بحث‌های جذاب و هیجان‌انگیز داشتیم. این موضوع انگیزهٔ من در بقیهٔ عمرم شده و مرا به همهٔ علوم علاقه‌مند ساخته است. (فقط اتفاقاً فیزیک را بهتر از بقیه انجام می‌دهم.)

به عبارتی مجذوب شدم ـ مانند کسی که در کودکی چیزی بسیار عالی به او داده‌اند، و او همواره به دنبال آن است. من همواره مانند یک کودک، در پی شگفتی‌هایی هستم که می‌توانم ـ شاید نه همیشه، بلکه گاهی اوقات ـ بیابم.

در این زمان عموزاده‌ام، که سه‌سال بزرگ‌تر از من بود، در دبیرستان تحصیل می‌کرد. او در درس جبر مشکل زیادی داشت، بنابراین برایش معلم گرفته بودند. به من گفته بودند که وقتی معلم به او جبر درس می‌داد در گوشه‌ای بنشینم. می‌شنیدم که دربارهٔ x صحبت می‌کرد. از عموزاده‌ام

پرسیدم، «می‌خواهید چکار بکنید؟»

گفت، «می‌خواهم x را در ۱۵=۷+۲x پیدا کنم.»

گفتم، «منظورت ۴ است.»

«آره، اما تو آن را به کمک حساب انجام دادی، باید آن را با جبر محاسبه کنی.»

«خوشبختانه، من جبر را از مدرسه یاد نگرفتم، بلکه وقتی آموختم که کتاب مدرسه عمه‌ام را در انبار پیدا کردم، و فهمیدم که هدف یافتن x است ـ فرقی نمی‌کند که چطور این کار را بکنید. برای من، چیزی مانند یافتن آن «به کمک حساب» یا «به‌وسیلهٔ جبر» وجود نداشت. یافتن آن «به وسیلهٔ جبر» مجموعه قاعده‌هایی بود، که اگر آن‌ها را کورکورانه دنبال می‌کردید، به جواب می‌رسید: ۷ را از دو طرف کم کنید؛ اگر ضریبی دارید، دوطرف را بر آن تقسیم کنید»، و غیره ـ مجموعه گام‌هایی که می‌توانستید به جواب برسید، حتی اگر نمی‌فهمیدید که چه می‌خواهید بکنید. این قاعده‌ها طوری اختراع شده بودند که بچه‌هایی که مجبور به آموختن جبر بودند، بتوانند آن را بگذرانند و بدین دلیل بود که عموزاده‌ام هرگز نمی‌توانست جبر را به‌خوبی یاد بگیرد.

یک‌سری کتاب‌های ریاضی در کتابخانه محل ما بود که با حساب برای افراد تجربی شروع می‌شد. بعد جبر برای افراد تجربی بود، و سپس مثلثات برای افراد تجربی (من مثلثات را از روی آن یاد گرفتم، ولی به زودی آن را فراموش کردم، چون خوب نمی‌فهمیدش.) وقتی در حدود سیزده ساله بودم، قرار بود کتابخانه کتاب حسابان برای افراد تجربی را بیاورد. اما در این زمان، با خواندن دانشنامه، می‌دانستم که حسابان موضوعی مهم و جالب است، و باید آن را یاد بگیرم.

وقتی سرانجام کتاب حسابان را در کتابخانه دیدم، بسیار هیجان‌زده شدم. نزد کتابدار رفتم و تقاضای آن را کردم، اما او به من نگاه کرد و گفت، «تو هنوز یک بچه‌ای. برای چه می‌خواهی این کتاب را بگیری؟»

این یکی از موارد معدود در زندگی من بود که احساس ناراحتی کردم و دروغ گفتم. گفتم آن را برای پدرم می‌خواهم.

کتاب را به خانه بردم و از روی آن شروع به آموختن حسابان کردم. فکر می‌کردم که موضوع نسبتاً ساده و سرراست است. پدرم شروع به خواندن آن کرد، اما متوجه شد که گیج کننده است و نمی‌تواند آن را بفهمد. بنابراین سعی کردم آن را برای او توضیح دهم. نمی‌دانستم که معلومات او تا این حد محدود است، و این موضوع کمی مرا ناراحت کرد. این اولین‌باری بود که متوجه شدم از بعضی جنبه‌ها بیشتر از او یاد گرفته‌ام.

یکی از چیزهایی که پدرم علاوه بر فیزیک به من آموخت ـ و نمی‌دانم درست بود یا نه ـ محترم نشمردن بعضی چیزها بود. مثلاً، وقتی پسر کوچکی بودم، او مرا روی زانویش می‌نشاند و روتروگراورها را در نیویورک تایمز به من نشان می‌داد ـ که عکس‌های چاپ شده‌ای بود که به‌تازگی در روزنامه چاپ می‌شد.

یک‌بار به عکس پاپ نگاه می‌کردیم که همه در مقابلش خم شده بودند. پدرم گفت، به این انسان‌ها نگاه کن. آدمی آن‌جا ایستاده است و بقیه جلوی او خم شده‌اند، خُب فرق آن‌ها چیست؟ «این یکی پاپ است» ـ به هر تقدیر، او پاپ را دوست نداشت. گفت «تفاوت کلاهی است که او بر سر دارد.» (اگر ژنرال بود، مربوط به سردوشی‌هایش می‌شد. تفاوت همواره به لباس، اونیفورم، یا مقام مربوط می‌شد).

گفت «اما این مرد همان مسئلهٔ دیگران را دارد: غذا می‌خورد، حمام می‌رود. او هم یک انسان است.» (بد نیست بدانید که پدرم در کار اونیفورم بود، بنابراین تفاوت مردم با اونیفورم و بدون آن را می‌دانست ـ برای او تفاوتی بین این دو وجود نداشت.)

فکر می‌کنم او از من راضی بود. گرچه، یک‌بار وقتی از MIT (که چند سال در آن‌جا بودم) برگشتم، به من گفت، «اکنون که دربارهٔ این چیزها تحصیل کرده شده‌ای، پرسشی دارم که همواره برایم مطرح بوده است و هرگز آن را خوب نفهمیده‌ام.»

از او پرسیدم که این پرسش چیست.

گفت، «از قراری که فهمیده‌ام وقتی اتم، گذاری از یک حالت به حالت دیگر انجام می‌دهد، ذره‌ای از نور به نام فوتون گسیل می‌کند».

گفتم، «درست است؟»

گفت، «آیا فوتون قبلاً در اتم وجود دارد؟»

«نه، قبل از آن هیچ فوتونی موجود نیست.»

گفت، «خب، پس از کجا می‌آید؟ چطور سروکله‌اش پیدا می‌شود؟»

سعی کردم برایش توضیح دهم ـ تعداد فوتون‌ها پایسته نیست؛ آنها فقط بر اثر حرکت الکترون‌ها خلق می‌شوند ـ اما نتوانستم آن را خیلی خوب توضیح دهم. گفتم، «مثل صدایی است که من اکنون تولید می‌کنم: این صدا قبلاً در من وجود نداشته است.»

(مثل پسر کوچک من نیست که یک روز، وقتی خیلی کوچک بود، ناگهان گفت که دیگر نمی‌تواند واژهٔ خاصی را بیان کند ـ معلوم شد که این واژه «گربه» است ـ زیرا «کیسه واژه‌اش» از آن خالی شده بود. همان‌طور که کیسه‌واژه‌ای وجود ندارد که از آن واژه‌ها را استخراج کنید؛ «کیسه فوتونی» نیز در اتم وجود ندارد.)

از این نظر نتوانستم او را متقاعد کنم. هرگز قادر نبودم چیزهایی را که نمی‌فهمید برایش توضیح دهم. بنابراین او ناموفق بود: او مرا به همهٔ این دانشگاه‌ها فرستاده بود تا پاسخ پرسش‌هایش را بیابد، و هرگز پاسخ آن‌ها را پیدا نکرد.

اگرچه مادرم چیزی دربارهٔ علم نمی‌دانست، اما او هم تأثیر زیادی بر من گذاشت. به ویژه، او شوخ‌طبعی شگفت‌انگیزی داشت، واز او آموختم که با خنده و همدردی انسانی می‌توان به بالاترین مرتبهٔ تفاهم دست یافت.

زیرنویس

1.John wheeler

۲. خواهر کوچک‌تر ریچارد، جوآن، به رغم این پیش‌داوری که فقط پسرها باید دانشمند شوند، دارای ph.D در فیزیک است.

3. Tyrannosaurus rex
4. Catskill Mountains
5. Chutto lapittida
6. Bom da peida
7. chung- long- ta
8. katano tekeda

منابع

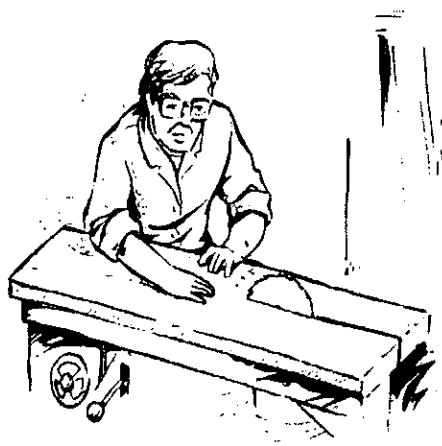
1. Feynman/R.P. 'What Do you Care What other people Think? Bantam Books/1988/pp-11-19
2. Hawking, Stephen, The universe in a Nutshell, Bantam Press, 2001, P,83.

◆

شما چه فکر می‌کنید؟

حسن قلمی باویل علیایی

موتور الکتریکی



موتور اره روشن جریان الکتریکی کمی از مدار می‌کشد، ولی هنگامی که بخواهیم تکه چوبی را با فشار اره کنیم، جریان الکتریکی بیشتری توسط موتور از مدار کشیده می‌شود. (بعضی وقت‌ها در اثر این فشار موتور می‌سوزد.) به نظر شما دلیل این پدیده چیست؟

به نظر می‌رسد که جریان الکتریکی برای چرخش موتور توسط دو منبع تأمین می‌گردد. جریان خارجی که باعث چرخیدن سیم‌پیچ موتور در درون میدان مغناطیسی می‌شود و جریان خودالقایی که ناشی از تغییر شارمغناطیسی عبوری از درون سیم‌پیچ موتور است. جریان خالص تفاضل جریان خارجی و جریان خودالقایی است. بنابراین زمانی که موتور به زور می‌چرخد جریان خودالقایی کاهش می‌یابد و جریان خالص بزرگ‌تر می‌شود.

آیا توجیه بالا توجیه درستی برای این پدیده است، شما چه فکر می‌کنید؟

امواج فراصوتی و تصویربرداری پزشکی

داگلاس، سی. جیان-کولی
مترجم: ضرغام باقری

از بازتاب صوت در بسیاری موارد برای تعیین فاصله استفاده می‌شود. روش‌های «ردیابی صوتی»[1] و «تپ ـ پژواک»[2] برای تعیین مکان اشیا در زیرآب مورد استفاده قرار می‌گیرند (در این جا خواهیم دید که این روش‌ها در پزشکی هم کاربرد دارند).

دستگاه فرستنده یک تپ صوتی را به درون آب می‌فرستد و آشکارساز پژواک آن را لحظاتی بعد دریافت می‌کند. این بازهٔ زمانی را به دقت اندازه‌گیری می‌کند و با معلوم بودن سرعت صوت در آب، فاصلهٔ جسم بازتابندهٔ صوت را تعیین می‌کند. عمق دریا، مکان سنگ‌های بستر دریا، محل کشتی‌های غرق شده، زیردریایی‌ها و دستهٔ ماهی‌ها به همین شیوه مشخص می‌شود. ساختار درونی زمین را هم به روش مشابهی، با آشکارسازی امواج بازتابی ناشی از انفجارهای عمدی مطالعه می‌کنند. به این ترتیب که تجزیه و تحلیل امواج بازتابی از ساختارها و مرزهای مختلف داخل زمین، الگوهای ویژه‌ای را نشان می‌دهد که در اکتشاف نفت و مواد معدنی مفید واقع می‌شوند.

معمولاً در «ردیابی صوتی» از بسامدهای فراصوتی استفاده می‌شود. بسامد این امواج بزرگ‌تر از ۲۰ KHZ، یعنی بالاتر از ناحیهٔ شنوایی انسان است. بسامدهای مورد استفاده در ردیابی صوتی در گسترهٔ ۲۰ KHZ تا ۱۰۰ KHZ قرار دارند. یکی از دلایل استفاده از امواج فراصوتی، علاوه بر خارج از ناحیهٔ شنوایی انسان بودن، این است که در طول موج های کوتاه‌تر، پراکندگی کم‌تر است. بنابراین امواج صوتی کم‌تر پراکنده می‌شوند و در نتیجه اشیای کوچک‌تری را می‌توانند تشخیص دهند. با توجه به آنچه از فیزیک امواج می‌دانیم، اگر طول موج از اندازهٔ مانعی که به آن برخورد می‌کند کوچک‌تر باشد، بخشی از آن بازتابیده می‌شود. بنابراین، هرچه امواج فراصوتی دارای بسامد بیش‌تر (طول موج کم‌تر)ی باشند، اشیای ریزتری را می‌توان آشکار ساخت.

در پزشکی، از امواج فراصوتی، هم در تشخیص و هم برای درمان استفاده می‌شود. در درمان، بافت‌های ناخواسته (مانند غده‌های سرطانی) یا اجسام موجود در بدن (سنگ کلیه) را با تمرکز امواج فراصوتی با شدت زیاد (به بزرگی $10^7 w/m^2$) از بین می‌برند. این امواج در فیزیوتراپی (درمان فیزیکی) نیز برای ایجاد گرمای موضعی در عضلات آسیب دیده استفاده می‌شود. تشخیص پزشکی با استفاده از این امواج پیچیده و اصول فیزیکی آنها بسیار جالب است. روش «تپ ـ پژواک» که خیلی شبیه ردیابی صوتی است، در این گونه از کاربردها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، یک تپ صوتی با بسامد بالا به بدن برخورد می‌کند که بازتاب آن از مرزها یا سطوح بین اعضای بدن، ساختارها، بافت‌های داخلی، زخم‌ها و بافت‌های غیرعادی بدن را نمایان می‌سازد. با این شیوه، غده‌های سرطانی، ناهنجاری‌ها و کیست‌های داخلی قابل تشخیص و شناسایی هستند و می‌توان چگونگی عمل دریچه‌های قلب و مراحل رشد جنین را بررسی کرد. همچنین اطلاعاتی پیرامون اعضای بدن مثل مغز، قلب، کبد و کلیه‌ها نیز می‌توان یافت.

اگرچه فراصوت نمی‌تواند جایگزین پرتو X شود، ولی در تشخیص‌های ویژه‌ای بسیار مفیدتر است. بعضی از بافت‌ها یا مایعات در عکسبرداری با پرتو X قابل تشخیص نیستند، ولی امواج فراصوتی از مرزهای آن‌ها بازتابیده و در نتیجه قابل مشاهده می‌شوند. می‌توان تصویرهای فراصوتی را به صورت فیلمی که بخش‌های داخلی بدن را نشان دهد نیز به نمایش گذاشت. علاوه بر این، در کاربردهای تشخیص کم شدت (کم‌تر از $3\times10^4 w/m^2$)، تأثیرات مخرب و اثرات جانبی مشاهده نشده‌اند. بنابراین، امواج فراصوتی برای بررسی بدن روشی غیر مخرب و مناسب هستند.

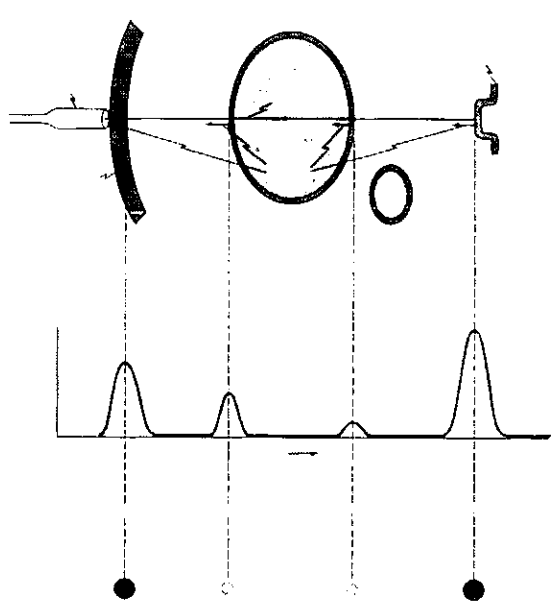
در فراصوت تشخیصی، از بسامدهای ۱ تا ۱۰ MHZ (۱ مگاهرتز = 10^6 هرتز) استفاده می‌شود. سرعت امواج صوتی در بافت‌های بدن انسان به طور متوسط حدود ۱۵۴۰ m/s (نزدیک به سرعت

صوت در آب) است. در نتیجه موجی با بسامد ۱MHZ، طول موجی در حدود $\lambda = \frac{v}{f} = (1540\,m/s)/(10^6\,s) \approx 1/5\times10^{-3}\,m = 1/5\,mm$ دارد. بنابراین کوچک‌ترین اشیای قابل آشکارسازی، اندازه‌ای در محدودهٔ همین طول موج خواهند داشت. بسامدهای بالاتر، طول موج های کوتاه‌تری دارند و در نتیجه جزئیات بیش‌تری را قابل تشخیص می‌کنند. با وجود این، هرچه بسامد بالاتر باشد، بدن تعداد موج بیش تری را جذب می‌کند و بازتاب‌های مربوط به بخش‌های داخلی‌تر بدن، کم‌تر می‌شوند. سازوکار این روش به صورت زیر است:

تپی از امواج فراصوتی توسط مبدل صوتی[۳] (تبدیل کنندهٔ تپ‌های الکتریکی به تپ‌های صوتی) منتشر می‌شود. بخشی از این تپ توسط سطوح گوناگون بدن باز می‌تابد و بخش عمده‌ای از آن نیز وارد بدن می‌شود. تپ‌های بازتابیده توسط همان مبدل دریافت می‌شوند و مانند میکروفون، تپ‌های صوتی را به تپ‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند. این تپ‌ها نیز توسط یک لولهٔ پرتوکاتدی، روی یک صفحه (صفحهٔ اسیلوسکوپ یا صفحهٔ تلویزیون) به نمایش درمی‌آید.

به عنوان مثال، یک تپ صوتی را در نظر بگیرید که طبق شکل ۱ از شکم عبور می‌کند. بخش‌هایی از تپ صوتی، از سطوح گوناگون بدن باز می‌تابند. فاصلهٔ بین انتشار تپ تا بازگشت آن با فاصلهٔ سطح باز تابنده از منبع تپ متناسب است. مثلاً، اگر فاصلهٔ مبدل صوتی تا ستون فقرات ۲۵cm باشد، تپ فاصله‌ای به اندازهٔ $2\times25\,cm = 0/5\,m$ را طی می‌کند و زمان لازم برای طی این فاصله $t = \frac{d}{v} = (0/5\,m)/(1540\,m/s) = 3/2\times10^{-4}\,s = 320\,\mu s$ است. فقط حدود ۱۳۰μs طول می‌کشد تا تپ بازتابیده از شئی که در فاصلهٔ ۱۰ سانتی‌متری مبدل صوتی قرار گرفته است، دریافت شود. شکل (۱ـ ب) تپ‌های بازتابیده را بر حسب زمان دریافت آن‌ها در قسمت (الف) نشان می‌دهد.

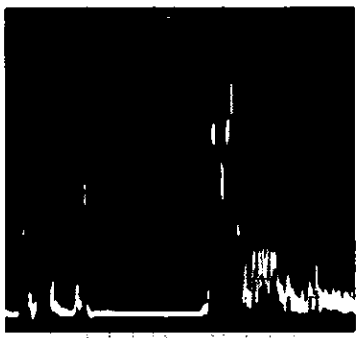
شدت تپ‌های بازتابیده، اصولاً به اختلاف چگالی دو ماده در هر یک از سطوح برخورد بستگی دارد. علاوه بر این، به سرعت صوت در هر ماده نیز بستگی دارد، ولی اثر آن کم است،



شکل ۱
الف) تپ فراصوتی از شکم می‌گذرد و سرراهش از سطوح مختلف باز می‌تابد.
ب) تپ‌های بازتابیده به صورت تابعی از زمان (روبش A) رسم شده‌اند. زمان با فاصله‌ای که موج طی کرده متناسب است. خطوط تیره عمودی نشان می‌دهند که هر بازتابش مربوط به کدام سطح است.
ج) روبش B برای هریک از پژواک‌ها نشان داده شده است. مقدار درخشندگی هر ناحیه به شدت سیگنال آن بستگی دارد.

زیرا در بیش‌تر بافت‌ها سرعت صوت تنها چند درصد با مقدار متوسط ۱۵۴۰m/s اختلاف دارد. [البته این مطلب در مورد استخوان و هوا که سرعت صوت در آن‌ها به ترتیب ۴۰۰۰m/s و ۳۴۰m/s است، صادق نیست. در سطوحی که استخوان و شش وجود دارند، درصد زیادی از تپ صوتی باز می‌تابد. بنابراین برای چنین سطوحی امواج فراصوتی نمی‌توانند به عنوان معیار تشخیصی مناسبی به‌کار روند.][۴]

خط سیری مثل آنچه در شکل (۱ـ ب) نشان داده شده است، مستقیماً می‌تواند مانند تصویر لولهٔ پرتوکاتدی به نمایش درآید. در شکل ۲ نمونه‌ای نشان داده شده است. به چنین شکل نمایشی، روبش[۵] A با روبش نوع A می‌گویند. امروزه روبش نوع B متداول‌تر است و برای تشکیل تصویرهای دوبعدی از سطح مقطع بدن، استفاده می‌شود. در این نوع روبش هر پژواک به صورت یک نقطه نمایش داده می‌شود که مکان آن را تأخیر زمانی بین رفت و برگشت پژواک نشان می‌دهد و درخشندگی آن به شدت پژواک وابسته است.

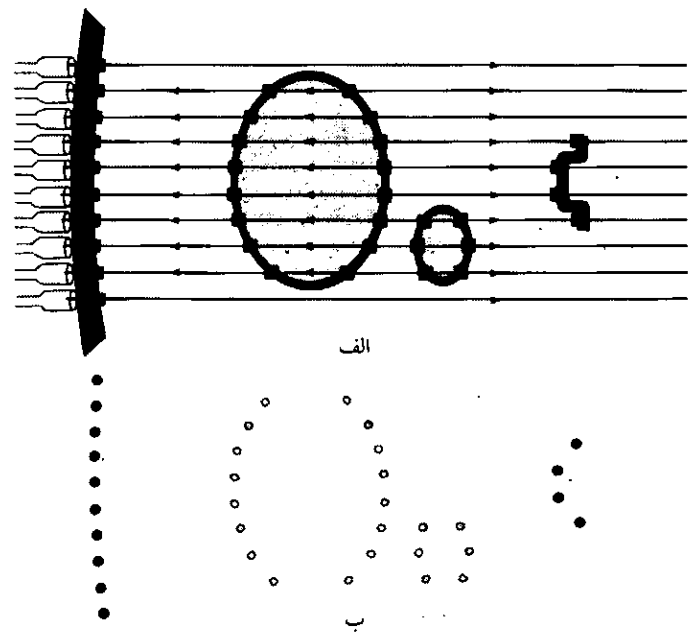


شکل ۲ـ روبش A مربوط به یک چشم

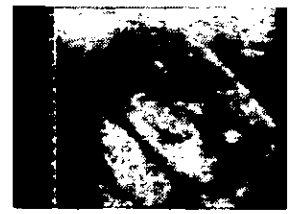
شکل (۱ـ ج) روبش B را برای پژواک‌های تولید شده در قسمت (الف) نشان می‌دهد. با استفاده از یک سلسله از این روبش‌ها، می‌توان تصویر دو بعدی ایجاد کرد. مبدل صوتی حرکت می‌کند و در هر مکان یک تپ می‌فرستد و پژواک‌ها را مطابق شکل ۳ دریافت می‌کند. اگر هر مسیر روبش B را با فاصلهٔ مناسب، یکی پائین‌تر از دیگری رسم کنیم، تصویری شبیه شکل (۳ـ ب) به دست می‌آید. این تصویر را می‌توان روی صفحهٔ یک لوله پرتو کاتدی مشاهده کرد. در شکل ۳ فقط ده خط سیر نشان داده شده‌اند. به همین دلیل، تصویر به دست آمده خام و نامشخص است.

هرچه تعداد خط سیرها بیش‌تر باشد، دقت تصویر نیز بالاتر خواهد شد[۶]. در شکل ۴ نمونه‌ای از یک تصویر فراصوتی به نمایش در آمده است.

با استفاده از آرایه‌ای از مبدل صوتی می‌توان روبش سریع‌تری انجام داد[۷]. چون پژواک‌ها در همان مسیر اولیه باز نمی‌گردند (همان‌طور که در شکل (۱ـ الف) نیز نشان داده شده است) و



شکل ۳
الف) ده خط سیر تشکیل شده در ناحیه شکم که توسط آرایه‌ای از ده مبدل صوتی و یا یک مبدل متحرک ایجاد شده است.
ب) پژواک‌های قسمت (الف) به صورت روبش B رسم شده‌اند تا تصویری را تولید کنند. خط سیرهای نزدیک‌تر و متراکم‌تر، جزئیات بیش‌تری از تصویر را ایجاد می‌کنند.



شکل ۴ـ تصویر فراصوتی از یک جنین چهارده‌هفته‌ای انسان

درجهت‌های دیگر پراکنده می‌شوند، تمام مبدل‌های صوتی یک آرایه، در یک لحظه تحریک نمی‌شوند. مدت زمان بین تپ منتشر شده توسط یک مبدل صوتی و تپ منتشر شده از مبدل صوتی مجاورش، باید از مدت زمان لازم برای بازگشت دورترین پژواک، بزرگ‌تر باشد. همان‌طور که قبلاً دیدیم، پژواک از سطحی در فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متری از مبدل در حدود ۳۲۰μs طول می‌کشد. فاصلهٔ زمانی نوعی بین تپ‌ها از مرتبهٔ ۱۰۰۰μs یا ۱ms است. بنابراین مبدل‌های صوتی با آهنگ ۱۰۰۰ تپ در ثانیه، تپ می‌فرستند. این کار به صورت الکترونیکی انجام می‌شود و عمل روبش را بسیار سریع‌تر از یک مبدل صوتی متحرک انجام می‌دهد. این سرعت عمل باعث می‌شود، تصویرهایی در هر ثانیه ارائه شوند که زمان واقعی جنبش اعضای متحرکی مثل قلب را نشان دهند.

بین تعداد خطوط هر تصویر و تعداد فرِم در ثانیه، تناسب و توافق وجود دارد. به عنوان مثال، اگر آهنگ، ۱۰۰۰ خط در ثانیه باشد و هر تصویر ۱۰۰ خط داشته باشد، ۱۰ فرم در ثانیه می‌تواند ایجاد شود. با همین آهنگ و تصویرهای ۵۰ خطی، ۲۰ فرم در ثانیه می‌توان تولید کرد.

تصویربرداری فراصوتی پیشرفت مهمی در علم پزشکی بوده است. این روش همراه با روش‌های دیگر تصویربرداری پزشکی، در بسیاری از موارد جایگزین عمل جراحی اکتشافی و یا روش‌های خطرانگیز، توأم با درد و گران‌قیمت شده است. تا کنون هیچ گونه تأثیر جانبی و مسمومیت بر اثر تصویربرداری فراصوتی مانند آنچه توسط پرتوهای X ایجاد می‌شود، گزارش نشده است. بنابراین، روشی برون کار و غیر مخرب به‌شمار می‌رود. با این حال، این شیوه نمی‌تواند جانشین روش‌های دیگر شود. پراکندگی پرتوها، تیزی و وضوح تصویرها را محدود می‌کند. بازتاب صوت از ماده شبیه بازتاب نور یا پرتوهای X نیست.

بنابراین با استفاده از روش‌های متعدد تصویربرداری، می‌توان اطلاعات متفاوتی به دست آورد. شیوهٔ جدیدی از تصویربرداری فراصوتی بر اساس امواج عبوری (در مقابل امواج بازتابی) ارائه شده است که از روش تصویربرداری رایانه‌ای بهره می‌گیرد. روش دیگری نیز وجود دارد که از انتقال دو پلری پژواک‌های فراصوتی برای اندازه‌گیری سرعت‌ها در درون بدن انسان، مثل سرعت جریان خون و ضربان قلب، استفاده می‌شود.

زیرنویس

1. Sonar: Sound Navigation ranging (تعیین فاصله توسط ردیابی صوتی)

2. Pulse- echo

3. Transducer

۴. به طورمعمول، مبدل صوتی با بدن شخص در تماس قرار می‌گیرد و یا برای کاهش اثر بازتاب زیاد در محل تماس بدن با هوا، بدن و مبدل صوتی در آب شناور می‌شوند تا مقدار امواج عبوری از بدن نیز کاهش یابد.

5. Scan

۶. رادار که در هواپیمایی به کار می‌رود نیز از روش «تپ-پژواک» بهره می‌برد. دراین سیستم، از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود که با سرعت نور حرکت می‌کنند. این روش را برای فاصله‌های زیاد در آسمان به کار می‌برند. ولی سرعت زیاد امواج الکترومغناطیسی باعث شده است که نتوانیم از این شیوه در بدن استفاده کنیم. زیرا ابزار الکترونیکی هنوز نمی‌توانند زمان‌هایی در محدودهٔ پیکوثانیه $\left[(۰/۵\mathrm{m})/(۳\times۱۰^{۸}\mathrm{m/s})=۳\times۱۰^{-۹}\mathrm{s}=۳۰۰\mathrm{ps}\right]$ را تشخیص دهند.

۷. روش دیگر روبش سریع این است که یک مبدل صوتی حول نقطه‌ای از بدن به گونه‌ای بچرخد که به نظر برسد یک سری از مبدل‌های صوتی در اطراف بدن در جهت‌های متفاوت قرار گرفته‌اند. این روش را «روبش قطاعی» می‌نامند.

مرجع

PHYSICS, DOUGLAS C.GIAN COIL,1991

کاربرد قضیه دو جمله‌ای در فیزیک مقدماتی

راجر بلیکنسدرفر*
مترجم: سیّد مهدی میرقیوم نیا[1]
(mirghaium@yahoo.com)

دو جمله‌ای $(1+x)^n$ را می توان به صورت زیر بسط داد:

$$(1+x)^n = 1 + nx + [n(n-1)/2!]x^2 + [n(n-1)(n-2)/3!]x^3 + \ldots, \quad (1)$$

که در بازهٔ $-1 < x < 1$ همگراست[2]. نمای n ممکن است یک عدد صحیح نسبی (مثبت یا منفی) یا کسری (مثبت یا منفی) باشد. به ازای $n = 1/2$ داریم:

$$(1+x)^{1/2} = \sqrt{1+x} = 1 + x/2 - x^2/8 + \ldots. \quad (2)$$

بسط سری برای $n = 1/2$ و دیگر نماهای کسری، اولین بار درسال ۱۶۷۶ [3] میلادی توسط ایزاک نیوتون استنتاج و منتشر شد. نیوتون نتایج کار خود را در مرجع ۳ آورده است.

برای متقاعد کردن دانش‌آموزان‌تان در مورد درستی قضیه دو جمله ای، مسئله مثلث قائم الزاویه را برای‌شان مطرح کنید[4]. وتر مثلث $c = \sqrt{a^2 + b^2} = (a^2 + b^2)^{1/2} = a(1 + b^2/a^2)^{1/2}$ را در نظربگیرید. به آسانی می‌توان فرض کرد که $x = b^2/a^2$ و $n = 1/2$ باشد. برای $a = 5\text{cm}$ و $b = 1\text{cm}$ داریم:

$$c \doteq a(1 + x/2) = a(1 + b^2/2a^2) = 5(1/02) = 5/1\text{cm}.$$

روش قضیه فیثاغورس برای حل: $c = \sqrt{26} = 5/099\text{cm}$.

خطای رابطهٔ اختصاری دو جمله‌ای تنها ۰/۰۲ درصد است.

برای آسان کردن محاسبه، اغلب می‌توان با استفاده از بسط دو جمله ای و تنها با دو عبارت آن، رابطه‌های پیچیده را ساده کرد. سرعت صوت دریک گاز کامل از رابطه $v = \sqrt{\gamma R T_A / \overline{M}}$ تعیین می‌شود که در آن γ نسبت ظرفیت‌های گرمایی c_p به c_v، $\overline{M}$ جرم مولکولی متوسط و $R = 8/314 \text{Jmol}^{-1}\text{k}^{-1}$ ثابت گاز کامل است. برای هوا (۷۸ درصد N_2 و ۲۱ درصد O_2)، $\overline{M} = 29$ گرم در هر مول و $\gamma = 1/4$ است. با استفاده از این واقعیت که صفر درجه سلسیوس ($0^\circ C$) بر ۲۷۳ کلوین (K) منطبق است وداریم $T_A = 273 + T$ و حال سرعت صوت را می توان از رابطه زیر تعیین کرد:

$$v = \sqrt{\gamma\ R(273+T)/M} = \sqrt{273\gamma\ R/M}\sqrt{1+T/273}$$

با $n = 1/2$ و $x = T/273$ داریم:

$$V \doteq 331(1 + T/546) = 331 + 0/606T \quad (3)$$

این رابطه ساده برای دماهای کمتر از $30^\circ C$ به خوبی صادق است، اما در دماهای بالاتر از رابطهٔ دقیق منحرف می‌شود. در $100^\circ C$ خطا حدود 5m/s است.

در یک درس غیرحساب دیفرانسیل، اغلب از بسط دو جمله‌ای همان نتیجه ای را می گیریم که با مشتق گیری مرتبه

اول به دست می‌آوریم. فرض کنید که تغییرات مکان ذره ای بر حسب زمان به صورت $s = v - 3t^2$ است. برای تعیین سرعت آن فرض کنید: $t = t_0 + \Delta t$ است. در این صورت:

$$S + \Delta S = v - 3(t_0 + \Delta t)^2 = v - 3t_0^2(1+x)^2$$

که در آن $x = \Delta t / t_0$ است. در نتیجه $S + \Delta S = v - 3t_0^2$ و $\Delta S = -6xt_0^2 = -6t_0\Delta t$ بنابراین $V = -6t_0$ و ذره سرعت منفی دارد که از نظر اندازه صعودی است. همین نتیجه با مشتق گیری نسبت به زمان نیز به دست می‌آید.

به عنوان مثال دوم این پرسش را مطرح می‌کنیم که «اگر آونگی را به مکانی منتقل کنیم که شتاب گرانشی در آن مثلاً ۱۰۰PPm[۵] مکان اولی آن باشد، دوره نوسان آن چه تغییری می‌کند؟»

داریم: $T_0 = 2\pi\sqrt{L/g}$ در حالی که $T = 2\pi\sqrt{L/g} = 2\pi\sqrt{L}(g_0 + \Delta g)^{-1/2}$ $= 2\pi\sqrt{L/g_0}(1+x)^{-1/2}$ که $x = \Delta g / g_0$. با بسط رابطه بالا داریم: $T \simeq T_0(1 - x/2)$. از آن‌جا x برابر با ۱۰۰ppm است، تنها به اندازه ۵۰ppm کاهش می‌یابد (به آسانی با تجهیزات دقیق قابل اندازه‌گیری است). به کمک حساب دیفرانسیل و انتگرال، پس از مشتق گیری داریم:

$$dT / T = -1/2\, dg / g .$$

با قضیه دو جمله‌ای، می‌توان از رابطه جدید مشتق گرفت تا به دانش‌آموزان درباره نمایش رابطه‌های پیچیده کمک کرد.

سرعت چرخش یک ماهواره به دور زمین از رابطه $v = \sqrt{GM_E / r}$. با نوشتن v به صورت تابعی از ارتفاع ماهواره، h، داریم $r = R_E + h$ و

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{R_E + h}} = \sqrt{\frac{GM_E}{R_E(1+x)}}$$

که در آن $x = h / R_E$. با استفاده از بسط دو جمله ای

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{R_E}}(1 - x/2) = 7910 - 0/62h \quad n = 1/2$$ با

که در آن $h << R_E$ بر حسب کیلومتر است. برای یک ماهواره با ارتفاع ۲۰۰ کیلومتر، داریم:

$$v = 7910 - 0/62(200) = 7786 m/s$$

رابطهٔ بالا برای ماهواره‌های با مدار کوچک به خوبی صادق است. اما برای ماهواره‌ای که مدار متناظر آن h حدود $5 R_E$ باشد، صدق نمی‌کند.

هر دانشجوی فیزیک باید درباره پرتوهای x الکترونی و میزان اهمیت آن در فناوری جدید (تلویزیون، پرتوهای X، میکروسکوپ الکترونی و غیره) بیاموزد. وقتی درلوله خلأ الکترونی از کاتد به آند منتقل می‌شود، انرژی آن ذخیره می‌شود و $PE_{اولیه} = KE_{نهایی}$.

با انرژی جنبشی $KE = 1/2mv^2$ و $PE = qV$، سرعت نهایی الکترون‌ها را می‌توان به آسانی تعیین کرد. متاسفانه با این روش برای ولتاژهای شتاب دهنده بزرگتر از ۲۵۶kv، سرعت محاسبه شده الکترون، از سرعت نور بیشتر می‌شود. برای بحث پیرامون متوقف کردن الکترون‌ها، برای انرژی جنبشی عبارت نسبیتی مورد نیاز است. داریم:

$$KE = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right) = qV \qquad (4)$$

که در آن $\beta = v / c$ است.

برای تعیین سرعت الکترون، باید از معادله بالا V را محاسبه کنیم. با استفاده از بسط دو جمله‌ای ($n = -1/2$ و $x = \beta^2$) و فقط با حفظ دو جمله، می‌توان این رابطه را به عبارت کلاسیک $1/2m.v^2$ تبدیل کرد. این موضوع تنها یک تمرین ریاضی صرف نیست. در چنین شرایطی دانشجویان می‌توانند به روشنی رابطهٔ بین مکانیک نسبیتی و مکانیک نیوتونی را در یابند. درسرعت‌های پایین، الکترون‌ها از قوانین نیوتون پیروی می‌کنند.

بسامد یک آونگ مخروطی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f = \frac{\sqrt{g}}{2\pi\left(L^2 - R^2\right)^{\frac{1}{4}}}$$

که در آن L طول نخ آونگ و R شعاع دایره در قاعده مخروط است[۷]. برای مقادیر کوچک R، این رابطه رعب‌انگیز را می‌توان به کمک بسط دو جمله‌ای به صورت زیر ساده کرد:

$$\frac{1}{\left(L^2 - R^2\right)^{\frac{1}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{L}\left(1 - R^2/L^2\right)^{\frac{1}{4}}}$$

با فرض این که $x = R^2 / L^2$ و $n = -1/4$، عبارت بالا به این صورت تبدیل می‌شود: $\frac{1}{\sqrt{L}}(1 + x/4)$ در این

صورت بسامد به شکل زیر است:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}\left(1+\frac{R^2}{4L^2}\right)$$

با کوچک بودن جمله تصحیح، می‌توان آن را بسامد آونگ ساده، یعنی $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ انگاشت. اگر $R = 0/10L$ آن‌گاه داریم: $f = f_{\text{ساده}}(1+0/0025)$ یعنی اختلاف بین دو بسامد ۲۵ درصد است.

موارد بالا مثال‌هایی هستند که استفاده از بسط دو جمله‌ای را در طیف وسیعی از مسائل فیزیک مقدماتی نشان می‌دهند. غالباً می‌توان از این ابزار ریاضی سودمند برای کمک به فهم شاگردان پیرامون رفتار پیچیده در حالت‌های حدی بهره گرفت.

زیرنویس

۱ـ مدرس برق و الکترونیک دانشکده فنی میرزا کوچک صومعه‌سرا ـ دبیر فیزیک دبیرستان نمونه دولتی امام صادق (ع) گیلان

۲. روش‌های ریاضی در فیزیک. ج. آرفکن:
G.Arfken, *Mathematical Methods for Physicists* (Academic Press, 1966).P.200

۳. انسان و اعداد (از: جهان ریاضیات)، (*fromThe World of Mathematics*) "Men and Numbers" edited by James R. Newman (simon and Schuster, 1956), pp.521-524

۴. مکانیک نیوتنی. ا. پ. فرنچ.
A.P.French, *Newtonian Mechanics*, from the MIT Introductory Physics Series (W.W.Norton,1971),P.10

۵. منظور از PPm (Part per million مخفف): واحد در میلیون است. مترجم

۶. فیزیک دانشگاهی. سیرز، زیمانسکی و یانگ
F.W.Sears Mark W.Zemansky, and Hugh D. Young, *College Physics*, 6 th ed. (Addison Wesley, 1985), p. 808.

7.Edwin Jones and Richard Childers, *Contemporary College Physics* (WCB/McGraw- Hill, 1999),p461.

منبع

The physics Teacher. vol,39, October 2001
Roger Blickensderfer

فیزیک و همای

چرا آسمان بنفش نیست؟

برای ذهن‌های کنجکاو این پرسش مطرح می‌شود که چرا آسمان آبی است؟ در توضیح این مطلب اغلب به پراکندگی ریلی[1] استناد می‌کنند که بنابر آن انتهای آبی طیف مرئی خورشید بیش از انتهای سرخ آن پراکنده می‌شود. در واقع، این پراکندگی ریلی، که به پراکندگی همدوس نیز معروف است، با توان چهارم بسامد نور متناسب است، درنتیجه رنگ آبی درحدود شانزده مرتبه بیش از سرخ پراکنده می‌شود. بنابراین، بر اثر پراکندگی مؤثر نور آبی به‌وسیلهٔ مولکول‌های هوا، آسمان آبی و خورشید سرخ به نظر می‌رسد. اما بسامد نور بنفش که در انتهای طیف مرئی قرار دارد، بیش از نور آبی است. پس چرا آسمان بنفش نیست؟

زیرنویس

1. Rayleigh Scattering

معمای فیزیک
پاسخ

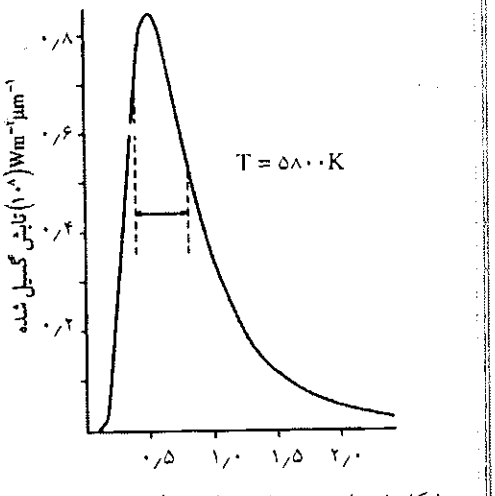
دمای میانگین سطح زمین در حدود $15^{\circ}C$ [۲۸۸k] است. این دما در استوا اندکی بیشتر و در ناحیه‌های قطبی کمتر است. به استثنای نواحی سرد یا گرم، بیشتر نواحی سطح زمین قابل زیست است؛ بر روی آن حیات گیاهی و حیوانی وجود دارد، که به نوبهٔ خود غذای جمعیت انسانی را تأمین می‌کنند.

برای برآوردی از دمای سطح زمین؛ آن را به طور میانگین برابر دمای هوا درست در بالای سطح با مقدار اندازه‌گیری‌شدهٔ $15^{\circ}C$ در نظر می‌گیریم. در حالت تعادل، انرژی ورودی باید با انرژی خروجی برابر شود.

(۱) **انرژی خروجی = انرژی ورودی**

ابتدا طرف چپ معادله را مطالعه می‌کنیم. مقدار گرمایی که از درون زمین می‌آید ناچیز است. بنابراین توجه خود را فقط به تابش خورشیدی معطوف می‌کنیم. مقدار تابشی را که به صورت عمودی وارد هر متر مربع جو می‌شود S، **ثابت خورشیدی** می‌نامیم. یکای آن $[JS^{-1}m^{-2}]-[Wm^{-2}]$ است. اگر از فضای خارج به زمین نگاه کنیم، می‌بینیم که بخش a، از این تابش که **آلبدو** نامیده می‌شود، پس پراکنده می‌شود یا به فضا برمی‌گردد. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، مقدار $S(a-1)$ به سطح زمین نفوذ می‌کند. اگر شعاع زمین را R بگیریم، طرف چپ معادلهٔ (۱) برابر $S\pi R^2(a-1)$ است.

برای به‌دست آوردن تخمینی از طرف راست معادلهٔ (۱)، زمین را یک جسم سیاه در دمای T در نظر می‌گیریم.



شکل ۱. تابش خورشیدی که از طرف چپ به میزان $S[WM^{-2}]$ وارد جوّ زمین می‌شود. بخشی از آن a، به نام آلبدو به فضا بازمی‌گردد.

طبق قانون استفان- بولتزمن تابش خروجی از این جسم $\sigma T^{۴}\left[Wm^{-۲}\right]$ است. پس کل تابش خروجی از سطح زمین برابر $\sigma T^{۴} \times ۴\pi R^{۲}$ می‌شود. با قرار دادن در معادلهٔ (۱) خواهیم داشت:

$$(۱-a)S\pi R^{۲} = \sigma T^{۴} ۴\pi R^{۲} \qquad (۲)$$

یا

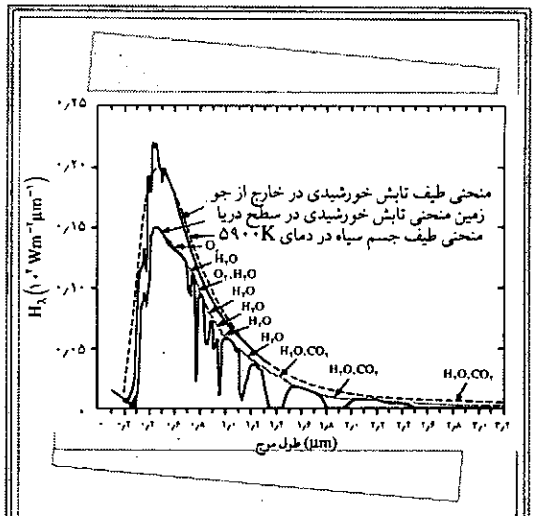
$$(۱-a)\frac{S}{۴} = \sigma T^{۴} \qquad (۳)$$

با قرار دادن مقدارهای مناسب $a = ۰/۳۰$، $R = ۶/۳۷ \times ۱۰^{۶}\,M$، و $S = ۱۳۶۷\,WM^{-۲}$ از جدول‌ها، به دست می‌آوریم $T = ۲۵۵k$ یا $-۱۸°C$ که بسیار کمتر از $۱۵C°[۲۸۸k]$ است. تفاوت $۳۳C°$ ناشی از اثر **گلخانه‌ای** است که باید سپاسگزار آن باشیم، زیرا حیات را بر روی کره زمین امکان‌پذیر ساخته است.

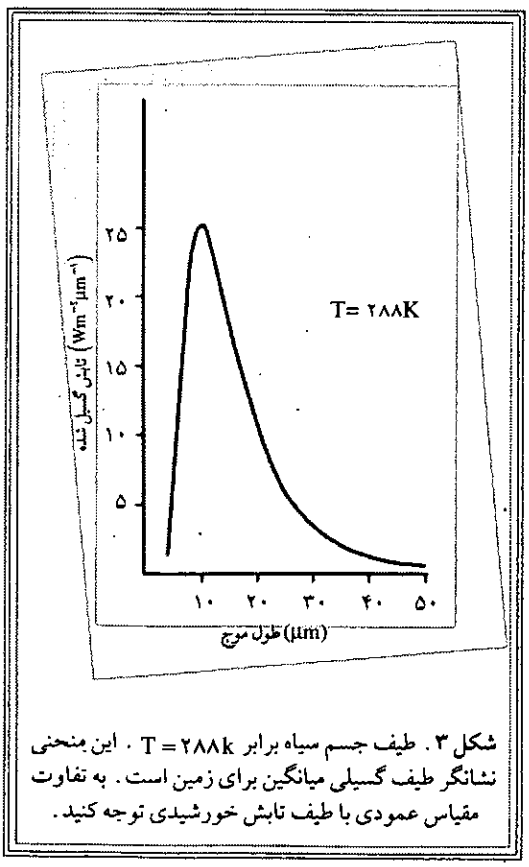
شکل ۲. توزیع طیفی تابش خورشیدی را در خارج از جوّ زمین و در سطح دریا نشان می‌دهد. از روی این شکل متوجه می‌شویم که گازهایی چون $Co_{۲}$ و $H_{۲}O$ تابش ورودی در ناحیهٔ فروسرخ دور را جذب می‌کنند. این جذب برحسب طول موج تغییر می‌کند، ولی می‌تواند تا طول موج‌های $\lambda \approx ۳۰\mu_m$ قابل ملاحظه باشد. از شکل (۳) که طیف جسم سیاه در دمای $T = ۲۸۸k$ را نشان می‌دهد، می‌بینیم زمین، که آن را با جسم سیاه در این دما تقریب زده‌ایم، گسیل شدیدی بین طول موج‌های $۵\mu_m$ و $۳۰\mu_m$ دارد. درنتیجه، جوّ بیشتر تابش گسیلیده از زمین را جذب می‌کند و آن را دوباره به زمین بازمی‌تاباند. بنابراین، گسیل خالص از جوّ بسیار کوچک‌تر از گسیل جسم سیاه است و می‌توان آن را با ضریب $f < ۱$ در طرف راست معادله نشان داد که اکنون به صورت زیر درمی‌آید:

$$(۱-a)\frac{S}{۴} = f\sigma T^{۴} \qquad (۴)$$

با این تقریب بسیار خام، مقدار $f = ۰/۶۱$ دمای مورد نظر $T = ۲۸۸k$ را می‌دهد.



شکل ۲. توزیع طیفی تابش خورشیدی فرودی در خارج جو زمین و در سطح دریا در بالای نمودار ناحیهٔ مرئی همراه با فرابنفش (UV) در طرف چپ و فروسرخ (IR) در طرف راست مشخص شده‌اند. اغلب نوارهای جذبی برای گازهای مهم در جو نشان داده شده‌اند. منحنی گسیل جسم سیاه در دمای $۵۹۰۰k$ برای مقایسه آورده شده است، و قلهٔ آن طوری تنظیم شده است که بر منحنی واقعی در بالای جو برازش یابد.



شکل ۳. طیف جسم سیاه برابر $T = ۲۸۸k$. این منحنی نشانگر طیف گسیلی میانگین برای زمین است. به تفاوت مقیاس عمودی با طیف تابش خورشیدی توجه کنید.

پلی میان فیزیک و زیست شناسی

جاناتان نایت
مترجم: حسن سالاری

زیست‌شناسان مولکولی هر روز با انبوهی از داده‌ها روبه‌رو می‌شوند اما فیزیکدانان عادت دارند نظام‌های پیچیده را در چند اصل بنیادی، ساده کنند که می‌تواند به درک کل نظام کمک کنند. از این رو، کنار هم قراردادن این دو رشته آسان نیست. به‌هرحال، تلاش در این زمینه باعث غنی‌شدن هر دو رشته خواهدشد.

اواخر تیرماه سال ۲۰۰۲ میلادی، گروهی از فیزیکدانانی که به زیست‌شناسی علاقه‌مند هستند، برای جشن تولد ویژه‌ای در تفرجگاهی در کوه کلرادو گردهم آمدند. **هانس فراینْفلْدر**[1]، فیزیکدانی که چند دهه پیش مطالعه روی پروتئین‌ها را آغاز کرد، در آن سال ۸۰ ساله می‌شد.

اما این فیزیکدان‌ها به‌طور غیررسمی چیز دیگری را جشن گرفته‌بودند: بهره‌گیری از محصول تلاش زیست‌شناسان در زمینه شناخت ژن‌ها به ساختار فکری آن‌ها نیاز دارد.

البته، فیزیک و روش مطالعاتی آن نقش مهمی در شناخت زیست‌شناسان از پدیده‌های حیات داشته‌است. روش مطالعهٔ بلور مولکول‌ها با پرتو X (بلورشناسی) و تشدید مغناطیسی هسته (NMR) از ابزارهای ضروری برای مطالعهٔ مولکول‌های تشکیل‌دهنده جانداران هستند. دانشمندانی که پدیده‌های زیستی را با نگرشی فیزیکی مطالعه می‌کنند(زیست‌فیزیکدانان) نیروهای موتورهای مولکولی(ازجمله میوزین در سلول‌های ماهیچه) و فعالیت کاتالیزوری آنزیم‌ها را ازلحاظ انرژی بررسی می‌کنند. زیست‌شناسانی که جابه‌جایی یون‌ها از غشای سلول‌ها را مطالعه می‌کنند، از معادلهٔ نرنْست[2] بهره می‌گیرند.

بسیاری از بنیان‌گذاران زیست‌شناسی مولکولی نیز در اصل فیزیکدان بودند. اما طی ۵۰ سالی که افرادی مانند **ماکْس دلبروک**[3] و **فرانْسیس کریک**[4] این رشته را به‌وجود آوردند، زیست‌شناسی مولکولی ریشه‌های خود را رها کرده‌است؛ دانش فیزیک را نظریه به پیش می‌راند؛ زیست‌شناسی مولکولی به دانشی تجربی و توصیفی تبدیل شده‌است. فیزیکدانان برای تبیین قانون‌های طبیعت از ریاضیات استفاده می‌کنند؛ زیست‌شناسان مولکولی برای توصیف رفتار جانداران از واژه‌ها و نمودارها بهره می‌گیرند. اساس فیزیک بر ساده‌سازی استوار است، حال آن که زیست‌شناسان مولکولی تلاش می‌کنند کوچک‌ترین جزئیات را بررسی کنند. آنان این جزئیات را به‌صورت مسیرهای بیوشیمیایی پیچیده‌تری کنار هم می‌چینند.

در سال‌های اخیر به کمک فناوری‌های پیشرفته، زیست‌شناسان مولکولی با انبوهی از داده‌ها دربارهٔ ساختمان ژن‌ها، نحوهٔ فعالیت آن‌ها و تولید پروتئین روبه‌رو شده‌اند که نمی‌دانند با آن‌ها چه کنند! به‌نظر می‌رسد، اکنون زمان آن فرا رسیده‌است که گامی به عقب بردارند و بکوشند از جزئیات اندکی فاصله گیرند و تصویر بزرگ‌تری را مشاهده کنند. معاون مرکز تازه‌تأسیس مرکز فیزیک نظری - زیست‌شناسی(CTBP) در دانشگاه کالیفرنیا، آقای **خوزه اونوکیک**[5] در این‌باره می‌گوید: «درحال حاضر، زیست‌شناسی در جایگاهی قراردارد که فیزیک در آغاز قرن بیستم قرارداشت؛ زمانی که فیزیکدانان با حقایق زیادی روبه‌رو بودند که به توضیح نیاز داشت.»

فیزیکدانان بر این باورند که می‌توانند با پدیدآوردن زمینه‌ای قوی در نظریه‌پردازی و مدل‌سازی پیچیدگی‌هایی که در جهان زنده وجوددارد، مطالعهٔ مولکول‌ها و سلول‌ها را به جهت تازه‌ای سوق دهند: خانم **لورا گارْوین**[6]، که زمانی ویراستار بخش فیزیک مجلهٔ نیچر بود و اکنون به زیست‌شناسی گرایش پیدا کرده و سرپرست امور پژوهشی مرکز تحقیقات ژنوم دانشگاه هاروارد است، دراین‌باره می‌گوید: «چیزی که در زیست‌شناسی نادر بوده، همزیستی

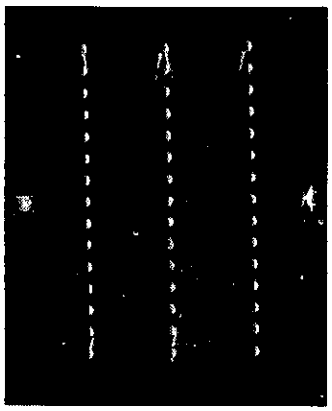
بین نظریه‌پردازی و تجربه است. برعکس، این امر در فیزیک بسیار متداول است.»

صدای پای فرصت

مؤسسه‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته‌اند که فرصت‌های واقعی برای پیشرفت در این زمینه وجود دارد. برای مثال، در اواخر تیرماه سال جاری، وزارت انرژی آمریکا بورسی ۵ساله به مبلغ ۳۶/۶ میلیون دلار به تحقیقات علمی گروهی از دانشمندان در آزمایشگاه ملی برکلی(کالیفرنیا) تخصیص داد که فعالیت‌های میان‌رشته‌ای دارند. این گروه که رهبر آنها شیمی فیزیکدانی به نام آدام آرکین[۷] است، قصد دارند مدل‌های رایانه‌ای پاسخ باکتری‌ها به شرایط تنش‌زا طراحی کنند. بدین‌ترتیب، مراکز جدیدی که در زمینهٔ فیزیک و زیست‌شناسی فعالیت بین‌رشته‌ای انجام می‌دهند، تأسیس می‌شوند و فرصت‌های شغلی تازه‌ای ایجاد می‌شود. برای آشنایی بیش‌تر زیست‌شناسان و فیزیکدانان با این گرایش، جامعهٔ فیزیک آمریکا در مردادماه این سال، گردهمایی ویژه‌ای را باعنوان «فرصت‌هایی در زیست‌شناسی برای فیزیکدانان» در بوستون برگزار کرد که هدف اصلی آن جلب دانشجویان مقطع دکترا و فوق‌دکترا بود.

اما مشکلاتی نیز وجود دارد. گرچه بعضی از زیست‌شناسان مولکولی از ورود فیزیکدانان به آزمایشگاه‌هایشان استقبال می‌کنند، ولی دیگران آنان را به چشم افراد مزاحم و فضولی می‌بینند که به‌واقع آنچه را که آنان می‌فهمند، درک نمی‌کنند. برگزارکنندگان آن گردهمایی قصد داشتند با این کار این دو زمینه علمی را که هنوز هم گاهی از برقراری گفت‌وگو و ارتباط با یکدیگر عاجزند، کمی به هم نزدیک‌تر کنند. فیزیکدانانی که به زیست‌شناسی روی آورده‌اند، می‌گویند که بیان پرسش‌های مرتبط با زیست‌شناسی برای کسانی که از رشته‌های دیگر آمده‌اند، اغلب چالش‌های بزرگی می‌آفریند.

اونوکی را می‌توان پیشگام ایجاد همگرایی جدید بین فیزیک و زیست‌شناسی دانست. او که در آغاز در موطن خویش برزیل در زمینه فیزیک نظری فعالیت می‌کرد، امسال توانسته است بورس ۵/۵ میلیون دلاری مؤسسه ملی علوم آمریکا را به‌مدت پنج سال به‌سوی مرکز تحقیقاتی خود بکشاند تا آن را برای شکل‌گیری همکاری سازنده بین



جان هوپفیلد که روی شبکه‌های عصبی کار می‌کند، نشان داد فیزیک می‌تواند فرایندهای زیستی را مدل‌سازی کند.

زیست‌شناسان و فیزیکدانان هزینه کند. اونوکی ورود خود را به دنیای زیست‌شناسی مرهون فیزیکدانی به‌نام جان هوپفیلد[۸] می‌داند. او در اواخر دهه ۱۹۸۰، دورهٔ دکترای خود را زیر نظر این فیزیکدان در بنیاد فناوری کالیفرنیا به پایان رساند. در این سال‌ها، او روی واکنش‌های انتقال الکترون در سلول‌های زنده کار می‌کرد.

جان هوپفیلد درواقع می‌تواند شخصیتی الهام‌بخش برای فیزیکدانانی باشد که به زیست‌شناسی علاقه دارند. وی که درحال‌حاضر در دانشکدهٔ زیست‌شناسی مولکولی دانشگاه پرینستون(نیوجرسی) فعالیت می‌کند، در اوایل دهه ۱۹۸۰ با ساختن مدل‌های رایانه‌ای شبکه‌های عصبی، به دنیای زیست‌شناسی پاگذاشت. شبکه‌های ساخت او از واحدهای هم‌ارزی ساخته شده‌بودند که براساس برخی قانون‌های ریاضی، واحدهای مجاور خود را برمی‌انگیختند، درست مانند سلول‌های عصبی(نرون‌ها) که با برمی‌انگیختند، یکدیگر موجب انتقال پیام عصبی می‌شوند. اگرچه تا دههٔ ۱۹۵۰ «شبکه‌های نرونی» مصنوعی زیادی ساخته شده‌بود، اما شبکه‌ای که هوپفیلد ساخته‌بود، نخستین نمونه‌ای بود که الگوهای آشنا را از هم تشخیص می‌داد، خطاها را تصحیح می‌کرد و ترتیب رویدادها را به‌خاطر می‌سپرد.

شبکه‌های نرونی «مفهومی رازگشا» بود. چارلز استیونس[۹] عصب‌شناس بنیاد سالک(کالیفرنیا) با بیان این موضوع می‌افزاید: «آن‌ها نشان دادند که یک «رفتار پیچیده»

سی پی فیزیک تیزیک زیست شناسی پی فیزیک

می‌تواند از واحدهای تکرارشوندهٔ ساده‌ای برخیزد و نشان دادند که این رفتار را می‌توان با تغییر دادن قدرت ارتباط بین نرون‌های شبیه‌سازی‌شده، تنظیم کرد.»

امروزه، فیزیکدانان درپی یافتن کاربردهای نظریهٔ شبکه در زیست‌شناسی مولکولی هستند. یکی از طرح‌هایی که اونوکی روی آن کار می‌کند این است که آیا شبکه‌های تنظیم فعالیت ژن‌ها، شبیه شبکه‌های عصبی هستند. فراورده‌های ژن درست همانند نرون‌هایی که نرون‌های دیگر را فعال یا مهار می‌کنند، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم ژن‌های دیگر را فعال یا مهار می‌کنند. این تشابه ممکن است حتی تا شباهت‌های بین یادگیری-که الگوی برانگیخته‌شدن نرون‌های مجزا و بنا براین رفتار کل شبکه را تغییر می‌دهد- و چگونگی تغییر الگوهای فعالیت ژن‌ها تحت‌تأثیر فشارهای تکاملی نیز گسترش یابد.

درحال‌حاضر هوپفیلد از نظریه «زیست‌شناسی قطعه‌ای»[10] حمایت می‌کند. او به‌اتفاق **آندره مورای**[11]، زیست‌شناس سلولی و **استانیسلاس لیبلر**[12] فیزیکدان، پیشنهاد کرده‌اند که اعمال زیست مجزا، به‌ندرت از ژن‌ها یا پروتئین‌های مجزا برمی‌خیزند، بلکه از قطعه‌هایی ناشی می‌شوند که شامل تعداد زیادی مولکول هستند که با هم تعامل دارند. این محققان چندین راه برای بررسی این نظر پیشنهاد کرده‌اند که ازجمله آن‌ها می‌توان به بازسازی یا ساختن قطعه‌های کارا در لوله آزمایش اشاره کرد.

رخنه در اسرار کپک

فیزیکدانان می‌توانند به درک ما از تأثیرات مولکولی روی رفتار کل سلول‌ها نیز کمک کنند. **هربرت لوین**[13] که فیزیکدانی از دانشگاه کالیفرنیا(سن دیه گو) است با همکاری زیست‌شناسان دانشگاه کورنل (نیویورک) سرگرم مدل‌سازی روشی است که سلول‌ها به‌واسطهٔ آن پیام‌های شیمیایی را شناسایی می‌کنند و به‌طرف آن‌ها جابه‌جا می‌شوند. این گروه روی نوعی کپک مخاطی با نام علمی Dictyostelium discoidum کار می‌کنند که هنگام فراوانی غذا به‌صورت جانداری تک‌سلولی در خاک زندگی می‌کند، اما وقتی منابع غذایی کاهش می‌یابند، این سلول‌ها به‌هم می‌پیوندند و جانداری پرسلولی را می‌سازند که هاگ‌هایی تولیدمی‌کند که در شرایط مساعد از آن‌ها جاندار تک‌سلولی جدیدی پدیدمی‌آید.

جانداران تک‌سلولی با مبادلهٔ پیام‌های شیمیایی بین یکدیگر ازجمله توسط مولکولی با نام آدونوزین منوفسفات حلقوی (CAMP) ، امکان جمع‌شدن در کنار یکدیگر را فراهم می‌سازند. اما چون CAMP خیلی‌زود منتشر می‌شود، مشخص نیست که چگونه هر یک از سلول‌ها می‌فهمند که این پیام از کجا می‌آید. لوین مدلی را ابداع کرده‌است که نشان می‌دهد گرفتن پیام توسط سلول به‌مدت‌زمان تأخیر از لحظه‌ای که موج جدیدی از CAMP به یک طرف سلول می‌رسد تا زمانی که به‌طور کامل آن را دربرمی‌گیرد، بستگی دارد. بر اساس این مدل اولین گیرنده‌های سطح سلول که به CAMP متصل می‌شوند، به گیرنده‌های دیگر پیام مهاری ارسال می‌کنند که حدود ۳۰ثانیه از اتصال CAMP به آن‌ها جلوگیری می‌کند.

لوین با محاسبه‌های عددی نشان داد که این مدل، معقول و پذیرفتنی است. سپس، به کمک همکاران زیست‌شناس خود کوشید برای مدل فرضی خود، شواهد زیستی نیز به دست آورد.

آنان دریافتند که CAMP پس از اتصال به گیرنده‌های سطح سلول، باعث تولید مولکولی به نام CGMPدر سلول می‌شود. CGMPازاتصال بقیه گیرنده‌ها به CAMP جلوگیری می‌کند. درنتیجه، سلول پیام CAMP را به‌صورت جهت‌دار دریافت می‌کند. به این‌ترتیب، این فیزیکدان با کمک مدل فرضی خود که حاصل محاسبه‌های دقیق ریاضی بود، راه را برای حل معمای تجمع سلول‌های کپک هموار کرد.

همه برای یکی: مدل‌ها رایانه‌ای نشان می‌دهند، چگونه آمیب‌های تک‌سلولی به هم می‌پیوندند و جاندار پرسلولی را می‌سازند که هاگ تولید می‌کند.

معمای ساعت‌های زیستی

زیست‌شناسان از دیرباز به فرایندهای سلولی به‌عنوان فرایندهایی بسیار متعادل و در عین حال بسیار حساس می‌نگریسته‌اند. اما لیبلر بر این باور است که سلول‌ها می‌توانند دربرابر حجم زیادی از عوامل آشفته‌کننده مقاومت کنند. برای مثال، ساعت‌های زیستی، که چرخه‌های روزانه فعالیت جانداران را تنظیم می‌کنند، بدون‌توجه به تغییر دما یا فراهم‌بودن موادغذایی با سرعت ثابتی پیش می‌روند. با وجود این سرعت هر فرایند شیمیایی یا آنزیمی با تغییر دما، تغییر می‌کند و در شرایط کمبود موادغذایی، فعالیت ژن‌ها باید کاهش یابد. این منابع اغتشاش، نوعی محدودیت نظری برای سازوکار عمل نوسانگر ساعت زیستی، فراهم می‌سازد.

براساس مدل‌هایی که زیست‌شناسان برای نحوه عملکرد ساعت‌های زیستی پیشنهاد کردند، یک ساعت زیستی از یک ورودی، یک نوسانگر و یک خروجی تشکیل شده‌است. ورودی، همان پیام‌های محیطی است، مانند نور. نوسانگر از مجموعه‌ای از ژن‌ها تشکیل شده‌است که فرآورده آن‌ها اثر برانگیزشی یا مهاری روی فعالیت ژن‌های سازندهٔ نوسانگر دارد. برای مثال، ژنی در یک نوسانگر، باعث تولید پروتئین برانگیزنده‌ای می‌شود که ژن دیگری را فعال می‌کند. وقتی ژن دوم فعال شد، دستور ساختن پروتئین دیگری را می‌دهد که از فعالیت ژن نخست جلوگیری می‌کند. درنتیجه، تولید پروتئین مربوط به آن ژن کاهش می‌یابد. بنابراین، افزایش تولید پروتئین نخست درنهایت به کاهش تولید آن می‌انجامد. اما کاهش تولید این پروتئین به کاهش تولید پروتئین مهاری دوم می‌انجامد. وقتی مقدار پروتئین مهاری کاهش یافت، بار دیگر مقدار پروتئین برانگیزنده افزایش می‌یابد. این چرخه طی دوره‌های ۲۴ ساعته تکرار می‌شود.

براساس این مدل، خروجی‌های ساعت زیستی نیز فرایندهای زیستی هستند که در پاسخ به نوسان مقدار پروتئین‌های برانگیزنده و مهارکنندهٔ نوسانگر، طی ۲۴ ساعت، نوسان پیدامی‌کنند. اما همان‌طور که لیبلر به آن اشاره می‌کند یک چنین نظامی نمی‌تواند در محیطی که پر از عوامل اغتشاش‌برانگیز یا به‌قول لیبلر «پر از همهمه» است به‌طور یکنواخت عمل کند و تغییرات محیطی را برنتابد.

براساس مدلی که این فیزیکدان برای ساعت‌های زیستی ارائه کرده‌است، تعادل بین اثرات برانگیزشی و مهاری نیز خود دارای اُفت‌وخیز و نوسان است. به این معنی که پروتئین‌های مهارکننده تحت همه شرایط، با غلظت یکسانی از تولید پروتئین‌های برانگیزنده جلوگیری نمی‌کنند. به‌عبارت دیگر، گاهی اثرهای مهاری شدت بیشتر و گاهی شدت کمتری دارند.

دورنمایی روشن

زیست‌شناسان مولکولی و فیزیکدانان زمانی که با یک نظام زیستی روبه‌رو می‌شوند، هریک، پرسش‌های متفاوتی را مطرح می‌کنند. برای مثال، وقتی شبکه‌ای از پروتئین‌ها موردنظر باشد که روی یکدیگر اثر می‌گذارند، یک زیست‌شناس ممکن است علاقه‌مند به زنجیره‌ای از وقایع باشد که بعد از اتصال یک پروتئین به پروتئین دیگر رخ می‌دهد، حال آن که فیزیکدان ممکن است بخواهد چیزی دربارهٔ ثابت‌های سرعت تمام واکنش‌ها بداند. در جلسهٔ بحث و گفت‌وگویی که در تفرجگاه کوه کلرادو برگزارشد، اختلاف‌نظر مشابهی دربارهٔ پدیدهٔ فسفردارشدن پروتئین‌ها به‌وجود آمد. معمولاً، گروه‌های فسفات برای تنظیم فعالیت پروتئین‌ها به آن‌ها افزوده یا از آن‌ها برداشته می‌شوند. زیست‌شناسان در پی آن هستند که پس از این تغییرات کدام پروتئین فعال و کدام پروتئین غیرفعال می‌شود. اما فیزیکدانان در آن جلسه پرسش عمیق‌تری را مطرح کردند: چرا فسفات و نه گروه‌های شیمیایی دیگر؟

با مطرح‌کردن پرسش‌های متفاوت، ممکن است فیزیکدانان در بعضی موارد بینش‌های تازه و مفیدی به‌وجود آوردند. اما یکی ازمسائلی که در آن گردهمایی بیش‌ترین توجه را به خود مشغول کرده‌بود، خطر صرف وقت روی موضوع‌هایی بود که هیچ‌گونه مفهوم زیستی ندارند. همان‌طور که چندتن از مدعوین اشاره کردند، همهٔ جنبه‌های یک نظام زیستی از اهمیت عملکردی برخوردار نیست و هر نظامی ممکن است با کارایی بهینه عمل نکند. تکامل بهترین گزینش را انجام نمی‌دهد، بلکه فقط بهترین گزینش موجود را انجام می‌دهد. از این رو، فیزیکدانان به‌جهت خطر صرف وقت در کاری بسیارجذاب اما درنهایت با پرسش‌های سطحی و بی‌مایه، لنگ‌لنگان به این زمینه روی می‌آورند.

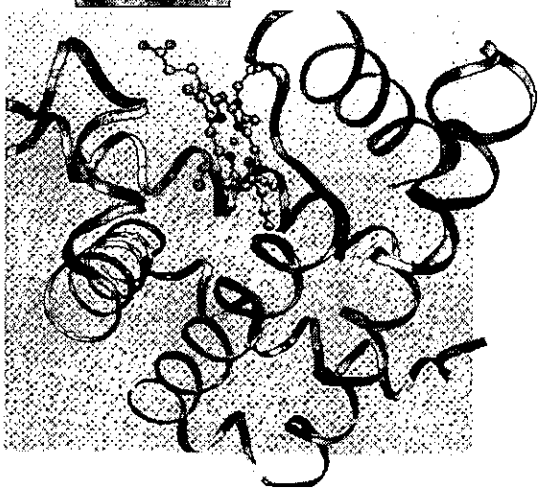
این یک نگرانی جدی است، زیرا هنوز تردیدهایی پیرامون دست‌اندازی‌های قبلی فیزیکدانان به زیست‌شناسی وجود دارد. فرانیفلدر که جشن کلرادو به‌خاطر او برگزارشد، روی چین و تا خوردن پروتئین‌ها با نگاه به مفاهیم انرژی کار کرده‌است. واحدهای سازنده پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه هستند که از اتصال آن‌ها به یکدیگر، رشته درازی تشکیل می‌شود که پس از چین و تاخوردن به‌صورت مولکولی درشت، آرایش سه‌بعدی خاص خود را پیدا می‌کند.

فراینفلدر، مفهوم «چشم‌انداز انرژی» را مطرح کرد که در آن دره‌ها، حکم شکل‌های پایدار یک پروتئین را دارند و تپه‌ها، سدهایی دربرابر تغییرشکل‌ها هستند. اما برای بسیاری از زیست فیزیکدانان این پرسش مطرح است که آیا کارهای فراینفلدر روی پروتئین ذخیره‌کننده اکسیژن، میوگلوبین، به تعمیم‌های مفید دربارهٔ چین و تاخوردن پروتئین‌ها خواهدانجامید. پرسش دیگری که مطرح است این است که آیا شبکه‌های عصبی با همهٔ عظمتی که دارند واقعاً اعمال دستگاه عصبی را تقلید می‌کنند.

فراینفلدر به این نگرانی‌ها زیاد توجه نمی‌کند. او به میوگلوبین به‌عنوان سیستمی برای مطالعه رفتار ماده‌ای پیچیده می‌نگرد. او دوست دارد گفته ریاضیدانی به نام استانیسلاو اولام[14] را یادآوری کند که زمانی به او گفته‌بود: «نپرس فیزیک چه‌کاری می‌تواند برای زیست‌شناسی انجام دهد، بلکه بپرس زیست‌شناسی چه‌کاری می‌تواند برای فیزیک انجام دهد.»

اما هوپفیلد و دیگران عقیده دارند که اکنون لازم است فیزیکدانان و زیست‌شناسان مولکولی کنار هم بنشینند و راجع به این پرسش‌های مهم با هم بحث کنند. او می‌گوید: «واژه کُنش[15] در فیزیک وجود ندارد، اما فیزیکدانان قصددارند راجع به آن بدانند.» البته در این راه آنان باید از همفکری و مساعدت زیست‌شناسان بهره‌مند شوند. زمان با ما خواهدگفت آیا نسل جدید «فیزیکدانان زیست‌شناس» از این که ما فرزند تک و تنهای زیست‌شناسی شویم، جلوگیری خواهدکرد. اونوکی می‌گوید: «ما همیشه در زمین بازی دو گروه از بچه‌ها را مشاهده می‌کنیم. ما دورنمای روشنی را می‌بینیم. هرچند راه درازی را در پیش داریم، اما هرگز دلسرد نشده‌ایم و روزبه‌روز بر طرفداران ما افزوده می‌شود.»

راهنمای مطالعه: هانس فراینفلدر مولکول میوگلوبین را به عنوان ماده پیچیده مطالعه می‌کند.



زیرنویس

1. Hans Fraunefelder
2. Nernst
3. Max Delbruck
4. Francis Crick
5. Jose Onuchic
6. Laura Garwin
7. Adam Arkin
8. John Hopfield
9. Charles Stevens
10. Modular biology
11. Andrew Murray
12. Stanislas Leibler
13. Herbert Levine
14. Stanislaw Ulam
15. Function

منبع

Jonathan knight. Nature. vol 419. 19 Sep 2002

* حسن سالاری، کارشناس ارشد زیست‌شناسی و دبیر کمیته‌های علمی مجلات رشد در دفتر انتشارات کمک آموزشی است.

دکتر تونی فیلیپس
مترجم: مریم عباسیان

میدان مغناطیسی زمین به طور مرتب تغییر می کند

به گفتهٔ پژوهشگرانی که متوجه چگونگی و چرایی رفتار زمین شده‌اند، میدان مغناطیسی سیارهٔ ما مرتب تغییر می کند.

هر چند سال یک بار، لاری نیویت[1]، دانشمند مرکز تحقیقات زمین‌شناسی کانادا به شکار می‌رود. او با برداشتن دستکش‌ها، بادگیر، و قطب‌نمای عجیب خود جستی می‌زند داخل هواپیما و میان جزایر پراکنده و بر فراز کانادای قطبی می‌چرخد. گرچه به نظر می‌رسد چیز زیادی آنجا نباشد اما شکار نویت آنجاست؛ همواره در حرکت، جابه‌جا شونده و گریزپا.

شکار او روی قطب شمال مغناطیسی زمین است.

در حال حاضر قطب شمال مغناطیسی، در شمال کانادا در فاصلهٔ حدود ۶۰۰ کیلومتری نزدیک‌ترین شهر به ریزولوت بی[2] با جمعیت ۳۰۰ نفر، قرار گرفته است. جایی که روی بلوزهای معروف آن می‌توان خواند «ریزولوت بی آخر دنیا نیست اما می‌توان از آنجا آخر دنیا را دید.» نیویت آنجا برای خرید غذا و آذوقه مورد نیاز متوقف می‌شود و وقتی هوا بد می‌شود در آنجا پناه می‌گیرد. به گفتهٔ او «اغلب هوا بد می‌شود.»

مدت زمان زیادی است که دانشمندان می‌دانند قطب مغناطیسی جابه‌جا می‌شود. جیمز راس[3] برای اولین بار در ۱۸۳۱ بعد از سفری طاقت‌فرسا به قطب شمال که کشتی او به مدت چهار سال در میان یخ‌ها گیر کرد محل قطب را مشخص کرد.

هیچ‌کس نتوانست قبل از شروع قرن بعد به آنجا بازگردد. در ۱۹۰۴ روالد آموندسن[4] مجدداً قطب را یافت

و کشف کرد که حداقل ۵۰km در مقایسه با روزی که راس آن را یافته بود جابه‌جا شده است.

قطب در طول قرن بیستم باز هم جابه‌جا شد، با سرعت متوسط ۱۰ کیلومتر در سال به طرف شمال که اخیراً به گفتهٔ نیویت «تا ۴۰ کیلومتر در سال» شتاب گرفته است. با چنین سرعتی تا چند دههٔ آینده آمریکای شمالی را ترک می‌کند و به سیبری می‌رسد.

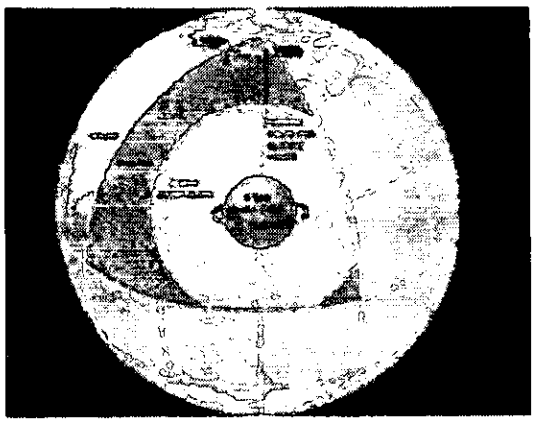
ردیابی قطب مغناطیسی شمال کار نیویت است. او می‌گوید: «ما معمولاً هرچند سال یکبار می‌رویم و محل آن را بررسی می‌کنیم. اما باید سفرهای بیشتری انجام دهیم زیرا اخیراً بسیار سریع جابه‌جا می‌شود.»

همین‌طور میدان مغناطیسی زمین به راه‌های دیگر هم تغییر می‌کند: برای مثال عقربه‌های قطب‌نماها در آفریقا یک درجه در هر دهه منحرف می‌شوند و به‌طور کلی میدان مغناطیسی از قرن ۱۹، ۱۰٪ تضعیف شده است.

وقتی پژوهشگران در جلسهٔ اخیر اتحادیهٔ ژئوفیزیک آمریکا این موضوع را مطرح کردند، روزنامه‌های زیادی این داستان را شرح دادند. عنوان تیترها عموماً به این صورت بود «آیا میدان مغناطیسی زمین از هم می‌پاشد؟»

احتمالاً نه. گرچه این تغییر جالب توجه به نظر می‌رسد. اما به گفتهٔ گاری گلاتزمایر[5] استاد دانشگاه کالیفرنیا: «این تغییرات به‌نسبت آنچه که میدان مغناطیسی زمین در گذشته انجام داده است خفیف است.»

گاهی این میدان به‌طور کامل برمی‌گردد. جای قطب‌های شمال و جنوب عوض می‌شود. این معکوس شدن‌ها که در خاصیت آهنربایی سنگ‌های قدیمی هم ثبت شده‌اند، غیرقابل پیش‌بینی هستند. آن‌ها در بازه‌های نامنظمی در حدود ۳۰۰/۰۰۰ سال اتفاق می‌افتند. آخرین آن‌ها ۷۸۰/۰۰۰ سال پیش رخ داد. آیا از موعد آن گذشته است؟ هیچ‌کس نمی‌داند. طبق آنچه گلاتزمایر می‌گوید، افت ۱۰ درصدی فعلی به آن معنی نیست که معکوس شدن قطب‌ها قریب‌الوقوع است. او می‌گوید: «این میدان همواره در حال کاهش یا افزایش است. ما این موضوع را از مطالعهٔ سابقه‌های دیرین مغناطیسی درمی‌یابیم.» میدان مغناطیسی فعلی زمین بسیار شدیدتر از مقدار معمولی آن است. گشتاور دوقطبی، معیاری از شدت میدان مغناطیسی، اکنون 8×10^{22} آمپر مترمربع است. این

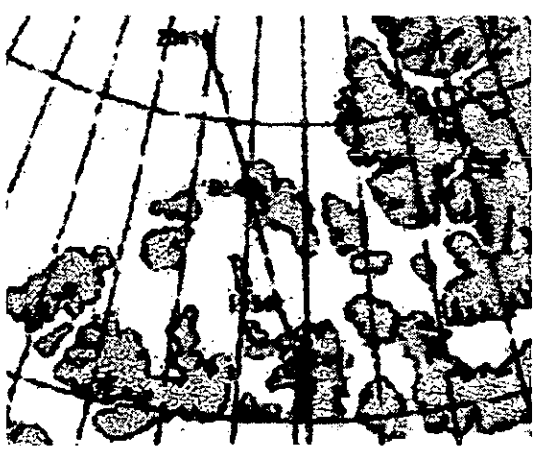


نمودار کلی از درون زمین، هسته خارجی منشا میدان مغناطیسی زمین است

دوبرابر مقدار میانگین آن ظرف یک میلیون سال یعنی 4×10^{22} آمپر مترمربع است.

برای شناخت این که چه اتفاقی درحال وقوع است گلاتزمایر می‌گوید باید سفری به مرکز زمین بکنیم که در آنجا میدان مغناطیسی تولید می‌شود.

در مرکز سیاره ما گوی جامدی از آهن به داغی سطح خورشید نهفته است. پژوهشگران آن را «هسته داخلی» می‌نامند. این درواقع دنیایی در درون دنیای دیگر است. عرض هسته داخلی ۷۰٪ ماه است. این هسته با آهنگ مخصوص به خود که ۰/۲° طولی در سال تندتر از زمین بالای آن است می‌چرخد، و اقیانوس مخصوص به خود را



حرکت قطب مغناطیسی زمین در کانادای قطبی از ۱۸۳۱ ـ ۲۰۰۱

دارد که لایهٔ بسیار عمیقی از آهن مایع به عنوان «هسته خارجی» است.

میدان مغناطیسی زمین ناشی از این اقیانوس آهن است که به لحاظ الکتریکی شاره‌رسانا و در حرکت یکنواخت است. هسته مایع خارجی که در بالای هستهٔ داغ داخلی قرار گرفته، می‌خروشد و مانند آبی که درون ماهیتابه‌ای روی اجاق روشن قرار دارد در تلاطم و جوشش است. به‌علاوه قشر خارجی دارای «توفندها» یعنی گرداب‌هایی است که توان خود را از نیروهای کوریولی دوران زمین می‌گیرند. این حرکت‌های پیچیده، خاصیت مغناطیسی سیارهٔ ما را از فرآیندی به نام اثر دینامو تولید می‌کند.

به کمک معادله‌های متناظر هیدرودینامیک، شاخه‌ای از علم فیزیک که با شاره‌های رسانا و میدان‌های مغناطیسی سروکار دارد، گلاتزمایر و همکارش پل رابرتز[6] مدل ابرکامپیوتری از درون زمین ساخته‌اند. نرم‌افزار آن‌ها هسته داخلی را گرم می‌کند، اقیانوس فلزی بالای آن را به حرکت درمی‌آورد سپس میدان مغناطیسی حاصل را محاسبه می‌کند. آن‌ها که خود را برای صدها هزار سال شبیه‌سازی می‌کنند و می‌بینند چه اتفاقی می‌افتد.

چیزی که آن‌ها شبیه‌سازی می‌کنند زمین واقعی است. میدان مغناطیسی زیاد می‌شود و کاهش می‌یابد، قطب‌ها جابه‌جا می‌شوند و گاهی هم برمی‌گردند. آن‌ها متوجه شده‌اند که این تغییرات معمولی است. چشمهٔ این میدان، یعنی هستهٔ خارجی، خروشان، پر پیچ و تاب و متلاطم است. به گفته گلاتزمایر «اوضاع در آن‌جا آشوبناک است.» تغییراتی که روی سطح سیارهٔ خود آشکار می‌سازیم علامت این بی‌نظمی داخلی است.

به‌علاوه آن‌ها متوجه شده‌اند که در هنگام برگشت مغناطیسی چه اتفاقی می‌افتد. چند هزار سال طول می‌کشد تا چنین برگشت‌هایی کامل شوند و در طول آن ـ برخلاف تصور متداول ـ میدان مغناطیسی صفر نمی‌شود.

به گفتهٔ گلاتزمایر: «میدان فقط کمی پیچیده می‌شود.» خطوط میدان مغناطیسی در نزدیکی سطح زمین پیچ و تاب برمی‌دارد و میدان‌های مغناطیسی از جاهایی سر برمی‌آورند که انتظار نداریم. برای مثال قطب جنوب مغناطیسی ممکن است از آفریقا یا قطب شمال از تاهیتی سر دربیاورد. خارق‌العاده است. اما هنوز هم میدان مغناطیسی سیاره‌ای است و هنوز هم ما را از تابش‌های فضایی و توفان‌های خورشیدی حفظ می‌کند.

و به عنوان پاداش، تاهیتی می‌تواند مکان بسیار مناسبی برای دیدن نورهای شمالی باشد. در چنین زمانی کار لاری نیویت متفاوت خواهد بود. به جای از سرما لرزیدن در ریزولوت بی می‌تواند از هوای گرم اقیانوس آرام جنوبی لذت ببرد و از جزیره‌ای به جزیرهٔ دیگر پرواز کند و هنگامی که شفق قطبی بالای سرمان می‌رقصد، قطب‌های مغناطیسی را شکار کند. تغییر مختصر، گاهی می‌تواند چیز خوبی باشد.

مدل‌های ابرکامپیوتری از میدان مغناطیسی زمین در طول برگشتن قطب‌ها

زیرنویس

1. Larry Newitt
2. Resolute Bay
3. James Ross
4. Roald Amundsen
5. Gary Glatzmaier
6. Paul Roberts

مرجع

http://www.rednova.com/news/stories/1/2003/12/30/story001.html

دانشمندان نور را به کانونی‌ترین حالت می‌رسانند

جک کوییلین هویت[1]
مترجم: مریم عباسیان
خبری از physicsweb

۱ دسامبر ۲۰۰۳

سه پژوهشگر در آلمان ادعا می‌کنند که نور را به کوچک‌ترین نقطه‌ای که تا به‌حال ممکن بوده کانونی توجه کرده‌اند. این سه نفر از دانشگاه ارلانگن-نورنبرگ[2] به کمک باریکهٔ شعاعی قطبیدهٔ لیزر هلیم-نئون لکه‌ای در حدود ۰/۰۶ میکرون مربع تولید کرده‌اند. این، تقریباً نصف اندازهٔ رکورد قبلی است.

روش‌های اپتیکی زیادی مانند لیتوگرافی، میکروسکوپی هم کانونی و ذخیره اپتیکی داده‌ها، از باریکه‌های نور بسیار کانونی استفاده می‌کنند. از آنجا که باریکه بسیار کانونی میدان الکترومغناطیسی شدیدی تولید می‌کند، این رهیافت می‌تواند برای کاوش یا دستکاری اتم‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

نکته اصلی در تولید لکهٔ رکورد شکن استفاده از باریکهٔ شعاعی قطبیده است. برای تولید آن محققان یک پرتو تک مُد لیزر هلیم-نئون را که دارای قطبش خطی است، موازی کرده و آن را از یک سوراخی ریزی که پس از آن یک واگردانگر قطبیدگی شامل چهار تیغهٔ نیم‌موج بود عبور دادند. طرح شدت پرتو خروجی دونات شکل بود. یک «حفره» با شدت صفر در مرکز و شدیدترین نور در اطراف لبه‌ها دیده می‌شد.

این گروه از روزنه‌ای حلقوی برای کانونی کردن باریکه استفاده کردند. این باعث شد که حفرهٔ دونات شکل کوچک شود و بخش اعظم میدان الکتریکی خود را خنثی کند و لکه‌ای با شدت زیاد با میدانی الکتریکی در عقب باریکه را به‌جا بگذارد.

طبق آنچه نویسندگان می‌گویند، کوچک‌ترین اندازهٔ لکهٔ حاصل از باریکهٔ شعاعی قطبیده که توسط ابزاری حلقوی کانونی شده است ۰/۱۶ انگستروم مربع است. اندازهٔ این لکه به‌طور قابل ملاحظه‌ای کوچک‌تر از اندازهٔ لکهٔ تولید شده در باریکهٔ خطی قطبیده که ۰/۲۶ انگستروم مربع و نور دایره‌ای قطبیده که ۰/۲۲ انگستروم مربع بود است.

زیرنویس

۱. Jacqueline Hewett گزارشگر اخبار در سازمان اپتیک و مجله اروپایی اپتیک و لیزر است.

2. Erlangen- Nurnberg

قطع و وصل نور

بلی دوم[1]
خبری از Physicsweb

۱۰ دسامبر ۲۰۰۳

فیزیکدان‌ها در آمریکا و روسیه روش جدیدی را برای «متوقف کردن» نور در گازی از اتم‌ها به نمایش گذاشته‌اند این گروه ادعا می‌کند این رهیافت جدید، کنترل بیشتری روی نور دارد و می‌تواند کاربردهایی در مخابرات نوری، اطلاعات کوانتومی و آزمایش‌های روی تک فوتون‌ها داشته باشد. نور در خلأ با سرعت ۳۰۰ میلیون کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کند. اما در سال‌های اخیر فیزیکدانان موفق به کند کردن تپ‌های لیزری تا سرعت‌هایی در حدود چندمتر در ثانیه در اتم‌های گازها شده‌اند و حتی توانسته‌اند نور را کاملاً متوقف کنند. این آزمایش‌ها بر مبنای فرآیندی به نام شفافیت القایی الکترومغناطیسی انجام می‌گیرند. با این همه، در این آزمایش‌ها، گاز فقط رد تپ لیزر را ذخیره می‌کند؛ اما شامل خود فوتون‌های واقعی نیست.

اکنون، میخائیل لوکین و همکارانش در دانشگاه هاروارد، مرکز اختر فیزیک هاروارد[2]، سیمتسونین و موسسه لبدوف در مسکو شیوهٔ جدیدی را ابداع کرده‌اند که در واقع فوتون‌های ساکن را در گاز ذخیره می‌کند. آن‌ها ابتدا تپ لیزر «سیگنال» کوتاهی را به گاز داغ اتم‌های روبیدیم که توسط یک باریکه «کنترلی» قوی روشن شده است شلیک می‌کنند. این تپ سیگنالی هنگام ورود به گاز کُند می‌شود، و با خاموش کردن پرتو کنترلی از تپ در اتم‌های روبیدیم ذخیره می‌شود. چنین آزمایش‌هایی قبلاً نیز انجام شده‌اند و تپ عموماً با روشن شدن مجدد لیزر کنترلی، باز تولید می‌شود.

با این همه، رهیافت هاروارد مسکو متفاوت است زیرا متکی به دو پرتو کنترلی است که در جهت‌های مخالف حرکت می‌کنند. علاوه بر باز تولید تپ سیگنال، پرتوهای کنترلی تداخلی نیز تولید می‌کنند که به گفتهٔ عضوی از گروه به نام میخائیل باجسی[3] «باعث می‌شود اتم‌های درون گاز مانند آینه‌های کوچکی عمل می‌کنند.»

بنابراین فوتون‌های بازتولید شده در تپ سیگنال بین این «آینه‌ها» به عقب و جلو نوسان می‌کنند. یعنی به طورکلی تپ در فضا بی‌حرکت می‌ماند. این تپ با خاموش کردن یکی از پرتوهای کنترلی می‌تواند آزاد شود.

«آزمایش‌های قبلی در مورد ذخیره‌سازی نور، فقط ردّ تپ‌های نوری را در فرآیندی تا اندازه‌ای شبیه به فرآیند تولید یک تمام نگاشت ذخیره می‌کند. بنابراین در محیطی که نور ذخیره می‌شود، هیچ سیگنال فوتونی موجود نیست. از طرف دیگر، آزمایش، سیگنالی از فوتون‌های واقعی را در بخار روبیدیم چنان «به دام می‌اندازد» که سیگنال کلی اصلاً حرکت نمی‌کند.»

زیرنویس

۱. Belle Dume نویسنده مطالب علمی در physics web است

2. Mikhail lukin

3. Michal Bajcsy

به یاد هوشنگ شریف‌زاده

شادروان هوشنگ شریف‌زاده پس از ۵۲ سال عمر پرثمر در آذرماه ۱۳۶۹ جان به جان‌آفرین تسلیم کرد.

با کوشش او راهنمای تدریس علوم برای دوره راهنمایی و کتاب معلم (با همکاری محمود بهزاد، احمد خواجه نصیر طوسی) و فیزیک دانشسرای مقدماتی و دانشسرای راهنمایی (با همکاری ماری شیبانی) و ترجمه فلمرو مکانیک (دینامیک و استاتیک) و فیزیک هاروارد (با همکاری احمد خواجه نصیر طوسی) و فیزیک PSSC (با همکاری احمد خواجه نصیر طوسی و ناصر مقبلی) و مقاله‌ها و کتاب‌های سودمند علمی دیگر تألیف و ترجمه و منتشر شده است.

شریف‌زاده، معلم، مترجم، نویسنده، ویراستار و مروج علم بود. جامعه علمی به‌خصوص فیزیک پیشگان فعالیت‌های بی‌دریغ او را در راه پیشرفت علوم ارج می‌گذارند و یادش را گرامی می‌دارند.

نامه‌ها

سردبیر محترم، سرکار خانم دکتر رهبر

باسلام

همچنان که می‌دانید کتابی در انجمن فیزیک به چاپ رسانده‌ام به نام فیزیک بی‌فیزیک. چندی پیش مجله‌ای به نام رشد آموزش فیزیک (شماره‌ی ۶۵ سال هجدهم) به دستم رسید. در بخش نامه‌ها آقایی با نام خوش‌بین خوش‌نظر چیزهایی نوشته‌است که جواب آن را همراه این نامه برایتان می‌فرستم. از شما که انسان بی‌طرف و حقیقت‌دوستی هستید و می‌دانم خرده‌حسابی هم با بنده ندارید، انتظار دارم جواب من را هم چاپ کنید. باور کنید که اگر به‌خاطر انجمن فیزیک نبود، هرگز جواب نمی‌دادم. (دائماً عربده با خلق خدا نتوان کرد.)

دوستدار:

خاطره حجازی

برادر گرامی جناب آقای خوش‌بین خوش‌نظر

در مجله‌ی رشد آموزش فیزیک شماره ۶۵ سال هجدهم نوشته‌بودید کتاب دیراک را برده‌اید انجمن فیزیک و آنها چاپ نکرده‌اند و گفته‌اند پول نداریم و ...نوشته‌بودید عوض کتاب دیراک، کتاب شاعره‌ای را چاپ کرده‌اند که مشهور به سرودن اشعار رمانتیک و عاشقانه است. نوشته‌بودید این کتاب فلان و بهمان بوده‌است و به مفت نمی‌ارزیده‌است. وا علما سر داده‌بودید که مجدلیه را به اینشتین ترجیح داده‌اند.

خوانندگان عزیز، کتابی که این آقای به‌قول خودش خوش‌بین و خوش‌نظر می‌گوید، اسم‌اش **فیزیک بی‌فیزیک** است و تهیه‌کننده‌ی این کتاب منم، یعنی خاطره حجازی. آقای خوش‌بین خوش‌نظر! نوشته‌بودید اسم کتاب و نام تهیه‌کننده آن را برای اینکه تبلیغ منفی نکنید، نمی‌برید. این به نظر من خیانت به مردم است. اگر این کتاب مزخرف بود، خب، نام می‌بردید تا مردم بخوانند و آبروی من برود. این گوشه‌زدن‌ها و در تاریکی پنهان شدن‌ها فکر نمی‌کنم کار یک مرد اهل عمل باشد.

حالا اگر می‌بینید پاسخ می‌دهم فقط به‌خاطر دفاع از انجمن فیزیک است. آن سال، یعنی سال هزار و سیصد و هشتاد، انجمن فیزیک واقعاً نمی‌توانست کتاب کسی را چاپ کند، و من چون شاعر عاشقانه‌ها هستم، کتاب فیزیک بی‌فیزیک را به خرج خودم به چاپ رساندم و باز چون شاعر عاشقانه‌ها هستم، یک ریال هم بابت حق‌التألیف دریافت نکردم. برای من همکاری با جامعه علمی کشورم مایه مسرت است. چرا که از آنها گرما، محبت و فهم و معرفت دیده‌ام. بهترین و زیباترین دعاهایم بدرقه راهشان باد! شما هم بهتر است نگویید خدایا! مال دیگری را بگیر! چرا به دیگری دادی، به من ندادی. بگویید: خدایا! اگر دلت خواست، من را هم فراموش نکن!

وقتی این دعا را کردید، می‌شوید خوش‌بین خوش‌نظر. راستی، نامی که به من داده‌بودید، شاعر عاشقانه‌ها، قشنگ‌ترین نامی بود که تابه‌حال شنیده‌ام. چرا که هدف من در زندگی رسیدن به عشق است. برای همین، دعا می‌کنم کتاب دیراک شما را هم بهترین ناشر موجود بگیرد و چاپ کند تا شما هم خوشحال باشید. آمین.

خاطره حجازی

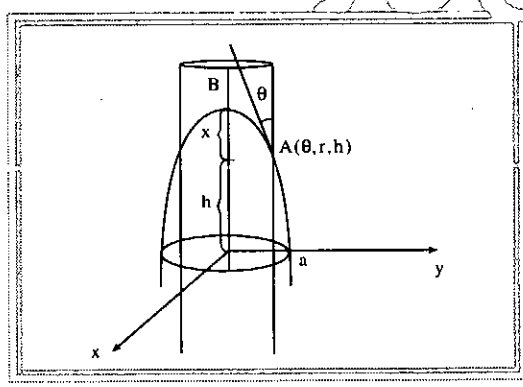
رونوشت: انجمن فیزیک

تقریب زدن
حجم جیوه داخل لوله آزمایش

محمدحسین پورسعید
گروه ریاضی دانشگاه لرستان

همان‌طور که می‌دانیم سطح بالای جیوه داخل یک لوله آزمایش تقریباً گنبدی شکل است و با بزرگ شدن قطر لوله، سطح بالایی آن پخ می‌شود. بنابراین ناحیه گنبدی‌شکل داخل لوله باریک مویین را قسمتی از یک بیضی‌وار فرض کرده و جهت تقریب زدن حجم قسمت گنبدی شکل روشی ارائه می‌کنیم.

وضعیت جیوه داخل لوله را به شکل زیر در نظر می‌گیریم؛ اندازه شعاع داخلی لوله را با r نشان می‌دهیم. محورهای مختصات را به گونه‌ای در نظر می‌گیریم که بالاترین نقطه روی سطح گنبدی شکل، درست بالای مبدأ مختصات در فضای سه‌بعدی باشد. یعنی:



بنابراین معادله بیضی‌وار با توجه به تساوی دو قطر آن (به واسطه موقعیت آن در داخل لوله) به صورت $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{a^2}+\frac{z^2}{(k+h)^2}=1$ است که به سهولت می‌توان مقدار k را با توجه به مدرج بودن لوله تشخیص داد ولی مقادیر a و h را با توجه به فرض‌های مسئله تعیین کرد.

با توجه به قرار داشتن نقطه A بر روی بیضی‌وار باید مختصات آن در معادله بیضی‌وار صدق کند. یعنی

$$\frac{r^2}{a^2}+\frac{h^2}{(k+h)^2}=1 \Rightarrow a^2=\frac{r^2(k+h)^2}{k^2+2kh} \qquad (1)$$

از طرفی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس می‌توان زاویه بین خط مماس بر رویه گنبدی شکل و جداره داخلی لوله را در نقطه تلاقی آن با جداره لوله (نقطه A) تعیین کرد. لذا اگر زاویه بین خط مماس بر سطح بیضی‌وار و جداره لوله در نقطه A را با θ نشان دهیم، رابطه بین θ و مشتق جزئی z نسبت به y در نقطه A به صورت زیر خواهد بود.

$$\left.\frac{\partial z}{\partial y}\right|_{(x,y,z)=(o,r,h)}=\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2}+\theta\right)=-\operatorname{Cotg}\theta$$

$$\frac{\partial z}{\partial y}=-\frac{y(k+h)^2}{za^2} \Rightarrow$$

$$\left.\frac{\partial z}{\partial y}\right|_{(x,y,z)=(o,r,h)}=-\frac{r(k+h)^2}{ha^2}=-\operatorname{Cotg}\theta$$

$$\Rightarrow a^2=\frac{r(k+h)^2}{-h\operatorname{Cotg}\theta} \qquad (2)$$

با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲) ابتدا مقدار h و سپس مقدار a را می‌یابیم.

$$h=\frac{-r^2}{r\operatorname{Cotg}\theta+2k}\ ,\ a=(k+h)\sqrt{\frac{-r}{h\operatorname{Cotg}\theta}}$$

با تعیین مقدار a و h، میزان تقریبی حجم ناحیه موردنظر برابر است با:

$$v=\iiint dv=4\int_h^{k+h}\int_o^{a\sqrt{1-\frac{z^2}{(k+h)^2}}}\int_o^{\sqrt{a^2-\frac{a^2z^2}{(k+h)^2}-y^2}} dx\,dy\,dz$$

$$=\frac{\pi a^2k^2(2k+3h)}{3(k+h)^2}$$

فکر کردن چیست؟

فاطمه ضمیری

فکرکردن و اندیشیدن عملی است که انسان مانند نفس کشیدن، غذاخوردن و راه‌رفتن روزانه انجام می‌دهد. به همین دلیل می‌پنداریم که اندیشیدن یک عمل عادی و ساده است.

لیکن باید توجه کرد که فکرکردن، فن است، هنر است و مانند هر هنر دیگر باید آموخت و در راه آموختن آن ذوق سلیم بکار برد.

فکر کردن و آموختن فن فکر کردن تنها کار اشخاص باسواد و یا در سطح معلومات عالی نیست، بلکه هر انسانی در هر پایه از معلومات و مقامات اجتماعی می‌تواند فکر کند، بیندیشد، و شیوه‌ای برای انجام اندیشه‌های خود بیابد.

روشنایی سواد، میدان دید و توانایی تفکر را گسترش می‌دهد و افق فکری را وسیع‌تر می‌سازد. این افق پردامنه و وسیع فرصت می‌دهد تا زمینه‌های مساعدتری جستجو شود و راه‌حل‌های مناسب‌تر و سودمندی به‌دست آید و شیوه‌ای که برای از قوه به‌فعل درآوردن اندیشه انتخاب می‌شود معقول‌تر و رساتر باشد.

تفکر سبب شناخت ارزش‌های اجتماعی، فلسفی و درک روابط علت و معلولی و نیز معرفت به پیوستگی کلیه مسائل مادی و معنوی که زندگی انسان را دربرگرفته است می‌شود. تفکر منطقی عامل درک علت‌ها و رفع موانع و گشایش راه‌ها و مایه پیشرفت و سازندگی جهان است.

اصولاً در تفکر ما می‌خواهیم قوانین کلی‌تر و ضوابط جامع‌تری بیابیم که حاکم بر روابط ما و جایگزین قوانین پیشین و روش‌های سنتی باشد.

هنگامی که انسان به شیء، موضوع یا مطلبی و پیوستگی‌های آن با موضوعات دیگر توجه می‌کند عمل تفکر را انجام می‌دهد.

فکر کردن فعالیتی روانی است و در این فعالیت روانی حواس و نیروهای دیگر به انسان کمک می‌دهند. در هر تلاش و فعالیت فکری حرکت وجوددارد، حرکتی که از معلومات ساده و ابتدایی (یک نقطه روشن) آغاز شده و به جلو می‌رود، تا مجهولات را مکشوف سازد.

در این حرکت راه‌پیما یا متفکر ممکن است به مسیرهای گوناگون برخورد نماید. پیروزی متفکر در این است که مسیر راه‌پیمایی فکری خود را سنجیده انتخاب کند و از بیراهه‌ها بپرهیزد.

راهی را که فکر می‌پیماید و روشی را که متفکر برای راه‌پیمایی درست فکری انتخاب می‌کند منطق می‌گوییم. پس منطق قواره‌ای است که فکر را از خطا بازمی‌دارد و به انسان راه درست فکرکردن را می‌آموزد. بنابراین، پس از انتخاب مبدأ فکر باید مسیر مناسب برگزیده شود تا راه‌پیما(متفکر) به مقصد و کشف موردنظر خود برسد.

بیهوده نیست که اسلام ارزش یک ساعت تفکر را برابر ارزش عبادت هفتادساله می‌داند و تذکر می‌دهد که در آیات خدا و در این جهان پهناور به تفکر بپردازید و خود مستقلا به راز هستی آگاه شوید و پژوهش خود را برای نیل به کمال معرفت و درک واقعیت‌ها ادامه دهید.

مارکوس اورلیوس فیلسوف بزرگ می‌گوید: «زندگی ما ساخته افکار خودمان است.» و دکارت جسورانه فریاد برمی‌آورد که: «می‌اندیشم پس هستم.» این موارد به خوبی می‌رساند که زندگی و تحرک که مایه حیات است تابعی است از اندیشه و تفکر. یعنی فکر سازنده، خلاق و راهبر است. دکارت دلیرانه اصل حجیت اقوال را از پیش روی گذرگاه ترقی فکر و آزاداندیشی برداشت و گفت انسان نباید بدون چون‌وچرا گفته‌های گذشتگان را بپذیرد و شایسته است خود درباره این

گفته ها بیندیشد و دلایل کافی برای قبول به‌دست آورد.

امام محمد غزالی سال‌ها پیش از دکارت اندیشمندانه در همه چیز از معقولات گرفته تا محسوسات شک می کند تا خود دانش و ادراک واقعی را از راه تفکر آزاد و بی قیدوشرط و دور از تأثیر گفته های معلم و قیل وقال مدرسه و محفوظات ذهنی خویش به‌دست آورد.

مولوی می گوید:

ای برادر تو همه اندیشه‌ای

مابقی خود استخوان و ریشه‌ای

و با این بیان رسا بشر و حیات بشر جز فکر و اندیشه چیزی نیست. بشر تا فکر دارد آدم است و به مجرد زائل شدن اندیشه اش، تنها جسد او، یعنی مشتی مادهٔ برهم فشرده است.

سقراط جهان را بدون تحقیق و تفحص درخور زیستن نمی شناسد. هگل فیلسوف آلمانی معتقد است که ماده فکر است. و سرانجام عده‌ای از فلاسفه معتقدند که جهان ماده یا خارج جز فکر چیزی نیست و از اینجا مکتب اصالت فکر پدیدارمی شود.

بشر از زمانی که به خودشناسی و محیط شناسی آگاه شد و به چندی، چونی و چیستی توجه کرد برای اندیشیدن درست و جدایی فکر درست از نادرست به تکاپو و جنبش برخاست و این تلاشی است ارزنده که پایه گذار تمدن و فرهنگ و باورداشت های انسان به شمار می رود.

شیوه‌ای که اندیشیدن از گذشته های دور برای جست‌وجوی حقایق علمی برگزیده بودند دو راه بود. یکی از راه تعقل که در این راه کوشش می شود قضایای حیات بشر و آنچه در پیرامون انسان می گذرد بر اصول عقلانی استوار شود و پیشروان این شیوه متفکران یونان باستان هستند که فلسفه مشاء را پی ریزی کردند. پایه این فلسفه بر تعقل و منطق و استدلال و بررسی پیگیر آموزش، بحث و فراگیری قرار گرفته است. درواقع اصل قواعد مشاء بحث و برهان است و این فلسفه برای بحث و تحقیق روشی استوار است.

راه دیگر بر پایه وارستگی از دلبستگی ها، ترک بحث و استدلال، سیروسلوک معنوی و نیز تکیه بر گفتار پیشوایان دینی، یا متفکران و فلاسفه استوار است. در این طریقه کافی است که ارتباط موضوع مورد بررسی با یکی از منابع نامبرده روشن گردد و در این صورت اقوال به منزله برهان قاطع به شمار می رود و هرگونه تلاش فکری از بشر سلب می شود.

.راه های فکر کردن

ـ برای فکرکردن درست، نخست باید موضوع یا مشکل را به‌روشنی شناخت.

– معلومات ابتدایی را که درباره موضوع وجود دارد ارزیابی کرد.

– اوضاع و احوال روز و راه‌های مناسب را از نظر گذرانید.

– سود و زیان هریک از راه‌ها را سنجید.

– از وقایع تاریخی و اجتماعی و پیشامدهای مشابه بهره‌برداری کرد و علل و نتایج و بستر وقایع را شناخت.

– روشن ساخت که آیا در هر شرایطی علل مشابه حوادث و نتایج مشابه به بار می‌آورد یا نه.

– در انگیزه‌ها بررسی کرد و رابطهٔ میان علت و معلول را جست‌وجو نمود.

– اجازه نداد فکر شاخه به شاخه بپرد و در مسیرهای گوناگون قرارگیرد، مگر آنکه موضوع‌ها با هم ارتباط و پیوستگی داشته باشند.

– چندی، چونی و چیستی اشیاء را باید شناخت.

– تمام نیروی فکری را روی موضوع موردتفکر متمرکز ساخت و آنرا روشن‌تر و گویاتر مشاهده نمود تا بهتر تجزیه و تحلیل کرد.

–مفاهیم و نتایج روابط و قوانین علمی را باید با هم مقایسه کرد.

– از تجربه و ممارست خود به‌موقع گرفت.

– به محسوسات و مشاهدات توجه کافی مبذول داشت.

– در درک رابطه موضوع‌ها دقت کرد.

– به بیداری وجدان علمی باید توجه داشت تا هدف درک حقیقت باشد.

– تقسیم‌بندی موضوعی و زمانی را درنظر گرفت و مکان را نادیده نگذاشت.

– مفاهیم کلی را به مفاهیم جزیی‌تر تجزیه کرد.

– دقت را از دست نداد.

– به تناقض‌ها توجه کرد.

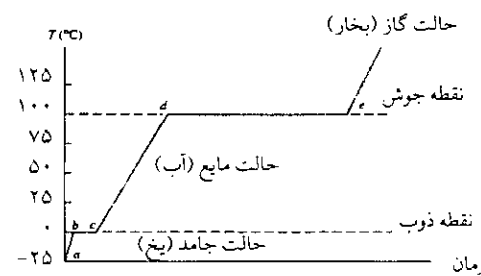
– کنجکاوی و رازجویی

و نهراسیدن نیز از نکته‌های مهم است.

بازنگری به مبحث
تغییر فاز

محمدرضا خوش بین خوش نظر
skhoshbin@yahoo.com

امسال وقتی مبحث تغییر فاز درس فیزیک I رشته‌های مهندسی را دوباره تدریس می‌کردم، نمودار T-t (دما برحسب زمان) [شکل ۱] را رسم کردم و جمله‌های همیشگی زیر را بیان داشتم:



«برای نشان دادن نحوهٔ تغییر فازها فرض کنید مقداری یخ $-25^{\circ}C$ را از یک فریزر برداشته و در ظرفی که دماسنجی درون آن و پیچه‌ای الکتریکی جهت گرم کردن بیرون آن قرار داشته باشد، قرار دهیم. پیچهٔ مذکور گرما را با آهنگی ثابت به یخ می‌دهد. دستگاه را با پوششی عایق از محیط خارج کرده‌اند تا گرمایی با خارج مبادله نشود. ملاحظه می‌شود که دمای یخ با آهنگ ثابت و طبق بخشی از نمودار که از a تا b رسم شده است بالا می‌رود تا به $0^{\circ}C$ برسد. همین که دما به $0^{\circ}C$ رسید یخ شروع به ذوب شدن می‌کند، یعنی از جامد به مایع تغییر حالت می‌دهد...» یکی از دانشجویانم اعتراض کرد و گفت عملاً در آزمایشگاه چنین وضعیتی رخ نمی‌دهد و ادعا کرد که بارها و بارها این آزمایش را تکرار کرده است. من با این که خود تا به حال این آزمایش را انجام نداده بودم، او را نکوهش کردم: «که تو می‌خواهی با این سواد ناچیزت علم ترمودینامیک را زیر سؤال ببری...» ولی خوشبختانه دانشجو کاملاً مصر بود و درنهایت مرا واداشت که با او این آزمایش را تکرار کنم و درنهایت به نتیجه‌ای رسیدم که به نظرم نتیجه‌ای درخور است که باید در مبحث تغییر فاز لحاظ گردد. مگر آنکه واقعاً هدف مؤلفان از طرح چنین مبحثی در کتاب‌های درسی همان باشد که در اینجا آمده است. که اگر چنین باشد، این بیان الکن است؛ چرا که من در پی ۸ سال تدریس مکرر این مبحث، پیش از انجام این آزمایش، همان ذهنیت کلیشه‌ای را که از این مبحث به هر ذهنی متبادر می‌شود داشتم. و اما آزمایش:

وسایل آزمایش- دماسنج دیجیتال (که در برابر فشار بالای مرکز یخ مقاوم باشد)، یک قطعه یخ استوانه‌ای، یک ظرف استوانه‌ای، چشمهٔ گرم همدما (مثلاً یک مخزن آب $24^{\circ}C$)، کرونومتر.

نحوهٔ کار- سر کاوهٔ دماسنج را طوری بر روی یخ قرار می‌دهیم که درست در مرکز آن قرار گیرد و چشمهٔ گرم را، بر فرض، در دمای $24^{\circ}C$ ثابت می‌کنیم و از آنجا به نتیجه‌های زیر می‌رسیم:

نتیجه

همان‌طور که در بالا مشاهده می‌شود وقتی که دمای یخ به $0^{\circ}C$ می‌رسد حدود $\frac{1}{3}$ یخ آب شده است و بنابراین این ادعا که یخ از دمای $0^{\circ}C$ شروع به تغییر حالت همدما می‌کند نادرست است. پس چنین به نظر می‌رسد که فرایند تبدیل: یخ منفی ← یخ صفر ← آب صفر ← آب مثبت تنها در حالت دیفرانسیلی (برای اجزای تشکیل‌دهنده) برقرار است و برای یخ که ماده‌ای با ضریب رسانش گرمایی است، برقرار نیست. برای آن‌که نقطهٔ مرکزی یخ به دمای صفر درجه برسد، مقداری از یخ تبدیل به آب می‌شود. به عبارت دیگر برای ذرات غیردیفرانسیلی به خاطر وجود ضریب رسانش گرمایی نمی‌توان به طور مستقیم از روابط تغییر فاز ترمودینامیکی استفاده کرد و باید با در نظر گرفتن ضریب رسانش گرمایی، همراه با کم شدن قطر یخ از آن استفاده کرد.

زمان (دقیقه و ثانیه)	دما (°C)	ملاحظات
۰′,۰۰″	-۴/۲	ورود ظرف یخ به چشمهٔ گرم
۰′,۳۰″	-۴/۱	
۱′,۰۰″	-۴/۰	
۱′,۳۰″	-۳/۶	حباب‌های هوا بین دیوار و لبهٔ بالایی یخ
۲′,۰۰″	-۳/۰	دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ وجود آب
۲′,۳۰″	-۲/۵	است.
۳′,۰۰″	-۲/۱	
۳′,۳۰″	-۱/۷	
۴′,۰۰″	-۱/۴	
۴′,۳۰″	-۱/۲	مقدار آب به قدری زیاد شده است که
۵′,۰۰″	-۱/۰	تقریباً یخ به حالت شناور درآمده است.
۵′,۳۰″	-۰/۸	
۶′,۰۰″	-۰/۷	
۶′,۳۰″	-۰/۶	
۷′,۰۰″	-۰/۵	
۷′,۳۰″	-۰/۵	
۸′,۰۰″	-۰/۴	یخ لحظه به لحظه کوچک‌تر و بیشتر
۸′,۳۰″	-۰/۴	شناور می‌شود.
۹′,۰۰″	-۰/۳	
۹′,۳۰″	-۰/۳	
۱۰′,۰۰″	-۰/۲	
۱۰′,۳۰″	-۰/۲	
۱۱′,۰۰″	-۰/۲	
۱۱′,۳۰″	-۰/۲	
۱۲′,۰۰″	-۰/۱	
۱۲′,۳۰″	-۰/۱	
۱۳′,۰۰″	-۰/۱	
۱۳′,۳۰″	-۰/۱	
۱۴′,۰۰″	-۰/۱	
۱۴′,۱۵″	۰/۰	در حدود $\frac{۱}{۳}$ یخ آب شده است و ظرف از چشمه گرم خارج می‌شود.

شکل ۱ـ نمودار تغییر فازی که ترمودینامیک پیشنهاد می‌کند.

بررسی میدان مغناطیسی زمین به کمک

قانون القای فاراده

ای . جیم و ام . بی . لورد
مترجم : محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

در کتاب‌های درسی فیزیک مقدماتی اغلب از یک عقربهٔ مغناطیسی جهت بررسی میدان مغناطیسی زمین استفاده می‌کنند . امّا میدان مغناطیسی زمین ضعیف است و مقدار میانگین آن حدود $۶/۵ \times ۱۰^{-۵}$ T است[۱] . به جای این روش می‌توان با وسایل ساده‌ای به طراحی آزمایش‌های ساده‌ای برای دانش‌آموزان پرداخت که جریان القایی و نیروی الکترودینامیکی‌ای که عامل آن میدان مغناطیسی زمین است را نشان دهد و به نتایج مطلوبی هم برسد . چند نمونه از این آزمایش‌ها در این جا شرح داده می‌شود .

بررسی القای الکترومغناطیسی

مهم‌ترین ابزار مورد نیاز ، یک رسانای قابل انعطاف به طول حدوداً ۲۰ متر است . به نظر ما یک سیم مسی با سطح مقطع $۱mm^۲$ یا کمی بزرگ‌تر که با پوششی پلاستیکی پوشیده شده است کارکرد بهتری دارد . چنین رسانایی مقاومت به حدّکافی پایینی دارد . همین‌طور به یک میلی آمپرمتر (ac با بُرد تا ۱mA) و یک پایهٔ آزمایشگاهی سنگین نیازمندید .

پایه‌ای را در یک انتهای اتاقی طویل یا کریدوری قرار دهید و میانهٔ سیم رسانا را روی آن گره بزنید . همین طور می‌توانید آن را به دستهٔ در یا بر روی قلّابی که بر روی دیوار تعبیه شده است گره بزنید . (اگر آزمایش را در هوای آزاد انجام می‌دهید ، می‌توانید از تیر برق و یا درخت استفاده کنید) . گیره‌های میلی‌آمپرمتر را به دو انتهای رسانا وصل کنید . تقریباً نیمی از طول رسانا (که آن را N می‌نامیم) ، بدون حرکت روی زمین رها کنید . آزمایشگر نیمهٔ دیگر رسانا (که آن را L می‌نامیم) ، از روی زمین بلند کرده و آن‌را به صورت افقی نگاه می‌دارد تا به روشی که ارائه خواهد شد آن‌را حرکت دهد . (اگر آزمایش را در فضای آزاد انجام می‌دهید حتماً بررسی کنید که هیچ چشمهٔ مصنوعی میدان مغناطیسی از قبیل خطوط انتقال برق یا ایستگاه‌های برق در آن نزدیکی‌ها نباشد)

تا وقتی که هر دو بخش رسانا بی‌حرکت هستند ، میلی آمپرمتر هیچ جریانی را نشان نمی‌دهد . با تکان دادن بخش L رسانا در امتداد صفحه‌ای افقی ، یک موج ایستاده تولید می‌شود . دامنهٔ این موج ایستاده باید در حدود چند ده سانتی‌متر ، طول آن در حدود 2L و بسامد تکان دادن آن باید در حدود ۱ تا ۲ هرتز باشد . بنابراین همهٔ اجزای در حال حرکت رسانا به طور عمودی مؤلّفهٔ عمودی میدان مغناطیسی زمین را قطع می‌کنند . مجموع نیروهای محرکهٔ الکتریکی القاء شده در این اجزاء باعث جریانی می‌شوند که میلی آمپرمتر آن‌را نشان می‌دهد .

حال همین آزمایش را با تکان دادن بخش متحرک سیم در صفحه‌ای عمودی تکرار کنید . اثر مشاهده شده عین آزمایش قبلی است . در این حالت جریان القایی بر اثر قطع عمودی مؤلّفهٔ افقی میدان مغناطیسی زمین به وجود آمده است . حال اگر بخش متحرک L را بتوان به صورت حلقوی چرخاند ، جریان القاء شده نتیجه‌ای از برخورد اجزاء رسانا با هر دو مؤلّفهٔ میدان مغناطیسی زمین خواهد بود .

بدین ترتیب با تغییر زاویهٔ جهت حرکت بخش متحرک رسانا با صفحهٔ نصف‌النّهار مغناطیسی ، می‌توان تأثیر پارامترهای دامنه و بسامد تکان دادن را بر روی شدّت جریان القاءشده بررسی کرد .

ترغیب دانش‌آموزان به حرکت‌هایی دیگر کاری ارزشمند است . اگر بخش قابل حرکت با بسامدی که موج‌های ایستاده‌ای با همان طول یا n ($n=۱/۲/۰۰۰$) برابر بزرگ‌تر از L تولید می‌کنند حرکت کند ، میلی آمپرمتر هیچ جریانی را نشان نخواهد داد . این به آن دلیل است که هر دو نیمهٔ قابل حرکت رسانا در آنِ واحد در جهت‌های متضادی حرکت می‌کنند و «مجموع» نیروهای محرکهٔ الکتریکی القاء شده در آنها برابر صفر می‌شود . اگر هر دو قسمت رسانا (L،N) را با هم حرکت بدهیم اثر مشابهی حاصل می‌شود (برای کاستن از حرکت مستقل سیم‌ها ، آنها را با یک نوار چسب و یا بند به هم بپیوندید) .

بررسی نیروهای الکترودینامیکی

برای دانش‌آموزی که طرح تحقیقاتی او در زمینهٔ الکترودینامیک است، یک چارچوب سبک ساده سوار کنید. این ساختار شامل پایه‌ای است که به میله‌ای افقی وصل شده است و پرچمی متشکل از ورقه‌ای آلومینیمی از روی آن آویخته شده است. کار را با ورقه‌ای به ابعاد حدوداً ۲۸۰mm آغاز کنید. یک بخش U- شکل چارگوش را طوری ببرید که از لبهٔ کناری و قاعدهٔ آن حدوداً ۲۵cm از ورقه باقی بماند. دو لبهٔ کناری را به پهنای حدوداً ۵cm تا بزنید. و آنگاه قاعده را حول میلهٔ کوچکی به قطر حدوداً ۶mm بپیچانید. سپس لبه‌های لولهٔ حاصل را محکم بچسبانید و میله را به دقت بیرون بیاورید (این ساختار باعث استحکام چارچوب می‌شود). میلهٔ افقی را عایق‌بندی کنید و دو لبهٔ آلومینیمی کناری را، مطابق شکل، با گیره‌های دهانه سوسماری K به آن وصل کنید.

دو خط انتقال جریان W را به هریک از دو گیره وصل کنید. برای کمینه کردن میدان مغناطیسی تولید شده توسط این دو رسانا، آنها را به دور هم بپیچانید و عمود بر پوشش عایق قرار دهید. چارچوب را از وزش باد و نیز چشمه‌های مصنوعی میدان مغناطیسی مصون بدارید. دو خط جریان را به یکسو ساز کوچک یا باتری‌هایی که جریان الکتریکی کوچکی به شدت ۲ تا ۵ میلی‌آمپر در چارچوب آلومینیمی ایجاد می‌کنند وصل کنید. چون این چارچوب بسیار سبک است، لبهٔ پایینی تحت اثر میدان مغناطیسی زمین چندین سانتی‌متر تاب می‌خورد. پرچم حول محور عمودی می‌چرخد و می‌توان رابطهٔ بین انحراف چارچوب از زاویه‌ای که با صفحهٔ نصف‌النهار مغناطیسی زمین می‌گذرد را تحقیق کرد.

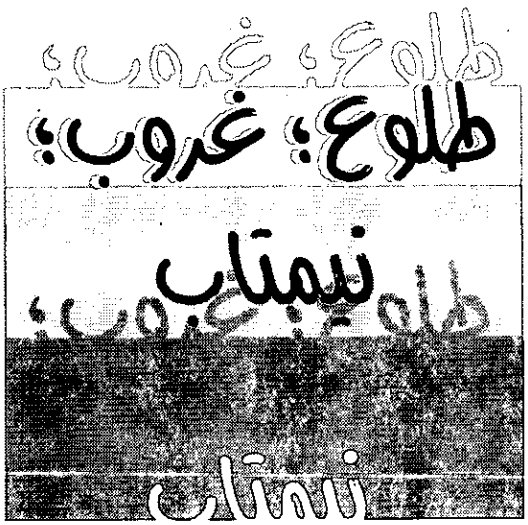
توضیحات

دانش‌آموزانی که فریفتهٔ این آزمایش‌ها شده‌اند از شما به خاطر سادگی و جذابیت این آزمایش‌ها سپاسگزار خواهند شد. چنین آزمایش‌هایی که به طریق کیفی به انجام رسیده‌اند نمایانگر وضعیت‌هایی هستند که با مسائل خاصی سرو کار دارند و دانش‌آموزان را به اندیشیدن وامی‌دارند. در واقع، به منظور یک تحلیل مفصل‌تر کمّی، ما از آزمایش‌های کیفی‌ای که در تمرینهای آزمایشگاهی برای تعیین میدان مغناطیسی زمین به انجام رسیده‌اند، استفاده کرده‌ایم.

مرجع

[1] A. Jame and M.P. Lord, Macmillan's Chemical and Physical Data (Macmillan London, 1983)

* The physics Teacher, Feb. 1999.



مترجم: صمد غلامی

خط افق

اگر کسی روی سطح زمین یا نزدیک آن قرار بگیرد؛ به نظر او زمین کاملاً صاف و یکدست است. و بنابراین همانند یک صفحه خواهد بود. آسمان شبیه یک نیمکره گنبدی‌شکل است که فقط نیمی از آن در دیدرس است. اگر چیزی مانع دید نباشد محل برخورد ظاهری آسمان با سطح زمین افق است که کره‌ای به مرکز ناظر به نظر می‌رسد. برای محاسبه‌های طلوع و غروب چشم‌ناظر در سطح زمین در نظر گرفته می‌شود بنابراین، خط افق از نظر هندسی زاویهٔ ۹۰ درجه با راستای قائم می‌سازد.

طلوع و غروب

در طول یک شبانه‌روز زمین بر اثر حرکت وضعی یک بار به دور خود می‌گردد که این پدیده باعث ایجاد طلوع و غروب می‌شود. تمام اجسام آسمانی ـ ستاره‌ها و سیاره‌ها به نظر می‌رسد که در آسمان از یک نقطهٔ خاص در مشرق به محلی در خلاف آن در مغرب حرکت می‌کنند. جالب

توجه‌ترین و با اهمیت‌ترین این رویدادها از نظر کارهای روزمرهٔ ما طلوع و غروب ماه و خورشید است. چون ماه و خورشید قرص‌های کروی به‌نظر می‌رسند نه دو نقطهٔ نورانی؛ و هر تعریفی از طلوع و غروب باید دقیق باشد به طوری که هیچ جرم آسمانی دیگر نتواند نظیر آن را ایجاد کند.

طلوع و غروب خورشید

معمولاً مربوط به زمانی است که لبه بالایی قرص خورشید روی افق قرار دارد که مانعی سر راه آن و به مکان مورد بررسی قرار نگرفته باشد. شرایط جوی را میانگین در نظر می‌گیریم و مکان منطقهٔ سطحی از کرهٔ زمین.

طلوع غروب ماه

مانند خورشید معمولاً زمانی در نظر گرفته می‌شود که لبهٔ بالایی قرص ماه روی افق است. اما طلوع و غروب ماه در هر لحظه از ۲۴ ساعت روز ممکن است رخ دهد. و بنابراین می‌توان ماه را در طول روز هم دید و می‌توانیم شبهایی بدون ماه داشته باشیم. همین طور ممکن است که طلوع و غروب ماه برای یک مکان خاص در یک تاریخ معلوم اتفاق نیفتد.

زمان گذر

زمان گذر جرم آسمانی مربوط به لحظه‌ای است که مرکز آن از یک خط فرضی در آسمان می‌گذرد. این خط نصف‌النهار ناظر است که از شمال به جنوب امتداد دارد. برای یک ناظر در عرضهای جغرافیایی کم تا متوسط گذر تقریباً وسط طلوع و غروب آفتاب است. و زمانی را نشان می‌دهد که جسم در یک روز معین در بالاترین نقطه در آسمان قرار دارد. در عرضهای جغرافیایی بالایی؛ هیچ‌کدام از این گزاره‌ها صحیح نیست. برای مثال ممکن است چندین گذر بین طلوع و غروب وجود داشته باشد. گذر خورشید؛ ظهر خورشیدی محلی است. تفاوت میان زمانهای گذر ماه و خورشید کاملاً به وضعیت ماه بستگی دارد. ماه نو در همان زمانی می‌گذرد که خورشید؛ یک چهارم اول ماه، گذر آن حدوداً ۶ ساعت بعد از خورشید صورت می‌گیرد؛ ماه کامل حدوداً ۱۲ ساعت قبل یا بعد از خورشید عبور می‌کند و یک چهارم آخر ماه گذر آن ۶ ساعت قبل از خورشید صورت می‌گیرد.

نیمتاب

قبل از طلوع خورشید و بعد از غروب آن یک بازهٔ زمانی وجود دارد که در آن جوّ بالایی نور طبیعی را در نقطه‌هایی تأمین می‌کند که در نور مستقیم خورشید به آنها نمی‌رسد بلکه بازتاب قسمتی از آن از سطح زمین آن را روشن می‌کند. برخی فعالیت‌هایی در فضای آزاد را می‌توان در این بازه زمانی بدون استفاده از نور مصنوعی انجام داد. مقدار نور طبیعی در نیمتاب به شرایط آب و هوایی محلی و جوّی بستگی دارد. شرایط جوّی را به بهترین نحو می‌توان در محل و زمان رویدادها تعیین کرد. با وجود این می‌توان با تکیه بر موقعیت خورشید در زیر خط افق حدودی مفید، اگرچه تقریبی، قابل استفاده برای گروه زیادی از فعالیت‌ها به دست آورد.

نیمتاب محلی

طبق تعریف در صبح شروع می‌شود و عصر هنگامی که مرکز خورشید به لحاظ هندسی ۶ درجه زیر افق قرار گیرد پایان می‌یابد. این حدی است که در شرایط مساعد آب و هوا تابش کافی برای تشخیص روشن اشیاء زمینی وجود دارد؛ در شروع صبح یا اواخر بعدازظهر خط افق به وضوح مشخص است و در شرایط مناسب جوّی حتی در صورت نبود ماه و روشنایی، ستارگان هم مشاهده می‌شوند. صبح‌ها قبل از شروع نیمتاب محلی و بعد از ظهر بعد از پایان نیمتاب محلی نور مصنوعی برای انجام فعالیت‌ها و دید چشم مورد نیاز است. به هرحال، گاهی تاریکی کامل قبل از نیمتاب محلی در صبح و بعد از نیمتاب محلی در بعدازظهر پایان می‌یابد.

نیمتاب دریایی

طبق تعریف در صبح شروع می‌شود و در عصر هنگامی که مرکز خورشید ۱۲ درجه زیر افق است پایان می‌یابد. در هنگام شروع و پایان نیمتاب واقعی؛ در شرایط مساعد جوّی و در نبود هر نوع تابش برخی اشیاء روی زمین را می‌توان تشخیص داد ولی کارهای دقیق را نمی‌توان در فضای آزاد انجام داد و خط افق قابل تشخیص و مشاهده نیست.

نیمتاب نجومی

طبق تعریف در صبح شروع می‌شود و در عصر هنگامی که مرکز خورشید ۱۸ درجه زیر خط افق برسد؛ پایان می‌یابد.

قبل از شروع این نیمتاب نجومی در صبح و بعد از پایان آن در بعد از ظهر خورشید در روشنایی آسمان سهمی ندارد؛ دربازهٔ قابل توجهی پس از آغاز نیمتاب در صبح و قبل از پایان نیمتاب در عصر روشنایی آسمان چنان ضعیف است که غالباً قابل تشخیص نیست.

طلوع و غروب خورشید

برای اهداف محاسباتی؛ طلوع و غروب خورشید هنگامی رخ می‌دهد که فاصلهٔ سمت‌الرأس هندسی مرکز خورشید ۹۰/۸۳۳۳ درجه باشد. یعنی مرکز خورشید از نظر هندسی ۵۰ دقیقه کمانی زیر صفحه افق قرار گیرد. برای ناظری در سطح دریا با افقی مسطح و بدون مانع در شرایط جوی متوسط؛ لبهٔ بالایی خورشید مماس بر افق به نظر می‌رسد. فرورفتگی هندسی ۵۰ دقیقه کمانی از مرکز خورشید که برای محاسبات به کار می‌رود از افزودن شعاع میانگین ظاهری خورشید (۱۶ دقیقه کمانی) به میزان شکست جوی میانگین در افق ۳۴ دقیقه کمانی به دست آمده است.

طلوع و غروب ماه

طلوع و غروب ماه نیز به همین صورت تعریف شده است. اما وضعیت ماه به خاطر نزدیکی ماه و خروج از مرکز مدار آن از نظر محاسباتی پیچیده‌تر است. اگر محاسبات با استفاده از مختصات نسبت به مرکز زمین انجام شوند (که روش معمول است) آنگاه طبق تعریف طلوع یا غروب ماه هنگامی رخ می‌دهد که فاصله سمت‌الرأس هندسی برابر باشد با: اختلاف منظر افقی ماه - شعاع زاویه‌ای ظاهری ماه + درجه ۹۰/۵۶۶۶. در شرایط جوی عادی در سطح دریا؛ لبهٔ بالایی ماه مماس بر سطح افق بدون مانع به نظرمی‌رسد. وضعیت ماه در نظر گرفته نشده، یعنی ماه همواره قرصی در نظر گرفته می‌شود که در آسمان است و لبهٔ بالایی آن ممکن است تاریک باشد. در اینجا دوباره یک ۳۴ دقیقه کمانی ثابت (۰/۵۶۶۶ درجه) برای محاسبهٔ شکست در جو به کار رفته است. شعاع ظاهری ماه از ۱۵ تا ۱۷ دقیقه کمانی متغیر است و اختلاف منظر افقی آن از ۵۴ تا ۶۱ ثانیهٔ کمانی تغییر می‌کند. با افزودن تمام جمله‌های بالا، مرکز ماه در طلوع یا غروب از نظر هندسی ۵ تا ۱۰ درجه کمانی بالای «افق هندسی» ـ صفحهٔ افقی که از مرکز زمین می‌گذرد، و بر خط عمودی محلی ناظر عمود است، قرار دارد.

صحت محاسبات طلوع و غروب

زمانهای طلوع و غروب را نمی‌توان به دقت محاسبه کرد. چون در عمل زمانهای واقعی به شرایط غیر قابل پیش‌بینی جوّی بستگی دارند که در میزان شکست افق موثرند. بنابراین، حتی در شرایط ایده‌آل (مثلا آسمان صاف در سطح دریا) زمانهای محاسبه شده برای طلوع و غروب ممکن است چند دقیقه یا بیشتر خطا داشته باشند. موقعیت محلی (مانند قله‌های در سطح افق) و ارتفاع ناظر می‌تواند زمانهای طلوع و غروب را تحت تأثیر قرار دهد. و وارد کردن چنین اثراتی در محاسبه طلوع و غروب عملی نیست. صحت محاسبه طلوع و غروب در عرض‌های جغرافیایی زیاد کاهش می‌یابد. در آنجا تغییرات کوچک در شکست‌های جوّی می‌تواند زمان طلوع و غروب را تا چندین دقیقه تغییر دهد؛ زیرا ماه و خورشید زاویه بسیار کوچکی با افق می‌سازند. به همین علت در عرضهای جغرافیایی زیاد، ارتفاع مکان ناظر و توپوگرافی محلی بسیار مهم است و می‌تواند زمان این پدیده‌ها را نسبت به زمان واقعی آنها به طور اساسی تغییر دهند و حتی این تأثیرات تا اندازه‌ای موثر هستند که گاهی پدیده طلوع و غروب مشاهده نمی‌شوند.

نیمتاب

سه نوع نیمتاب تعریف می‌شود: محلی، دریایی و نجومی. نیمتاب محلی پیش از طلوع آفتاب آغاز و پس از غروب آن تمام می‌شود یعنی در هنگامی که فاصلهٔ سمت‌الرأس هندسی مرکز خورشید ۹۶ درجه است؛ ۶ درجه زیر سطح افق است. فاصله سمت‌الرأس خورشید مربوط به نیمتاب دریایی و نجومی ۱۰۲ و ۱۰۸ درجه است. یعنی در حد تاریکی نیمتاب دریایی؛ مرکز خورشید از نظر هندسی ۱۲ درجه زیر صفحه افق است و در حد تاریکی نیمتاب نجومی مرکز خورشید از نظر هندسی ۱۸ درجه زیر صفحه افق است.

IN THE NAME OF GOD

Roshd Physics Education Journal 68

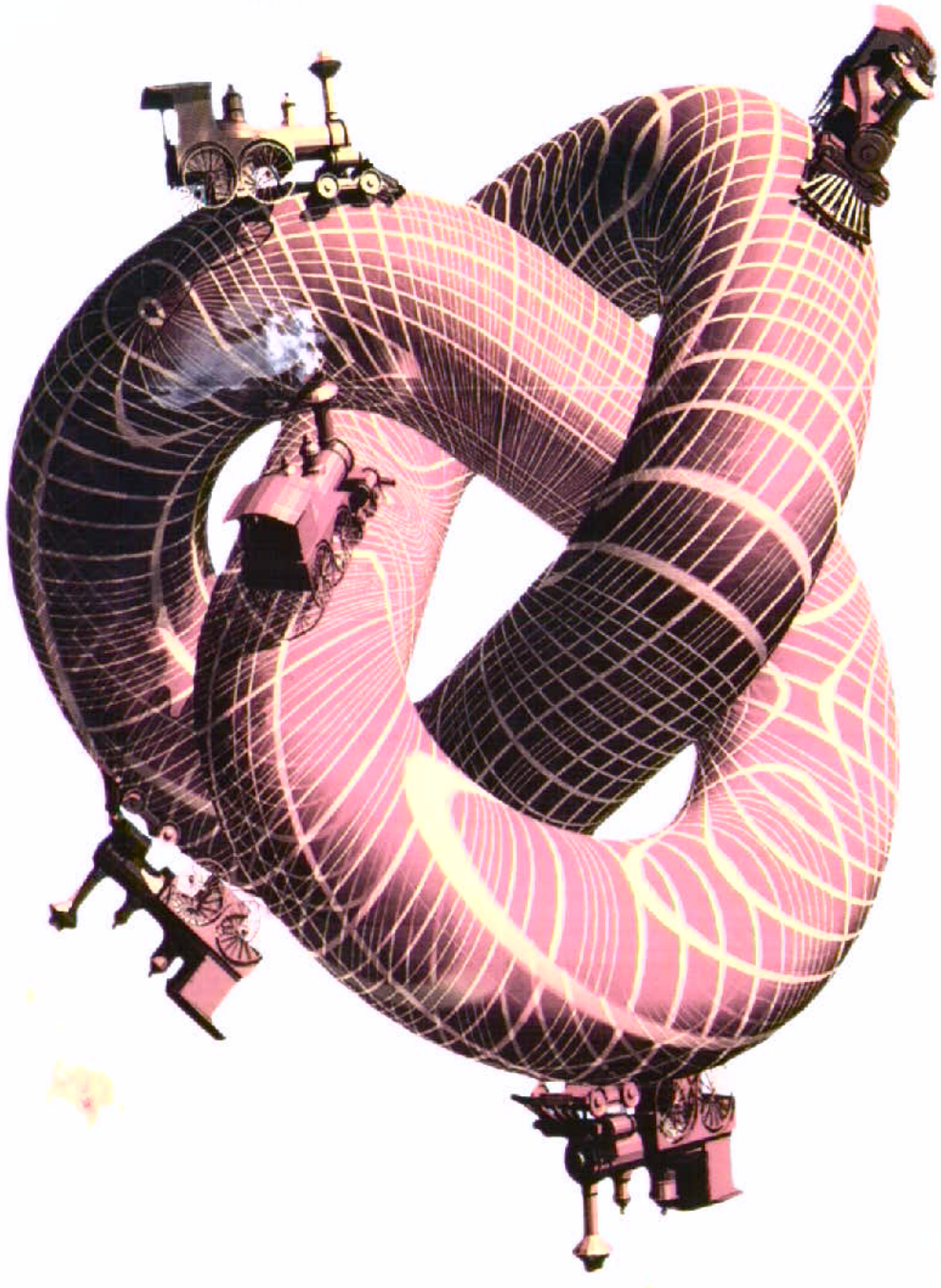
Vol.20 - No.68 - 2004
ISSN : 1606 - 917X

In Praise of Reason ◇ *by Editor* 2
How to use Internet for physics Eduction ◇ *by Rahim pour and M. Maleki* 3
Where did all the gravity go? ◇ *by Philip Ball* 6
Where does produces the science? ◇ *by E. Motamedi* 7
A Lesson plan ◇ *by M. Khalili* 10
Amorphous Materials ◇ *by R. Khalili* 13
The Gauss Rifle and Magnetic Energy ◇ *by Rabchuk A. James* 16
Warning! objects in Mirror Are Closer Than They Appear ◇ *by Ariel R. Libertun* 20
Rolling Motion ◇ *by A. Hakim* 22
Teacher and Study ◇ *by J. Riazi* 27
Making of a scientist ◇ *by R. Feynman* 29
Whad do you Think? ◇ *by H. olyaee* 34
Ultrasonic and Medical Imaging ◇ *by Douglas C. Giancoli* 35
Using the Binomial Theorem in Introductory Level Physics ◇ *by Roger Blickensderfer* 39
Phsics Puzzels and Answer to physics Puzzles ◇ *by M. Rahbar* 41
A Bridge Between Physics and Biology ◇ *by J. Knight* 44
Scientific News ◇ 49
In Memory of Hushang sharifzadeh ◇ 53
Letters ◇ 54
Estimating the volume of Mercury in a Test Tube ◇ *by M. HosseinPour Said* 55
What is Thinking? ◇ *by F. Zamiri* 56
A Review of Phase shift ◇ *by M. Khoshbin* 58
The study of Earth's Induction law ◇ *by A. Jame and M. P. lord* 60
Rise, set, and Twilight Definitinons ◇ 61

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

P.O. Box: 15875/6585
Department of Physics, Tehran-Iran

Managing Editor : Alireza Hajianzadeh
Editor-in-Chief : Manijeh Rahbar
Executive Director : Ahmad Ahmadi
Art Director : Mehdi Karimkhani
Graphic Designer : Parvaneh Hadipour
Editors : Ahmad Ahmadi,
Jafar Mehrdad,Rouhollah Khalili,
Manigeh Rahbar,



شکل و جهت زمان، بر اساس تئوری نسبیت اینشتین . بر اساس این تئوری
فضا و زمان، تفکیک ناپذیرند.

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

مؤسسه آموزش از راه دور

نظام

مجموعه ای با اهداف ملی و دارای اساسنامه مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی

آموزش

با ماموریت های آموزشی و پرورشی برای ایجاد فرصت یادگیری ، افزایش پوشش تحصیلی و استفاده از فناوریهای نوین آموزشی در دوره های راهنمایی متوسطه و پیش دانشگاهی

دور

بدون محدودیت های سنی جنسی و جغرافیایی در داخل و خارج از کشور

از راه

از راه آموزش‌های کتاب پایه
دیداری و شنیداری پایه
رایانه و شبکه پایه

www.distance-edu.org
روابط عمومی مؤسسه آموزش از راه دور