رشد آموزش فیزیک ۸۸

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک آموزشی
www.roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
فصلنامه ی آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی
دوره بیست و پنجم، شماره ی ۱، پاییز ۱۳۸۸
بها: ۴۵۰۰ ریال

- درحاشیه‌ی آموزش فیزیک و آزمایشگاه های مدارس
- فعالیت های میان رشته ای جذاب نجومی درطول روز
- پیشنهادی برای یادگیری فیزیک با نظام آموزشی فردی
- تدریس حالت جامد با مدل سازی

درخشش شعله ی شمع ناشی از آزاد شدن
انرژی به صورت نور مرئی است

بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک ۸۸

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

آموزشی، تحلیلی، اطلاع‌رسانی

دوره ی بیست و پنجم، شماره ی ۱، پاییز ۱۳۸۸

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

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۱۱۰۰۰ نسخه
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴-۳۷۰) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲
خط گویای نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴

ISSN: 1606-917x
www.roshdmag.ir

تصویر روی جلد: کلاس درس استاد تقی الدین ستاره شناس در قرن نهم هجری

سرمقاله (آموزش معلمان)/ احمد احمدی/ ۲
در حاشیه‌ی آموزش فیزیک و آزمایشگاه‌های مدارس متوسطه / حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش/ ۳
فعالیت‌های میان‌رشته‌ای جذاب نجومی در طول روز/ اس.سی.اروکا و همکاران/ ۵
مجسم کردن اثر دوپلر/ مارکوس ژیمنس و همکاران/ ۱۰
نمایش هیجان‌انگیز فیزیک/ یرل واکر/ ۱۴
مرزهای فیزیک/ منیژه رهبر/ ۱۹
پیشنهادی برای یادگیری فیزیک با نظام آموزش فردی (PSI) / علی انصاری، مسعود صدرالاشرافی/ ۲۳
تعیین عدد آووگادرو به کمک اثر هال/ احمد هواری/ ۳۱
مسابقات بین‌المللی فیزیک‌دانان جوان/ آزیتا سید فدایی/ ۳۴
علت سوختن وسایل برقی‌ای که با ولتاژهای ضعیف کار می‌کنند / حسن اتحاد مهرآباد/ ۳۸
اندازه‌گیری مدول یانگ به روش موازه/ جعفر امینی/ ۴۰
ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک/ جعفر مهرداد/ ۴۸
تدریس حالت جامد با مدل‌سازی/ نوشین نوری و همکاران/ ۵۳
چگونه آینه‌ها فوتون را بازمی‌تابانند؟/ دیوید بی‌یلو/ ۵۸
عالم به کجا منبسط می‌شود؟/ الکساندر کاشلینسکی/ ۶۱
ما و خوانندگان/ ۶۴
چگونه دانش‌آموز فعال و مستعد کلاس فیزیک را به‌کار گیریم؟ / عباس محمدزاده/ ۶۴

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

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

طراحی لوگو مجله: علیرضا جوادی

سرمقاله

آموزش معلمان

احمد احمدی

معلم‌ها چشم‌های بچه‌ها را به روی جهان باز می‌کنند و به آن‌ها حس کنجکاوی و اعتماد به نفس می‌دهند. در تمام سطوح آموزشی، از مهد کودک تا آموزش‌های عالی، برایِ هدایت بچه‌ها در گسترش ارزش‌های لازم برای صلح، عدالت، برابری، احترام و فهم متقابل، به معلم‌های شایسته نیاز است. کلاس‌های درس امروز، دروازه‌های دنیای فردا است. بدون معلم‌ها، آموزش معنی حقیقی خود را از دست می‌دهد. زیرا آموزش تنها بیان ساده‌ی اعداد و ارقام و بدیهیات زندگی نیست، آموزش تنفس است، به‌کارگیری توانایی‌هاست، آفرینش نگاهی تازه و کمک به بچه‌ها برای محقق ساختن رویاهایشان و ساختن دنیایی بهتر است.[1]

معلم‌های شایسته به بچه‌ها، نوجوانان و جوانان کمک می‌کنند تا جوهره‌ی حقیقی زندگی را بشناسند و ارزش‌های زندگی مانند اعتماد، احترام، گفت‌وگو و تفکر انتقادی را گسترش دهند. به همین دلیل است که ما معتقدیم هر بچه‌ای حق دارد از آموزش به وسیله‌ی معلمانی شایسته بهره‌مند شود.

آموزش با کیفیت به کمک معلمان شایسته حاصل می‌شود. شرایط کاری بهتر برای معلمان به معنای شرایط یادگیری بهتر برای دانش‌آموزان است.[2]

این که فردی هر چند علاقه‌مند اما تربیت نشده را [منظور فردی است که آموزش‌های لازم را برای حرفه‌ی معلمی ندیده است] در برابر تعدادی دانش‌آموز قرار دهیم و او را معلم بنامیم، کافی نیست. در این خصوص راهی میان‌بر برای تأمین آموزشی با کیفیت وجود ندارد. اگر معلم درست انتخاب شود و درست آموزش ببیند، بسیاری از مشکلات جامعه حل می‌شود.

تحقق انسانیت در گرو تعلیم و تربیت است و این کار آسانی نیست. کلید این کار تربیت و آموزش معلم است. تا تربیت معلم درست نشود، آموزش‌وپرورش درست نمی‌شود و تا آموزش‌وپرورش درست نشود، کشور درست نمی‌شود. ما معلمان فراوان و زحمت‌کشی داریم. شاگردان هیچ جای دنیا به اندازه‌ی بچه‌های ما درس نمی‌خوانند، ولی نتیجه‌ی آن به هیچ‌وجه با تلاش‌های به عمل آمده متناسب نیست.

ژان پیاژه که جایگاه علمی او در تعلیم و تربیت نوین اروپا بی‌بدیل است، می‌گوید:

هدف آموزش‌وپرورش دو چیز است. اول: تربیت انسان‌های توانا به انجام دادن کارهای نو، نه صرفاً تکرار آنچه که پیشینیان انجام داده‌اند. انسان‌هایی که خلاق، نوآفرین و جست‌وجوگرند و دوم: ایجاد ذهن‌هایی که توانایی نقادی دارند و هر چیزی که به آن‌ها داده می‌شود را نمی‌پذیرند و از قدرت استدلال برخوردارند.[3]

○ ○ ○

پانوشت

۱. برگرفته از بخش آموزش بین‌المللی سازمان ملل (EI)

۲. شعار روز جهانی معلم در سال ۲۰۰۷

۳. برگرفته از سخنان آقای دکتر غلامحسین شکوهی، از بزرگان تعلیم و تربیت

درحاشیه‌ی آموزش فیزیک و آزمایشگاه‌های مدارس متوسطه

حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش*

در چند سال اخیر آموزش علوم پایه (و به‌ویژه فیزیک) در دوره‌ی متوسطه بیش‌تر به آموزش حفظ‌کردن فرمول‌ها تبدیل شده است. اولویت دادن به روش‌های تشریحی و منطقی حل مسائل فیزیک در مقاطع مختلف تحصیلی، به‌ویژه در دوره‌ی دبیرستان، موجب ایجاد نظام فکری منطقی و هم‌چنین افزایش قدرت تجزیه و تحلیل مطالب در دانش‌آموزان می‌شود. اما نحوه‌ی اجرای کنکور باعث می‌شود که دانش‌آموزان این درس را به‌صورت عمیق مطالعه نکنند و فقط به حفظ‌کردن فرمول‌های فیزیک اکتفا کنند.

برنامه‌ی فیزیک در دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی به‌ویژه در دهه‌ی اخیر، به‌جای ایجاد تفکر منطقی و آمادگی لازم برای برخورد با مسائل فیزیک، به ارائه‌ی نکات ظاهری و برخی فرمول‌های ساختگی و غیرمنطقی تحت عنوان نکته‌های تستی و کنکوری بدل شده است. این شیوه چنان جاذبه‌ای پیدا کرده که حل مسائل توسط دبیران به‌صورت تشریحی موجب اعتراض دانش‌آموزان می‌شود و آن‌ها با آن‌که نمرات خوبی را کسب می‌کنند اما به‌جای تقویت تفکر منطقی در خود به‌دنبال حفظ‌کردن نکات و کلیدهای کنکوری حل مسائل هستند. بی‌تردید این دانش‌آموزان پس از ورود به دانشگاه با مشکل اساسی در یادگیری مواجه خواهند شد.

در چنین وضعی است که بازار داغ کلاس‌های مجاز و غیرمجاز خصوصی و نیمه‌خصوصی و تقویتی و تضمینی با سند محضری و یا با تعهد چک و سفته پررونق‌تر می‌شود. تبلیغات روزانه و چندین ساعتی صدا و سیما در مورد فعالیت‌های کاذبِ مؤسسه‌های آموزش تست کنکور و آگهی‌های چندستونی روزنامه‌های کثیرالانتشار، برای کلاس‌های «تستزنی حضوری» و «تستزنی مکاتبه‌ای» و از همه عجیب‌تر و تأسف‌بارتر «کلاس‌های تستزنی حدسی» نیز که به این مجموعه افزوده شده است. بی‌تردید، این آشفته‌بازار نشان می‌دهد که آموزشگاه‌ها و دبیرستان‌های ما کارایی لازم و کافی را برای آماده‌سازی دانش‌آموزان ندارند. بازبینی در نحوه‌ی آزمون کنکور و اولویت دادن به روش‌های تشریحی و منطقی حل مسئله می‌تواند یکی از راهکارهای عرضه‌ی واقعی علم فیزیک باشد.

این روزها صحبت‌هایی درباره‌ی تأثیر مستقیم معدل در آزمون ورودی دانشگاه‌ها و حتی بحث‌هایی در مورد حذف آزمون ورودی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی به گوش می‌رسد. هرچند تحقق این امر بسیار مشکل و زمان‌بر است، اما همین‌که مدیران ارشد کشور توجه خود را به این امر معطوف کرده‌اند امیدبخش است و مسلماً تأثیر بسیار زیادی در اصلاح آموزش و ارزشیابی دانش‌آموزان خواهد گذاشت.

هرچند در سال‌های اخیر کتاب‌های درسی فیزیک دبیرستان در

با کمال تأسف در بخشی از آموزش و پرورش ما به ابتدایی‌ترین حق دانش‌آموزان در امر یادگیری فیزیک، یعنی مشاهده‌ی علمی، به‌دلایل گوناگون توجه کافی نمی‌شود و عملاً آزمایشگاه‌ها به بخش فراموش‌شده‌ای تبدیل شده‌اند

قالبی نوشته شده که در تدریس آن‌ها اصولاً باید از روش تدریس فعال استفاده شود اما اغلب دبیران فیزیک بر این باورند که این شیوه‌ی تدریس قابل اجرا نیست، و یا این‌که به دلیل انتظارات دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها تمایلی به اجرای آن ندارند. نتیجه این‌که روش‌های سنتی تدریس که اکنون در دنیای پیش‌رفته منسوخ شده است، متأسفانه هنوز هم در بیش‌تر کلاس‌های درس اعمال می‌شود و در مدارس و آموزشگاه‌های ما، معلم یکی از مهم‌ترین عامل‌های موفقیت محسوب می‌شود تا جایی که بسیاری از آموزشگاه‌ها حاضرند مبالغ کلانی بپردازند تا فقط نام یک معلم معروف را، که آن‌هم بیش‌تر در آموزش تست کنکور و آموزش نکات تستی مهارت دارد، در فهرست مدرسانشان داشته باشند، و البته ساختار معلم‌مدار آموزش سنتی نیز همین را می‌طلبد.

اگر دانش‌آموز واقعاً نتواند یک مفهوم فیزیکی را به‌درستی درک کند، در آینده با مشکلات اساسی در یادگیری مفاهیم فیزیکی روبه‌رو خواهد شد. یادگیری واقعی مفاهیم پایه و اساسی فیزیک، و شکوفایی انگیزه، خلاقیت، نوآوری و پرسشگری در دانش‌آموزان، نیازمند آزمایش‌های عملی و آزمایشگاه است. در آزمایشگاه است که دانش‌آموزان نسبت به پدیده‌های مختلف، کنجکاو و علاقه‌مند می‌شوند و درنهایت، تفسیر نتایج حاصل از آزمایش است که موجب تقویت حس پژوهش و تحقیق در آن‌ها می‌شود.

با کمال تأسف در بخشی از آموزش و پرورش ما به ابتدایی‌ترین حق دانش‌آموزان در امر یادگیری فیزیک، یعنی مشاهده‌ی علمی، به‌دلایل گوناگون توجه کافی نمی‌شود و عملاً آزمایشگاه‌ها به بخش فراموش‌شده‌ای تبدیل شده‌اند. هرچند که در آغاز نظام جدید ترمی واحدی جهشی در جهت تجهیز و راه‌اندازی آزمایشگاه‌ها صورت گرفت اما مجدداً همه‌چیز فراموش شده و امروزه اکثر آزمایشگاه‌های مدارس در معرض نابودی قرار گرفته‌اند.

با وجودی که در دوره‌ی متوسطه کتاب‌های درسی با عنوان «فیزیک و آزمایشگاه» تألیف شده‌اند و فعالیت‌های آزمایشگاهی در آن‌ها جا داده شده است، در مدارس عملاً بهایی به آن‌ها داده نمی‌شود! البته هرچند در برخی مدارس افرادی متخصص و علاقه‌مند به‌عنوان متصدی آزمایشگاه انتخاب شده‌اند اما تعداد این افراد بسیار اندک و انگشت‌شمار است و ظاهراً استفاده از نیروهای غیرمتخصص برای متصدی آزمایشگاه‌ها در آموزش و پرورش کشور ما به یک فرهنگ تبدیل شده است.

بسیاری از مدارس ما آزمایشگاه ندارند، و اگر دارند تجهیزات لازم را ندارند و اگر هر دو را دارند، ساعت آزمایشگاه در برنامه‌ی درسی آن‌ها گنجانده نشده و اگر هر سه را دارند، در امتحانات نهایی و کنکور سراسری به این مهم بها داده نمی‌شود و پرسشی از فعالیت‌های آزمایشگاهی مطرح نمی‌گردد زیرا طراحان نیز خود به این امر واقف‌اند که در مدارس ما دانش‌آموزان با کلمه‌ی آزمایش و آزمایشگاه بیگانه‌اند. به‌همین‌دلیل، دانش‌آموز تنها مطالبی را به‌خاطر می‌سپارد که معلم در امتحان از او می‌خواهد و معلم هم بدون در نظر گرفتن اهداف آموزشی و شیوه‌ی تدریسی که مؤلفان کتب درسی پیش‌بینی کرده‌اند مطالبی را آموزش می‌دهد که در امتحانات نهایی یا کنکور سراسری مطرح می‌شود. بدین‌ترتیب پرسش‌های کنکور سراسری و امتحانات نهایی که در آن‌ها اثری از آزمایش و آزمایشگاه وجود ندارد الگوی تدریس مدرسان می‌شود.

افزایش شمارگان سالانه‌ی کتاب‌های کمک‌آموزشی و نمونه‌ی سؤالات امتحانات نهایی و کنکور سراسری، بیانگر آن است که تنها این نوع پرسش‌ها به معلمان و دانش‌آموزان ما خط می‌دهد و در این میان، برنامه‌ی درسی و محتوای کتاب‌های درسی، نقش چندانی در این امر ندارد.

به نظر می‌رسد تنها راه این است که دست به دامان اداره‌ی کل سنجش و ارزشیابی آموزش و پرورش و هم‌چنین سازمان سنجش و آموزش کشور شویم و از آن‌ها عاجزانه بخواهیم در کنکورهای سراسری که با طرح پرسش‌هایی فعالیت‌های آزمایشگاهی، تحولی در روش تدریس و انجام آزمایش‌ها به‌وجود آمده‌اند که در صورت تحقق این امر، مسلماً شاهد ظهور تغییرات زیر در مدارس خواهیم بود.

- دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها خواستار انجام آزمایش‌ها توسط معلمانشان خواهند شد.
- معلمان، مدیران مدارس را متوجه ایجاد فضایی به نام آزمایشگاه یا تجهیز آن خواهند کرد.
- مدیران مدارس در جهت تجهیز آزمایشگاه مدرسه‌های خود و تعیین ساعت و مربی متخصص برای آن تلاش خواهند کرد.
- دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها به مدارسی روی خواهند آورد که آزمایشگاه مجهزتری داشته باشد.
- آموزشگاه‌های آزاد نیز به آزمایشگاه مجهز شده و در تبلیغات خود جهت جذب داوطلبان بیش‌تر، به تجهیزات آزمایشگاهی خود تکیه خواهند کرد.

و سرانجام دانش‌آموزان خلاق، پژوهشگر و علاقه‌مند به تحقیق، وارد جامعه و دانشگاه خواهند شد.

* دبیرستان نمونه ی دولتی تربیت عجب شیر

فعالیت‌های میان رشته‌ای جذاب نجومی در طول روز

اس.سی. آروکا، دی. شیل، سی. سی. سیلوا[1]
مترجم: منیژه رهبر

چکیده

این مقاله به شرح فعالیت‌هایی می‌پردازد که در دوره‌ی فیزیک خورشید دانش‌آموزان دبیرستانی در یک مجتمع علمی در برزیل انجام شده است. در اتاقی که کاملاً به بررسی خورشید اختصاص داشت موضوع‌های ترکیب شیمیایی، دما، و تحول ستاره‌ای تدریس شد. این اتاق خورشیدی با دستگاه‌های ساده و ارزان طراحی شده بود. این درس مبتنی بر فعالیت‌های عملی و رصدی کنجکاوانه‌ای چون برآورد دمای سطح خورشید، مشاهده طیف مرئی خورشید، شناسایی خطهای جذبی خورشید و درک چگونگی تشکیل آن‌ها، و اطلاعاتی بود که می‌شد از خطهای طیفی مشاهده شده به دست آورد. برخی از هدف‌های این فعالیت عبارت بودند از درک اهمیت طیف نمایی در اختر فیزیک، همراه ساختن محتوای درس با فعالیت‌های عملی، و فراهم آوردن امکان رهیافت‌های میان رشته‌ای از جمله فیزیک جدید و شیمی در تدریس فیزیک.

مقدمه

برنامه‌های درسی فعلی در سراسر جهان بر نقش بافت این برنامه در آموزش علوم تأکید فراوان می‌کنند، چون از دید دانش‌آموزان این بافت با معنا بخشیدن به آنچه آموخته می‌شود آموزش علوم را غنا می‌بخشد. همچنین بر تدریس مبتنی بر پرسشگری تأکید می‌شود، زیرا امکانات لازم برای فعالیت‌های کنجکاوانه نامحدود را فراهم می‌سازد. با این همه، تدریس علوم در محیط مدرسه برای به دست آوردن دیدگاه کاملاً مفهومی از علوم کافی نیست [۱]. مجتمع‌های علمی امکانات منحصر به فردی را در زمینه این نوع آموزش و فعالیت‌های مبتنی بر پرسشگری در اختیار می‌گذارند چون به دانش‌آموزان امکان دسترسی به ابزارها و عملیات علمی دقیق را می‌دهند.

تدریس نجوم در مدارس به ندرت با فعالیت‌های عملی مانند رصد سیارات، خورشید، ستارگان و حرکت‌های آن‌ها همراه است،

زیرا آنچه تدریس می‌شود اغلب محدود به اطلاعات کتاب درسی است. علاوه بر آن، مطالب اخترفیزیکی چون سرشت خورشید، ستارگان، کهکشان‌ها، و سایر اجسام آسمانی چندان بررسی نمی‌شود. اهمیت این مطالب در آن است که توجه دانش‌آموزان را به علوم جدید جلب می‌کند، و به شناخت بهتر از منشأ عالم و بشر می‌انجامد. یکی از علت‌های تدریس نشدن این مطلب در مدارس آن است که بیشتر معلمان امکان آموختن آن‌ها را در دوره‌های آماده‌سازی نداشته‌اند. یک راه غلبه بر این مشکل تدریس مطالب اخترفیزیکی در سخنرانی‌های غیررسمی در مجتمع‌های علمی، رصدخانه‌های نجومی و افلاک نماهاست.

نقش اصلی موزه‌ها و مجتمع‌های علمی علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به علوم است، زیرا محیط جذابی را برای تماس مستقیم دستگاه‌ها و عملیات علمی در اختیار می‌گذارند [۲]. با این همه، بازدید کنندگان معمولاً فقط چند ساعت در آنجا می‌مانند که مانع از شناخت عمیق مطالب علمی خاص می‌شود. از سوی دیگر، با ارائه‌ی دوره‌های کوتاه برای علاقه‌مندان، می‌توان دانش‌آموزان را مدت بیشتری در آنجا نگه داشت. این مقاله به شرح فعالیت‌هایی می‌پردازد که دانش‌آموزان دبیرستان در سال ۲۰۰۷ در دوره فیزیک خورشید انجام داده‌اند برخی از هدف‌های این فعالیت عبارت بودند از درک اهمیت طیف‌نمایی در فیزیک، همراه ساختن محتوای درس با فعالیت‌های علمی، و فراهم آوردن امکانات رهیافت میان رشته‌ای شامل مطالب فیزیک جدید و شیمی در تدریس فیزیک با بهره‌گیری از فعالیت‌های پرسشگرانه، و بحث درباره سرشت جنبه‌های علمی مطالب، چون باعث آموختن روش‌هایی می‌شود که دانشمندان در مطالعه‌ی اجسام دور به‌کار می‌برند.

فیزیک خورشید سرگرم کننده است

خورشید تنها ستاره‌ای است که در طول روز قابل مشاهده است، و لکه‌های خورشیدی و چرخش آن را می‌توان با وسایل ساده از زمین بررسی کرد. طیف خورشید را نیز می‌توان با ابزارهای ساده و ارزانی چون عدسی‌ها، شکاف‌هاو توری‌های پراش در طیف نماهای خانگی مطالعه کرد. بنابراین امکان طراحی فعالیت‌های آموزشی میان رشته‌ای برای کشف چیزهایی چون ترکیب شیمیایی خورشید و مطالب مربوط به ترمودینامیک و فیزیک جدید وجود دارد.

درس فیزیک خورشید بخشی از طرح گسترده‌تری است که هدف آن توسعه‌ی فعالیت‌های آموزش فیزیک خورشید در رصدخانه نجومی مرکز ترویج علم و فرهنگ دانشگاه سائوپائولو در برزیل است. این فعالیت‌ها در رصدخانه دانشگاه صورت می‌گیرد و هدف اصلی آن ارتقای امدادرسانی آموزشی به دانش‌آموزان و شهروندان است. برای رشد آموزش فیزیک خورشید یک اتاق خورشید مجهز به خورپای، طیف‌نما، صافی هلیم خورشیدی، لامپ، نقشه‌های خورشید، و نقشه‌های طیفی ساخته شد.

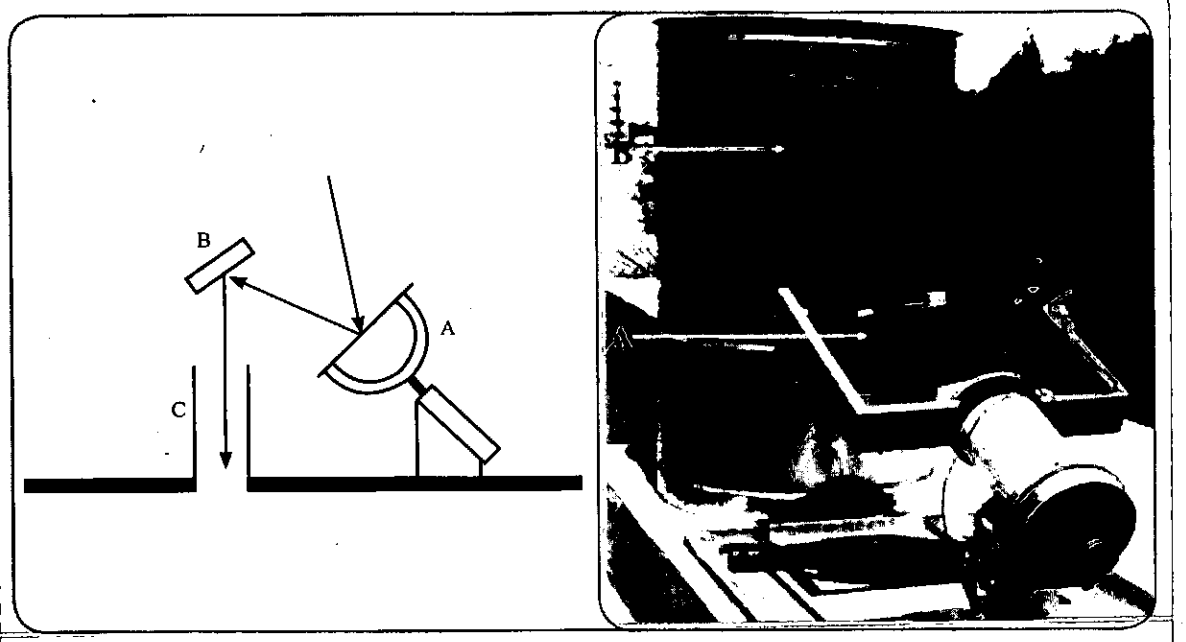
تأکید این درس بر فعالیت‌های عملی، رصدی و کنجکاوانه چون برآورد دمای شیدسپهر، مشاهده‌ی طیف مرئی خورشید، شناسایی خطهای جذبی خورشید و شناخت چگونگی تولید آن‌ها، و همچنین اطلاعاتی بود که دانش‌آموزان می‌توانستند از این خطهای طیفی به دست آورند. بنابراین، به دانش‌آموزان امکان مشاهده‌ی خطهای گسیلی در طیف لامپ‌ها داده شد تا آن‌ها را با خطهای جذبی خورشید مقایسه کنند و دمای سطح خورشید را برآورد کنند. در پایان درس مباحثه‌ای در مورد وجود و آشکارسازی گستره‌های دیگر طیف خورشید صورت گرفت.

مشاهده‌ی طیف خورشید

خورشید به خاطر درخشان بودن هدفی ساده و خطرناک است. در طول دوره فیزیک خورشید دانش‌آموزان با روال مشاهده‌ی ایمن خورشید [۳] و دستگاه مورد استفاده برای مجسم کردن طیف آن آشنا شدند. تأکید این دوره بر مشاهده‌ی طیف مرئی خورشید و اطلاعاتی بود که می‌شد از آن به دست آورد.

پیش از مشاهده‌ی طیف خورشید، دانش‌آموزان با قسمت‌های اصلی طیف‌نما کار کردند و فهمیدند چگونه عدسی‌ها و توری‌ها پدیده‌های فیزیکی چون شکست، بازتاب و پراش را تولید می‌کنند. برای درک اینکه چگونه طیف‌نمایی می‌تواند ابزاری مفید برای به‌دست آوردن اطلاعات مفید درباره‌ی اجسام آسمانی باشد، از دانش‌آموزان خواسته شد تا با مشاهده طیف‌های تولید شده از لامپ فلوئورسان، جیوه، التهابی، و هلیم توسط توری پراش، چگونگی تشکیل طیف را رسم و آن را برای همکلاسان و معلم خود بیان کنند. پس از تشخیص طرح‌های مختلف خطوط روشن در هر نوع لامپ از آن‌ها خواسته شد تا مقایسه‌ی مشاهده‌های خود با نقشه‌ی طیفی لامپ‌ها را شناسایی کنند.

برای مشاهده‌ی طیف خورشید از یک خورپای، یک تلسکوپ، و یک طیف‌نما استفاده شد. خورپای با بهره‌گیری از دو آینه تخت ساخته شد. نور خورشید به آینه اول (A در شکل‌های ۱ (چپ) و (راست)) موسوم به آینه اولیه می‌رسد که در کنار روزنه تلسکوپ قرار دارد. آینه اول متحرک است و روی چنگالی سوار است که یک موتور پله‌ای آن را کنترل می‌کند و می‌تواند حرکت روزانه خورشید را دنبال و نور را به آینه دوم هدایت کند. این آینه (B در شکل‌های

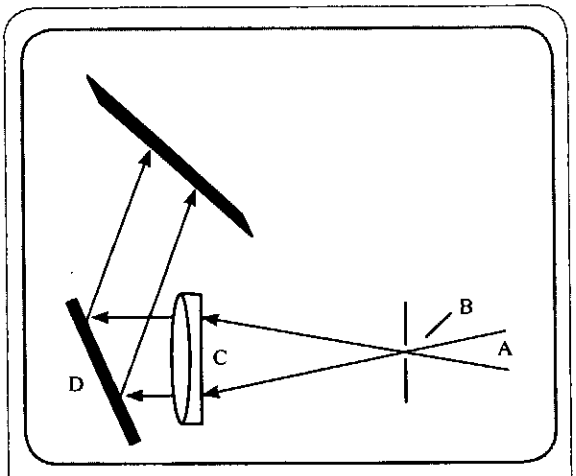


شکل ۱. چپ: نمودار خورپای با آینه اولیه‌ی متحرک (A)، آینه‌ی ثابت ثانویه (B) و تلسکوپ (C). راست: تصویر خورپای که در آن A آینه‌ی اولیه و B آینه‌ی ثانویه است.

۱ (چپ) و (راست)) سپس نور خورشید را به کانون تلسکوپ (C در شکل ۱ (چپ)) در اتاق خورشیدی هدایت می‌کند که در آنجا یک چشمی تصویر خورشید را روی پرده‌ی سفید می‌اندازد. این وسیله را می‌توان برای مشاهده‌ی لکه‌های خورشید نیز به کار برد.

از این وسیله برای مشاهده‌ی طیف خورشید نیز استفاده شد. نور خورشید پس از خورپای از طریق تلسکوپ (A در شکل ۲ و ۳) وارد اتاق خورشیدی شد. به جای چشمی تلسکوپ یک شکاف قرار دادیم (B در شکل‌های ۲ و ۳). سپس عدسی موازی‌ساز (C در شکل‌های ۲ و ۳) و یک توری پراش بازتابی (D در شکل‌های ۲ و ۳) را در امتداد شکاف قرار دادیم. توری پراش پشت عدسی موازی‌ساز قرار داشت و محل آن را می‌شد طوری تنظیم کرد تا تصویر طیف خورشید را روی پرده‌ای بیندازد. این طرز سوار کردن طیف‌نما را طیف‌نمای لیترو[۲] می‌نامند. به منظور کانونی کردن تصویر طیف خورشید روی پرده (E در شکل ۲ و ۳) باید محل عدسی موازی‌ساز را به دقت تعیین کرد، زیرا فاصله بین شکاف و عدسی موازی‌ساز باید برابر فاصله کانونی باشد.

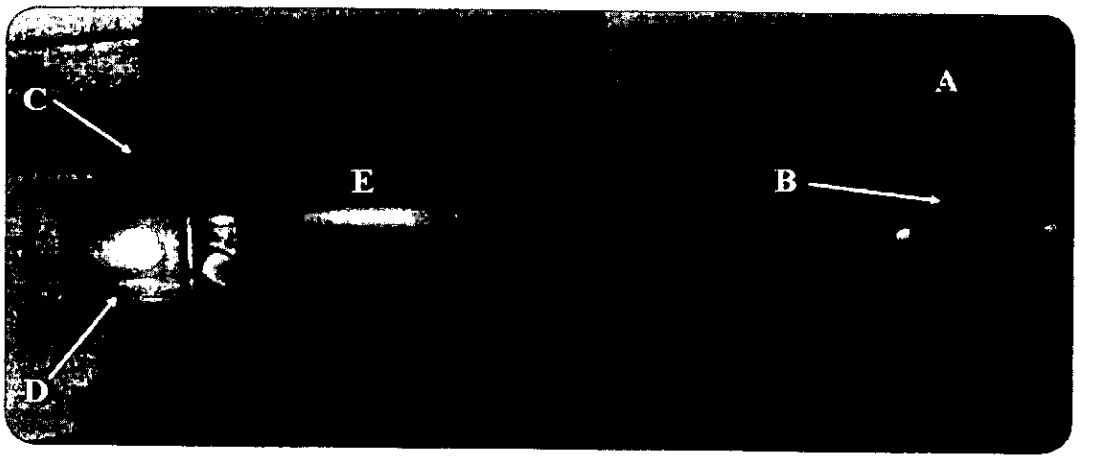
می‌توان ضمن این فعالیت از دانش‌آموزان خواست تا تفاوت طیف پیوسته (که بدون شکاف به دست می‌آید) و طیف جذبی (که با وارد کردن A در شکل ۳ حاصل می‌شود) را بیان کنند. این



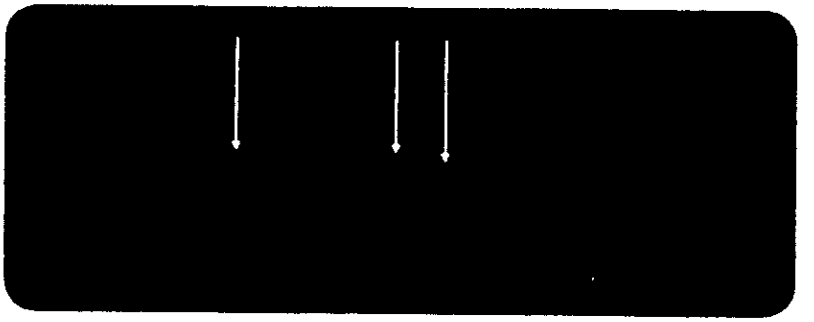
شکل ۲. نمودار طیف‌نمای لیترو. پرتوهای نور خورشیدی از تلسکوپ A (نیوتونی f/۱۰،۲۰۰mm) به شکاف B، عدسی‌های موازی‌ساز (دوتایی، با فاصله کانونی ۸۰۰mm)، توری پراش D (۱۲۰۰ ،۵۰mm×۵۰mm)، طیف خورشیدی روی پرده B می‌افتد (به طول ۳۰cm)

کار به آن‌ها کمک می‌کند تا متوجه شوند شکاف نقش مهمی در مشاهده‌ی خطهای جذبی خورشید دارد.

با این وسیله، دانش‌آموزان توانستند خطهای جذبی را در طیف خورشید مشاهده کنند (شکل ۴). آن‌ها در ابتدا از مشاهده خطهای



شکل ۳. تصویر طیف نمای لیترو مورد استفاده در دوره‌ی فیزیک خورشید. A تلسکوپ، B شکاف، C عدسی‌های موازی‌ساز، D توری پراش، و E تصویر طیف خورشید است.



شکل ۴. طیف خورشید که برخی خطهای تاریک فرانهوفر را نشان می‌دهد.

تاریک به جای خطهای روشنی که هنگام تحلیل طیف‌های لامپ دیده بودند شگفت‌زده شدند. این موضوع به بحث کنجکاوانه در مورد تاریکی خطهای طیف خورشید و روشنی خطهای طیف لامپ انجامید. پس از مشاهده و شناسایی طیف‌های لامپ، دانش‌آموزان توانستند بفهمند که خطهای طیفی خورشید مربوط به عناصر شیمیایی موجود در خورشید است. گام بعد شناسایی خطهای جذبی خورشید با استفاده از نقشه‌های طیف خورشید بود. دانش‌آموزان متوجه شدند دو خط جذبی بارز در واقع مربوط به نوارهای اکسیژن موجود در جو زمین است و ربطی به خورشید ندارد. خط جذبی خورشید مربوط به آهن، سدیم، منیزیم، هیدروژن و سایر عناصر موجود در جو آن است. برای کمک به دانش‌آموزان در جهت درک این‌که چرا خطهای طیفی خورشید به جای روشن بودن تیره‌اند، درباره ی سه قانون کیرشهوف بحث کردیم (شکل ۵).

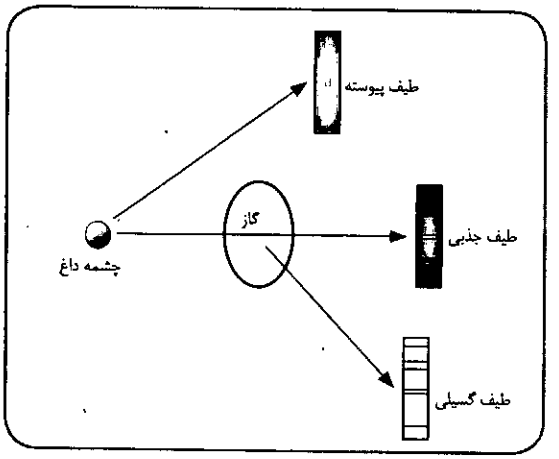
۱. جسم سیاه دارای طیف پیوسته، بدون هیچ خط طیفی است.

۲. گاز با دمای کمتر در مقابل جسم سیاه خطهای طیفی را تولید می‌کند.

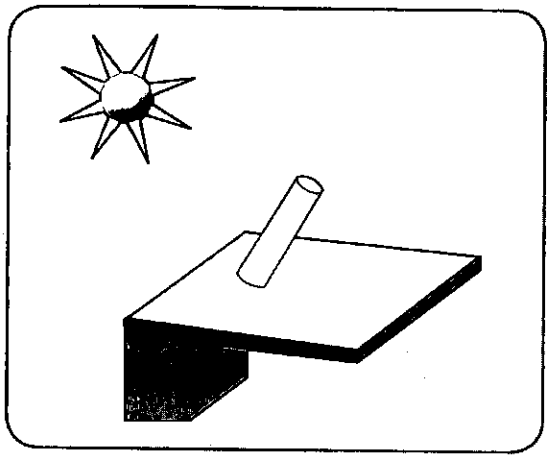
۳. گاز با دمای بیشتر خطهای گسیلی را به صورت یک رشته خطهای روشن در زمینه‌ی تاریک تولید می‌کند.

چون دانش‌آموزان قبلاً با ساختار خورشید (هسته و جوّ آن) آشنا بودند آن‌ها را تشویق کردیم تا قانون‌های کیرشهوف را برای درک چگونگی تاریک بودن خطها به کار برند. با میانجیگری معلمان، دانش‌آموزان متوجه شدند که هسته‌ی مرکزی خورشید به عنوان جسم سیاه عمل می‌کند. چون دمای جو خورشید بسیار کمتر است بخشی از تابش هسته را جذب و خطهای سیاه مشاهده شده در طیف خورشیدی را تولید می‌کند. دانش‌آموزان از وجود خطهای گسیلی در طیف برخی ستارگان و سحابی‌ها نیز خبردار شدند.

تحول ستاره‌ای و فرایندهای سنتز عناصر شیمیایی هم در دوره‌ی فیزیک خورشید مورد بحث قرار گرفت. در این بخش به دانش‌آموزان آموختند که فقط سنتز عناصر سنگین تا هلیم در خورشید صورت می‌گیرد. بدیهی است آن‌ها می‌خواستند بدانند چگونه خطهای عناصر سنگین آهن، جیوه، و عناصر سنگین‌تر در



شکل ۵. نمایش سه قانون کیرشهوف، در بالای شکل طیف پیوسته‌ای مثلاً با استفاده از لامپ التهابی تولید می‌شود. در شکل وسط یک طیف جذبی، مانند طیف مرئی خورشید نشان داده شده است. شکل پایین طیف گسیلی از یک لامپ طیفی است.



شکل ۶. تصویر یک قوطی که در معرض خورشید قرار گرفته است. مهم است اطمینان پیدا کنیم قوطی سایه‌ای مستطیل شکل بیندازد تا پرتوهای نور بتوانند به سطح آن برسند.

طیف خورشید وجود دارد. به آن‌ها یادآور شدیم که ما فقط عناصر موجود در جو خورشید را مشاهده می‌کنیم و نه عناصر موجود در هسته‌ی آن را. این موضوع باعث شد آن‌ها بپرسند آیا این عناصر موجود در جو خورشید از جای دیگر عالم وارد آن شده است. این عناصر ناشی از ستاره‌ی سنگین به‌وجود آورنده منظومه شمسی است. این بحث به دانش‌آموزان کمک کرد تا بفهمند ستارگان کوره‌های عظیم عناصر شیمیایی‌اند، و پس از مرگ هر ستاره‌ی سنگین ستارگان دیگر، مانند خورشید ما، مواد آن را برای به‌وجود آوردن سیارات و شکل‌های مختلف زندگی بازیابی می‌کنند و مورد استفاده‌ی مجدد قرار می‌دهند.

برآورد دمای سطح خورشید

توان تابیده از سطح خورشید و دمای شیدسپهر آن را می‌توان با بهره‌گیری از مفهوم جسم سیاه، مفاهیم گرماسنجی و اندازه‌گیری‌های ساده برآورد کرد.

این فعالیت مفاهیم ترمودینامیک، فیزیک جدید و اخترفیزیک را تلفیق می‌کند و مواد ساده‌ی در دسترسی چون قوطی، دماسنج، ساعت، و یک روز آفتابی را مورد استفاده قرار می‌دهد [۴].

یک قوطی سیاه استوانه‌ای شکل پر از آب را که در معرض نور خورشید قرار گرفته باشد را می‌توان جسم سیاه در نظر گرفت (نگاه کنید به شکل ۶). در این آزمایش، خورشید حدود ۵ دقیقه در معرض نور خورشید قرار گرفت.

کسری از تابش که به قوطی می‌رسد با تابش گسیلیده از خورشید و فاصله زمین از خورشید متناسب است.

بنابراین انرژی کل تابیده از خورشید برابر است با

$$E_T = E_{\text{قوطی}} A / A_{\text{قوطی}} \qquad (۱)$$

که A سطح کره‌ای به شعاع فاصله‌ی زمین ـ خورشید و $A_{\text{قوطی}}$ سطح مقطع قوطی (قطر در ارتفاع آن) است.

انرژی دریافتی آب داخل قوطی، $E_{\text{قوطی}}$، برابر است با

$$E_{\text{قوطی}} = mc\,(T_a - T_b) \qquad (۲)$$

که m و c به ترتیب جرم و گرمای ویژه آب، و T_a و T_b دماهای قبل و بعد از در معرض تابش قرار گرفتن است.

گام‌های بعدی عبارتند از محاسبه‌ی توان تابیده ازخورشید به ازای واحد سطح و به دست آوردن دمای شیدسپهر است. اگر خورشید را جسم سیاه در نظر بگیریم، می‌توانیم با بهره‌گیری از قانون استفان ـ بولتزمن[۳] دمای شیدسپهر (T) را به دست آوریم.

$$P = \sigma T^4 \qquad (۳)$$

که

$$\sigma = ۵/۶۷ \times ۱۰^{-۸}\ \text{Wm}^{-۲}\text{K}^{-۴}$$

دانش‌آموزان با انجام دادن این فعالیت توان تابیده از خورشید

را $P=۳/۷\times۱۰^{۲۶}\ W$ به دست آوردند و با تقسیم کردن آن بر سطح خورشید و بهره‌گیری از قانون استفان ـ بولتزمن دمای شیدسپهر را $۵۷۲۰K$ به دست آوردند دمای محاسبه شده سطح خورشید در حدود دمای مرجع شیدسپهر ($۵۷۸۰K$) بود [۵]. نتیجه‌ی حاصل به شدت تابع محل انجام آزمایش است زیرا جو زمین می‌تواند در این محاسبه اختلال ایجاد کند. معمولاً بهتر است این کار در کشورهای استوایی و در هوای صاف صورت گیرد.

اطلاعات اضافی که می‌توان در این مورد در اختیار دانش‌آموزان گذاشت رابطه‌ی دمای سطح ستاره با رنگ آن است. ستارگان سرد ($۳۰۰۰-۴۰۰۰K$) معمولاً قرمز و ستارگان داغ‌تر (بالاتر از $۸۰۰۰K$) آبی هستند. خورشید، با دمای مؤثر $۵۸۰۰K$، ستاره‌ای زرد است.

بررسی گستره‌های نامرئی طیف خورشید

وجود تابش طیفی نامرئی در طیف خورشید را نیز می‌توان با الهام از کشف نور فروسرخ توسط ویلیام هرشل[۴] تدریس کرد. به کمک خورپای، تلسکوپ، و طیف‌نما، طیف خورشید را در اتاق خورشیدی روی پرده‌ی سفید انداختیم و دانش‌آموزان را تشویق کردیم تا دمای بخش‌های مرئی طیف خورشید را با دماسنج کنترل که پشت بخش قرمز طیف قرار داشت مقایسه کنند.

پس از اینکه دماسنج‌ها به مدت چند دقیقه در معرض رنگ‌های مختلف طیف قرار گرفتند دمایی بالاتر از دمای قبلی، از جمله دماسنج کنترل را از خود نشان دادند. این آزمایش وجود تابش نامرئی خورشید را در فراتر از طیف مرئی نشان داد.

در پایان دوره‌ی فیزیک خورشید بحثی ترتیب داده شده تا باعث آشنایی بیشتر دانش‌آموزان با سایر گستره‌های طیف نامرئی خورشید شود. از گروه‌های دانش‌آموزی خواسته شد تا پژوهشی تاریخی در مورد چگونگی کشف گستره نامرئی طیف خورشید انجام دهند. یک گروه مسئول تابش با طول موج کوتاه‌تر و گروه دیگر مسئول تابش با طول موج بلندتر شد. سپس، بحث بین گروه‌ها انجام شد، و گروه سوم داور این مباحثه بود. در طول بحث از گروه‌ها خواسته شد که پژوهش خود را مبتنی بر قراین شامل کاربردهای اخترفیزیکی و عملی تابش‌های نامرئی سازند.

یکی از اهداف اصلی این فعالیت آموختن چیزهایی در مورد پذیرش ایده‌های جدید، مانند روبه‌رو شدن دانشمندان با چالش‌های تجربی، تأثیر انتظارات آن‌ها در طراحی آزمایش، و متقاعد ساختن جامعه عملی در مورد ایده‌های جدیدشان بود. هدف اصلی دیگر، تأکید بر این نکته بود که طیف مرئی تنها بخش کوچکی از کل طیف را تشکیل می‌دهد و اینکه چگونه اختر فیزیک‌دانان معاصر اعتماد زیادی به نور نامرئی دارند.

اظهار نظر نهایی

به طور خلاصه، آزمایش‌های کلاسیک شناخته شده و فعالیت‌هایی که در بالا بیان شد در صورت تلفیق شدن با برنامه درسی نقش مهمی را در ارائه سرگرم‌کننده‌ی درس فیزیک خورشید به عنوان موضوعی میان رشته‌ای خواهند داشت. موضوع‌هایی چون ترکیب شیمیایی، دما و تحول ستاره‌ای در اتاق خورشیدی تدریس شدند که با وسایل ساده و ارزان طراحی شده بود. مشاهده‌ی طیف‌های لامپ و خورشید به بحثی کنجکاوی برانگیز در مورد طیف نمایی به عنوان ابزار اصلی پژوهش در مورد اجسام آسمانی انجامید. برآورد دمای شیدسپهر فعالیتی ساده و سرگرم‌کننده بود که با دانش‌آموزان دبیرستان انجام شد، و در آن شاگردان با تابش جسم سیاه آشنا شدند و مهارت‌های گرماسنجی خود را مرور کردند.

افزون بر آن، می‌توان بر برخی موارد معرفت‌شناختی تأکید و آن‌ها را با دانش‌آموز مورد بحث قرار داد. مثلاً، اعتبار جهانی قانون‌های فیزیک در تمام اخترفیزیک حکمفرماست، اگرچه این فرض تلویحاً در نظر گرفته می‌شود. طیف نمایی ابزار اصلی اخترفیزیک است که تمام اخترفیزیک‌دانان از آن استفاده می‌کنند و امکان بررسی اجسام آسمانی را با بهره‌گیری از روش‌ها و مفاهیم فیزیکی مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها چون دما، سرعت، ساختار، ترکیب شیمیایی و غیره فراهم می‌سازد. این کار به صورت غیرمستقیم با تحلیل نور این اجسام صورت می‌گیرد؛ بنابراین نور به عنوان اثر انگشت ستارگان عمل می‌کند و اطلاعات فیزیکی زیادی را بر مبنای همان نظریه‌های مورد استفاده در مورد پدیده‌های زمینی در اختیارمان می‌گذارد.

این مقاله اهمیت فعالیت مشترک مراکز علمی با مدارس را در جهت بهبود کیفیت آموزش علوم به نمایش می‌گذارد. در طول دوره‌ی فیزیک خورشید، دانش‌آموزان دیدگاه گسترده‌تری در مورد اخترفیزیک، و فعالیت‌های کنجکاوانه میان رشته‌ای مبتنی بر متن به دست آوردند.

پانوشت

1. S.C. Aroca, D. Shiel, C.C. Silva
2. Littrow Spectroscope
3. Stefan-Boltzmann
4. William Herschel

منبع

Physics Education, Nov . 2008 , 43 (6) 613 -619

آموزشی

مجسم کردن اثر دوپلر

مارکوس زیمنس، آنا ویداوزه، جیمی ریبرا و رژوان مونسوریو
مترجمان: سلیمان رسولی[1]
لاله حسن‌ریحانی[2]

چکیده

گسترش اطلاعات و فنّاوری‌های ارتباطات تغییرات غیرمنتظره‌ای را در روش‌های تدریس موضوع‌های علمی مطرح می‌کند. امروزه، توسعه‌ی نرم‌افزاری و سخت‌افزاری این امکان را فراهم کرده است که فرایندها را تا حد دلخواه نزدیک به واقعیت شبیه‌سازی کرد. با این همه، وقتی می‌خواهیم مراحل مختلف یک پدیده‌ی فیزیکی پیچیده را توضیح دهیم، بهتر است مسئله‌ی مورد نظر را با استفاده از تصاویر ساده‌شده‌ی کل فرآیند و حذف اجزایی که فهم و درک آن را دشوار می‌کنند، ساده کنیم. در این کار ما توجه خود را به اثر دوپلر معطوف کرده‌ایم که به تجسم فضازمانی نیاز دارد که دست یافتن به آن در تدریس سنتی این پدیده بسیار مشکل است. ما از شبیه‌سازی رایانه‌ای به عنوان مکمل توضیح نظری جهت کمک به دانش‌آموزان برای درک این پدیده استفاده کرده‌ایم.

مقدمه

در سال‌های اخیر، فنّاوری‌های اطلاعات و ارتباطات (از این پس ICT) به راه‌های مختلفی در تدریس علوم به کار گرفته شده‌اند. آن‌ها امکان و تعاملی را فراهم می‌سازند که با اصول آموزشی سازنده سازگار است. شاگردان باید معلومات خود را تشکیل دهند به طوری که معلم فرایند را هدایت کند و ابزارهای لازم جهت کسب آن را برای دانش‌آموز مهیا سازد. [۱]

کارهای مختلفی فواید و مزایای شبیه‌سازی دیجیتالی در فرایند آموزش را نشان داده‌اند [۲،۳]. در واقع بخش اعظم ابزارهای چندرسانه‌ای جهت تدریس فیزیک به طور آنلاین در دسترس هستند[۴]. با این همه، شاید تصور شود تأثیر آموزشی مستقیماً به کاربرد شبیه‌سازی بستگی ندارد بلکه تابع ادغام صحیح آن در طرح آموزش کلی است [۵،۶]. چون هم‌اکنون ICT فرایندی رو به رشد است، پژوهش در مورد امکاناتی که می‌تواند در حوزه‌ی آموزش ارائه کند ضروری است. اخیراً، گروه کاری ما چند برنامه‌ی شبیه‌سازی را طوری گسترش داده است که در آن‌ها بر تجسم مسائل فیزیکی تأکید شده است[۷]. به این طریق، معلم می‌تواند بیشترین مزایا را از آموزش مبتنی بر رایانه به‌دست آورد.

آموزش مبتنی بر مدل‌ها بیشتر از حفظ کردن سطحی به فهم و ادراک مطالب کمک می‌کند. مدل‌های ذهنی نقش بسیار مهمی در فعالیت‌های مربوط به فرایند آموزش ایفا می‌کنند. ICT فرصت مناسبی در جهت توسعه‌ی این ایده‌ها از طریق انیمیشن‌های سه‌بعدی (3D) عرضه می‌کند که در محیط‌های مجازی قرار دارند.

به طور کلی حرکت امواج، و به‌ویژه اثر دوپلر به درک همزمان ارتباط مکان و زمان نیاز دارد. بنابراین، وسایل و ابزار تدریس سنتی ـ تخته‌سیاه، اسلاید، ورقه‌های شفاف ـ جهت تدریس آن کافی نیستند. اگر بخواهیم حرکت را نشان دهیم به فرایند واقعی آن یا نوار ویدیویی آن نیاز داریم که قبلاً ضبط شده باشد. هر

دو روش در فرایند یادگیری بسیار مفید هستند چون این امکان را فراهم می‌سازند که بین نظریه و واقعیت ارتباط برقرار کنیم. با این همه، در بعضی موارد، این امکان وجود ندارد که بعضی از اجزایی را که درک جنبه‌های اساسی مسئله‌ی مورد نظر را پیچیده و دشوار می‌کنند حذف کرد.

این مشکل را می‌توان با استفاده از انیمیشن (پویانمایی) رایانه‌ای حل کرد که هم‌اکنون در چارچوب ICT امکان‌پذیر است. این روش دارای مزایای زیر است.

- مثل سینما و تلویزیون، شبیه‌سازی‌ها اثر را به شکل نمایش پیوسته در طول زمان تولید می‌کنند. این با استفاده از اسلاید یا ورقه‌های شفاف امکان‌پذیر نیست.
- آن‌ها بدون صدا هستند و این امکان را فراهم می‌سازند که جنبه‌های مختلفی را مشخص نماییم که می‌خواهیم بر آن‌ها تأکید کنیم. در این راستا شبیه‌سازی‌ها می‌توانند کارآمدتر از خود فرایند واقعی باشند.

در این راستا در حوزه‌ی طراحی غیرتعاملی شبیه‌سازی مجازی کار می‌کنیم تا مفاهیم فیزیکی را مکمل توضیح نظری سازیم. در این کار، فرایندی ارائه می‌شود که به منظور طراحی شبیه‌سازی رایانه‌ای دنبال کردیم تا در درک اثر دوپلر به شاگردان کمک کند. این انیمیشن‌ها در محیطی مجازی با استفاده از برنامه‌ی (3D Studio Max) و در قالب و فرمت پرونده‌های ویدیویی دیجیتالی گسترش یافته‌اند.

۲. انیمیشن‌های رایانه‌ای

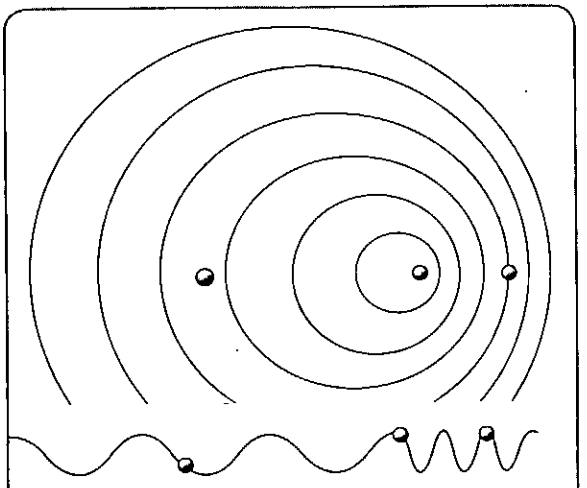
هدف از این شبیه‌سازی‌ها مجسم کردن اثر دوپلر است. چشمه‌ای از حرکت موج سینوسی S ، و ناظر O را درنظر می‌گیریم. یکی از آن‌ها، یا هر دوی آن‌ها حرکت می‌کند به‌طوری که بسامدی که ناظر اندازه می‌گیرد، ، با بسامد چشمه، f تفاوت دارد. رابطه‌ی بین آن‌ها از معادله‌ی مشهور زیر به‌دست می‌آید:

$$f' = f\frac{V - V_O}{V - V_S} \qquad (۱)$$

که در آن V، V_s، V_o به ترتیب سرعت انتشار صوت، سرعت چشمه و سرعت ناظر است. همان‌طور که شکل۱، نشان می‌دهد، طراحی شبیه‌سازی بر مبنای مشخصات زیر است:

- هر انیمیشن منظره‌ی بالایی است که در آن چشمه‌ی موج (کره‌ی تیره) و یک یا چند ناظر (کره‌های روشن) متحرک نشان داده شده‌اند. در بسیاری از موارد، منظره‌ی جلویی نیز اضافه شده است.
- جبهه‌های موج محیط‌های دایره به مرکز نقطه‌ای است که در آن‌ها موج تولید شده و شعاع متناسب با سرعت انتشار افزایش یافته است. دایره‌های تیره ستیغ‌ها و دایره‌های روشن پاستیغ‌ها را مشخص می‌کنند.
- منظره‌ی جلویی موج تولید شده از چشمه‌ای را نشان می‌دهد که به صورت عمودی نوسان می‌کند و بر ناظرها تأثیر می‌گذارد. به این طریق انیمیشن امکان مقایسه‌ای ساده بین بسامد ارتعاش چشمه و ناظرها را فراهم می‌سازد.

این طرح دیدگاه‌های مختلفی را در اختیار شاگردان می‌گذارد که جنبه‌های مختلف مربوط به اثر دوپلر را تحت پوشش قرار می‌دهند. نمایش شبیه‌سازی‌شده وابستگی زمان و مکان درک اندازه‌های: دوره تناوب، بسامد، طول موج، و حرکت نسبی ناظر نسبت به چشمه را بهبود می‌بخشند. جنبه‌های مختلفی که می‌توانیم آن‌ها را تک‌تک یا به طور کلی تحلیل کنیم. نمایش کیفی را می‌توان با رابطه‌ی ریاضی معادله‌ی (۱) مقایسه کرد.

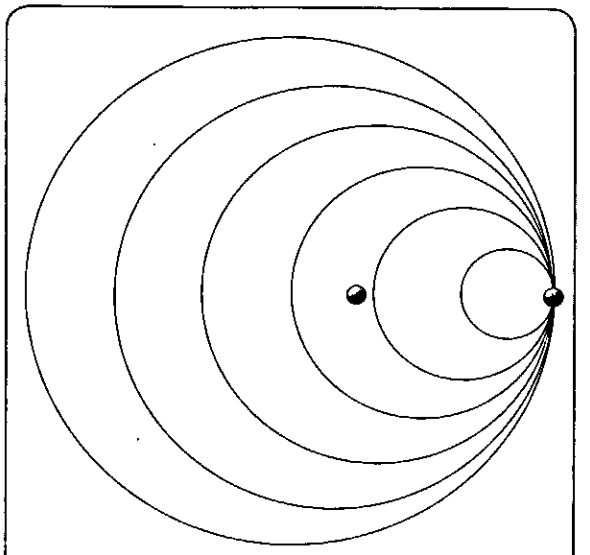


شکل۱ چارچوب یک انیمیشن دیجیتالی اثر دوپلر که در آن چشمه با سرعت کمتر از سرعت انتشار موج به سمت راست حرکت می‌کند و ناظرها ساکن باقی می‌مانند.

طبق طرح بالا، انیمیشن را جهت مطالعه‌ی مسائل خاص وابسته به حرکت چشمه، ناظر و یا هر دوی آن‌ها مورد مطالعه قرار دادیم. این شبیه‌سازی‌ها را می‌توان درخواست از طریق ایمیل به‌دست آورد.

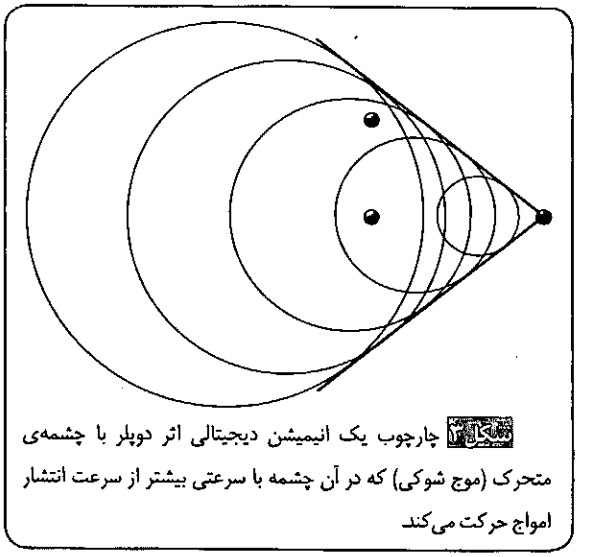
به عنوان نمونه‌ای از این انیمیشن‌ها، در موقعیت خاص نشان داده شده در شکل۱، چشمه با سرعتی کمتر از سرعت انتشار موج به سمت راست حرکت می‌کند و ناظرها ساکن هستند. ناظر سمت چپ بسامدی کمتر از بسامد تولید شده در چشمه را اندازه می‌گیرد. ناظر سمت راست، برعکس، بسامدی بالاتر از بسامد چشمه را اندازه

می‌گیرد. علاوه بر اثر دوپلر، می‌توان این مثال را برای نشان دادن رابطه‌ی بین دوره‌ی تناوب و طول‌موج به کار برد.



شکل ۲ چارچوب یک انیمیشن دیجیتالی اثر دوپلر در رابطه با حرکت چشمه (دیوار موج) که در آن چشمه با همان سرعت انتشار امواج حرکت می‌کند

طرح پیشنهادی را می‌توان برای فرایندهای دیگر مربوط به حرکت چشمه نیز به کار برد. در شکل ۲ چشمه با همان سرعت انتشار امواج حرکت می‌کند. همه‌ی جبهه‌های موج درست در جلوی چشمه‌ی برهم نهاده شده و دیوار موج را تولید می‌کنند. نمونه‌های بارز این پدیده امواج صوتی تولید شده توسط هواپیماها (دیوار صوتی) و امواج سطحی تولید شده به وسیله‌ی کشتی‌ها هستند. در شکل ۳ چشمه با سرعتی بیشتر از سرعت انتشار امواج حرکت می‌کند. یک موج شوکی به صورت پوش جبهه‌ی موج تولید می‌شود.



شکل ۳ چارچوب یک انیمیشن دیجیتالی اثر دوپلر با چشمه‌ی متحرک (موج شوکی) که در آن چشمه با سرعتی بیشتر از سرعت انتشار امواج حرکت می‌کند

نتیجه‌گیری

درک حرکت موجی نیازمند تجسم فضازمان است، که دست یافتن به آن با استفاده از ابزار تدریس سنتی ـ مانند تخته‌سیاه، اسلاید و ... ـ بسیار دشوار است، چون این روش‌ها فقط امکان نمایش تصاویر ساکن را فراهم می‌سازند. روش‌های دیگر مانند آزمایش‌های (واقعی یا تصاویر ویدیوئی) جنبه‌های مختلف دخیل در فرایند را با یکدیگر مخلوط می‌کنند و نمایش جنبه‌های اساسی که معلم قصد انتقال آن‌ها را دارد، با مشکل مواجه می‌سازد. این مشکل را می‌توان با انیمیشن‌های دیجیتالی برطرف کرد که امکان نمایش پیوسته و مداوم پدیده‌ی فیزیکی را در طول زمان فراهم می‌کنند و، به عبارت دیگر به ما امکان می‌دهند تا فرایندی را «پاک‌کرده» و فقط به جنبه‌هایی بپردازیم که می‌خواهیم برای درک بهتری بر آن‌ها تأکید کنیم. در کار حاضر طرح انیمیشن دیجیتالی را جهت توضیح اثر دوپلر ارائه کرده‌ایم. این طرح اساساً عبارت است از نمایش منظره‌ی بالایی و جلویی جبهه‌های موج حاصل از چشمه‌ی موج. جبهه‌های موج در محیطی همگن حرکت و نوسان‌هایی را در مکان ناظرها تولید می‌کنند. این طرح درک اثر دوپلر و سایر مسائل مربوطه مانند دیوار صوتی یا امواج شوکی را آسان‌تر می‌کند.

منبع

برگرفته از مجله‌ی لاتین و آمریکایی آموزش فیزیک

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 2, No. 1, January 2008

http://www.journal.lapen.org.mx

مراجع

1. Duffy, T, and Jonassen, D., Constructivism and the technology of instruction (Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1992).

2. Grayson, D. J. and McDermott, L. C., Use of the computer for research on student thinking in physics, Am. J. Phys. 64, 557-565 (1996).

3. Esquembre, F., Computers in physics education, Comput. Phys. Commun. 147, 13-18 (2002).

4. Altherr, S., Wagner, A., Eckert, B., and Jodl, H. J., Mulimedia material for teaching physics (search, evaluation and examples), Eur. J. Phys. 25, 7-14 (2004).

5. Hestenes, D., Who needs physics education research?, Am. J. Phys. 66, 465-467 (1998).

6. Steinberg, R. N., Computers in teaching science: To simulate or not to simulate?, Am. J. Phys. 68, S37-S41 (2000).

7. Vidaurre, A., Riera, J., Giménez, M. H, and Monsoriu, J. A., Contribution of digital simulation in visualizing physics processes, Comput. Appl. Eng. Educ. 10, 45-49 (2002).

۱. مدرس آموزشکده‌ی سما ـ دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، دبیر فیزیک شهرستان مهاباد

۲. دبیر و سرگروه درس زبان انگلیسی سازمان آموزش و پرورش استان آذربایجان غربی، شهرستان مهاباد

بخش ششم

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

یرل واکر
مترجم: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

شیرجه به زمین و پرش با طناب بانگی

در جزیره‌ی پنته‌کاست[1] واقع در نیوهبریدز[2] یک آزمون بومی برای اثبات قدرت (تشخص طلبی)، شیرجه زدن از سکویی بلند به سطح زمین است که به پشت‌گرمی رشته‌های گیاه بالارونده‌ی لیانا صورت می‌گیرد که یک سر آن به دور پاها و سر دیگرش به بالای سکو محکم شده است تا پیش از رسیدن به زمین، سقوط را متوقف کند. در ماه مه ۱۹۸۲، مرد جوانی این پرش را از ارتفاع بیش از ۸۱ پا انجام داد. درست پیش از آن‌که ساقه‌های گیاه او را متوقف کند، سرعتش حدود ۵۵ کیلومتر بر ساعت گزارش شد. شتاب او هنگام متوقف شدن ۱۱۰g برآورد شد (۱۱۰ برابر شتاب سقوط آزاد). هیچ گزارشی از این‌که او پس از این پرش، درست توانست راه برود یا خیر، وجود ندارد.

نوع ملایم‌تر پرش با رشته‌های گیاه، که البته گاهی به جراحت و مرگ می‌انجامد، پرش بانگی است که در آن شخص با طناب کشسانی که به پاهای او و پرتگاه بسته شده است، از سکویی بلند می‌پرد. این کار در «روز لودگی آوریل»[3] سال ۱۹۷۹ شروع شد (باید هم در چنان روزی شروع می‌شد!) هنگامی که اعضای باشگاه ورزش‌های خطرناک از پلی در بریستول انگلستان پریدند. فرض کنید شما با این طناب از پلی می‌پرید (و البته در فاصله‌ای کم از هر آن‌چه که در زیرتان قرار دارد، متوقف می‌شوید، که البته همواره رخ نمی‌دهد.) در کجا بیشترین نیرو و شتاب را حس می‌کنید؟ اگر از این تجربه می‌ترسید و تصمیم دارید فقط از نیمی از طول طناب بانگی استفاده کنید، آیا این مقدار نیرو و شتاب نصف می‌شود؟

پاسخ. وقتی به پایین‌ترین نقطه می‌رسید که در آن‌جا طناب بانگی مسیر حرکت شما را وارون می‌کند، بیشترین نیرو را حس می‌کنید و در معرض بیشترین شتاب (هر دو رو به بالا) قرار می‌گیرید. اگر بتوان این طناب را دقیقاً یک فنر ایده‌ال در نظر گرفت که از آن در کتاب‌های درسی استفاده می‌شود، آن‌گاه مقادیر بزرگ‌ترین نیرو و

شتاب، مستقل از طول طناب و در نتیجه مستقل از مسافتی می‌شود که فرو می‌افتید. گرچه در سقوط کوتاه‌تر، طناب بانگی سرعت پایین‌سوی کمتری را باید متوقف کند، اما، طناب کوتاه‌تر سفت‌تر خواهد بود (مانند فنر کوتاه‌تری که سفت‌تر است) و سرعتِ کمترِ شما را با همان شتابی تا صفر کاهش خواهد داد که طنابی کمتر سفت، سرعت بزرگ‌تر را به صفر کاهش می‌دهد.

شتاب بالاسویی که جهنده را متوقف می‌کند، گاهی برای آسیب رساندن به وی به اندازه‌ی کافی بزرگ است. چشم‌ها به‌ویژه آسیب‌پذیرند، زیرا سر در حین توقف رو به پایین است، و فشار خون زیاد در چشم‌ها می‌تواند موجب خونریزی شود.

گیر افتادن در آسانسور در حال سقوط

گاهی اتفاق می‌افتد که در یک آسانسور قدیمی، بی‌هیچ دستگاه ایمنی پشتیبان، ناگهان کابل پاره می‌شود و اتاقک آسانسور سقوط می‌کند. چکار کنید تا شانس زنده ماندن خود را، هرچند که کم است، بهینه سازید؟ مثلاً، آیا باید درست پیش از برخورد اتاقک با ته چاه آسانسور، به طرف بالا بپرید؟

پاسخ. احتمالاً بهترین کار آن است که کف اتاقک دراز بکشید. شاید فکر کنید این کار غیرممکن است زیرا هم شما و هم کف اتاقک فرو می‌افتید، ولی بدون شک هم ریل‌های هدایت‌کننده‌ای که اتاقک در امتداد آن‌ها می‌سُرد، و هم کشش هوایی که در آن سقوط می‌کند، نیروی کششی به آسانسور وارد می‌کنند. بنابراین، می‌توانید خود را روی کف اتاقک بیندازید. شما باید روی کف اتاقک، ترجیحاً از پشت دراز به دراز بخوابید. نکته‌ی مهم این است که باید نیروی وارد بر شما در بزرگ‌ترین سطح ممکن پخش شود.

بی‌حرکت ایستادن عاقلانه نیست، زیرا در این صورت نیرو در سطح کوچک‌تری، مثل سطح مقطع مچ پایتان، پخش می‌شود. اگر برخورد شدید باشد، مچ پایتان خرد می‌شود و بدنتان روی کف اتاقک داغان خواهد شد.

شاید پرش رو به بالا در آخرین لحظه (بدون شک تشخیص این زمان در یک اتاقک بسته غیرممکن است) بدترین کار ممکن باشد. اگر در حین سقوط، به طرف بالا بپرید، احتمالاً فقط سرعت پایین سوی خود را کم خواهید کرد. فرض کنید اتاقک از چاه آسانسور کمانه کند. در این صورت هنگامی که شما رو به پایین حرکت می‌کنید، اتاقک رو به بالا در حرکت است، و اندکی بعد... خوب، نیازی به بیان جزئیات ناخوشایند آن نیست.

داستان کوتاه

بمب‌افکن به ساختمان امپایر استیت[۴] برخورد می‌کند

در ساعت ۹:۴۵ روز شنبه، ۲۸ ژوئیه ۱۹۴۵، یک بمب‌افکن B-۲۵ ارتش ایالات متحده در حالی‌که در یک مه غلیظ در پرواز بود به طبقه‌های هفتادوهشتم و هفتادونهم ساختمان امپایر استیت شهر نیویورک برخورد کرد. سه سرنشین هواپیما و ده کارگر داخل ساختمان کشته، و ۲۶ نفر دیگر زخمی شدند. اگر آن روز، یک روز کاری معمول بود، تلفات می‌توانست بسیار بیشتر شود.

برخورد باعث جدا شدن بال‌های هواپیما شد و بدنه و دو موتور آن را به داخل ساختمان پرت کرد که در آن‌جا سوخت و چنان شعله‌ور شد که به رغم وجود مه، ناظران خیابان می‌توانستند آن را ببینند. یکی از موتورها از داخل ساختمان گذشت و با خروج از طرف دیگر، بر بام ساختمان ۱۲ طبقه‌ای فرود آمد، و باعث آتش‌سوزی دیگری شد.

چون هواپیما در هنگام برخورد به ساختمان به یکی از تیرهای حمال[۵] ناحیه‌ی آسانسور برخورد کرده و به برخی از کابل‌های آسانسور آسیب رسانده بود، یک متصدی آسانسور که درِ آسانسور طبقه‌ی هفتادوپنجم را باز کرده بود، بر اثر انفجار هواپیما به بیرون پرت شد و سپس بر اثر سوخت شعله‌وری که از طریق چاه پایین آمده بود، آتش گرفت. دو کارگر شعله‌های آتشی را که از او زبانه می‌کشید خاموش کردند. پس از این کمک‌رسانی، آن‌ها او را تا آسانسور دیگری همراهی کردند که در آن‌جا متصدی آسانسور قبول کرد که او را برای کمک‌های پزشکی بیشتر به طبقه‌ی اول برساند. همین‌که در بسته شد، کابل‌های آسانسور با صدایی شبیه به شلیک تفنگ از هم گسیخته شدند، و سپس اتاقک آسانسور به زیرزمین سقوط کرد.

امداد رسانانی که اندکی بعد به زیرزمین رسیدند، انتظار داشتند که هر دو سرنشین را مرده بیابند. ولی، پس از آن‌که امدادرسانان با سوراخ کردن دیوار زیرزمین به آسانسور رسیدند، هر دو را زنده یافتند، گرچه به شدت آسیب دیده بودند. آن دو از بیش از هفتادوپنج طبقه سقوط کرده بودند، ولی ظاهراً تجهیزات ایمنیِ آسانسور، سقوط

را به اندازه‌ی کافی کُند کرده بود که از میزان برخورد با کف چاه آسانسور بکاهد. هیچ گزارشی در مورد این‌که آن‌ها در حین سقوط چه کرده‌اند وجود ندارد، ولی به دلیل ترس و تنه‌ای که به هم می‌زدند، بعید می‌دانم که هنگام سقوط ایستاده بودند.

زمین خوردن در حین مبارزه، فرود با چتر نجات

وقتی کسی در جودو یا کشتی کج زمین می‌خورد، چگونه باید فرود آید تا احتمال صدمه خوردن را کمینه کند؟ وقتی کشتی‌گیران حرفه‌ای خودشان یا حریف‌شان را روی تشک می‌اندازند، چگونه می‌توانند آسیب نبینند؟ در هر یک از این موارد، اگر شخصی به درستی فرود نیاید، به احتمال زیاد استخوان‌هایش خرد می‌شود یا اعضای داخلی بدنش آسیب می‌بیند.

چترباز چگونه باید فرود آید تا خطر آسیب‌دیدگی را کاهش دهد؟ گرچه سرعت پایین سوی چترباز به میزان زیادی کم می‌شود، با این حال این سرعت هنوز قابل ملاحظه و معادل پریدن از طبقه‌ی دوم ساختمان است.

پاسخ. باید طوری فرود آیید که ناحیه‌ی تماس بیشینه شود. این مهارت، نیروی وارد بر واحد سطح بخشی از بدن را که به زمین می‌خورد کاهش می‌دهد و احتمال این‌که استخوانی تا وضعیت شکستگی، خم شود یا پیچ بخورد، و یا عضو داخلی بدن تا وضعیت پارگی تحت فشار قرار گیرد، کم می‌کند. اگر در جودو یا کشتی‌کج زمین خوردید، باید هنگام برخورد به زمین تلپی روی تشک بیفتید. بازو به ناحیه‌ی تماس می‌افزاید، و این‌کار به بلند شدن بدن و کاهش نیروی برخورد وارد بر قفسه‌ی سینه کمک می‌کند. کشتی‌گیران حرفه‌ای معمولاً وضعیت بدنی مناسبی دارند و می‌توانند سقوط از ارتفاع زیاد را تحمل کنند (مانند وقتی که از بالای طناب‌های رینگ روی حریف خود که روی تشک خوابیده است، می‌پرند.) آن‌ها همچنین روی تشکی مبارزه می‌کنند که بسیار انعطاف‌پذیر است. وقتی بر آن فرود می‌آیند، مدت برخورد بر اثر انعطاف‌پذیری تشک طولانی می‌شود، و بنابراین نیروی برخورد کاهش می‌یابد.

چترباز طوری تعلیم می‌بیند که ابتدا پاشنه‌های پایش با زمین تماس پیدا کند، سپس روی زمین ولو شود و بغلتد و زانوانش را خم کند که کنار پا و سپس پشت قفسه‌ی سینه‌اش روی زمین قرار گیرد. این روش دو امتیاز دارد: زمان برخورد را طولانی می‌کند (و بنابراین نیروی وارد بر چترباز کم می‌شود) و نیروی برخورد را در سطح بزرگ‌تری پخش می‌کند. اگر قرار بود چترباز ایستاده به زمین برخورد کند، فشار وارد بر استخوان‌های قوزک پایش احتمالاً این استخوان‌ها را از جا می‌کند.

تخت‌های میخ‌دار

من نمایش تخت‌های میخ‌دار را پس از مشاهده‌ی اجرای آن در بخشی از برنامه‌ی یک کاراته‌ی نمایشی وارد آموزش فیزیک کردم. نمایش من در دو بخش اجرا می‌شود: در بخش اول، بدون پیراهن بین دو تخت میخ‌دار، ساندویچ می‌شوم، در حالی‌که یک یا دو نفر روی این ساندویچ ایستاده‌اند. گرچه میخ‌ها آسیب زیادی می‌رسانند، ولی به ندرت بدنم را سوراخ کردند. چه چیزی خطر سوراخ شدن را کاهش می‌دهد؟

در بخش دوم، دوباره میان دو تخت میخ‌دار ساندویچ می‌شدم، در حالی‌که دستیارم یک قطعه ساروج نیم‌سوخته را روی تخت قرار می‌داد و سپس با پتک سنگین و بلندی آن را خرد می‌کرد. این بخش به چند دلیل خطرناک است که یکی از آن‌ها تکه‌پاره‌هایی است که می‌تواند به چشم‌ها و دندان‌ها برخورد کنند.(یک بار که داشتم «شوی» کتاب نمایش هیجان‌انگیز فیزیک را با نمایش تخت‌های میخ‌دار به عنوان آخرین آن‌ها اجرا می‌کردم، دستیار همیشگی‌ام نتوانست با من بیاید، و من از دستیار استادی که دعوتم کرده بود خواستم کمکم کند. او پتک را محکم چرخاند، ولی با زاویه‌ای فرود آورد که بیشتر خرده‌های ساروج به صورتم خورد. یکی از آن خرده‌ها شکاف عمیقی در چانه‌ام به وجود آورد، و وقتی برای اظهارنظرهای نهایی بلند شدم درحالی‌که تلوتلو می‌خوردم خون فراوانی روی بدن، شلوار، کفش‌هایم فرو می‌ریخت. دیگر هیچ‌وقت دچار چنین سرنوشت دردناک یا واکنش مخاطبان در این دست از سخنرانی‌ها نشدم). چرا استفاده از قطعه‌ای بزرگ ایمن‌تر از قطعه‌ای کوچک است؟

پاسخ. وقتی مردم روی من می‌ایستند، وزن آن‌ها روی تعداد زیاد میخ تخت بالایی پخش می‌شود،طوری که نیروی حاصل از هر میخ معمولاً برای سوراخ کردن پوست کافی نیست. نیروی حاصل از میخ‌های پشت من بزرگ‌تر است، زیرا باید وزن من را هم تحمل کنند. به تجربه دریافته‌ام، وزن کسانی‌که روی من می‌ایستند چقدر باشد تا سوراخ نشوم. (فکر نکنید درد نمی‌کشم، زیرا این نمایش

بسیار دردناک است.)

قطعه‌ی بزرگی که خرد می‌شود نه تنها به جلوه‌ی نمایشی این نمایش می‌افزاید، بلکه ایمنی را نیز به سه طریق زیاد می‌کند. (۱) اگر محکم فشرده شوم، قطعه و تخت بالایی به سرعت رو به پایین شتاب می‌گیرند؛ قطعه‌ی بزرگ‌تر به دلیل جرم بیشتر خود، این شتاب را کم می‌کند. (۲) بیشترِ انرژی پتک به جای آن‌که موجب حرکت شود، صرف خرد کردن قطعه می‌شود. (۳) این واقعیت که قطعه از هم می‌پاشد، به معنی آن است که زمان برخورد، بیشتر از موردی است که قطعه وجود ندارد، و بنابراین نیروی برخورد کوچک‌تر از آن حالت است. وقتی برای نخستین‌بار نمایش تخت‌های میخ‌دار را در کلاس اجرا کردم، از یک آجر کوچک به‌جای قطعه‌ای بزرگ استفاده کردم. ضربه‌ی پتک دستیارم باعث شد برای چند دقیقه گیج و مبهوت در کف اتاق باقی بمانم.

قاشق‌های آویزان

یک قاشق سبک و بینی خود را پاک کنید، به قسمت گرد قاشق کمی بدمید و سپس آن را طوری نگه دارید که آن قسمت مقابل بینی شما قرار گیرد. با تغییر محل قاشق و رها کردن تدریجی آن، چسبندگی قاشق به بینی‌تان را آزمایش کنید. وقتی حس کردید قاشق سر جایش باقی می‌ماند، آن را رها کنید. این دقیقاً همان چیزی است که به دنبالش بودید: قاشق از بینی شما آویزان می‌شود. حالا چه کسی می‌تواند در مقابل شما مقاومت کند؟!

چرا قاشق آویزان می‌شود؟ چطور دمیدن در آن به آویزان شدنش کمک می‌کند؟ آیا می‌توانید قاشق‌ها را از قسمت‌های دیگر صورت خود، یا اگر مایل به کاری از این دست هستید، از سایر بخش‌های بدن خود بیاویزید؟

چه‌مدت قاشق می‌تواند از بینی شما آویزان باشد؟ من مدت‌هاست که مدعی رکورد ۱ ساعت و ۱۵ دقیقه هستم، که در یک رستوران فرانسوی در تورنتو به جای گذاشته شد. ولی، در واقع این رکورد در یک توقفگاه کامیون در یانگ ستون[۶] اُهایو به جای گذاشته شد، که عضو تنومند یک گروه موتورسوار پیشنهاد کرد که شکل بینی مرا تغییر دهد تا قاشق بهتر آویزان شود.

پاسخ. اگر قاشق و بینی شما چرب نباشد، اصطکاک کافی بین قاشق و پوست وجود دارد تا قاشق را در جای خود نگه دارد. قاشق به شرطی پایدار می‌ماند که مرکز جرم آن در راستای خطّ قائمی باشد که از نقطه‌ی چسبیدن آن به بینی شما می‌گذرد. در غیر این صورت، وقتی قاشق را رها می‌کنید، گرانی آن را می‌چرخاند و این حرکت ممکن است موجب جدا شدن قاشق از بینی شود. چگالش حاصل از رطوبت نفس شما به چسبیدن قاشق به بینی‌تان کمک می‌کند. گرچه لایه‌ی نسبتاً ضخیم آب مانند روان‌کننده عمل می‌کند، ولی لایه‌ی بسیار نازک آب، به دلیل جاذبه ی، الکتریکی بین مولکول‌های آب و سطح نزدیک به هم قاشق و پوست، مانند یک چسب عمل می‌کند.

ردّ تخته‌سنگ‌های کوچنده

برخی اوقات سنگ‌های بستر دریاچه‌های خشک کالیفرنیا و نوادا ردهای طویلی از خود در صحرای خشک تفتیده به‌جا می‌گذارند. این ردها ممکن است ده‌ها متر طول داشته باشند، و محدوده‌ی جرم آن‌ها می‌تواند به بیش از ۳۰۰کیلوگرم برسد. چه چیزی موجب این ردها می‌شود؟ آیا این تخته‌سنگ‌ها وقفه‌ای در کار قمارخانه‌های لاس‌وگاس ایجاد می‌کنند؟ آیا موجودی غیرعادی آن‌ها را این طرف و آن‌طرف می‌کشد؟ این عامل هرچه که باشد، تولید این ردها دشوار است، زیرا اصطکاک بین تخته سنگ و بستر صحرا بی‌شک بزرگ است.

پاسخ. نظریه‌های بسیاری در پی توضیح این هستند که چگونه سنگ‌ها این ردها را بر جای می‌گذارند. یکی از آن‌ها، یخ زدن نادر آب باران است. احتمالاً سنگ‌هایی که در لایه‌ی نازکی از یخ گیر کرده‌اند گاهی در معرض تندبادها قرار می‌گیرند و وقتی این تندبادها بتوانند سنگ‌ها و لایه‌ی یخ را تکان دهند ردهایی در کف صحرا تولید می‌شود.

نظریه‌ی دیگر آن است که سنگ هنگامی ردّی از خود برجای می‌گذارد که باد آن را در یکی از باران‌های سیل‌آسای نادر آن منطقه، به حرکت در آورد. وقتی آب زمین را لغزنده کند، بادتوفان می‌تواند سنگ را طوری روی زمین بکشد یا بغلتاند که ردّی از خود برجای گذارد. اصطکاک میان این سنگ و زمین وقتی کمینه است که آب، لایه‌ی نازکی از گل‌ولای را روی سطح سفت و ساکنی تشکیل دهد. آن‌گاه یک تندباد می‌تواند سنگ را ناگهان از جایش تکان دهد. با شروع حرکت، سنگ برای تداوم آن به نیروی کمتری نیاز دارد.

گره‌زدن‌ها

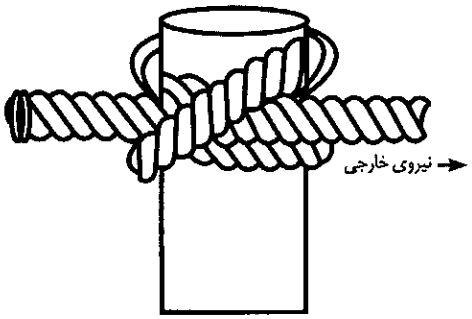
یک سر گره‌ی دو خفت[7] که در شکل ۱ـ الف نشان داده شده آزاد و سر دیگر آن تحت تأثیر نیروی خارجی است. آیا اگر این نیرو افزایش یابد گره می‌تواند سُر بخورد، یعنی آیا سر آزاد آن می‌تواند طوری از میان گره کشیده شود که گره باز شود؟ یا گره محکم‌تر می‌شود؟

پاسخ. برای تعیین این‌که آیا گره تحت تأثیر نیروی دلخواه بزرگی سفت یا باز می‌شود، نیروهای اصطکاک و کشش دخیل در گره را می‌توان به لحاظ ریاضی تحلیل کرد. در این‌جا، با شروع از سرِ آزاد که تحت هیچ کششی نیست (شکل ۱ ـ ب)، تحلیل ساده‌ای را ارائه می‌کنیم. طناب با پیچیدن روی بخش دیگر از زیر آن می‌گذرد ـ که بخش بالایی آن بر بخش پایین‌ترش فشار وارد می‌کند. اگر بخواهیم سر آزاد از میان این پیچ‌خوردگی لیز نخورد، اصطکاک حاصل از این فشار، نباید کوچک‌تر از کششی باشد که می‌خواهد سر آزاد را از بین پیچ‌خوردگی بکشد.

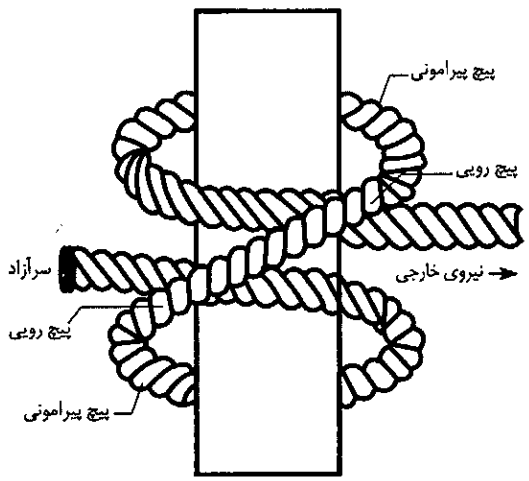
پس، طناب در دوبار پیچ خوردن دور میله گره می‌خورد. سر این بخش پیچیده شده که به سر آزاد نزدیک‌تر است تحت کشش اندکی قرار دارد، در حالی‌که سر دیگر این بخش تحت کشش بزرگ‌تری است. اگر این بخش ساکن باشد،اصطکاک بین طناب و میله باید به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد تا این اختلاف کشش میان دو انتها را تحمل کند.

سرانجام، طناب از یک پیچ‌خوردن روی طناب دیگر می‌گذرد. طرف دیگر طناب تحت کشش دلخواهی است که نیروی خارجی تولید می‌کند. اگر بخش بالایِ آن به حدّ کافی بر بخش پایین آن فشار وارد کند، پیچ‌خوردگی پایدار می‌ماند.

بنابراین، در نقاط روی طناب در گره‌ی دو خفت، سه شرط اصطکاک وجود دارد. اگر پیچ‌خوردن از رو یا پیچ‌خوردن‌های دور طناب بسیار محکم باشند، گره تحت تأثیر هیچ نیروی خارجی‌ای باز نخواهد شد. ولی اگر یکی از آن‌ها شُل باشد، آن‌گاه در صورتی‌که نیروی وارد به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد، گره باز خواهد شد. انواع دیگری از گره‌ها وجود دارند که تحت تأثیر نیروی خارجی بزرگ باز می‌شوند، حتی اگر پیچ خوردن از رو و پیچ‌خوردن‌های دور، هر دو محکم پیچیده شده باشند، در حالی‌که برخی دیگر از گره‌ها بر اثر هر نیروی خارجی‌ای خودبه‌خود محکم می‌شوند، و بنابراین تنها در صورتی باز می‌شوند که طنابِ بین گره و نیرو پاره شود.



(الف) گره‌ی دو خفت



(ب) اجزای یک گره‌ی دو خفت

پانوشت

1. Pentecost

۲. New Hebrides (منطقه‌ای مشتمل از ۵۰۰ جزیره در شمال غرب اسکاتلند. مترجم)

3. April Fool's Day

4. Empire State

5. girders

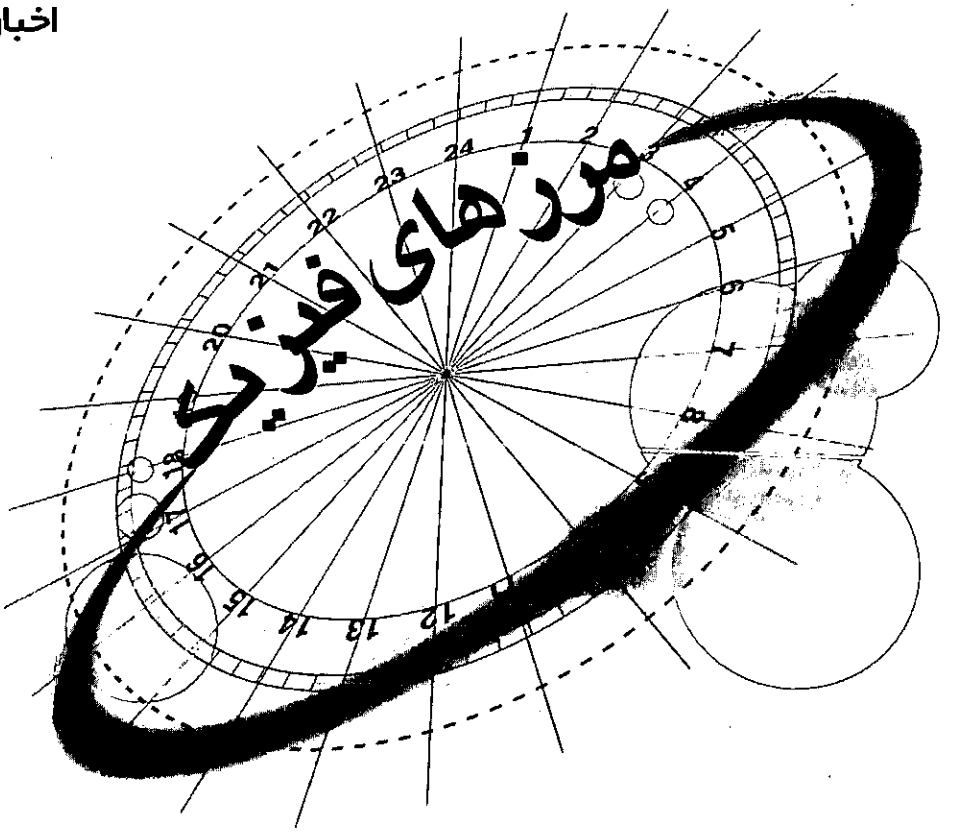
6. Yonngstown

7. clove hitch

منبع

Jearl Walker, The Flying Circus of Physics, 2nd Editon, John Wiley & Sons, 2007.

مرزهای فیزیک

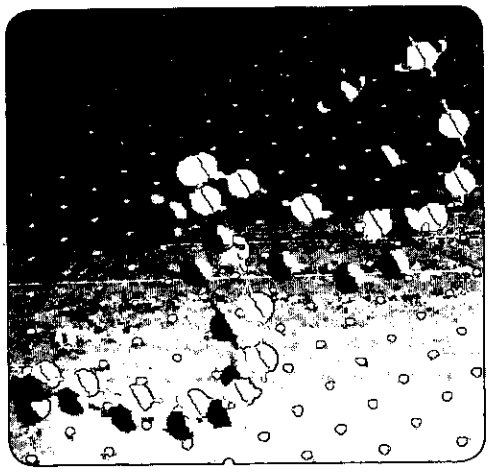


مشاهده‌ی اثر ماگنوس در نور

پژوهشگران توانسته‌اند برای اولین‌بار اثر ماگنوس[1] را در نور مشاهده کنند که نویدبخش کنترل نور در وسایل اپتیکی نانومتری و داده‌پردازی بسیار سریع‌تر در رایانه‌هاست. این کشف روش دقیق‌تری برای بررسی رفتارهای فیزیکی مهم نیز در اختیار می‌گذارد که تاکنون فقط می‌شد آن‌ها را در دستگاه‌های ماده‌ی چگال بسیار پیچیده مشاهده کرد. یافته‌های این کار در شماره‌ی دسامبر ۲۰۰۸ نیچر فوتونیکز[1] چاپ شده است.

اثر ماگنوس[2] را می‌توان در بسیاری از دستگاه‌ها مشاهده کرد. مثلاً این اثر نیروهایی را توصیف می‌کند که از پهلو به توپ چرخان در هوا وارد می‌شود و توضیح می‌دهد که چگونه پرتاب‌کنندگان توپ مسیر آن را خمیده می‌سازند، و چرا توپ گلفی که به آن بد ضربه زده شده است تکه‌تکه می‌شود. امواج نور، که از ذرات بی‌جرم موسوم به فوتون تشکیل شده‌اند، اسپین خاص خود را دارند. اسپین نور بستگی به این دارد که قطبش یا جهت ارتعاش موج آن در هنگام حرکت در کدام جهت بچرخد. اثر ماگنوس برای نور (که اثر هال اسپین نیز خوانده می‌شود) باعث می‌شود که نور بر اثر برهم‌کنش اسپین و شکل مسیر آن منحرف شود.

پژوهشگران نظریه‌ی واحدی را برای این اثر تدوین کرده و اولین مشاهده‌ی تجربی آن را نیز انجام داده‌اند. نتایج این پژوهش را می‌توان بالقوه در موارد بسیاری به‌کار برد. به کارگیری آن در وسایل فوتونیک و نانو- اپتیک حوزه پژوهش جدیدی را به‌وجود می‌آورد که اسپینترونیک نامیده می‌شود. امید می‌رود که با به‌کارگیری یافته‌ها بتوان نور را در ابزارهای اپتیکی نانومتری به شیوه‌هایی کنترل کرد که قبلاً امکان‌پذیر نبود. این ابزارها را می‌توان در وسایل نانومتری به‌کار برد که داده‌ها را بسیار سریع‌تر از ابزارهای موجود محاسبه و پردازش می‌کند.



پژوهشگران امیدوارند نتایج این کار در سایر حوزه‌های فیزیک نیز مفید باشد. دستگاه‌هایی در فیزیک ماده‌ی چگال وجود دارند که در آن‌ها در انرژی‌های زیاد اسپین ذره با مسیر آن جفت می‌شود. این جفت‌شدگی در تمام موارد یکسان است، اما شناخت تجربی آن‌چه عملاً رخ می‌دهد بسیار دشوار است. دستگاه تجربی جدید روشی را برای پاسخ‌گویی روشن و دقیق به این پرسش‌ها در اختیار می‌گذارد.

پانوشت

1. Magnus effect
2. Nature Photonics

مواد بهتر برای سلول‌های خورشیدی

پژوهش گروهی از دانشمندان و دانشجویان ام.آی.تی. می‌تواند به تولید سلول‌های خورشیدی ارزان‌تر و کارآمدتر در سال‌های آینده بینجامد. این کار یا با مواد بسیار فراوان صورت می‌گیرد که سبب شکوفایی این صنعت می‌شوند و هزینه‌های تولید سلول‌های خورشیدی معمولی را کم می‌کنند.

به گفته‌ی تونیو بوئو ناسیسی[1] این پژوهش کوششی سازمان‌یافته در جهت کشف موادی است که می‌توان از آن‌ها برای سلول‌های خورشیدی در آینده استفاده کرد. برای به‌وجود آوردن رشد قابل ملاحظه در صنعت سلول‌های خورشیدی باید از مواد بسیار فراوان برای ساخت آن‌ها استفاده کرد، بنابراین یکی از گروه پژوهشگران به بررسی حدود ۳۰ عنصر موجود در پوسته‌ی زمین پرداختند که برای توسعه‌ی تریلیون‌ها وات ارزش سلول‌های خورشیدی به اندازه‌ی کافی فراوان هستند سپس به فهرستی از ۵۰۰ ترکیب از این عناصر رسیدند که ویژگی‌های نیمرسانای لازم را دارند. سپس به مطالعه‌ی دقیق به ۱۰ ترکیب رسیدند که نویدبخش به نظر می‌رسیدند.

اولین ترکیب مورد مطالعه‌ی دقیق اکسید مس(CuO_2) یک ماده‌ی معدنی قرمزرنگ بود که به‌عنوان رنگ‌دانه و ضدقارچ به‌کار می‌رود. به نظر بوئوناسیسی «این ماده نویدبخش است، ویژگی‌های اپتیکی آن کاملاً مناسب است، اما خواص الکتریکی آن مناسب نیست»، بنابراین از روش‌های مهندسی نقص برای بهبود آن استفاده کردند. در این فاصله، کار جست‌وجوی ترکیب‌های مناسب باقیمانده را ادامه دادند.

سرعت تبدیل این جست‌وجو به سلول خورشیدی تجارتی جدید به یافتن امکانات جدید بستگی دارد. با بخت مساعد می‌توان به سرعت به ماده‌ی مورد نظر دست یافت، یا شاید این کار سه تا پنج سال طول بکشد. در هر صورت، روش مورد استفاده روش نظام‌مندی است که نمی‌توان راهی غیر از آن را اختیار کرد.

پژوهشی دیگر در جهت کاهش هزینه‌ی تولید سیلسیم بسیار خالص صورت می‌گیرد که برای ساخت سلول‌های خورشیدی معمولی به‌کار می‌رود. معمولاً سنگ معدن‌های غنی از سیلیسیم مانند کوارتز را برای جداسازی ناخالصی‌ها در کوره‌های با قوس الکتریکی گرم می‌کنند. این کار فرایندی بسیار انرژی‌بر است. اما شاید طبیعت روش بهتری در اختیار بگذارد.

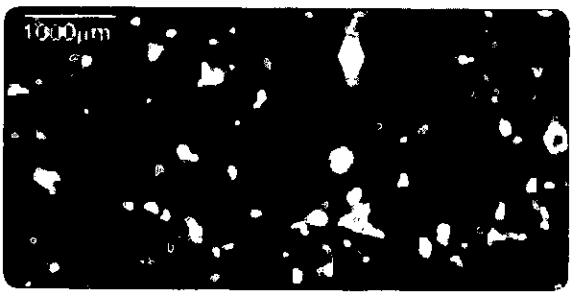
به گفته‌ی بوئوناسیسی «ناخالصی‌ها در کوارتز به‌صورت یکنواخت

توزیع نشده‌اند، بلکه در بسته‌های کوچکی موسوم به تهنشین‌ها متمرکزند، و درنتیجه می‌توان آن‌ها را قبل از فرایند ذوب‌کردن به‌صورت شیمیایی یا مکانیکی جدا ساخت. این ناخالصی‌ها خوشه‌ای شکل‌اند و درنتیجه ابداع روشی جهت جداکردن آن‌ها پیش از ذوب، سبب حذف یک مرحله از فرایند خالص‌سازی می‌شود. سازندگان سیلیسیم علاقه‌ی زیادی به این پژوهش نشان داده‌اند».

بوئوناسیسی و همکارانش درصدد بهبود کارآیی سلول‌های خورشیدی ساخته شده از سیلیسیم چند بلوری نیز هستند که به‌جای ویفرهای تک‌بلوری بسیار گران‌تر مورد استفاده در تراشه‌های رایانه‌ای به‌کار خواهند رفت. مسئله این است که در مواد چندبلوری، نقص‌های موجود در دانه‌ها که دررفتگی خوانده می‌شوند مقدار زیادی از انرژی تولیدشده را جذب می‌کنند، اما این پژوهشگران در یک گردهمایی اظهار کردند فرایندی را یافته‌اند که این اتلاف‌ها را بسیار کم می‌کند.

اساس این روش گرم کردن دوباره‌ی ماده پس از خنک کردن آن در فرایند ساخت است که بازپخت نامیده می‌شود. با کنترل صحیح نمایه‌ی دما، می‌توان دررفتگی‌های جذب‌کننده‌ی انرژی را با ضریب صد کم کرد. این کار باعث می‌شود بلور داری همان ویژگی‌های تک‌بلور خالص شود.

این بخش از پژوهش پیشرفت بسیار خوبی کرده است و محصول در مرحله‌ی عرضه به بازار است. گزارش این کار در مجله‌ی اپلاید فیزیکر لترز[2] چاپ شده است.



نقشه‌ی کوارتزیت تغییرشکل‌یافته که با فلوئورسانی پرتو X گرفته شده است. این ماده یکی از موادی است که بالقوه می‌تواند برای ساخت سلول‌های خورشیدی به‌کار رود.

پانوشت

1. Tonio Buonassisi
2. Applied Physics Letters

بهره‌گیری از نامرئی بودن برای افزایش دید

پژوهش در مورد تولید وسیله‌های نامرئی انگیزه‌ای است که دو فیزیک‌دان را به تفکر در مورد رفتار نور در جهت غلبه بر مسئله‌ی دشوار تکنیکی‌های اپتیکی واداشته است. این موضوع می‌تواند باعث ساخت چشم گربه‌ی کامل در آینده شود.

اخیراً مقاله‌ای در مجله نیوجورنال او فیزیک[1] با عنوان «تبدیل تکنیکی‌ها در وسایل اپتیکی» در مورد «پنهان ساختن و اپتیک دگرگونی» چاپ شده است که هدف نویسندگان آن نشان دادن امکان بازتاب نور از تمام جهت‌هاست.

چشمان گربه و لباس‌هایی که در تاریکی می‌درخشد از این‌رو مؤثرند که نور را به جایی می‌فرستند که از آن آمده است تا جهت را به رانندگان در جاده نشان دهند یا بگویند که دوچرخه‌سواری در جاده است. گرچه این موضوع برای نور در بعضی زاویه‌ها به خوبی کار می‌کند، اما در تمام زاویه ما چنین نیست.

وقتی نور را به لیوانی می‌تابانیم که یک نی در آن است و نی شکسته به‌نظر می‌رسد، علت آن تغییر سرعت نور در آب و شیشه است. فیزیک‌دانان تأثیر مواد بر سرعت نور را با ضریب شکست اندازه می‌گیرند. ضریب شکست در هوا برابر یک، در آب ۱/۳، و در شیشه تقریباً ۱/۵ است.

اما اگر ماده سبب شود که ضریب شکست نور به صفر فرو افتد یا بی‌نهایت زیاد شود چه اتفاقی می‌افتد؟ این دو را تکنیکی‌های اپتیکی می‌نامیم و مدت‌ها گمان می‌کردند که دست یافتن به آن‌ها غیرممکن است. اما برای تولید موادی که بتوانند نور فرودی از تمام جهات را بازتابانند و چشم گربه‌ی کامل تولید کنند، فیزیک‌دانان

باید این موضوع را به درستی بفهمند.

ایده‌هایی که در این مقاله مطرح شده‌اند آخرین روندهای موجود در اپتیک موسوم به اپتیک دگرگونی است که ضریب شکست بی‌نهایت را به چیزی عملی‌ترتبدیل می‌کند. به عبارت ساده‌تر، دانشمندان به روشی برای تولید مواد در جهت ایجاد توهم‌های اپتیکی دست یافته‌اند ـ بعضی از آن‌ها را می‌توان برای وسایل نامرئی، و برخی دیگر را برای دید کامل اشیاء به‌کار برد.

روش کار آن‌ها تبدیل تکنیکی‌های اپتیکی که نفرین فیزیک‌اند به یک اثر جانبی با ناراستی‌های بی‌ضرر بلور به یک اثر جانبی است.

کاربردهای آن احتمالاً ابتدا در فناوری بی‌سیم و رادار برای ریزموج‌های الکترومغناطیسی به‌جای نور خواهد بود، زیرا ساخت مواد برای ریزموج‌ها ساده‌تر از نور است.

یافته‌های این دانشمندان در مجله همراه کار پژوهشگرانی

آورده شده است که روش‌هایی را برای توهم‌های اپتیکی یافته‌اند که در آن‌ها فضای فیزیکی، مثلاً برای ساختن اشیاء نامرئی، دگرگون به‌نظر می‌رسد.

پانوشت

1. New Journal of Physics

نوع جدیدی از ساعت اتمی

دقیق‌ترین ساعت‌های اتمی جهان مبتنی بر خروجی اتم‌های سزیم‌اند. این ساعت‌های فواره‌ای بسیار دقیق، بسامد و بازه‌ی زمانی ثانیه‌ها را با بهره‌گیری از حرکت فواره مانند اتم‌های سزیم اندازه می‌گیرند. متأسفانه، حمل و نقل این ساعت‌های فواره‌ای چندان راحت نیست، زیرا دستگاه‌های عظیم و ساکنی هستند که فقط در آزمایشگاه می‌توان از آن‌ها استفاده کرد.

فیزیک‌دانان دانشگاه نیوساوت ویلز[1] استرالیا و دانشگاه نوادا[2] روشی را مطرح کرده‌اند که با استفاده از شبکه‌های اپتیکی با طراحی خاص اندازه‌ی ساعت اتمی را به صورت مناسب درآورده‌اند.

شبکه‌های اپتیکی با گیراندازی اتم‌ها در میدان موج ایستاده تشکیل شده از باریکه‌های لیزری به وجود می‌آیند. اما لیزرها می‌توانند جلوی قابلیت دقت نگه‌داری اتم‌ها را بگیرند. با اعمال میدان مغناطیسی خارجی به شبکه در جهت خاص، حساس‌بودن ساعت اتمی به شدت میدان لیزر از بین می‌رود. این ویژگی باعث می‌شود ساعت اتمی با ابعاد کوچک به خوبی کار کند.

گرچه ساعت سزیمی قابل حمل کاربردهای علمی و کلی زیادی دارد، اما دقت ساعت‌های با شبکه‌ی اپتیکی هنوز کاملاً معلوم نیست. پژوهشگران با درخواست بررسی‌های نظری و تجربی بیشتر، اطمینان داده‌اند که حتی اگر معلوم شود این ساعت‌ها قادر به رقابت با ساعت‌های فواره‌ای نیستند، اندازه‌ی کوچک‌ترشان آن‌ها را در کاربردهایی چون دستگاه‌های ناوبری و آزمون‌های مربوط به تقارن‌های بنیادی در فضا سودمند می‌سازد.

پانوشت

1. New South Wales
2. University of Nevada

پیشنهادی برای یادگیری فیزیک با نظام آموزش فردی (PSI)

علی انصاری[1]
مسعود صدرالاشرافی[2]

چکیده

تحقیق حاضر به منظور مقایسه‌ی تأثیر نظام آموزش فردی و نظام آموزش سنتی با توجه به استعدادهای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان طالقانی تشویر در استان زنجان در آموزش درس فیزیک طراحی و اجرا شده است.

این پژوهش از حیث هدف در رده تحقیقات کاربردی و از نظر نحوه‌ی گردآوری داده‌ها و روش کار در رده‌ی تحقیقات تجربی است.

نمونه‌ی این پژوهش را تعداد ۴۰ نفر دانش‌آموزان سال اول دبیرستان طالقانی تشویر در سال ۱۳۸۶ تشکیل می‌دهند که به شیوه‌ی تصادفی ساده انتخاب شده‌اند. در هر گروه ۲۰ دانش‌آموز قرار گرفته‌اند که ۲۰ نفر اول با روش آموزش فردی و ۲۰ نفر دوم با روش آموزش سنتی مورد آموزش قرار گرفه‌اند. هم‌چنین از آن‌ها آزمون‌های استعداد نیز گرفته شده است. نتایج آزمون‌ها حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵,۰ بین دو روش و بیانگر این مطلب است که روش آموزش فردی به مراتب بهتر از روش آموزش سنتی است.

کلیدواژه‌ها: نظام آموزش سنتی، نظام آموزش فردی (PSI) یا طرح کلر، یادگیری در حد تسلط، تقویت مثبت، سرعت یادگیری به عهده‌ی دانش‌آموز، ارزیابی تکوینی، ارزیابی تکمیلی

مقدمه

مقاله‌ی حاضر چکیده پایان‌نامه ی کارشناسی ارشد نگارنده است که به منظور مقایسه‌ی تأثیر نظام آموزش فردی و نظام آموزش سنتی با توجه به استعدادهای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان طالقانی تشویر در استان زنجان در آموزش درس فیزیک طراحی و اجرا شده است.

هدف اصلی

پژوهش بررسی جداگانه و ترکیبی تأثیر مؤلفه‌های اصلی یادگیری براساس نظام آموزش فردی و روش تدریس سنتی بر یادگیری فیزیک است.

فرضیه‌ی اصلی

بین یادگیری فیزیک دانش‌آموزان در نظام آموزش فردی و یادگیری آن‌ها در نظام آموزش سنتی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر، در یادگیری فیزیک، بین میانگین نمره افزوده‌ی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزانی که با برنامه‌ی نظام آموزش فردی آموزش دیده‌اند با آنان که با نظام آموزش سنتی دیده‌اند تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

تاریخچه و ویژگی نظام آموزش فردی

فرد کلر [۶] در دهه‌ی ۱۹۶۰ روشی را در آموزش بنا نهاد که امروزه طرح کلر یا همان نظام آموزش فردی می‌نامیم. کلر این طرح را به‌طور جامع در مقاله‌ی معروفش «خداحافظ، معلم» بیان می‌کند، بعد از آن طرفداران و مخالفانی پیدا می‌کند، برای ارزیابی از کارکرد PSI تحقیقات بسیار گسترده و متعدد انجام شده است که اغلب موفقیت‌آمیز بوده‌اند. اوج استفاده از این روش در دهه‌ی ۱۹۷۰ و سپس ۱۹۸۰ در آمریکا بود.

دوست‌داران این روش آن را به دلایل زیر مفید می‌دانند:

۱. فعالیت‌های آموزشی دانش‌آموزان گروهی است و تأکید بسیاری بر همیاری دارد.

۲. مسئول یادگیری دانش‌آموز، خود اوست.

۳. دستیار نقش تسهیل‌کننده‌ی یادگیری و راهنمای دانش‌آموز را دارد.

۴. فرصت‌های یادگیری برابر برای همه‌ی دانش‌آموزان فراهم می‌شود.

۵. استفاده در آموزش از راه دور

۶. تقلیل هزینه‌های آموزش

۷. لحاظ نمودن تفاوت‌های فردی

در عوض منتقدان بر این باورند که:

۱. وقت‌گیر بودن تهیه‌ی مواد و تدوین برنامه‌ی PSI و واحدها قبل از اجرا

۲. مشکلات اجرایی که در پیاده کردن طرح و عدم‌هماهنگی بین مسئولان در مدارس و نیز عدم‌همکاری کافی آن‌ها پیش می‌آید.

۳. مسائلی که به‌خاطر عدم‌اجرای مناسب پیش می‌آید.

۴. لزوم تهیه‌ی آزمون‌های زیاد

۵. دشواری کنترل کلاس و شلوغی و زمینه برای شیطنت‌های احتمالی که مدتی از وقت کلاس با گفت‌وگوهای بی‌مورد می‌گیرد.

خصوصیات اصلی این نظام آموزش عبارت است از:

۱. محتوا باید به مجموعه‌ی نسبتاً مفصل‌تری از واحدهای کوچک یادگیری تقسیم شود که هدف هر یک نیز همراه با آن مطرح می‌شود. واحد درسی یک قسمت از کتاب شامل محتوای فیزیک و روش مطالعه است که دانش‌آموز بتواند در یک هفته به اتمام برساند.

۲. یادگیری هر موضوعی در قالب مجموعه‌ای از هدف‌های مهم تعریف می‌شود که معرف قصد از یادگیری آن درس یا واحد است.

۳. به همراه هر واحد یک آزمون تشخیص نیز وجود دارد تا به وسیله‌ی آن بتوان پیشرفت دانش‌آموزان را اندازه‌گیری کرد (ارزشیابی تکوینی) و مشکلات ویژه هر دانش‌آموز را شناخت.

۴. سرعت یادگیری به‌عهده دانش‌آموز است، هر دانش‌آموز این فرصت را دارد تا هر یک از واحدها را با نمره ۹۰٪ در آن بگذراند و بعد از آن اجازه خواهد یافت تا واحد بعدی را بگذراند.

۵. بار تدریس بر دوش دستیاران است، برای هر سه دانش‌آموز در کلاس یک دانش‌آموز سال سوم در ساعت‌های درسی فیزیک به عنوان دستیار کار تدریس را انجام می‌دهد.

۶. از اطلاعات به‌دست آمده از اجرای آزمون‌ها برای تأمین آموزش‌های تکمیلی مورد نیاز هر دانش‌آموز استفاده می‌شود تا به

در یادگیری فیزیک، بین میانگین نمره افزوده‌ی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزانی که با برنامه‌ی نظام آموزش فردی آموزش دیده‌اند با آنان که با نظام آموزش سنتی دیده‌اند تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

وسیله‌ی آن‌ها دانش‌آموز بتواند بر مشکلات خود فائق آید.

در این نظام، دانش‌آموزانی که از توانایی کمتری برخوردارند، به زمان بیشتری برای به انجام رساندن تکلیف‌های یادگیری نیاز دارند. آن‌چه مورد حمایت و تأکید قرار می‌گیرد موفقیت است و نه شکست و ناکامی. آموزش در چارچوب این نوع یادگیری معمولاً فردی است و دانش‌آموز تا نیل به موفقیت مطلوب هرگز تکلیف یادگیری را رها نمی‌سازد. سطح موفقیت یا توانایی مطلوب نیز با استفاده از آزمون‌های مبتنی بر معیار ارزیابی می‌شود.

در آموزش فردی درس به صورت گام به گام و سلسله‌مراتبی ارائه می‌شود. معلمان مقدار کمی اطلاعات به دانش‌آموزان می‌دهند، دانش‌آموزان اطلاعات را تکرار می‌کنند، معلمان پرسش‌های ساده و مستقیمی درباره‌ی موضوع می‌پرسند، دانش‌آموزان پاسخ می‌دهند، اگر پاسخ صحیح بود پاداش می‌گیرند و اگر اشتباه بود معلم آن را اصلاح می‌کند و این فرایند آن‌قدر تکرار می‌شود که دانش‌آموزان بتوانند به طور خودکار و بدون کمک اطلاعات را به‌خاطر آورند و یا مهارت را انجام دهند. تنها در این شرایط است که آموزش مطالب بعدی آغاز می‌شود.

پیشینه‌ی تجربی تحقیق

در اغلب مدرسه‌های کشورها فرآیندیادگیری معلم‌محور است یعنی معلم بخش عمده‌ای از فعالیت‌های فکری و عملی دانش‌آموز را خود انجام می‌دهد. معلم به علت محدودیت زمانی مجبور است برنامه درس را براساس جدول زمان‌بندی به‌طور کامل اجرا کند و تعداد کثیری از دانش‌آموزان کلاس را با توانایی‌های متفاوت آموزش بدهد.در نتیجه، توجه به تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان و تعمیق و توسعه مفاهیم علمی و پرورش استعدادها و توانایی‌های خاص دانش‌آموزان غالباً به صورت تعامل اجباری سپری می‌شود. در این نگرش معلم با استفاده از مناسب‌ترین روش تدریس یعنی «سخنرانی» تلاش می‌کند به هدف نظام آموزشی که همانا انتقال مستقیم دانش و یافته‌های علمی به دانش‌آموزان است، جامه‌عمل بپوشاند. بنابراین، روش سخنرانی برای رسیدن به مقاصد خاصی (انتقال دانش بیشتر به تعداد بیشتری از دانش‌آموزان) مؤثر و کارساز است [۱]. چه‌بسا در نگرش‌های جدید آموزشی و در شرایط معینی نیز بتوان از آن استفاده کرد.

اما در مقابل این نگرش تحقیقات قابل‌ملاحظه‌ای طی سال‌های اخیر درباره‌ی آموزش صورت گرفته است که بخش اعظم آن براساس مدل یادگیری آموزشگاهی کارول بوده است. در مدل کارول میزان یادگیری بر حسب زمان صرف شده و زمان لازم برای یادگیری بیان می‌شود. در این مدل پنج جزء مهم تعیین‌کننده برای میزان یادگیری دانش‌آموز پیشنهاد شده است: الف) استعداد ب) توانایی درک، ج) پشتکار، د) مدت‌زمان آموزش، هـ) کیفیت آموزش. اسلاوین [۸] متوجه شد که مدل کارول حاوی اجزایی

است که در درجه اول درون‌فردی است (به‌ویژه استعداد، توانایی، درک آموزش و پشتکار) که این اجزا در آموزش قابل تغییر است. مثلاً، توانایی درک آموزش تا حدی تابع استعداد دانش‌آموز است. (تغییر آن در کوتاه‌مدت مشکل است)، اما می‌توان با سازگار کردن آموزش با سطح آمادگی فردی، مانند برنامه‌های آموزش فردی، آن را مورد مطالعه قرار داد. طرح کلر یا نظام آموزش فردی یکی از روش‌هایی است که به طور گسترده بیش از سایر روش‌ها به جای روش‌های سنتی تدریس به‌کار رفته است.

بررسی طرح کلر در سطح دانشگاه این رویکرد را هم در رسیدن به هدف‌های دوره و هم در ایجاد نگرش کلی مثبت نسبت به تحصیل بسیار موفق یافته است. اسلاوین در مرور بر مطالعاتی که به بررسی موفقیت این طرح می‌پردازد از مطالعاتی با نتایج مثبت نام می‌برد و از چند مطالعه که مزیتی را برای آموزش فردی نشان نمی‌دهند. بلوم [۵] می‌گوید که نتایج معمولاً وقتی مثبت است که دانش‌آموزان از فرآیند «بازخورد ترمیمی» ناشی از ارزشیابی تکوینی استفاده کامل کنند. کولیک و همکاران [۷] هفتادوپنج مطالعه‌ی مختلف را که طرح کلر را با رویکردهای سنتی مقایسه کرده بودند، تجزیه و تحلیل کردند. نتیجه‌گیری آن‌ها چنین بود: تجزیه و تحلیل ما نشان می‌دهد که حاصل طرح کلر در بیشتر موارد پیشرفت تحصیلی برتر، تفاوت پیشرفت کمتر در میان دانشجویان، و رتبه‌های بالاتر در دوره‌های دانشگاهی است، ولی بر ترک دوره یا مدت زمان مطالعه دانشجویان در این دوره‌ها تأثیری نمی‌گذارد. در عین حال همه‌ی ارزیابی‌ها به اندازه‌ی ارزیابی کولیک و همکارانش مثبت و خوش‌بینانه نبوده است. برای مثال، بعضی پژوهشگران اشاره کرده‌اند که «افت تحصیلی» دانش‌آموزان در این روش‌ها اغلب بیشتر از رویکردهای سنتی‌تر است [۳]. منتقدان دیگر اظهار داشته‌اند که تأکید بر تسلط بر هدف‌هایی که همه (یا بیشتر) فراگیرندگان بتوانند به آن‌ها دست یابند، در واقع به معنای جریمه کردن تندآموزان است. در بهترین حالت، چنین نظامی پیشرفت تندآموز را به حداکثر ممکن نمی‌رساند، در بدترین حالت، سبب ملامت می‌شود، انگیزش را از بین می‌برد و نمره دادن را بی‌معنا می‌کند، زیرا همه‌ی آن‌هایی که به مدت کافی کار کنند نمره الف می‌گیرند. به‌علاوه نمی‌توانیم این امکان را که تأکید نابه‌جا بر هدف‌های قابل شناسایی ممکن است فرآیند تدریس ـ یادگیری را محدود کند و مانع از آموختن ضمنی مطالب بسیار مهمی شود، به کلی رد کنیم ـ در یکی از جامع‌ترین بررسی‌های آموزش فردی در دبیرستان، بانگرت و همکارانش[۱] یافته‌های پنجاه و یک مطالعه مختلف را مورد تحلیل قرار دادند و خلاصه کردند. هر مطالعه ثمربخشی شیوه‌های آموزشی را اندازه‌گیری می‌کرد که برنامه موضوع درسی را به دروس تقسیم کرده بود از «بسته‌های فعالیت‌های آموزشی» استفاده می‌کرد. در آن‌ها دانش‌آموزان با سرعت متناسب به خود کار می‌کردند و پیش از آغاز سطح بعدی آزمون تکوینی برگزار می‌شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که آموزش انفرادی تأثیر معتدل ولی مثبتی بر پیشرفت تحصیلی در دوره‌های دبیرستان دارد اما تأثیری بر نگرش دانش‌آموز به موضوع درس، عزت‌نفس وی یا میزان توانایی تفکر مجرد ندارد.

در پژوهش دیگری که به وسیله‌ی آنانیا و برک در سال‌های ۱۹۸۲، ۱۹۸۳ و ۱۹۸۴ زیرنظر بلوم انجام گرفت [۵] دو نوع روش آموزشی به شرح زیر با یکدیگر مقایسه شدند.

۱. روش آموزش سنتی: در این روش دانش‌آموزان موضوع درسی را در کلاس‌های ۳۰نفره به طور گروهی آموزش می‌دیدند و طی آموزش چندین آزمون متناوب از دانش‌آموزان گرفته می‌شد و میزان یادگیری آنان تعیین می‌گردید.

۲. روش آموزش فردی: در این روش، هر یک از دانش‌آموزان موضوع درس را با یک معلم ماهر آموزش می‌دید. پس از آموزش هر واحد درسی، آزمون تکوینی مخصوص آن واحد اجرا می‌شد و سپس اشکالات یادگیری دانش‌آموزان برطرف می‌گردید و مجدداً از طریق اجرای آزمون‌های همسان یا معادل تکوینی از یادگیری کامل دانش‌آموز اطمینان حاصل می‌شد. این پژوهش‌ها در مورد دانش‌آموزان کلاس‌های چهارم و پنجم و هشتم صورت گرفت که به‌طور تصادفی به دو گروه بالا تقسیم شدند. این دو گروه از لحاظ نمرات استعداد پیشرفت تحصیلی در موضوع‌های قبلی و علاقه نسبت به موضوع درسی جدید، در آغاز پژوهش، یکسان بودند. مقدار صرف‌شده برای آموزش در هر دو گروه برابر بود به جز این‌که برای آموزش اصلاحی در گروه آموزش فردی وقت زیادتری صرف رفع اشکالات بعضی از دانش‌آموزان شد. در پایان دوره‌ی آموزشی به هر دو گروه یک آزمون تراکمی نهایی داده شد و نتایج حاصل از آن نشان داد که نمره متوسط دانش‌آموزانی که با روش فردی آموزش دیدند دو انحراف‌معیار بالاتر از نمره‌ی متوسط گروه گواه (آموزش سنتی) بود. یعنی نمره‌ی متوسط دانش‌آموزان گروه آموزش

فردی بالاتر از ۹۸٪ نمره دانش‌آموزان گروه گواه بود. هم‌چنین این پژوهش‌ها نشان دادند که رابطه بین نمرات استعداد و پیشرفت قبلی با نمرات پیشرفت بعدی در این دو گروه متفاوت بود.

نتایج پژوهش‌های بالا و پژوهش‌های متعدد دیگر[۶] نشان می‌دهند که اگر شرایط آموزشی متناسب با نیازهای فردی دانش‌آموزان باشد، تفاوت‌های موجود در یادگیری آموزشگاهی یا به کلی از بین خواهد رفت و یا به میزان قابل‌توجهی کاهش خواهند یافت. به گفته‌ی بلوم «اختلافات موجود در بین یادگیرندگان از لحاظ یادگیری بیشتر اختلافاتی مصنوعی و ساخته و پرداخته‌ی شرایط نامطلوب یادگیری آموزشگاهی هستند» [۲].

روش تحقیق

این نوع پژوهش از نوع تحقیق تمام تجربی است که اثر دو متغیر مستقل (دو روش تدریس مختلف) را بر متغیر وابسته (یادگیری فیزیک) بررسی می‌کند.

روش بررسی فرضیه‌ها استفاده از طرح آزمایشی با گروه گواه و انتساب تصادفی است. یعنی یک متغیر مستقل بر متغیر وابسته که متغیر وابسته تنها یک دفعه و آن هم پس از اجرای عمل آزمایشی اندازه‌گیری می‌شود (فقط پس‌ـآزمون).

با اجرای آزمایش و اندازه‌گیری یادگیری فیزیک می‌توان با استفاده از تحلیل همبستگی دو متغیری به بررسی اثرهای متغیرهای اصلی و تأثیر متقابل آن‌ها پرداخت.

ابزار و نحوه‌ی جمع‌آوری داده‌ها

استفاده از مشاهده سازمان‌یافته، پرسشنامه، آزمون‌ها و تست‌هاست. در باب روایی از روایی محتوایی نظر معلمان و در باب پایایی از روش آلفای کرانباخ استفاده شده است.

جامعه‌ی آماری

جامعه‌ی تحقیق حاضر را دانش‌آموزان سال اول دبیرستان در سال تحصیلی ۸۷-۱۳۸۶ دبیرستان طالقانی تشویر طارم در استان زنجان تشکیل می‌دهند که در مجموع ۴۰ نفرند.

روش نمونه‌گیری و تعیین حجم نمونه

نمونه از جامعه‌ی در دسترس دو کلاس از سه کلاس دبیرستان و به صورت نمونه گیری ساده انتخاب شده‌اند و تعداد آن‌ها دو گروه ۲۰نفره است.

تشریح نحوه‌ی اجرای روش نظام آموزش فردی در کلاس

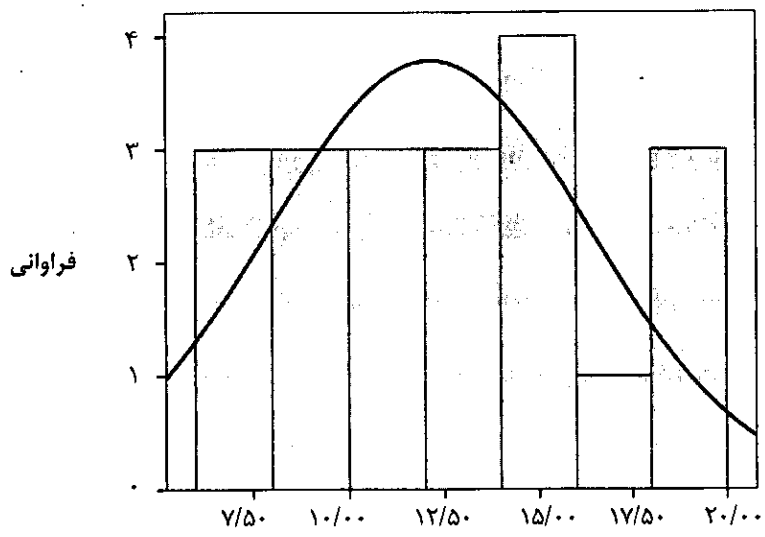
مباحث فصل ۴ کتاب فیزیک۱ و آزمایشگاه برای ارائه به دانش‌آموز ۱۲ جلسه‌ی ۱٫۵ ساعتی است (۸ هفته‌ی آموزشی) این فصل به دو بخش تقسیم شد. بخش اول این فصل به ۳ واحد تقسیم شد و دانش‌آموز فرصت داشت تا پایان جلسه‌ی ششم این ۳ واحد را بگذراند واحدهای درسی مطابق با سرفصل آن بخش از کتاب و براساس برنامه‌ریزی درسی نظام آموزش فردی دوبارهنویسی شد. (واحدها شامل کتاب درسی، راهنمای مطالعه برای دانش‌آموز و راهنمای تدریس برای دستیارها). دانش‌آموزان کلاس را به گروههای چهار نفری تقسیم کرده و برای هر گروه یک دانش‌آموز سال سوم دبیرستان به عنوان دستیار درنظر گرفته شد که کار تدریس را انجام می‌داد. ابتدا همه‌ی دانش‌آموزان واحد یک را آموزش دیده و مطالعه کردند و در پایان مورد ارزشیابی قرار گرفتند دانش‌آموزانی که موفق به اخذ نمره‌ی ۸ از ۱۰ شدند اجازه یافتند واحد ۲ را آموزش ببینند و کسانی که این حداقل نمره را اخذ نکردند دوباره برای یک جلسه دیگر واحد یک را مطالعه کردند و به این ترتیب تا اخذ حداقل نمره در واحد ۳ و به مدت شش جلسه فرصت به دانش‌آموزان داده شد. همزمان با اجرای این روش تدریس در کلاس دیگری که تقریباً هم‌سطح کلاس قبلی بود این مطالب به روش سنتی اجرا شد و در پایان جلسه‌ی ششم دانش‌آموزان مورد ارزیابی قرار گرفتند (فقط یک بار از آن‌ها ارزشیابی صورت گرفت). بخش دوم این فصل در هر دو کلاس به روش سنتی اجرا شد و در پایان جلسه ششم دانش‌آموزان مورد ارزشیابی قراز گرفتند. در پایان از دانش‌آموزان هر دو کلاس سه آزمون استعداد گرفته شد که نتایج آن در پیوست آمده است.

تعداد دانش‌آموزان هر دو کلاس ۲۰ نفر بودند الف) دانش‌آموزانی که با روش PSI آموزش دیدند:

۱. در پایان جلسه‌ی اول تعداد ۶ نفر از ۲۰ نفر موفق به گذراندن واحد ۱ شدند.

۲. در پایان جلسه‌ی دوم تعداد ۹ نفر از ۱۴ نفر واحد ۱ و ۴ نفر از ۶ نفر واحد ۲ را پشت سر گذاشتند.

۳. در پایان جلسه‌ی سوم تعداد ۲ نفر از ۵ نفر واحد ۱ و تعداد ۶



جدول ۴-۱: نمره‌های آزمون از بخش اول در گروه کنترل

تعداد	میانگین	خطای معیار میانگین	میانه	نما	انحراف استاندارد	واریانس	دامنه	بیشینه مقدار	کمینه مقدار	جمع کل
۲۰	۱۵،۱۲	۹۴۳،۰	۱۲	۸	۲۲۱،٤	۸۱،۱۷	۱٤	۲۰	٦	۲٤۳

نفر از ۱۱ نفر واحد ۲ و تعداد ۳ نفر از ۴ نفر واحد ۳ را گذراندند.

۴. در پایان جلسه چهارم تعداد ۱ نفر از ۳ نفر واحد ۱ و تعداد ۴ نفر از ۷ نفر واحد ۲ و تعداد ۳ نفر از ۷ نفر واحد ۳ را پشت سر گذاشتند.

۵. در پایان جلسه‌ی پنجم کسی از ۲ نفر موفق به اخذ حداقل نمره در واحد یک نشد و تعداد ۱ نفر از ۳ نفر موفق شد واحد ۲ را بگذراند و ۲ نفر از ۴ نفر واحد ۳ را گذراندند.

۶. در پایان جلسه ششم یک نفر از ۲ نفر واحد ۱ و یک نفر از ۲ نفر واحد ۲ و ۱ نفر از ۲ نفر موفق شدند واحد ۳ را بگذرانند: به‌طور خلاصه در پایان جلسه‌ی ششم تعداد ۹ نفر توانستند هر ۳ واحد را بگذرانند تعداد ۹ نفر واحد ۱ و ۲ را پشت سر گذاشتند. ۱ نفر واحد ۱ را گذراند و ۱ نفر هیچ واحدی را نتوانست بگذراند.

برای این‌که نمره‌های دانش‌آموزان را بر مبنای ۰-۲۰ درنظر بگیریم نظر دستیاران را جویا شده در نهایت نمره‌ها به‌صورت زیر درآمدند:

۲۰-۲۰-۱۹-۱۷-۱۸-۱۷-۱۷-۱۶ (نه نفر دانش‌آموزی که موفق شدند هر ۳ واحد را بگذرانند)

۱۷-۱۵-۱۵-۱۴-۱۴-۱۳-۱۳-۱۲-۱۱ (نه نفر دانش‌آموزی که موفق شدند ۲ واحد را بگذرانند)

دوازده نفر (دانش‌آموزی که توانست ۱ واحد را بگذراند)

شش نفر (دانش‌آموزی که هیچ واحدی را نتوانست بگذراند.)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

استفاده از فراوانی افراد، درصد، میانگین و انحراف استاندارد و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها t وابسته و نیز استفاده از تحلیل همبستگی دومتغیری به بررسی اثرهای متغیرهای اصلی پرداخته است. توصیف نمرات آزمون پیشرفت تحصیلی در گروه کنترل (نظام آموزش سنتی)

همان‌طور که از جدول پیداست، متوسط نمرات دانش‌آموزان در آزمون بخش اول ۱۵ و ۱۲ است و قوی‌ترین فرد و ضعیف‌ترین فرد به ترتیب موفق به کسب نمره ۲۰ و ۶ شده‌اند.

با مشاهده نمودار میله‌ای نمره‌ها و مقایسه آن با منحنی بهنجار وضعیت چولگی راست منحنی کاملاً مشخص است. بنابراین بیشتر افراد در این آزمون نمره‌های پایینی را گرفته‌اند.

توصیف آزمون پیشرفت تحصیلی در گروه کنترل (نظام آموزش فردی)

همان‌طور که از جدول پیداست، متوسط نمره‌های دانش‌آموزان در آزمون بخش اول ۳۰،۱۵ است و قوی‌ترین فرد و ضعیف‌ترین فرد به ترتیب موفق به کسب نمره ۲۰ و ۶ شده‌اند.

جدول نمره‌های آزمون بخش اول در گروه آزمایش

تعداد	میانگین	خطای معیار میانگین	میانه	نما	انحراف استاندارد	واریانس	دامنه	بیشینه مقدار	کمینه مقدار	جمع کل
۲۰	۳۰،۱۵	۷۹۵،۰	۱۶	۱۷	۵۵۵،۳	۶۳،۱۲	۱۴	۲۰	۶	۳۰۶

جدول ویژگی آماری گروه کنترل و آزمایش

	کد	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای معیار میانگین
نمره بخش اول	۱	۲۰	۱۵۰،۱۲	۲۲۱۲،۴	۹۴۳۹،۰
	۲	۲۰	۳۰۰،۱۵	۵۵۵۶،۳	۷۹۵۱،۰

جدول ۴-۲: آزمون t نمونه‌های مستقل

	با فرض همگنی واریانس‌ها	آزمون لون		آزمون t				
		نسبت F	معناداری	t	درجه آزادی	معناداری	تفاوت میانگین‌ها	خطای معیار تفاوت‌ها
نمره بخش اول		۹۲۴،۰	۳۴۲،۰	-۵۵۲،۲	۳۸	۰۱۵،۰	-۱۵۰۰،۳	۲۳۴۱،۱

با مشاهده نمودار میله‌ای نمره‌ها و مقایسه آن با منحنی بهنجار وضعیت چولگی چپ منحنی کاملاً مشخص است. بنابراین بیشتر افراد در این آزمون نمره‌های بالایی را گرفته‌اند.

آزمون فرضیه پژوهش

آزمون فرضیه‌ی اصلی: به منظور آزمون فرضیه «بین یادگیری فیزیک دانش‌آموزان در نظام آموزش فردی و یادگیری آن‌ها در روش آموزش سنتی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر:

در یادگیری فیزیک، بین میانگین نمره افزوده‌ی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزانی که با برنامه‌ی نظام آموزش فردی آموزش دیده‌اند با آنان که با روش آموزش سنتی آموزش دیده‌اند تفاوت معنی‌داری وجود دارد. از آزمون تحلیل واریانس عاملی استفاده شده است. پیش‌فرض‌های این تحلیل با توجه به یکسان بودن تعداد افراد نمونه در گروه‌ها برقرار فرض شده است نتایج در جداول آورده شده است

با برقراری رابطه ۰/۵ < ۰/۴۵۶ . فرض همگنی واریانس‌ها برقرار است و:

$$t(38) = -2/552 \; ; \; p > 0/5$$

بنابراین تفاوت میانگین نمرات در دو گروه از بخش اول کاملاً معنادار است. بنابراین تفاوت آشکار و معناداری بین دو روش تدریس آموزش فردی و آموزش سنتی دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری

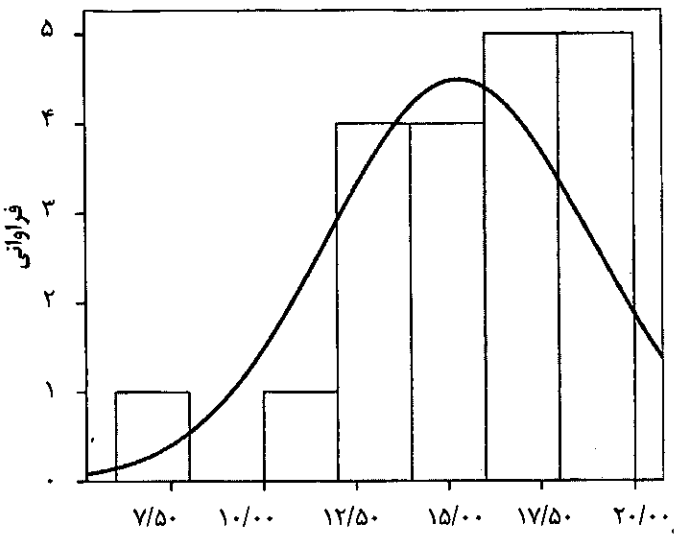
پس از اتمام دوره‌ی آموزش و برگزاری آزمون‌ها نتایجی بدین شرح حاصل شد:

متوسط نمره‌های آزمون از بخش اول در گروه کنترل ۱۵،۱۲ است با انحراف استانداردی برابر ۲۲،۴. نمره‌ها در دامنه‌ی ۱۴ واحدی بین ۶ تا ۲۰ متغیر بوده است و این در حالی است که متوسط نمره‌های گرفته شده در نمره‌های آزمون از بخش اول در گروه آزمایش ۱۵/۳۰ است با انحراف استانداردی برابر ۵۵،۳. آن‌چه از نتایج حاصل می‌شود این است که متوسط سطح نمره‌ها با اختلافی معادل تقریباً ۱،۳ نمره بالاتر است.

فرضیه‌ی اصلی تحقیق که عبارت است از: بین یادگیری فیزیک دانش‌آموزان در نظام آموزش فردی و یادگیری آن‌ها در روش آموزش سنتی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به بیان تفاوت بین این دو روش تدریس می‌پردازد و بیانگر این مطلب است که در قالب یک طرح بین‌گروهی معنادار به‌دست آمده.

پیوست

گروه آزمایش	نمره بخش اول	نمره بخش دوم				
۱	۲۰	۱۸				
۲	۲۰	۱۷				
۳	۲۰	۱۶				
٤	۱۹	۱٤				
٥	۱۷	۱۲				
٦	۱۸	۱۱				
۷	۱۷	۹				
۸	۱۷	۱۹				
۹	۱٦	۱٦				
۱۰	۱۷	۱۳				
۱۱	۱٥	۱۲				
۱۲	۱٥	۱۱				
۱۳	۱٤	۱۱				
۱٤	۱٤	۱۰				
۱٥	۱۳	۷				
۱٦	۱۳	۱٥				
۱۷	۱۲	۱۲				
۱۸	۱۱	۱۰				
۱۹	۱۲	٦				
۲۰	٦	٥				
گروه کنترل						
۲۱	۱۸	۱۷				
۲۲	۱٤	۱٥				
۲۳	۱۲	۱٤				
۲٤	۱۰	۱۲				
۲٥	۷	۸				
۲٦	۸	۱۱				
۲۷	۷	۸				
۲۸	۱٥	۱٥				
۲۹	۱٤	۱۳				
۳۰	٦	٥				
۳۱	۱۰	۷				
۳۲	۱۹	۲۰				
۳۳	۱۳	۱۲				
۳٤	۸	۱۳				
۳٥	۱۷	۱٥				
۳٦	۱۲	۹				
۳۷	۲۰	۲۰				
۳۸	۱۱	۹				
۳۹	۸	۷				
٤۰	۱٤	۱۸				



نمره از بخش اول در گروه آزمایش

منابع

۱. بلوم، بنیامین، اس و دیگران. (ارزشیابی تکوینی و ارزشیابی مجموعی از آموخته‌های دانش‌آموزان) ترجمه ابراهیم کظیمی، ۱۳۵۵، انتشارات دانشگاه تربیت‌معلم، تهران، ۱۹۷۴.

۲. بلوم، بنیامین، س. (ویژگی‌های آدمی و یادگیری آموزشگاهی)، ترجمه‌ی علی‌اکبر سیف، ۱۳۶۳، نشر دانشگاهی، تهران، ۱۹۸۲.

۳. صدرالاشرافی، سیدمسعود. (جزوه‌ی منتشرنشده) دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی، تهران، ۱۳۸۵.

۴. وصالی، منصور (جزوه‌ی منتشرنشده) دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی، تهران، ۱۳۸۵.

5. Bloom, Benjamin S. "The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring". Educational Researcher, Vol. 13.

6. Keller, F. S. "Goodbye, Teacher..." Journal of Applied Behavior Analysis, 1, 79-89, 1968.

7. Kulik, J., Kulik, C. L. C., and Cohen, P. A. "A meta-analysis of outcome studies of Keller's Personalized System of Instruction" American Psychologist, 34, 307-318. 1979.

8. Slavin, R. E. "when does cooperative learning increase student achievement?" Psychological Bulletin, 94, 429-445. 1984.

۱. دبیر فیزیک شهرستان طارم و دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی‌سینا و مدرس دانشگاه شهید رجایی

آموزشی

تعیین عدد آووگادرو به کمک اثر هال

احمد هواری
مترجمان: مریم عطاری، اسفار زارعی

چکیده

بسیاری از مدرسان و پژوهشگران اظهار می‌دارند که مفهوم مول و عدد آووگادرو معمولاً برای دانشجویان سال اول به‌درستی درک نشده است. به این دلیل توصیه می‌شود این عدد بنیادی برای دانش‌آموزان دبیرستانی و سال اول دانشگاه تا حد ممکن واضح معرفی شود. بنابراین، تدریس روش‌های گوناگون تعیین عدد آووگادرو بر مبنای پدیده‌های فیزیکی ساده قابل فهم برای دانش‌آموزان این کلاس‌ها بسیار مفید است. بنابراین، در اینجا روشی نه‌چندان دقیق ولی ساده‌تر و «تمیزتر» از روش الکتروشیمیایی را برای این شرح می‌دهیم. این روش، آزمون بسیار مفیدی برای مدل الکترون آزاد نیز هست.

مقدمه

یکی از ثابت‌های مهم و بنیادی فیزیک عدد آووگادرو است که آن را با N_A نشان می‌دهند. این عدد که به‌صورت ریاضی به دست نمی‌آید مفهوم بسیار مفید مول را تعریف می‌کند که یکای بنیادی مقدار ماده در دستگاه بین‌المللی یکاها (دستگاه SI) است. به زبان دقیق‌تر، مول مقدار ماده‌ی موجود در دستگاهی است که تعداد یکاهای بنیادی آن برابر تعداد اتم‌های ۰/۰۱۲ کیلوگرم کربن ۱۲ است. تعداد اتم‌های موجود در دقیقاً ۰/۰۱۲ کیلوگرم کربن ۱۲ عدد آووگادرو N_A نامیده می‌شود. اهمیت زیاد این عدد به‌خاطر حضورش در تعریف‌های دیگر ثابت‌های فیزیکی مثل ثابت گازها $R= N_A K_B$ (K_B ثابت بولتزمن) و ثابت فاراده $F=N_A e$ (e بار الکترون) و هم‌چنین تعریف جرم مولی عنصرهای شیمیایی است. بنابراین به‌خاطر جنبه‌های بنیادی این عدد، در ارائه‌ی آن در کلاس‌ها و کتاب‌های درسی دقت زیادی باید صورت گیرد. به‌ویژه بسیاری از مطالعات پیشین نشان داده است که دانشجویان مبتدی علوم در درک مفهوم مول و تعریف عدد آووگادرو مشکل دارند. اگرچه عدد آووگادرو را می‌توان به روش‌های مختلف تعیین کرد، اما به لحاظ آموزشی پیشنهاد می‌شود که روش‌های ساده بر مبنای پدیده‌های فیزیکی در دسترس برای تعیین آن در کلاس‌های سال اول علوم مورد استفاده قرار گیرد. به این منظور معمولاً در این سطح از آموزش علوم از روش الکتروشیمیایی استفاده می‌شود. این روش بر مبنای فرایند الکترولیز است که در هر کتاب درسی پایه شرح داده شده است. اگرچه این روش برای تعیین عدد آووگادرو در این سطح از آموزش به خوبی تثبیت شده است، اما بزرگ‌ترین عیب آن نیاز به مهارت زیاد در جدا کردن فلزات رسوب کرده در کاتد سلول الکترولیت و هم‌چنین نیاز به استفاده از ترازوی دقیق برای وزن کردن جرم‌های فلزات جدا شده است. من در این‌جا اثر کلاسیک هال را برای تعیین عدد آووگادرو به‌عنوان روش دیگر، به‌ویژه برای دانشجویان سال اول، پیشنهاد می‌کنم. تا جایی که می‌دانم، هیچ اثری از این روش برای تعیین عدد آووگادرو در مقاله‌های موجود مشاهده نمی‌شود.

مبانی اثر هال

ابتدا بگذارید مبنای فیزیکی اثر هال و بعضی از کاربردهایش را یادآور شوم.

مبنای فیزیکی اثر هال نیروی لورنتس است. وقتی الکترونی در جهت عمود بر میدان مغناطیسی اعمال شده حرکت کند، نیرویی عمود بر جهت حرکت و جهت میدان بر آن وارد می‌شود و تحت این نیرو حرکت می‌کند و نیروی الکتریکی داخلی بر این نیرو تأثیر می‌گذارد. برای نمونه در میله‌ی فلزی شکل ۱، حامل‌های بار الکترون‌های دارای چگالی حجمی n هستند. فرض می‌کنیم که جریان ثابت I در امتداد محور x از چپ به راست در حضور میدان مغناطیسی B واقع در جهت z جریان دارد. الکترون‌های در معرض نیروی لورنتس ابتدا از خط جریان اصلی در جهت منفی محور y رانده می‌شوند. درنتیجه، باعث می‌شود بار الکتریکی سطحی اضافی در یک طرف نمونه جمع شود. این بار باعث افت پتانسیل در دو طرف نمونه می‌شود. این ولتاژ عرضی ولتاژ هال V_H است.

اهمیت اثر هال بر ضرورت تعیین دقیق چگالی حامل‌ها، مقاومت ویژه‌ی الکتریکی و تحرک حامل‌ها در نیمرساناها و فلزات تأکید دارد. اثر هال روشی نسبتاً ساده برای این منظور را فراهم می‌سازد.

این روش به‌خاطر سادگی، هزینه‌ی کم و زمان تغییر موضع کوتاه آن، در صنعت نیمرسانا و در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی روشی بسیار مهم است.

اثر هال برای ارزیابی عدد اووگادرو

بر مبنای مدل الکترون آزاد که به‌خوبی شناخته شده، می‌توانیم چگالی الکترون نمونه را از رابطه‌ی زیر به دست آوریم

$$n = Z\frac{d_m}{A}N_A \qquad (۱)$$

که Z، d_m و A به‌ترتیب تعداد الکترون‌های ظرفیت در اتم، چگالی جرمی و جرم اتمی است.

معمولاً ضریب هال R_H را به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$E_H = R_H J_X B \qquad (۲)$$

که E_H میدان الکتریکی هال، J_H چگالی جریان الکتریکی، و B میدان مغناطیسی است. با استفاده از نتیجه‌ی الکترون آزاد برای $R_H = \frac{1}{ne}$ و بیان E_H و J_X برحسب V_H و I، و ابعاد هندسی نمونه R_H می‌شود:

$$R_H = \frac{1}{ne} = \frac{V_H d}{IB} \qquad (۳)$$

که d ضخامت نمونه و e بار الکترون است. با قرار دادن چگالی الکترون نمونه n داده شده در معادله‌ی (۱) در (۳)، سرانجام به عبارت N_A می‌رسیم:

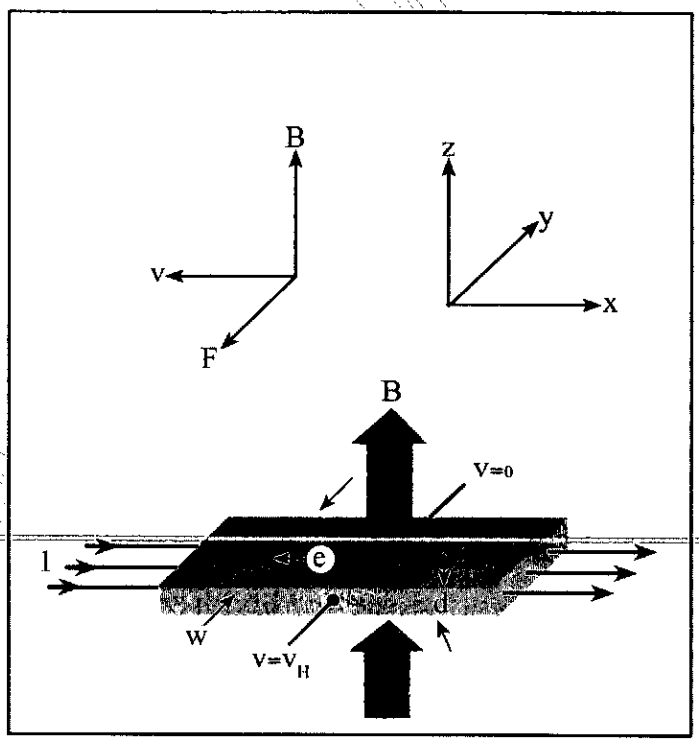
$$N_A = \frac{1}{e}\left[\frac{1}{Z}\frac{A}{d_m}\right]\frac{IB}{V_H d} \qquad (۴)$$

بنابراین برای نمونه‌ی معین، یعنی با دانستن مقادیر Z، d_m و A، با اندازه‌گیری ولتاژ هال V_H، جریان الکتریکی I، ضخامت نمونه d، و مقادیر معلوم B و e، می‌توان مقدار تجربی را تعیین N_Aکرد. برای به‌دست آوردن مقدار میانگین N_A، باید اندازه‌گیری هال را با نمونه‌های مختلف تکرار کنیم. دلیل نظری اصلی برای انتخاب نمونه‌های مختلف اطمینان از معتبر بودن مدل الکترون آزاد در این نمونه‌های انتخاب شده، یعنی اعتبار فرمول مورد استفاده برای تعیین N_A است. فهرست نمونه‌های مناسب را می‌توان از جدولی در مرجع [۹] به دست آورد. بیشتر این نمونه‌ها فلزات تک‌ظرفیتی ساده هستند. با استفاده از نمونه‌ی مشخص، که مشخصات Z، d_m و A، آن معلوم باشد، دقت تعیین از فرمول خطای نسبی زیر ارزیابی می‌شود:

$$\frac{\Delta N}{N_A} = \frac{\Delta V}{V_H} + \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta d}{d} \qquad (۵)$$

اساساً، دقت این روش تعیین، به دقت چهار اندازه‌گیری بستگی دارد: دو اندازه‌گیری الکتریکی V_H ، و I، یک اندازه‌گیر مغناطیسی B، و یک اندازه‌گیری هندسی d.

به‌عنوان راهنمای تجربی این روش، چند جنبه‌ی عملی وجود دارد که در اندازه‌گیری‌های هال باید در نظر گرفته شود [۸]. خلاصه



این‌که، با روش‌های پیشنهادی برای تعیین عدد آووگادرو، در ابتدا بر جنبه‌ی آموزشی آن از طریق ساده‌سازی و روشنی تأکید می‌کنم. از این نظر، این روش برای دانشجویان سال اول نسبت به روش الکتروشیمیایی متداول بر مبنای روش الکترولیز ساده‌تر و «تمیزتر» است. برای آزمودن دقت آن، باید با انجام دقیق اندازه‌گیری هال و مقایسه‌ی دقت حاصل با روش الکتروشیمیایی معمولی استفاده شده در این سطح مقایسه انجام شود. هم‌چنین باید اشاره کرد که روش حاضر آزمونی اضافی برای معتبر بودن مدل الکترون آزاد در نمونه داده شده با مقایسه‌ی مقدار تعیین هال N_A با اندازه‌گیری آن‌ها توسط روش‌های موجود دقیق را فراهم می‌سازد.

پانوشت

1. Ahmed Houari

منبع

Physics Education, March 2007, 42(2), 198-200.

مراجع

1. Lide D, R, 1992-93 Handbook of Chemistry and Physics 73rd edn (Boca Raton. FL: CRC Press) pp 1-14.

2. Pauling L, 1988. General Chemistry 3rd edn (New York: Dover) p 96.

3. Sarikaya M 2004 Chem. Educator 9 17. S 1430-4171(03)01740-6 (online). Other studies related to this difficulty are cited in this reference.

4. See e. g. Whitten K. W. Gailey K D and Davis R E 1992, General Chemistry 4th edn (Philadelphia. PA: Saunders College Publishing) pp 789-91.

5. Houari A 1986 The Hall effect in glassy metals MSc Thesis McGill University. Canada (unpublished)

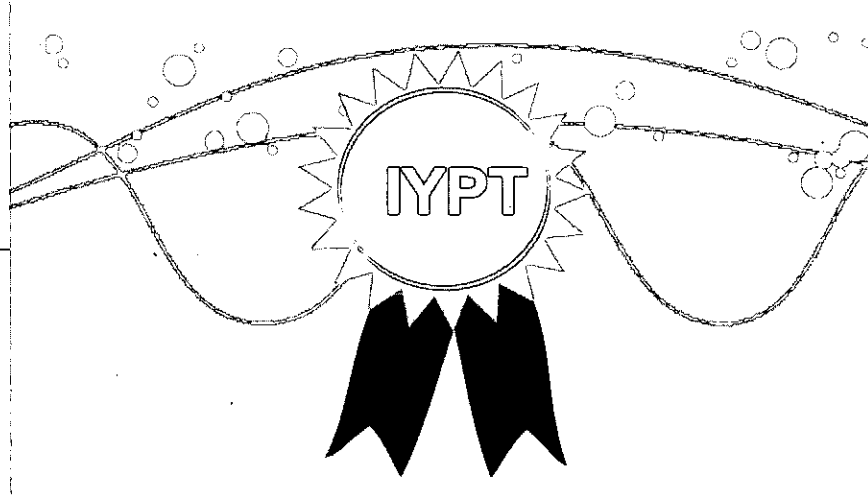
6. Houari A and Harris R 1992. J. Phys.: Condens. Matter 4 1505

7. Houari A, Mebrouki M. Dib A F D and Ould-Kaddour F 2000 Physica B 291 387.

8. Consult e. g. eecl, nist. gov/812/hall.html

9. Ashcroft N W, and Mermin N, D. 1976 Solid State Physics (Philadelphia, PA: Saunders College Publishing) HRW pp 4-15.

10. NIST physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html



مسابقات بین‌المللی فیزیک‌دانان جوان

ژوئیه 2009، دانشگاه نانکای

مترجم: آزیتا سیدفدایی

تاریخچه

دوره مسابقات بین‌المللی فیزیک‌دانان جوان [1](IYPT) یک گردهمایی دانش‌آموزی است که اولین‌بار در دهه‌ی ۸۰ در مسکو برگزار شد. در آن سال دانشگاه مسکو با طرح پرسش‌هایی برای دانش‌آموزان، این دوره مسابقات را شروع کرد.

پس از چندین ماه زمینه‌سازی، دانش‌آموزان گرد هم آمدند و آماده‌ی ارائه‌ی راه‌حل مسئله‌ها شدند: رقابت‌ها به گونه‌ای بود که گروهی از دانش‌آموزان درباره‌ی سایر گروه‌های دانش‌آموزی قضاوت می‌کردند و سپس گروهی از استادان دانشگاه و داوران خبره پس از مشورت برنده‌ها را معرفی می‌کردند.

آوازه‌ی برگزاری این مسابقات به کشورهای اروپایی رسید. در سال ۱۹۸۹ کشورهای غربی نیز در این گردهمایی‌ها شرکت کردند و اکنون دانش‌آموزان کشورهای سراسر جهان، در این رقابت‌ها شرکت می کنند.

معیارهای داوری و قضاوت برای انتخاب رتبه‌های برتر را سازمان IYPT تدوین کرده است. این اصول را می‌توان در سایت www.iypt.ory یافت. در سال‌های اخیر کشورهای مختلفی مانند: روسیه، اکراین، بلاروس، لهستان، جمهوری چک، آلمان، اتریش، فنلاند و سودان میزبان برگزاری این گردهمایی‌ها بودند.

IYPT در سال ۲۰۰۶، ۲۶ کشور شرکت‌کننده داشت و در همین سال تصمیم گرفته شد که از هر کشور ۵ دانش‌آموز، یک سرگروه، یک عضو گروه داوری، و یک عضو کمیته‌ی بین‌المللی در این مسابقات شرکت کند.

هم‌اکنون IYPT متولی برگزاری مسابقه‌های نظری و عملی

بر مبنای پژوهش‌های گروهیِ تعداد ۵ دانش‌آموز منتخب سال آخر دبیرستان از هر کشور است. در این مسابقه‌ها، دانش‌آموزان باید نتیجه‌ی پژوهش‌های خود در مورد ۱۷ موضوع تحقیقاتی (که از قبل تعیین می‌شوند) را ارائه دهند.

در دور اول یک گروه، در مقابل دو گروه دیگر از دانش‌آموزان قرار می‌گیرد و نتیجه‌ی پژوهش‌ها در مورد سه موضوع از موضوع‌های مورد پرسش را ارائه می‌دهد. هر کدام از این سه گروه به‌طور چرخشی به‌عنوان ارائه‌دهنده منتقد و مرورگر ایفای نقش می‌کند.

در جریان کار، پنج دور رقابت به‌طور موازی برگزار می‌شود که در هر دور سه گروه شرکت می‌کنند. در آخر کار، سه گروه برتر انتخاب و معرفی می‌شوند.

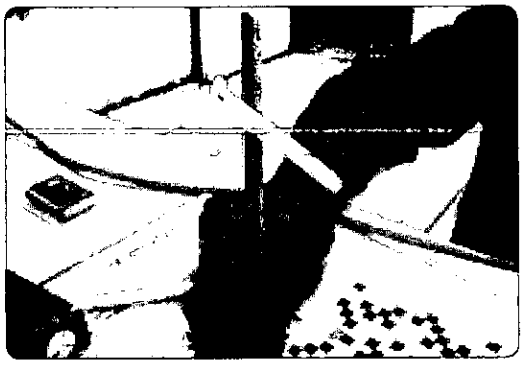
در سال ۲۰۰۹ (تیرماه ۱۳۸۷)، در بیست‌ودومین دوره‌ی IYPT کشور چین به مدت ۹ روز میزبان این مسابقه‌هاست. پرسش‌های مربوط به این مسابقه‌ها از یک سال قبل بر روی وب‌سایت (www.iypt.org) قرار دارد. ویژگی این پرسش‌ها آن است که تمام دانش‌آموزان و معلمان علاقه‌مند می‌توانند آن‌ها را بررسی کنند. این پرسش‌ها بیشتر مربوط به پدیده‌های جهان اطراف ماست، پدیده‌هایی که برای بررسی آن‌ها، کافی است عامل‌های تأثیرگذار و میزان تأثیر آن‌ها را با آزمایش‌های فراوانی شناسایی کرد. بررسی پرسش‌ها نیاز به استفاده از فرمول و رابطه‌ی ریاضی ندارد و می‌توان گفت که در آن «فیزیک بدون فرمول» حکمفرماست. هدف این مسابقات را می‌توان پدیده‌شناسی و تحلیل رفتارهای طبیعت معرفی کرد.

طبیعی است که دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این مسابقات علاوه بر ویژگی‌هایی چون کنجکاوی و علاقه‌مند بودن به شناخت جهان و پشتکار در رسیدن به نتیجه‌ی علمی، باید به زبان انگلیسی مسلط باشند.

به‌منظور آشنایی بیشتر با روند مسابقه‌های بین‌المللی دانش‌آموزان، پرسش‌های رقابت‌های سال جاری آورده شده است:

۱. ماشین پیه‌سوز

شمعی بر روی سوزنی افقی که از مرکز جرمش عبور کرده است به حالت تعادل قرار دارد. وقتی در انتهای شمع روشن شود، شاید شروع به نوسان کند. در مورد این پدیده تحقیق کنید و توان مکانیکی خروجی این دستگاه را بیشینه کنید.



۲. قطب‌نماهای جفت‌شده

قطب‌نمایی را روی میز قرار دهید. قطب‌نمای دیگری را نزدیک به قطب‌نمای اول قرار داده و به آرامی آن را تکان دهید تا عقربه‌ی آن شروع به نوسان کند.عقربه‌ی قطب‌نمای اول نیز شروع به نوسان خواهد کرد. رفتار این نوسانگرهای جفت شده را مشاهده و شرح دهید.

۳. مدهای تشدیدکننده

یک گوشی تلفن همراه را داخل محفظه‌ای فلزی دارای یک حفره قرار دهید. تحقیق کنید تحت چه شرایطی، گوشی پس از تماس با آن شروع به زنگ زدن می‌کند.

۴. تصویرهای شبح‌گونه

وقتی با فلاش عکس می‌گیریم، شاید لکه‌های روشنی مانند آن‌چه در شکل نشان داده شده است ظاهر شوند. این پدیده را بررسی و تشریح کنید.

۵. توقف چکه کردن

برای جلوگیری از چکه کردن مایع پس از ریختن آن در بطری کافی است آن را اندکی بچرخانیم. حرکت بطری را برای چکه نکردن بررسی کنید.

۶. چرخیدن

یک فنجان پلاستیکی را روی لایه نازکی از مایع واقع در سطح صاف یک جامد قرار دهید. فنجان را بچرخانید. کند شدن چرخش فنجان به چه عواملی بستگی دارد؟

۷. اسکیت‌سوار

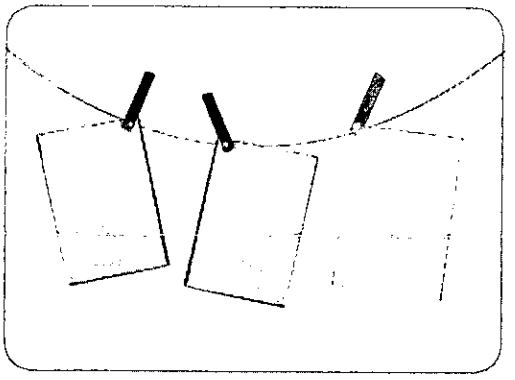
اسکیت‌سوار صرفاً با حرکت بدن خود و بدون لمس کردن تکیه‌گاه خارجی می‌تواند روی سطح افقی از حالت سکون، شتاب بگیرد. عوامل مؤثر بر حرکت رو به جلوی اسکیت‌سوار را بررسی کنید.

۸. بسته‌ی هوا

با فوت کردن عمودی در یک نی حفره‌ای در سطح آب تولید می‌کند. چه عواملی حجم و عمق حفره‌ی را تعیین می‌کنند.

۹. خشک شدن

فرایند خشک شدن ک برگه کاغذ مرطوب عمودی را بررسی کنید. خط مرزی خشک شدن چگونه حرکت می‌کند؟



۱۰. لوله‌ی نوری

به داخل لوله‌ی فلزی استوانه‌ای با دیواره‌ی داخلی براق نگاه کنید. متوجه نوارهای تاریک و روشن خواهید شد. این پدیده را بررسی کنید.

۱۱. مبدل‌ها

«قانون ساده‌ی مبدل‌ها» ولتاژ خروجی را به ولتاژ ورودی و نسبت حلقه‌ها مرتبط می‌سازد. اهمیت بسامد و سایر عوامل را در تعیین عملکرد مبدل‌های غیرایده‌ال بررسی کنید.

۱۲. توپ داغ

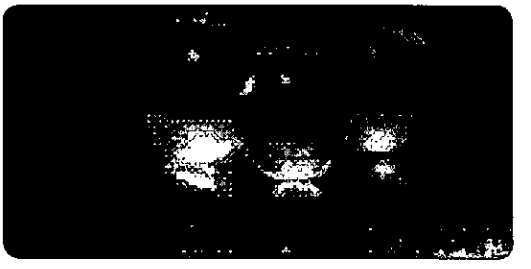
یک توپ فلزی داغ را روی ریل‌های افقی موازی قرار دهید. توپ شروع به حرکت می‌کند. این پدیده را بررسی کنی.

۱۳. موجک‌های شن

عوامل متغیری را بررسی کنید که بر شکل‌گیری موجک‌های شن زیر آب‌های کم‌عمق تأثیر می‌گذارند.

۱۴. قطره‌ی پرجنب‌وجوش

حرکت قطره‌های کوچک آب بر روی یک سطح ضدآب (مانند سطح پوشیده شده با دوده یا تفلون) را بررسی کنید.

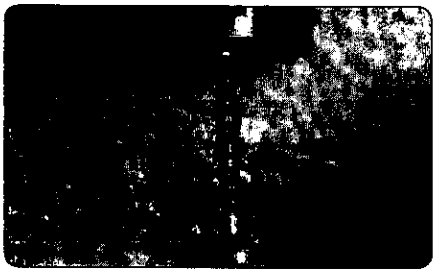


۱۵. نوسانگر الکتریکی

جرمی به وسط یک سیم افقی آویزان است. وقتی جریان الکتریکی از سیم عبور کند، جرم می‌تواند شروع به نوسان کند. این پدیده را بررسی و توصیف کنید.

۱۶. موتور الکترومغناطیسی

یک آهنربای قوی و سبک را به سر یک پیچ فولادی وصل کنید. اکنون می‌توان پیچ را به انتهای یک باتری آویزان کرد. کامل کردن مدار با یک اتصال لغزنده با آهنربا باعث چرخش پیچ می‌شود. عوامل مؤثر بر سرعت زاویه‌ای پیچ را تعیین کنید.



۱۷. چین‌خوردگی

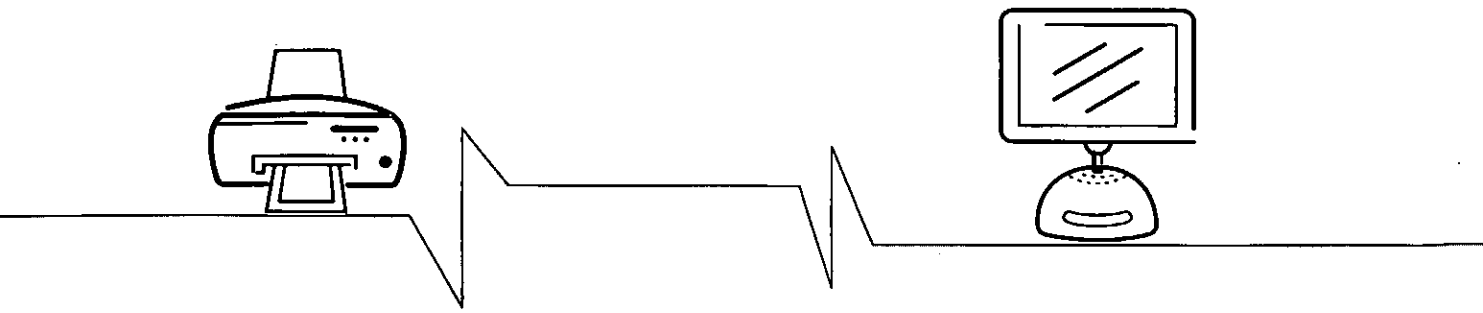
گاهی پس از عبور وسایل نقلیه، سطح جاده‌ی آسفالت نشده دارای ساختار «موجی» که با طول موج معین می‌شود. این پدیده را بررسی و تشریح کنید.

پانوشت

1. International Young Physicists' Tournament

منبع

www.iypt.org



علت سوختن وسایل برقی که با ولتاژهای ضعیف کار می‌کنند

حسن اتحادمهرآباد*

نظریه آزمایش

شاید برای خیلی‌ها این پرسش پیش آمده است که چرا وقتی برق شهر ضعیف باشد موتور الکتریکی وسایل برقی خانگی مثل یخچال می‌سوزد؟ و یا چرا موقع قطع و وصل کردن کلیدهای قطع و وصل خانگی در آن‌ها جرقه ایجاد می‌شود؟ و خیلی پرسش‌های مشابه دیگر.

هرگاه در یک مدار شامل القاگر جریان الکتریکی به شدت افزایش یابد، در آن جریان القایی در خلاف جهت جریان اصلی تولید می‌شود. بنابراین در لحظات اولیه‌ی وصل کلید، جریان الکتریکی نمی‌تواند به شدت افزایش یابد و اگر در اطراف سیم‌پیچ آهنربایی هم بتواند در حال چرخش باشد آهنربا جریان القایی دیگری را در سیم‌پیچ تولید می‌کند و مانع از افزایش جریان در سیم‌پیچ می‌شود. و این همان چیزی است که در موتورهای الکتریکی (موتور یخچال) اتفاق می‌افتد.

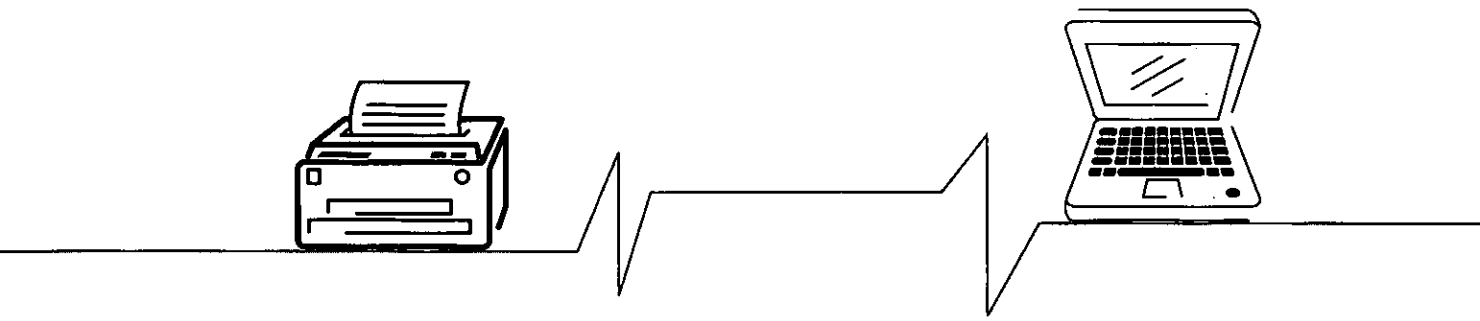
یعنی جریانی که ما در سیم‌پیچ داریم و اصولاً قابل اندازه‌گیری است (I) جریان الکتریکی تفاضل جریان الکتریکی اصلی ($\vec{I}$) و جریان خودالقایی ($\vec{I}'$) است.

$\vec{I}$ جریان اصلی طبق قانون اهم تابع مقاومت الکتریکی سیم‌پیچ و $\vec{I}'$ جریان خودالقایی است که به علت تغییرات جریان در قسمت‌های مختلف مدار تولید می‌شود و می‌تواند حاصل از خود سیم‌پیچ باشد یا آهنربای چرخان (میدان مغناطیسی متغیر) و یا حتی به مقدار اندک حاصل از سیم راست (که دارای مقاومت ظاهری کوچک و ضریب خودالقایی اندک است).

اصولاً اگر این جریان القایی نتواند تولید شود و یا به مقدار کمتر برقرار شود (مثلاً آهنربا نتواند بچرخد) در این‌صورت جریان خیلی بیشتری از سیم‌پیچ خواهد گذشت که ممکن است به سیم‌پیچ آسیب جدی وارد کند. در این‌جا آزمایشی برای بررسی این موارد ارائه می‌شود.

وسایل لازم

۱. منبع تغذیه
۲. سیم‌پیچ ۳۰۰ و ۶۰۰دور با هسته Uشکل و جوشن فلزی
۳. آمپرسنج متناوب ۲ عدد
۴. موتور الکتریکی ۶ ولتی ۳ عدد
۵. سیم رابط
۶. کلید قطع و وصل (۳عدد)



دستور کار

۱. مراحل زیر را به ترتیب انجام داده و اعداد مربوط به هر مرحله را در جدول یادداشت می‌کنیم.

۲. یک سیم‌پیچ ۶۰۰دور بدون هسته را به همراه یک آمپرسنج A_1متناوب به برق متناوب ۱۲ولت وصل کرده و شدت جریان را با آمپرسنج خوانده و یادداشت می‌کنیم.

۳. به سیم‌پیچ مرحله اول یک هسته اضافه کرده و شدت جریان را یادداشت می‌کنیم.

۴. هسته سیم‌پیچ را در آورده و به‌جای آن یک هسته U شکل اضافه کرده و شدت جریان را یادداشت می‌کنیم.

۵. جوش فلزی مخصوص هسته U شکل را روی هسته قرار داده و شدت جریان را یادداشت می‌کنیم.

۶. در طرف دوم هسته یک سیم‌پیچ ۳۰۰دور اضافه کرده و شدت جریان را یادداشت می‌کنیم.

۷. با سیم رابط یک موتور الکتریکی ۶ ولتی را به سیم‌پیچ ۳۰۰دور وصل کرده و شدت جریان ورودی به سیم‌پیچ اول را با آمپرسنج A_1 و شدت جریان خروجی از سیم‌پیچ دوم را با آمپرسنج A_2 را یادداشت می‌کنیم.

۸. با سیم رابط یک موتور الکتریکی ۶ولتی دیگر را به‌طور موازی به موتور الکتریکی اولی می‌بندیم و A_1 و A_2 را یادداشت می‌کنیم.

۹. با سیم رابط سومین موتور الکتریکی ۶ولتی دیگر را به‌طور موازی به دو موتور قبلی می‌بندیم و و را یادداشت می‌کنیم.

ملاحظه می‌شود به ترتیب با افزایش هسته ـ هسته Uشکل ـ جوش فلزی ـ سیم‌پیچ دوم جریان الکتریکی قابل اندازه‌گیری در هر مرحله اندکی کاهش می‌یابد زیرا جریان القایی (I') که در خلاف جهت جریان اصلی است در هر مرحله اندکی افزایش می‌یابد در نتیجه جریان الکتریکی قابل اندازه‌گیری ($I=I-I'$) کاهش خواهد یافت.

نتیجه: وقتی ولتاژ برق شهر به اندازه‌ای افت پیدا می‌کند که آهنربا (یا سیم‌پیچ) لوازم الکتریکی موتوری نتواند بچرخد جریان خودالقایی نسبت به حالت معمول بسیار کم می‌شود و در نتیجه بخش اعظم جریان اصلی خنثی نمی‌شود و این می‌تواند به سیم‌پیچ آسیب جدی وارد کند.

آمپرسنج	سیم‌پیچ بدون هسته	سیم‌پیچ با هسته	سیم‌پیچ با هسته Uشکل	سیم‌پیچ با هسته Uشکل و جوش	با سیم‌پیچ ثانویه	با یک موتور روشن	با دو موتور روشن	با سه موتور روشن
A_1	۵۱٫۵	۷۱٫۲	۰۷٫۱	۱۰٫۰	۰۸٫۰	۶۵٫۰	۸۰٫۰	۸۹٫۰
A_2	-	-	-	-	-	۳٫۰	۳۸٫۰	۴۲٫۰

* دبیر فیزیک عجب‌شیر ـ دبیرستان نمونه دولتی تربیت

مروری

جعفر امینی*

اندازه‌گیری مدول یانگ به روش موآره

چکیده

از انطباق دو یا چند طرح تناوبی، طرح موآره به‌وجود می‌آید. با استفاده از این طرح‌ها می‌توان تغییرات کوچک پارامترهای مختلف را به شیوه‌های گوناگون اندازه‌گیری کرد. در این مقاله بعد از معرفی و فرمول‌بندی این پدیده، قابلیت آن را در اندازه‌گیری دقیق مدول یانگ یک سیم ارائه خواهیم کرد، که به‌صورت نسبت تنش به کرنش یک سیم یا میله‌ی آهنی یک جسم معینی تعریف می‌شود. سرانجام کاربردهای بیش‌تری از این روش مطرح شده است.

مقدمه

واژه‌ی موآره (Moire)، از پارچه بافته شده‌ی ابریشمی گرفته شده است و ریشه‌ی آن فرانسوی است. در انگلیسی (Mohair) بوده و در عربی (مخیّر) و حتی در جاهایی به‌عنوان (Mwar-ay) تلقی شده است. موآره اسم شخص یا مکان خاص نیست. پدیده موآره به صنعت پارچه‌بافی چینی‌های باستان برمی‌گردد. هرگاه دو لایه پارچه ابریشمی روی هم قرار گیرند شکل‌های جالب توجهی دیده می‌شود. هنرمندان چینی سال‌های متمادی بدون این‌که پدیده‌ی موآره را بشناسند از ویژگی‌های آن استفاده می‌کردند. آن‌ها با پوشیدن لباس‌های دولایه از ابریشم و با حرکت دادن منظم به بدنشان جلوه‌های زیبایی را به تماشاگران ارائه می‌دادند. نقش‌های موآره را در محیط اطراف نیز می‌توان دید. هرگاه از پشت توری پنجره بیرون را نگاه کنیم، موآره‌ای را خواهیم دید که از روی هم افتادن توری با سایه‌ی خود، روی شیشه ایجاد می‌شود. و یا وقتی که از فاصله‌ای مناسب به میله‌هایی که به موازات هم قرار گرفته‌اند نگاه کنیم نقش موآره مشاهده می‌شود و حتی اگر به حیاط‌وحش نگاهی بیندازیم موآره را مشاهده می‌کنیم. مثل پرهای طوطی و... اما تعاریف بسیار زیادی برای طرح موآره وجود دارد که به بعضی از آن‌ها اشاره‌ای می‌کنیم:

- از برهم‌نهی دو طرح تناوبی، طرح تناوبی جدیدی به‌وجود می‌آید که به آن طرح موآره می‌گویند.
- از انطباق لایه‌هایی که حاوی طرح‌های هندسی نظیر دایره و خطوط موازی هستند طرح موآره به‌وجود می آید.
- از برهم نهی دو تصویر طرح‌دار (شبیه به هم و یا بدون شباهت) بر روی هم و چرخاندن آن‌ها با یک زاویه‌ی α نسبت به هم طرح موآره به‌وجود می‌آید.
- وقتی دو تیغه با ضریب‌های عبور و بازتاب متناوب و یا شبه‌متناوب روی هم قرار گیرند، در عبور یا بازتاب نور از آن‌ها ساختار تناوبی جدیدی موسوم به نقش یا فریزهای موآره مشاهده خواهد شد.

البته پدیده‌ی روی هم افتادن دو ساختار متناوب برای تولید ساختار سوم با بسامد کمتر در مکانیک ارتعاش‌ها، اکوستیک و اپتیک مشاهده می‌شود، تحت عنوان پدیده زنش مورد بحث قرار می‌گیرد. که از این پدیده برای اندازه‌گیری تغییرات بسیار کوچک که در جسم ایجاد شده و یا انحراف‌های کم باریکه‌ی نور در شاخه‌های مختلف علوم و فنون استفاده می‌شود و عموماً کاربرد روش موارہ در چنین اندازه‌گیری‌هایی باعث بهبود دقت می‌شود.

کاربردهای پدیده‌ی موارہ چنان گسترش یافته است که، امروزه در مجله‌های مربوط به اپتیک، بخشی تحت عنوان «روش‌های موارہ» وجود دارد. ارزان بودن وسایل مورد نیاز برای تولید نقش موارہ، سادگی و توانمند بودن روش، از پدیده‌ی موارہ، اسباب بسیار خوبی برای انواع کاربردها و اندازه‌گیری‌ها ساخته است.

۱. مروری بر تحولات تاریخی موارہ و فهرستی از کاربردهای آن

پدیده‌ی موارہ اولین‌بار در سال ۱۸۷۴ توسط **ریلی**[۱] مورد توجه قرار گرفت. او از این روش برای بررسی کیفیت توری استفاده کرد و ناکاملی توری را در الگوی درشت فریزهای موارہ ظاهر کرد. اگر یکی از تورهای روی هم نهاده شده معیوب باشد فریزهای موارہ دیگر خطی نخواهند بود.

کارهای **ریگی**[۲] در سال ۱۸۸۸ پیشرفت‌هایی در این زمینه بود. او تأثیر تراگسیل توری را در تشکیل فریزهای موارہ مطالعه کرد و فریزهای موارہ را از روی هم نهادن ساختار دوبعدی، دایره‌ای، شعاعی که مراکز آن‌ها نسبت به هم جابه‌جا شده بود، به‌دست آورد. درواقع کار ریگی اولین پیشنهاد برای اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های کوچک با استفاده از روش موارہ بوده است. در سال ۱۹۲۴ شوستر[۳] از توری‌های منطقه‌ای فرنل برای تشکیل نقش موارہ استفاده کرد و در سال ۱۹۲۵ رانکی[۴] فریزهای موارہ مربوط به یک توری خطی و توری دایره‌ای را بررسی کرد، در همین سال برای اولین‌بار در نوشته‌های علمی، کلمه‌ی موارہ به‌وسیله‌ی مولیت[۵] مورد استفاده قرار گرفت در این مقاله که تغییرات ورقه‌ای از میکای تحت فشار بررسی شده است جمله‌ی «des Fran ges demoire» به‌کار برده شده است که بعدها به‌صورت «Application of the moiré to the study of micade formstic» به انگلیسی ترجمه شد.

در دهه‌ی ۱۹۵۰ مفاهیم تازه‌ای در ماشین‌آلات کنترل به‌وسیله‌ی مهندسان طراحی و معرفی شد و این کار باعث گسترش سریع و چشمگیر موارہ برای مطالعه‌ی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد شد. در همین سال‌ها بود که روش جدیدی به نام رویه‌نگاری به‌وسیله‌ی موارہ ابداع شد و از این روش به‌طور گسترده برای بررسی شکل اجسام استفاده شد. هم‌چنین برای کنترل جابه‌جایی اجسام تغییریافته، اندازه‌گیری ضریب شکست، همراستا کردن وسایل اپتیکی، بررسی ناصافی سطوح و... استفاده می‌شد. برای مطالعه‌ی پدیده‌ها از انواع ساختارها، موازی، متقاطع، دایره‌ای و شعاعی استفاده می‌شود. در بعضی مواقع حتی از ساختارهای دیگری مثل بیضوی، هذلولی و صفحات منطقه‌ای استفاده شده است. برحسب این‌که چه نوع ساختارهایی استفاده می‌شود شکل فریزهای موارہ نیز متفاوت خواهد بود.

در سال ۱۹۷۵ **لوئمان**[۶] فریزهای موارہ را برای مطالعه‌ی مسائل انتقال اطلاعات و تحلیل بسامدهای فضایی دستگاه‌های اپتیکی و پردازش تصویر به‌کار برد.

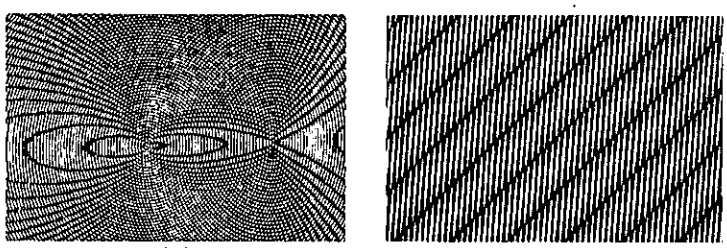
علاوه بر کاربردهای مهندسی، حوزه‌ی علمی دیگری که روش موارہ در آن مورد توجه قرار گرفت، میکروسکوپی الکترونی بلورها بود. وقتی دو ماده‌ی بلوری، مثل طلا و نقره، که فاصله‌های شبکه‌ای آن‌ها کمی تفاوت دارند در لایه‌های نازک روی هم نشانده شوند در میکروسکوپ الکترونی ساختاری تناوبی مشاهده می‌شود که مؤید منظم قرار گرفتن اتم‌های دو ماده است. این پدیده برای نمایش ناکاملی‌های بلور بسیار مناسب است.

یکی از دلایل عمده‌ی گسترش سریع در استفاده از فریزهای موارہ، در سال‌های اخیر، استفاده از نور لیزر بوده است. بالا بودن درجه‌ی همدوسی فضایی و زمانی و بالا بودن توان، قابل دسترسی نور لیزر از عواملی بودند که در تکامل روش موارہ، در تداخل‌سنجی، رویه‌نگاری و تحلیل تنش نقش عمده‌ای داشته، در سال ۱۹۹۰ **کافری**[۷] و **کلات**[۸] شباهت تداخل‌سنجی و روش موارہ را بررسی کردند و این کار سرآغاز کاربردهای جدید آن در شاخه‌های مختلف علمی گردید به‌طوری که در سال‌های اخیر از این روش استفاده‌های فراوانی شده که به مواردی از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

- انحراف‌سنجی موارہ برای مطالعه‌ی پخش مولکول‌های قند در آب به‌کار گرفته شده است بدین‌ترتیب که به سبب پخش مولکول‌های قند در آب، شکل فریزها با زمان تغییر می‌کند و با ثبت فریزها در زمان‌های مختلف، توزیع مولکول‌ها در زمان و مکان مطالعه می‌شود.

لازم به ذکر است که ابتدا برای تحقیق تجربی فرمول موارہ فازهای مربعی و نمایی موج فرودی توسط گوه شفاف، عدسی و پخش آب در قند تولید می‌شود.

نکته‌ی قابل توجه در این‌جا مشاهده‌ی تشکیل لایه‌ای با



(ب) (الف)

شکل (۱-۱). الف- فریزهای موازه در توری خطی، ب- موازه در توری بیضوی که در جهت قطر بزرگ جابه‌جا شده‌اند.

ضریب شکست کاملاً متفاوت در ارتفاعی معین از لایه‌ی آب‌قند است که با گذشت زمان لایه نازک‌تر و تفاوت ضریب شکست لایه با مایع اطراف محسوس‌تر می‌شود.

ـ با استفاده از روش موازه انحراف‌های کوچک باریکه‌ی نور، در اثر تلاطم جو و جابه‌جایی کوچک یک سازه بر اثر ارتعاش اندازه‌گیری می‌شود و از تحلیل اندازه‌گیری‌ها، پارامترهای مورد نظر با دو روش موازه تأخیری و زمان واقعی به‌دست می‌آید و با توجه به تأثیر تلاطم جو بر مطالعاتی چون نقشه‌برداری و مساحی از راه دور، ارتباطات نوری، فاصله‌یابی لیزری عکس‌برداری هوایی و مطالعات نجومی، اطلاع از مقدار تلاطم و اندازه‌ی کمیت‌های تلاطمی بسیار بااهمیت است. برای تعیین برخی از این کمیت‌ها به‌طور هم‌زمان از هر دو کمیت شدت و فاز جبهه‌ی موجی که از محیط متلاطم عبور می‌کند، استفاده می‌شود.

و هم‌چنین در مطالعه‌ی ارتعاش سازه‌های بزرگ پس از انجام دادن آزمایش‌های تجربی و آزمون مُدی پتانسیل روش‌های مطالعه در ارتعاش‌های سازه‌های بزرگ یا بلند با دو روش موازه میانگین‌گیری زمانی و متعارف قابل ارائه است.

ـ با استفاده از روش انحراف‌سنجی موازه ضریب پخش وابسته به غلظت در پخش محلول ساکاروز در آب اندازه‌گیری می‌شود. به‌طوری که مشاهده می‌شود باریکه‌ی نور لیزر ضمن عبور از ظرف حاوی محلول‌ها، به سبب بروز گرادیان ضریب شکست، انحراف پیدا می‌کند و باعث تغییر شکل فریزهای موازه می‌گردد و در ادامه‌ی ضریب پخش برحسب غلظت با روش **بولتزمن- ماتلو** محاسبه می‌گردد.

در قسمت‌های بعد کاربردهای جالب روش موازه را ارائه خواهیم کرد.

۲. فرمول‌بندی فریزهای موازه

در نخستین سال‌های توجه به فریزهای موازه، آن‌ها به‌صورت هندسی بررسی می‌شدند و بر این اساس رابطه‌هایی برای فاصله‌ی فریزهای موازه و جهت آن‌ها برحسب فاصله و جهت توری‌های تولیدکننده‌ی آن‌ها ارائه شده است.

بعدها، به مرور زمان روابط حاکم بر فریزهای موازه به‌صورت ریاضی فرمول‌بندی شد و روش‌های گوناگون هندسی و موجی برای بیان فریزها به‌وجود آمد که در اغلب موارد نتایج آن‌ها یکسان است.

با توجه به نوع توری‌های مورد استفاده و مقدار جابه‌جایی آن‌ها نسبت به هم شکل فریزهای موازه تولید شده نیز متفاوت خواهد بود، بر همین اساس روش‌های متنوعی برای فرمول‌بندی موازه موجود است که در این مقاله فرمول‌بندی به روش معادله‌های پارامتری به‌دلیل راحتی فهم و کاربرد فراوان در ایجاد طرح‌های متنوع موازه به‌وسیله‌ی زبان‌های برنامه‌نویسی (matlab, Java و ...) ارائه می‌گردد.

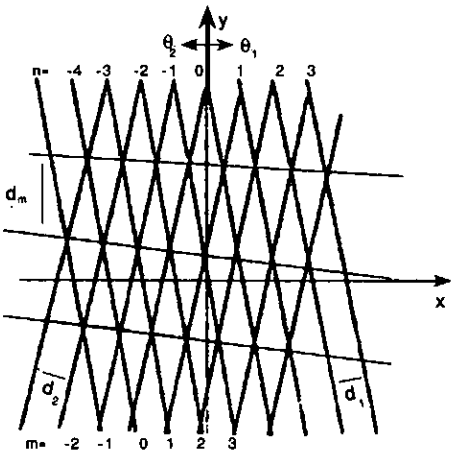
۲-۱. روش معادله‌های پارامتری

این یک روش هندسی است که در آن فریزهای موازه، محل تلاقی خطوط توری‌های روی‌هم نهاده شده در نظر گرفته می‌شوند. در این روش با فرض این‌که، خطوط توری بر محور x عمودند، خطوط توری با معادله‌ی

$$x=md \qquad (۱)$$

نمایش داده می‌شوند که در آن، d دوره‌ی تناوب توری و m عدد صحیح حقیقی است. اگر توری دور مبدأ مختصات دوران کند به‌طوری که خطوط آن با محور y زاویه‌ی θ بسازد. معادله‌ی آن به‌صورت زیر درمی‌آید

$$x\cos\theta + y\sin\theta = nd \qquad (۲)$$



شکل (۲-۱). توصیف پارامتری فریزهای موازه که به‌وسیله‌ی دو توری خطی تشکیل شده‌اند.

به بیان دیگر این رابطه نشان می‌دهد که دسته‌ی خط موازی با محور y زاویه‌ی θ می‌سازد.

در حالت کلی، هرگاه $\phi_1(n)$ و $\phi_2(m)$ به‌ترتیب، نشان‌دهنده‌ی معادله‌های دو توری باشند، $\phi(n \pm m) = \phi(p)$ دسته‌ی خط دیگری خواهد بود که از محل تلاقی دو دسته خط بالا به‌وجود می‌آیند. علامت مثبت و منفی را بعد از این‌که رابطه‌ی گام فریزهای موازه به‌دست آمد توضیح خواهیم داد. در زیر دو نمونه از تشکیل فریزهای موازه را شرح خواهیم داد.

۱-۱-۲ موازه‌ی حاصل از برهم نهی دو توری خطی

ابتدا حالت کلی را در نظر می‌گیریم که دو توری یکسان نباشند و بعد، به حالت خاص دو توری یکسان تعمیم می‌دهیم. اگر توری اول با دوره‌ی تناوب d_1 با محور y زاویه‌ی θ بسازد و توری دوم با دوره‌ی متناوب زاویه‌ی ، معادله‌های آن‌ها به‌ترتیب به‌صورت زیر خواهند بود:

$$x\cos\theta_1 + y\sin\theta_1 = nd_1 \qquad (۳)$$

$$x\cos\theta_2 + y\sin\theta_2 = md_2 \qquad (۴)$$

معادله‌ی خطهای محل تلاقی این دو توری به‌صورت زیر خواهد شد:

$$x\left(\frac{\cos\theta_1}{d_1} \mp \frac{\cos\theta_2}{d_2}\right) + y\left(\frac{\sin\theta_1}{d_1} \mp \frac{\sin\theta_2}{d_2}\right) = P \qquad (۵)$$

این رابطه نشان‌دهنده‌ی دو دسته‌ی خط دیگری است که مشابه معادله‌ی یک توری است. فاصله‌ی دو خط متوالی از این خطها، که همان گام فریزهای موازه است، به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$d_m = \frac{d_1 d_2}{\left[d_1^2 + d_2^2 \mp 2d_1 d_2\cos(\theta_2 - \theta_1)\right]^{\frac{1}{2}}} \quad (۶) \qquad 1000\frac{Lin}{mm}$$

و جهت فریزها (شیب خطوط) نسبت به محور y برابر است با:

$$\sin\phi = \frac{d_2\sin\theta_1 \pm d_2\sin\theta_2}{\left[d_1^2 + d_2^2 \pm 2d_1 d_2\cos\theta\right]^{\frac{1}{2}}} \quad \text{که} \quad (\theta_2 - \theta_1 = \theta) \quad (۷)$$

از رابطه‌ی (۶) دیده می‌شود که فاصله‌ی دسته‌ی خطی که با علامت منفی بیان شده‌اند بزرگ‌تر است. این دسته‌ی خطها را که با الگوی درشت ظاهر می‌شوند فریزهای موازه را نمایش می‌دهند.

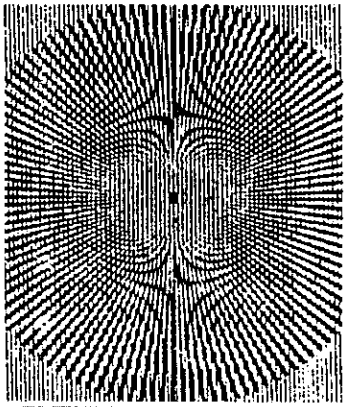
اگر دو توری یکسان باشند $(d_1 = d_2 = d)$ و زاویه‌ی چرخش آن‌ها نسبت‌به محور y به اندازه‌ی $\frac{\theta}{2}$ و در جهت مخالف باشند $(\theta_2 = \frac{-\theta}{2}$ و $\theta_1 = \frac{\theta}{2})$ ، روابط (۶) و (۷) ساده‌تر می‌شوند:

$$d_m = \frac{d}{2\begin{cases}\sin\frac{\theta}{2}\\ \cos\frac{\theta}{2}\end{cases}} \qquad (۸)$$

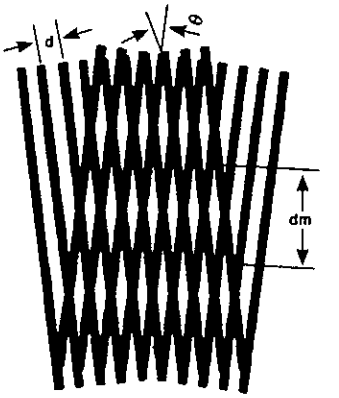
$$\sin\phi = \begin{cases}1\\ 0\end{cases} \qquad (۹)$$

دو رابطه‌ی بالا نشان می‌دهند که برای علامت منفی، فریزها عمود بر محور y و یا گام بزرگ ظاهر می‌شوند و به فریزهای **کاهشی** معروف هستند. ولی برای علامت مثبت که فریزهای **افزایشی** نامیده می‌شوند. موازی محور y و گام آن‌ها کوچک‌تر از گام توری است. با توجه به این‌که در اغلب موارد زاویه‌ی بین ساختارهای توری‌ها(θ) خیلی کوچک است. (از مرتبه‌ی 10^{-2} رادیان) علامت منفی برای توصیف فریزهای موازه در نظر گرفته می‌شود.

با در نظر گرفتن علامت منفی، گام فریزهای موازه با رابطه‌ی



شکل (۲-۳) نقش موارهی حاصل از روی‌هم‌نهی توری خطی با توری شعاعی



شکل (۲-۲) فریزهای موارهٔ دو توری خطی

($d_m = \frac{d}{\theta}$)بیان می‌شود. از این رابطه برای اندازه‌گیری زاویه‌های خیلی کوچک استفاده می‌شوند.

d گام توری، مقدار معلومی است که سازنده‌ی توری آن را مشخص می‌کند و d_m، گام فریزها را، می‌توان اندازه گرفت. هرچه زاویه‌ی بین توری‌ها کوچک باشد گام فریزها بزرگ‌تر و اندازه‌گیری آن راحت‌تر خواهد بود. با استفاده از توری‌هایی با $۱۰۰۰\frac{Lin}{mm}$ می‌توان زاویه را از مرتبه‌ی ۱۰ رادیان اندازه گرفت.

توری‌هایی ساخته شده‌اند که توری‌های «MRP» نامیده می‌شوند که با استفاده از این توری‌ها بدون این‌که نیازی به اندازه‌گیری گام فریزها داشته باشیم مستقیماً می‌توان دوران‌های کوچک را اندازه گرفت.

۲-۱-۲ برهم‌نهی توری خطی با توری شعاعی

برای سادگی فرض می‌شود که خطوط، توری خطی، عمود بر محور x هستند. معادله‌ی آن به‌صورت زیر است

$$x=nd \qquad (۱۰)$$

توری شعاعی که زاویه‌ی بین دو شعاع متوالی آن است به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\frac{x}{y} = \tan(m\alpha) \qquad (۱۱)$$

که m مرتبه‌ی خطوط شعاعی است. معادله‌ی حاکم بر فریزهای موارهٔ عبارت خواهد بود از:

$$\frac{x}{y} = \tan\left[(\frac{x}{d} - p)\alpha\right] \qquad (۱۲)$$

همان‌طور که از شکل (۲-۳) مشاهده می‌شود، نقش موارهٔ تولید شده، هذلولی‌هایی هستند که نسبت‌به محور x و y متقارن‌اند.

از دو نمونه‌ی قبل نتیجه می‌شود که شکل فریزهای موارهٔ به توری‌های تولیدکننده‌ی آن بستگی دارد و با تغییر هر کدام از توری‌ها شکل فریزها نیز تغییر می‌کند. علاوه بر این وقتی که دو توری غیرخطی (دایروی، بیضوی و...) روی هم قرار می‌گیرند شکل فریزها به‌اندازه و جهت جابه‌جایی آن‌ها بستگی خواهد داشت.

۳. طرح موارهٔ و مدول یانگ

یکی از کارهای توماس یانگ، مطالعه‌ی نیروی کشش سطحی مایعات و نیز نیروی کشش در جامدات است و به دلیل کارهای علمی او در این مورد ضریب کشسانی موسوم به «مدول یانگ» را به نام او انتخاب کرده‌اند.

حال قبل از پرداختن به ارتباط کاربردی و جالب طرح موارهٔ و مدول یانگ، تعاریفی را ارائه می‌کنیم:

ـ تنش در یک مقطع عبارت است از نسبت اندازه‌ی F به سطح مقطع A، یعنی:

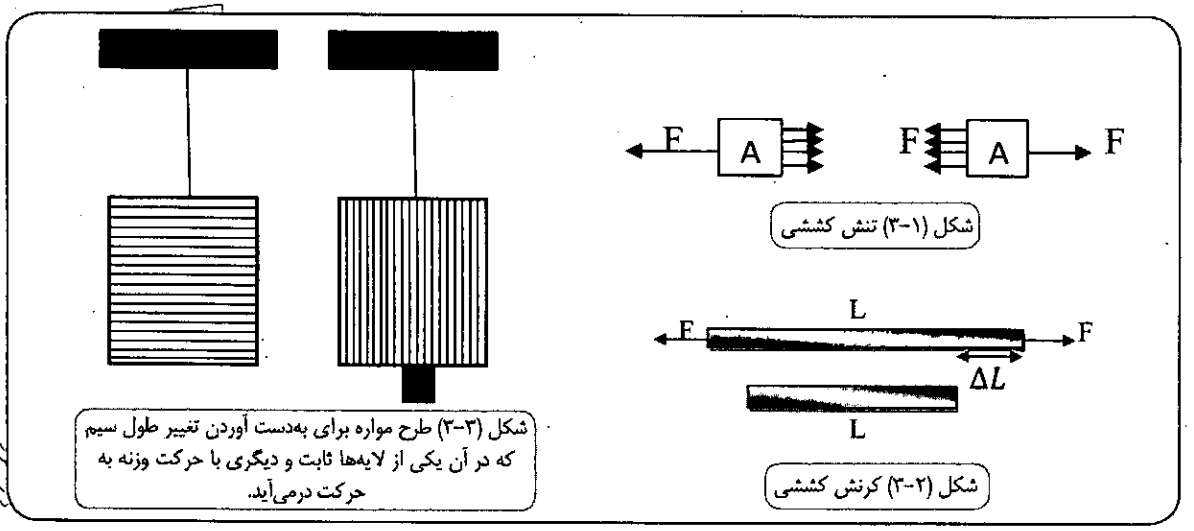
$$\text{تنش} = \frac{F}{A}(N.m^{-۲})$$

این تنش را تنش کششی می‌نامند.

ـ تغییر نسبی طول (کشش نسبی) جسمی را تحت اثر تنش کششی است، کرنش کششی می‌نامند.

$$\text{کرنش کششی} = \frac{\Delta L}{L_۰}$$

ـ اگر نیروهای مؤثر بر دو طرف میله‌ای، به جای کشیدن، آن را رو به داخل بفشارند، میله را در حال تراکم گویند و تنش مؤثر



شکل (۱-۳) تنش کششی

شکل (۲-۳) کرنش کششی

شکل (۳-۳) طرح مواره برای به‌دست آوردن تغییر طول سیم که در آن یکی از لایه‌ها ثابت و دیگری با حرکت وزنه به حرکت درمی‌آید.

بر مقطع میله را تنش تراکمی می‌نامند.

ـ نسبت کاهش طول میله به طول اولیه‌ی آن را کرنش تراکمی گویند.

ـ خارج‌قسمت تنش، بر کرنش حاصل از قانون هوک را مدول کشسانی می‌نامند.

ـ هرگاه تنش و کرنش کششی یا تراکمی باشند این مدول را مدول یانگ نامید و آن را با Y نشان می‌دهند:

$$Y = \frac{\text{تنش کششی}}{\text{کرنش کششی}} = \frac{\text{تنش تراکمی}}{\text{کرنش تراکمی}}$$

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_\circ}} = \frac{L_\circ}{A} = \frac{F}{\Delta L} \quad (N.m^{-2})$$

تذکر: اگر نیروها خیلی زیاد نباشند کرنش تقریباً متناسب با تنش است، درنتیجه نسبت تنش به کرنش مقداری است ثابت. این تناسب را **قانون هوک** می‌نامند.

با توجه به این‌که در اغلب اجسام نسبت تنش تراکمی به کرنش تراکمی یا نسبت تنش کششی به کرنش کششی یکی است، بنابراین مدول یانگ معرف رفتار جسم در کشش و نیز در تراکم است.

حال با توجه به توضیح‌های بالا می‌توان ارتباط و کاربرد طرح مواره با مدول یانگ را مطرح کرد:

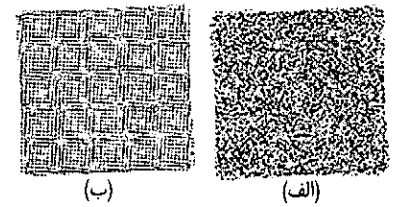
اگر سیم و وزنه‌ای به شکل زیر داشته باشیم، در صورتی که وزنه‌ای سبک به این سیم (میله‌ی آهنی) متصل کنیم و درصدد اندازه‌گیری تغییر طول این سیم که در حد هزارم متر و یا کم‌تر از آن می‌باشد، باشیم؛ اندازه‌گیری این تغییر طول بدون دستگاهی برای سنجش بسیار مشکل و تقریباً غیرممکن می‌شود، اگر وسیله‌ای هم وجود داشته باشد قطعاً گرانبها خواهد بود ولی با به‌کارگیری طرح مواره که بسیار کم‌هزینه است می‌توان تغییر طول سیم در مقیاس بسیار کوچک را به مقیاس قابل اندازه‌گیری و قابل رؤیت تبدیل کرد.

بدین‌ترتیب که بین انتهای سیم و وزنه، توری ساده‌ای وصل می‌کنیم و در محلی ثابت در مقابل این توری، توری دیگری را قرار می‌دهیم، به‌طوری‌که توری مواره محصول این دو از پشت آن قابل مشاهده و ثبت باشد. بر اثر رها کردن وزنه مقدار تغییر گام‌های مواره را نسبت‌به حالت اول اندازه‌گیری می‌کنیم درنتیجه عدد به‌دست آمده مقدار تغییر طول در سیم (میله‌ی آهنی) خواهد بود. که به دلیل استفاده از گام‌های مواره در تغییر طول، این سنجش قابل رؤیت خواهد بود.

با توجه به ایده این آزمایش، می‌توان این‌چنین حرکت‌هایی را که در مقیاس بسیار کوچک انجام می‌شوند به‌وسیله‌ی طرح‌های مواره به مقیاس قابل اندازه‌گیری تبدیل کرد و سنجید. مزیت اصلی این آزمایش در کم‌هزینه بودن آن است.

۴. کاربردهای مواره

۱. هنگام رویش یک تصویر، اگر دستگاه دقت لازم را نداشته باشد، پس از روبش(scan) با یک طرح مواره مواجه خواهیم شد. به‌عنوان مثال اگر اسکنر با ۶۰۰dpi تصویری به پهنای ۳ را بروبد، نیازمند ۱۸۰۰ جز حساس به نور است لذا تأمل در این نکته لازم است که دقت مثلاً از ۲:۱ یا ۴:۱ بسیار با اهمیت است تا نسبت ۱:۱/۵، لذا رعایت مقیاس اعداد صحیح در هنگام استفاده

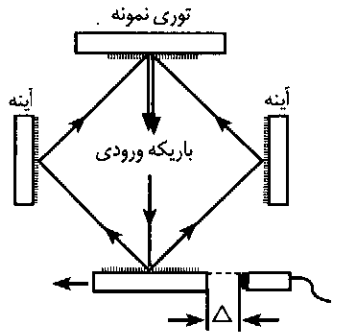


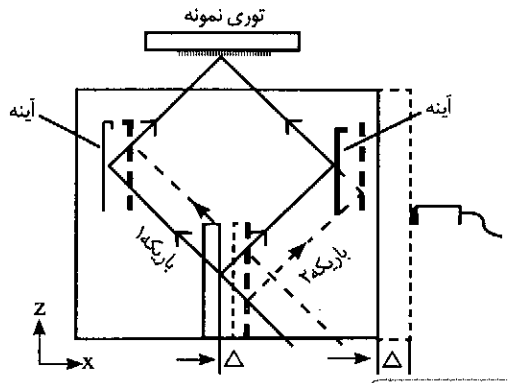
(ب) (الف)

شکل (۱-۲-۴) طرح موارهی نامنظم با مرکز کم‌رنگ

شکل (۲-۲-۴) طرح موارهی نامنظم با مرکز پررنگ

شکل (۳-۲-۴) طرح موارهی منظم با مراکز پررنگ





شکل (۱-۳-۴) انتقال تصاویر به کمک طرح موارہ

از دستگاه برای بالا بردن کیفیت تصویر و کم‌رنگ‌شدن موارهی حاصل است، بنابراین عملکرد اصلی یک اسکنر نیز از طرح موارہ برگرفته شده است که با افزایش دقت اسکنر این الگو کم‌رنگ‌تر می‌شود و از بین می‌رود.

۲. با انتخاب دو تصویر برابر و خال‌دار و انطباق آن‌ها بر روی هم، طرحی شبیه عدسی یا ذره‌بین تولید می‌شود که هرچه‌قدر از مرکز فاصله می‌گیریم، کم‌رنگ‌تر به‌نظر می‌آید و این پدیده زمانی رخ می‌دهد که نقاط ما بر روی لایه‌ی اول به‌صورت کاتوره‌ای و سیاه باشند و لایه ی زیرین با خال‌های سفیدرنگی مشخص باشد. اگر لایه‌ی زیرین دارای نقاط مشکی و لایه‌ی بالایی دارای خال‌های سفید باشد طرح جالب دیگری برعکس طرح اولیه با مرکز پررنگ به‌وجود می‌آید و اگر لایه‌ی اول با نقاط سفید با فاصله‌های معین و مشخص نسبت به لایه‌ی زیرین با نقاط سیاه با فاصله‌های معین قرار بگیرد طرح موارهی منظم دیگری به‌وجود می‌آید، پس طرح‌های موارہ الزاماً از تداخل خطوط یا اشکال هندسی به‌وجود نمی‌آیند بلکه نقاط روشن و تاریک نیز می‌توانند طرح‌های متفاوتی تولید کنند. این طرح‌ها یا تصویرها می‌توانند در تحقیقات چشم یا آزمایش‌های فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرند.

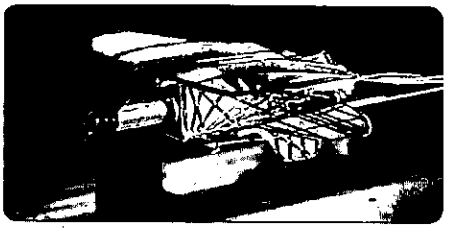
۳. از طرح‌های موارہ می‌توان برای جابه‌جایی تصاویر و سرعت دریافت آن‌ها، توسط دستگاهی استفاده کرد که باریکه‌های نوری بیش‌تری نسبت‌به حا لت عادی تولید می‌کند.

۴. درواقع از طرح انحراف‌سنجی موارہ، می‌توان برای اندازه‌گیری تغییر ساختاری بال‌های هواپیما بر اثر بادهای ساختگی استفاده کرد. که این تغییر ساختار در سرعت پرواز بسیار مهم است.

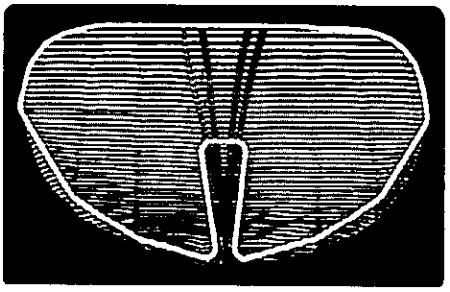
در سال ۱۹۹۰ هواپیمای کوچکی به اندازه‌ی ۱۵۰mm ساخته شد که دارای سرعت حداکثر ۴۰km/h بود، این هواپیما برای مقاصد شناسایی و یا پراکنده نمودن مواد شیمیایی و زیست‌شناختی در میدان‌های جنگ توسط ارتش به‌کار برده می‌شد.

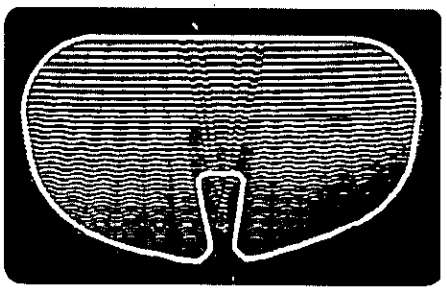
همان‌طوری که در شکل‌ها مشاهده می‌کنید افزایش دو ستون نگهدارنده به ۶ ستون در هر باله باعث افزایش ۶۵ درصدی مقاومت و استحکام باله‌های این هواپیمای کوچک در معرض باد شده است که خود نوعی طرح موارہ است.

۵. معمولاً هنگام تصویربرداری از تلویزیون‌های CRT، با طرح موارہ در تصاویر مواجه می‌شویم راه‌کارهایی برای از بین بردن این پدیده‌ی بدنما در مقاله‌ای ارائه شده است پس درنتیجه الگوهای موارہ همیشه مطلوب نیستند و در مواقعی برحسب ضرورت، درصدد از بین بردن طرح موارہ برمی‌آییم.



شکل (۱-۴-۴) هواپیمای ۱۵۰ میلی‌متری





شکل (۲-۴-۴) مقاوم‌سازی بالهها با استفاده از طرح مواره

نتیجه‌گیری

در این مقاله پس از تعریف (مواره) و بیان سیر تاریخی این پدیده و فرمول‌بندی آن درصدد اندازه‌گیری تغییر طول سیم (میله‌ی آهنی) به کار گرفته شده در دستگاه سیم و وزنه بودیم. چون که این تغییر طول بسیار بسیار کوچک است و با چشم نیز قابل رؤیت نیست، ایده‌ی استفاده از طرح مواره برای اندازه‌گیری این تغییر طول و نیز محاسبه‌ی تنش بر کرنش بر مدول یانگ و تبدیل مقیاس کوچک (ΔL) به مقیاس قابل اندازه‌گیری مطرح شد. در ادامه در رابطه با این تغییرات در مقیاس کوچک کاربردهایی را ارائه کردیم.

پانوشت

1. Lord Rayleigh
2. Righi
3. Schuster
4. Ronchi
5. mulit
6. Lohmann
7. Kafri
8. Klat

منابع

۱. Changwoon Han, Phase - Shifting in achromatic Moire inter Feromotry System, August 5, 2007.

2. Issac Amidror, Glass Patterns as Moire effects: new Surprising results, 3 January 2003.

3. Projection Moire Inter Feromotry Measurments Of Micro Air Vehicle Wings, Gary A. Fleming, August 3, 2001.

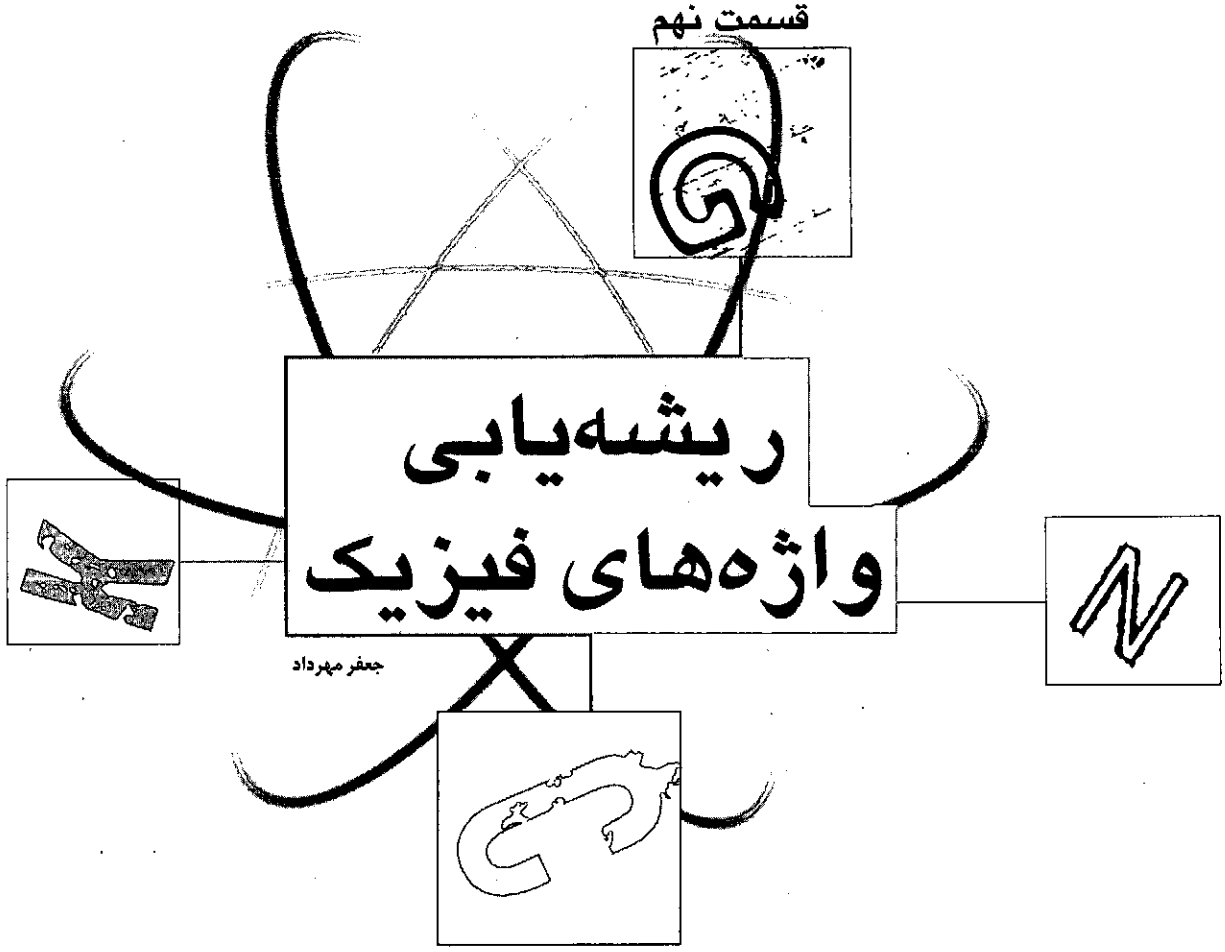
۴. احد صابر. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد «اندازه‌گیری ضریب پخش وابسته به غلظت با استفاده از انحراف‌سنجی مواره». شهریور ۱۳۸۶.

۵. سیف‌اله رسولی. پایان‌نامه‌ی دکتری «مطالعه‌ی پارامترهای تلاطم جو و ارتعاش سازه‌های بزرگ با استفاده از تکنیک مواره». فروردین ۱۳۸۶.

۶. کاظم جمشیدی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد «بررسی نظری و تجربی اثر گرادیان فاز روی فریزهای مواره». خرداد ۱۳۷۷.

* عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد ابهر

قسمت نهم



ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک

جعفر مهرداد

۵۱. گالوانومتر

انگلیسی: galvanometer

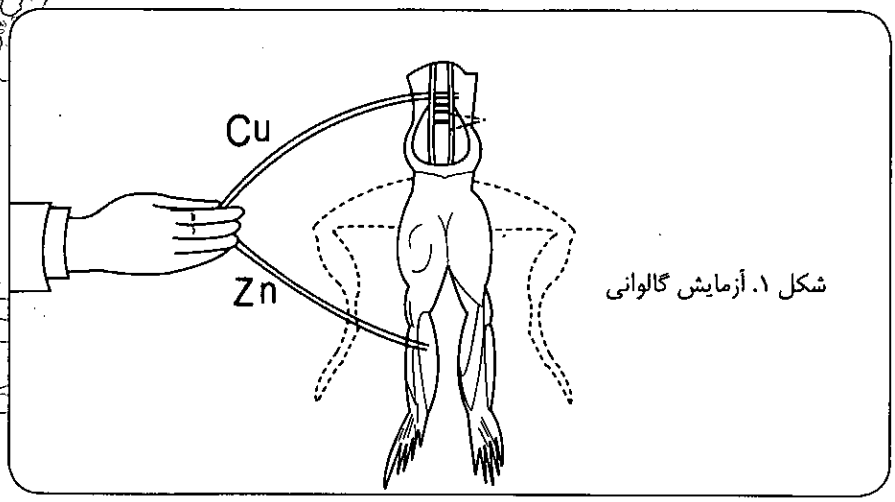
فرانسوی: galvanométre [m]

عربی: غلفانومتر

«وسیله‌ی آشکارسازی یا اندازه‌گیری جریان‌های الکتریکی ضعیف» را گالوانومتر می‌نامند.[۱]

در واژه‌ی galvanometer [galvano+meter] واژه‌ی ایتالیایی galvano از صفت نسبی [Galvani+ico] گرفته شده است و نسبت به گالوانی (۱۷۳۷-۱۷۹۸) دانشمند ایتالیایی، استاد کالبدشناسی را می‌رساند. meter دارای ریشه‌ی یونانی و به معنی اندازه، میزان، پیمانه است.[۲]

آزمایش گالوانی: گالوانی ضمن تشریح پای تازه جدا شده‌ی قورباغه متوجه شد که اگر دو فلز ناهمجنس مانند روی و مس را به عصب ران و ماهیچه‌ی پای قورباغه وصل کنند، پاهای قورباغه بر اثر جریان بارهای الکتریکی منقبض می‌شود. گالوانی این پدیده را دلیلی بر وجود «**الکتریسیته‌ی حیوانی**» می‌دانست که درنتیجه فرایندهای حیاتی پای قورباغه تولید شده‌اند. می‌پنداشت که ماهیچه و عصب پای قورباغه همانند نوعی خازن حامل بار الکتریکی، عمل می‌کنند. هنگامی که به‌وسیله‌ی میله‌های روی و مس [به‌عنوان جوشن‌های خازن] اتصال برقرار می‌گردد تخلیه‌ی الکتریکی انجام می‌گیرد و پای قورباغه منقبض می‌شود.



شکل ۱. آزمایش گالوانی

ولتا (۱۷۴۵–۱۸۲۷) هموطن گالوانی و استاد فیزیک نشان داد، جریان برقی که موجب انقباض پای قورباغه شده است پدیده‌ای است غیرحیاتی. می‌توان بدون وجود بدن حیوان فقط با قرار دادن دو فلز ناهمجنس مانند مس و روی در داخل محلول قابل تجزیه مانند اسید یا نمک به نام **الکترولیت** جریان برق به‌دست آورد.[۲] بر این اساس پیل ولتا ساخته شده است. (رجوع شود به ۹– پیل)

بنا به نظر ولتا، در آزمایش گالوانی، مایع پای قورباغه و لایه‌ی مرطوب که معمولاً اشیاء فلزی مس و روی را می‌پوشاند به‌عنوان الکترولیت به‌کار رفته است.

* آزمایش گالوانی در ۱۷۸۶ انجام شد. در سال ۱۸۰۰ ولتا پیل الکتریکی معروف به پیل ولتا را برای تولید جریان برق ساخت. در سال ۱۸۲۰ فیزیکدان دانمارکی اورستد (۱۷۷۷–۱۸۵۱) تولید میدان مغناطیسی بر اثر عبور جریان الکتریکی از رسانا را کشف کرد. در **گالوانومتر با عقربه‌ی متحرک**، عقربه‌ی مغناطیسی کوچی در مرکز قابی با چند دور سیم‌پیچ قرار دارد. هرگاه سطح قاب منطبق بر سطح نصف‌النهار مغناطیسی زمین قرار داده شود واز سیم آن جریان برق عبور کند زاویه‌ی انحراف عقربه‌ی مغناطیسی شدت جریان برق را نشان می‌دهد. گالوانومتر عقربه‌ای توسط فیزیکدان آلمانی یوهان اشوایگر (۱۷۷۹–۱۸۵۷) اختراع شد.[۳] در **گالوانومتر با قاب متحرک** قابی با چندین دور سیم‌پیچ در دهانه‌ی آهن‌ربای نعلی‌شکلی آویزان است. هرگاه از سیم قاب جریان برقی عبور کند زاویه‌ی انحراف قاب شدت جریان برق را نشان خواهد داد. گالوانومتر به افتخار گالوانی نام‌گذاری شده است.

گالوانی در واقع جریان برق را کشف کرد ولی درباره‌ی آن شناخت درستی نداشت.

پانوشت

۱. دفتر اول واژه‌های مصوب فرهنگستان ۱۳۸۴ فیزیک کتاب‌های درسی مدارس

۲. مرجع ۱۱ ـ ب

۳. مرجع ۲ ـ Physique و Albert Turpain

۴. دانشنامه بزرگ فارسی ـ گاه‌شمار علم.

۵۲. آمپرسنج

انگلیسی: ammeter

فرانسوی: ampéremàtre

عربی: مقیاس‌التیّار. مقیاس أمبیری

آمپرسنج عبارت است از:

«وسیله‌ای برای اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی مستقیم و متناوب که معمولاً برحسب آمپر یا میلی‌آمپر یا میکروآمپر درجه‌بندی می‌شود.»[۱]

واژه‌ی «آمپرسنج» مصوب فرهنگستان اول است.[۲] ammeter واژه مرکب و خلاصه شده از [AM (PERE) + METER] است.[۳]

آمپر، یکای شدت جریان برق و به افتخار آمپر (۱۷۷۵–۱۸۳۶) ریاضی‌دان و فیزیک‌دان فرانسوی نام‌گذاری شده است.

meter یا metre از واژه‌ی لاتینی metrum و یونانی metron گرفته شده و به معنی اندازه‌ی پیمانه و میزان و معادل آن «سنج» مخفف سنجنده اختیار شده است.[۴]

در کتاب‌های فارسی معادل ammeter واژه‌های آمپرمتر، آمپرسنج، جریان‌سنج به‌کار رفته است.[۵]

* به طور خلاصه آمپرسنج ساده را از گالوانومتر به کمک یک مقاومت الکتریکی می‌سازند. به دو سر سیم گالوانومتر، مقاومت الکتریکی را به‌طور موازی می‌بندند و آن را مهار (shunt) می‌نامند. هنگامی که این مجموعه را در مداری قرار می‌دهند بخشی از شدت جریان اصلی مدار از گالوانومتر و بقیه‌ی آن از مهار می‌گذرد. هرگاه

اندازه‌های شدت جریان گالوانومتر و مقاومت‌های گالوانومتر و مهار معلوم باشد مطابق قانون مدار چند شاخه شدت جریان اصلی مدار نیز قابل محاسبه است. برای نشان دادن اندازه‌ی شدت جریان اصلی مدار، دستگاه مذکور را برحسب آمپر درجه‌بندی می‌کنند و آن را آمپرسنج می‌نامند.

پانوشت

۱. دفتر اول واژه‌های مصوب فرهنگستان ۱۳۸۴ فیزیک کتاب‌های درسی مدارس
۲. مرجع ۵
۳. مرجع ۱۱
۴. همان
۵. مرجع ۶ـ الف

۵۳. اثر گرمابرقی

انگلیسی: thermaelectric effect
فرانسوی: effect thormaelectrique
عربی: اثر کهر حراری (الکهربائیة الحراریه)

اثر گرما برقی عبارت است از:

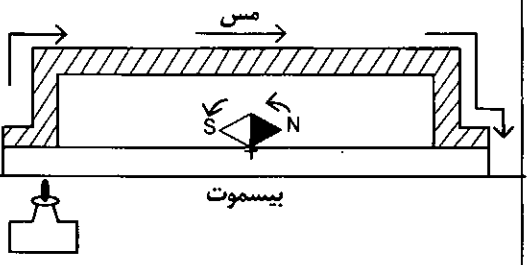
«اثر ناشی از تولید جریان الکتریکی در رسانا به‌سبب اختلاف دما بین دو نقطه‌ی آن.»[1]

thermo یا therm از واژه‌ی یونانی thermos به معنی گرما گرفته شده و electric صفت‌نسبی Electricity به معنی برق است.[2] در کتاب‌های فارسی به‌جای «اثر گرمابرقی»، واژه‌های اثر ترموالکتریک (گرماالکتریکی)، پدیده‌ی برق گرمایی نیز به‌کار رفته است.

سه پدیده‌ی فیزیکی را که مستقل از یکدیگر هم نیستند به‌عنوان «اثر گرمابرقی» به نام کاشفان آن‌ها می‌نامند. به قرار زیر:

۱. اثر سیبِک [زِبَک] که توماس یوهان سیبِک (۱۷۷۰-۱۸۳۱) دانشمند آلمانی در سال ۱۸۲۲ کشف کرد. مطابق شکل ۲ سی‌یک دو میله‌ی مس و بیسموت را به‌هم متصل کرد و موازی با میله‌ها عقربه‌ی مغناطیسی را قرار داد تا بتواند آزادانه حول محور قائمی بچرخد.

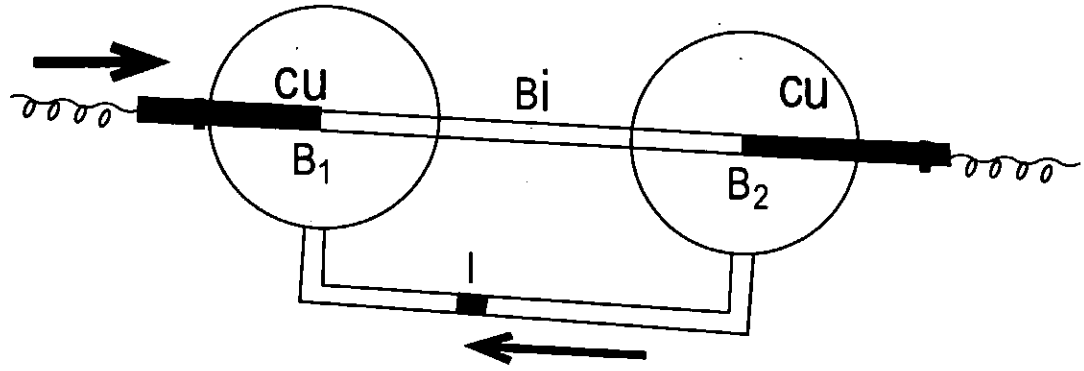
شکل ۲. آزمایش سیبک



هنگامی که یک محل اتصال دو فلز به‌وسیله‌ی شعله گرم می‌شود، انحراف عقربه‌ی مغناطیسی عبور جریان برق را در مدار نشان می‌دهد. سیبِک این آزمایش را با فلزهای متفاوت تکرار کرد و نتیجه گرفت که هرگاه اتصال‌های دو فلز ناهمجنس در دماهای متفاوت قرار گیرند نیروی محرک الکتریکی (e.m.f) در مدار تولید می‌شود.[3]

۲. اثر پِلتیه که ژان شارل آتاناس پلتیه (۱۷۸۵-۱۸۴۵) فیزیکدان فرانسوی در سال ۱۸۳۴ کشف کرد.

شکل ۳. آزمایش پِلتیه



مطابق شکل ۳ میله‌ی بیسموت از دو سر به دو میله‌ی مسی لحیم شده است. محل اتصال بیسموت و مس در مرکز دو ظرف و قرار دارند کمی مایع به‌عنوان نشانه‌ی I هوای این دو ظرف B۲ و B۱ را از هم جدا می‌کند. هرگاه جریان برقی از سمت چپ وارد میله‌ها شود هوای ظرف B۱ سرد و هوای ظرف B۲ گرم می‌شود و نشانه‌ی I از راست به چپ می‌رود و چون جهت جریان را تغییر دهیم هوای ظرف B۱ گرم و هوای ظرف B۲ سرد می‌شود و نشانه از چپ به راست می‌رود. این آزمایش نشان می‌دهد:

هرگاه جریان برقی از محل اتصال دو فلز ناهمجنس بگذرد بسته به جهت عبور جریان، در محل اتصال مقداری گرما به‌وجود می‌آید یا جذب می‌شود. اگر در اتصال معین جهت جریان برق عکس شود اثرهای به‌وجود آمدن گرما یا جذب آن جابه‌جا می‌شوند. این پدیده را اثر پلیتیه می‌نامند. این اثر ناشی از وجود نیروی محرکه الکتریکی (e.m.f) در محل اتصال است.

* اثر پلیتیه با اثر ژول (یعنی گرم شدن رسانا به وسیله جریان برق) فرق دارد. در پدیده ژول، هیچ بخش رسانا سرد نمی‌گردد و اگر جهت جریان برق در آن معکوس شود باز هم بر اثر عبور جریان برق رسانا گرم می‌شود. بنابراین از لحاظ ترمودینامیک اثر پلیتیه فرایندی برگشت‌پذیر و اثر ژول فرایندی برگشت‌ناپذیر است.[۴]

۳. اثر تامسون را ویلیام تامسون فیزیکدان انگلیسی (۱۸۲۴ـ۱۹۰۷) که بعدها به لقب لُرد کلوین مفتخر گردید در سال ۱۸۵۴ پیش‌بینی و چند سال بعد خودش آن را به‌طور تجربی تأیید کرد.

اثر تامسون یا اثر کلوین عبارت است از اختلاف پتانسیلی که بر اثر اختلاف دما بین قسمت‌های مختلف به‌وجود می‌آید. به عبارت دیگر هنگامی که دو سر یک فلز تنها، دمای متفاوت داشته باشند یک نیروی محرک الکتریکی (e.m.f) به نام نیروی محرک الکتریکی تامسون در سراسر فلز تولید می‌شود. این پدیده را اثر تامسونی می‌نامند.[۶]

پانوشت

۱. دفتر اول واژه‌های مصوب فرهنگستان ۱۳۸۴ کتاب‌های درسی مدارس

۲. مرجع ۱۱

3. V.L.Purohit, Fundamental of Physics

⟶ (seebeck effect)

4. BRUHAT, Caurs d'Electri cité

⟶ (effect Pellier)

دکتر عبدالعلی گویا، الکتریسته جلد دوم (اثر پلیتیه)

۶. مرجع ۸

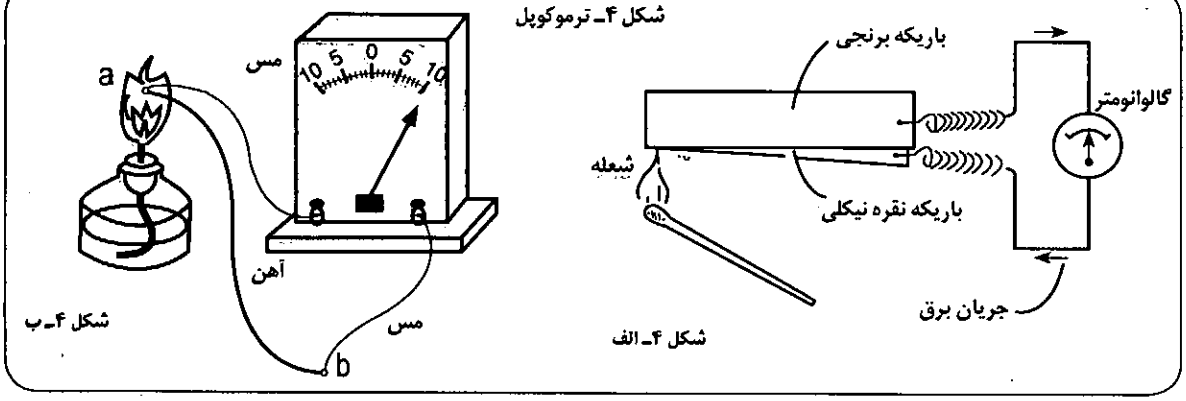
۵۴ ـ ترموکوپل

انگلیسی: thermo couple

فرانسوی: Couple Therno électriqrne

عربی: مزدوج حراری

شکل ۴ـ ترموکوپل



مطابق شکل ۴ـ الف با گرم کردن محل اتصال جفت فلز ناهمجنس گالوانومتر عبور جریان برق را نشان می‌دهد. این پدیده را ترموالکتریک و جفت فلز ناهمجنس متصل به هم را کوپل ترموالکتریک و یا ترموکوپل می‌نامند.[۱] در شکل ۴ـ ب مداری از یک سیم آهن و دو سیم مس به عنوان ترموکوپل و یک گالوانومتر جریان برق در مدار را نشان می‌دهد.[۲]

thermo به معنی گرما و couple به‌صورت اسم و فعل به ترتیب به معنی (دوتا، زوج، جفت، زن و شوهر...) و به هم بستن، متصل کردن، جفت‌گیری کردن و...) است.

در کتاب‌های فارسی معادل ترموکوپل واژه‌های دما جفت،

کوپل ترموالکتریک، کوپل حرارتی، جفت گرمایی دماسنج دوفلزی و جفت گرما برقی نیز به‌کار رفته است.[۳]

در طرز کار یک ترموکوپل یا کوپل ترموالکتریکی ، «اثر سیبک» نشان داده شده است. این اثر حاصل ترکیبی از «اثر تامسون» در تمام نقاط مدار و «اثر پلیتیه» در هر یک از دو محل اتصال است[۴]... (به ۵۳ ـ اثر گرما برقی رجوع شود)

مهم‌ترین کاربرد ترموکوپل اندازه‌گیری دماست. در نقطه‌ای که ما باید اندازه‌گیری شود یک اتصال ترموکوپل را قرار می‌دهند و اتصال دیگر آن را در دمای ثابت پایین‌تری نگه می‌دارند. بر اثر اختلاف دمای دو اتصال، جریان الکتریکی در مدار برقرار می‌شود. با اندازه‌گیری آن تغییر دمای دو اتصال به‌دست می‌آید.[۵]

پانوشت

۱.Paulj. Boylan, Elements of Physics

۲. دکتر لطیف کاشیگر و... دوره درسی فیزیک جلد دوم

۳. مرجع ۶ ـ الف و مرجع ۲ ذیل واژه گرمابرق

۴. مرجع ۹ ذیل واژه therma éléctrique

۵. مرجع ۱۰ (انگلیسی) thermo cauple thermametr (فرانسوی) thermométre à thermacouple (عربی) محررالمزدوج الحراری

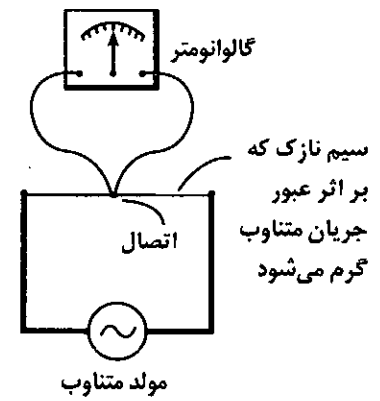
۵۵. آمپرسنج گرمایی

انگلیسی: thermocouple ammeter, thermo ammeter

فرانسوی: ampéremétre thermique

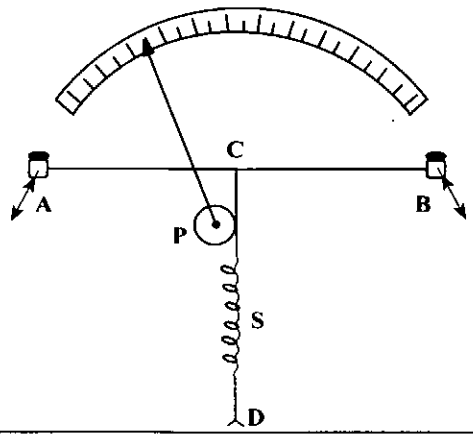
عربی: مقیاس اَمپیری حراری

شکل ۵ ـ آمپرسنج گرمایی



در شکل ۵ ـ اساس یک نوع آمپرسنج گرمایی نشان داده شده است. که با استفاده از «**اثر گرما برقی**» برای اندازه‌گیری جریان متناوب به‌کار می‌رود.[۱] جریان متناوب از سیم نازکی می‌گذرد. مرکز این سیم با دو سیم فلزی ناهمجنس دیگر یک اتصال ترموکوپل را می‌سازند. اتصال مؤثر دیگر به وسیله پایانه‌های گالوانومتر برقرار می‌شود که در دمای اتاق است. عبور جریان متناوب سیم نازک را گرم می‌کند و توسط «اثر گرما برقی» در گالوانومتر جریان مستقیم (DC) تولید می‌شود که شدت جریان متناوب (AC) را نشان می‌دهد. آمپرسنج ترموکوپلی برای اندازه‌گیری جریان ضعیف متناوب به‌کار می‌رود.[۲]

شکل ۶ ـ آمپرسنج با سیم گرم



برای اندازه‌گیری **جریان مستقیم** و **جریان متناوب**، ساده‌ترین و قدیمی‌ترین آمپرسنج با استفاده از اثر گرمایی برق (اثر ژول) ساخته شده است. مطابق شکل ۵ جریان برق از سیم AB می‌گذرد. یک سر نخ نسوزی را در نقطه C به وسط AB می‌بندند و آن را به دور قرقره P می‌پیچند و طرف دیگر نخ را به‌وسیله فنر S به نقطه D محکم می‌کنند. عقربه‌ای به محور قرقره متصل است.

بر اثر عبور جریان برق سیم AB گرم و طول آن زیاد می‌شود و قرقره می‌چرخد و عقربه مقابل درجه‌های مختلف قرار می‌گیرد. در یک زمان معین هرقدر شدت جریان بیشتر باشد ازدیاد طول سیم و انحراف عقربه بیشتر است.[۳]

پانوشت

1. Pauly. Boylam, Elements of Physics

2. J.Davies, Physics reference books, Electricity

۳. مرجع ۸ ذیل واژه hat-wire ammeter به فرانسوی ampére métre thermique و به عربی مقیاس الامپیر ذوالسلک الساخن /

آموزشی

تدریس حالت جامد با مدلسازی

یوسین نوری، آزاده‌السادات خوشبین، نادیا رزاقی زنوز*

چکیده

تدریس مباحث گوناگون در فیزیک به گونه‌ای که منجر به یادگیری معنادار و ماندگار شود، معمولاً چالش‌ها و مشکلاتی در فهم و درک دانش‌آموزان و حتی معلمان دارد. در این میان مبحث فیزیک حالت جامد، به لحاظ پیچیدگی ساختار مواد جامد، در امر یاددهی ـ یادگیری، دارای مشکلات بیشتری است. در این مقاله شیوه‌ای برای تسهیل یادگیری این مبحث از فیزیک شده است. پژوهش‌ها نشان داده است، اگر مقایسه و شبیه‌سازی بین مفاهیم آشنا با مفاهیم جدید صورت بگیرد، یادگیری معنادارتر و ماندگارتر خواهد شد.چون دانش‌آموزان با مواردی که در زندگی روزمره با آن مواجه‌اند، بیشتر آشنایند، بنابراین اگر مطالب فیزیک در قالب زندگی اجتماعی به آن‌ها ارائه شود، موجب یادگیری ملموس و معنادار خواهد شد. از طرفی، برای خارج کردن دانش‌آموزان از حالت انفعال و درگیر کردن آنان در فرایند یاددهی-یادگیری، روش پرسش و پاسخ رویکردی کارآمد است؛ چرا که با دخیل کردن دانش‌آموز، آشنایی معلم با طرح‌واره‌ها و پیش‌زمینه‌های ذهنی او، به روشی مؤثر اتفاق می‌افتد، و معلم می‌تواند با هدایت درست، دانش‌آموز را به هدف مورد نظر خود برساند [۱]. این مقاله به تدریس مبحث فیزیک حالت جامد دوره پیش‌دانشگاهی رشته ریاضی و فیزیک، روش پرسش و پاسخ میان معلم و شاگردش، و در قالب الگوهای اجتماعی، در جهت تسهیل در یادگیری این مبحث می‌پردازد.

۱. مقدمه

همه ما تا حدودی با روش‌های آموزش فیزیک آشنا هستیم، ولی شاید تعداد کمی از ما واقعاً به این موضوع فکر کنیم که چگونه آن را بهتر آموزش می‌دهیم؟ مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که با مدل‌سازی میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم علوم بیشتر می‌شود و این امر به معنادار کردن این مفاهیم درک می‌کند [۲].

دیوید (۱۹۶۳) آموزشی روان‌شناختی را برای پیشرفت و آسان‌تر کردن کسب اطلاعات پیشنهاد کرد. او عقیده داشت که

سازماندهی مقایسه‌ای برای نشان دادن شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین آن‌چه که دانش‌آموزان می‌دانند و آن‌چه که یاد خواهند گرفت کمک می‌کند [۳].

دبیران فیزیک همواره در انتقال مفاهیم مبحث حالت جامد به دانش‌آموزان مشکل دارند حتی بعضی همکاران معتقد بودند که وقتی به قسمت حالت جامد (فیزیک پیش‌دانشگاهی) می‌رسند کتاب را دوباره مرور می‌کنند و نوشته‌هایش را برای بچه‌ها شرح می‌دهند. بنابراین تصمیم گرفتیم نگاهی نو به بحث حالت جامد داشته باشیم تا حتی برای دانش‌آموزان سال‌های اول دبیرستان نیز قابل فهم باشد.

در خلال این مطالعه به این نتیجه رسیدیم که استفاده از مثال‌ها و مدل‌هایی که دانش‌آموزان در زندگی اجتماعی‌شان با آن‌ها مواجه‌اند، می‌تواند حکم حلقه‌هایی را پیدا کند که حلقه‌های بعدی به آن‌ها بسته می‌شوند تا مطالب به راحتی گسسته نشود.

به همین دلیل در استفاده از تمثیل و شکل‌هایی که دانش‌آموزان با آن‌ها ارتباط برقرار کنند، روند تدریس را به‌صورت محاوره بین دو نفر پیش بردیم.

هدف از ارائه این مدل ایجاد درک بهتر از این مبحث است. مسلماً پرسش‌های پیش‌بینی شده ما در کلاس‌های مختلف و هنگام ارائه افراد متفاوت، متغییر خواهند بود، ولی همکاران محترم استحضار دارند که از طریق درک صحیح موضوع می‌توانند پاسخی بجا و درخور برای پرسش‌ها داشته باشند.

۲. روش کار

در این روش بین فراگیر و معلم یک‌سری پرسش و پاسخ‌های جهت‌دار به منظور هدایت فراگیرنده به موضوع موردنظر رد و بدل می‌شود. سعی شده است پاسخ‌ها در قالب مدلی که به نوعی با قالب‌های فکری فراگیر عجین است بیان شود.

به این منظور معلم و دانش‌آموز در محیط کلاس‌مانندی حضور پیدا می‌کنند؛ معلم می‌کوشد با پرسش‌های جهت‌دار از طرح‌وارهای ذهنی دانش‌آموز آگاه شود. گفت‌وگوی زیر چگونگی این روش را نشان می‌دهد:

معلم: آیا مولکول را می‌شناسید؟

شاگرد: کتاب فیزیک می‌گوید کوچک‌ترین جزء ماده که خواص آن را در خود داشته باشد، مولکول نامیده می‌شود و این مولکول‌ها قدری از هم فاصله دارند. آن‌ها همدیگر را جذب می‌کنند و در حرکت نامنظمی هستند که سرعت آن با افزایش دما زیاد می‌شود.

معلم: آفرین! همان‌طور که می‌دانید الکترون‌ها به‌صورت خاصی اطراف هسته قرار گرفته‌اند و نمی‌توانند در محل‌هایی غیر از این آرایش‌های خاص باشند.

پروتون‌ها و نوترون‌ها درون هسته در مرکز اتم جای گرفته‌اند.

شاگرد: بین هسته و الکترون‌ها چه چیزی وجود دارد؟

معلم: هیچ چیز.

شاگرد: با توجه به این‌که الکترون‌ها در حالت‌های معینی قرار گرفته‌اند پس یون چگونه به‌وجود می‌آید؟

معلم: همان‌طور که می‌دانید اتم در حالت عادی خنثی است یعنی تعداد بارهای منفی (الکترون‌ها) با تعداد بارهای مثبت (پروتون‌ها) برابر است. اما عامل خارجی می‌تواند باعث تغییر این وضعیت شود مثلاً یک یا چند الکترون را از اتم بیرون بکشد. در این حالت تعداد بارهای منفی کمتر از بارهای مثبت می‌شود، پس در این اتم بار مثبت غالب و یک یون مثبت به‌وجود می‌آید، حال

شما بگویید که یون منفی چطور به‌وجود می‌آید؟

شاگرد: با دادن تعدادی الکترون به اتم خنثی می‌توان یون منفی داشت. چه تعداد الکترون مجاز است. در فرایند تشکیل یون‌ها شرکت کنند؟ آیا در این مورد محدودیتی وجود دارد؟

معلم: توجه داشته باشید که از دست دادن یا گرفتن الکترون اغلب روی خارجی‌ترین پوسته انجام می‌شود، زیرا جاذبه‌ی هسته برای الکترون‌های خارجی‌ترین پوسته کمینه است.

شاگرد: اصلاً چرا الکترون‌های اتم جابه‌جا می‌شوند؟

معلم: هر اتم برای پایداری بیشتر باید دارای پوسته‌ی بیرونی پُر باشد. در این حالت به راحتی الکترونی از دست نمی‌دهد و یا نمی‌گیرد.

شاگرد: این تبادل الکترونی به چه صورت انجام می‌شود؟

معلم: برای این منظور خوب است که نمک طعام را در نظر بگیریم که ترکیب کلر و سدیم است. کلر در پوسته‌ی خارجی خود فقط هفت الکترون دارد و با هشت الکترون پر می‌شود و سدیم در لایه‌ی بیرونی خود تنها یک الکترون دارد. برای رسیدن به پوسته‌ی بیرونی پر خوب است که یک الکترون سدیم خود را از دست بدهد و کلر آن الکترون را به‌دست آورد. به این ترتیب با ترکیب این دو، کلر به راحتی تک‌الکترون سدیم را می‌گیرد و تعداد الکترون‌ها در خارجی‌ترین پوسته‌ی کلر به هشت الکترون می‌رسد.

معلم: آیا می‌توانی ساختار ژرمانیم را به مسئله‌ای اجتماعی تشبیه کنی؟

شاگرد: فکر می‌کنم که بلور ژرمانیم شبیه تعداد زیادی خانواده است که هر کدام چهار فرزند دارند و هر کدام از این فرزندها با فرزند دیگری از چهار خانواده دیگر ازدواج کرده است. به این طریق هر خانواده از راه رابطه ازدواج با چهار خانواده دیگر خویشاوند شده‌اند.

معلم: در اجتماعی که شما بیان کردید و بسیار عالی و متعادل است، معمولاً ازهم‌پاشیدگی بزرگی به‌وجود نخواهد آمد. منظورم این است که تمام زوج‌ها به هم وفادار و باهم متحدند در بلور ژرمانیم ما نیز، تمام الکترون‌ها باید با پیوندهای محکم ظرفیتی به اتم‌های خود مربوط‌اند.

شاگرد: آیا احتمال از بین رفتن این پیوندها وجود دارد؟

معلم: خوب، بله، همان‌طور که در مورد انسان‌ها گاهی جدایی به‌وجود می‌آید، اتم‌ها هم دچار سرگردانی گرمایی می‌شوند. گاهی این سرگردانی گرمایی پیوندهای مربوط به الکترون با اتمش را قطع و آن را آزاد می‌سازد و می‌دانید که وقتی الکترون آزاد وجود داشته باشد...

شاگرد: ... جسم، رسانای جریان الکتریکی می‌شود. آیا در دمای معمولی الکترون آزاد در ژرمانیم وجود دارد؟

معلم: نه، خیلی کم است به زحمت تعداد آن‌ها به دو الکترون در میلیارد (که 10^{10} اتم است) می‌رسد. این مثل آن است که برای جمعیتی دو برابر جمعیت کره زمین فقط یک مرد آزاد وجود داشته باشد.

شاگرد: چه تصور وحشتناکی! اما اگر این‌طور باشد ژرمانیم باید رسانای بسیار بدی باشد؟

معلم: در واقع همین‌طور هم هست، و به همین دلیل آن را نیمرسانا می‌نامند. با وجود این، توجه داشته باشید که هر گرم ژرمانیم حاوی ده هزار میلیارد میلیارد اتم (یعنی 2×10^{22}) است؛ به‌طوری که با این حال می‌توان در آن تا دو هزار میلیارد (2×10^{13}) الکترون آزاد پیدا کرد. این بهتر از هیچ است و همین کافی است که اجازه‌ی عبور جریان ضعیفی را بدهد.

شاگرد: از هزاران میلیارد الکترون صحبت می‌کنید و می‌گویید که جریان ضعیفی است!

معلم: پس فراموش کرده‌اید که شدت جریان یک آمپر عبور 6×10^{18} الکترون در ثانیه است. مشاهده می‌کنید که هزاران میلیارد الکترون که در شبکه‌ی عظیم بلوری ژرمانیم پراکنده‌اند فقط جریان ناچیزی را به‌وجود می‌آورند. این جریان که در نتیجه‌ی آشفتگی گرمایی به‌وجود آمده است (و این مطلب را دوباره به شما یادآور می‌شوم) هدایت ویژه نام دارد.

شاگرد: به‌طور خلاصه مثل این است که در اجتماع منظم ما، به ندرت چند طلاق و ازدواج مجدد وجود داشته باشد که جابه‌جایی از یک خانواده به خانواده‌ی دیگر را مشخص می‌کنند.

معلم: درست همین‌طور است، و برای این‌که مقایسه‌ی شما را بهتر به‌کار ببریم، بگوییم که ممکن است «باد گرم عشق» بر فراز آن‌ها بوزد که آن وقت به‌هم‌ریختگی بزرگی به‌وجود خواهد آورد.

شاگرد: حدس می‌زنم چه می‌خواهید بگویید. اگر دمای یک بلور را بالا ببریم، در این‌جا آشفتگی حرارتی شدیدتر می‌شود و موفق می‌شود تعداد زیادی الکترون آزاد کند. در این حالت هدایت ویژه بالا می‌رود. برعکس آن‌چه که در رساناها اتفاق می‌افتد، وقتی دما بالا می‌رود مقاومت نیم رساناها کاهش می‌یابد.

معلم: خوب استدلال کردید! و برای همین است که ژرمانیم در دماهای زیاد، بد کار می‌کند؛ زیرا رسانش ویژه ی آن برای ما جالب نیست و از آن استفاده نمی‌کنیم، یعنی تا دمای مشخصی می‌تواند خواص ویژه‌ای از خود نشان دهد. سیلسیم می‌تواند دمای بالاتری را تحمل کند، برای این‌که الکترون‌های ظرفیتی آن، که روی لایه سوم قرار دارند به طرز محکم‌تری از الکترون‌های ظرفیتی ژرمانیم که روی لایه چهارم قرار گرفته‌اند، به هسته وابستگی دارند. اضافه می‌کنیم که باز هم می‌توان آزاد کردن الکترون در نیمه‌رساناها را زیاد کرد اما نه از طریق انرژی گرمایی بلکه از راه انرژی نوری.

شاگرد: منظورتان این است که فوتون‌ها یعنی همین دانه‌ها یا ذرات نوری با بمباران اتم‌ها ژرمانیم موفق می‌شوند الکترون‌ها را از آن بیرون بیاورند؟

معلم: بله، بله. همین خاصیت است که ساختن سلول‌های فوتوالکتریک را امکان‌پذیر می‌سازد یعنی دستگاه‌هایی می‌سازند که مقاومت آن‌ها در برابر تابش نور تغییر می‌کند. قدیمی‌ترین سلول‌های شناخته‌شده، سلولی است که در آن سلنیم به‌کار رفته است که آن هم یک نیمه‌رسانا است.

معلم: حالا با داخل کردن یک خانواده با پنج فرزند در اجتماع شما که تشکیلات خوبی دارد، آشفتگی به‌وجود خواهیم آورد.

شاگرد: منظورتان از این حرف چیست؟

معلم: منظور این است که بین اتم‌های بسیار خالص ژرمانیم به مقدار بسیار کم اتم عنصرهای دیگر وارد می‌شود که ایجاد ناخالصی کند. خالص‌ترین ژرمانیم‌ها به نسبت به یک، در یک میلیارد از این ناخالصی دارد.

شاگرد: مثل آن است که اصلاً وجود ندارد.

معلم: نادیده گرفتن این ناخالصی‌ها اشتباه است، زیرا حتی با همین نسبت کم، در هر سانتیمتر مکعب ژرمانیم که «خالص» نام دارد، تعداد آن‌ها به پنجاه هزار میلیارد می‌رسد.

شاگرد: نمی‌دانستم که این‌که سانتیمتر مکعب شامل پنجاه هزار میلیارد اتم است. اما خانواده پنج فرزندی در این‌جا چه کاری می‌کند؟ منظورتان این است که در این‌جا اتمی است که روی لایه خارجی خود پنج الکترون دارد؟

معلم: بله کاملاً. یک اتم پنج ظرفیتی مثلاً اتم ارسنیک یا آنتیموان در اجتماع نجیب اتم‌های ژرمانیم وارد شده است و مشکل ایجاد می‌شود.

شاگرد: زیرا اگر موفق شوند چهار فرزند این خانواده اصیل را با چهار خانواده مجاور پیوند دهند، فرزند پنجم نومیدانه مجرد باقی خواهند ماند.

معلم: بله عزیزم، چهار الکترون اول با چهار اتم مجاور شبکه بلوری هم‌بستگی ظرفیتی تشکیل می‌دهند و الکترون پنجم آزاد می‌ماند. و اگر به یکی از دو انتهای بلور دعوت شود، از میان میله‌ها می‌گذرد تا خود را به آن‌جا برساند.

شاگرد: اگر خوب فهمیده باشم با اعمال یک فشار بین دو نقطه‌ی چنین بلوری، می‌توان جریانی از آن گذراند زیرا الکترون‌های آزاد که در نتیجه‌ی اتم‌های پنج ظرفیتی به‌وجود آمده‌اند، به‌وسیله‌ی قطب مثبت جذب می‌شوند و در آن‌جا انباشته می‌گردند و در این حال قطب منفی منبع، همین مقدار الکترون را وارد بلور می‌کند.

معلم: بله، در نیم رساناهایی که ناخالصی‌های پنج ظرفیتی دارند یعنی شامل الکترون اضافی هستند وضع به همین منوال است. می‌گویند که نیم رسانا از نوع N (نوع منفی) است و ناخالصی‌ها غالباً دهنده نامیده می‌شوند (زیرا دهنده الکترون‌های آزاد هستند).

شاگرد: مقدار معمولی ناخالصی‌ها چقدر است؟

معلم: حداکثر یک اتم برای ده میلیون اتم ژرمانیم است که به نسبت هفت نفر برای تمام جمعیت ایران است.

شاگرد: بله و با وجود این مقدارش صد برابر بیشتر از ناخالصی موجود در ژرمانیم بسیار خالص است. اما اتم ناخالصی مثلاً آرسنیک که الکترون آزادش جدا شده است چه می‌شود؟ به عقیده‌ی من دیگر خنثی باقی نمی‌ماند و از این پس چون تعداد الکترون‌هایش کمتر از تعداد پروتون‌هایش است، باید مثبت باشد.

معلم: بله درست است. اگرچه ممکن است جمع اضداد به‌نظر بیاید اما در ژرمانیم از نوع N (منفی) اتم‌های ناخالصی‌های یون مثبت دارند.

شاگرد: اگر در اجتماع بلوری ما یکی از خانواده‌ها بیشتر از سه

فرزند نداشته باشد، چه بر سر آن خواهد آمد؟ به عبارت دیگر در بلور نیم رسانا اتم‌هایی وارد کنیم که روی لایه خارجی خود فقط سه الکترون داشته باشند چه پیش می‌آید؟

معلم: افتضاحی برپا می‌شود که کمتر از حالتی که جمعیت خانواده زیادتر باشد، نیست. این اتم سه ظرفیتی با سه اتم مجاور همبستگی پیدا می‌کند، اما چهارمین اتم خالی می‌ماند. در این‌جا یک «حفره» وجود خواهد داشت که یک الکترون اتم مجاور به خوبی می‌تواند آن را پر کند.

شاگرد: به‌طور خلاصه این خانواده‌ی سه فرزندی برای این‌که از رسم قبیله‌ها پیروی کند یا این‌که خود را با تشکیلات عمومی بیشتر تطبیق دهد می‌خواهد نفر چهارمی را هم به فرزندی قبول کند. اما اگر این فرزند را از خانواده‌ی مجاور خود قرض بگیرد این خانواده به نوبه‌ی خود دارای یک حفره خواهد شد.

معلم: البته. و این قرض گرفتن یا دزدی بچه ممکن است از یک انتهای بلور به انتهای دیگر منتشر شود.

شاگرد: تصور می‌کنم با گذاشتن فشار روی آن این کار انجام می‌شود؟

معلم: مسلماً؛ اما با دقت آن‌چه را که در این حالت می گذرد تعقیب کنید. یک الکترون از جهتی که قطب منفی قرار دارد، برای پر کردن «حفره» اتم سه ظرفیتی می‌آید. بنابراین الکترون به قطب مثبت نزدیک شده است، در حالی که یک «حفره» جدید در اتم مجاور که به قطب منفی نزدیکتر است به‌وجود آمده است. سپس همین پدیده دوباره ایجاد می‌شود. «حفره» جدید به نوبه‌ی خود به‌وسیله‌ی یک الکترون پر می‌شود که این کار الکترون را به قطب مثبت نزدیک‌تر می‌کند، در حالی که یک «حفره» هم تشکیل شده که به این ترتیب باز هم به قطب منفی نزدیکتر است. وقتی پس از این راه‌پیمایی یک الکترون به قطب مثبت می‌رسد و از آن‌جا به طرف منبع فشار راهنمایی می‌شود، یک «حفره» به قطب منفی می‌رسد که به‌وسیله‌ی الکترونی که از منبع خارج می‌شود، پر می‌گردد.

شاگرد: به‌طور خلاصه، هنگامی که الکترون‌ها همان‌طور که باید قطب مثبت آن‌ها را جذب کند، به طرف آن روانه می‌شوند، «حفره‌ها» مثل این‌که بار مثبتی باشند به طرف قطب منفی جابه‌جا می‌شوند.

معلم: بله، در حقیقت درست مثل این است که در یک نیم رسانا با ناخالصی سه ظرفیتی، بارهای مثبت که مخالف با الکترون است، از قطب مثبت به طرف قطب منفی انتشار و گسترش پیدا می‌کنند.

شاگرد: تصور می‌کنم که نیم رسانا که ناخالصی‌های سه‌ظرفیتی دارند باید به نوع P (مثبت) تعلق داشته باشند؟

معلم: دقیقاً همین‌طور است. حالا که این بخت را دارید که درست استدلال کنید، آیا می‌توانید به من بگویید وقتی الکترون‌ها از اتم‌های مجاور برای پر کردن اتم‌های ناخالصی بیایند، این اتم‌ها چه می‌شوند؟

شاگرد: منفی می‌شوند و این کار در نتیجه‌ی یونیزاسیون آن‌هاست که تعداد الکترون را بیشتر از تعداد پروتون آن‌ها می‌کند... خیلی عجیب است که در نوع N، ناخالصی‌ها ساختار یون مثبت پیدا می‌کنند و در نوع P ساختار یون منفی.

معلم: اضافه می‌کنم که اتم ناخالصی‌های نوع P، مانند اتم‌های آلومینیم، گالیم یا اندیم غالباً پذیرنده نامیده می‌شوند، زیرا آن‌ها هستند که الکترون‌ها را می‌پذیرند، در حالی که ناخالصی‌های نوع N الکترون می‌دهند و دهنده نامیده می‌شوند.

شاگرد: احساس می‌کنم که در مغز من مخلوطی از همه‌ی این دهنده‌ها و پذیرنده‌ها در حال تشکیل است.

معلم: پس برای این‌که از نظر فنی که یادآوری‌کننده داشته باشید که اشتباه جلوگیری کند می‌گوییم که در نوع «دهنده» N وجود دارد (که در زبان فارسی معادل آن «ن» است) و در نوع «پذیرنده» حرف P (که معادل آن «پ» در فارسی است).

۴. نتیجه‌گیری

امروزه، به نگاه تازه‌ای نسبت به امر آموزش دانش‌آموزان نیاز است. نتیجه این مقاله توجهی جدی به دخیل کردن دانش‌آموزان در امر آموزش، با کمک به وادار کردن آن‌ها به پرسش‌گری و با استفاده از اتفاقات روزمره زندگی خود آن‌ها است. در این‌جا سعی بر این بوده است که آموزش فیزیک از قالب سخنرانی یک‌جانبه خارج شده و جذاب‌تر گردد.

□ □ □

منابع

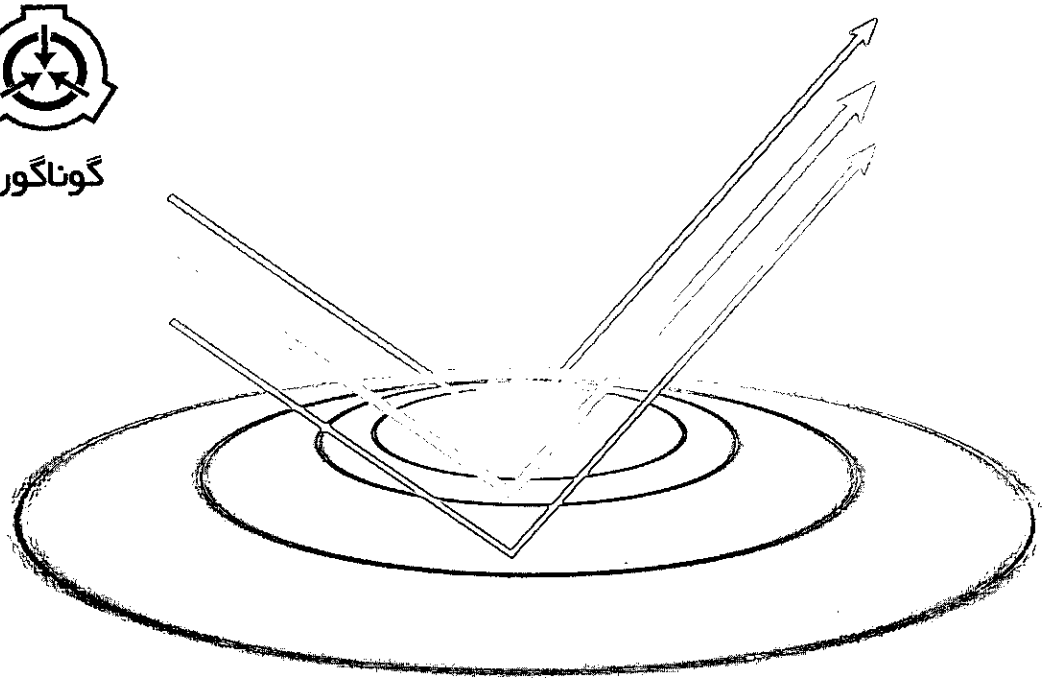
۱. کردنوقایی، رسول. ۱۳۸۶. آموزش مستقیم به همراه نظریه‌ها، الگوها، راهبردهای آموزشی. تهران: دیدار.

2. Redish, E. F. 2003. **Teaching physics with the physics suite.** u.s.a:John wiley

3. Chiappettat, E and Koballa, T.R and Collette, Yr.A. 1998. **Science instruction in the middle and secondary school.** Merrill

• دانشجویان کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی

گوناگون



چگونه آینه‌ها فوتون را باز می‌تابانند؟

دیوید بی یلو[1]
مترجم: مریم عباسیان

رودیگر پاسکوتا[2] فیزیکدان و مشاور فوتونیک در سوئیس به این پرسش پاسخ می‌دهد.

انواع مختلفی از آینه وجود دارد و رفتار هر کدام از آن‌ها تا اندازه‌ای متفاوت است. متداول‌ترین نوع آن‌ها، آینه‌ی نقره‌اندود است که از لایه‌ای نازک از نقره در پشت شیشه تشکیل شده است. لایه‌های دیگر مانند مس نیز ممکن است به پشت لایه ی نقره اضافه شود. این لایه‌ها ربطی به ویژگی‌های اپتیکی آینه ندارند.

برای درک چگونگی کار این آینه‌ها، بگذارید ابتدا برهم کنش نور و محیط را از دیدگاه نیمه کلاسیک بیان کنیم. نور از امواج الکترومغناطیسی تشکیل شده است. این امواج الکترون‌های محیطی را که در معرض تابش قرار گرفته است به نوسان درمی‌آورند. در عایقی مانند شیشه پیوند الکترون‌ها محکم است و تنها می‌توانند پیرامون وضعیت عادی خود نوسان کنند. این نوسان بر حرکت نور تأثیر می‌گذارد و سرعت موج را کم می‌کند در حالی که اتلاف انرژی آن بسیار کم است. این موضوع برای فلزات کاملاً متفاوت است. برخی الکترون‌های فلزی می‌توانند تا فاصله‌های دورتر بروند، ولی حرکتشان میرا و انرژی آن‌هاتلف می‌شود. دامنه‌ی موج در فلزات درکسر کوچکی از طول موج نور به سرعت فرو می‌افتد. همراه با این کاهش دامنه، انرژی موج نیز تلف و فلز تا حدودی گرم می‌شود. با این همه، بیشتر توان تابشی نور در فصل مشترک هوا ـ فلز باز

برای آینه‌ی نقره‌اندود، این بازتاب در فصل مشترک شیشه ـ نقره به واسطه‌ی تفاوت کلی ویژگی‌های اپتیکی فلز با ویژگی‌های اپتیکی شیشه به وقوع می‌پیوندد.

می‌تابد. به عبارت دیگر، این توان به موج دیگری منتقل می‌شود که در جهت دیگری (خلاف مسیر پرتو فرودی) منتشر می‌شود.

برای آینه‌ی نقره‌اندود، این بازتاب در فصل مشترک شیشه ـ نقره به واسطه‌ی تفاوت کلی ویژگی‌های اپتیکی فلز با ویژگی‌های اپتیکی شیشه به وقوع می‌پیوندد. (به‌عنوان یک قانون کلی، امواج در عبور از فصل مشترک دو محیط با ویژگی‌های انتشار متفاوت به‌طور بارزی باز می‌تابند). برای آینه‌ی نقره‌اندود، بازتاب ضعیف دیگری در فصل مشترک هوا ـ شیشه رخ می‌دهد. سرانجام موج بازتابیده‌ای با ویژگی‌های مشابه موج فرودی خواهیم داشت که توان آن اندکی تلف شده است. مقدار این اتلاف توان برای آینه‌های نقره‌اندود در حدود چند درصد است.

این اتلاف توان برای آینه‌های معمولی مورد استفاده در خانه‌ها مشکلی را به‌وجود نمی‌آورد. اما این آینه‌های فلزی برای استفاده در لیزرها مناسب نیستند. اتلاف نور به خودی خود اغلب قابل قبول نیست و گرمای تولید شده مشکلاتی را به‌وجود می‌آورد که تغییر شکل آینه بر اثر گرما از آن جمله است. این موضوع بر ویژگی‌های فضایی نور بازتابیده از آینه تأثیر می‌گذارد. مثلاً، برآمده شدن سطح آینه می‌تواند سبب واکانونی شدن پرتو لیزر شود.

انواع دیگر آینه که به آینه‌های دی الکتریکی معروفند برای استفاده در لیزرها مناسب‌ترند. این آینه‌ها فقط از مواد نارسانا (عایق)

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله های رشد آشنا شوید

مجله های رشد توسط دفتر انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می شوند:

مجله های دانش آموزی

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

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه ی اول دوره ی دبستان)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه های دوم و سوم دوره ی دبستان)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه های چهارم و پنجم دوره ی دبستان)
- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوان (برای دانش‌آموزان دوره ی متوسطه و پیش دانشگاهی)

مجله های عمومی

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

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

مجله های تخصصی

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

رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره ی متوسطه)، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش هنر، رشد مشاور مدرسه، رشد آموزش تربیت‌بدنی، رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش جغرافیا، رشد آموزش زبان، رشد آموزش ریاضی، رشد آموزش فیزیک، رشد آموزش شیمی، رشد آموزش زیست‌شناسی، رشد آموزش زمین‌شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه ای، رشد آموزش پیش دبستانی

مجله های رشد عمومی و تخصصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت معلم و رشته های دبیری دانشگاه ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

- نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ی ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.
- تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ـ۰۲۱

تشکیل شده‌اند که به‌صورت یک رشته لایه‌های نازک در کنار هم قرار گرفته‌اند. مثلاً، رشته‌ای متشکل از ۱۵جفت لایه‌های سیلیس (Sio_2) و دیوکسید تیتانیم (Tio_2)، هر یک به ضخامت چند صد نانومتر - که بر بستری از شیشه رسوب داده شده‌اند و می‌توانند به‌عنوان آینه‌ای بسیار بازتابنده برای استفاده در لیزر به‌کار روند. در این‌جا، بازتاب در هر فصل مشترک دو لایه نسبتاً ضعیف است، ولی چند دوجین از این بازتاب‌ها برهم نهاده می‌شوند و باز تابندگی کلی زیادی را به‌وجود می‌آورند. این آینه‌ها می‌توانند به راحتی بیش از ۹۹٫۹ درصد توان اپتیکی - و در مواردی حتی ۹۹٫۹۹۹۹ درصد - را باز بتابانند. یک جنبه‌ی جالب‌توجه آینه‌های دی‌الکتریکی بازتابندگی شدید آن‌ها در گستره‌ی محدودی از طول موج‌هاست. اگر این گستره‌ی طول موج در ناحیه‌ی فرو سرخ طیف باشد، این آینه‌ها حتی مثل آینه نیستند چون بیشتر نور مرئی فرودی از آن‌ها عبور می‌کند. آینه‌های دی‌الکتریکی را می‌توان برای اهداف خاص طراحی کرد تا مثلاً ۸۰ درصد نور سبز را باز بتابانند و ۲۰درصد آن را عبور دهند و همزمان تمام نور قرمز را از خود عبور دهند. برخی طراحی‌ها حتی متراکم کردن زمانی تپ‌های بسیار کوتاه نور به مدت‌های حتی کوتاه‌تر حدود مثلاً چند فمتو ثانیه (یک بیلیونیم میلیونیم ثانیه) را امکان‌پذیر می‌سازد. این اثر به تأخیرهای زمانی تابع طول موج نور در ساختار آینه مربوط می‌شود.

در تصویر کوانتوم مکانیکی، نور از فوتون‌ها یا بسته‌های انرژی تشکیل شده است. فوتون‌های نوری که از آینه باز می‌تابند مثل فوتون هایی هستند که بر آینه فرود آمده‌اند، فقط جهت انتشارشان تغییر کرده است. اتلاف نور در فلز به معنی آن است که کسری از فوتون‌ها تلف شده‌اند، در حالی‌که محتوای انرژی هر فوتون بازتابیده کاملاً حفظ شده است.

این‌که کدام فوتون تلف شود تابع احتمال است؛ احتمال جذب هر فوتون مقداری معین است. بنابراین، اگر «فلز در معرض چشمه‌ای متشکل از یک فوتون قرار گیرد، در بیشتر موارد بازتاب کامل صورت می‌گیرد (و فلز گرم نمی‌شود). در مواردی هم جذب کامل و گرم شدن مربوط به آن (تولید به اصطلاح فونون‌ها در فلز) رخ می‌دهد.

پانوشت

1. David Biello
2. Rodiger Paschotta

برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط:

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

۲ـ ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک باپست سفارشی. (کپی فیش رانزد خودنگه دارید.)

- **نام مجله های درخواستی :**

.....

.....

.....

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

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

پلاک: ..... کدپستی: .....

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

امضا:

- صندوق پستی مرکزبررسی آثار: ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷
- صندوق پستی امورمشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir
- پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.ir
- ☎امور مشترکین: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶-۷۷۳۳۵۱۱۰
- ☎ پیام گیر مجله های رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲

یادآوری:

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

عالم به کجا منبسط می‌شود؟

ترجمه مریم سلیمان

الکساندر کاشلینسکی[1] اختر فیزیکدان مرکز پرواز فضایی گودارد[2] ناسا به این پرسش پاسخ می‌دهد.

تحول عالم به کمک نسبیت عام توصیف می‌شود که آن را آلبرت اینشتین در اوایل قرن بیستم کشف کرد. این نظریه چارچوبی کاملاً متفاوت از فیزیک نیوتونی را برای توصیف فیزیکی نیروی گرانشی به‌کار می‌برد.

در تفسیر نیوتونی (که در آن اجسام آسمانی طبق قانون‌های نیوتون حرکت می‌کنند) فضا و زمان مطلق‌اند و زمان چیزی جز یک پارامتر در معادله‌های حرکت نیست. ضمن این‌که گرانی نقش نیروی جاذبه‌ی اسرارآمیز بین اجسام جرم‌دار را بازی می‌کند.

فیزیک نسبیت عام به لحاظ مفهومی متفاوت است، گرچه معادله‌های حرکت آن را در بسیاری از موارد عملی، مانند نسبت به حرکت ماه، یا به‌طوری که خواهیم دید در تحول کلی عالم، می‌توان به معادله‌های نیوتونی ساده کرد.

در نسبیت عام فضا و زمان در شبکه‌ای چهاربعدی درهم ادغام می‌شوند که ویژگی‌های آن را منحصراً اجسامی (از طریق گرانی) تعیین می‌کند که در آن قرار دارند. گرانی باعث خمیدگی شبکه‌ی فضازمان می‌شود، به طوری که نسبیت عام برهم‌کنش‌های گرانشی را به صورت تجلی خمیدگی فضازمان توصیف می‌کند. (وقتی مانند مورد سیاهچاله‌ها این خمیدگی بی‌نهایت شود، نیروی گرانشی به اندازه‌ای قوی می‌شود که فضازمان روی خودش بسته می‌شود، و چیزی را به وجود می‌آورد که به تکینگی پیوستار فضازمان معروف است. هیچ چیز نمی‌تواند از این اجسام فرار کند.)

با توجه به معادله‌های نسبیت عام اینشتین، فضازمان حاوی جرم نمی‌تواند ساکن بماند و باید منبسط یا منقبض شود. در این صورت، کهکشان‌ها و منابع دیگر دقیقاً از یکدیگر دور نمی‌شوند، بلکه به شبکه‌ی ثابتی روی بافت در حال انبساط فضازمان متصل‌اند. بنابراین، این برداشت درنظر بگیرید که روی [illegible] را [illegible] که کهکشان‌ها [illegible] باد کنید. فاصله‌ی بین خال‌ها زیاد می‌شود. بنابراین اگر روی یکی از این خال‌ها زندگی کنید ـ که در مثال ما نشان‌دهنده‌ی کهکشان‌ها هستند ـ این احساس را دارید که از یکدیگر دور می‌شوید. البته، در واقع آن‌ها نسبت به طول و عرض جغرافیایی بادکنک در جای خود باقی می‌مانند، و در واقع این بافت بادکنک است که منبسط می‌شود.

در فیزیک نیوتونی می‌توان با تعریف دستگاهی مانند کهکشان متشکل از ستارگان و منظومه‌ی شمسی، که تحت تأثیر گرانی خود منبسط یا منقبض می‌شود، مقایسه‌ای ریاضی انجام داد. اما در این چارچوب، انبساط ربطی به کشیدگی بافت فضازمان ندارد. بلکه فضا موجود مجرد مطلق و ثابتی است که تمام اجسام در آن حرکت می‌کنند بدون این‌که تأثیری در آن داشته باشند. بنابراین، در چارچوب نیوتونی نه‌تنها می‌توان پرسید «عالم به کجا منبسط می‌شود؟» بلکه می‌توان این پرسش را هم مطرح کرد که «پیش از حرکت اولیه چه رخ داده است؟»

اما در چارچوب نسبیت عام هر دو پرسش بی‌معنی می‌شود. زیرا مطرح کردن پرسش «عالم به کجا منبسط می‌شود؟» مستلزم وجود شبکه‌ی مختصات دیگری در بیرون فضازمان است. اما چون فضازمان با ماده در ارتباط است، بادکنک ما دارای سطح خارجی نیست، تنها چیز موجود تمام فضازمان است.

پانوشت

1. Alexander Kashlinsky
2. Goddard

منبع

پایگاه اینترنتی مجله ی Scientific America

به نشانی : http://www.sciam.com/article

سرکار خانم احمدی ـ دبیر فیزیک گلستان

به‌نظر می‌رسد که مقاله‌تان را از متن سخنرانی آقای دکتر فرهنگ گرفته‌اید. بنابراین، مقاله مربوط به تجربه و کار شما نیست و نمی‌توان آن را در مجله به‌نام شما چاپ کرد.

سرکار خانم ملک‌محمدی ـ دبیر فیزیک شهرستان شهرکرد

آن‌چه در مجله آورده می‌شود باید مربوط به کار و تجربه آموزشی شما باشد. یا ترجمه‌ی مقاله‌ای که آن را برای همکاران مفید تشخیص می‌دهید. گردآوری مطالب در موردی که رشته‌ی شما نیست مقاله‌ی علمی به حساب نمی‌آید.

خانم معصومه ملک‌محمدی ـ دبیر فیزیک دبیرستان فجرالاسلام۲

منابع و مآخذ مقاله «صاعقه چیست؟» از جمله کتاب‌های کمک‌درسی است که معمولاً در دسترس معلمان و دانش‌آموزان مدارس قرار دارد. کوشش شما برای کسب آگاهی‌های علمی و آموزش اطلاعات مورد نیاز دانش‌آموزان قابل تقدیر است.

خانم نادیا رزاقی زنوز ـ دانشجوی آموزش فیزیک و دبیر فیزیک منطقه ۵ تهران

مطالب یک مقاله علمی و آموزشی باید با عنوان مقاله کلاً هم‌خوانی داشته باشد. به‌خصوص هنگامی‌که موضوع‌های متعدد با نقل قول‌های گوناگون بدون ارتباط پیوند می‌خورد کاملاً پیداست که (فرع زیاده بر اصل است). کوشش جنابعالی برای آموزش درست مفهوم‌های مکانیک نیوتنی شایسته قدردانی است.

آقای علی ایمانی ـ دبیر فیزیک بابل

در حرکت بر خط راست با شتاب ثابت، با استفاده از نمودار سرعت ـ زمان این حرکت و رابطه $\bar{v}=\frac{x}{t}$ به آسانی می‌توانیم رابطه $\bar{v}=\frac{v+v_0}{2}$ را به‌دست آوریم. x مسافت طی شده در مدت زمان t و برابر با اندازه مساحت سطح محصور بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان در این مدت است. علاوه بر آن همانطور که اشاره کرده‌اید در این حرکت «یک تصاعد عددی از مقادیر سرعت متحرک خواهیم داشت.» در تصاعد عددی همواره مقدار متوسط x جمله برابر نصف مجموع جمله اول و آخر است.

خانم فاطمه امیدواری ـ دبیر ناحیه‌ی ۲ یزد

مقاله‌ی شما بخش بریده شده‌ی کتابی است که نزدیک به ۳۰ سال پیش نوشته شده است. امروزه تکنولوژی خلأ بسیار تغییر کرده است. توصیه می‌شود که از مقاله‌های جدید برای ترجمه استفاده شود. ضمن آن‌که ترجمه‌ی شما نیز چندان قوت و استحکام ندارد.

خانم مریم بهنام ـ دبیر فیزیک منطقه‌ی ۱۰ تهران

صرفاً نحوه‌ی انجام یک فعالیت ساده در کلاس درس نمی‌تواند برای چاپ یک مقاله مناسب باشد. ضمن آن‌که عنوان انتخاب شده با محتوای مقاله‌ی شما ارتباطی ندارد.

خانم معصومه ملک‌محمدی ـ دبیر فیزیک آموزش‌وپرورش ناحیه‌ی یک شهرستان شهرکرد

مقاله‌ی شما ساختار یک گزارش برای مجلات عامیانه را دارد و حاوی نکته‌ی جالب‌توجه آموزشی نیست.

آقای امیر پاکدامن ـ دبیر فیزیک منطقه‌ی اروندکنار

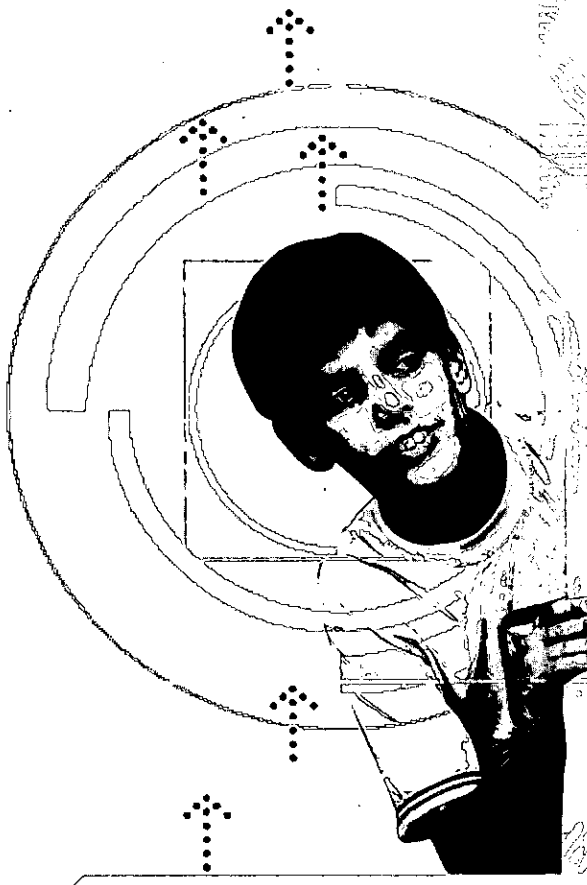
لطفاً مقالاتی را برای ترجمه انتخاب کنید که مناسب دبیران فیزیک و دانش‌آموزان باشد.

خانم تهمینه شهسواری ـ دبیر فیزیک شهرستان بجنورد

موارد طرح شده در مقاله‌ی شما کلی است و برای هر درسی مصداق دارد.

خانم نسرین طاهری اصغری ـ دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک

دو مقاله‌ی شما صرفاً چکیده است و مقاله‌ی دیگر شما مراجعی دارد که از شماره‌ی ۷۰ شروع شده‌اند. ضمن آن‌که مجله رشد آموزش فیزیک مقالات ترجمه شده را بدون اصل آن‌ها نمی‌پذیرد.



چگونه دانش‌آموز فعال و مستعد کلاس فیزیک را به‌کار گیریم؟

عباس محمدزاده*

اینجانب در دوران تدریس در بعضی کلاس‌های درس فیزیک مشاهده کرده‌ام که بعضی از دانش‌آموزان علاقه‌ی خاصی به کارهای فنی، مدارهای الکترونیکی و غیره... دارند به‌طوری که حتی در منزل به کار فنی مشغول هستند. این امر معمولاً باعث می‌شود که آن‌ها پرسش‌هایی از دبیر فیزیک خود داشته باشند. در این‌گونه موارد غالباً با معرفی کتاب، مجله‌های علمی و مراکز تحقیقاتی و پژوهش‌سراها، آن‌ها را راهنمایی و هدایت می‌کنم، تا انگیزه‌ی بیش‌تری برای پیشبرد کارهای عملی و بهبود در یادگیری درس فیزیک در آنان به‌وجود آورم.

چگونگی اجرای کار

روزی در سر کلاس فیزیک، دانش‌آموزی از من پرسش‌هایی درباره‌ی مدارهای الکتریکی و وسائلی که خودش در منزل ساخته بود پرسید، سپس درخواست کرد که در جلسه‌ی بعدی آن‌ها را بیاورد و برای دانش‌آموزان توضیح دهد. من نیز با کمال اشتیاق از او خواستم که چنین کاری را انجام دهد. در جلسه‌ی بعد او یک چراغ چشمک‌زن را که با مدارهای الکتریکی، ترانزیستورها و دیودها ساخته بود و یک دماسنج الکتریکی که آن را نیز خود درست کرده بود به پای تخته آمد و نیز توضیحات جامعی داد و به پرسش‌های هم‌کلاسی‌های خود پاسخ‌های قانع‌کننده‌ای داد. این موجب خوشحالی من از یک‌طرف و از طرف دیگر باعث ایجاد انگیزه در دیگر دانش‌آموزان گردید تا آن‌ها نیز چنین وسائلی بسازند و در کلاس به دیگر دانش‌آموزان ارائه دهند.

نتیجه‌ی کار

پس از چندی این دانش‌آموز مستعد با معرفی به پژوهش‌سرای دانش‌آموزی کارهای خود را ارائه داد و حتی در ساخت ابزارهای رباتیک و انجام مسابقات رباتیک نیز در استان مقام کسب کرد. جالب این‌که همین دانش‌آموز در تابستان بعد تعدادی دانش‌آموز راهنمایی را در یک کلاس در پژوهش‌سرا جمع کرد و به آن‌ها آموزش‌هایی داد. روشن است این باعث علاقه‌مندی بیش‌تر دانش‌آموزان راهنمایی به درس فیزیک دوره‌ی دبیرستان می‌شود درنتیجه دانش‌آموزان علاوه بر دروس نظری به کارهای عملی هم روی آورند و راه آن‌ها به سوی اختراع و ابتکار باز می‌شود.

---

* دبیر فیزیک شهرستان آران و بیدگل- دبیرستان سعدی سفیدشهر

IN THE NAME OF ALLAH

88 رشد Roshd

Teachers' education/ A.Ahmadi/ ②
About physics education in high schools
H.Etehad Mehrabad and M.Rawan bakhsh/ ③
Fun and interdisciplinary daytime astrophysical activities
S.C.Arocaetal/ ⑤
Visualizing the Doppler effect/ Marcos H.Giménesz et al/ ⑪
The flying circus of physics/ J.Walker/ ⑭
Physics fontrier/ M.Rahbar/ ⑲
Physics education using PSI method
A.Ansari, M. Saderal ashrafi/ ㉓
Hall determination of Avogadro number
A.Houari/ ㉜
International young Physicist Tournament
A.Seidfadaei/ ㉞
Checking the cause of burning low voltage instrument
H.Etehad Mehrabad/ ㊳
Young's Moduls measurment using Moire method
J.Amini/ ㊵
The roots of physics words
J.Mehrdad/ ㊽
Teaching solid state physics by modeling/ N.Noori et al/ ㊸
How mirrors reflect photons/ David Biello / ㊽
Where the universe is expanding to?/ A.Kashlinsky/ ㊶
With the readers/ ㊷
How to use a bright student in physics class
A.Mohamed Zadeh/ ㊸

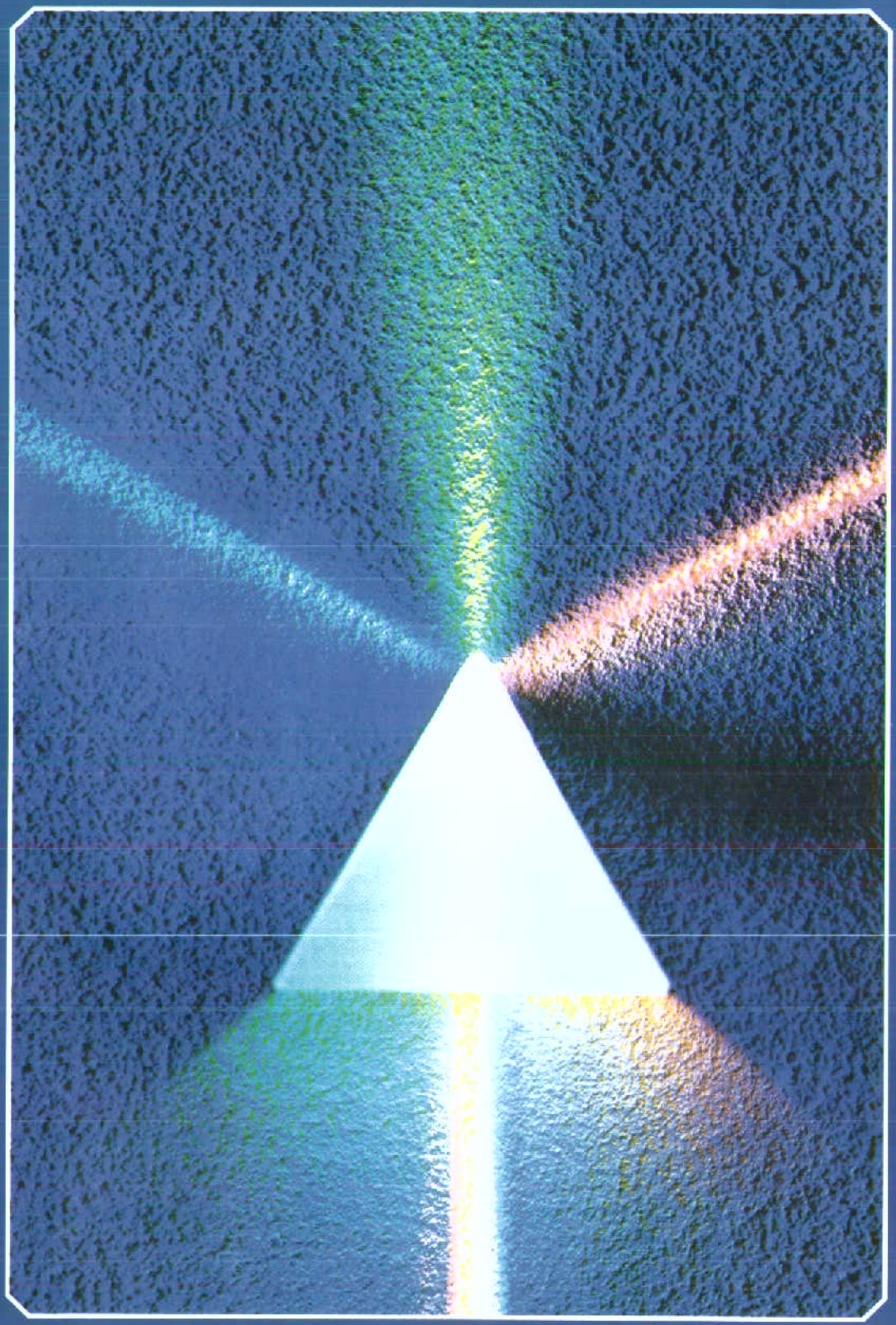
Ministry of Education
Orginaization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publications Office

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

Physics Edu cation Journal
Vol.24- No.88- 2009

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

رشته های بزرگ شده تار عنکبوت



شکست نور در منشور