



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

www.roshdmag.ir

فصلنامه‌ی آموزشی تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دوره بیست و پنجم، شماره‌ی ۲، زمستان ۱۳۸۸، ۶۴ صفحه/۴۵۰۰ ریال

رشد آموزش

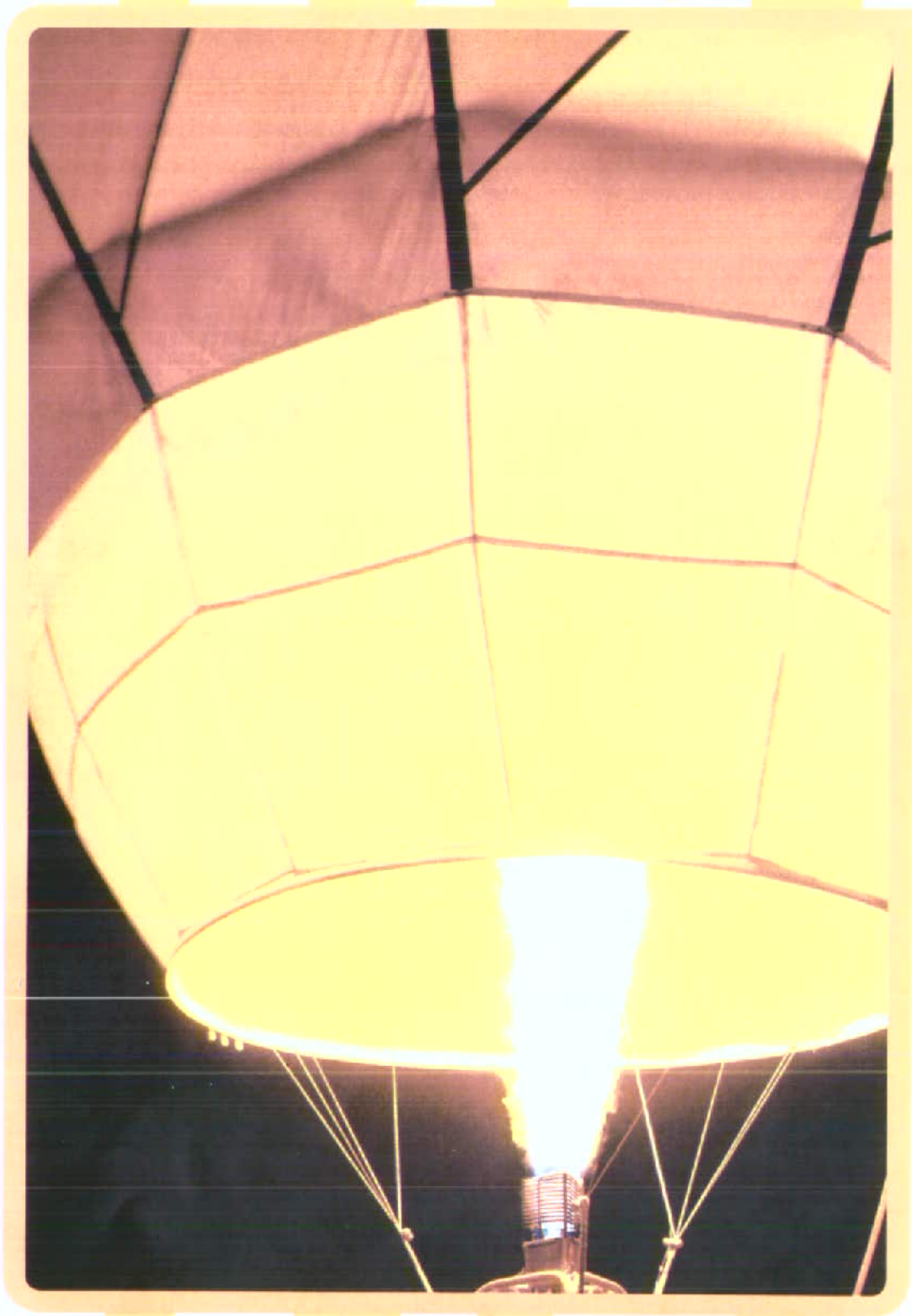
۸۹
پنجم

آموزش و دانایی

شبیه‌سازی میکروسکپی مواد

دید ماهی در هوا

مدل‌ها و نقش آن‌ها در علم



بالون هوای داغ به این دلیل بالا می‌رود
که چگالی هوای داخل آن بر اثر گرم شدن
کاهش می‌یابد.



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

فصلنامه ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

مدیر مسئول: محمد ناصری

سر دبیر: 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، سعید جعفر مهرداد

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

تلفن دفتر مجله: ۵۸۶۲-۸۸۲-۲۱ (داخلی ۲۷۴-۲۷۰)

خط گویای نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۲۰۱۴۸۲

پایگاه اینترنتی: www.roshdmag.ir

رایانامه: E-mail:info@roshdmag.ir

مدیر مسئول: ۱۰۲

دفتر مجله: ۱۱۳

امور مشترکین: ۱۱۴

شمارگان: ۹۰۰۰ نسخه

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

سر مقاله (ماهیت و اهمیت علم فیزیک) / احمد احمدی / ۲

آموزش و دانایی / جهانگیر ریاضی / ۳

شکل ساده ی پایستگی انرژی / یوجین هشت / ۷

مدل ها و نقش آن ها در علم / رابرت جی. شاماندا / ۱۲

نقش ساختار حافظه در یادگیری علوم / نادیا رزاقی زنونز / ۱۶

مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۲۰

نمایش هیجان انگیز فیزیک / یرل واکر / ۲۷

آیا زیبایی فقط در چشم بیننده است؟ / جو روزن / ۳۰

نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی متحرک / حسن اتحاد مهرآباد / ۳۳

شبیه سازی میکروسکوپی مواد / منصوره ایلخانی / ۳۵

بازی مدل سازی برای آموزش فیزیک / نوشین نوری و فاطمه احمدی / ۳۸

محاسبه ی شعاع اتمی فلزات قلیایی با بهره گیری از اثر هال / احمد مورایی / ۴۲

دید ماهی در آب / جوزپه کولیچا / ۴۵

ارزیابی فیزیک ۱ پیش دانشگامی به روش ویلیام رومی / سعید تاجی / ۴۸

ترازهای انرژی و رابطه ی دوبروی / کانچتو جیانینو / ۵۲

ما و خوانندگان / ۵۶

چند نمونه ی عملی شیوه های نوین ارزش یابی در فیزیک / روح الله خلیلی بروجنی / ۵۷

تصویر روی جلد: قلعه ها و بره های روی سقف یک غاری یخی در باواریا، آلمان.

مجله ی رشد آموزش فیزیک نوشته ها و حاصل تحقیقات

پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در

صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

• مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تاپب شود.

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

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

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

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

• پی نوشت ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماری صفحه ی مورد استفاده باشد.

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

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

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



در طول تاریخ معاصر، علم فیزیک نقشی جدی در پیش‌برد تفکر بشر داشته و به‌عنوان یکی از شاخه‌های علوم تجربی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم در توسعه‌ی مادی و معنوی جهان امروز مؤثر بوده است. موضوع علم فیزیک از کوچک‌ترین ذرات مادی جهان مانند الکترون، پوزیترون، کوارک‌ها و... تا بزرگ‌ترین اجسام شناخته شده مانند کهکشان‌ها و قانون‌های حاکم بر آن‌هاست. درک بسیاری از پدیده‌هایی که در زندگی روزمره با آن روبه‌رو هستیم بدون آگاهی از علم فیزیک ممکن نیست. علم فیزیک دانشی بنیادی است که در تحول و توسعه‌ی روزافزون فناوری و سایر علوم مهندسی کاربردهای فراوانی داشته است. بنابراین آموزش فیزیک به‌عنوان یکی از درس‌های مهم دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی است که دانش‌آموزان را در شناخت جهانی که در آن زندگی می‌کنند، کمک می‌کند. علم فیزیک توانایی دانش‌آموزان را در تلاش برای کسب مستمر نگرش‌ها، مهارت‌ها و دانش‌های لازم، در زندگی امروز و فردا تقویت می‌کند و به آن‌ها قابلیت انعطاف، چالش‌پذیری و تفکر سازنده را یاد می‌دهد. دانش‌آموزانی که با آموختن فیزیک با اصول و روش علمی پژوهش آشنا می‌شوند، از آن در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های درست در زندگی استفاده می‌کنند. در آموزش فیزیک به تأثیر و تأثرات مثبت یا منفی تصمیم‌های ما در طبیعت توجه می‌شود و کاربردهای فراوان آن در افزایش کیفیت زندگی و رفاه جامعه مدنظر قرار می‌گیرند. همچنین با شناخت طبیعت و قانون‌های حاکم بر آن، به درک درستی از رابطه‌ی انسان با طبیعت (خلقت)، دست می‌یابیم که می‌تواند به استفاده‌ی صحیح و متوازن از طبیعت بینجامد.

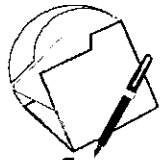
ماهیت و اهمیت فیزیک

احمد احمدی

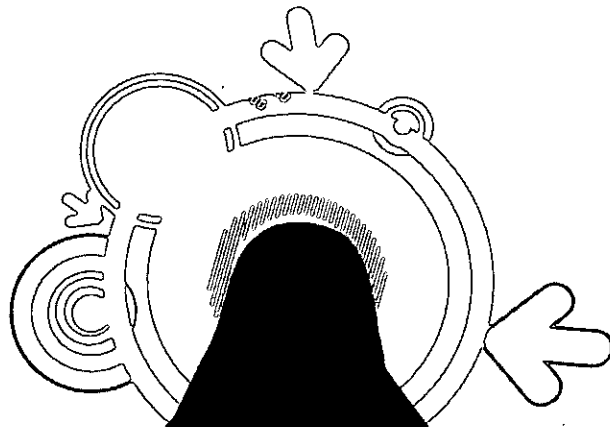
آن‌چه جامعه و شهروندان در مجموع باید از فیزیک بدانند، درک مفاهیم پایه و روش‌هایی است که این علم به واسطه‌ی آن‌ها با طبیعت روبه‌رو می‌شود. بنابراین آموزش مفهومی فیزیک به رشته‌های غیرعلوم و فنون باید به روش‌های خاصی انجام شود و همین غیرمتعارف بودن آموزش مفهومی فیزیک آن را سخت و پیچیده جلوه می‌دهد. در عوض از این طریق می‌توان اصول تفکر در علم فیزیک را در زمانی کوتاه به جامعه آموخت و فرهنگ علمی شهروندان را بالا برد. افرادی که مستقیماً با فیزیک و کاربردهای آن سروکار ندارند، نیازی به یاد گرفتن جزئیات فرمول‌ها و نظریه‌های فیزیک ندارند، اما لازم است با طرز تفکری که بر علم فیزیک حاکم است، آشنا بشوند با آن خو بگیرند، و از آن تفکر برای حل مسائل روزمره خود استفاده کنند. آن‌چه که باعث شد عصر روشنگری در اروپا شکل بگیرد، قانون‌های فیزیک نبود، چگونگی نگرش نیوتون و دیگر فیزیک‌دان‌های معاصر او به طبیعت بود.

آموزش مفهومی فیزیک کمی پیچیده است و در صورتی که دبیران فیزیک برای اجرای این نوع آموزش آماده نباشند، نوعی آموزش صوری و تجربی در کلاس درس صورت می‌گیرد که سبب می‌شود تا درصد بسیار زیادی از شهروندان با علوم جدید بیگانه بمانند و روش زندگی در دنیای جدید را نشناسند.

عامل دیگری که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرد تشخیص تفاوت گذرانندن موفقیت‌آمیز امتحان‌ها و آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی با یادگیری مؤثر و موفقیت‌آمیز فیزیک است. شاید افراد بتوانند با مطالعه و حفظ کردن پرسش‌ها و تست‌های به اصطلاح پرتکرار که اکنون رسانه‌ها به تبلیغ گسترده‌ی آن‌ها می‌پردازند در امتحان نمره‌ی خوبی بگیرند یا با موفقیت در آزمون ورودی وارد مقطع تحصیلی بالاتر شوند، اما این افراد قادر نیستند آموخته‌های خود را در جهت بهبود و اعتلای سطح زندگی خود و دیگران به کار گیرند و از دانش خود برای بهره‌برداری بهینه از امکانات موجود در اختیارشان استفاده کنند. این وضعیتی است که جامعه‌ی کنونی ما با آن روبه‌روست. این شرایط باعث شده است که به رغم کوشش و تلاشی که دانش‌آموزان و والدین آن‌ها در جهت آموزش انجام می‌دهند، متأسفانه نتیجه‌ی این تلاش به هیچ‌وجه متناسب با فعالیت‌های صورت گرفته نیست. امید است که مسئولان محترم با توجه به این امر در جهت رفع این مشکل اقدام نمایند تا آموزش فیزیک و نیز سایر درس‌ها در کشور عزیزمان هرچه کارآمدتر شود.



تجربه های آموزشی



آموزش و دانایی

چهار تکمیر ریاضی

از این رابطه می‌تواند به قانون‌های ناظر بر رویداد پی ببرد و با اتکا به این قانون‌ها می‌تواند بر روند تغییرات رویداد تأثیر بگذارد.

دانایی و مدیریت واژه‌ها

«دانا» بدون تفکر و اندیشه سخن نمی‌گوید. به تأثیرات فعلی و آینده‌ی کلام‌اش فکر می‌کند. در بیان عبارات تلاش می‌کند از زیباترین واژه‌ها در توصیف یک رویداد یا بیان یک احساس استفاده نماید. «دانا» رنج حاصل از عبارات و واژه‌های نازیبا در قالب کنایه‌های آزردهنده را می‌شناسد و تلاش می‌کند با حضوری مهربان در مناسبات انسان‌ها، این رنج را کاهش دهد. در یک «رابطه‌ی دانا» گفت‌وگوهایی زیبا و دل‌نشین جاری می‌شود به‌طوری‌که انسان با تمام وجود می‌تواند «آرامش» حاصل از این کلمات را احساس نماید. چرا که این واژه‌ها با احساس مسئولیت

بیان می‌گردند. در محیط رابطه‌ی دانا، واژه‌ها آن گونه جاری می‌شوند که گویی رایحه‌ای از دانایی را با خود همراه داشته و پنجره‌ای برای زیباتر دیدن جهان به روی ما می‌گشایند. در چنین رابطه‌ای دوست داشتن و «عشق دانا» جاری می‌گردد، عشقی که انسان را بزرگ و متعالی می‌نماید و او را در مسیر داناتر شدن هدایت می‌نماید. همین

مقدمه

چرا سال‌ها صرف انرژی، هزینه و زمان در محیط‌های مختلف آموزشی تحت عنوان «تحصیلات» نمی‌تواند «دانایی‌های» لازم برای بهتر زیستن در این جهان را فراهم کند؟ فاصله‌ی بین تحصیلات و دانایی چگونه ایجاد شده و با چه روش‌هایی می‌توان این فاصله را کاهش داد؟ کدام دانایی است که می‌تواند انسان را برای بهتر زیستن «توانا» تر کند؟ آن‌چه در محیط‌های آموزشی ما انجام می‌شود در بهترین شرایط، آشنایی دانش‌پژوهان در مقاطع و سن‌های مختلف با بخش‌هایی از دانش بشری است که عموماً ارتباطی منطقی بین عناصر هر بخش از این دانش ایجاد نمی‌گردد. محیط آموزشی دانا تلاش می‌کند که حاصل آموزش و فرایند یادگیری، ایجاد نگرش‌ها و تقویت چگونه اندیشیدن علمی به رویدادها و پدیده‌ها

باشد. در چنین محیط آموزشی، انسان‌هایی دانا پرورش می‌یابند که در قلمرو اندیشه، با نحوه‌ی درست اندیشیدن آشنا می‌گردند. اندیشه‌ی صحیح به یک پدیده یا رویداد از «حضور دانا» در محیط رویداد آغاز می‌گردد. حضوری که عناصر رویداد یا پدیده را به‌دقت می‌بیند، رابطه‌ی بین این عناصر را درک کرده با استفاده

است. درحالی که محیط آموزشی دانا باید زمینه‌ساز تفکر مولد باشد. دانش‌پژوهانی که امروز در این محیط آموزش می‌بینند، در آینده مدیرانی خلاق و دارای اندیشه‌ی مولد خواهند گردید. برای این منظور لازم است در محیط‌های آموزشی با درک درست از اهداف آموزش نوین، دانش‌پژوهان هرچه بیشتر با نگرش علمی و اصول اخلاقی که عناصر دانایی را تشکیل می‌دهند آشنا گردند. بخش‌های پراکنده از دانش بشری بدون نگرش علمی نمی‌تواند دانایی را پرورش دهد. لازم است معلمان، دانش‌آموزان و خانواده‌ها با جایگاه دانایی در بالا رفتن کیفیت زیستن انسان در این جهان آشنا گردیده و آن را باور کنند.

دانایی و جامع‌نگری

نگرش دانا به پدیده‌ها و رویدادها، نگرشی جامع و مبتنی بر اصول علمی است. دانا از جزئی‌نگری افراطی پرهیز می‌کند و خود را درگیر جزئیات نمی‌کند. در محیط آموزشی یک معلم دانا تلاش می‌کند برای دانش‌آموزان فضای دست‌یابی به نگرش‌های لازم در هر بخش از دانش را ایجاد کند. اگر قرار باشد دانش‌آموزان با بخش‌هایی پراکنده و ازهم‌گسیخته از دانش بشری بدون نگرش‌های لازم آشنا شوند، قادر به حل مسائل و مشکلات در

حضور واژه‌های دانا است که می‌تواند محیطی آرام و رضایت‌بخش در فضای آموزشی ایجاد کند و یادگیری را کیفی‌تر نماید. واژه‌های دانا در محیط آموزشی می‌توانند الگویی از چگونگی ایجاد ارتباط دانا را نشان دهند. معلم علاقه‌مند با استفاده از این واژه‌ها و عبارات می‌تواند ضمن دست‌یابی به زبانی مشترک با دانش‌آموزان فضای خودباوری و اعتماد را در این رابطه تقویت نماید.

دانا همان‌گونه که واژه‌ها را آگاهانه بیان می‌کند، صبورانه «گوش می‌دهد». آن‌جا که انسان از دل‌تنگی‌ها و حدیث نفس خود می‌گوید، بیشترین نیازش در این جهان و در این لحظه، حضور شنونده‌ای مهربان و داناست. شنونده‌ای که صمیمانه و مسئولانه گوش می‌دهد. آن‌گونه که با سکوت دانای خود به گوینده آرامش می‌دهد و زمانی که سخن می‌گوید واژه‌هایی را جاری می‌سازد که مهربانانه بر فضای دل‌تنگی او تأثیری آرام‌بخش بگذارند. جاری ساختن واژه‌های مهربان و همچنین صمیمانه گوش دادن به صدای دل‌تنگی یک انسان، یکی از مؤلفه‌های بنیادی در کاهش رنج در مناسبات انسانی است. گاه «دانایی» می‌تواند شنیدن ندای درونی‌مان باشد که نیاز به محبت را در سکوت طرح می‌کند!

دانایی و نیازهای والاتر

نیازهای اولیه آن‌هایی هستند که به‌عنوان نیازهای ضروری برای انسان تعریف شده و با پاسخ‌گویی به آن‌ها به حضور فیزیکی خود در این جهان ادامه می‌دهد. تعدادی از افراد هستند که در سطح این نیازهای اولیه باقی می‌مانند. اما «محیط دانا» انسان‌هایی را پرورش می‌دهد که خواست و نیازهایشان از سطح این نیازهای اولیه فراتر رفته و به آرمان‌های بزرگ‌تر اندیشیده و تلاش می‌نمایند به آن‌ها دست یابند. این اندیشه و باور که «در این جهان، تنها خودمان را نبینیم، بلکه دیگران را به‌عنوان حضوری انسانی بپذیریم و برای این حضور حق قائل باشیم» اندیشه‌ای فراتر از «نیازهای اولیه» است. دانایی می‌تواند امکان دست‌یابی به اندیشه‌های بزرگ‌تر را فراهم کند و فرهنگ «و اندیشه‌ی مولد» را آموزش دهد. انسانی که در سطح نیازهای اولیه باقی‌مانده باشد، عموماً حامل اندیشه‌ی مصرفی در عرصه‌های مختلف زندگی

دانایی می‌تواند
امکان دست‌یابی
به اندیشه‌های
بزرگ‌تر را فراهم
کند و فرهنگ «و
اندیشه‌ی مولد»
را آموزش دهد

دانایی و مدیریت رویدادها

دانایی به ما این امکان را می‌دهد که در جلوی رویدادها حرکت کنیم و به این اعتبار، توانایی پیش‌بینی رویدادها را خواهیم داشت. غافل‌گیر نمی‌شویم و به موقع می‌توانیم واکنش نشان دهیم. درحالی‌که «نادان» همیشه در عقب رویدادها قرار گرفته و تسلیم حوادث می‌گردد. آن «دانایی» که به ما توانایی و امکان پیش‌بینی رویدادها را می‌دهد براساس درک و شناخت درست از قانون‌های ناظر بر رویدادها به‌دست می‌آید. در محیط آموزشی و در فرایند یادگیری، معلم دانا با سناریو و اندیشه‌ی مشخص وارد کلاس می‌شود. او ضمن استفاده از تجربه‌های دیگران، با انگیزه‌ای کافی این محیط آموزشی را در ذهن خود «شبه‌سازی» و سعی می‌کند در مقابل رفتار احتمالی دانش‌آموزان، واکنش‌های ضروری را پیش‌بینی نماید. پس با آمادگی و دانایی به این محیط گام می‌گذارد. اهداف کلی و جزئی درس را می‌شناسد. می‌داند که قرار است کدام مفاهیم طرح گردد، آمادگی مواجه شدن با اندیشه‌ها و پرسش‌های جدید را دارد و این همه یعنی در جلوی رویدادها حرکت کردن! دانش‌آموز در این فضا می‌آموزد که در برخورد با رویدادهای متنوع در جهان واقعی، چگونه می‌تواند مدیریتی دانا داشته و تسلیم رویدادها و حوادث نگردد.

جهان واقعی نخواهند بود. و این یعنی، به‌ازا فرصت‌ها و انرژی‌های هزینه شده نتوانسته‌ایم دانایی لازم را در این بخش به‌دست آوریم. بر مبنای نگرش جامع می‌توان از میان انبوه مسائل و مشکلات به مسئله‌ی اساسی پی‌برد. ذهن جزئی‌نگر در این زمینه از توانایی لازم برخوردار نیست. وقتی بتوانیم مسئله‌ی اساسی را تشخیص دهیم اطمینان خواهیم داشت که با حل این مسئله‌ی کلیدی، گذار از سایر مسائل و موانع جزئی‌تر امکان‌پذیر می‌شود. بنابراین «ذهن دانا» خود را درگیر یک مسئله‌ی جزئی فرعی یا غیرضروری نمی‌کند. او تشخیص می‌دهد که بین پرسش‌های طرح شده کدام‌یک از ارزش بیشتری برای تجزیه و تحلیل برخوردار است. انرژی خود را صرف پاسخ‌گویی به پرسش‌هایی نمی‌کند که در زمان و مکان مناسب خود طرح نشده‌اند.

دانا به میزان «نادانی» خود از جهان آگاه بوده و خود را جوابگوی تمام پرسش‌ها نمی‌داند. پس با آرامش، تواضع و اتکال به نفس در مقابل آن چه نمی‌داند واژه‌ی «نمی‌دانم» را جاری می‌سازد!

دانا می‌پذیرد که
تغییرات اساسی
و بازگشت‌ناپذیر
به‌سادگی امکان‌پذیر
نیست و زحمت،
هزینه و زمان بسیار
می‌طلبد اما رنج
حاصل از تلاش برای
تغییر را به عذاب
تبدیل نمی‌کند. چرا که
می‌داند علت پذیرش
این رنج‌ها چیست



دانا‌یی و مهربانی

دانا با خویشتن و با سایر انسان‌ها مهربان است. گام اول در مهربانی این است که علاوه بر خویشتن دیگران را هم ببینیم، علاوه بر صدای خویشتن، صدای دل‌تنگی دیگران را بشنویم، به شأن انسانی خود و سایر انسان‌ها احترام گذاشته و آن را باور کنیم. «مهربانی دانا» ضمن دوست داشتن انسان‌ها، به دیگران اجازه‌ی سواستفاده از خویشتن‌اش را نمی‌دهد. او می‌داند آن‌گاه که مورد سواستفاده دیگران قرار گیرد، مانند این است که خود از خویشتن‌اش سواستفاده کرده باشد. مهربانی دانا بین نیازهای خویشتن برای رسیدن به آرامش و نیاز سایر انسان‌ها برای یک رابطه‌ی رضایت‌بخش، توازن

محیط آموزشی دانا تلاش می‌کند که حاصل آموزش و فرایند یادگیری، ایجاد نگرش‌ها و تقویت چگونه اندیشیدن علمی به رویدادها و پدیده‌ها باشد

ایجاد می‌نماید. او می‌داند که مهربانی با دیگران نباید به ازله نامهربانی با خویشتن جاری شود. در محیط آموزشی، مهربانی دانا می‌تواند رابطه‌ای صمیمانه و تأثیرگذار با دانش‌پژوهان ایجاد کند و کیفیت آموزش را بالا ببرد. مهربانی دانا به‌ما می‌آموزد که در محیط ناآرام و اغتشاش‌ها بتوانیم صبورانه تصمیم بگیریم و واکنش مناسب را نشان دهیم. درواقع این دانایی است که در این فضای ناآرام، فاصله‌ی بین لحظه‌ی تشنج و واکنش را افزایش می‌دهد و شیوه‌ی گفت‌وگویی آرام و صمیمی را برای گذار از این فضای ناآرام در پیش می‌گیرد. این مهربانی ضمن تلاش برای رشد خویشتن به «بزرگ شدن» دیگران به‌عنوان

یک ارزش و فضیلتی انسانی نگاه می‌کند. تلاش برای بزرگ شدن انسان‌ها برای او نوعی رضایت‌مندی از حضوری مفید در این جهان است. به بیان دیگر مهربانی دانا حضور خود را برای خویشتن و دیگران مفید می‌داند و همین باور باعث رفتاری پویا در تعاملات اجتماعی می‌گردد.

دانا‌یی و مفهوم تغییر

«دانا» تغییر مثبت را به عنوان اساسی‌ترین شرط پویایی و حضور کیفی در جهان باور می‌کند. بر این مبنا، زنده بودن را متناظر با حضور پویا پذیرفته و مؤلفه‌های این حضور را می‌شناسد. تغییرات هر چند کوچک را در خود و دیگران می‌بیند، آن‌ها را باور می‌کند و این باور را با واژه‌ها و عبارات زیبا جاری می‌سازد. خویشتن و سایر انسان‌ها را در این راستا امیدوار می‌کند، اما از اغراق در ابعاد این تغییرات پرهیز می‌کند. دانا به دنبال ایجاد «توهم تغییر» در خود و دیگران نیست. گاه دیده می‌شود که آدم‌ها یک تغییر کوچک را بسیار بزرگ‌تر از واقعیت تلقی می‌کنند و ناآگاهانه در فضای «توهم تغییر» قرار می‌گیرند. و بر همین اساس از خود و دیگران انتظارات غیرواقعی دارند. آن‌کس که قرار است تغییر کند باید عزم تغییر نماید، انگیزه‌های لازم را داشته باشد و با مدیریت درست از هر لحظه در راستای این تغییر استفاده‌ی مثبت نماید. دانا می‌پذیرد که تغییرات اساسی و بازگشت‌ناپذیر به‌سادگی امکان‌پذیر نیست و زحمت، هزینه و زمان بسیار می‌طلبد اما رنج حاصل از تلاش برای تغییر را به عذاب تبدیل نمی‌کند. چرا که می‌داند علت پذیرش این رنج‌ها چیست! در محیط آموزشی، یک معلم دانا سعی می‌کند بسترهای لازم برای تأثیرپذیری دانش‌آموزان و تلاش برای تغییر را ایجاد کند. باید زیبایی‌های مسیر بزرگ شدن و تغییر را برای دانش‌آموزان توضیح داد. آن‌گونه که بین «تغییر» و «زیبایی» فاصله‌ای احساس نکنند، و درواقع تغییر را متناظر با زیبایی بدانند. نازیبایی حاصل از «سکون طولانی» در «اکنون» را بشناسند و رنج بزرگ‌تر شدن و تغییر را با آرامش تحمل کنند. به جوان‌ها فرصت بدهیم این نازیبایی و ناآرامی «همیشه مانند در اکنون» را تا زیبایی و آرامش سفر به فردا را با تمام وجود و با شیوه‌ی خود تجربه کنند. و اصالت را در «رفتن و بزرگ شدن» بدانند... و محیط آموزشی را آن‌قدر دانا کنیم که دانش‌آموزان تفاوت بین تغییر واقعی و توهم تغییر را تشخیص دهند. بگذاریم در فضای آموزشی‌مان هوایی را نفس بکشیم که «رایحه‌ی فردای بهتر شدن و بهتر زیستن» را همراه داشته باشد و این رایحه بتواند حتی در «بسیار در اکنون ماندگان» را از «خواب همیشه مانند» بیدار کرده و راه آینده را که نشانه‌های عبور سپیده‌دمان را دارد به آن‌ها نشان دهد. دانش‌آموز در این فضا «ارزش کیفی لحظات» را بیشتر احساس و باور می‌کند که هر یک از این لحظات می‌تواند گامی در مسیر بزرگ شدن بوده و او را در فضای یک تغییر کیفی قرار می‌دهد.



ان شکل ساده‌ی پایستگی انرژی

نویسنده: یوجین هشت
ترجمه: معصومه قاسمی

بیان استاندارد پایستگی انرژی دربرگیرنده‌ی مفاهیم فرعی مانند انرژی جنبشی (KE)، کار (W)، انرژی گرمایی، انرژی داخلی و نیم دوجین انواع مختلف انرژی پتانسیل (PE) از قبیل کشسانی، شیمیایی، هسته‌ای گرانشی و... است. این کمیت‌ها طی دورانی که در آن این اصول گسترش یافته، شناخته شده‌اند. قانون پایستگی نهایی با این که دارای دقت مناسب است، اما باز نسبتاً پیچیده است. مهم‌تر از همه، این قانون سادگی نهفته‌ی زیربنایی را که فقط در دوران پس از نسبیت (۱۹۰۵) می‌توانست درک شود، نادیده می‌گیرد. انرژی معیار نرده‌ای تغییر فیزیکی است. با استفاده از نظریه‌ی نسبیت خاص می‌توان نشان داد که تنها دو طبقه‌بندی کاملاً فراگیر از انرژی وجود دارد: انرژی سکون و انرژی حرکت و می‌توان مفهوم پایستگی انرژی را تنها با استفاده از دو نوع انرژی که با کمیت‌های جرم و KE (انرژی جنبشی) کمی می‌شوند، در تمام فرایندهای فیزیکی به کار برد.

انرژی سکون و انرژی حرکت

دینامیک نسبیتی به چندین روش مختلف تفسیر شده است؛ در اینجا رهیافت جدیدتری را به کار می‌بریم که در آن جرم (m) ناوردای لورنتس است [۱]. یکی از نتیجه‌های کلی نظریه‌ی نسبیت خاص این است که کل انرژی یک دستگاه فیزیکی برابر با $E = E_0 + KE = \gamma mc^2$ و $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ است. در نتیجه، انرژی کل یک ذره یا مجموعه‌ای از ذرات - یک اتم یا یک آووگادو - برابر با انرژی سکون ($E_0 = mc^2$) و انرژی جنبشی (KE) آن است. جمله‌ی E_0 انرژی سکون دستگاه است. این انرژی شامل: الف) جرم ذره‌های آزاد تشکیل دهنده‌ی دستگاه، ضرب در c^2 و، ب) انرژی‌های پتانسیل (مثبت یا منفی) تمام اعضای برهم‌کنش کننده‌ی دستگاه، و ج) مجموع انرژی‌های جنبشی تمام ذره‌های تشکیل دهنده است که اغلب به صورت نامنظم در دستگاه حرکت می‌کنند [۲]. E_0 برخلاف انرژی داخلی ترمودینامیکی، شامل انرژی جرم تمام ذره‌های تشکیل دهنده است. عبارت $E_0 = mc^2$ نشان می‌دهد که انرژی سکون دستگاه به مثابه‌ی انرژی جرم خالص آن در نظر گرفته می‌شود. منظور از KE در فرمول E انرژی جنبشی سازمان یافته‌ی دستگاه به صورت یک پارچه است ($KE = \gamma mc^2 - mc^2$).

بدون توجه به مشخصات فرمول‌بندی نسبیت [۱]، فرض می‌کنیم انرژی داخلی در جرم دستگاه است؛ در نتیجه، ترکیب الکترون و پوزیترون برای تشکیل پوزیترونیم باعث کاهش $6/8eV/c^2$ از جرم بر اثر برهم‌کنش الکترومغناطیسی می‌شود. وقتی اتم فوتونی را جذب می‌کند و به حالت برانگیخته می‌رود، جرم اتم به اندازه‌ی $h\nu/c^2$ افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، کوک کردن ساعت سبب افزایش جرم آن و سرد کردن قوطی نوشابه سبب کاهش جرم آن می‌شود. این اثرها معمولاً جزئی هستند، اما وجود دارند و از دید فیزیکی و فلسفی دارای اهمیت زیادی هستند.

گرما، کار و فوتونها

انرژی به راه‌های مختلف (مثلاً از طریق گرما، کار و تابش الکترومغناطیسی) از دستگاهی، به دستگاه دیگر منتقل می‌شود [۳]. هر کدام از سازوکارها را می‌توان به‌عنوان انتقال جرم، انرژی جنبشی (KE) یا هر دو در نظر گرفت. انرژی جنبشی کاتوره‌ای ذره‌های تشکیل‌دهنده دستگاه، انرژی گرمایی نامیده می‌شود. گرما انتقال انرژی (از طریق برخوردهای ذرات) از دستگاه در دمای بالاتر به دستگاه با دمای پایین‌تر و در تماس با آن است. نسبت - مستقل از چگونگی بیان آن - مدت‌هاست که مشخص کرده است که انرژی گرمایی مستقیماً با جرم دستگاه در ارتباط است [۴]. برای مثال، برای افزایش دمای آب به اندازه $1/100^\circ\text{C}$ ، $1/100 \text{ kcal}$ یا $4/186 \text{ KJ}$ انرژی گرمایی به آن اضافه شود و در نتیجه جرم آب به اندازه $4/66 \times 10^{-16} \text{ kg} = 4/186 \times 10^7 \text{ J}/c^2$ (که البته مقدار زیادی نیست) افزایش می‌یابد. تغییر انرژی گرمایی به صورت تغییر جرم نمایان می‌شود.

بسته به شرایط فیزیکی، انجام دادن کار روی یک جسم یا توسط آن سبب تغییر جرم یا انرژی جنبشی، یا هر دو می‌شود. معمولاً وقتی فنر ساکنی را متراکم می‌کنیم و می‌گوییم که انرژی پتانسیل کشسانی آن افزایش یافته است. در این حالت گرم شدن اندک فنر واقعی که ناشی از اصطکاک داخلی آن است نادیده گرفته می‌شود. با وجود این، اگر کار انجام شده روی فنر W باشد، جرم آن به اندازه $\Delta m = W/c^2$ افزایش می‌یابد [۵]: «اتلاف ناشی» از اصطکاک ΔPE هر دو در Δm سهیم‌اند.

وقتی سوپرمن روی یک «قطار پرسرعت» کار منفی انجام می‌دهد و باعث کاهش سرعت آن می‌شود، تغییر انرژی جنبشی قطار $-W$ است. لوکوموتیو روی «مرد فولادین» کار مثبت انجام می‌دهد و طبق پایستگی انرژی جرمش به اندازه $\Delta m = \Delta KE/c^2$ افزایش می‌یابد. اینکه او چگونه این کار را انجام می‌دهد، مسئله‌ای دیگری است. با کشیدن زه کمان مقداری از جرم شما به کمان منتقل می‌شود. اگر تیری را در فضایی رها کنید که نیروی دیگری به آن وارد نشود، به علت کاری که کمان روی تیر انجام می‌دهد، انرژی جنبشی تیر و در نتیجه جرم آن افزایش می‌یابد. اگر اتلاف‌ها را نادیده بگیریم، سهم اولیه شما در جرم اکنون به انرژی جنبشی منظم آن تبدیل می‌شود. سرانجام، بدون توجه به اینکه چگونه با انجام دادن کار روی دستگاهی آن را تغییر دهیم، این تغییر دستگاه به صورت تغییر در E_0 (یعنی جرم)، یا در KE، یا هر دو ظاهر می‌شود.

علاوه بر گرما و کار، انرژی به صورت جذب یا گسیل فوتونها نیز می‌تواند منتقل شود. چون جرم فوتون صفر است، انرژی آن کاملاً جنبشی است. با وجود این، وقتی فوتونی را جذب کند، جرم آن زیاد می‌شود و با گسیل فوتون جرم از دست می‌دهد [۶]. این بصیرت دیدگاه‌های تعدادی پژوهشگر مانند اچ. پوانکاره^۲ (۱۹۰۰)، آلبرت اینشتین^۳ (۱۹۰۵) و جی. ان لوییس^۴ (۱۹۰۸) حاصل شده است.

اصطکاک و انرژی پتانسیل

از جمله عوامل دیگر کنش نیروی الکترومغناطیسی، اصطکاک انرژی جنبشی را به جرم تبدیل می‌کند. دیسکی که روی سطح معمولی غلتانده شود، پس از لحظه‌ای متوقف می‌شود؛ در نتیجه هم سطح و هم دیسک گرم‌تر و جرم آن‌ها بیشتر خواهد شد. اصطکاک، انرژی جنبشی خارجی منظم را، که با جرم متفاوت است، به انرژی جنبشی داخلی نامنظم که معادل جرم است، تبدیل می‌کند. جعبه‌ای را در نظر بگیرید که با سرعت ثابت روی میزی هل داده می‌شود؛ کار انجام شده برای غلبه بر اصطکاک به دستگاه انرژی می‌دهد - شخصی که جعبه

تنها دو طبقه‌بندی
کاملاً فراگیر از
انرژی وجود دارد:
انرژی سکون و
انرژی حرکت و
می‌توان مفهوم
پایستگی انرژی
را تنها با استفاده
از دو نوع انرژی
که با کمیت‌های
جرم و KE (انرژی
جنبشی) کمی
می‌شوند، در تمام
فرایندهای فیزیکی
به‌کار برد

را هل می‌دهد، انرژی تأمین می‌کند و جرم ($\Delta m = W/c^2$) را از دست می‌دهد. سطح‌های در تماس باهم گرم‌تر می‌شوند، در نتیجه جرم جعبه و میز افزایش می‌یابد (Δm). به‌طور خلاصه، $\Delta m \rightarrow KE \rightarrow \Delta m$.
 شکل‌های مختلف انرژی پتانسیل (PE)، که ناشی از برهم‌کنش‌های بین ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی دستگاه است، در جرم آن دستگاه سهیم‌اند. با کشیدن نواری لاستیکی، انرژی پتانسیل کشسانی و در نتیجه جرم آن را به‌صورت الکترومغناطیسی زیاد می‌کنید - تغییر انرژی پتانسیل به‌صورت تغییر جرم ظاهر می‌شود و هم‌ارز آن است. این موضوع برای تمام شکل‌های انرژی پتانسیل از هسته‌ای تا شیمیایی و گرانشی صادق است. اگر هسته‌ای (مثلاً ^{238}Cn) از حالت پایه به حالت برانگیخته برود، جرم آن (در این مثال به اندازه‌ی $716/7 \text{ keV}/c^2$) افزایش می‌یابد که این افزایش جرم در واقع با استفاده از دام پنینگ ۵ محاسبه شده است [۷]. به همین ترتیب هرگاه 1 kg هیدروژن در برهم‌کنش با 8 kg اکسیژن ترکیب شود تا آب تولید کند، تقریباً 10^8 J انرژی آزاد می‌شود که نظیر کاهش جرم $10^{-6} \text{ kg} \approx 10^8 / c^2$ است. تغییرات جرم روی زمین معمولاً کم‌اهمیت و جزئی، اما بدون شک واقعی است. آزاد شدن انرژی و کاهش جرم را در یک بمب اتمی در نظر بگیرید. یک بمب 20 کیلوتنی تقریباً 10^{14} J انرژی آزاد می‌کند که تقریباً معادل با 1 g است. بمب هسته‌ای جرم را به انرژی جنبشی تبدیل می‌کند.

پایستگی جرم و انرژی جنبشی

پایستگی انرژی انتقال یا تبدیل بخشی یا تمام جرم به انرژی جنبشی و برعکس را به حساب می‌آورد.
 برای توضیح بیشتر چند وضعیت را تحلیل می‌کنیم. در ابتدا توجه داشته باشید که ممکن است فرایندی رخ دهد که در آن انرژی (نه ماده!) از یک دستگاه به دستگاهی دیگر منتقل می‌شود - یعنی این فرایند تلویحاً همان «انتقال» است؛ برای مثال سیخ داغی که در فنجان از آب سرد فرو برده شود این کار را انجام می‌دهد. در مورد تبدیل جرم به انرژی جنبشی، شخصی را در نظر بیاورید که مستقیم بالا می‌پرد. نیروی شتاب‌دهنده‌ی عمودی که سطح نسبتاً صلب به شخص وارد می‌کند تقریباً کاری انجام نمی‌دهد. زیرا هیچ جابه‌جایی در نقطه اثر نیرو صورت نمی‌گیرد [۸]. زمین انرژی بسیار کمی به شخص برمی‌گرداند. شخص انرژی لازم را از تبدیل بخشی از جرمش (Δm) به انرژی جنبشی ($KE = (\Delta m)c^2$) به دست می‌آورد. این موضع برای راه‌پیمایان، اسکیت‌بازان، قورباغه‌ها، اتومبیل‌ها، هواپیماها و قطارها صادق است؛ تمام چیزهایی که خود به جلو پیش می‌روند، جرم را به انرژی تبدیل می‌کنند. در برخورد کشسان یک توپ بیلیارد و توپ ساکن دیگر می‌توان تصور کرد که بر اثر برخورد یک لحظه (در هنگام واپیچیده شدن توپ‌ها) انرژی جنبشی به جرم تبدیل می‌شود و سپس وقتی که توپ‌ها وامی‌جهند دوباره جرم به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. به‌نظر می‌رسد در این برخورد انرژی جنبشی مستقیماً از یک توپ به دیگری منتقل شده است، اما این در واقع ساده‌انگاری است. در تمام فرایندها (برای مثال برخوردها) تمام انرژی جنبشی یا بخشی از آن به جرم تبدیل می‌شود، که ممکن است، با توجه به ویژگی‌ها، دوباره تمام جرم یا بخشی از آن به انرژی جنبشی تبدیل شود یا نشود. برخورد دو پروتون را در نظر بگیرید که در آن دست کم یکی از آن‌ها به‌سرعت حرکت می‌کند. چون پروتون‌ها همدیگر را دفع می‌کنند، با نزدیک شدن به هم انرژی جنبشی دستگاه کاهش و جرم آن افزایش می‌یابد. اگر انرژی جنبشی اولیه (ΔKE_i) زیاد باشد، پروتون‌ها می‌توانند به اندازه‌ی کافی به هم نزدیک شوند تا یک تا تعداد بیشتری ذره‌ی اضافی مثلاً یک پيون خنثی $\Delta m \pi^0 = \Delta KE / c^2$ ظاهر شود:

$$P + P + KE_i = P + P + \pi^0 + KE_f$$

اصطکاک، انرژی جنبشی خارجی منظم را، که با جرم متفاوت است، به انرژی جنبشی داخلی نامنظم که معادل جرم است، تبدیل می‌کند

که در آن $\Delta KE = KE_i - KE_f$. مقداری انرژی جنبشی از بین می‌رود و یک ذره مادی (π^0) دارای جرم پدید می‌آید. محتمل‌ترین واپاشی π^0 (در مدت $10^{-16} \times 0.8$ از طریق نیروی الکترومغناطیسی) به دو فوتون است، در نتیجه m_{π^0} به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. به‌طور خلاصه، $KE \rightarrow \Delta m \rightarrow KE$. اگر برخوردی ناکشسان بین دو الکترون صورت گیرد به جای پیون، یک فوتون اضافی تولید می‌شود:

$$KE \rightarrow \Delta m \rightarrow KE$$

بازیکنی را در نظر بگیرید که توپ بیسبالی را پرتاب می‌کند و با نادیده گرفتن اصطکاک، تولید صدا و غیره... تحلیلی ساده‌ای انجام می‌دهد. بازیکن هنگام پرتاب روی توپ کار انجام می‌دهد؛ او مقداری جرم (Δm) از دست می‌دهد و انرژی جنبشی توپ به همان اندازه زیاد می‌شود، $KE = (\Delta m)c^2$. برای سهولت فرض کنید توپ به‌صورت افقی به طرف دستکش بازیکن حرکت می‌کند. انرژی جنبشی منظم از بین می‌رود و توپ و دستکش (از طریق کنش نیروی الکترومغناطیسی) گرم می‌شوند و هر دو مقدار کمی جرم (Δm) به‌دست می‌آورند. این همان اتفاقی است که در برخوردهای ناکشسان اجسام ماکروسکوپی رخ می‌دهد؛ همواره بخشی از انرژی جنبشی به جرم تبدیل می‌شود [۹]. طولی نمی‌کشد که توپ و دستکش تعدادی فوتون دارای انرژی جنبشی تابش کنند و به‌سرعت به جرم‌های اولیه‌شان برگردند. سرانجام وزن پرتاب‌کننده توپ اندکی کمتر از قبل شده و انرژی فوتون هم‌ارز آن $c^2(\Delta m)$ در فضا جاری می‌شود. به‌طور خلاصه، $\Delta m \rightarrow KE \rightarrow \Delta m \rightarrow KE$. هنگامی که توپ دور می‌شود، انرژی موجود برای انجام کار در ارتباط با قانون دوم ترمودینامیک کم می‌شود.

نادیده گرفتن اثرهای مختصر گلوله‌ای را مستقیم به طرف بالا شلیک کنید. منفجر شدن باروت انرژی شیمیایی PE (که در همان جرم، Δm) را به انرژی جنبشی تبدیل می‌کند. گلوله در جهت مخالف جاذبه‌ی زمین بالا می‌رود و انرژی پتانسیل گرانشی PE در آن ذخیره می‌شود. دست کم آن را به شیوه‌ی سنتی به این شیوه توصیف می‌شود. با بالا رفتن گلوله انرژی جنبشی آن کاهش و جرم دستگاه زمین - گلوله افزایش می‌یابد. انرژی جنبشی گلوله در نقطه‌ی اوج صفر است و جرم دستگاه زمین - گلوله به اندازه Δm افزایش یافته است. این جرم، هنگام پایین آمدن گلوله کم‌کم به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. وقتی گلوله در برگشت به‌طور ناکشسان با لوله‌ی تفنگ برخورد می‌کند، انرژی جنبشی آن صفر می‌شود، دستگاه گلوله - تفنگ گرم می‌شود و جرم آن به اندازه Δm افزایش می‌یابد. به‌طور خلاصه،

$$\Delta m \rightarrow KE \rightarrow \Delta m \rightarrow KE \rightarrow \Delta m \rightarrow KE$$

یک چراغ قوه‌ی معمولی را در نظر بگیرید؛ انرژی شیمیایی ذخیره شده در باتری با کاهش جرم آن (Δm) به دلیل نیروی الکترومغناطیسی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. لامپ گرم می‌شود، جرمش افزایش می‌یابد و تابش می‌کند. فرایند کلی با تبدیل جرم باتری (Δm) به انرژی جنبشی (KE) فوتون متناظر است. چیز مشابهی هنگام اتصال خازن به باتری رخ می‌دهد. جرم باتری کاهش می‌یابد و خازن شارژ می‌شود، گرچه هیچ بار خالصی به خازن منتقل نمی‌شود، جرم خازن افزایش می‌یابد. اگر سیم رابط دارای مقاومت باشد، گرم می‌شود و فوتون‌هایی را تابش می‌کند که حامل انرژی جنبشی‌اند، و باعث می‌شوند که افزایش جرم خازن کمی کمتر از کاهش جرم باتری باشد.

یک نیروگاه هسته‌ای را در نظر بگیرید. جرم میله‌های سوخت بر اثر نیروی قوی کاهش می‌یابد. با نادیده گرفتن اتلاف‌ها (اصطکاک، مقاومت سیم‌ها، تابش و غیره) مقداری انرژی به الکترون‌های آزاد شبکه داده می‌شود. تلویزیون شما که به جریان الکترون‌های نوسان‌کننده متصل است، مقدار کمی از این انرژی جنبشی را می‌گیرد و جرمش افزایش می‌یابد و فوتون تابش می‌کند. این پدیده ($\Delta m \rightarrow KE \rightarrow \Delta m \rightarrow KE$) بسیار ساده شده است، اما این نکته را نشان می‌دهد که تمام یا قسمتی از جرم (سوخت اولیه) به انرژی جنبشی تبدیل شده است.

در تمام فرایندها

(برای مثال)

برخوردها) تمام

انرژی جنبشی

یا بخشی از آن

به جرم تبدیل

می‌شود، که ممکن

است، با توجه به

ویژگی‌ها، دوباره

تمام جرم یا بخشی

از آن به انرژی

جنبشی تبدیل

شود یا نشود

اکنون نگاهی تازه به ماشین گرمایی (دو مخزن با دمای متفاوت و وسیله‌ی تولید کار که بین آن‌ها کار می‌کند) می‌اندازیم. گرما از ناحیه‌ی با دمای بالاتر از طریق دستگاهی به ناحیه‌ی با دمای پایین‌تر روان می‌شود که خروجی آن کار است. پس از مدتی جرم مخزنی که دمای بالاتری دارد، به اندازه Δm_H کاهش می‌یابد. در نتیجه بخشی از Δm_H به صورت کار (W) ظاهر می‌شود و بقیه‌ی آن، به دلیل اتلاف گرما طبق قانون دوم ترمودینامیک به مخزن با دمای پایین‌تر اضافه شود. قانون اول ترمودینامیک داریم $\Delta m_H - \Delta m_L = W / c^2$. کار خروجی، سرانجام جرم، انرژی جنبشی، یا هر دو آن‌هاست. اگر کار تولید شده صرف کوبیدن، کشیدن یا بالا بردن شود، خروجی عمدتاً جرم و اگر به صورت روشن کردن، هل دادن یا چرخیدن باشد، بیشتر انرژی جنبشی است.

نتیجه‌گیری

انرژی یک جسم شامل انرژی سکون / یا انرژی حرکتی آن است. این انرژی‌ها معادل انرژی جرم (mc^2) و انرژی جنبشی (KE) هستند. شکل‌های مختلف انرژی پتانسیل (PE) معادل با تغییرات جرم یک دستگاه دارای قسمت‌های برهم‌کنش‌کننده است. در تمام کاربردها می‌توان پایستگی انرژی را به صورت انتقال تمام یا بخشی از جرم و / یا تبدیل آن به انرژی جنبشی و برعکس بیان کرد. در مقیاس کیهانی، تبدیل انرژی به جرم و جرم به انرژی حرکت موزون و باشکوه عالم است.

منبع

The Physics Teacher, Vol. 46, February 2008 pp 78-80

مراجع

۱. دو روش جایگزین برای تعریف تکانه در نظریه نسبیت وجود دارد: $p = \gamma mv$ (م جرم مستقل از سرعت کلاسیک است). به دلیل ضرورت‌های فیزیک ذرات جدید، اولی را انتخاب خواهیم کرد. در حالی که: (۱) جرم از سرعت مستقل است، (۲) $E = \gamma mc^2$ و نه $E = mc^2$ (۳) $E = mc^2$ و نه $E = m.c^2$ (۴) طبق نظریه پیمانه‌ای فوتون بدون جرم است و (۵) انرژی جنبشی خارجی منظم (که ناوردای لورنتس نیست) یا جرم (ناوردای لورنتس) معادل نیست. هم‌چنین فرض خواهیم کرد: (۶) جرم می‌تواند به انرژی تبدیل شود و برعکس و (۷) یک قانون پایستگی انرژی وجود دارد که جرم و انرژی را دربرمی‌گیرد. احتمالاً بیشتر افراد با این طرز بیان موافق هستند، اگرچه آن‌هایی که موارد (۱) تا (۵) را نمی‌پذیرند، (۶) و (۷) را قبول دارند کسانی که (۱) تا (۷) را قبول ندارند، فرض می‌کنند که جرم و انرژی جدا از هم پایسته‌اند، که در این مورد فوتون باید جرم داشته باشد و انرژی جنبشی به‌طور کلی جرم دارد.

2. L.D. Landau and E.M. Lifshitz, *The Classical Theory of Fields* (Addison-Wesley, Reading, MA, 1965), p. 28. E. Hecht, "Energy and change," *Phys. Teach.* **45**, 88-92 (Feb. 2007).

۳. نیروعامل تغییر است و در سطح زیر اتمی، تعدادی از سازوکارهای تبدیل انرژی را می‌توان به‌عنوان کار میکروسکوپی تعبیر کرد.

4. A. Einstein and L. Infeld, *The Evolution of Physics* (Simon and Schuster, New York, 1938), p.

208. R.H. Good, *Basic Concepts of Relativity* (Reinhold Book Corp., New York, 1968), p. 36.

5. L. Sartori, *Understanding Relativity* (University of California Press, CA, 1996), p. 205.

۶. تکانه و انرژی جنبشی جسم افزایش یا کاهش می‌یابد.

7. K. Blaum et al., "Population inversion of nuclear states by a Penning trap mass spectrometer," *Europhys. Lett.* **67** (4), 586 (2004).

۸. هرچه انرژی جنبشی از سطح خارج شود، هنگامی که با پریدن نیروی پایین سویی به آن اعمال می‌شود و سطح کشیده می‌شود، به آن بازگردانده می‌شود.

9. N.D. Mermin, *Space and Time in Special Relativity* (Waveland Press, Illinois, 1968), p.

216. W. Rindler, *Special Relativity* (Oliver and Boyd, Edinburgh, 1960), p. 91. W.G.V. Rosser,

Introductory Special Relativity (Taylor & Francis, London, 1991), p. 159.

زیر نویس

1. Eugen Hecht
2. H. Poincare
3. A. Einstein
4. G.N.Lewis
5. Penning trap



مدل‌ها و نقش آن‌ها در

پیش‌درآمدی بر مطالعه‌ی فیزیک

رابرت جی. ساماندا
مترجم: منیژه رهبر

هیچ فیزیک‌دان یا مهندسی یک مسئله‌ی واقعی را حل نمی‌کند، بلکه به جای آن مسئله، مدلی را به وجود می‌آورد تا به کمک آن مسئله را حل کند. این مدل باید دو ویژگی داشته باشد: یکی این‌که به اندازه‌ی کافی ساده و قابل حل باشد، و دیگر این‌که به اندازه‌ی کافی واقعی باشد تا مفید واقع شود.

نظریه‌ها و قانون‌های فیزیک هم مدل‌اند. هنر تحلیل علمی به وجود آوردن مدل‌های مفید از واقعیت است، اعم از این‌که موضوع حل یک مسئله‌ی خاص مهندسی باشد یا جست‌وجوی قانون‌های جامع فیزیک. مدل فصل مشترک واقعیت و ذهن بشر است. چون مدل با استفاده از معیارهای انسانی بیان می‌شود، بنابراین قالب آن باید شامل مفاهیمی باشد که از داده‌های تجربی خود به دست می‌آوریم. مدل همان قدر تجلی آزمایش‌ها و طرز تفکر ماست که به واقعیت خارجی مدل‌سازی شده می‌پردازد.

ترجیح می‌دهم در جایی که دیگران معمولاً از نظریه‌ها سخن به میان می‌آورند درباره‌ی مدل‌ها صحبت کنم، زیرا واژه‌ی «مدل» بر سودمند بودن تأکید دارد. معمولاً فکر می‌کنیم نظریه نامزد حقیقی واقعی و عینی است، در حالی که مدل، بدون آن که مدعی یکتایی، کمال، و غایی بودن باشد، اطلاعات مفیدی را انتقال می‌دهد. به عنوان مثال، لقاح، تکوین، تولد، و رشد مدلی در فیزیک. در اینجا قانون گازهای کامل $PV = \alpha T$ را در نظر می‌گیریم که بی‌گمان شما آن‌ها را در درس‌های فیزیک یا شیمی مطالعه کرده‌اید.

تاریخچه‌ی یک مدل

به رغم اندیشه‌های مجرد و پر حجم فلاسفه در طی قرون، در دوران باستان و قرون وسطی هنوز هیچ شناخت مفیدی از رفتار یک گاز وجود نداشت. احتمالاً این مدل مفید منتظر اختراع دماسنج و فشارسنج بود. در هر یک از این ابزارها از یک لوله‌ی باریک شیشه‌ای حاوی جیوه برای مشخص کردن عددی استفاده می‌شود که در شرایط مختلف ارتفاع جیوه در آن تغییر

می‌کند. دانشمندان چون بویل^۱، چارلز^۲ و گی‌لوساک^۳، رفتار این ابزارها را وقتی یک گاز در شرایط کنترل شده‌ای به آن‌ها متصل می‌شد بررسی کردند.

خلاصه‌ی این داستان بسیار طولانی چنین است. آزمایش‌های این دانشمندان به تدوین رابطه‌ی تجربی $PV = \alpha T$ انجامید که در آن متغیرهای P و T به ترتیب قرائت‌های فشارسنج، دماسنج، و α برای مقدار معینی از گاز ضربی ثابت است. اگر در

یک گاز، V, P, T و T را اندازه‌گیری‌های مربوط به ویژگی‌های گاز تعریف کنیم، رابطه‌ی $PV = \alpha T$ مدل مفیدی برای رفتار آن است. گرچه تا اینجا P و T معنی فیزیکی عمیقی ندارند و تنها اعداد تولید شده توسط ابزارهای خاص‌اند.

به‌طور کلی انتظار نمی‌رفت هیچ رابطه‌ای (چه رسد به این رابطه‌ی ساده) بین اعداد تولید شده به وسیله‌ی آن ابزارها (یا ابزارهای دیگر) برقرار باشد. وقتی این رابطه‌ی بین اعداد نمایان شد، فقط می‌شد سپاسگزار این خوش‌شانسی بود. این موضوع مورد یکی از مشهورترین گفته‌های انیشتین است که «غیرقابل درک‌ترین نکته درباره‌ی جهان قابل فهم بودن آن است.»

پیدایش مدل $PV = \alpha T$ ، گام بزرگی به پیش بود. توجه کنید که گام اولیه‌ی سرنوشت‌ساز تدوین مجموعه‌ای از مفاهیم برحسب پرسش‌های معناداری از طبیعت بود که شاید طبیعت به‌طور معناداری به آن‌ها پاسخ می‌داد. این مفاهیم در طبیعت نیارمیده‌اند و منتظر آن نیستند تا کسی با نگاه کردن منفعلانه آن‌ها را کشف کند. بلکه باید به‌طور فعال آن‌ها را خلق کرد. این وضعیت نشان می‌دهد که خواص مواد چگونه آشکار می‌شود و چگونه وجود آن خواص قابل اندازه‌گیری را از روی واقعیت‌های مفید تعریف می‌کنیم. آن‌ها ساخته‌های بشرند که می‌توان برحسب آن‌ها پرسش‌های معناداری از طبیعت کرد و پاسخ‌های طبیعت را خواند، و این شناخت را به صورت مدل‌های مفید و آزمون‌پذیر سازمان‌دهی کرد.

هر یک از این مفاهیم به صورت کمی - به شکل اعدادی که دستگاه اندازه‌گیری نشان می‌دهد - در طبیعت وجود دارند. قانون تجربی گازها رابطه‌ای ساده (و بسیار مفید) بین اعداد (V, P, T) است که ابزارهای اندازه‌گیری ما تولید کرده‌اند. این یک مدل تجربی است. اعدادی که ابزارهای اندازه‌گیری تولید کرده‌اند هیچ معنایی عمیق‌تر از تصویر مدل مفهومی دستگاه مورد اندازه‌گیری و تأثیر آن بر اندازه‌گیری ندارند.

بوئل در سال‌های ۱۶۰۰ در حالی آزمایش‌های خود را انجام می‌داد که کشیش‌های زائر (مسیون‌های مذهبی) امریکارا مستعمره می‌کردند. اما تا اواسط سال‌های ۱۸۰۰ که امریکایی‌ها علیه بردگی می‌جنگیدند طول کشید تا ژول^۵ نظریه‌های (مدل‌های)

مکانیک نیوتونی و اتم‌گرایی (که مورد مجادله‌ی شدید بود) را با هم تلفیق کرد تا مدل مفهومی گاز کامل را به صورت دستگاهی از ذرات نقطه‌ای دارای حرکت کاتوره‌ای تدوین کند. در این مدل P به طور کاملاً طبیعی با مفهوم نیروی نیوتونی در ارتباط است و رفتار فشارسنج جیوه‌ای را توجیه می‌کند. اما، کمیت تجربی T «دمای» گاز که دماسنج تولید می‌کند تعریف مکانیکی از پیش تعریف شده‌ای را تداعی نمی‌کند.

در اینجا با مورد شگفت‌انگیزی از توان حیرت‌آور و باورنکردنی علم تحلیلی مبتنی بر تجربه روبه‌رو می‌شویم که برهم کنش ثمربخش فیزیک نظری و تجربی است. قانون‌های نیوتون، مدل مفهومی ژول را به این نتایج بسیار روشنگر رهنمون شد که مقدار عددی حاصل ضرب PV برای گاز ژول با انرژی جنبشی کل ذرات دارای حرکت کاتوره‌ای متناسب است. بنابراین، مدل مفهومی ژول به دمای T در رابطه‌ی $PV = \alpha T$ به عنوان یک ویژگی ساخت بشر گاز، معنایی عمیق‌تر می‌بخشد: دما معیاری از حرکت کاتوره‌ای ذرات گاز می‌شود.

مدلی از مدل‌ها

بنابراین مدل ریاضی $PV = \alpha T$ دارای شالوده‌های تجربی و مفهومی است. من آن را به عنوان الگویی برای نشان دادن ویژگی‌های مدل در فیزیک ارائه می‌دهم.

① مدل ساخت بشر و محصول آزمایش و تصور ماست.

② مدل کمی است و از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری ماده صحبت می‌کند که آزادانه تعریف می‌شوند.

③ مدل هم به لحاظ تجربی و هم از نظر مفهومی سودمند است و تساوی عددی آزمون‌پذیری را نشان می‌دهد که شامل اعداد تولید شده توسط ابزارهای اندازه‌گیری مشخص است، و چارچوبی مفهومی را برای نسبت دادن معنایی عمیق‌تر به این اعداد در اختیار می‌گذارد.

④ ثمربخش بودن تجربی یک مدل را تأیید تجربی تعیین می‌کند و وقتی ثمربخشی آن تأیید شد، معتبر باقی می‌ماند و مدل‌های جامع‌تر آتی آن را به عنوان موردی خاص دربر خواهد گرفت.

⑤ ثمربخشی مفهومی یک مدل می‌تواند موضوعی

هنر تحلیل علمی، به وجود آوردن مدل‌های مفید از واقعیت است



فرهنگی، بنیادین و حتی مربوط به سلیقه‌ی شخصی باشد (که اغلب چنین است).

محدودیت‌های مفهومی

بدیهی است که مدل‌های مفهومی از داده‌های تجربی تولید می‌شوند. وقتی چشمان خود را می‌بندم تا به دقت جسمی مثلاً قطعه‌ای از میوه، میز، یا صورت خود را حس کنم می‌کوشم مجسم کنم اگر حس بینایی نداشتم چه تصویری در مورد آن پیدا می‌کردم؟ اگر تنها از حس لامسه استفاده می‌کردم چه نوع مدل مفهومی در کشف یک واقعیت می‌ساختم؟ (سعی کنید بدون کمک گرفتن از حس بینایی شکل یک شی را مجسم کنید). چگونه می‌توانستم زبان فردی بینا را درک کنم؟ شخص بینا نمی‌تواند با استفاده از هیچ روشی تجربه‌ی آگاهانه خود از نور در برابر تاریکی را به من منتقل کند چه رسد به قرمز در برابر سبز را. مدل‌های مفهومی ما فقط می‌توانند با مقایسه‌ها و استعاره‌های ضعیف و سست رابطه برقرار کنند، اما مدل‌های تجربی قادرند با ابزارهای اندازه‌گیری، این عمل را بدون هیچ ابهامی انجام دهند.

مدل‌های مفهومی تابع شخص ناظر و محدودیت‌هایش هستند. وقتی یک فیزیک‌دان رفتار واقعی را می‌کاود، در واقع می‌کوشد مدل‌های مفهومی با معنایی از واقعیت را با استفاده از مواد خامی ابداع کند که در آزمایش‌های انسانی شکل گرفته‌اند. هرچه فیزیک‌دان عمق بیشتری را بکاود، بیشتر درمی‌یابد که برای ساختن مدل مفهومی رفتار واقعیت بر مبنای معیارهای انسانی باید در انتزاعی کردن و بارور ساختن ایده‌های خود سازندگی و خلاقیت هرچه بیشتری به کار برد.

دلیلی ندارد انتظار داشته باشیم این فرایند به‌طور نامحدود تداوم یابد. اما منطقی است پیش‌بینی کنیم در فراتر از سطح معینی از تحلیل، رفتار واقعیت را نتوان برحسب معیارهای انسانی، حتی با هوشمندی فزاینده‌ی کافی برای ابداع تساوی‌های عددی حاصل از اعداد خوانده شده توسط ابزارهایمان، به صورت دقیق مدل‌سازی کرد. گذشته از هرچیز، ابزارهایمان همان قدر سطحی هستند که حواسمان.

اکنون تقریباً به این مانع مفهومی برخورد کرده‌ایم. مدل‌های ریاضی نظریه کوانتومی حتی قدرت تخیل اینشتین را

به چالش می‌طلبید. او هرگز نتوانست مدل مفهومی شایسته‌ای را از واقعیت‌های نهفته در ورای این معادله‌های ریاضی تصور کند. هنرهای جدید و موسیقی از نظر «عجیب بودن» پس از فیزیک در مرتبه‌ی دوم قرار می‌گیرند، گرچه هنرها از هر محدودیتی آزادند، در حالی که فیزیک به شدت تحت تأثیر محدودیت مفیدبودن تجربی قرار می‌گیرد.

استانداردها، سلیقه، و زیبایی

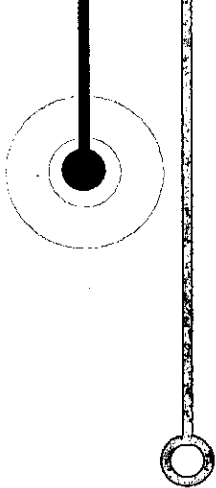
فرض کنید بر اثر کشتی شبکستگی در جزیره‌ای خالی از سکنه گرفتار شده‌اید و چون کار دیگری ندارید تصمیم گرفته‌اید علم فیزیک را از نو بسازید. تصمیم می‌گیرید ابتدا استانداردهای اندازه‌گیری بازه‌های مکان و زمان را انتخاب (طراحی) کنید. چطور باید میله‌ی اندازه‌گیری استاندارد و ساعت استاندارد را انتخاب کنید؟ این پرسشی از نوع «گره‌ی کور» است: یعنی همه دوست دارند این استانداردها از قبل در دسترس باشند، به طوری که بتوان آزمایش‌ها (هم آزمایش‌های فیزیکی و هم آزمایش‌های ذهنی) را برای پرسش از طبیعت انجام داد، پاسخ‌هایش را خواند و به نظریه‌ای در مورد رفتار ماده دست یافت. اما انتخاب ساعت استاندارد و میله‌ی اندازه‌گیری مستلزم شناخت قابل ملاحظه از رفتار ماده است. مثلاً، انتخاب ساعت استاندارد مستلزم این نظریه است که سازوکار ویژه‌ای با آهنگ ثابت تیک‌تاک می‌کند. البته، سازگاری منطقی نظریه را به این نتیجه‌گیری می‌رساند. انتخاب نظریه‌ها و استانداردها به طور تفکیک‌ناپذیری درهم تنیده‌اند.

محظوری که در بالا به آن اشاره شد تضعیف‌کننده نیست، بلکه فقط باید واژه‌ی «نظریه» (انتخابی برای واقعیت عینی مطلق) را با واژه‌ی «مدل» (روش مفیدی برای توصیف واقعیت بر مبنای معیارهای انسانی) جایگزین کرد. از این نظر، انتخاب یک ساعت صرفاً وجود پارامتر قابل اندازه‌گیری (t) را تعریف می‌کند که به عنوان مبنای خطی زمان برای توصیف تحول پدیده‌ها به کار می‌رود. روند تمام پدیده‌های دیگر را با توالی تیک‌های این ساعت مقایسه می‌کنیم.

بدیهی است انتخاب استانداردها موضوعی اختیاری است. معیار انتخاب ما براساس واقعیت نیست، بلکه صرفاً بر مبنای

**تمرینش
بودن تجربی
یک مدل را
تأیید تجربی
تعیین می‌کند،
و وقتی
تمرینش
آن تأیید شد،
معتبر باقی
می‌ماند**





**معیار
انتخاب ما
بر اساس
واقعیت
نیست، بلکه
صرفاً بر
مبنای مفید
بودن است**

اندازه‌گیری جدید را با ویژگی‌های «تسبیتی» عجیب طراحی کنیم. اما نتیجه‌ی جالب توجه آن بود که شگفتی‌های جدید فقط فرهنگی بودند. ساعت‌ها و مترهای عادی رفتار نسبیتی داشتند و گستره‌ی وسیعی از پدیده‌ها، حتی آن‌هایی که با معادله‌های ماکسول تفاوت بسیار داشتند، را می‌شد به صورت بسیار ساده‌ای توصیف کرد. مورد پذیرش عام قرار گرفتن نسبیت سریع و آسان نبود، اما امروز نسبیت نه تنها به لحاظ تجربی و مفهومی سودمند شده است، بلکه زیبا هم هست!

جست‌وجوی زیبایی همواره عامل محرکی در مدل‌های ماست و گاهی مانند مورد نسبیت اینشتین، به نظر می‌رسد که زیبایی تنها انگیزه باشد. امروز بسیاری از افراد مانند اینشتین از جست‌وجوی زیبایی شهودی در جنبه‌های کوانتومی فیزیک جدید ناامید شده‌اند. زیبایی نظریه‌ی کوانتومی، برخلاف نسبیت، هنوز از درک غریزی انسان می‌گریزد. شاید با گذشت زمان سلیقه‌مان تغییر کند، اما این تغییر باید با معطوف کردن توجه‌مان به مدل‌ها به جای نظریه‌ها آغاز شود. فیزیک هیچ پاسخ نهایی و آرام‌کننده‌ای را ارائه نخواهد کرد.

فیزیک شخصی شما

علم فیزیک بی‌فایده نبوده است و چیزهای زیادی را می‌توان از آن آموخت. آموختن از آن خود کردن است؛ فرایندی فعال که فقط با شنیدن و خواندن آغاز می‌شود. اغلب مجبورید به شنیده‌ها و خوانده‌های خود برگردید. اما آموختن معنادار فقط با تأمل به دست می‌آید. هر کس باید مدل‌ها و فلسفه‌ی خود را در مورد فیزیک داشته باشد. این مدل‌ها رشد می‌کنند و توسعه می‌یابند - این ساختن هرگز کامل نیست. آنچه در این مقاله بیان کردم احتمالاً مورد انتقاد دانشمندان، فیلسوفان، شاگردان، و شاید حتی خودم قرار می‌گیرد، زیرا شناخت من از فیزیک توسعه پیدا می‌کند. امیدوارم گفته‌های من زمینه‌ای برای آغاز بحث و تفکر باشد. کوشیده‌ام فلسفه‌ی فعلی خودم را برایتان شرح دهم. با گذشت زمان روایت شخصی و منحصر به فرد خود از مدل را خواهید داشت. شناخت فیزیک، حتی بیشتر از درک یک سمفونی یا نقاشی، رویارویی شخصی و منحصر به فردی از خودآگاهی با واقعیت است.

مفید بودن است. کدام انتخاب به «مطلوب‌ترین» مدل تجربی و مفهومی واقعیت می‌انجامد؟ به عبارت دیگر، مدل مفهومی باید چقدر «غیرعادی» باشد تا به لحاظ تجربی مفید واقع شود؟ واژه‌های «مطلوب» و «مفید» را باید با فرهنگ علمی رایج تعریف کنید، یعنی انتخاب آن‌ها بستگی به سلیقه‌ی شما دارد. به‌طور کلی هرچه بیشتر به این جزئیات بپردازیم که مدل تا کجا پیش خواهد رفت، به لحاظ تاریخی متوجه خواهیم شد که این موضوع فرایندی تکراری است.

بگذارید شما را با مثال شهودی (که امیدوارم بعداً به‌طور کامل مطالعه کنید) سرگرم کنم. اینشتین نخستین کسی بود که در سال ۱۹۰۵ از آزادی انتخاب میله‌ها و ساعت‌ها استفاده کرد. تعریف‌های «مطلوب» و «غیرعادی» او «روند کلی» را نشان نمی‌داد. برای اینشتین مطلوب چیزی بود که ناوردایی (یکسانی) معادله‌های الکترودینامیک ماکسول را برای ناظران بدون شتاب حفظ کند. اما عقل متعارف می‌گفت که در معادله‌های ماکسول، سرعت‌ها را باید از یک چارچوب مرجع مطلق (چارچوب «اتر») اندازه‌گیری کرد. این موضوع برای بسیاری افراد «مطلوب» بود. برای آن‌ها ساده بودن قانون‌های فیزیک برای ناظر در حال سکون مطلق قانع‌کننده بود. در واقع، هرگونه انحراف نتایج تجربی از قانون‌های فیزیک داده‌های کافی برای اندازه‌گیری سرعت مطلق را در اختیار می‌گذاشت. آن‌ها ناامید شده بودند که مدل نیوتون امکان اندازه‌گیری سرعت مطلق با آزمایش‌های مکانیکی را به آن‌ها نمی‌داد (خود نیوتون هم باید ناامید شده باشد) اما اکنون بسیار خوشحال بودند که مدل الکترودینامیک ماکسول (که شامل نور است) به آن‌ها این امکان را می‌داد که سرعت مطلق را با استفاده از آزمایش‌های اپتیکی اندازه‌گیری کنند.

اینشتین مدل مفهومی کاملاً متفاوتی را برای الکترودینامیک ماکسول در نظر گرفت. او در پی مدلی بود که در آن تمام ناظران بدون شتاب با استفاده از مقادیر عددی هم کمیت‌ها (مثلاً سرعت) از چارچوب خود بتوانند معادله‌های ماکسول را با اعتبار یکسان به کار گیرند. برای این کار او شهادت آن را داشت که اندازه‌گیری زمان و مکان را بازتعریف کند. انتظار می‌رفت که این بازتعریف، بدترین چیزهای غیرعادی را وارد مدل کند. بدون شک، انتظار داشتیم مجبور شویم ساعت‌ها و میله‌های

زیرنویس

1. Robert J. Sciamanda
2. Boyle
3. Charles
4. Gay-Lussac
5. Joule

منبع

Quantum,
November /
December 1986, pp
45-47





در این مقاله، سعی شده است با اشاره‌ای مختصر به بعضی از ویژگی‌های حافظه‌ی انسان، چگونگی تأثیر آن‌ها بر توجیه پدیده‌های طبیعی را بیان کند. با آگاهی از این ویژگی‌های حافظه می‌توان از دیدگاه متفاوتی با فرایند یادگیری علوم در شاگردان آشنا شد.

مقدمه

حافظه، پدیده‌ی بسیار پیچیده و سازمان یافته‌ای است. خوشبختانه، ما به درک قسمت کوچکی از این ساختار عظیم احتیاج داریم تا چیزهایی درباره‌ی این که چگونه تدریس مؤثرتری داشته باشیم؛ بدانیم. معلمان فیزیک در کلاس‌های خود با انواع تفکر راهبردی شاگردان در درک چرایی پدیده‌های طبیعی مواجه می‌شوند. با داشتن اطلاعات بیش‌تر در زمینه‌ی تأثیر ویژگی‌های حافظه‌ی شاگردان می‌توان با بهره‌وری بیش‌تر از این خصوصیات راهبردهای مناسبی برای رسیدن به اهداف آموزشی طراحی کرد تا شاگردان به‌طور فعالانه به یادگیری قوانین حاکم بر طبیعت بپردازند.

حافظه به دو قسمت اساسی تقسیم می‌شود: حافظه در حال کار^۱ (یا حافظه‌ی کوتاه‌مدت) و حافظه‌ی بلندمدت^۲.

- حافظه‌ی در حال کار بسیار سریع، ولی محدود است. این حافظه فقط می‌تواند با تعداد قطعات^۳ کمی (اطلاعات یا خبر^۴) سروکار داشته باشد و محتوای آن‌ها بعد از چند ثانیه ناپدید می‌شود (که در قسمت بعدی بیش‌تر توضیح داده خواهد شد).
 - حافظه‌ی بلندمدت می‌تواند مقدار عظیمی از اطلاعات را دربرگیرد از قبیل وقایع، داده‌ها و قانون‌هایی که چطور استفاده و یا پردازش شوند. این اطلاعات می‌توانند برای مدت‌های طولانی محفوظ باشند (حتی در طی سال‌ها و دهه‌ها).
 - بسیاری از اطلاعات موجود در حافظه‌ی بلندمدت بلافاصله در دسترس نیستند. استفاده از اطلاعات حافظه‌ی بلندمدت احتیاج به این دارند که فعال شوند یا به عبارتی به حافظه‌ی در حال کار درآورده شوند.
 - فعال‌سازی اطلاعات در حافظه‌ی بلندمدت، سازنده^۵ و تداعی‌گرایانه^۶ (فعال‌سازی یک جزء منجر به فعال‌سازی بقیه‌ی اجزایی که به آن پیوسته است، می‌شود) است (ردیش، ۲۰۰۳).
- حافظه‌ی در حال کار بخشی از حافظه‌ی ماست که برای حل مسئله و پردازش اطلاعات از آن استفاده می‌کنیم. متخصصان علوم شناختی و علم اعصاب مطالعات جامعی درباره‌ی حافظه در حال کار دارند، چون برای درک تفکر و چگونگی آن ضروری است تا حافظه‌ی در حال کار را درک کنیم.

همان‌طور که گفته شد حافظه‌ی کوتاه‌مدت می‌تواند با تعداد کمی از «واحدها» یا «قطعه‌ها» سروکار داشته باشد که طبق آزمایش‌های میلر^۷ در سال ۱۹۵۶ تعداد آن‌ها ۷±۲ است (ردیش، ۲۰۰۴).

نقش ساختار حافظه در یادگیری

شادیا زرانی زهنی

برای این که بدانیم معنی «واحد»^۱ یا «قطعه» چیست، رشته اعداد زیر را در نظر می‌گیریم:

۵ ۶ ۱ ۳ ۷ ۸ ۹ ۳ ۶ ۲ ۱ ۷

اگر از شخصی خواسته شود که به این اعداد نگاه کند و با صدای بلند بخواند، سپس به مدت ۱۰ ثانیه به آن‌ها نگاه کند و بعد بدون نگاه کردن، آن‌ها را از بر بنویسد، به احتمال زیاد مثل بیش‌تر افراد چند عدد سمت راست یا چند عدد سمت چپ را می‌نویسد و اعداد میانی را بسیار بد می‌نویسد و اما رشته اعداد زیر:

۱ ۳ ۶ ۸ ۱ ۳ ۵ ۷ ۱ ۲ ۹ ۹

اگر به آن شخص گفته شود که این رشته اعداد را در گروه‌های ۴ تایی قرار بدهد و او نیز با تاریخ ایران^۲ آشنایی داشته باشد به احتمال زیاد بدون کوچک‌ترین مشکلی اعداد را خواهد نوشت (حتی بعد از گذشت یک هفته). گروه‌های ۴ تایی اعداد همان «قطعات» هستند که هر یک با سال وقوع یک واقعه در تاریخ تداعی می‌شود و دیگر به صورت ۴ عدد مستقل دیده نمی‌شود. افراد در ابتدا قادر

به از بر کردن این رشته اعداد نیستند تا زمانی که به آن‌ها گفته شود که عمل «تقطیع» را انجام دهند. از نظر ردیش (۲۰۰۳) تقطیع، تداعی قوی منابع یا عناصر دانشی است که می‌توانند به عنوان یک «واحد» در حافظه‌ی در حال کار استفاده شوند. تقطیع عبارت است از دسته‌بندی اطلاعات به واحدها یا قطعه‌های کمتر و با این تدبیر می‌توان به کمک سازمان‌دادن مطالب، اطلاعات بیش‌تری را در حافظه‌ی در حال کار حفظ کرد (سیف، ۱۳۸۵).

«حافظه‌ی تمام عمر ما حافظه‌ی درازمدت نام دارد. این حافظه هر آن‌چه که ما در طول زندگی می‌آموزیم در خود جای می‌دهد، اگر اطلاعات رسیده به حافظه‌ی حسی مورد توجه قرار گیرد به حافظه‌ی کوتاه‌مدت انتقال می‌یابد و اطلاعات رسیده به حافظه‌ی کوتاه‌مدت نیز اگر تکرار و مرور شوند و با اطلاعات قبلاً آموخته‌شده‌ی ما مرتبط گردند به حافظه‌ی درازمدت منتقل می‌شوند، به عبارت دیگر برای این که اطلاعات از حافظه‌ی کوتاه‌مدت یک مرحله فراتر رفته و به حافظه‌ی درازمدت منتقل شود باید رمزگذاری^۳ شوند. منظور از رمزگذاری تغییر شکل دادن یا به حالت مجرد درآوردن اطلاعات، یعنی بازنمایی آن‌ها به صورتی غیر از صورت اولیه است» (لفرانسوا، ۱۹۹۷ به نقل از سیف، ۱۳۸۵). حافظه‌ی بلندمدت دربرگیرنده‌ی همه‌ی تجربه‌های شناختی ماست و یادآوری از حافظه‌ی بلندمدت سازنده، وابسته به بافت^۴ و تداعی گرایانه است.

واکنش حافظه در برابر هر موضوع جدیدی براساس انتقال اطلاعات ذخیره شده در حافظه‌ی درازمدت به حافظه‌ی در حال کار و پردازش آن‌ها صورت می‌گیرد که البته به سادگی رخ نمی‌دهد؛ منظور از سازنده بودن حافظه‌ی بلندمدت این است که واکنش انسان در قبال محرک جدید (که می‌تواند پرسش یا مسئله‌ای جدید باشد) براساس تعمیم اطلاعات (تجربیات) ذخیره شده صورت می‌گیرد که اصولاً فرآیندی خودکار و ناهشیارانه است (ردیش، ۲۰۰۳).

برای روشن ساختن این ویژگی حافظه‌ی بلندمدت به مثالی از یادگیری دانشجویان دانشگاه واشنگتن که در مقاله‌ای از گروه تحقیق و پژوهش مک درموت^۵ (به نقل از ردیش، ۱۹۹۹) آمده است، اشاره می‌کنیم.

پرسش نشان داده شده در شکل زیر در کلاس فیزیک دانشجویان مهندسی قبل از آموزش مطرح شده است.

**فعال سازی
اطلاعات
در حافظه‌ی
بلندمدت،
سازنده و
تداعی گرایانه
است**



وقتی نور لیزر تکفام به دو شکاف از مانعی تابیده می‌شود، طرح روبه‌روی پرده‌ای که از شکاف‌ها کمی فاصله دارد، ایجاد می‌شود.
اگر یکی از شکاف‌ها را بپوشانیم چه اتفاقی می‌افتد؟

همان‌طور که می‌دانیم طرح تداخل بر اثر عبور موج از دو شکاف روی پرده دیده می‌شود و اگر یکی از شکاف‌ها پوشانده شود طرح تداخل از بین می‌رود و روشنایی یکنواختی جایگزین آن می‌شود. بیش از نیمی از شاگردان توقع داشتند که نیمی از طرح باقی بماند، بعضی می‌گفتند که نیمه‌ی چپ و بعضی می‌گفتند که نیمه راست باقی خواهد ماند، هیچ‌کدام از شاگردان واقعاً متوجه نشده بودند که چه اتفاقی می‌افتد. آن‌ها با استفاده از خودانگاره^{۱۴} عمومی (کاهش علت، منجر به کاهش اثر می‌شود) به این سؤال پاسخ دادند که این خودانگاره ناشی از تجربه‌ی آن‌ها در مورد نور و سایه به‌وجود آمده است. این بینش تعمیمی نمونه‌ای از سازنده بودن حافظه‌ی بلندمدت است.

همان‌طور که گفته شد استفاده از خودانگاره‌های عمومی نشانه‌ی زایا بودن حافظه‌ی بلندمدت است. نمونه‌های دیگر این خودانگاره‌ها توسط آندره دی‌سسا^{۱۵} در ادبیات پژوهشی آموزش فیزیک مستند شده است که به خودانگاره‌های پدیده‌شناختی^{۱۶} شهرت یافته است (که در واقع عبارتهای کلی هستند که توجیه شاگردان از وقایع در آن‌ها می‌گنجد). به گفته‌ی ردیش (۲۰۰۳) جامع‌ترین تحلیل از استدلال شاگردان در فیزیک مقدماتی مربوط به کار بزرگ دی‌سسا است. در این مطالعه او استدلال ۲۰ دانشجوی دانشگاه ام. آی. تی^{۱۷} در فیزیک محاسباتی^{۱۸} را تحلیل می‌کند. وی ادراک دانشجویان را از سازوکار فیزیکی بررسی می‌کند که نشان‌دهنده‌ی درک آن‌ها از چرایی پدیده‌ها در قبال پرسش «چرا چنین اتفاقی می‌افتد؟» است. بعضی از شاگردان بعد از آموزش فیزیک نیز در پاسخ‌هایشان جملات ساده‌ای را مطرح می‌کنند که روش تفکر آن‌ها در توصیف وقایع و پدیده‌های دنیای واقعی را نشان می‌دهد. این جملات، ساده و غیرقابل تقلیل و دارای قالب کلی هستند و در شرایط عینی یک پدیده، شاگردان با آن قالب کلی پدیده را توجیه می‌کنند، و نمی‌توانند فراتر از آن توضیحی بدهند و در نهایت می‌گویند که «طبیعت این‌طور کار می‌کند».

به‌عنوان مثال، اگر از شاگردان پرسیده شود که چرا تابستان گرم‌تر از زمستان است بسیاری از شاگردان پاسخ خواهند داد که چون زمین به خورشید نزدیک‌تر است. شاگردان براساس تجربه‌ی روزمره‌ی خود که «هرچقدر به آتش نزدیک‌تر باشند پس گرم‌تر است» به این پرسش پاسخ می‌دهند که هرقدر فاصله از خورشید کمتر باشد پس گرما بیش‌تر (گرم‌تر) است (فاصله‌ی کمتر پس گرمای بیش‌تر). در حالی که اگر از شاگردان بپرسیم «چرا نزدیکی به آتش باعث گرم‌تر شدن می‌شود؟» می‌گویند: در طبیعت این‌طور است. عبارت داخل پرانتز معادل عینی^{۱۹} عبارت مجرد و انتزاعی دی‌سسا در خودانگاره اهم است.

دی‌سسا خودانگاره اهم را به‌عنوان بنیادی‌ترین خودانگاره‌ها توصیف می‌کند که شبیه تعبیر ولتاژ، مقاومت الکتریکی و جریان در قانون اهم است (به همین دلیل دی‌سسا نام این خودانگاره را اهم گذاشته است). ولی مثل بیش‌تر خودانگاره‌ها در بیش‌تر بافت‌های فیزیک به کار گرفته می‌شود. خودانگاره اهم این است که همان‌طور که

دی‌سسا
خودانگاره اهم
را به‌عنوان
بنیادی‌ترین
خودانگاره‌ها
توصیف می‌کند
که شبیه تعبیر
ولتاژ، مقاومت
الکتریکی و
جریان در قانون
اهم است

* دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک،
دانشگاه شهید رجایی و دبیر فیزیک منطقه ۵
تهران

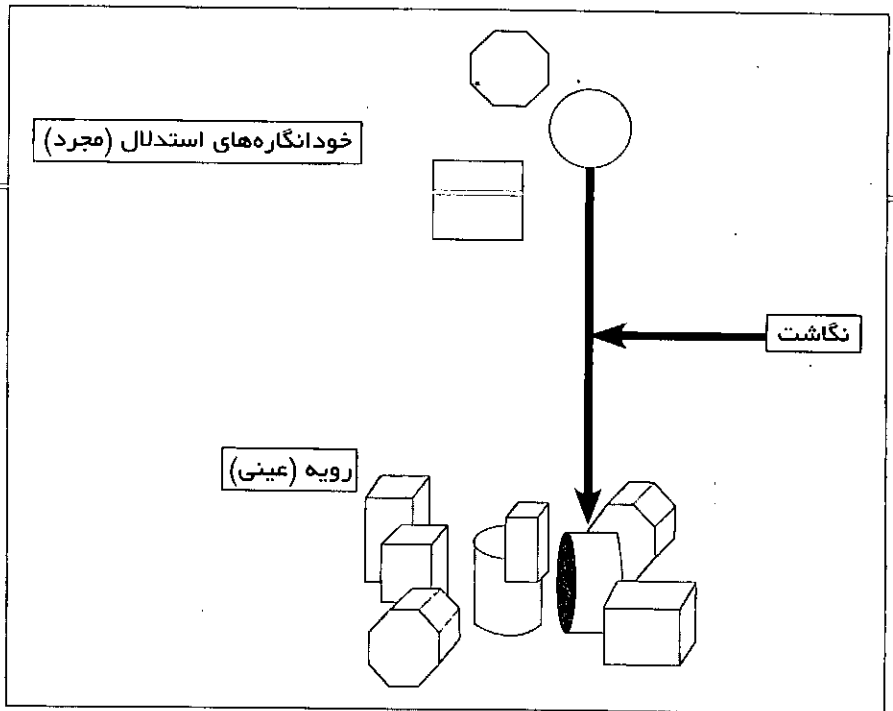
1. Working Memory
2. Long term Memory
3. Chunk
4. Information
5. Productive
6. Associative
7. Miller
8. Unit
۹. (سال ملی شدن صنعت نفت = ۱۲۹۹) (سال
بیروزی انقلاب اسلامی = ۱۳۵۷) (سال شمسی
پایان جنگ ایران و عراق = ۱۳۶۸)
10. Chunking
11. Encoding
12. Context
13. Mc.Dermott
۱۴. یکی از معانی primitive در فرهنگ لغت
آریناتور این است: بیش خود یاد گرفته بین استاد
که کنایه از آن قسمت از دانسته‌های انسان دارد
که آموزش در آن دخیل نیست.
15. A.A.Disessa
16. Phenomenological primitive = P-

- Prim
17. M.I.T
18. Calculus based physics
19. Concrete
20. Hammer

منابع

۱. رزاقی زوزو، نادیا، ۱۳۸۷. شناسایی طرحواره‌های
ذهنی شاگردان دوم دبیرستان در مکانیک نیوتنی،
پایان نامه کارشناسی ارشد (آموزش فیزیک)،
دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید رجایی.
۲. سیف، علی اکبر، ۱۳۸۵. مقدمه‌ای بر نظریه‌های
یادگیری، ویرایش هفتم، چاپ دهم، تهران: نشر
دوران.
3. Hammer, D. 1996. More than
misconception: Multiple perspec-
tives on students knowledge and
reasoning, and appropriate role for
education research. *Am.J.phys.*
64(10), pp.1316-1325.
4. Redish, E.F. 2003. **Teaching
physics with the physics suite.**
1th edition. USA: John Wiley &
Sons.
5. Redish, E. F. and Vicentini, M.
2004. **Proceedings of the interna-
tional school of physics, Enroco
Fermi course CLVI.** 1th edition.
USA: Ios Press.
6. Redish, E.F. 1999. Diagnosing
students problems using the re-
sults of physics education research.
**Presented at the International
conference on Physics Teaching,**
Guilin, China.

افزایش ولتاژ (اثر) باعث افزایش جریان (نتیجه) می‌شود بیش‌تر شاگردان بین اثر و نتیجه رابطه‌ی مستقیم برقرار می‌کنند. دی‌سسا از قانون اهم به‌عنوان استعاره استفاده می‌کند و این‌گونه استدلال‌های شاگردان را به مثابه‌ی قانون اهم می‌داند و به همین خاطر نام این خودانگاره را اهم گذاشته است (چون استدلال شاگردان در این‌گونه موارد شبیه قانون اهم است). یکی از عبارت‌های کلی دی‌سسا در خودانگاره اهم: «اثر بیش‌تر پس نتیجه بیش‌تر» است و مورد مشابه‌ی دیگر این است که کاهش مقاومت (اثر) باعث می‌شود که جریان (نتیجه) زیاد شود: عبارت کلی آن در خودانگاره اهم: «اثر کمتر پس نتیجه‌ی بیش‌تر» است (مثل: فاصله‌ی کمتر پس گرمای بیش‌تر در توجیه شاگردان برای این‌که چرا در تابستان هوا گرم‌تر است). خودانگاره اهم در حالت کلی بسیار مجرد و انتزاعی است و شامل یک عبارت (افزایش اثر باعث افزایش نتیجه یا کاهش اثر باعث افزایش نتیجه می‌شود) است که به بسیاری از پدیده‌های فیزیکی در دنیای واقعی و عینی تعمیم داده می‌شود (در زمینه‌های متنوعی نگاشت می‌شود)؛ به بیان دیگر شاگردان بین علت و معلول یک رابطه‌ی خطی یا خطی معکوس برقرار می‌کنند.



این جمله‌های بنیادی درباره‌ی کارکرد دنیای فیزیکی در نظر شاگرد امری مسلم است و چون مبتنی بر تجربه‌های انسان است و به سادگی اتفاق می‌افتد به موضوع‌های اصلی فیزیک نیز مرتبط می‌شود (ردیش ۱۹۹۹).

این خودانگاره‌ها ممکن است «مناسب» یا «نامناسب» باشد، بستگی به این دارد که در چه زمانی و در کجا به کار گرفته شود؛ در این باره هامر ۲۰ (۱۹۹۶) می‌گوید: این خودانگاره‌ها نه «درست» هستند و نه «نادرست» و برای ارتقای درک ماهرانه لازم است که شرایط فعال‌سازی آن‌ها اصلاح شوند.

وجود این منابع دانش و خودانگاره‌های پدیده‌شناختی در حافظه‌ی بلندمدت که در بافت‌های متنوعی فعال شده و در دنیای واقعی تعمیم داده می‌شوند تا پدیده‌های فیزیکی را توجیه کنند، خود دلیل سازنده‌بودن حافظه‌ی بلندمدت است.

همان‌طور که از مطالب بالا درمی‌یابیم ساختار حافظه در چگونگی توجیه پدیده‌ها در طبیعت نقش به‌سزایی دارد و به همین ترتیب نوع تفکر شاگردان درباره‌ی طبیعت در یادگیری علوم یا عدم آن بسیار مؤثر است.



تازه‌ترین اخبار پژوهشی

مرزهای فیزیک

توضیحی جدید برای انبساط آب در هنگام خنک شدن

اغلب ما در اولین درس‌های علوم خود یاد می‌گیریم که اجسام در هنگام خنک‌شدن منقبض می‌شوند (همین‌طور در هنگام گرم شدن معمولاً منبسط می‌شوند). با این همه آب استثنایی بر این قاعده‌ی کلی است. این ماده‌ی معمولی در هنگام خنک‌شدن به جای منقبض‌شدن معمولاً منبسط می‌گردد. برخی دانشمندان برای توجیه این پدیده از مدل «مخلوط» استفاده کرده‌اند که مدعی آن است که مولفه‌های یخ‌گونه‌ی با چگالی کم بر اثر خنک شدن دست‌بالا را دارند. اما ماساکاز و ماتسوموتو در مرکز تحقیقات علوم مواد دانشگاه ناگویای ژاپن نظر متفاوتی دارد. او یافته‌های خود را در فیزیکیال ریویولنترز تحت عنوان «چرا آب هنگام خنک شدن منبسط می‌شود؟» توصیف کرده است.

نظریه‌پردازان می‌گویند که بر اثر خنک شدن آب مایع فوق سرد ساختار یخ ماندنی در آن به وجود می‌آید، افزایش این حوزه‌های ناهمگن با چگالی کم موجب بی‌قاعدگی در چگالی می‌شود. به نظر ماتسوموتو «این توصیف ساده و منطقی به نظر می‌رسد. آزمایشگران این مدل ساده‌ی نظریه‌پردازان را باور دارند. و داده‌های خود را بر مبنای آن توجیه می‌کنند.»

با این همه، این ناهمگنی موجود در مدل مخلوط را آزمایش واقعاً تأیید نکرده است. ماتسوموتو مدل آب فوق سرد را در نظر گرفته است و می‌خواهد ببیند که آیا می‌تواند سازوکار انبساط آب را در شرایطی که باید منقبض شود کشف کند. ماتسوموتو روش جدیدی را برای تحلیل پیوند هیدروژنی شبکه ساختار موجود در آب فوق سرد یافته است. او دریافته است که ساختار آب فوق سرد را می‌توان ترکیبی از انواع

ساختار چند وجهی مانند در نظر گرفت. او می‌گوید که این موضوع فرصت خوبی برای آزمودن روش مورد نظر اوست.

آب ماده‌ای است که شبکه تشکیل می‌دهد. ساختار این شبکه را می‌توان به شکل اسفنج آشپزخانه در نظر گرفت. ساختار اسفنج در ابتدا به شکل کف فاقد غشاً است که تنها پیوندهای باریکه‌ای آن باقی مانده‌اند. در هر دو شبکه‌ی آب و اسفنج آشپزخانه، چهار پیوند در یک نقطه با گره به هم برخورد می‌کنند تا شبکه‌ای سه بُعدی با اتصال کاتوره‌ای را تشکیل دهند. همان‌طور که پلاتو در قرن نوزدهم متذکر شده است، چهار باریکه اسفنج مانند شبکه‌ی هیدروژنی آب در یک گره به صورت هرم مثلث القاعده به هم می‌پیوندند.

ماتسوموتو با بهره‌گیری از شبیه‌سازی رایانه‌ای سه روش تغییر حجم یافته‌های اسفنج را بررسی کرده است که عبارتند از: گسترش پیوندها، تغییر زاویه‌ی بین پیوندها، و تغییر توپولوژی شبکه. با فرق گذاشتن بین این سه عامل، سازوکار موجود کاملاً نمایان می‌شود. یکی از آن‌ها در انبساط گرمایی نقش دارد، دیگری عامل انقباض گرمایی است، و آخری نقشی در هیچ کدام ندارد. چگالی بیشینه در نتیجه‌ی رقابت این سه عامل حاصل می‌شود.

ماتسوموتو متوجه شده است که کم شدن حجم ناشی از انحراف زاویه‌های پیوند از زاویه‌های چهار وجهی معمولی است. او این ایده را برای طبقه‌بندی ساختارهای موضعی نیز به کار گرفته است. او می‌گوید که با واپیچیده شدن زاویه‌های پیوند از زاویه‌های چهار وجهی منتظم هر نوع ساختار موضعی منقبض می‌شود، آب، بدون توجه به نوع ساختار موضعی، بر اثر واپیچیدگی زاویه‌ای گرمایی به صورت همگن منقبض می‌شود.

در حال حاضر بازتولید شبیه‌سازی‌های ماتسوموتو به صورت تجربی کاری دشوار است. به نظر او «مشاهده‌ی ناهمگنی‌های میکروسکوپی هنوز بسیار دشوار است» اما امیدوار است که نظریه‌پردازان و آزمایشگران ایده‌ی او را به عنوان مشق دیگر ایده‌ی تشکیل حوزه‌های یخ مانند با چگالی کم در آب در حال خنک شدن در نظر بگیرند. یافته‌های او در توجیه داده‌های تجربی مربوط به آب فوق سرد، همین‌طور آب در حوالی دیواره‌ها، محلول‌ها و مولکول‌های زنده تأثیر دارد. به نظر می‌رسد که آب ماده‌ای بسیار جالب توجه‌تر از چیزی است که قبلاً فکر می‌کردیم.

زیرنویس

1. Masakazu Matsumoto

منبع

Masakazu Matsumoto. "Why does Water Expand as it Cools?" Physical Review Letters (2009)
Available online <http://link.aps.org/doi/10.1103/Phys.Rev.lett.103.017801>



ماتسوموتو با

بهره‌گیری از

شبیه‌سازی رایانه‌ای

سه روش تغییر حجم

یافته‌های اسفنج

را بررسی کرده

است که عبارتند از:

گسترش پیوندها،

تغییر زاویه‌ی بین

پیوندها، و تغییر

توپولوژی شبکه

وسيله‌ای که روشنایی نور خورشید را به وجود می‌آورد

دانشمندان وسیله‌ای را به وجود آورده‌اند که دمای رنگی خود را در طول روز تغییر می‌دهد تا با رنگ‌های طبیعی نور خورشید در طول روز هماهنگ شود. در حال حاضر، هیچ وسیله‌ی نوردهی قابلیت تولید گستره‌ی کامل روشنایی نور خورشید را ندارد. بنابراین فناوری جدید دارای جنبه‌های جالب توجهی به‌عنوان چشم نور با کیفیت است.

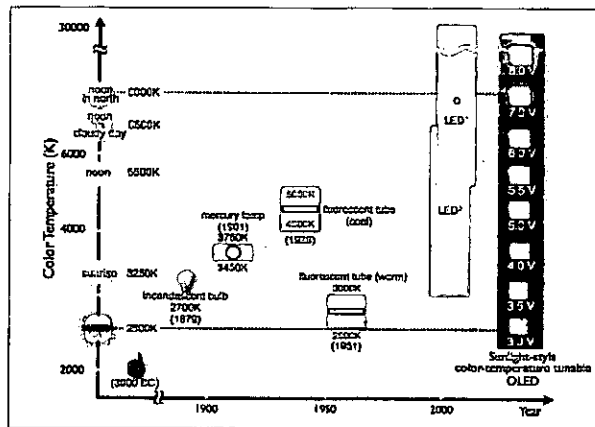
دانشمندان دانشگاه ملی تسینگ هوا^۱ در تایوان یک دیود نورگسیل آلی^۲ (OLED) طراحی کرده‌اند که دمای رنگی آن بین ۲۳۰۰ تا ۸۲۰۰K تغییر می‌کند. و گستره‌ی کامل نور روز را در زمان‌ها و ناحیه‌های مختلف می‌پوشاند. رنگ دماها با تغییر ولتاژ اعمال شده به این وسیله کنترل می‌شود. این وسیله با فراهم آوردن نور فضای باز تأثیر شدیدی بر فیزیولوژی انسان دارد و چیزی فراتر از محیط طبیعی را به وجود می‌آورد.

پژوهشگران می‌گویند هیچ وسیله‌ی نوردهی دیگری نمی‌تواند گسیل نور طبیعی با رنگ دماهایی را داشته باشد که گستره‌ی کامل طیف نور خورشید (۸۰۰۰K-۲۵۰۰K) را بپوشاند. این گستره شامل ۲۵۰۰K در سپیده‌دم، ۳۲۰۰K در غروب، و ۵۵۰۰K در ظهر یا ۸۰۰۰K در ظهر در مناطق مرتفع است. در حال حاضر، وسایل روشنایی دارای رنگ دماهای متفاوتی هستند که باعث می‌شود نوری شبیه وقت معینی از روز را داشته باشند، مثلاً، رنگ دمای ۲۰۰۰K مربوط به شمع، ۲۷۰۰K برای لامپ‌های التهابی، ۳۰۰۰K-۲۵۰۰K برای لامپ‌های فلوروسان با نور سفید گرم، و ۴۰۰۰-۵۰۰۰K برای لامپ‌های فلوروسان با نور سفید سرد است. برخی دیودهای نورگسیل^۳ (LED) که می‌توانند گستره وسیع‌تر - اما باز هم محدودی - از رنگ دماها را بپوشانند دارای ساختار پیچیده‌ای هستند.

دیودهای نورگسیل از نوع نور خورشید که در این‌جا نشان داده شده‌اند ساختار نسبتاً ساده‌ای دارند که از لایه‌هایی به ضخامت چند نانومتر از مواد نورگسیل، همین‌طور لایه‌های منتقل‌کننده‌ی الکترون و یک لایه‌ی تزریق الکترون تشکیل شده است. پژوهشگران می‌گویند با تغییر ولتاژ و افزایش تعداد الکترون و حفره‌های منتقل شده بین لایه‌ها، رنگ دما تغییر می‌کند. مثلاً، در ۳ ولت روشنایی عمدتاً قرمز است، در ۵/۵ ولت به سفید خالص تبدیل می‌شود، و در ۹ ولت سفید مایل به آبی می‌شود. دانشمندان برای مقایسه آزمایش‌هایی را برای وسایل با ضخامت لایه‌های اندکی متفاوت انجام داده‌اند.

رنگ نور در طول روز و دماهای نظیر آن اکنون در نمونه‌های اولیه این وسیله کنترل می‌شود. به این منظور از یک مدار یکپارچه برای کنترل ولتاژ اعمال شده و به دست آوردن هر رنگ دمای بین ۲۳۰۰K و ۹۰۰۰K در هر زمان معین استفاده می‌شود.

دیود نورگسیل آلی علاوه بر گستره وسیع رنگ‌دما، دارای روشنایی زیاد در ولتاژهای نسبتاً کم نیز هست و می‌تواند با قابلیت انعطاف زیاد در موارد بسیاری به کار رود. با این امتیازها، دیود نورگسیل آلی قابل تنظیم می‌تواند روزی جایگزین لامپ‌های التهابی، فلوروسان یا حتی دیود نورگسیل شود. برای این کار باید کارایی آن‌ها به بیش از مقدار کنونی افزایش یابد. پژوهشگران در نظر دارند در آینده به جای مواد فلوروسان از مواد فسفرسان استفاده کنند تا کارایی این وسیله را زیاد کرده و تأثیر رنگ دما را بر رشد گیاهان و حیوانات بررسی کنند. البته بیش‌تر می‌خواهند وسایل نوردهی تولید کنند که مردم کشورهای شمالی به کمک آن‌ها بتوانند حتی در طول زمستان از نوری شبیه نور خورشید بهره‌مند شوند.



این نقشه دمای رنگ نور خورشید را در زمان‌های مختلف در طول روز را همراه رنگ دماهای وسایل نوردهی مختلف مانند شمع، لامپ التهابی، لامپ جیوه‌ای، دیودهای نورگسیل و دیودهای نورگسیل آلی جدید نشان می‌دهد.

دانشمندان دانشگاه ملی تسینگ هوا^۱ در تایوان یک دیود نورگسیل آلی^۲ (OLED) طراحی کرده‌اند که دمای رنگی آن بین ۲۳۰۰ تا ۸۲۰۰K تغییر می‌کند. و گستره‌ی کامل نور روز را در زمان‌ها و ناحیه‌های مختلف می‌پوشاند

Iow-Huel Jou. et al "sunlight-style color-temperature tuneable organic Light-emitting diode." Applieol Physics Letters 95/013307(2009)

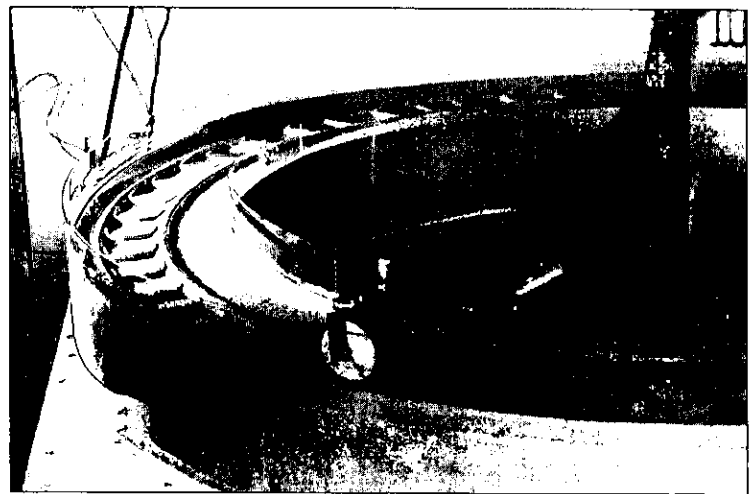
1. Tsing Hua
2. Organic Light Emitting Diodes
3. Light Emitting Diode

◀ دانشمندان فیزیک جاده‌های ناهموار را بررسی می‌کنند ▶

ماسه شن یا برف موج‌هایی را به‌وجود می‌آورند که رانندگی را تجربه‌ای تکان‌دهنده می‌سازند. گروهی از فیزیک‌دانان از کانادا، فرانسه و بریتانیا این پدیده «تخته‌ی رخت‌شویی» را در آزمایشگاه بازآفرینی کرده و به این نتیجه‌های شگفت‌انگیز رسیده‌اند که امواج حتی با حذف دستگاه تعلیق فنری اتومبیل و شکل غلتان چرخ‌ها به‌وجود می‌آیند. این کشف می‌تواند راه را برای طراحی دستگاه تعلیقی بهتر و حذف دست‌اندازها هموار سازد.

جست‌وخیز چرخ روی موج‌های جاده از نظر ریاضی مانند پرش سنگ روی آب است. برای درک اثر تخته‌ی رخت‌شویی جاده، باید ساده‌ترین مورد آن را یافت. این پژوهشگران آزمایش‌هایی را ترتیب داده‌اند که در آن به جای چرخ متصل به دستگاه تعلیقی که روی جاده می‌غلند یک تیغه‌ی گاواهن شیب‌دار، بدون هیچ فنر یا دستگاه تعلیقی، روی بستر شن خشک کشیده می‌شود. وقتی تیغه‌ی گاواهن با سرعتی بیش از یک مقدار آستانه حرکت کند، موج‌ها نمایان می‌شوند. با تحلیل نظری این سرعت آستانه، ارتباط آن با پرش سنگ بر روی آب به دست آمده است. سرعت سنگ در حال پرش باید از آستانه‌ای تجاوز کند تا نیروی کافی را برای پرتاب شدن از سطح آب داشته باشد. تیغه‌ی گاواهن روی تخته‌ی رخت‌شویی کاملاً شبیه آن است؛ با این تفاوت قابل ملاحظه که سطح شنی خود را برای عبورهای بعدی تیغه «به خاطر دارد» که اثر را تقویت می‌کند.

رانندگان جاده‌های روستایی در سراسر جهان با جاده‌هایی به شکل تخته‌ی رخت‌شویی آشنا نیستند، اما این مورد به‌صورت تعجب‌آوری در مواردی دیگر از طبیعت و در فناوری وجود دارد. هر وقت که نیرویی جانبی به سطح چکش‌خور وارد شود، موج‌هایی به‌وجود می‌آیند. جاده‌ی تخته‌ی رخت‌شویی مانند شبیه موج‌هایی است که باد در سطح آب یا روی ماسه‌های ساحل به‌وجود می‌آورد. این اثر همچنین می‌تواند باعث برآمدگی‌های کوچک روی ریل‌های فولادی راه‌آهن شود یا حتی هد خواندن هارددیسک رایانه گاهی می‌تواند با افت‌وخیز روی آن طرح‌هایی مانند تخته‌ی رخت‌شویی به‌وجود آورد. آزمایش‌هایی در این مورد در کمبریج و لیون انجام شده و نتایج آن در فیزیک ریویوی ژوئن ۲۰۰۹ به چاپ رسیده است.



آزمایش تخته‌ی رخت‌شویی لیون چرخ‌ی را نشان می‌دهد که روی بستری از ماسه می‌غلند و موج‌هایی را به‌وجود می‌آورد.

▼ گروهی از فیزیک‌دانان از کانادا، فرانسه، و بریتانیا این پدیده «تخته‌ی رخت‌شویی» را در آزمایشگاه بازآفرینی کرده و به این نتیجه‌های شگفت‌انگیز رسیده‌اند که امواج حتی با حذف دستگاه تعلیق فنری اتومبیل و شکل غلتان چرخ‌ها به‌وجود می‌آیند



آموزشی

نمایش هیجان انگیز فیزیک

پیرل واکر

ترجمه: محمدرضا خوش بین خوش نظر

تنظیم دما در پشته‌ها و ساختمان‌ها

طلوع خورشید مقدار زیادی از نور آن را جذب می‌کند. رخ مقابل آن، در هنگام غروب، نور خورشید را جذب می‌کند. وقتی خورشید در آسمان بالاست، نور آن بر سطح مقطع نسبتاً کوچکی می‌افتد. یعنی، مساحتی که از بالا دیده می‌شود کوچک‌تر از مساحتی است که از سمت شرق یا غرب مشاهده می‌شود. در نتیجه، مقدار نور خورشیدی که در طول یک روز داغ جذب می‌شود کمتر از مقداری است که در طول صبحی خنک‌تر و یا ساعت‌های بعدازظهر جذب می‌گردد. به طور کلی، دمای داخل پشته تقریباً در طول روز ثابت است.

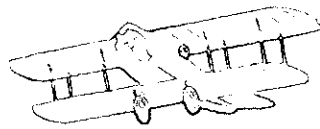
بعضی ساختمان‌هایی که اکنون در انگلستان ساخته می‌شوند شامل برجی خورشیدی^۱ دارای شیشه‌ای شفاف در یک طرف (یا یک گوشه) هستند که در طول روز، در معرض تابش نور خورشید قرار دارد. بالای برج دارای دریچه‌ای است که در صورت لزوم می‌تواند باز یا بسته شود. پایین برج به همی

به پشته‌های موریانه در استرالیا^۲ شمالی نه از این رو مغناطیسی گویند که این پشته‌ها یا موریانه‌ها واقعاً مغناطیسی هستند، بلکه به این خاطر که این پشته‌های گوه‌ای شکل بلند چنان به سمت شمال-جنوب سمتگیری کرده‌اند که انگار عقربه‌ی یک قطب‌نما هستند. نام مناسب این پشته‌ها **آمیترمز مریدیونالیس**^۱ است، زیرا سمت‌گیری پشته‌ها در امتداد نصف‌النهار است. چرا موریانه‌ها این سمت‌گیری را برای پشته‌های خود دوست دارند؟

در آب و هوای مناطق معتدل که تابستان‌ها خیلی داغ نیست، هوای بعضی ساختمان‌ها حتی با پنجره‌های باز، همچنان به‌طور ناراحت‌کننده‌ای گرم است. آیا راهی برای تهویه‌ی بهتر این ساختمان‌ها وجود دارد تا بتوان از هزینه‌ی خنک کردن ساختمان با وسایل خنک‌کننده اجتناب کرد؟

پاسخ. پشته‌های مغناطیسی موریانه، هوشمندانه و طوری طراحی شده‌اند تا دمای داخلی آن حفظ شود. رخ بلند و پهن شرق گوه هنگام

(بخش هفتم)



طبقات ساختمان راه دارد. خورشید، هوای داخل برج را گرم می‌کند. چون هوای گرم سبک‌تر از هوای سرد است، از برج بالا می‌رود و از طریق دریچه‌ی آن خارج می‌شود، و بدین ترتیب هوا از پنجره‌های باز ساختمان، به داخل کشیده می‌شود. اگر ساختمان و برج به‌درستی طراحی شده باشند، جریان ثابتی از هوا در همه‌ی اتاق‌های باز ساختمان برقرار می‌شود. ساختمان‌های سنتی در ایران، سازگاری خوبی با محیطی دارند که در روز، گرم و در شب، سرد است. ساختمان‌ها طوری ساخته شده‌اند تا بر هم سایه بیندازند. بعضی از آن‌ها **برج بادگیری** دارند که باد را گیر می‌اندازد تا بتواند هوا را از طریق یک تونل زیرزمینی (که در آن هوا توسط زمین خنک می‌شود) به پایین بادگیری، و سپس از آن‌جا به زیرزمین ساختمان منتقل کند. اگر آب، چه به‌صورت نم روی دیوارهای تونل و چه به‌صورت چشمه‌ای در زیر زمین موجود باشد، هوا با تبخیر شدن آب، بیشتر خنک می‌شود. به‌عبارتی، انرژی گرمایی از هوا، از تونل و یا چشمه‌ی آب گرفته می‌شود تا آب را از مایع به بخار تبدیل کند.

بعضی ساختمان‌ها، بامی گنبدی شکل با کلاهکی باز دارند. وقتی باد از کلاهک می‌گذرد، هوای گرم زیر گنبد را با خود می‌کشد و دور می‌کند. این باعث می‌شود هوای خنک‌تر داخل ساختمان در سطح زمین یا (بهتر از آن) در امتداد تونل‌های زیرزمینی جریان پیدا کند.

گرمای گلخانه‌ها و اتومبیل‌های بسته

چرا گلخانه نسبتاً گرم است؟ آیا دارای شیشه‌ی خاصی است که به گونه‌ای تابش گرمایی (تابش فروسرخ) را به دام می‌اندازد؟ چرا درون یک اتومبیل بسته در یک روز داغ، زیر تابش مستقیم نور خورشید داغ می‌شود؟

پاسخ. دلیل عمده‌ی گرم بودن گلخانه این است که محیط‌های محصور مانع از جریان هوا می‌شوند، و یا آن را به شدت محدود می‌سازند. از این‌رو هوای گرم نمی‌تواند از گلخانه بیرون رود تا هوای خنک‌تری که در سطح زمین جریان دارد جایگزین آن شود؛ همچنین هیچ نسیمی هم نمی‌تواند هوای گرم داخلی را جابه‌جا کند. (یک افسانه‌ی رایج این است که

شیشه یا پلاستیکی که در سقف یک گلخانه قرار دارد می‌تواند به طریقی تابش گرمایی را به دام اندازد. متأسفانه، چون اصطلاح **اثر گلخانه‌ای** اغلب برای به‌دام افتادن تابش گرمایی توسط جو زمین به کار می‌رود، ایده‌ی این نوع به دام افتادن، به غلط به گلخانه هم کشیده شده است.)

اتومبیل بسته‌ای که در یک روز داغ زیر تابش مستقیم نور خورشید پارک شده است، مثل گلخانه است. چون جریان هوا در آن وجود ندارد، داخلس خیلی داغ می‌شود. درواقع، اگر نور خورشید از شیشه‌ی جلو وارد شود، داشبورد و فرمان ممکن است چنان گرم شوند که پوست را بسوزانند. با پایین کشیدن شیشه‌ها یا باز کردن درها می‌توان جریان هوا را برقرار کرد و دما را (به آرامی) پایین آورد. چون رنگ سیاه، نور مرئی را بیشتر از رنگ سفید جذب می‌کند، ممکن است فکر کنید اتومبیل سیاه باید گرم‌تر از اتومبیل سفید باشد. اما گرم شدن اتومبیل عمدتاً ناشی از جذب تابش فروسرخ است و نه نور مرئی، و هر دوی این رنگ‌ها در گستره‌ی فروسرخ طیف، نور را تقریباً یکسان جذب می‌کنند.

جزیره‌های گرمایی

چرا دمای نواحی شهری، به‌ویژه مرکز شهر، معمولاً گرم‌تر از حومه‌ی آن است؟ مثلاً، در طول تابستان آب و هوای یک شهر، می‌تواند گرم و راکد باشد، درحالی‌که هوای حومه‌ی آن مطبوع است. آیا این **جزیره‌ی گرمایی** شهری عمدتاً ناشی از تمرکز بیشتر ماشین‌های مولد گرما در مرکز شهر است؟ به دلیل همین جزیره‌ی گرمایی ممکن است شکوفه‌های بهاری در شهر خیلی زودتر از حومه ظاهر شوند و برگ‌ریزان پاییز دیرتر صورت گیرد. پیامد دیگر این است که شب‌ها در شهرها خیلی کمتر از حومه‌ی آن‌ها تشکیل می‌شود.

پاسخ. عوامل مختلفی در تشکیل جزیره‌ی گرمایی در ناحیه‌ی شهری سهیم‌اند: ساختمان‌های بلند، جلوی باد را که می‌تواند باعث خنک شدن محیط شود، می‌گیرند و موجب تغییر جهت آن می‌شوند. اتلاف انرژی گرمایی از طریق تبخیر کمتر است، زیرا باران و برف آب شده به‌سرعت وارد فاضلاب می‌شوند. ریختن نمک، برف جاده‌ها را به‌سرعت آب می‌کند. سنگفرش‌ها و مواد ساختمانی نور خورشید را خیلی بهتر از چمنزارها و نواحی پوشیده از درخت جذب می‌کنند.

ساختمان‌های سنتی در ایران، سازگاری خوبی با محیطی دارند که در روز، گرم و در شب، سرد است

فوهن نام کلی باد گرم و خشکی است که در دامنه‌ی کوه‌ها می‌وزد

اگر ساختمان‌ها تقریباً هم‌ارتفاع باشند و شب‌ها بر اثر تابش گرمای خود از بام، سرد شوند ممکن است یک لایه هوای سرد در سطح بام تشکیل شود. آنگاه این لایه می‌تواند مانع بالا رفتن هوای گرم از سطح خیابان شود و در نتیجه انرژی گرمایی را در داخل شهر به دام اندازد. اگر شهر را یک لایه‌ی ضخیم از ذرات معلق در هوا (آلودگی) پوشانده باشد، وضعیت ممکن است بدتر هم بشود: سطح بالایی لایه می‌تواند به آسمان تابش کند و باعث خنک‌تر شدن بیشتر هوا در ارتفاع بام شود. گرچه شهر در طول شب قدری خنک می‌شود، ولی به اندازه‌ی حومه‌ی آن خنک نخواهد شد.

در نواحی گرم، مثل جنوب غربی ایالات متحده، جذب نور خورشید در سطوح ممکن است خطراتی جدی به وجود آورد. برای مثال، آسفالت کف خیابان می‌تواند به راحتی به دمای 70°C برسد که بسیار فراتر از 44°C است که پوست را در صورت تماس می‌سوزاند. اگر کسی به آسفالت بخورد، مثل قربانی یک حادثه‌ی رانندگی، ممکن است به شدیدترین وجهی بسوزد. حتی ایستادن در یک پارکینگ خالی و بدون سقف که سطح آن آسفالت شده است نیز ممکن است به خاطر تابش فرورسوخ شدیدی که از آسفالت گسیل می‌شود، مشکل باشد.

ترمودینامیک کش

کشی را که روی لب بالایی خود گذاشته‌اید، به سرعت بکشید. چرا کش به قدری گرم می‌شود که می‌توانید آن را حس کنید؟ در حالی که کش همچنان کشیده است، آن را برای چند دقیقه‌ای از لب‌تان دور کنید و سپس دوباره آن را روی لب‌تان قرار دهید و بگذارید تا سریعاً منقبض شود. چرا کش سرد می‌شود؟

پاسخ. لاستیک موجود در کش از مولکول‌های زنجیره‌ای بلندی تشکیل شده است که مثل ماکارونی چندین دور در هم پیچیده شده‌اند. وقتی کش را می‌کشید، در واقع دارید این مولکول‌ها را می‌کشید و بخشی از کار شما به حرکت گرمایی مولکول‌ها تبدیل می‌شود. گرمایی که روی لب‌تان حس می‌کنید ناشی از این حرکت گرمایی فزاینده است. اگر بگذارید کش منقبض شود، مولکول‌ها برای درهم پیچیده شدن کار انجام می‌دهند؛ انرژی مورد نیاز برای این کار را انرژی گرمایی مولکول‌ها تأمین می‌کند، و از این‌رو کش سرد می‌شود.

اگر کش گرم شود، انرژی گرمایی اضافی مولکول‌ها باعث می‌شود که محکم‌تر درهم پیچیده شوند، و در نتیجه طول کش کوتاه می‌شود. اگر کش سرد

شود، از دست رفتن انرژی گرمایی به این معناست که مولکول‌ها نمی‌توانند محکم درهم پیچیده شوند، و در نتیجه طول کش زیاد می‌شود.

از این واقعیت که کش هنگام گرم شدن منقبض و به هنگام سرد شدن منبسط می‌شود می‌توان در نوعی ماشین استفاده کرد، گرچه این صرفاً چیزی بدیع و نامتعارف است. یک چرخ طوری سوار می‌شود که دور محور مرکزی‌اش بچرخد. محور ثانویه بیرون این محور چرخش قرار دارد و نوارهای لاستیکی از این محور ثانویه به محیط چرخ کشیده شده‌اند. این محور دوم باعث می‌شود که کشیدگی نوارهای لاستیکی حول چرخ متقارن نباشد؛ بعضی، بیشتر از بقیه کشیده می‌شوند. سپس چرخ به اندازه‌ی شعاعش در یک محفظه‌ی آب داغ فرو برده می‌شود. انرژی گرمایی آب باعث می‌شود نوارهای لاستیکی غوطه‌ور منقبض شوند و عدم تقارن نوارهای لاستیکی باعث چرخش آرام چرخ می‌شود. وقتی نوارهای لاستیکی از آب خارج شوند، سرد شده و کشیدگی‌شان کمتر می‌شود. وقتی مجدداً وارد آب می‌شوند، دوباره منقبض می‌گردند.

بادهای فوهن^۳ و چینوک^۴

فوهن نام کلی باد گرم و خشکی است که در دامنه‌ی کوه‌ها می‌وزد. ابتدا متوجه این نوع باد در رشته‌کوه‌های آلپ شدند، که در آن‌جا فوهن ناگهانی می‌توانست توده‌های برف را ذوب و تبخیر کند. در ایالات متحده این نوع باد **چینوک** نامیده می‌شود (به افتخار قبیله‌ی چینوک)^۴ که در دامنه‌ی شرقی رشته‌کوه‌های راکی می‌وزد. در یک مورد شدید، وزش باد چینوک در هارو ایالت مونتانا^۵ دما را در ظرف سه دقیقه از 12°C به 6°C (یا از 11°F به 42°F) رساند. چه عاملی باعث چینوک یا فوهن می‌شود؟

پاسخ. گرچه عامل‌های زیادی که در این بادها دخیل هستند کاملاً دست‌بندی نشده‌اند، ولی بعضی از آن‌ها مشخص شده‌اند.

بگذارید باد چینوک را در نظر بگیریم. با حرکت هوا از اقیانوس آرام به رشته‌کوه‌های راکی و سپس بالا رفتن آن از کوه، هوا بر اثر چگالش بیشتر بخار آب موجود در آن، خشک می‌شود. این تغییر از بخار به مایع، انرژی آزاد می‌کند و در نتیجه هوا نسبت به پیش از این متغیر، گرم‌تر می‌شود. با حرکت هوا از روی رشته‌کوه‌های راکی و پایین رفتن آن در جهت باد، باز هم گرم‌تر می‌شود زیرا در جهت فشارهای فزاینده حرکت می‌کند (هنگام باد کردن لاستیک دوچرخه متوجه اثر مشابهی می‌شوید). بنابراین، وقتی هوا به دامنه‌ی رشته‌کوه‌های راکی می‌رسد گرم و نسبتاً خشک است و می‌تواند هر برفی را به سرعت ذوب و تبخیر کند.

پژوهشگری شرح داده است که چگونه اتومبیلی را از درمای سرد به سربالایی رانده است که در آن یک باد چینوک رطوبت را از برف در حال تبخیر گرفته بود. پس از چند ثانیه رانندگی در باد، شیشه‌ی سرد جلوی اتومبیل پوشیده از شبنمی بود که از چگالش رطوبت در باد ایجاد شده بود. اگر با سرعت‌های بزرگراه در حرکت بود، ناتوانی ناگهانی او در دیدن جلوی رویش مصیبت‌بار می‌شد.

آزمایش سخت با آب جوش

مثالی از «جادو»، آزمایش سخت با آب‌جوش است که پیروان آیین شینتو^۲ در ژاپن آن را به نمایش گذاشته‌اند. در این آزمایش، شخصی دو دسته از ساقه‌های خیزران را در آب‌جوش فرومی‌برد و آب را به هوا پرتاب می‌کند، تا آب روی خودش و آتشی که در زیر ظرف آب‌جوش قرار دارد، سرازیر شود. وقتی آب به آتش می‌رسد، ابرهای بزرگی از بخار از آتش روانه می‌شوند، اما شخص آسیب نمی‌بیند. چرا شخص با آب‌جوش نمی‌سوزد؟

پاسخ. آب پرتاب شده به هوا از قطره‌های کوچک زیادی تشکیل شده است. این قطره‌ها به سرعت سرد می‌شوند، زیرا حاوی مقدار کمی انرژی گرمایی هستند که می‌تواند به سرعت به سطح و سپس به هوای عبوری منتقل شود. وقتی این قطره‌ها روی شخص می‌ریزند، ممکن است گرم باشند، اما پوست را نمی‌سوزانند. اگر همان

مقدار آب به صورت قلنبه به هوا پرتاب می‌شد، انرژی کمتری از دست می‌داد، زیرا مساحت سطحش کمتر از مساحت کل تک‌تک قطره‌ها بود. بنابراین، در هنگام فرود آمدن، گرم‌تر از هر تک قطره می‌بود و می‌توانست پوست را بسوزاند (البته اگر شخص آب‌جوش را روی پوستش می‌ریخت، آب پیش از فرود آمدن سرد نمی‌شد و یقیناً پوست را می‌سوزاند).

انرژی در اتاق گرم شده

فرض کنید پس از برف‌پیمایی در یک روز سرد زمستانی، به خانه‌ی سرد خود بازمی‌گردید. نخستین فکرتان این خواهد بود که بخاری را روشن کنید. اما چرا دقیقاً این کار را انجام می‌دهید؟ آیا بدین خاطر است که بخاری ذخیره‌ی انرژی داخلی (گرمایی) هوای خانه را زیاد می‌کند تا این که سرانجام انرژی داخلی هوا به حدی شود که شما احساس راحتی کنید؟ گرچه این دلیل منطقی به نظر می‌رسد، اما کاستی نیز دارد، زیرا بخاری ذخیره‌ی انرژی داخلی هوا را تغییر نمی‌دهد. چطور چنین چیزی ممکن است؟ و اگر چنین است، چرا شما خودتان را به زحمت می‌اندازید تا بخاری را روشن کنید؟

پاسخ. خانه، هوابندی شده نیست (درواقع، خانه‌ی هوابندی شده ایمن نخواهد بود). وقتی بخاری دمای هوا را زیاد می‌کند، مولکول‌های هوا از منتهای مختلف، خانه را ترک می‌کنند تا فشار داخل خانه همچنان برابر فشار جو بیرون خانه باشد. گرچه انرژی جنبشی مولکول‌های باقیمانده افزایش می‌یابد، ولی انرژی جنبشی کل زیاد نمی‌شود، زیرا مولکول‌های کمتری در داخل خانه هستند.

پس چرا در دمای بالاتر خانه احساس راحتی بیشتری می‌کنیم؟ خنک شدن از دو چیز ناشی می‌شود: (۱) تابش فروسرخ که گسیل می‌دارد و (۲) مبادله‌ی انرژی با مولکول‌های هوایی که به بدن شما برخورد می‌کنند. اگر دمای اتاق را با روشن کردن بخاری بالا ببرید، (۱) مقدار تابش فروسرخ را که از سطوح داخل خانه (دیوارها، سقف، کف، مبلمان و غیره) به دست می‌آورید، زیاد می‌کنید که جایگزین انرژی‌ای می‌شود که از طریق تابش فروسرخ از دست می‌دهید و (۲) انرژی جنبشی مولکول‌های هوایی را که به شما برخورد می‌کنند، زیاد می‌کنید و انرژی بیشتری از آن‌ها می‌گیرید.

ساختمان‌های بلند، جلوی باد را که می‌تواند باعث خنک شدن محیط شود، می‌گیرند و موجب تغییر جهت آن می‌شوند

سمتگیری خانه‌ی یخی

پیش از اختراع یخچال، مردمان مناطق سردسیر یخ‌های زمستانی باعث چرخشی درخلاف جهت مشاهده شده می‌گردد. ماجرا از این را برای استفاده در تابستان در خانه‌های یخی ذخیره می‌کردند. یکی از مشخصات لازم یک خانه‌ی یخی خوب، سمتگیری مناسب آن بود: به قرار مسموع، در ورودی این خانه باید به سمت شرق می‌بود تا نور خورشید بلافاصله پس از طلوع خورشید داخل آن می‌شد. آیا این غلط به نظر نمی‌رسد، زیرا آیا نور مستقیم خورشید داخل خانه را گرم و در نتیجه یخ را ذوب نمی‌کرد؟

پاسخ. هدف از سمتگیری خانه‌ی یخی این بود که ورود هوای مرطوب را حذف (یا حداقل کم) کند. اگر چنین هوایی وارد خانه‌ی یخی می‌شد، روی سطوح سرد یخ، مایع می‌شد. برای مایع شدن، آب باید مقدار زیادی انرژی گرمایی را از دست بدهد تا مولکول‌های آب بتوانند در حالت مایع جایگزیده شوند. آزاد شدن انرژی گرمایی در یخ ذوب شدن آن را تسریع می‌کرد.

بنابراین، این طرز ساخت باعث می‌شد نور خورشید هنگام طلوع خورشید وارد خانه‌ی یخی شود و هوای داخل را گرم، و رطوبت و احتمال مایع شدن را کم کند. مشکل مایع شدن احتمالاً در طول شب بدتر بود، ولی خورشید در شب نمی‌تابد. بنابراین استفاده از نور صبحگاهی بهترین راه حل ممکن برای این مشکل بود.

وقتی فشار جو در هنگام توفان فرومی‌افتد، سطح آب در چاه بالا می‌آید.

رادیومتر اسباب‌بازی و وارون کردن آن

رادیومتر وسیله‌ای است که در سال ۱۸۷۲ توسط ویلیام کروکی^۱ اختراع شد تا انرژی گسیل شده از یک چشمه‌ی نور را اندازه بگیرد، اما امروزه اسباب‌بازی جدیدی است که در فروشگاه‌های وسایل علمی فروخته می‌شود. در داخل یک حباب شیشه‌ای و تا اندازه‌ای تخلیه شده، چهار پره‌ی فلزی قائم به یک توبی فلزی متصل شده‌اند و می‌توانند حول یک سوزن عمودی بچرخند. ترتیب رنگ پرها یکسان است: سفید در یک طرف و سیاه در طرف دیگر. وقتی این وسیله نزدیک یک چشمه‌ی نور قرار گیرد، پرها و توبی حول سوزن عمودی می‌چرخند، و هرچه نور درخشان‌تر باشد این چرخش سریع‌تر است. چه عاملی باعث چرخش می‌شود، جهت چرخش کدام است (مثلاً آیا از طرف سیاه پره می‌چرخند) و چگونه می‌توان آن را معکوس کرد؟

پاسخ. این حرکت اغلب به فشار نور نسبت داده می‌شود، اما این اثر بسیار کوچکی است که در اسباب‌بازی مشاهده می‌شود. ماچرا از این مشخصات لازم یک خانه‌ی یخی خوب، سمتگیری مناسب آن بود: به قرار مسموع، در ورودی این خانه باید به سمت شرق می‌بود تا نور خورشید بلافاصله پس از طلوع خورشید داخل آن می‌شد. آیا این غلط به نظر نمی‌رسد، زیرا آیا نور مستقیم خورشید داخل خانه را گرم و در نتیجه یخ را ذوب نمی‌کرد؟

چاه‌های آب و توفان‌ها

وقتی مادر بزرگم جوان بود آب آشامیدنی را با تلمبه‌ی دستی از چاه آب بالا می‌کشید. او می‌گفت در هوای توفانی، تلمبه کردن آب راحت‌تر بود، اما مواد معلق

در آن بیشتر از آن بود که بتوان با خیال آسوده آن را آشامید. به نظر می‌رسید این نتیجه به بارش باران بستگی نداشت. ظاهراً چاه‌های آرتزین^۱ نیز نسبت به وضعیت هوا حساس هستند، و در شرایط توفانی بهتر جاری می‌شوند، اما باز هم این نتیجه ربطی به ریزش باران ندارد. چه عاملی باعث می‌شود که چاه‌ها نسبت به توفان واکنش نشان دهند؟

پاسخ. گرچه سطح آب در چاه را ریزش باران یا ذوب برف‌های محلی تعیین می‌کند، ولی تغییر فشار جو می‌تواند ارتفاع آب را چند سانتی‌متر تغییر دهد. وقتی فشار جو در هنگام توفان فرومی‌افتد، سطح آب در چاه بالا می‌آید. افزایش جریان آب در زمین ممکن است دارای رسوب‌های کافی شود که آب را برای آشامیدن نامناسب کند.

هوای موجود در غارها نیز می‌تواند به تغییر فشار جو حساس باشد؛ وقتی این فشار فرومی‌افتد، هوا از غار خارج می‌شود و وقتی فشار زیاد می‌شود، هوا وارد غار می‌شود. این حرکت، در جریان هوا از یک مجرای باریک نمود بیشتری پیدا می‌کند، زیرا سرعت هوا در آن‌جا بیشتر است.

ستون‌های حشرات و میگوها

چرا حشرات (مانند پشه‌ها و مورچه‌های پرنده) گاهی بالای یک درخت، ستونی را تشکیل می‌دهند؟ این **ستون‌های حشره‌ای** می‌توانند چنان متراکم گردند که شبیه دودی شوند، انگار که درخت حاوی آتش کوچکی است. گاهی این ستون‌ها روی بیشه‌ها و مناره‌ها تشکیل می‌شوند. در یک مورد مأموران آتش‌نشانی که خود را به سرعت برای خاموش کردن آتش در یک کلیسا رسانده بودند دریافتند که ستون دود روی مناره فقط توده‌ای از حشرات بودند.

چرا میگوهای آب شور کم‌عمق گاهی در نور خورشید ستونی را روی تکه‌سنگ زیر آب تشکیل می‌دهند؟

چرا این ستون که می‌تواند نسبتاً ضخیم باشد از سطح سنگ بالا می‌آید، اما از جهت نور خورشید منحرف می‌شود؟

پاسخ. شاید در هنگام عصر، درختان به سرعت زمین اطراف خنک نشوند و بنابراین هوای گرم از آن‌ها بالا می‌رود. ظاهراً حشرات جذب این هوای گرم و احتمالاً رطوبتی می‌شوند که هنگام سرد شدن این هوای در حال صعود، چگالیده و از آن خارج می‌شود.

میگوهای آب شور هم در ستون آب همرفتی مشابهی بالا می‌روند که نور خورشید آن را گرم کرده است. گرچه آن‌ها از گرما و شاید مواد غذایی که احتمالاً آب گرم حامل آن است لذت می‌برند، اما نور خورشید را دوست ندارند و بنابراین هنگام بالا آمدن، در خلاف جهت نور خورشید تغییر مسیر می‌دهند. وقتی آن‌ها به سطح آب می‌رسند دوباره به طرف پایین شنا می‌کنند و مجدداً وارد ستون همرفتی می‌شوند تا دوباره در آن بالا روند.

زیرنویس

۱. *Amitermes meridionalis*. شاید بتوان این عبارت را سنجی موربانه‌ای نصف‌النهار ترجمه کرد (مترجم)

2. solar tower
3. Fohen
4. Chinook

۵. یک قبیله‌ی سرخ‌پوستی در ایالات متحده است که در اطراف رودخانه‌ی کلمبو در اورگان ساکن‌اند (مترجم)

6. Harve, Montana
7. Shinto
8. William Crook

۹. *artesian well* چاهی که به طور قائم حفر شده و آب به‌طور طبیعی بر اثر فشار هیدروستاتیکی داخلی بیرون می‌زند (مترجم)

منبع

The Flying Circus of Physics, Jearl Walker, John Wiley & Sons, 2007, Pages: 214-217.



گوناگون

ایا زیبایی فقط در چشم بیننده است؟

خاوروزن

ترجمه: منیره شسانی

در ارتباط است. به عنوان مثال، این قانون ساده را در نظر بگیرید که گالیلیو گالیله کشف کرد که فاصله d ، که گوی یکنواخت با شروع از حال سکون در یک بازه زمانی t ، روی سطح شیب دار طی می کند با مربع این بازه متناسب است:

$$d=bt^2$$

از این موضوع نتیجه می گیریم که سرعت لحظه ای، v ، گوی غلتان با زمان سپری شده متناسب است:

$$v=2bt$$

این قانون فوق العاده ساده در نظر گرفته می شود. این شاید ساده ترین قانونی باشد که بتوان برای وضعیتی خاص پیدا کرد. شق های متفاوت را در نظر بگیرید. ضریب تناسب، b ، برای سمتگیری های افقی مختلف سطح می تواند مقادیر متفاوت داشته باشد. پس مشکل متفاوتی از قانون برای هر سمتگیری سطح مانند مقدار b برای شمال، مقدار b برای شمال شرقی،

فیزیک دارای مؤلفه ی شناختی است. در شرایط مساوی، فیزیک دان همواره یک نظریه ی زیبا را به نظریه زشت ترجیح می دهد. در واقع، شاید فیزیک دان نظریه ای زیبا را به نظریه ای زشت که بر داده هایش بهتر برازش یابد ترجیح دهد. بسیاری از فیزیک دانان اذعان دارند لذتی که از حرفه ی خود به دست می آورند حاوی یک مؤلفه ی بزرگ زیباشناسی است، و برای برخی از آن ها این مؤلفه ی غالب است.

پس زیبایی فیزیک در چیست؟ و چه چیزی یک نظریه را زیبا می سازد؟ چه چیزی حس زیبایی را در فیزیک دان به وجود می آورد؟ معمولاً همگی توافق دارند که اجزای اصلی زیبایی برای فیزیک دان سادگی، عمومیت، و وحدت بخشی است. بگذارید ابتدا به سادگی بپردازیم که شاید تعریف دقیق آن از ویژگی های دیگر دشوارتر باشد. سادگی، دست کم برای فیزیک، با تعداد کمی از اجزای مفهومی

معمولاً فیزیک دان ها عباراتی نظیر «آن ها آزمایش زیبایی روی هلیوم مایع انجام دادند. نظریه ی ابر رسانایی دما بالای او واقعاً زیباست». «او قانون زیبایی برای رفتار چنین دستگاه هایی در فشار کم کشف کرد». «خب، این ایده ای فوق العاده است» را مبادله می کنند. به نظر می رسد که زیبایی زیادی در فیزیک وجود دارد. اما زیبایی چه ربطی به فیزیک دارد؟ چرا زیبایی شناسی وارد این تصویر می شود؟ زیرا فیزیک چیزی جز مطالعه ی منطقی طبیعت نیست. فیزیک با دلیل، منطق، و ریاضی سروکار دارد. فیزیک، مثل تمام علوم، در پی عینیت است، و چه چیزی می تواند ذهنی تر از زیبایی باشد، که ادعا می شود، در چشم بیننده است؟

با وجود این و گرچه ممکن است غیرمنطقی به نظر برسد، فیزیک دانان در واقع در فیزیک زیبایی پیدا می کنند.



مقدار b برای شوق و غیره وجود دارد. بدیهی است که این از یک مقدار b برای تمام جهت‌ها پیچیده‌تر است. یا، رابطه‌ی d با t می‌تواند وابسته به توان باشد. مثلاً، ممکن است به صورت نمایی یا لگاریتمی باشد. در این جا هم فیزیک‌دانان و هم ریاضی‌دانان توافق دارند که این رابطه پیچیده‌تر از رابطه‌ی توانی است. اگر رابطه به صورت قانون توانی است، می‌تواند به صورت مجموعی از توان‌های مختلف مانند $bt^{1/2} + ct^{1/3}$ باشد. بدون شک این باز هم از حدود یک جمله پیچیده‌تر است. خُب، اگر به صورت یک جمله است، چرا چیزی مثل $bt^{1/2}$ نباشد؟ بدیهی است که توان‌های عدد صحیح به لحاظ ریاضی ساده‌تر از توان‌های دیگرند. اگر توان به صورت عدد صحیح است، توان‌های منفی چه‌طورند؟ چنین چیزی کار نمی‌کند، چون برای توان‌های منفی t مقدار d در بی‌نهایت می‌شود و با گذشت زمان d کاهش می‌یابد که به روشنی آن چه اتفاق می‌افتد را توضیح نمی‌دهد. در بین توان‌های عدد صحیح مثبت، ساده‌ترین مورد توان یک است که در آن d با t متناسب می‌شود. اما این حرکت با سرعت ثابت را توصیف می‌کند در حالی که گوی غلتان با سرعت اولیه صفر به حرکت در می‌آید و شتاب می‌گیرد. بنابراین، ساده‌ترین توان عدد صحیح مثبت زمان که این نوع حرکت را توجیه می‌کند توان دو و همان چیزی است که مشاهده می‌شود.

به عنوان مثال دیگر سادگی، نظریه نسبیت عام آلبرت اینشتین را در نظر می‌گیریم. این یکی از چند نظریه‌ی پیشنهادی گرانس، یعنی نیروی جاذبه عمومی بین تمام زوج اجسام موجود در عالم، است که به عنوان بهترین آن‌ها تأیید شده است. اگرچه شاید تمام این نظریه‌ها بسیار پیچیده به نظر برسند، اما فیزیک‌دانانی که با این موارد سروکار دارند، جایزه‌ی سادگی را به نظریه اینشتین می‌دهند. بنابراین، حتی اگر داده‌های تجربی مربوط به آن مبهم باشد، نظریه برتر در این مورد است. تقارن هم در سادگی سهیم است. در وضعیت متقارن، بین برخی جنبه‌های آن هم‌ارزی وجود دارد. در مثال گوی غلتانی که مقدار b برای تمام جهت‌های افقی یکسان باشد، تقارن تحت دوران حول محور عمودی وجود دارد. بنابراین، هرچه وضعیت متقارن‌تر باشد، ساده‌تر است. زیرا جنبه‌های بیشتری هم‌ارزند که از متفاوت بودن جنبه‌های مختلف ساده‌تر است. شکل گوی را با گاو مقایسه کنید. بدیهی است که گوی بسیار ساده‌تر است. با توجه به تقارن، گوی دارای تقارن تحت تمام دوران‌ها حول هر محوری است که از مرکز آن بگذرد. تمام سمتگیری‌ها و تصویرهای بازتابی آن هم‌ارزند. از سوی دیگر، تقارن گاو صرفاً تقارن بازتاب چپ-راست در صفحه جلو - عقب عمودی است که از مرکزش می‌گذرد. شکل گاو فقط با تصویر

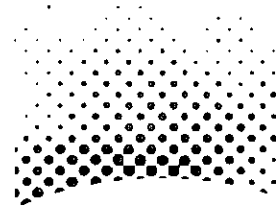
یک بار بازتاب آن هم ارز است. حال عمومیت را به عنوان ویژگی افزایشی زیبایی در نظر بگیرید. توصیف عمومیت از سادگی راحت‌تر است؛ هرچه گروهی عام‌تر باشد، تعداد پدیده‌های طبیعی که در برمی‌گیرد بیشتر است. آزمایشی که نتیجه آن شامل موارد بیشتر باشد عام‌تر از موردی است که فقط شامل یک مورد خاص شود. یک قانون کلی‌تر است، چون گستره‌ی وسیع‌تری از وضعیت‌ها را در برمی‌گیرد. قانون در مثال گوی غلتان در واقع بسیار

عام است. این قانون برای تمام گوی‌های ساخته شده از تمام مواد و با تمام اندازه‌ها صادق است، نه صرفاً برای بلبرینگ، تپله، یا گوی‌های بولینگ. به عنوان مثالی دیگر، قانون‌های یوهانس

کپلر در مورد حرکت سیارات را در نظر بگیرید و آن‌ها را با قانون‌های حرکت و قانون گرانش ایزاک نیوتون مقایسه کنید. قانون‌های اول، به طوری که در ابتدا بیان شدند، با منظومه شمسی سروکار دارند. با این همه، در واقع کلی‌تر از آن هستند و برای منظومه قمرهای سیاره‌های چند قمری نیز معتبرند. اما، قانون‌های نیوتون نه تنها برای منظومه شمسی و منظومه قمرها، بلکه تمام اجسام

فیزیک دارای مؤلفه‌ی شناختی

است. در شرایط مساوی، فیزیک‌دان همواره یک نظریه‌ی زیبا را به نظریه‌ی زشت ترجیح می‌دهد



و تمام دستگاه‌ها معتبرند. بنابراین، مورد دوم بسیار عام‌تر از مورد اول است. در واقع، قانون‌های نیوتون نظریه‌ای - یعنی توصیفی برای - هم قانون‌های کپلر و هم قانون گوی غلتان گاليله است.

وحدت‌بخشی بسیار فراتر از عمومیت می‌رود. یک قانون یا نظریه‌ی وحدت‌بخش باید نه تنها گستره‌ای از پدیده‌ها را دربرگیرد، بلکه باید نشان دهد که آن‌ها، در واقع، جنبه‌های مختلف یک پدیده‌اند، مثلاً، قانون‌های کپلر را در نظر بگیرید. پیش از کپلر، حرکت

سیارات مختلف خورشید

زیبایی،

عمومیت، و

وحدت‌بخشی

ویژگی‌هایی هستند که

بیشترین تأثیر را در برداشت

فیزیک‌دانان از زیبایی در

فیزیک دارند.

ظاهرأ ربطی به هم نداشتند. کپلر با نشان دادن این که همه آن‌ها موارد خاصی از یک پدیده‌اند و از قوانین یکسانی پیروی می‌کنند آن‌ها را وحدت بخشید، یا

معادله‌های جیمز کلارک

ماکسول را در نظر بگیرید

که نظریه الکترومغناطیس را

تشکیل می‌دهند. نظریه‌ای که الکتریسته و مغناطیس را وحدت می‌بخشد و نشان می‌دهد که آن‌ها جنبه‌های مختلف پدیده الکترومغناطیس‌اند.

زیبایی، عمومیت، و وحدت‌بخشی

ویژگی‌هایی هستند که بیشترین تأثیر را در برداشت فیزیک‌دانان از زیبایی در فیزیک

دارند. همان‌طور که قبلاً فیزیک‌دانان همواره در جستجوی قانون‌ها و نظریه‌های زیبا هستند، حتی اگر نظریه‌های با زیبایی کمتر برآزش بهتری با داده‌ها داشته باشد. علاوه بر آن، معلوم شده است که قانون‌ها و نظریه‌های زیبا به‌طور اجتناب‌ناپذیری زیبا هستند! این عاملی است که موجب می‌شود فیزیک‌دانان زیبایی را به این صورت احساس کنند، این عامل به گونه‌ای آن‌ها را با خود طبیعت آشنا می‌سازند. به‌طور خلاصه، طبیعت زیبایی را ترجیح می‌دهد این‌که چرا طبیعت چنین می‌کند یک معماست. یک مثال آن به قرار زیر است.

پل آدریان موریس دیراک نظریه‌ی بسیار

زیبایی در مورد الکترون به نام معادله دیراک تدوین کرد. این نظریه وجود نوع دیگری از ذره‌ی بنیادی، با همان جرم، اسپین، و مقدار بار الکتریکی الکترون ولی با علامت مخالف آن -

مثبت به جای منفی - را پیش‌بینی می‌کند. در آن زمان تنها ذرات بنیادی شناخته شده غیر از الکترون، پروتون و نوترون بودند و هیچ‌کدام از آن‌ها ویژگی‌های ذره‌ی پیش‌بینی شده دیراک را نداشتند. بنابراین، نظریه نادرست محسوب

شد. با وجود این، دیراک نظریه خود را کنار گذاشت، و کشف بعدی پوزیترون، پاد ذره‌ی الکترون، درستی نظریه‌ی او را تأیید کرد. منطق دیراک این بود که «وجود زیبایی در معادله مهم‌تر از توافق آن با تجربه است».

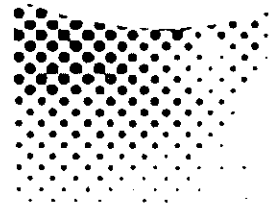
کسی که از شیوه‌ی دیراک پیروی نکرد و از این کار خود پشیمان شد اروین شرودینگر بود که نظریه‌ی زیبایی را برای توصیف پدیده‌های اتمی ابداع کرد، ولی وقتی آن را در مورد



الکترون اتم هیدروژن، یعنی ساده‌ترین دستگاه اتمی، به کار برد نتیجه‌ای به دست آورد که با آزمایش سازگار نبود سپس متوجه شد تقریب خام معادله‌اش نتیجه‌ای سازگار با مشاهدات تجربی به دست می‌دهد. بنابراین نظریه‌ی تقریبی خود را، که اکنون به معادله شرودینگر معروف است، منتشر کرد که زیبایی آن بسیار کمتر از معادله اولیه است. به واسطه این تأخیر نظریه اولیه‌اش را دیگران منتشر کردند و به حساب آن‌ها گذاشته شد. آنچه اتفاق افتاده بود به این صورت که نظریه‌ی زیبای اولیه برای ذرات بنیادی موسوم به فرمیون مناسب نبود، و الکترون فرمیون است. نظریه برای بوزون‌ها، نوعی ذرات بنیادی که هنوز به طور تجربی کشف نشده بودند، مناسب بود. نظریه تقریبی زشت‌تر حساسیتی به تفاوت فرمیون‌ها و بوزون‌ها نداشت و هنگام کاربردش در مورد اتم هیدروژن نسبتاً درست از کار درآمد.

به عنوان مثال نهایی: وقتی اینشتین نظریه نسبیت عام خود را پیشنهاد کرد، دلایل تجربی موجود به نفع آن بسیار اندک بود. از آن پس، دلایل بسیار زیادی جمع شده‌اند، و نظریه اکنون کاملاً تأیید شده است. می‌توان مجسم کرد که اینشتین در آن زمان به خود می‌گفت، «این نظریه زیباتر از آن است که غلط باشد!». البته، کاملاً حق با او بود. نظریه نسبیت عام یکی از زیباترین نظریه‌های فیزیک در نظر گرفته می‌شود.

Encyclopedia of Physics, Joe Rosen
Facts on File, 2007.



نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی

حسن اتحاد مهرآباد، دبیر فیزیک از شهر عجبشیر
(دبیرستان نمونه دولتی تربیت)

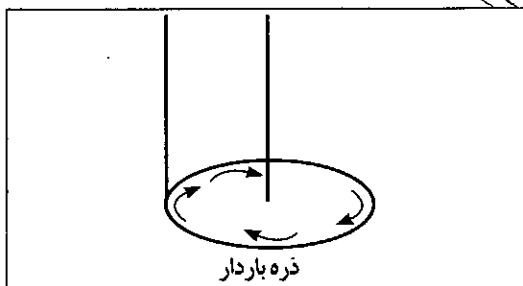
با آزمایشی ساده می توان نیروی الکترومغناطیسی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی و مشاهده عوامل مؤثر در اندازه این نیرو را مشاهده کرد

شرح آزمایش

اگر یک بار الکتریکی q با سرعت v وارد میدان مغناطیسی یکنواخت B شود به طوری که زاویه بین جهت سرعت ذره باردار و جهت خطوط میدان مغناطیسی برابر α باشد، از طرف میدان مغناطیسی نیرویی برابر $F = qvB \sin \alpha$ بر ذره باردار وارد می شود. و طبق قاعده دست راست اگر چهار انگشت باز دست راست را در جهت حرکت بار الکتریکی و جهت بسته شدن آن ها را جهت میدان مغناطیسی فرض کنیم انگشت شست جهت نیروی الکترومغناطیسی را نشان خواهد داد.

وسایل لازم

۱. منبع تغذیه ۱۲ ولتی DC متغیر
۲. سیم رابط دو عدد
۳. سیم پیچ ۳۰۰ دور با هسته ای مناسب
۴. مقاومت متغیر
۵. تشت شیشه ای کوچک
۶. گیره ی سوسماری دو عدد
۷. پایه یا دو عدد میله ی رابط و گیره
۸. میله رسانا دو عدد که به انتهای یکی از آن ها حلقه ی فلزی وصل شده است.
۹. سولفات مس (کات کیود) محلول در آب یا غلظت مناسب.



○ حالت‌های مختلف

(I) با تغییر قطب‌های + و - وصل شده به میله‌ها (تعویض جای آند و کاتد) جهت حرکت یون‌ها عوض شده و جهت چرخش مایع در میدان مغناطیسی برعکس می‌شود.

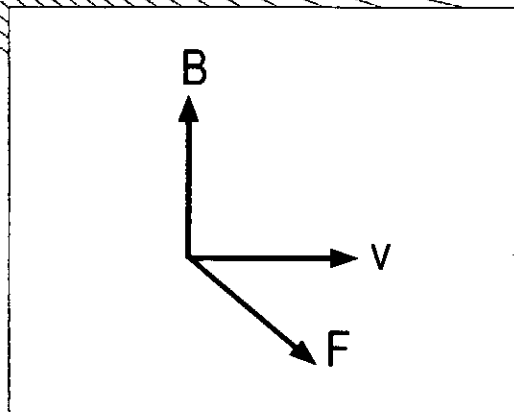
(II) با تغییر قطب‌های + و - وصل شده به سیم‌لوله جهت میدان مغناطیسی تغییر می‌کند و جهت چرخش مایع برعکس می‌شود.

(III) با ایجاد تغییرات در جریان الکتریکی وصل شده به سیم‌لوله و میله‌ها به ترتیب اندازه‌ی میدان مغناطیسی B و اندازه‌ی سرعت حرکت یون‌ها V تغییر می‌کند و در نتیجه نیروی وارد بر بارهای الکتریکی از آن‌ها تأثیر می‌پذیرد. و سرعت چرخش بارهای الکتریکی (محلول) طبق رابطه نیروی لورنتس $F = qvB \sin \alpha$ تغییر می‌کند.

(III) با تغییر نوع محلول (مثل آب و نمک یا آب معمولی یا ...) و تغییر تعداد یون‌ها و جرم آن‌ها می‌توان سرعت چرخش را بررسی کرد.

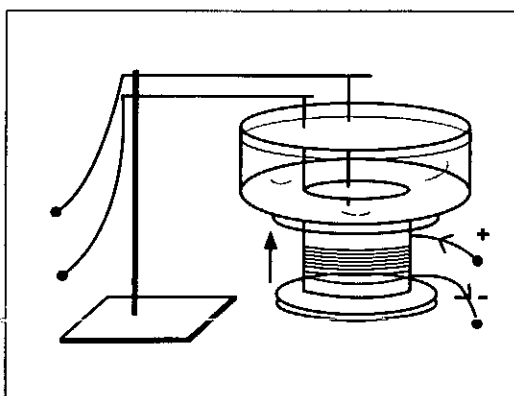
○ علت

با توجه به جهت میدان مغناطیسی که عمود بر سطح حلقه است نیروهایی مماس بر سطح دایره بر یون‌ها وارد می‌شود و موجب چرخش یون‌ها در مسیر دایره‌ای می‌شود و حرکت هماهنگ محلول در تشتت به صورت دایره‌ای مشاهده می‌شود. بدیهی است با توجه به این که جهت نیروی وارد بر ذرات باردار منفی با جهت نیروی وارد بر ذرات باردار مثبت 180° درجه تفاوت دارد، تفاوت در جهت حرکت یون‌ها مثبت و منفی در محلول باعث خواهد شد که همه این نیروها اعم از نیروهای وارد بر ذرات + یا - در یک سو باشند. با قاعده دست راست و با دانستن جهت میدان مغناطیسی و قطب‌های (+) و (-) میله‌ها می‌توان جهت چرخش مایع را طبق قاعده دست راست پیش‌بینی کرد.



○ دستور کار

محلول سولفات مس (کات کبود) را در تشت شیشه‌ای می‌ریزیم و آن را روی سیم‌پیچ ۳۰۰ دور (با هسته مناسب) قرار می‌دهیم و دو میله فلزی را که در انتهای یکی از آن‌ها از خود سیم حلقه‌ای را درست کرده‌ایم درون تشتک قرار می‌دهیم به طوری که حلقه تقریباً در سطح محلول و سیم فلزی راست در مرکز حلقه واقع شود. باید سیم‌های فلزی را با نوارچسب در محل اتصال با پایه فلزی عایق‌بندی کنیم تا باهم ارتباط الکتریکی نداشته باشند. میله‌های رسانا و سیم‌پیچ واقع در زیر تشتک را به همراه یک رنوستا جهت کنترل جریان به منبع تغذیه وصل می‌کنیم.



یا روشن شدن منبع تغذیه با توجه به این که کاتد (یا آند) حلقوی است و آند (یا کاتد) در مرکز حلقه واقع شده یون‌های (+) یا (-) در راستای شعاع‌های حلقه حرکت خواهند کرد و کل محلول حول محوری که سیم مرکزی روی آن محور واقع است می‌چرخد. و اگر یک قایق کاغذی کوچک بر سطح مایع شناور کنیم چرخش آن برای دانش‌آموزان بسیار جالب توجه خواهد شد.

چکیده

توصیف کوانتومی مولکول‌ها و بلورها در فیزیک براساس نظریه‌های بسیار دقیق صورت می‌گیرد. نظریه‌ی تابعی چگالی، امکان شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای از مواد را فراهم آورده است. به کمک این مدل‌سازی‌ها می‌توان گستره‌ی وسیعی از خواص مواد را محاسبه کرد. شبیه‌سازی سطوح و پیوندگاه‌ها، محاسبه‌ی خواص اپتیکی، محاسبه‌ی ضریب ترابرد الکتریکی، مغناطیسی و گرمایی برای ترکیبات نیمه‌فلزی و ابر رساناهای دمای بالا، محاسبه‌ی گاف نیم‌رساناها از جمله‌ی این موارد است. به کمک این محاسبات می‌توان پایدارترین ساختار برای ماده، رفتار ماده‌ی تحت فشارها و کشیدگی‌ها، اثر تزیق ناخالصی‌ها در خواص مواد و اثر مجاورت با هوا را پیش‌بینی کرد. ما گاف انرژی و ضریب شکست نیتريد آلومینیوم (AlN) ورتسایت^۱ را با به‌کارگیری نظریه‌ی تابعی چگالی (DFI)^۲ به ترتیب $5.0/2eV$ و $2/1 eV$ محاسبه کرده‌ایم که سازگاری خوبی با نتایج تجربی دارد.

منصوره ایلخانی*

شبیه‌سازی میکروسکوپی مواد

①. مقدمه

توصیف دستگاه‌های بس‌ذره‌ای یکی از اهداف عمده‌ی فیزیک در قرن حاضر است. یک دستگاه بس‌ذره‌ای از تعداد زیادی ذرات تشکیل شده است. که با یکدیگر بر هم‌کنش دارند. مثال‌های عینی آن اتم‌ها، مولکول‌ها و بلورها هستند. مطالعه‌ی این دستگاه‌های بس‌ذره‌ای به دو روش کلاسیک و کوانتومی صورت می‌گیرد. در روش کلاسیک برای این‌که پتانسیل دقیق و در محیط‌های مختلف و برای مواد گوناگون قابل استفاده باشد نیاز به استفاده از پارامترهای زیادی در عبارت پتانسیل داریم که خود باعث افزایش حجم محاسبات می‌شود و اگر تعداد پارامترها را کم کنیم خطای پتانسیل افزایش می‌یابد. مزیت عمده‌ی روش کلاسیک سرعت بالای محاسبات و در نتیجه امکان انجام محاسبه برای دستگاه‌های بزرگ (متشکل از هزاران ذره) با رایانه‌ای با سرعت و حافظه‌ی معمولی است. گاهی این مزیت می‌تواند مهم باشد. فرض کنید می‌خواهیم یک ویژگی ماده را بررسی کنیم که ناشی از رفتار ماکروسکوپی آن، مثل دماست، و باید دستگاه مورد مطالعه را بزرگ انتخاب کنیم. در این صورت روش‌های کلاسیک به مراتب سریع‌تر و ارزان‌تر است. مزیت روش کوانتومی آن است که محاسبات بر اصول اولیه‌ی کوانتومی استوار است و بنابراین مبنای کار مستحکم و دقیق است. آن‌دسته از ویژگی‌های بلور که به‌طور مستقیم به رفتار الکترون‌ها مربوط می‌شود نظیر ساختار نواری انرژی، چگونگی پیوند اتم‌ها... از جمله‌ی این خواص‌اند و تنها با روش کوانتومی قابل مطالعه هستند. تنگنای اصلی روش کوانتومی حجم زیاد محاسبات است. بنابراین استفاده از تقریب‌های مختلف اجتناب‌ناپذیر است و این تقریب‌ها موجب خطای

محاسباتی می‌شود. وجود بسته‌های محاسباتی فیزیکی و افزایش توان محاسباتی رایانه‌ها انجام محاسبات ساختار نواری را ساده‌تر کرده است و با داشتن ساختار نواری می‌توان طیف وسیعی از خواص مواد را محاسبه کرد. شبیه‌سازی سطوح و پیوندگاه‌ها، محاسبه‌ی خواص اپتیکی نظیر ضریب جذب، ضریب عبور و ضریب شکست، محاسبه‌ی ضریب ترابرد الکتریکی، مغناطیسی و گرمایی برای ترکیبات نیمه‌فلزی و ابر رساناهای دمای بالا و محاسبه‌ی طیف جذبی X از جمله‌ی این موارد است. به کمک این محاسبات می‌توان پایدارترین ساختار برای ماده، رفتار ماده تحت فشارها و کشیدگی‌ها، اثر تزریق ناخالصی‌ها در خواص مواد و اثر مجاورت با هوا و... را پیش‌بینی کرد. با محاسبات بالا می‌توان ضمن یافتن مناسب‌ترین ترکیب برای کاربردهای صنعتی، شرایطی را که ماده در آن به کار گرفته خواهد شد بازسازی و تأثیر آن‌ها بر کارایی قطعه را پیش‌بینی کرد. به‌ویژه در ساخت مواد نو، مدل‌سازی‌های رایانه‌ای به شکل فوق نقش به‌سزایی را در کاهش هزینه‌های ساخت مواد و پس از آن در آزمودن این مواد در شرایط مختلف ایفا می‌کند.

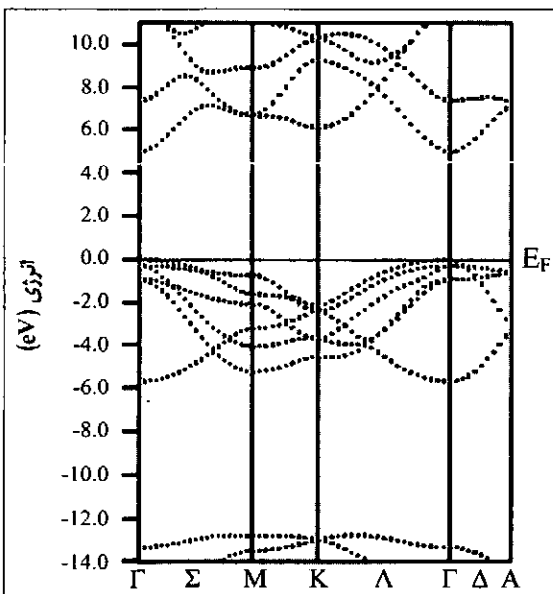
در ادامه برای بررسی کارآمدی روش‌های شبیه‌سازی، برخی خواص نیمرسانای AIN را براساس اصول موضوعی فیزیک محاسبه و سازگاری نتایج محاسبات با اندازه‌گیری‌های تجربی بررسی می‌کنیم. در آخر روی نتایج کار بحث خواهیم کرد.

۷. محاسبه‌ی گاف نیمرساناها

ترکیبات عناصر گروه III جدول تناوبی با نیتروژن جایگاه مهمی در صنعت نیمرساناها دارند زیرا از یک‌طرف ساختارهای شش‌گوشه‌ای و ورتسایت مواد پایداری گرمایی بیش‌تر و تراکم‌پذیری کمتری نسبت به سایر ساختارها دارند و از طرف دیگر این ترکیبات گاف انرژی بزرگی - با گذار اپتیکی مستقیم- دارند. از میان این ترکیبات، نیتريد آلومینیم با پایداری گرمایی بالا - نقطه ذوب 3000°C ، رسانندگی گرمایی خوب و دارابودن بزرگ‌ترین گاف انرژی - $6/2\text{eV}$ در فاز ورتسایت - بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.

با به‌کارگیری نظریه‌ی تابعی چگالی [۱] ساختار نواری نیتريد آلومینیم ورتسایت در راستاهای تقارنی Δ ، Σ ، Λ ، شبیه‌سازی و در شکل ۱ رسم شده است. به‌کمک ساختار نواری می‌توان گاف انرژی این ترکیب را تخمین زد. گاف انرژی محاسبه شده برای AIN، $5/02\text{eV}$ است که در مقایسه با مقدار تجربی آن که $6/2\text{eV}$ [۲] ۱۹٪ اختلاف دارد.

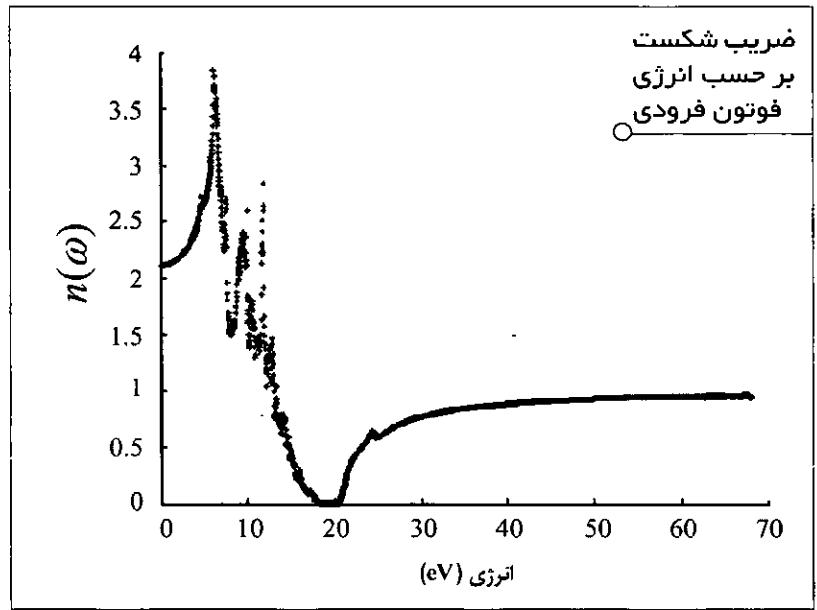
مزیت روش
کوانتومی
آن است که
محاسبات بر
اصول اولیه‌ی
کوانتومی استوار
است و بنابراین
مبنای کار
مستحکم و دقیق
است



ساختار نواری
AIN در راستاهای
تقارنی مختلف

محاسبه‌ی خواص اپتیکی

در شکل ۲ ضریب شکست بر حسب انرژی فوتون فرودی رسم شده است. ضریب شکست محاسبه شده به روش نظریه تابعی چگالی - $n(\omega=0) = 2/1$ است. مقدار تجربی $2/2 - 2/1$ برای ضریب شکست تک‌بلورها و لایه‌های چند بلوری اندازه‌گیری شده است [۳]. همان‌گونه که مشاهده می‌شود نتیجه محاسباتی سازگاری بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.



نتیجه‌گیری

با به‌کارگیری نظریه تابعی چگالی و امواج تخت بهبود یافته به شبیه‌سازی ساختار بلوری و الکترونی ترکیب نیم‌رسانای AIN پرداخته‌ایم. ساختار نواری و گاف انرژی محاسبه شده برای AIN سازگاری قابل قبولی با داده‌های تجربی دارد. در محاسبات انجام شده به مواردی برمی‌خوریم که نتایج محاسبات DFT با مقادیر تجربی اندکی تفاوت دارد. ولی با توجه به این که این انحراف‌ها از داده‌های تجربی، برای خواص فیزیکی مختلف را می‌شناسیم در پیش‌بینی خواص مواد نوسمک غیرقابل حلی پیش‌رو نخواهیم داشت و تا حدود زیادی قادریم - ساختار و ویژگی‌های این مواد را به‌درستی تخمین بزنیم.

ساختار نواری
و گاف انرژی
محاسبه شده برای
AIN سازگاری
قابل قبولی با
داده‌های تجربی
دارد

زیرنویس

* ilkhaniirn@yahoo.com

۱. ساختار بلوری شبیه هگزاگونال است. برای اطلاعات بیشتر به کتاب فیزیک حالت جامد نوشته‌ی چارلز کیتل رجوع کنید.

2. Density Functional Theory

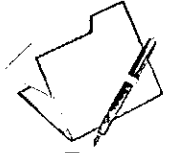
۳. برای اطلاعات بیشتر در مورد راستهای تقارنی به کتاب فیزیک حالت جامد نوشته‌ی چارلز کیتل رجوع کنید.

منابع

1. P.Hohenberg, W.Kohn, Phys. Rev. B 136, 864 (1964); W.Kohn, L.J. Sham, Phys. Rev. A 140, 1133 (1965).
2. Goldberg, Yu. A., Levinshtein M., and Rumyantsev S. L., Properties of Advanced Semiconductors, Materials GaN, AlN, InN, BN, SiC, SiGe", pp. 31-47, John Wiley and Sons, Inc., New York, 2001.
3. Meng, W.J., In Properties of Group III Nitrides, Ed. J. H. Edgar, EMIS Datareviews Series, N11 an INSPEC publication, pp. 22-29, 1994.

چگونه

ارزشیابی پایانی، جزء لاینفک آموزش است که معلم به کمک آن، چیزی را که دانش‌آموزان آموخته‌اند اندازه می‌گیرد. اما به دلایل زیادی اندازه‌گیری دقیق آنچه دانش‌آموزان یاد می‌گیرند کار آسانی به نظر نمی‌رسد، چون اغلب آزمون‌ها اطلاعاتی از نحوه استدلال نهفته در پشت پاسخ دانش‌آموز در اختیار معلم قرار نمی‌دهند. روش بازی مدل‌سازی یا لال‌بازی هم نوعی روش تدریس مؤثر است و هم یک روش ارزشیابی کارآمد محسوب می‌شود. از این‌رو در تدریس مؤثر است که باعث درگیر شدن ذهن دانش‌آموز و توجه و علاقه‌مندی بیشتر او می‌شود. از منظر ارزشیابی نیز، با قرار دادن دانش‌آموز در حالت بازی هم او را از اضطراب‌های ناشی از امتحان جدا می‌کند و هم به نحو مطلوبی به ارزیابی آنچه او واقعاً آموخته می‌پردازد.



تجربه‌های آموزشی

مدل‌سازی برای آموزش فیزیک

موسسه آموزشی
فاطمه حسینی

آزادی



مقدمه

علوم تربیتی بازی را نه فقط وسیله‌ی سرگرمی و وقت‌گذرانی، بلکه ابزار بسیار مهم و کارآمد برای یادگیری می‌داند. این رویکرد معتقد است در سنین پیش‌دستانی یعنی از تولد تا شش سالگی بازی تنها وسیله یادگیری محسوب نمی‌شود، ولی همچنان نقش عمده‌ای از طریق یادگیری خودانگیزه، که نوعی یادگیری در کنار یادگیری‌های سازمان‌یافته است ایفا می‌کند. بازی، تجربیات مثبت و احساسات موفقیت‌آمیز برای شخص فراهم می‌کند.

صاحب‌نظران معتقدند که اگر یک تفکر و اندیشه هدفدار در بطن بازی موجود باشد، آنگاه شخص بیش از محتوای یک کتاب، آموزش خواهد بود. چنانچه از منظر تربیتی به بازی نگریسته شود می‌توان آن را به روشنی تعریف کرد: «بازی خلق واقعیت‌های زندگی اجتماعی در شرایط فرضی و در مکان و زمان و با عناصر فرضی است». امتیاز بزرگ آموزش به‌وسیله بازی این است که شخص در برابر آن مقاومت نمی‌کند بلکه حتی با آن همراه می‌شود و مشتاقانه به یادگیری می‌پردازد، و ضمن این‌که از آن لذت می‌برد، به ابتکار و خلاقیت او نیز کمک می‌کند. به‌ویژه اگر این بازی در گروه همسالان انجام شود که بطور قطع تأثیرگذارتر است [۱].

طبق نظریه‌ی گشتالت در هنگام بازی شخص در شرایط هیچ‌ان‌آوری قرار می‌گیرد که در آن به حل مسئله به‌خاطر پیروز شدن می‌پردازد و چون وقتی کسی به هدف پیروزی فکر می‌کند تمام قوا جسمی و ذهنی خود را به کار می‌گیرد، در این مسیر از خلاقیت‌ها و نوآوری‌هایی بهره می‌برد که در شرایط عادی بسیار کندتر صورت می‌گیرد. بازی‌های خلاق فرصتی به‌آموزنده می‌دهد تا از قوه خلاقیت و تخیل خود در حل مسائل استفاده کند و آن را رشد دهد و تقویت کند [۲].

از طرفی مدل‌سازی‌ها تلاش دانشمندان برای توصیف و بررسی موارد مختلف است. این کار به انتقال اطلاعات کمک می‌کند. توانایی به‌تصویر درآوردن افکار این امکان را برای بشر به‌وجود می‌آورد تا ارتباطات بین مفاهیم و افکار را معنادار کند. ارائه و نمایش پدیده‌ها و مفاهیم برای درک علوم مهم هستند. بسیاری از مفاهیم علوم انتزاعی هستند و بنابراین ارائه تصویر و مدل‌سازی آن‌ها مشکل است. با این حال این مفاهیم مرکز و اساس یادگیری علوم، و برای فهم دانش‌آموزان و توضیح برای آن‌ها لازم هستند. تجسم افکار به شناخت مفاهیم کمک می‌کند.

روش بازی مدل‌سازی یا لال‌بازی هم‌نوعی روش تدریس مؤثر است و هم‌یک روش ارزنیابی کارآمد محسوب می‌شود

و مفاهیم مجرد را قابل فهم می‌سازد. مدل‌سازی ابزاری است که دانش‌آموزان می‌توانند از آن برای ارتباط بین آنچه که می‌دانند و آنچه که می‌خواهند بدانند استفاده کنند [۴].

بیان مسئله

مهم‌ترین هدف تدریس، معنادار کردن یادگیری است تا طرح‌واره درستی از مطلب ارائه شده در ذهن دانش‌آموزان شکل بگیرد. ولی اغلب تحقق این هدف مشکل به نظر می‌رسد زیرا هم معلمان قادر نیستند به‌درستی دانش‌آموزان را درگیر موضوع درس کنند و هم ارزیابی‌های ما در سنجش معنادار شدن یادگیری موفق نیست. بنابراین محقق بازی مدل‌سازی را به عنوان راهکاری پیشنهاد می‌کند که می‌تواند از طریق بازی شخص را در جهت یادگیری سوق دهد، به‌طوری‌که به صورت خودانگیزه و با علاقه شخصی درگیر بازی می‌شود و آنچه در ذهن دارد را نشان می‌دهد.

هدف تحقیق

هدف این تحقیق این است که یادگیرنده با کمک بازی مدل‌سازی درگیر مسئله آموزشی شود و علاوه بر کسب دانش در قالب بازی و در شرایط مهیج کج‌فهمی‌های موجود را بروز دهد.

پیشینه

شاهرخ لقای در مقاله‌ی «طرح آموزشی کاربردگرا» بازی را وسیله‌ای مهم جهت تحقق این امر می‌داند [۳]. از طرفی

مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که با مدل‌سازی‌ها میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم علوم بیشتر می‌شود و این امر به معنادار کردن ساختار دانش آن‌ها کمک می‌کند. چاپ‌تات و همکاران یک آموزش روانشناختی برای پیشرفت و آسان‌تر کردن کسب اطلاعات پیشنهاد کرده‌اند [۴]. به نظر آن‌ها سازماندهی مقایسه‌ای برای نشان دادن شباهت‌ها و تفاوت‌های آنچه که دانش‌آموزان می‌دانند و آنچه که یاد خواهند گرفت و نمایش آن به آن‌ها کمک خواهد کرد.

مدل‌سازی یادگیری معنادار از موارد انتزاعی را آسان کرده و به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا تمامی اطلاعات جدید را با اطلاعات موجود مخلوط کرده و مفاهیم تازه‌ای را تشکیل دهند

شرح

احتمالاً شنیده‌اید که می‌گویند «در ذهن شما چه تصویری از این موضوع وجود دارد؟» این جمله دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا آنچه را که یاد گرفته‌اند مدل‌سازی کنند. این خواسته از دانش‌آموزان برای نشان دادن افکارشان درباره‌ی انتقال اطلاعات از زمینه‌ای به زمینه دیگر است. با مدل‌سازی دانش‌آموزان تشویق می‌شوند تا در ساختارشناختی خود بین چیزهایی که برایشان آشناست با آن‌هایی که ناآشناست ارتباط برقرار کنند. مدل‌سازی یادگیری معنادار از موارد انتزاعی را آسان کرده و به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا تمامی اطلاعات جدید را با اطلاعات موجود مخلوط کرده و مفاهیم تازه‌ای را تشکیل دهند. در واقع دانش‌آموزان به چیزهای آشنا برای مدل‌سازی مراجعه می‌کنند تا به چیزهای ناآشنا که هدف ما است برسند. در طول سال‌های تدریس در کلاس فیزیک همواره سعی کردم با برقراری ارتباط دوستانه با

دانش‌آموزان و شیطنت‌های گاه و بی‌گاه کلاس درس را از حالت خشک و جدی خارج کنم ولی بعد از مدتی می‌دیدم این کار باعث می‌شود دانش‌آموزان نه به فیزیک بلکه به من نیز علاقه‌مند شوند. همواره ذهنم مشغول این نکته بود که چطور می‌توانم به دانش‌آموزانم کمک کنم تا از کلاس‌های فیزیک لذت ببرند از طرفی با مطالعاتی در زمینه یادگیری، متوجه شده بودم که یادگیری لزوماً در هنگام تدریس رخ نمی‌دهد بلکه اغلب خارج از کلاس به شرطی که دانش‌آموز با موضوع درگیر شود اتفاق می‌افتد. تا این‌که به ذهنم رسید این کار را با بازی انجام دهم. بنابراین وقتی به کلاس رفتم، عنوان یک‌سری از مفاهیمی که در آن فصل خوانده بودیم پای تخته نوشتم و به آن‌ها گفتم قرار است جلسه‌ی آینده با هم بازی کنیم. توضیح دادم که شما باید برای هر کدام از این مفاهیم مدل ذهنی قابل اجرای بدون کلامی را تصور کنید و جلسه بعد آن‌را در کلاس اجرا کنید. بعد خودم شروع به اجرا یکی از آن‌ها کردم تا منظورم را بهتر درک کنند. وقتی آن‌ها مفهوم مورد نظرم را درست حدس زدند همگی هیجان‌زده شده بودیم.

این بازی، نوعی مدل‌سازی است که دانش‌آموزان من به آن عنوان لال‌بازی را داده بودند دلیل انتخاب این نام آن بود که مدل‌سازی مجسم شده توسط دانش‌آموز به صورت پانتومیم و بدون صحبت کردن انجام می‌شد. پس از تدریس مبحث موردنظر نام یک‌سری از مفاهیم که قبلاً خودم، با بررسی قابل اجرا بودن آن‌ها، آماده کرده بودم روی تعدادی کارت می‌نوشتم و هر دانش‌آموز به صورت تصادفی کارتی را بیرون می‌کشید و هر کارتی که دانش‌آموز بیرون کشیده بود در واقع موضوع بازی او بود. او موظف بود با حرکات اعضای بدنش و حتی کمک گرفتن از اشیاء و اشخاص اطراف مفهوم موردنظر را با یک‌سری حرکات صامت به سایر دانش‌آموزان منتقل کند (بهتر است دانش‌آموز ابتدا طرح ذهنی خود را برای معلم شرح دهد تا اگر احیاناً مشکل یا کج‌فهمی وجود دارد به دیگران منتقل نشود).

در این روش با توجه به این‌که دانش‌آموزان از قبل از بازی اطلاع دارند تمام مدتی که در خارج از کلاس هستند، ذهنشان درگیر ساختن بهترین تصویر مدل‌سازی شده ممکن از مفاهیم فیزیک می‌شود و این تحقق نخواهد یافت مگر آن‌که مجبور شوند مفهوم مورد نظر را خوب مطالعه و درک کنند.

نکته مهم این‌که اگر واقعاً مفهوم درست درک نشده باشد آن‌ها قادر به اجرای آن نخواهند بود و در اینجاست که فهم‌های نارس و کج‌فهمی‌ها خود را نمایان خواهند کرد و مؤثرترین ارزشیابی اتفاق می‌افتد.

آن‌ها مطالب را عمیق می‌فهمیدند چرا که آن‌ها را تجربه می‌کردند. در ضمن آن تصویر ذهنی شاید هرگز از ذهن آن‌ها پاک نشود حتی سال‌ها بعد با دیدن آن مفهوم، بازی‌ای که از آن برایشان اجرا شده بود در ذهن آن‌ها تداعی می‌شود و آن را به یاد می‌آورند.

وقتی پس از یکی دو جلسه که در پایان فصل مفاهیم مربوط به فصل را با دانش‌آموزان بازی کردیم، از آن‌ها پرسیدیم که به این کار ادامه دهیم یا نه. اکثریت دانش‌آموزان خواستار ادامه طرح بودند، آن‌ها معتقد بودند که با این کار از کلاس لذت می‌برند. و از زمانی که من تدریس هر مبحث را شروع می‌کنم سعی می‌کنند به دقت به صحبت‌هایم گوش کنند تا ایده‌هایی برای اجرای خود از آن بگیرند. آن‌ها کتاب‌های جانبی می‌خواندند تا ماهرترین بازیگر نقش مفهوم فیزیک باشند.

برایم تعریف کردند که در خارج از ساعات درسی این موضوع به یکی از بهترین تفریح‌های آن‌ها تبدیل شده و دائم با هم در موردش بحث می‌کنند و با توجه به این که هر نقش را فقط یک نفر اجرا می‌کرد همه با هم، هم‌فکری می‌کردند تا برای هر مفهوم بهترین نمایش را ارائه دهند و خودشان اذعان نداشتند که در عین این صحبت‌ها متوجه می‌شدند که خیلی چیزها را نفهمیدند.

نظر آن‌ها درباره این که فیزیک درس خشک و خسته‌کننده‌ای است کاملاً عوض شده بود و دائم پیشنهاد می‌دادند که کارهای جدیدی بکنیم. حتی از من خواستند که در پایان نیمسال تحصیلی نمایشنامه‌ای بر مبنای یک داستان فیزیک در مدرسه برای همه اجرا کنند. نتایج این کار تأثیر به‌سزایی در نمره‌های آن‌ها داشت. اولین سالی که این طرح را اجرا کردم نمرات دانش‌آموزان نسبت به سال قبل بسیار بهتر شده بود و درصد پاسخ‌گویی آن‌ها به پرسش‌های مفهومی افزایش چشم‌گیری داشت.

مثال

مثلاً پس از پایان مبحث روش‌های انتقال گرما، دانش‌آموزانی که مسئول اجرای هر کدام از حالت‌های تابش، رسانش و همرفت بودند کارهای زیر را انجام دادند. برای نمایش حالت تابش دانش‌آموز اول روی سکو رفت و کاغذهای رنگی را به نشانه طیف‌نور به سمت بچه‌ها پرتاب کرد.

دانش‌آموز دوم بعد از صحبت با دوستانش به اولین دوست خود ضربه‌ای زد و دوست او هم به نفر بعد و همین‌طور بدون این که خود جابه‌جا شوند ضربه را منتقل کردند. و بدین طریق نشان داد که در حالت رسانش چگونه مولکول‌ها بدون این که

خود جابه‌جا شوند سبب انتقال گرما می‌شوند. آن‌ها برای اجرا مدل سوم، یعنی همرفت، بدین شکل عمل کردند:

سه سری صف پنج نفری تشکیل دادند، صف اول خود را به صف دوم کوبید صف دوم با شدت کمتری خود را به صف بعدی زد و همین‌طور تا آخر. در این نمایش در واقع دانش‌آموزان لایه‌های هوا هستند که انرژی خود را به لایه‌های جلو منتقل می‌کنند، از طرفی چون انرژی باید پایسته بماند، هر صف انرژی خود را تا حدودی از دست می‌دهد (همان‌طور که متوجه شدید این مدل نشان داد دانش‌آموزان علاوه بر همرفت مفهوم پایداری انرژی را نیز درست یاد گرفته‌اند).

در کلاس دیگر آن‌ها این روش را پیشنهاد دادند:

نفر اول روی تخته‌پاکن نوشت: «گرما» سپس آن‌را بدون آن که خودش جابه‌جا شود، به نفر دوم داد و این کار به همین ترتیب تا آخر ادامه یافت. به‌طوری‌که سرانجام تخته‌پاکن به انتهای کلاس رسید. (این نشان‌دهنده‌ی کاری بود که مولکول‌ها در رسانش بدون جابه‌جایی گرما را منتقل می‌کنند.)

آن‌ها در بازی تابش تخته‌پاکن را پرت کردند تا نشان دهند که اگر خودشان که نماینده مولکول‌ها هستند، از یکدیگر فاصله داشته باشند تخته‌پاکن می‌تواند از بین آن‌ها عبور کند و به آن سوی کلاس برسد.

در مدل همرفت دانش‌آموز خود شخصاً جابه‌جا می‌شد و تخته پاکن را از این سوی کلاس به سمت دیگر می‌برد. در این روش دانش‌آموز نقش مولکولی را بازی می‌کرد، که برای انتقال گرما باید خود به عقب کلاس جریان یابد.

حتی می‌توان در پایان به بهترین مدل ارائه شده که با نظرسنجی از خود دانش‌آموزان انتخاب شده جایزه‌ای داد. بدون شک این مدل‌ها هنوز بسیار خام هستند و با مدل‌هایی که متخصصان ارائه می‌کنند تفاوت دارند. اما به نظر من به عنوان شروع کفایت می‌کنند.

نتیجه‌گیری

روش بازی به عنوان روشی مؤثر، به معلمان توصیه می‌شود، که در قالب آن با دانش‌آموز خود ارتباط پیدا کنند. او را وادار می‌سازند درباره موضوع موردنظر فکر کنند، و از همه مهم‌تر این که متوجه می‌شوند او واقعاً چه فکر می‌کند. در بازی‌ها دانش‌آموزان حل مسائل را با کار کردن واقعی یاد می‌گیرند. آن‌ها با انجام کارهای واقعی درباره جهان، یاد می‌گیرند که درباره جهان چگونه فکر کنند [۳].

زیرنویس

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی و دبیر فیزیک منطقه سلطانیه
۲. عضو هیئت علمی دانشگاه شهید رجایی

منابع

۱. ادیسون، شیلا وگری، جودیت بازی‌های خلاق. ترجمه لیلا انگبی
۲. مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۵۶. طرح آموزشی کاربردگرا، نوشته شاهرخ لقایی
3. Chiappettat, E and Kobballa, T.R and Collette, Yr.A. 1998. Science instruction in the middle and secondary school. Merrill



چکیده

در این قسمت، روش دیگری را برای تعیین شعاع اتمی فلزات قلیایی پیشنهاد خواهیم کرد که بر مبنای اندازه‌گیری اثر هال چگالی‌های الکترون آزاد و آگاهی از ساختار بلوری آن‌هاست.

مقدمه

مفهوم شعاع اتمی در فیزیک و شیمی مفید است. برای مثال در شیمی نقش مهمی در پیوند کووالانسی مولکولی دارد. برای یک عنصر فلزی، شعاع اتمی نصف فاصله‌ی میان‌هسته‌ای بین دو اتم مجاور در فلز بلورین تعریف می‌شود. بنابراین مقیاس طولی مهمی در تعیین پارامترهای بلوری فلز است.

روش متداول اندازه‌گیری شعاع اتمی فلزات روش پراش پرتو X است که در کتاب‌های درسی فیزیک و شیمی کاملاً تعریف شده است. گرچه این روش بلورشناختی در تعیین شعاع اتمی فلزات بسیار دقیق است معمولاً روش کاملاً پیچیده‌ای برای شاگردانی است که در دوره‌های فیزیک مقدماتی ثبت‌نام کرده‌اند. بنابراین، از نظر آموزشی بهتر است روش جایگزینی را پیدا کنیم که برای تحقق هدف آموزش فیزیک در این سطح قابل فهم‌تر باشد. در همین راستا در این مقاله توضیح خواهیم داد که می‌توان شعاع اتمی فلزات قلیایی را به‌طور تجربی از طریق اندازه‌گیری چگالی الکترون به‌دست آورد مشروط به این که فلز در حالت بلورین باشد.

محاسبه‌ی شعاع اتمی فلزات قلیایی با بهره‌گیری از اثر هال

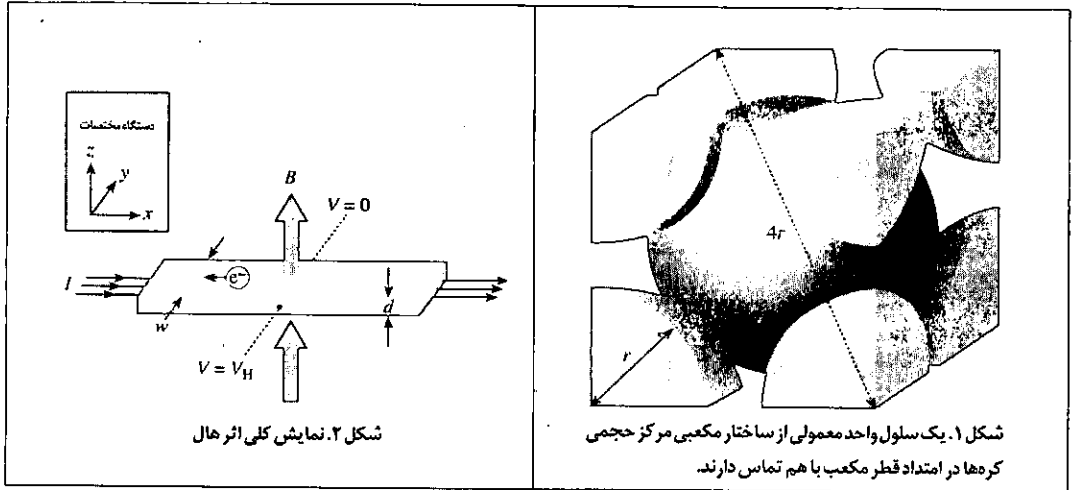
احمد هورایی
ترجمه: فاطمه قاسمی

رهیافت نظری و بحث

نقطه‌ی شروع بحث آن است که فلز قلیایی مورد نظر در حالت بلورین آن باشد. بر مبنای این نکته چگالی جرمی فلز که با ρ_m نشان داده می‌شود در مقیاس میکروسکوپی به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\rho_m = \frac{n_c m_0}{V_c} \quad (1)$$

که n_c تعداد اتم‌های فلز در سلول واحد بلور، m_0 جرم هر اتم فلز و V_c حجم سلول واحد است.



شکل ۱. یک سلول واحد معمولی از ساختار مکعبی مرکز حجمی کره‌ها در امتداد قطر مکعب با هم تماس دارند.
 شکل ۲. نمایش کلی اثر هال

طبق تعریف ρ_m برابر A/N_A است که A جرم اتمی فلز و N_A عدد آووگادرو است. بنابراین این معادله (۱) چنین می‌شود:

$$\rho_m = \frac{n_c A}{V_c N_A} \quad (2)$$

همچنین در بلورشناسی پارامتر بلوری که اغلب محاسبه می‌شود عامل بسته‌بندی P_f است که کسری از فضا است که اتم‌ها در سلول واحد اشغال می‌کنند و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_f = \frac{n_c V_a}{V_c} \quad (3)$$

که V_a حجم یک اتم فلز است. توجه داشته باشید که P_f به سرشت فلز بستگی ندارد. این صرفاً عاملی هندسی است که ساختار بلور خاصی را مشخص می‌کند. با استفاده

از هندسه‌ی ساده می‌توان به آسانی نشان داد که P_f مقادیر زیر را اختیار می‌کند: $\frac{\pi}{6}$ و $\frac{\sqrt{2}\pi}{6}$ و $\frac{\sqrt{3}\pi}{6}$ که به ترتیب برای ساختارهای ساده، مرکز حجمی و مرکز سطحی است.

به منظور اهداف تشریحی شکل ۱ سلول واحد متداول را برای ساختار مکعبی مرکز سطحی نشان می‌دهد. از آنجایی که فرض می‌شود که اتم‌ها کره‌های سختی هستند که در فلز بلورین

انباشته شده‌اند، طبق تعریف شعاع کره‌ها همان شعاع اتمی فلز است که با r نشان داده می‌شود، یعنی رابطه‌ی $V_a = \frac{4}{3}\pi r^3$ برقرار است. با ترکیب معادله‌های (۲) و (۳) و با استفاده از عبارت

بالا برای V_a ، شعاع اتمی r به صورت زیر به دست می‌آید:

$$r = \left(\frac{3 P_f A}{4 \pi \rho_m N_A} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

همچنین در این قسمت یادآور می‌شویم که چگالی الکترون در فلز از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$n_c = z \frac{\rho_m N_A}{A} \quad (5)$$

که z برابر تعداد الکترون‌های ظرفیت در اتم فلز است. با استفاده از معادله‌ی (۵) می‌توان معادله‌ی (۴) را به صورت زیر نوشت که شعاع اتمی (r) فلز را به چگالی الکترون n_c مربوط سازد:

$$r = \left(\frac{3P_f z}{4\pi n_e} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (6)$$

از آنجایی که فلزات قلیایی عناصر یک‌ظرفیتی هستند یعنی $z=1$ است و حالت بلورین آن‌ها ساختار مکعبی مرکز

حجمی است، یعنی $P_f = \frac{\sqrt{3}\pi}{8}$ است. آنگاه رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$r = \left(\frac{3\sqrt{3}}{32 n_e} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

بنابراین اندازه‌گیری چگالی الکترون فلز قلیایی روش دیگر اندازه‌گیری شعاع اتمی است.

یادآوری می‌کنیم که اندازه‌گیری چگالی الکترون در فلزات به‌طور تجربی به‌وسیله‌ی مفهوم

اثر هال مشخص می‌شود که به‌طور کلی در شکل (۲) نشان داده شده است. n_e از لحاظ

پارامترهای هال با فرمول زیر مشخص می‌شوند:

$$n_e = \frac{1}{e} \frac{IB}{V_H d} \quad (8)$$

که e برابر بار الکترون، I جریان الکتریکی است که از نمونه فلزی در

جهت x عبور می‌کند، B میدان مغناطیسی اعمال شده در جهت z و V_H ولتاژ

اندازه‌گیری شده هال در جهت y و d ضخامت نمونه است. بنابراین اندازه‌گیری

هال چگالی الکترون فلز قلیایی، مقدار تجربی شعاع اتمی را به‌دست می‌دهد.

در این قسمت باید بر این نکته تأکید کنیم که دلیل اصلی محاسبه پیشنهادی

شعاع اتمی فلزات قلیایی به این طریق آن است که اندازه‌گیری‌های هال چگالی

الکترون با مقدار نظری الکترون آزاد سازگاری بسیار خوبی دارد. بنابراین رهیافت

فعلی مقادیر دقیقی برای شعاع اتمی فلزات قلیایی به‌دست می‌دهد. به‌طور کلی،

این رهیافت را می‌توان برای اندازه‌گیری شعاع اتمی فلزاتی مانند Au ، Ag ، Cu و

به‌کار برد اما به‌دلیل این واقعیت که اندازه‌گیری هال چگالی الکترون در این فلزات

میانی با مقادیر نظری و الکترون آزاد تفاوت‌هایی دارد، دارای دقت کمتری است.

شعاع اتمی فلزات قلیایی را می‌توان به‌طور تجربی از اندازه‌گیری چگالی الکترون آن‌ها مشخص کرد

نتیجه‌گیری

در این مقاله نشان دادیم که شعاع اتمی فلزات قلیایی را می‌توان به‌طور تجربی از

اندازه‌گیری چگالی الکترون آن‌ها مشخص کرد. در این رهیافت علاوه بر علاقه به تنوع

روش‌های محاسبه، مشخص کردن شعاع اتمی فلزات قلیایی با اندازه‌گیری چگالی الکترون آن‌ها از

طریق مفهوم اثر هال به‌لحاظ مفهومی ساده‌تر است و در مقایسه یا روش بلورشناختی سنتی از نظر تجربی

دسترس‌پذیری بیشتری دارد.

Physics Education, 43(5), Sep. 2008. pp 519–521

منبع

مراجع

1. See e. g. Kittel C 1976 **Introduction to Solid State Physics** 5th edn (New York: Wiley) pp 3–44.

2. Houari A 2007 *Phys. Ed uc.* 42 603.

3. Benenson W, Harris J W, Stocker H and Lutz H 2002 **Handbook of Physics** (New York: Springer) pp 1003–4.

4. Ashcroft N W and Mermin N D 1976 **Solid State Phys.** (Philadelphia, PA: Saunders College–HRW) p 15.



آموزشی

چکیده

قرنیه ($n=1/24-1/28$) به لحاظ اپتیکی در زیر آب تأثیری ندارد، زیرا محیط‌های با ضریب شکست تقریباً یکسان را از هم جدا می‌سازد (آب دریا و مایع آب مانند با ضریب شکست حدود $n=1/24$ ؛ ضریب شکست قرنیه تأثیری ندارد زیرا اختلاف اندک ضریب شکست سطح جلویی قرنیه در آب با تفاوت هم‌ارز ضریب شکست سطح عقبی قرنیه و مایع آب مانند متوازن می‌شود).

عدسی صلب و تقریباً کروی است. به علت کاهش تدریجی ضریب شکست از مرکز (حدود $n=1/5$) به طرف محیط (حدود $n=1/4$)، پرتوهای نور در عدسی مسیری دایره‌ای را دنبال کرده و با ابیراهی کروی کمینه، کانونی می‌شوند. [۴].

به دلیل بی‌تأثیر بودن قرنیه، عدسی به تنهایی فاصله‌ی کانونی چشم را تعیین می‌کند که معمولاً حدود $2/5$ برابر شعاع چشم و فاصله از مرکز عدسی یا سطح شبکیه است. عدسی از وضعیت عقبی خود (شکل ۱، بالا) به جلو و طرف قرنیه حرکت کرده است (شکل ۱، پایین) تا هر نقطه از منبع p را روی نقطه‌ی p' شبکیه کانونی کند (تطابق).

به دلیل تقارن شعاعی عدسی و شبکیه که در نیمکره‌ای در اطراف عدسی قرار گرفته است، ابیراهی‌های نامتقارن چون استیگماتیسم و کوما یا اصلاً وجود ندارند و یا ناچیزند. چون در هر زمان فقط یک طول موج می‌تواند کانونی شود، ابیراهی رنگی کیفیت تصویر را محدود می‌سازد. با این همه، ابیراهی رنگی قابل ملاحظه نیست، چون در زیر آب فقط طول موج‌های کوتاه نور وجود دارند.

بررسی کانونی کردن اشیا در چشم ماهی با استفاده از یک مدل ساده، به صورت نظری و تجربی، موضوع زیست‌شناختی جالب توجهی برای تدریس اپتیک مقدماتی است. علاوه بر آن شاگردان مفاهیم زیست‌شناسی را با رهیافت علت و معلولی یاد می‌گیرند.

در مهره‌داران زمینی، از جمله انسان، نور بر اثر شکست در قرنیه و عدسی بلورین روی شبکیه چشم کانونی می‌شود. قرنیه، که سطح اصلی شکستی در هواست، در زیر آب تأثیری ندارد؛ عدسی بلورین توان کافی برای کانونی کردن پرتوهای نور روی شبکیه را ندارد که باعث دوربینی شدید می‌شود [۱].

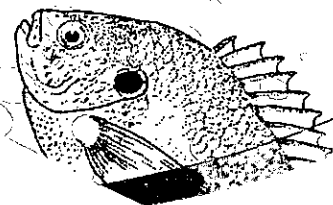
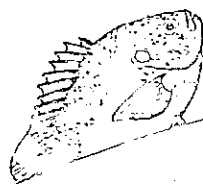
وقتی چشم ماهی در معرض هوا قرار می‌گیرد، توان شکست قرنیه افزایش می‌یابد و در ترکیب با توان عدسی پرتوها را روی شبکیه کانونی می‌کند. پس آیا ماهی در هوا خوب می‌بیند؟ ماهی‌های دوربین که بخشی از عمر خود را خارج از آب می‌گذرانند چگونه می‌بینند؟

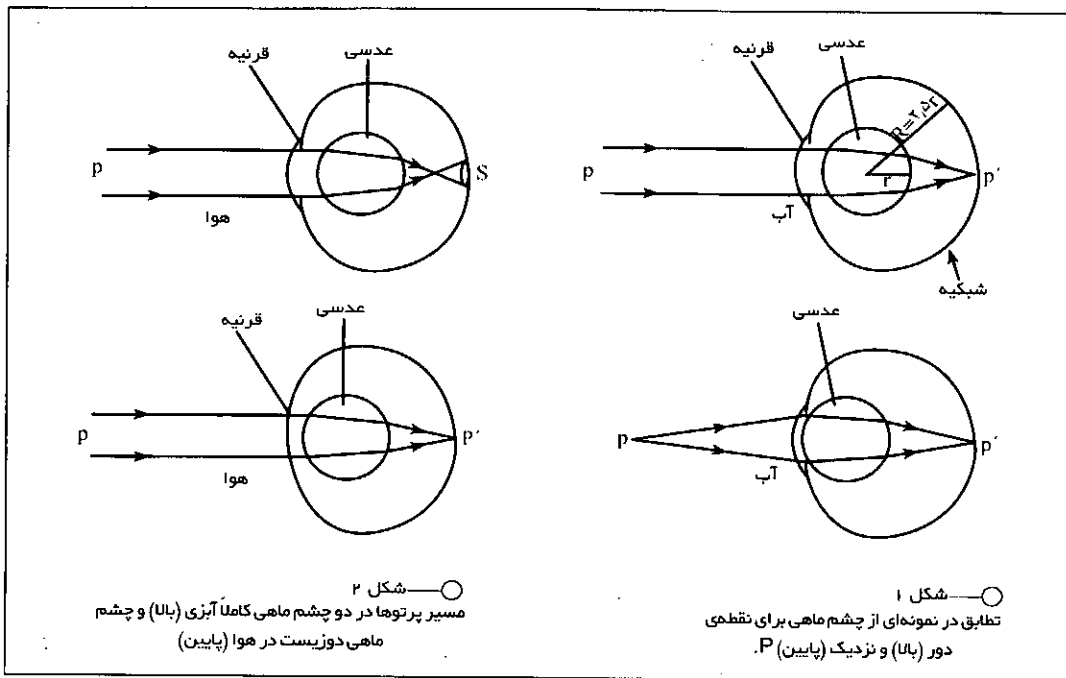
دید ماهی در آب

ماهی‌ها به لحاظ تنوع ساختار و عملکرد چشم‌هایشان گروه جالب توجهی را تشکیل می‌دهند. با این همه، طرح چشم آن‌ها اصولاً مثل چشم انسان از اجزای اپتیکی قرنیه، عدسی، و شبکیه تشکیل شده است [۳].

دید ماهی در هوا

جوزیه کولیچیا
ترجمه: هدایت دادگ





شکل ۲ —
مسیر پرتوها در دو چشم ماهی کاملاً آبی (بالا) و چشم ماهی دوزیست در هوا (پایین)

شکل ۱ —
تطابق در نمونه‌ای از چشم ماهی برای نقطه‌ی دور (بالا) و نزدیک (پایین) P.

دایره‌ای است که نیاز به کانونی کردن ندارند؛ با این همه، نوتیلوس همواره زیر آب زندگی می‌کند.

مدل چشم ماهی

این مدل چشم از کره‌ی پلاستیکی شفاف نفوذناپذیر ساخته شده است. این مدل کره‌ی چشم را نشان می‌دهد و از دو پوسته نیمکره به شعاع $R = 4 \text{ cm}$ ساخته شده است (شکل ۳). برای واقعی بودن مدل و جلوگیری از ورود نور، قسمت داخلی آن با رنگ سفید مات رنگ‌آمیزی شده است. پنجره‌ای به قطر تقریباً 3 cm بدون رنگ باقی مانده و نیمه شفاف شده است (مثلاً با مائیدن سمباده به آن) یا بخش R شبکیه را نشان دهد. روی سطح مقابل آن سوراخی به قطر حدود 2 cm با نیمکره‌ی شفاف، C ، نفوذناپذیر ساخته شده است تا نشان دهنده‌ی قرنیه باشد. پشت «قرنیه» عدسی، S ، قرار دارد که می‌توان آن را با نوار پلاستیکی S حرکت داد. مدل پر از آب می‌شود که نشان‌دهنده‌ی شیشه‌های آب‌مانند و شیشه‌مانند است. عدسی (کره‌ی کوچک شیشه‌ای به شعاع $r = 1/5 \text{ cm}$ و ضریب شکست تقریباً $n_1 = 1/5$) طبق فرمول $f = r/2[1 - \frac{n_1}{n_w}]$ در آب دارای فاصله‌ی کانونی 6 cm است.

برای شبیه‌سازی دید زیر آبی ماهی بدون فرو بردن کامل

دید ماهی در هوا

چشم اغلب ماهی‌ها، مثل تمام حیوانات، قرنیه‌ای خمیده دارد که برای بهینه‌سازی هیدرودینامیک و حفظ فشار درون چشم طراحی شده است. وقتی چشمان ماهی در معرض هوا قرار گیرد، اضافه شدن توان شکست قرنیه خمیده به عدسی باعث نزدیک‌بینی می‌شود، که در آن نور هر نقطه‌ی P منبع دور روی شبکیه دایره مهیج S را تشکیل می‌دهد (شکل ۲، بالا).

ماهی دوزیست، مثل سایر حیوانات دوزیست چون پنگوئن‌ها که باید هم در آب و هم در خشکی ببینند، معمولاً دارای قرنیه‌ی تختی است که باعث شکست محدود می‌شود، به طوری که اصولاً فقط عدسی شکست لازم برای کانونی کردن را تأمین می‌کند (شکل ۲، پایین).

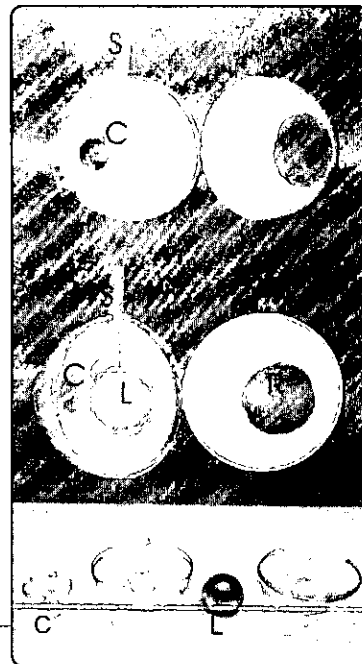
برخی انواع ماهی‌ها قرنیه‌ی تخت ندارند که امکان دید خوب در هوا و آب را برایشان فراهم می‌سازد. با این همه، آن‌ها چشمانی دارند که برای مقابله با تغییرات زیاد ضریب شکست‌های بیرونی مناسب است. مثلاً، **آنابلیس آنابلیس**^۲ یا به اصطلاح «ماهی چارچشم» دارای عدسی تخم‌مرغی شکل با دو مردمک در هر چشم است که یکی در هوا و دیگری در آب می‌بیند [۷].

نور تیلوس پمپلیوس^۴ دارای چشمان ساده سوراخ

وقتی چشم ماهی در معرض هوا قرار می‌گیرد، توان شکست قرنیه افزایش می‌یابد و در ترکیب با توان عدسی پرتوها را روی شبکیه کانونی می‌کند



شکل ۴. ظرف ماهی پر از آب شده است تا قرنیه غوطه‌ور را شبیه‌سازی کند



شکل ۳. بالا، بیرون و درون مدل چشم ماهی؛ پایین، اجزای تشکیل دهنده آن

مدل، «قرنیه» را با ظرف کوچکی می‌پوشانیم که آب از یک سوراخ وارد آن می‌شود (شکل ۴). سطح تخت این ظرف نوری را که در صفحه عمودی وارد مدل چشم می‌شود نخواهد شکست؛ در نتیجه باعث شکست قابل ملاحظه اجسامی که نزدیک میدان دید مدل هستند هم نخواهد شد.

عملکرد مدل

برای نشان دادن عملکرد کیفی مدل چشم، مردمک آن را به طرف اجسام درخشان بگیرد تا تصویری روی سطح نیمه شفاف تشکیل شود که نشان دهنده‌ی شبکه‌ی مدل است.

مانند مورد ماهی، پنجره‌ی کروی نشان دهنده‌ی قرنیه مدل است. فرور بردن آن در آب به لحاظ اپتیکی مهم نیست زیرا آب در هر دو طرف آن وجود دارد. با حرکت دادن عدسی، می‌توان اجسام دور و نزدیک را کانونی کرد. با استفاده از این مدل در هوا، یعنی با خالی کردن آب ظرف، پنجره نشان دهنده‌ی قرنیه آب را از هوا جدا می‌سازد و در نتیجه دارای توان شکست مفید (فاصله کانونی $f = \frac{1}{1/1.33 - 1} = 1.33 \times 2 \text{ cm}$) می‌شود. بنابراین توان شکست کل آن بسیار زیاد و مدل، مثل ماهی بیرون آب، «نزدیک‌بین» است. در نتیجه اجسام نزدیک کانونی‌اند در حالی که برای اجسام دور تصویر روی شبکه‌ی مبهم می‌شود.

زیرنویس

۱. بچه‌ها، با ترکیب تنگ کردن مردمک و تطابق شدید، می‌توانند عملکرد خوبی در دید زیر آب داشته باشند. نگاه کنید به مرجع [۲].
۲. این رابطه را اولین بار ماتیسن^۲ در سال ۱۸۸۲ گزارش داد. برای مثال در این مورد به [۵] رجوع کنید.
۳. پنگوئن‌ها، بر خلاف ماهی، عمل کانونی کردن را با تغییر شکل عدسی بلورین انجام می‌دهند نگاه کنید به [۶].

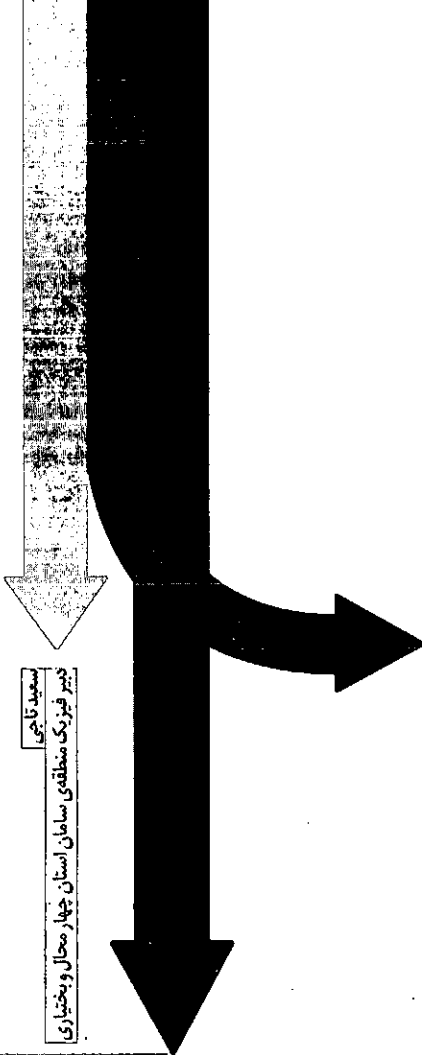
2. Mathiessen
3. Anableps anableps
4. Nautilus Pompilius

منبع

Physics Teacher, March 2007, pp 189-192

مراجع

1. Steele A 1977 Vision underwater Phys. Educ. 32 387-92
2. Gislén A et al 2006 Visual training improves underwater vision in children Vis. Res. 46 3443-50
3. Nicol J A C 1989 The Eyes of Fishes (Oxford: Alden)
4. Jagger W S 1992 The optics of the spherical fish lens Vis. Res. 32B 1271-84
5. Shand J et al 1999 Optics of developing fish eye: comparisons of Mathiessen's ratio and the focal length of the lens in the black bream *Acanthopagrus butcheri*, Vis. Res. 39 1071-8
6. Howland H and Sivak J 1984 Penguin vision in air and water Vis. Res. 24 1905-9
7. Swamynathan S et al 2003 Adaptive differences in the structure and macromolecular compositions of the air and water corneas of the four-eyed fish (*Anableps anableps*) FASEB J. 17 1996-2005 www.fasebj.org/cgi/reprint/17/14/1996
8. Colicchia G 2006 Ancient cephalopod scavenges successfully with its pinhole eye Phys. Educ. 41 15-7



سید تاجی
دبیر فیزیک منطقی سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

ارزبایی فیزیک پیش‌دانشگاهی به روش ویلیام رومی

مقدمه

توجه به فرایند یادگیری دانش‌آموز از جمله اهداف اساسی مسئولان آموزش و پرورش است و تمامی متولیان این امر در پی رسیدن به این مهم هستند.

نظر به اینکه برقراری آشتی بین دانش‌آموز و کتاب درسی در این امر تأثیر به‌سزایی دارد لذا باید تا محتوای کتاب درسی به‌گونه‌ای باشد که دانش‌آموز به سادگی و با علاقه با کتاب درسی خود ارتباط برقرار کند. متن کتاب درسی به‌گونه‌ای طراحی شود که خستگی و دلزدگی در دانش‌آموز ایجاد نکند بلکه تا پایان یادگیری هر مطلب میل به ادامه مطالعه داشته باشد. لذا در تهیه هر کتاب درسی باید ویژگی‌های مطلوب در طراحی، روانی متون و همچنین محتوای آن کاملاً مورد توجه قرار گیرد تا آنچه حاصل می‌گردد فراگیر را به یادگیری مطلوب سوق دهد.

معیارهای لازم در تهیه یک کتاب درسی

در تهیه یک کتاب درسی مطلوب باید معیارهای مربوط به اهداف آموزشی، اصول برنامه‌ریزی درسی و روان‌شناسی مورد توجه قرار گیرد. این معیارها عبارتند از:

۱. مطالب و فعالیت‌های پیشنهادی در کتاب درسی باید براساس برنامه مشخص و هدف‌های آموزشی معینی باشد.
۲. توالی مطالب باید در مسیر مشخص و به صورت منطقی و با توجه به یادگیری‌های قبلی دانش‌آموزان باشد.
۳. تأکید زیاد مؤلف و معلم باید بر پروراندن مفاهیم اساسی و روش‌ها باشد، نه انتقال انبوه واقعیت‌های علمی.
۴. مطالب ارائه شده باید با گروه سنی و قوه درک و فهم دانش‌آموزان متوسط مطابقت داشته باشد و فرصت‌های متعددی را برای دانش‌آموزانی که قابلیت‌های متفاوت دارند فراهم کند.

۵. مطالب و فعالیت‌های پیشنهادی باید تأکید زیادی بر انگیزه‌ها و تحریک حس کنجکاوی داشته باشد.

۶. مطالب کتاب یا طرح درس باید روی درگیری مستقیم دانش‌آموزان در تجربه‌های یادگیری تأکید و آنان را فعال کند.

۷. مطالب و فعالیت‌های پیشنهادی باید زمینه‌ها و صحنه‌های مناسبی برای پرورش معیارها و نگرش‌های مطلوب انسانی فراهم نماید.

۸. پرسش‌ها و تمرین‌ها باید در جهت ارزشیابی قلمروها و سطوح متعدد تفکر انسانی همچنین ارزشیابی ارزش‌ها، نگرش‌ها و مهارت‌های علمی باشد.

۹. مطالب ارائه شده باید حتی‌الامکان به زندگی روزمره و محیط اجتماعی مربوط شود.

۱۰. مطالب ارائه شده باید دارای فعالیت‌های علمی کافی باشد.

۱۱. فعالیت‌های عملی باید با وسایل و ابزار ساده رسیدن به هدف‌ها را امکان‌پذیر سازد.

۱۲. فعالیت‌های عملی باید حتی‌الامکان در جهت رسیدن به مفاهیم جدید باشد، نه در جهت تصدیق گفته‌های قبلی کتاب.

۱۳. فعالیت‌های عملی ارائه شده باید در جهت پرورش برخی مهارت‌های عملی باشد، نه شرح و مروری بر فعالیت‌های عملی دیگران.

۱۴. کتاب درسی باید به زمان لازم برای آموزش کامل درس توجه کند.

۱۵. مطالب و فعالیت‌های پیشنهادی باید سلامتی و آسایش روحی دانش‌آموزان را در نظر بگیرد.

۱۶. مطالب و شیوه‌های ارائه شده باید جدید، پیشرفته و متحول باشد.

۱۷. کتاب باید فرصت‌هایی برای فعالیت فوق برنامه در خارج کلاس فراهم کند.

۱۸. کتاب باید پاسخگوی نیازهای گروه‌های متفاوت مردم در نقاط مختلف کشور باشد.

۱۹. محتوای کتاب باید توجه دانش‌آموزان را به اهمیت بررسی‌های کمی و لزوم دسترسی به دلایل و منابع متعدد جلب کند.

۲۰. شرایط فیزیکی کتاب باید جالب و متناسب با سن دانش‌آموزان باشد.

می‌توان به ارزیابی سطح خوانایی متون، تحلیل محتوای کتب درسی و... نام برد.

ارزیابی سطح خوانایی متون

در تعیین سطح خوانایی هر متن دو نکته حائز اهمیت است.
۱. مشخصات ظاهری شامل اندازه و نوع حروف، فاصله خطوط، نقطه‌گذاری، جداول، تصاویر، نمودارها و...

۲. سبک نوشته‌ها به‌ویژه واژه‌ها، هجاهای موجود در هر واژه، طول جمله‌ها و تعداد پیام‌های موجود در هر جمله

ویژگی‌های ظاهری هر کتاب بستگی به زبان یا محیط خاص یک منطقه ندارد اما انتخاب واژه‌ها، طول کلمه‌ها و جمله‌ها و تعداد پیام‌ها در خوانایی نوشته‌ها از یک زبان به زبان دیگر فرق می‌کند. بر این اساس روش‌ها و فرمول‌های متعددی وجود دارد که از طریق آن‌ها می‌توان سطح خوانایی هر کتاب را بررسی کرد از جمله این روش‌ها می‌توان به روش مک‌لافین یا فلش استفاده کرد.

تحلیل محتوای کتب درسی

هر کتاب درسی با توجه به اینکه جمله‌های به کار رفته در آن تا چه حد لفظی یا درکی باشد مسلماً در جذب دانش‌آموز به مطالعه آن کتاب و همچنین میزان یادگیری آن تأثیر به‌سزایی دارد از جمله روش‌های مناسبی که در تحلیل محتوای کتاب‌های درسی کاربرد بسیاری دارد روش ویلیام رومی است. این روش بیشتر به نوع جمله‌ها تأکید دارد و شاخص آن از نسبت تعداد جمله‌های درکی به تعداد جمله‌های لفظی به دست می‌آید و براساس آن می‌توان تشخیص داد که یک محتوا تا چه اندازه فراگیران را به تحقیق و پژوهش دعوت می‌کند.

مراحل بررسی

۱. ۱۰ درصد یا حداقل ۲۰ صفحه از متن کتاب درسی را به‌طور کاتوره‌ای از قسمت‌های مختلف آن انتخاب کنیم.

۲. از هر صفحه ۲۰ جمله پشت سرهم را جدا می‌کنیم.

۳. جمله‌ها را بررسی و هر کدام را در یکی از مقوله‌های زیر دسته‌بندی می‌کنیم.

جمله‌های لفظی یا حفظی: دانستی‌هایی که به‌طور مستقیم در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌گیرد. (دانش عمومی و انتقالی)

جمله‌های درکی: یادگیری‌هایی که دانش‌آموزان برای رسیدن به آن‌ها باید درگیر شود. (فعالیت‌های سازنده)

روش‌ها و فرمول‌های متعددی وجود دارد که از طریق آن‌ها می‌توان سطح خوانایی هر کتاب را بررسی کرد از جمله این روش‌ها می‌توان به روش مک‌لافین یا فلش استفاده کرد

مشخص کردن جمله‌ها طبق فرمول ویلیام رومی یعنی رابطه:

$$I = \frac{e+f+g+h}{a+b+c+d}$$

مقدار I را مشخص می‌کنیم، اگر مقدار I بزرگتر از ۰/۴ یا برابر ۱ باشد متن کتاب فراگیران را به پژوهش بیشتر دعوت می‌کند و اگر کمتر از ۰/۴ یا برابر صفر باشد میزان پژوهش کتاب کمتر است به طور کلی هرچه کسر مقدار عددی بیشتری را نشان دهد میزان درگیری دانش‌آموز و به تفکر واداشتن او بیشتر است.

ارزشیابی متن کتاب درسی فیزیک ۱ دوره ۱

پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی

۱۰ درصد کتاب فیزیک ۱ دوره ۱ پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی چاپ ۱۳۸۴ در حدود ۱۲ صفحه می‌شود.

پس از ارزشیابی متن به روالی که ذکر شد، نتایج حاصله در جدول زیر جهت ارزشیابی بعدی ثبت می‌گردد.

جدول بررسی ضریب درگیری دانش‌آموز با متن کتاب فیزیک ۱ دوره ۱ پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی

ردیف	شماره صفحه	a	b	c	d	e	f	g	h
۱	۴	////		////	/			//	
۲	۱۵	////////	////	////////					
۳	۲۹	////////		////////	/		/		
۴	۳۱	////	//	////					/
۵	۳۹	////						////////	
۶	۴۴	////////	/	///					
۷	۵۸	////		////	////			//	
۸	۶۶	////////	/	///				///	
۹	۷۷	////////		/	///				/
۱۰	۸۶	////////		////				//	
۱۱	۹۴	////			/			///	///
۱۲	۱۰۳	////////			//	///	/		
جمع		۱۰۸	۸	۴۸	۱۲	۳	۲	۲۲	۴

جمله‌های لفظی یا حفظی

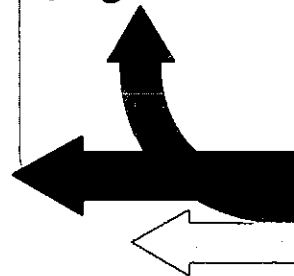
- (a) جمله‌هایی که دانسته‌ها را بدون تفسیر و تعبیر بیان می‌کنند
 (b) جمله‌های سؤالی که بلافاصله جواب به همراه دارند.
 (c) جمله‌هایی که کتاب به صورت نتیجه‌گیری بیان کرده است.
 (d) جمله‌های تعریفی

جمله‌های درکی

- (e) جمله‌هایی که به نحوی از فراگیر می‌خواهد تا تعبیر و تفسیری انجام دهد.
 (f) سؤال‌هایی که بلافاصله جواب را به همراه ندارند.
 (g) جمله‌هایی که فعالیتی را از فراگیر می‌خواهد.
 (h) پرسش و تمرین‌هایی که پاسخ به آن مستلزم آزمایش و تحقیق است.

۴. در هر صفحه فراوانی جمله‌ها لفظی و درکی در هر حیظه را مشخص کرده و در جدولی یادداشت می‌کنیم آن‌گاه پس از

چون ضریب درگیری دانش‌آموز با متن کتاب فیزیک ۱ پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی برابر ۰/۱۷۶ و کوچک‌تر از ۰/۴ است، لذا می‌توان گفت، میزان پژوهش در کتاب کم است و دانش‌آموز را اندکی با متن کتاب درگیر کرده و به فکر می‌اندازد



پس از بررسی اطلاعات گردآوری شده خواهیم دید که:

$$I = \frac{e+f+g+h}{a+b+c+d} = \frac{3+2+22+4}{10+8+8+12} = \frac{31}{176} = 0/176$$

روش بررسی تصاویر و نمودارهای کتاب

برای بررسی تصاویر و نمودارهای کتاب به ترتیب زیر عمل می‌کنیم.

الف) حدود ۲۰ تصویر از قسمت‌های مختلف کتاب به‌طور اتفاقی تعیین می‌کنیم.

ب) تجزیه و تحلیل تصاویر و نمودارهایی که به‌صورت یکی از حالت‌های زیر است.

a) تصویرها و نمودارهایی که فقط به منظور توضیح و نشان دادن مطلب به کار گرفته می‌شوند.

b) تصویرها و نمودارهایی که از فراگیر می‌خواهد تا خود تعبیر و تفسیر را انجام دهد.

c) تصویرهایی که جز هیچ‌کدام از انواع a و b نباشد. بعد از تعیین تعداد هر نوع طبق فرمول می‌توان میزان توانایی کتاب را در به فکر انداختن فراگیران را بررسی کرد. اگر مقدار I بین ۰/۴ تا ۱ باشد کتاب تا میزان زیادی به این هدف دست یافته است اما اگر I از مقدار ۰/۴ کمتر باشد کتاب توانایی زیادی در به فکر انداختن دانش‌آموز در روند یادگیری فراگیران نداشته است.

جدول بررسی ضریب درگیری دانش‌آموز با تصاویر و نمودارها کتاب فیزیک ۱ پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی

ردیف	شکل		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	جمع تعداد	
	۱-۱	۱-۲																						
۱	۵	۱۱	▲																				۱۴	
۲	۱۴	۱۱	▲																					۶
۳																								۰

اکنون با توجه به جدول مشخص می‌شود که $a=14$ و $b=6$ است، لذا:

$$I = \frac{b}{a} = \frac{6}{14} = 0/428$$

روش بررسی پرسش‌های کتاب

در این بررسی ابتدا باید به انواع پرسش‌ها توجه کرد و دو نوع پرسش داریم:

۱. پرسش‌هایی که در متن کتاب وجود دارند.
۲. پرسش‌های آخر هر فصل یا بخش.

البته در بررسی پرسش‌های متن کتاب باید به موارد زیر توجه کرد.

الف) موقعیت پرسش: در هر متن باید بررسی کرد که فراوانی پرسش‌ها بیشتر در کدام قسمت از متن یا پاراگراف است. پرسش‌هایی در آخر پاراگراف مطرح می‌شوند نقش مؤثرتری در

یادگیری دانش‌آموز دارند و به طور کلی اولویت طراحی پرسش‌ها در متن به ترتیب در آخر، وسط و آنگاه اول پاراگراف است. ب) فاصله‌ی پرسش‌ها در متن کتاب: بین هر دو پرسشی که در متن می‌آید باید تعدادی جمله قرار گیرد. در مواردی که فاصله پرسش‌ها از یکدیگر از ۵ جمله کمتر یا بیشتر از ۱۵ جمله باید یادگیری کمتر خواهد شد.

روش بررسی پرسش‌های آخر فصل

الف) بیست پرسش به طور کاتوره‌ای از آخر ده فصل انتخاب می‌کنیم.

ب) هر کدام از پرسش‌های انتخاب شده را در یکی از گروه‌های زیر قرار می‌دهیم.

a) جواب این پرسش را می‌توان مستقیماً از کتاب به دست آورد

(ب) جواب به این پرسش مربوط به نقل تعاریف است.
 (c) برای پاسخ به این پرسش دانش آموز باید از آنچه در این فصل آموخته برای نتیجه گیری در مورد مسائل جدید استفاده کرد.
 (d) این پرسش از دانش آموز می خواهد مسئله ی خاصی را حل کند.

فصل را از رابطه ی زیر محاسبه می کنیم.

$$I = \frac{c+d}{a+b}$$
 حال اگر مقدار I بین ۰/۴ تا ۱ باشد ضریب درگیری دانش آموز با پرسش ها زیاد و اگر بین ۰/۴ تا صفر باشد این ضریب درگیری کم است.

(ج) شاخص درگیری دانش آموزان را در پرسش های آخر

ارزشیابی پرسش های پایان فصل

ردیف	جمع تعداد		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	
	پرسش ۲ ص ۳۳	پرسش ۱ ص ۳۳																					
a																							
b																							
c																							
d																							

منابع

- کتاب فیزیک ۱ پیش دانشگاهی رشته علوم ریاضی (پس از تغییرات)، تألیف دکتر اعظم پورقاسمی و ... سال ۱۳۸۶
- اصول برنامه ریزی درسی، تألیف دکتر محمد حسین یارمحمدیان، انتشارات یادوار کتاب، سال ۱۳۷۷
- ارزشیابی در خدمت آموزش، طاهره رستگار، ناشر: مؤسسه فرهنگی منادی تربیت، سال ۱۳۸۵ (چاپ پنجم)
- روش های اندازه گیری و ارزشیابی آموزشی، علی اکبر سیف، چاپ نیل، سال ۱۳۷۵

است و دانش آموز را اندکی با متن کتاب درگیر کرده و به فکر می اندازد.

(ب) ضریب درگیری دانش آموز با تصویرها و نمودارهای این کتاب برابر ۰/۴۲۸ بوده و از ۰/۴ بیشتر است لذا میزان درگیری دانش آموز با تصویرها و نمودارهای کتاب مناسب است.

(ج) ضریب درگیری دانش آموز با پرسش های پایان فصل کتاب برابر ۰/۴ است، لذا می توان گفت این ضریب درگیری دانش آموز با پرسش های پایان فصل بسیار زیاد است.

اکنون با توجه به اینکه $a=2$ و $b=0$ و $c=4$ و $d=14$ و با توجه به رابطه ذکر شده جهت محاسبه I می توان نوشت:

$$I = \frac{c+d}{a+b} = \frac{4+14}{2+0} = \frac{18}{2} = 9$$

نتیجه

(الف) چون ضریب درگیری دانش آموز با متن کتاب فیزیک ۱ پیش دانشگاهی رشته علوم ریاضی برابر ۰/۱۷۶ و کوچکتر از ۰/۴ است، لذا می توان گفت، میزان پژوهش در کتاب کم



ترازهای انرژی و دوجبه‌دو روی

ترجمه: زهراسادات مرتضوی
ناشر: فیزیک
کانون پژوهش‌های فیزیک

چکیده

در این مقاله چهار مثال از درس‌های ممکن درباره‌ی ترازهای انرژی را که می‌توان در دبیرستان تدریس کرد شرح داده شده است. ذره در جعبه، چاه مربعی متناهی، اتم هیدروژن، و نوسانگر هماهنگ. ترازهای انرژی با استفاده از شرط حالت پایا و رابطه‌ی دو بروی به دست می‌آیند. به ویژه ترازهای انرژی نوسانگر هماهنگ با استفاده از شباهت با حرکت دایره‌ای یکنواخت به دست می‌آید.

مدل موجی و کوانتس انرژی

تدریس فیزیک کوانتومی به دانش‌آموزان دبیرستان آسان نیست. چون دانش‌آموزان فیزیک کوانتومی را موضوعی بسیار مجرد و به لحاظ مفهومی مشکل می‌دانند. به علاوه آن‌ها زمینه‌ی ریاضیاتی مناسب را ندارند. دبیران دبیرستان می‌دانند که نوشتن و حل کردن معادله شرودینگر برای به دست آوردن ترازهای انرژی کوانتیده دشوار یا غیرممکن است، چون این معادله یک معادله‌ی دیفرانسیل مرتبه‌ی دوم است.

برای تدریس فیزیک کوانتومی در دبیرستان، دستیابی به این هدف آموزشی با استفاده از شرایط امواج ایستاده و رابطه‌ی دو بروی آسان‌تر است:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad (1)$$

که طول موج ذره، h ثابت پلانک، m جرم ذره و v سرعت آن است. در این مقاله من چهار مثال را شرح می‌دهم که تدریس آن برای دانش‌آموزان سال آخر دبیرستان امکان‌پذیر است: ذره در جعبه، چاه مربعی متناهی، اتم هیدروژن و نوسانگر هماهنگ. با مقایسه‌ی نتایج این پیش‌بینی با جواب‌های معادله‌ی شرودینگر می‌بینیم همان ترازهای انرژی مجاز با این روش ساده به دست می‌آیند.

ذره در جعبه

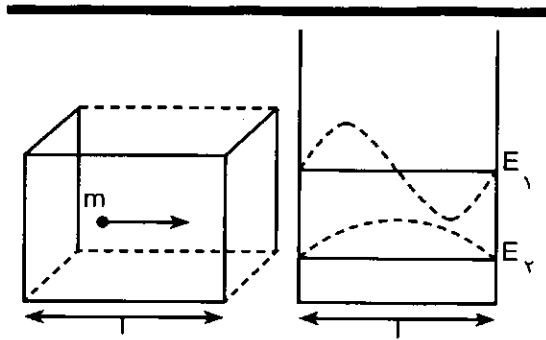
در این مورد ذره‌ای در یک چاه پتانسیل عمیق نامتناهی است که نمی‌تواند از آن فرار کند و در برخورد با دیواره‌ها هیچ انرژی از دست نمی‌دهد. انرژی مکانیکی ذره E ، انرژی جنبشی ثابت آن است:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

فرمول ویژه مقدارهای انرژی را می‌توان با در نظر گرفتن این که تابع موج ذره باید موجی پایا با گره‌ای در نقطه‌ی وارونی حرکت باشد به دست آورد. از نظر ریاضی، این یعنی (شکل ۱):

$$l = n \frac{\lambda_n}{2} \quad (3)$$

با استفاده از رابطه‌ی (۱) برای λ_n داریم،



شکل ۱. ذره در جعبه و دو ویژه تابع و ویژه مقدارهای آن

$$E = -\frac{1}{2}mv^2 \quad (۸)$$

با اعمال شرایط حالت پایا برای تابع موج الکترون،

$$\psi \pi r = n\lambda_n \quad (۹)$$

سپس، همان‌طور که در مورد قبل انجام دادیم با استفاده از رابطه‌ی (۱) به دست می‌آوریم،

$$\psi \pi r = n \frac{h}{mv_n} \Rightarrow r_n = \frac{nh}{\psi \pi m v_n} \quad (۱۰)$$

وقتی این رابطه را در رابطه‌ی (۷) قرار دهیم، داریم

$$\frac{e^2}{\psi \pi \epsilon_0 \left(\frac{nh}{\psi \pi m v_n}\right)} = mv^2 \Rightarrow v_n = \frac{e^2}{\psi \pi \epsilon_0 h n} \quad (۱۱)$$

و در نتیجه با استفاده از فرمول (۸) رابطه‌ی ترازهای انرژی اتم هیدروژن به دست می‌آید:

$$E_n = -\frac{me^2}{\lambda \epsilon^2 h^2} \frac{1}{n^2} \quad (۱۲)$$

این فرمول آخر مشابه معادله‌ی تراز انرژی بور است و با اندازه‌گیری‌های به دست آمده سازگار است.

نوسانگر هماهنگ

انرژی نوسانگر هماهنگ برابر است با:

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 a^2 \quad (۱۳)$$

که a دامنه‌ی نوسان، m جرم و $\omega = 2\pi f$ که f بسامد است. در حالی که در دو مورد دیگر سرعت ثابت بود، در این مورد سرعت برحسب زمان به شکل سینوسی تغییر می‌کند بنابراین نسبت دادن یک طول موج ثابت به نوسانگر امکان‌پذیر نیست. در این مورد لازم باید از طول موج موضعی صحبت کرد که مقدارش از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر تغییر می‌کند به‌ویژه وقتی جسم از مرکز

$$l = n \frac{h}{\psi m v_n} \Rightarrow v_n = \frac{h}{\psi m l} n \quad (۴)$$

بالاخره، با قرار دادن رابطه‌ی (۴) در (۲)، ترازهای انرژی ذره پتانسیل متقارن نامتناهی یک‌بعدی به دست می‌آید (شکل ۱):

$$E_n = \frac{h^2}{\lambda m l} n^2 \quad (۵)$$

چاه مربعی متناهی

برخلاف مورد قبل، اکنون ذره در جعبه‌ای محصور است که پتانسیل متناهی دارد. از دیدگاه کوانتوم مکانیکی این به معنی آن است که احتمال یافتن ذره در بیرون جعبه، حتی اگر انرژی ذره کمتر از ارتفاع سد پتانسیل باشد، وجود دارد. در این مورد احتمال وجود ذره در خارج از چاه وجود دارد، گرچه این احتمال به سرعت به صفر میل می‌کند (شکل ۲). محاسبه‌ای که در بالا برای پیدا کردن ویژه مقادیر مورد استفاده قرار گرفت نمی‌تواند در این مورد به کار برده شود زیرا تابع موج فراتر از دیوار گسترش می‌یابد، و نفوذ تابع موج در ناحیه‌ی خارج چاه با انرژی ذره تغییر می‌کند. اما، می‌توان گفت که ترازهای انرژی به هم نزدیک‌تر می‌شوند و قدرمطلق آن‌ها کوچک‌تر می‌شود (به شکل ۲ نگاه کنید).

اتم هیدروژن

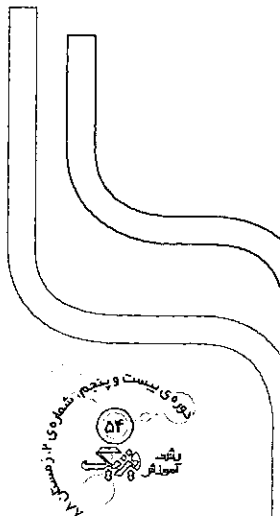
انرژی الکترون در اتم هیدروژن برابر است با:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{e^2}{\psi \pi \epsilon_0 r} \quad (۱۴)$$

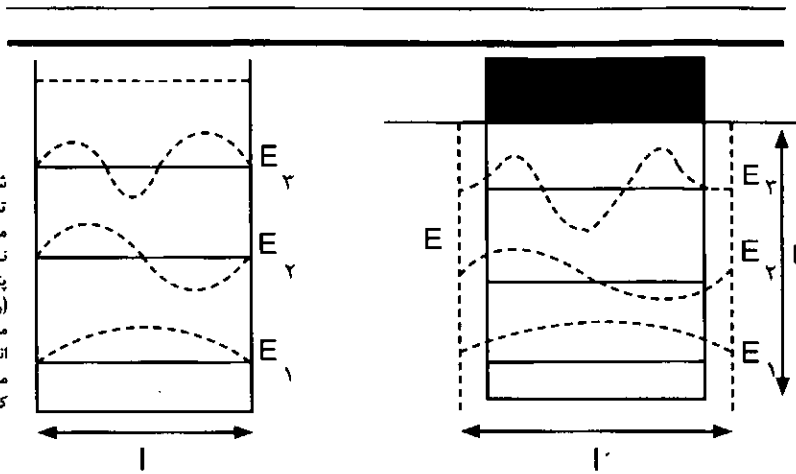
که e بار الکترون و ثابت دی‌الکتریک است. با فرض حرکت دایره‌ای یکنواخت، نیروی الکتروستاتیکی نیرویی مرکزگراست.

$$\frac{e^2}{\psi \pi \epsilon_0 r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow \frac{e^2}{\psi \pi \epsilon_0 r} = mv^2 \quad (۱۵)$$

با قرار دادن آن در رابطه‌ی (۱۴) به دست می‌آوریم:



شکل ۲. مقایسه ی ویژه تابع ها و ویژه مقدارهای مربوط به چاه پتانسیل نامتناهی (چپ) و چاه پتانسیل مربعی متناهی (راست). در چاه پتانسیل مربعی متناهی ترازهای انرژی به هم نزدیک تر می شوند و قدر مطلق آنها کوچک تر می شود



$$\gamma \pi a = n \frac{h}{mv} = n \frac{h}{m\omega a} \Rightarrow a^2 = \frac{nh}{\gamma \pi m \omega} \quad (15)$$

با قرار دادن این رابطه ی آخر در (۱۳) به دست می آوریم:

$$E_n = n \left(\frac{1}{\gamma} \right) hf \quad (16)$$

نتیجه گیری

در این مقاله ترازهای انرژی چهار دستگاه کوانتومی با استفاده از شرط حالت پایا و رابطه ی دوپروی به دست آمد. این روش مناسب کلاس های دبیرستان است که دانش آموزان هیچ آشنایی با معادله های دیفرانسیل ندارند و بنابراین انتگرال گیری معادله شرویدینگر میسر نیست. به ویژه فرمول ترازهای انرژی نوسانگر هماهنگ که به روش ابتدایی با شباهت آن با حرکت دایره های یکنواخت به دست می آید. نتیجه گیری های پیشنهادی در این مقاله به دبیران دبیرستان امکان نزدیک شدن به فیزیک کوانتومی را با برخی کاربردهای عددی می دهد که به دانش آموزان در فرایندهای ذهنی و مدل سازی دستگاهها کمک می کند

از این رابطه نتیجه می گیریم که فاصله ی دو تراز انرژی متوالی در نوسانگر هماهنگ همیشه مساوی $\frac{hf}{\gamma}$ است اما با در نظر گرفتن این که گذار بین یک تراز انرژی با تراز مجاورش با جذب یا گسیل یک فوتون با انرژی hf انجام می شود، نتیجه می گیریم که عدد n باید الزاماً فرد باشد و بنابراین رابطه ی (۱۶) به شکل مناسب تر پایین نوشته خواهد شد:

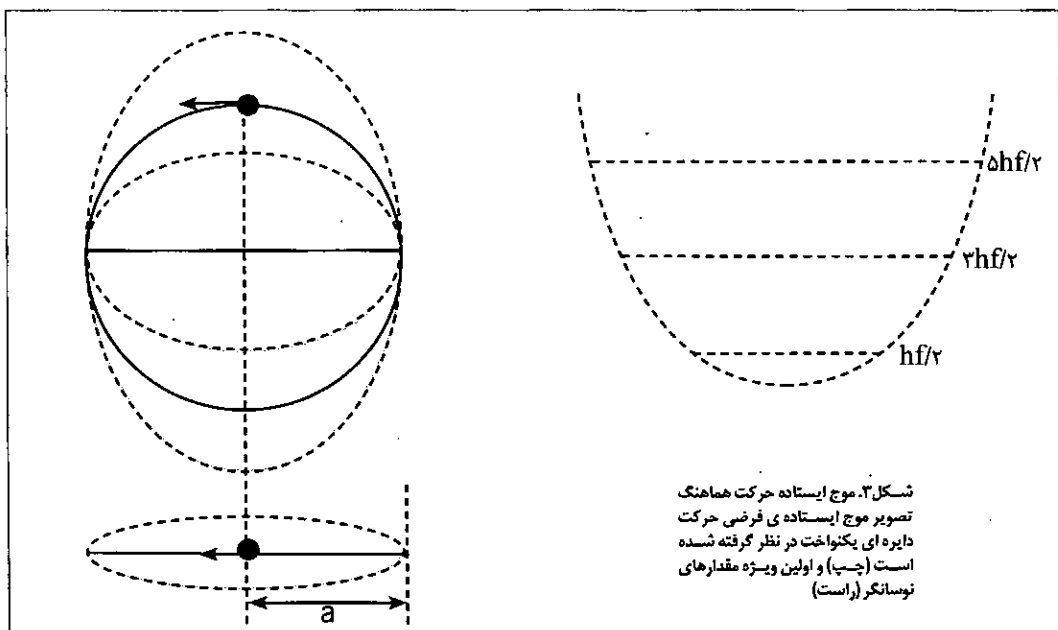
$$E_n = \left(n + \frac{1}{\gamma} \right) hf, n \in \mathbb{N} \quad (17)$$

این فرمول تراز انرژی برای نوسانگر هماهنگ است.

نوسان عبور می کند سرعت بزرگتری دارد و بنابراین طول موج در آن نقطه در مقایسه با نقطه ی نزدیک لبه ها کوچک تر است. خواننده متوجه است که در این مورد اعمال شرط موج ایستاده به سادگی امکان پذیر نیست. اما می توان با استفاده از شباهت حرکت هماهنگ و حرکت دایره ای یکنواخت رابطه ای برای ترازهای انرژی به دست آورد. در واقع از دیدگاه سینماتیک حرکت هماهنگ را می توان تصویر حرکت دایره ای یکنواخت تعریف کرد. اگر جسمی با حرکت هماهنگ جلو و عقب برود، همواره می توان یک حرکت دایره ای یکنواخت فرضی را با آن مرتبط ساخت. با این روش، موج ایستاده ی حرکت هماهنگ را می توان تصویری از موج ایستاده ی فرضی حرکت دایره ای یکنواخت در نظر گرفت (شکل ۳) و در نتیجه شرط حالت پایا را اعمال کرد.

$$\gamma \pi a = n \lambda_n \quad (18)$$

با استفاده از رابطه ی دوپروی و رابطه ی داریم:



شکل ۳. موج ایستاده حرکت هماهنگ تصویر موج ایستاده ی فرضی حرکت دایره ای یکنواخت در نظر گرفته شده است (چپ) و اولین ویژه مقدارهای نوسانگر (راست)

زیرنویس

I. Concetto Gianino

منبع

Concetto Gianino,
Physics Education,
2008, 43, pp 429-
432.



نامه‌ها

ما و خوانندگان

۶ آقای مرتضی واعظی، کارشناس ارشد شیمی فیزیک، نویسنده‌ی مقاله گزیده‌ای از کامپیوترهای کوانتومی. هرچند مقاله‌ی شما از لحاظ علمی بسیار خوب تنظیم شده است ولی متناسب با اهداف مجله‌ی رشد آموزش فیزیک نیست.

۷ خانم محبوبه آیت‌اللهی، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک. مقاله‌ی «فرکتال و مثال‌هایی از آن در طبیعت» متأسفانه دارای هیچ بار آموزشی نیست و مشابه آن پیشتر در مجله‌ی رشد آموزش ریاضی نیز به چاپ رسیده است.

۸ خانم خدیجه عسگرزایی. نویسنده‌ی «مقاله‌ی فیزیک و سلامتی». مطالب مقاله‌ی شما در حد مجلات ژرنالیستی و عامیانه است و مباحث عمیق‌تر آن نیز در کتاب‌های فیزیک پزشکی وجود دارد.

توضیح و تصحیح

در مقاله‌ی پیشنهادی برای یادگیری فیزیک با نظام آموزش فردی به قلم آقایان علی انصاری و مسعود صدراشرافی که در شماره‌ی ۸۸ مجله رشد آموزش فیزیک به چاپ رسید اشتباهاتی به چشم می‌خورد که ضمن پوزش از نویسندگان، این موارد به شرح زیر اصلاح می‌شود:

۱. در جدول‌های ۱-۴ و ۲-۴ و در متن، اعدادی که با ویرگول مشخص شده‌اند، اعدادی اعشاری هستند و در آن‌ها جای عدد صحیح و اعشار عوض شده است. مثلاً ۱۲ و ۱۵ باید ۱۲/۱۵ شود.
۲. در صفحه‌ی ۲۸، ستون اول و در دو خط آخر، دوازده نفر و شش نفر باید به نمره‌ی ۱۲ و نمره‌ی ۶ تغییر کنند.

۱ خانم مریم بهنام، دبیر فیزیک منطقه‌ی ۱۰ تهران، نویسنده‌ی مقاله «مواج فراصوتی و کاربرد آن در پزشکی». اصل این مقاله مبتنی بر گردآوری از مرجع ۳ است و بیشتر مطالب مقاله‌ی شما در آن مرجع موجود است.

۲ خانم زهرا بخشایش، دبیر فیزیک شهرستان اردستان، نویسنده‌ی مقاله «حیات کیهانی». موارد مطرح‌شده در مقاله‌ی شما در کتاب‌های نجوم و کیهان‌شناسی مقدماتی و حتی دایره‌المعارف‌های عمومی یافت می‌شود و حاوی هیچ نکته‌ی تازه‌ای نیست.

۳ خانم سپیده محبی، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک، مقاله «مرور مختصری بر تاریخچه و کاربردهای پدیده تونل‌زنی» فاقد هیچ‌گونه نکته‌ی خاص و مفیدی است که دبیران نتوانند در کتاب‌های درسی بیابند و مقاله «ظهور مکانیک کوانتومی» شما مطابق شروع هر کتاب درسی در زمینه‌ی مکانیک کوانتومی است و ویژگی خاصی ندارد.

۴ خانم مژگان نورنما، دبیر فیزیک سمنان، مقاله‌ی «تشنه‌کش» نویسنده‌ی مقاله انرژی تاریک عالم را پر می‌کند، ضمن تشکر از زحمت حضرت‌عالی، متأسفانه ترجمه‌ی شما چندان مناسب نیست، ضمن آن که مراجع انتخاب‌شده‌ی شما نیز اعتبار کافی ندارد.

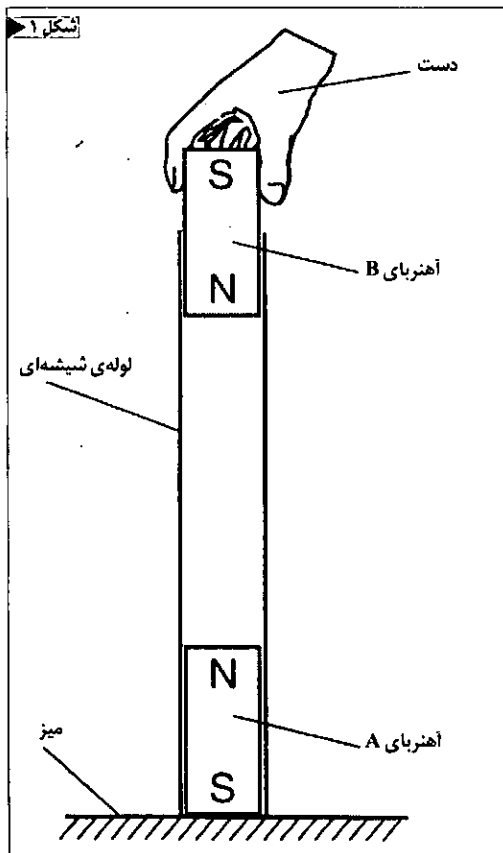
۵ خانم معصومه همتی قلایی، نویسنده‌ی مقاله‌ی «طیف‌نگاری رامان در نانولوله‌های کربنی». مقاله‌ی شما عمدتاً به مسائل تخصصی اختصاص دارد که این خارج از برنامه‌ی فعلی مجله‌ی رشد آموزش فیزیک است.

چند نمونه‌ی عملی

شیوه‌های نوین ارزشیابی در فیزیک

ترجمه: روح‌الله خلیلی یروجنی
www.avang.org

قسمت اول



نتیجه‌ی پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌ی آموزش و ارزشیابی نشان می‌دهد که پرسش‌های متداول و از جمله تست‌های چهارگزینه‌ای که پاسخ آن‌ها از پیش در ذهن طراحان مشخص است قابلیت ارزشیابی خلاقیت‌ها، ابداع‌ها، مهارت‌های تحلیل و تفسیر و همچنین تفکر نقاد دانش‌آموزان و داوطلبان آزمون‌ها را ندارد و نقش آن‌ها تقریباً به ارزشیابی آموخته‌ها در سطوح اولیه‌ی تفکر، هم‌چون به خاطر سپردن و درک سطحی مفاهیم محدود است. بنا به این تحلیل بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته طی دو دهه‌ی اخیر به ایجاد تنوع در کیفیت پرسش‌ها و شیوه‌های سنجش و ارزشیابی دست زده‌اند؛ به‌طوری که نظام‌های آموزشی و سنجش این کشورها در تمام آزمون‌های خود (مانند امتحان‌های نهایی و آزمون‌های گزینش دانشجویان برای ورود به آموزش عالی) از پرسش‌های تشریحی، چند انتخابی و چندگزینه‌ای متنوعی در مقوله‌های شناختی و مهارت‌های ذهنی و عملی استفاده می‌کنند.

به‌منظور آشنایی دیران عزیز با نمونه‌هایی از شیوه‌های نوین ارزشیابی در فیزیک، نمونه‌هایی از آزمون‌های GCSE که توسط دانشگاه کمبریج در ۸ سال گذشته تهیه شده‌اند ارائه خواهد شد^۱ سعی شده این پرسش‌ها از مباحث مختلف فیزیک باشند^۲.

۱- یک لوله‌ی شیشه‌ای به‌طور قائم روی میزی نگه داشته شده است. مطابق شکل ۱ آهنربای میله‌ای قوی A در ته لوله قرار دارد. اکنون آهنربای B درون لوله رها می‌شود. توضیح دهید چه اتفاقی برای آهنربای B رخ می‌دهد و چرا.

۲- شکل ۲ سامانه‌ی انتقال انرژی الکتریکی را از یک نیروگاه به خانه‌های مردم نشان می‌دهد.

(الف) در مکان‌های متفاوت این سامانه، ولتاژ ۲۲۰V، ۱۱۰۰۰V یا ۱۳۲۰۰۰V است. روی شکل ۲ ولتاژ مناسب هر مکان را بنویسید.

(ب) یک مزیت استفاده از ولتاژهای بالا برای انتقال الکتریسیته را بیان کنید.

۳- شکل ۳ اجزای مشابهی را نشان می‌دهد که به‌طور متفاوتی به یکدیگر وصل شده‌اند.

(i) مقاومت کل مدار چقدر است؟ یکی از جعبه‌ها را علامت بزنیید.

- ۴۰ Ω
- ۳۰ Ω
- ۲۰ Ω
- ۱۰ Ω

(ii) آمپرسنج A_2 مقدار $0/8A$ را می‌خواند. دو آمپرسنج دیگر چه عددی را می‌خوانند؟ در محل مناسب علامت بزنیید.

	بیشتر از $0/8A$	$0/8A$	کمتر از $0/8A$
A_1 نشان می‌دهد			
A_3 نشان می‌دهد			

۴- شکل ۴ مولکول‌های آب و مولکول‌های بخار آب را روی سطح آب نشان می‌دهد.

(الف) توضیح دهید چرا تنها تعداد کمی از مولکول‌های آب از سطح آب فرار می‌کنند. در توضیح خود از اصطلاح انرژی‌های مولکول استفاده کنید.

(ب) دو راه برای افزایش تعداد مولکول‌های آب که از سطح فرار می‌کنند بیان کنید.

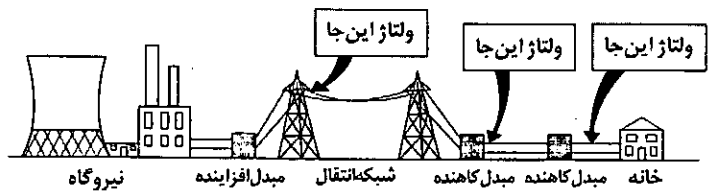
(پ) برای بخار شدن آب انرژی لازم است.

توضیح دهید چرا انرژی لازم است.

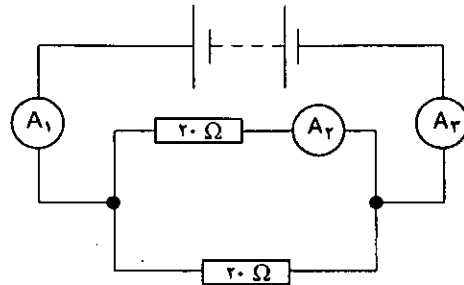
۵- شکل ۵ (الف) بستر عایق‌بندی شده‌ای را نشان می‌دهد که محتوی مقداری یخ صفر درجه سلسیوس است. با روشن کردن گرماده درون یخ، (الف) روی شکل ۵ نمودار تغییرات دما بر حسب زمان را وقتی همه‌ی یخ‌ها ذوب شده‌اند، رسم کنید.

(ب) پس از این که همه‌ی یخ‌ها ذوب شدند همچنان گرماده را روشن نگه می‌داریم و دما بالا می‌رود. پس از مدتی با وجود آن که گرماده روشن است، افزایش دما متوقف می‌شود.

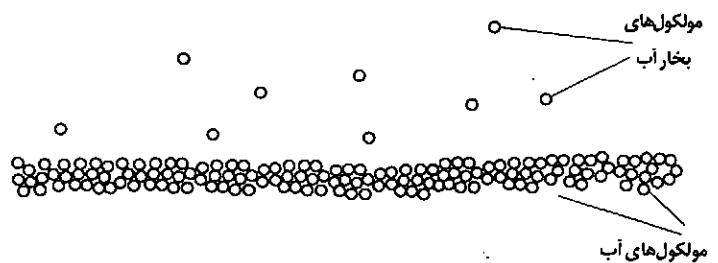
شکل ۲



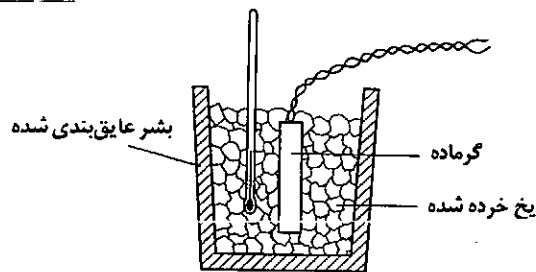
شکل ۳



شکل ۴



شکل ۵ (الف)



شکل ۵ (ب)



(i) توضیح دهید چرا با وجود روشن بودن بودن گرماده، افزایش دما متوقف می‌شود.

(ii) توضیح دهید برای انرژی دریافت شده توسط آب چه روی می‌دهد

۶-شکل ۶ مداری شامل یک لامپ و یک مقاومت متغیر را نشان می‌دهد.

مدار کار نمی‌کند. لامپ روشن نیست و با تغییر مقاومت متغیر لامپ همچنان خاموش می‌ماند.

مدار بالا را به گونه‌ای دوباره ببندید (رسم کنید) که با تغییر مقاومت متغیر، روشنایی لامپ نیز تغییر کند.

۷-الف) در یک مدار الکترونیکی نقش خازن چیست؟

(ب) در مدار شکل ۷ یک خازن و یک مقاومت بزرگ وجود دارد (i) کلید S_1 باز است. کلید S_2 بسته می‌شود، سپس دوباره باز می‌شود. اکنون ولت‌سنج چه عددی را می‌خواند؟

(ii) S_2 را همچنان باز نگه می‌داریم و S_1 را می‌بندیم و دوباره باز می‌کنیم. توضیح دهید چه اتفاقی برای عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد روی می‌دهد.

(iii) مدار شکل ۷ مثالی از یک مدار ساده تأخیر - زمانی است. یک کاربرد مدار تأخیر زمانی را توضیح دهید.

۸-شکل ۸ ابزاری را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان قدرت دو فنر با اندازه‌های یکسان که از مواد مختلفی ساخته شده‌اند را مقایسه کرد

الف) (i) توضیح دهید چگونه وزنه‌ها نیروی کشش در فنر تولید می‌کنند

(ii) توضیح دهید چرا این نیرو، مانند همه‌ی نیروها، کمیتی برداری است.

(ب) شکل ۹ نمودارهای مربوط به دو فنر را وقتی کشیده شده‌اند نشان می‌دهد.

(i) توضیح دهید کدام یک از فنرها سخت‌تر کشیده شده‌اند. از عددی روی نمودار برای صحت پاسخ خود استفاده کنید.

(ii) روی نمودار فنر ۲، نقطه‌ی p را علامت بزنید که نشان دهنده‌ی حد تناسب فنر است. توضیح دهید این نقطه را چگونه انتخاب کردید.

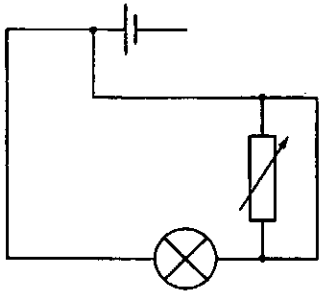
(iii) وقتی به هر کدام از فنرها نیروی ۱۵ نیوتونی اعمال می‌شود، با استفاده از نمودار تفاوت کشیدگی دو فنر را پیدا کنید.

۹- شکل ۱۰ یک سرنگ شیشه‌ای را نشان می‌دهد که محتوی مقداری هوا و تعداد بسیار زیادی ذره‌های گرد و غبار ریز است.

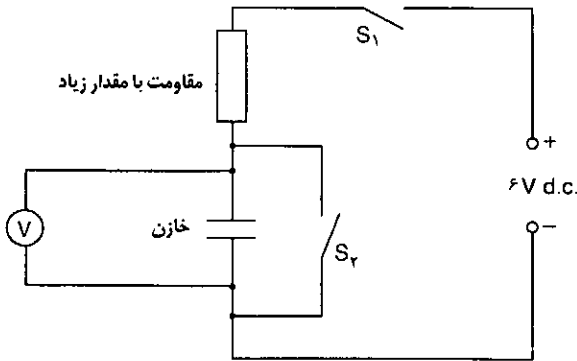
الف) توضیح دهید چرا ذره‌های غبار در هوا معلق‌اند و به پایین جدار شیشه‌ای سرنگ فرو نمی‌افتند.

(ب) فشار هوای درون سرنگ $2/0 \times 10^4 \text{ Pa}$ است. پیستون به آرامی فشرده می‌شود به گونه‌ای که دمای هوا ثابت بماند و حجم از 8.0 cm^3 به 25 cm^3 کاهش می‌یابد. فشار نهایی هوا را پیدا کنید.

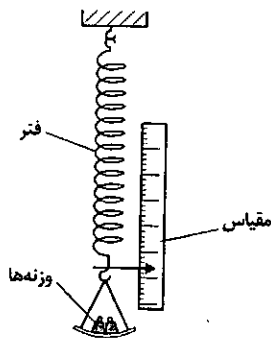
شکل ۶



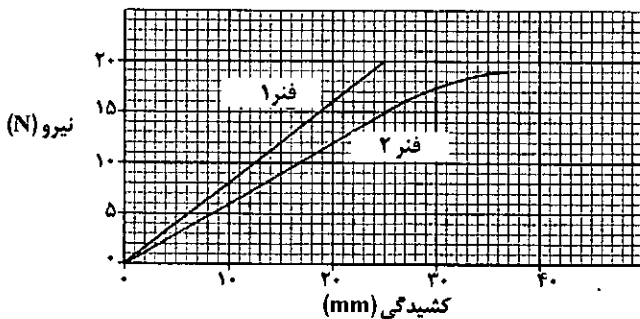
شکل ۷



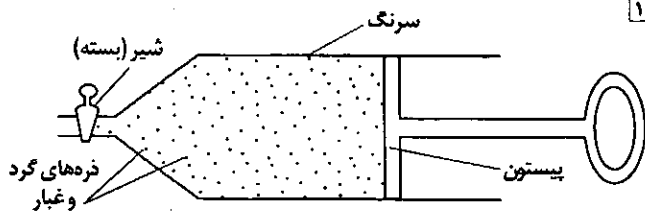
شکل ۸



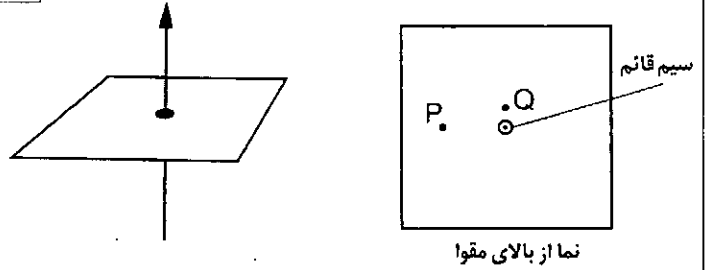
شکل ۹



شکل ۱۰



شکل ۱۱

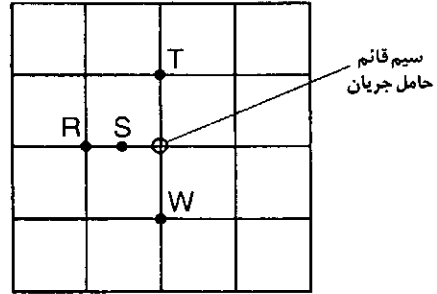


۱۵- شکل ۱۱ دونما از سیم قائم حامل جریان را نشان می‌دهد که از یک مقوای افقی عبور کرده است.

(الف) روی شکل

(i) یک خط میدان مغناطیسی (خط نیرو) را که از نقطه‌ی P می‌گذرد به‌طور کامل رسم کنید و جهت آن را با پیکان نشان دهید.
(ii) در نقطه‌ی Q پیکانی رسم کنید که نشان‌دهنده‌ی جهت‌گیری یک عقربه‌ی مغناطیسی است که در این نقطه قرار داده شده است.

شکل ۱۲

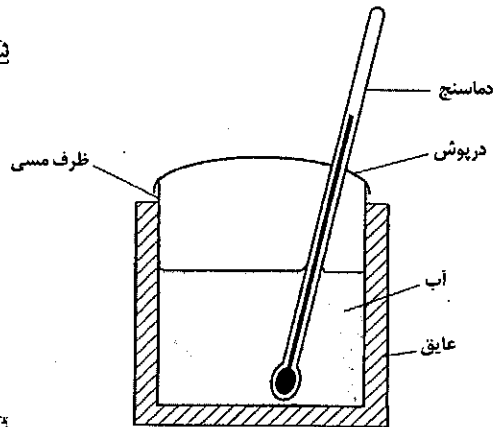


(ب) اثر هر یک از موارد زیر را بر جهت‌گیری عقربه‌ی مغناطیسی در نقطه‌ی Q شرح دهید.

- (i) جریان عبوری از سیم افزایش یابد.
- (ii) جهت جریان عبوری از سیم تغییر کند.

(پ) شکل ۱۲ نمایی از یک سیم قائم حامل جریان دیگری را نشان می‌دهد که از یک مقوای افقی عبور کرده است. این مقوا با مقیاس cm مدرج شده است. نقطه‌ی W به‌طور عمودی در یک سانتی‌متری بالای مقوا قرار دارد.

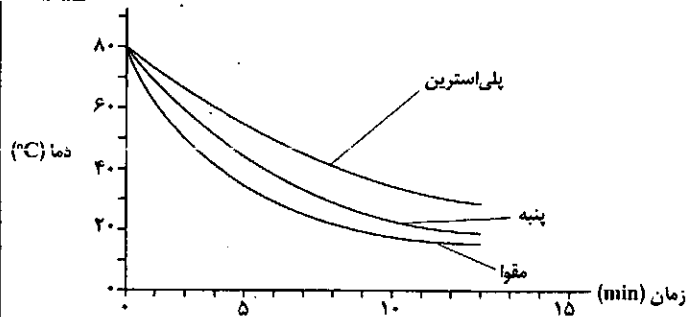
شکل ۱۳



شدت میدان مغناطیسی را در T، S و W برحسب شدت میدان مغناطیسی در R بیان کنید. نقطه‌های R، S و T روی صفحه‌ی مقوایی قرار دارند. در پاسخ خود از واژه‌های ضعیف‌تر، همان شدت، یا قوی‌تر استفاده کنید.

۱۱- دانش‌آموزی می‌خواهد به کمک آزمایش میزان عایق بودن پنبه، مقوا، و پلی‌استرین را با یکدیگر مقایسه کند. به این منظور وسایلی مانند، دماسنج، زمان‌سنج، آب داغ، ظرف مسی با درپوش تهیه کرده است (شکل ۱۳).

شکل ۱۴



دانش‌آموز یکی از عایق‌ها را دور ظرف می‌پیچد و آب داغ درون آن می‌ریزد و دما و زمان را می‌خواند تا این که آب سرد شود. سپس این آزمایش را با عایق‌های دیگر انجام می‌دهد.

نمودار شکل ۱۴ چگونگی تغییر دما با زمان را برای هر سه عایق نشان می‌دهد که توسط این دانش‌آموز رسم شده است.

(الف) با استفاده از اطلاعات روی نمودار، کدام یک از این مواد بهترین عایق است؟

(ب) در این آزمایش، کنترل متغیرها مهم است. سه متغیر را پیشنهاد کنید که دانش‌آموز باید در حین انجام این آزمایش آن‌ها را ثابت نگه دارد.

شکل ۱۵

۱۲- از چهار میله‌ی A، B، C، D دو میله‌ی آهنی و دو میله‌ی آلومینیومی هستند. نتیجه‌ی سه آزمایش با این میله‌ها در شکل ۱۵ نشان داده شده است. جنس هر کدام از میله‌ها را تعیین کنید.

A	B	دافعه
A	C	جاذبه
B	D	بدون اثر

با مجله‌های رشد آشنا شوید

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

مجله‌های عمومی دانش آموزی

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

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

مجله‌های عمومی بزرگسال

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

- ♦ **رشد آموزش ابتدایی** - رشد آموزش راهنمایی تحصیلی
- ♦ **رشد تکنولوژی آموزشی** - رشد مدرسه فردا - رشد مدیریت مدرسه - رشد معلم

مجله‌های اختصاصی

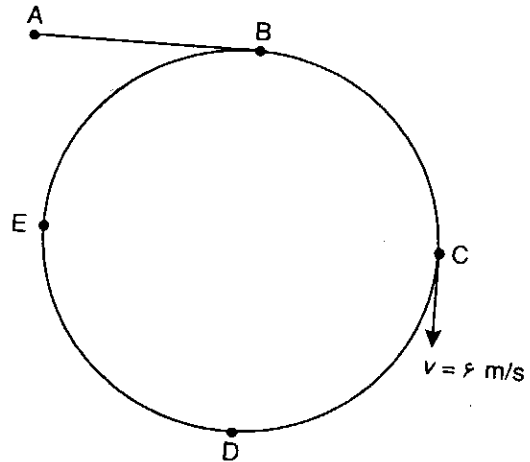
(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- ♦ **رشد برهان راهنمایی** (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)
- ♦ **رشد برهان متوسطه** (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی)
- ♦ **رشد آموزش قرآن** - **رشد آموزش معارف اسلامی** - **رشد آموزش زبان و ادب فارسی** - **رشد آموزش هنر** - **رشد مشاور مدرسه** - **رشد آموزش تربیت بدنی** - **رشد آموزش علوم اجتماعی** - **رشد آموزش تاریخ** - **رشد آموزش جغرافیا** - **رشد آموزش زبان** - **رشد آموزش ریاضی** - **رشد آموزش فیزیک** - **رشد آموزش شیمی** - **رشد آموزش زیست‌شناسی** - **رشد آموزش زمین‌شناسی** - **رشد آموزش فنی و حرفه‌ای** - **رشد آموزش پیش‌دبستانی**

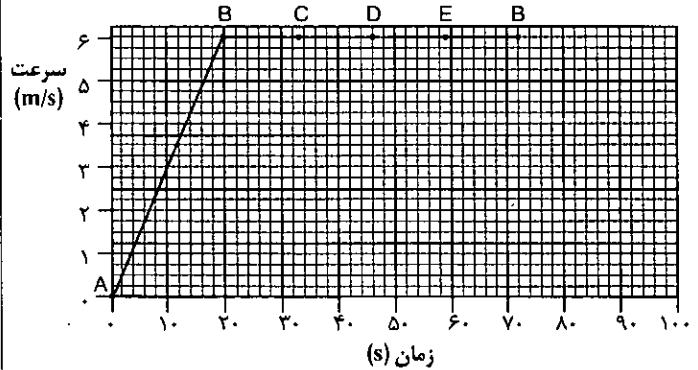
مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران، مربیان و مشاوران مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند.

- ♦ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک آموزشی.
- ♦ نامبر: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۱۴۷۸
- ♦ تلفن: ۰۲۱ - ۸۸۸۴۹۰۹۹
- ♦ www.roshdmag.ir ♦ [E-mail: info@roshdmag.ir](mailto:info@roshdmag.ir)

شکل ۱۶



شکل ۱۷



۱۳- موتورسواری حرکت خود را از حال سکون از نقطه‌ی A شروع می‌کند و مسیر ABCDEB را می‌پیماید (شکل ۱۶).

نمودار سرعت زمان این موتورسوار مطابق شکل ۱۷ است.

(الف) با توجه به شکل‌های ۱۶ و ۱۷ نوع حرکت موتورسوار در هریک از موارد زیر توصیف کنید

(i) در طول AB.

(ii) در طول BCDEB.

(ب) سرعت موتورسوار در نقطه‌ی C برابر $v=6\text{m/s}$ است. یک شباهت و یک تفاوت بین

سرعت موتورسوار در نقطه‌ی C و نقطه‌ی E بیان کنید.

(پ) مطلوب است:

(i) محاسبه‌ی طول مسیر موتورسوار از A تا B.

(ii) محاسبه‌ی محیط مسیر دایره‌ای BCDEB.



برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط:

- ۱- پرداخت مبلغ ۵۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله‌ی درخواستی، به صورت علی الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه‌ی سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.
- ۲- ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک با پست سفارشی. (کپی فیش رانزد خود نگه دارید.)

نام مجله های درخواستی :

.....

نام و نام خانوادگی:

.....

تاریخ تولد:

.....

میزان تحصیلات:

.....

تلفن:

.....

نشانی کامل پستی:

.....

استان:

.....

خیابان:

.....

پلاک:

.....

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

.....

امضا:

● امور مشترکین: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶-۷۷۳۳۶۶۵۵

● صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

● 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.

۱۴- دانش‌آموزی نوسان یک خط‌کش را بررسی می‌کند یک سر خط‌کش روی میز است و سر دیگر آن به فتری در فاصله‌ی ۹۰cm وصل شده است (شکل ۱۸).
 دوره‌ی نوسان با تغییر وزنه‌ی ۲۰۰g روی مکان‌های مختلف خط‌کش تغییر می‌کند. دانش‌آموز زمان ۱۰ نوسان را برای هر موقعیت وزنه روی خط‌کش ثبت می‌کند. همچنین فاصله‌ی d را که از یک‌سر خط‌کش تا مرکز وزنه است، اندازه می‌گیرد. در جدول زیر مقایسه ثبت شده داده شده است.

d(cm)	t(s)	T(s)
۲۰/۰	۳/۴	
۴۰/۰	۴/۴	
۵۰/۰	۴/۹	
۶۰/۰	۵/۳	
۷۰/۰	۶/۰	
۸۰/۰	۶/۳	

(الف) دوره‌ی T را برای هریک از موارد داده شده در جدول محاسبه کنید.

(ب) نمودار d(cm) (محور X) را بر حسب T(s) (محور Y) رسم کنید (شکل ۱۹).

(پ) به کمک نمودار وقتی $d=۵۵/۰$ cm است دوره‌ی تناوب T را تعیین کنید.

(ت) دانش‌آموز پیشنهاد می‌کند که دوره‌ی T با d متناسب است. با دلیل بیان کنید آیا

نتایج شما این گفته را تأیید می‌کند.

۱۵- به کمک وسایلی مطابق شکل ۲۰ تصویر واضح بر روی پرده تشکیل شده است.

(الف) (i) به کمک خط‌کش، فاصله‌ی شی روشن تا مرکز عدسی را پیدا کنید.

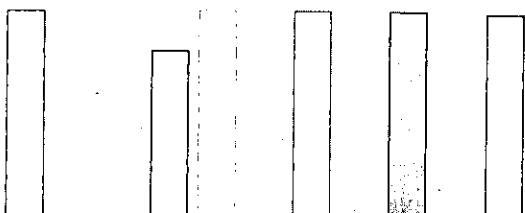
(ii) به کمک خط‌کش فاصله‌ی مرکز عدسی تا پرده را پیدا کنید.

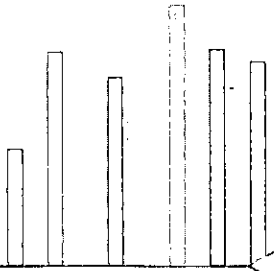
(iii) چون ابزارهای نشان داده شده در شکل ۲۰ با $\frac{1}{۵}$ اندازه‌ی واقعی است؛ فاصله‌ی واقعی p بین شی، و عدسی، و فاصله‌ی واقعی q بین عدسی و پرده را حساب کنید.

(iv) بزرگنمایی عدسی را در این وضعیت، $m = \frac{q}{p}$ ، پیدا کنید.

(ب) شی روشن به صورت یک مثلث است (شکل ۲۱).

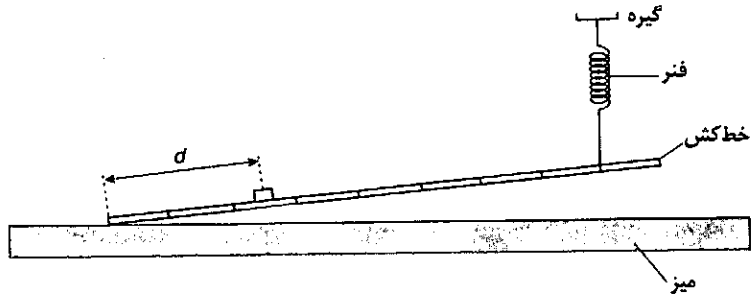
شکل تصویری را که روی پرده تشکیل شده است رسم کنید.



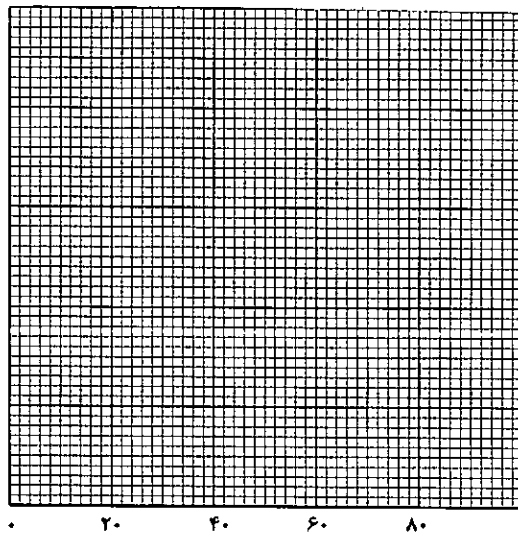


تست‌های

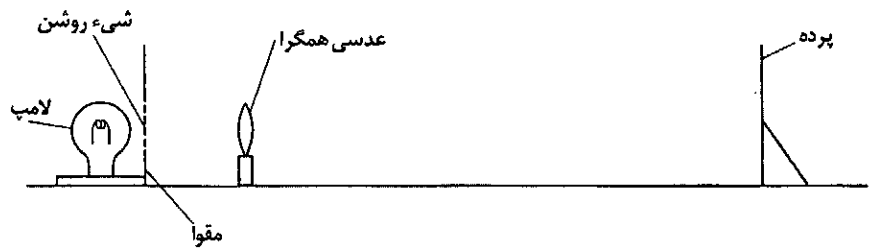
چهار گزینه‌ای که پاسخ
 آن‌ها از پیش در ذهن
 طراحان مشخص
 است قابلیت ارزیابی
 خلاقیت‌ها، ابداع‌ها،
 مهارت‌های تحلیل و
 تفسیر و همچنین تفکر
 نقاد دانش‌آموزان و
 داوطلبان آزمون‌ها را
 ندارد.



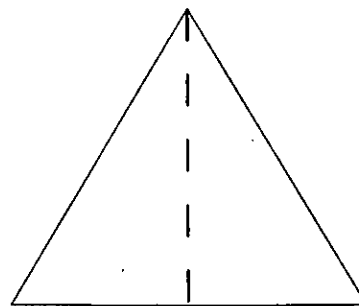
شکل ۱۸



شکل ۱۹



شکل ۲۰

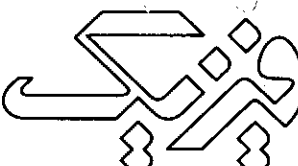


شکل ۲۱

زیرنویس
 1. International General
 Certificate of Secondary
 Education Cambridge
 International Examinations
 ۲. همکاران عزیزی که مایل به دریافت فایل
 کامل پرسش‌ها هستند با پست الکترونیکی
 زیر تماس بگیرند
 khalily@gmail.com



IN THE NAME OF ALLAH

88  Roshd

Naturte and importance of physics / A.Ahmadi / 2

Education and knowing / J.Riazi / 3

Energy conservation simplified / Eugen Hecht / 7

A Perlude to the study of physics / R.S. Sciamanda / 12

The Role of memory in Science education / N. Razaghi zonoz / 16

Physics Frontrier / M. Rahbar / 20

The Flying circus of physics / J. Walker / 24

Beauty: only in the eye of beholder? / Johe Rosen / 30

Magnetic force on a charged moving particle

H. Etehad mehrabad / 33

Microscopic Simulation of materials / M. Ilkhani / 35

The game of modeling in physics edcation

N. Noori, F. Ahmadi / 38

Hall determination of atomic radii of alkali metals

A.Houari / 42

Vision of fish in air / G. Colicchia / 45

Evaluation of preuniversity physics 1 using william Roomi method

/ S.Tadji / 48

Energy levels and de Broglie relationship for high school studentns /

C. Gianina / 53

With the readers / 56

New methods of evaluation in physics / R.Khalili / 57



Ministry of Education
Orgnizational 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.25- No.89- 2009

Managing Editor: Mohammad Naseri

Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar

Executive Director: Ahmad Ahmadi

Graphic Designer: Navid Andarodi

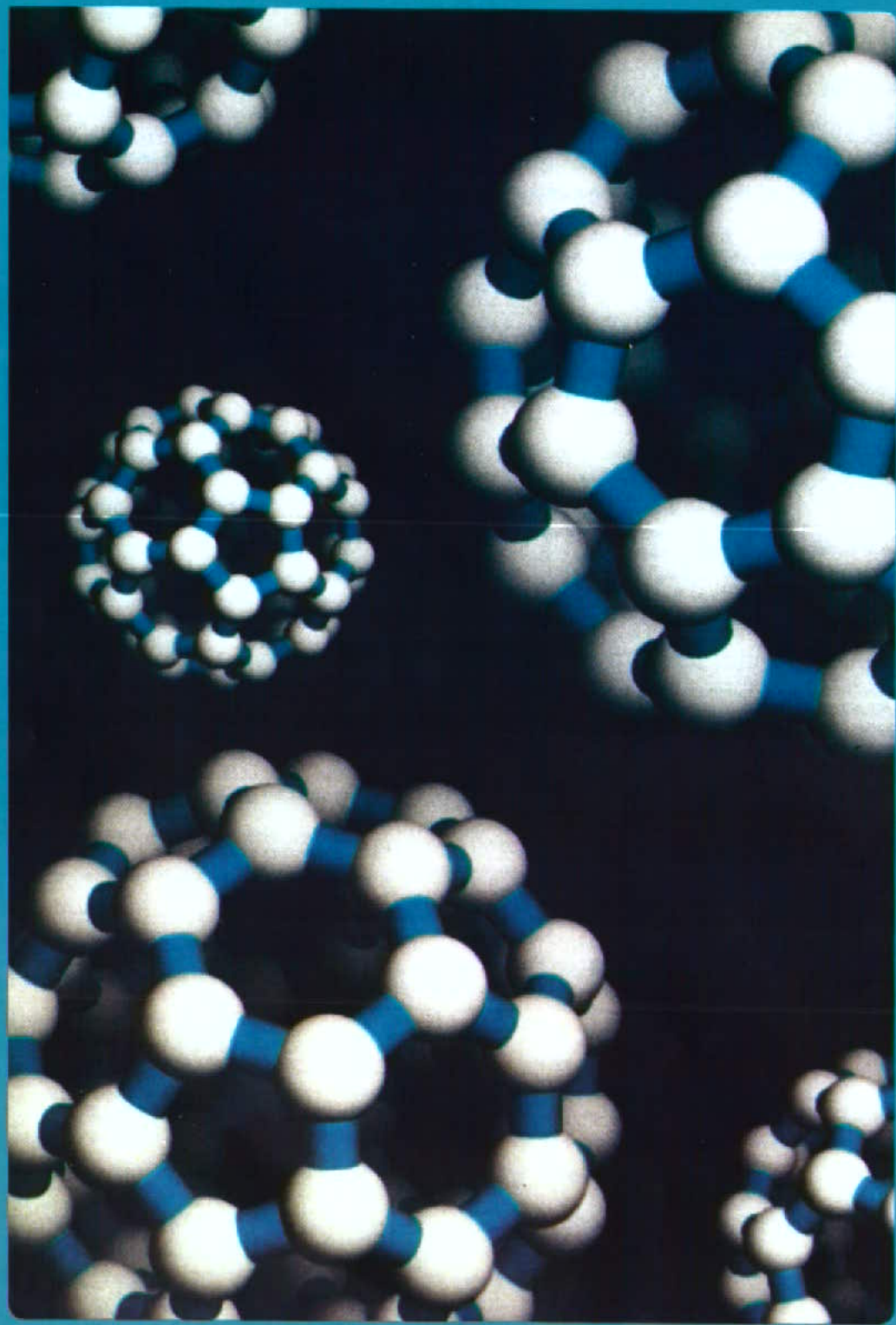
Editor Board: Ahmad Ahmadi,

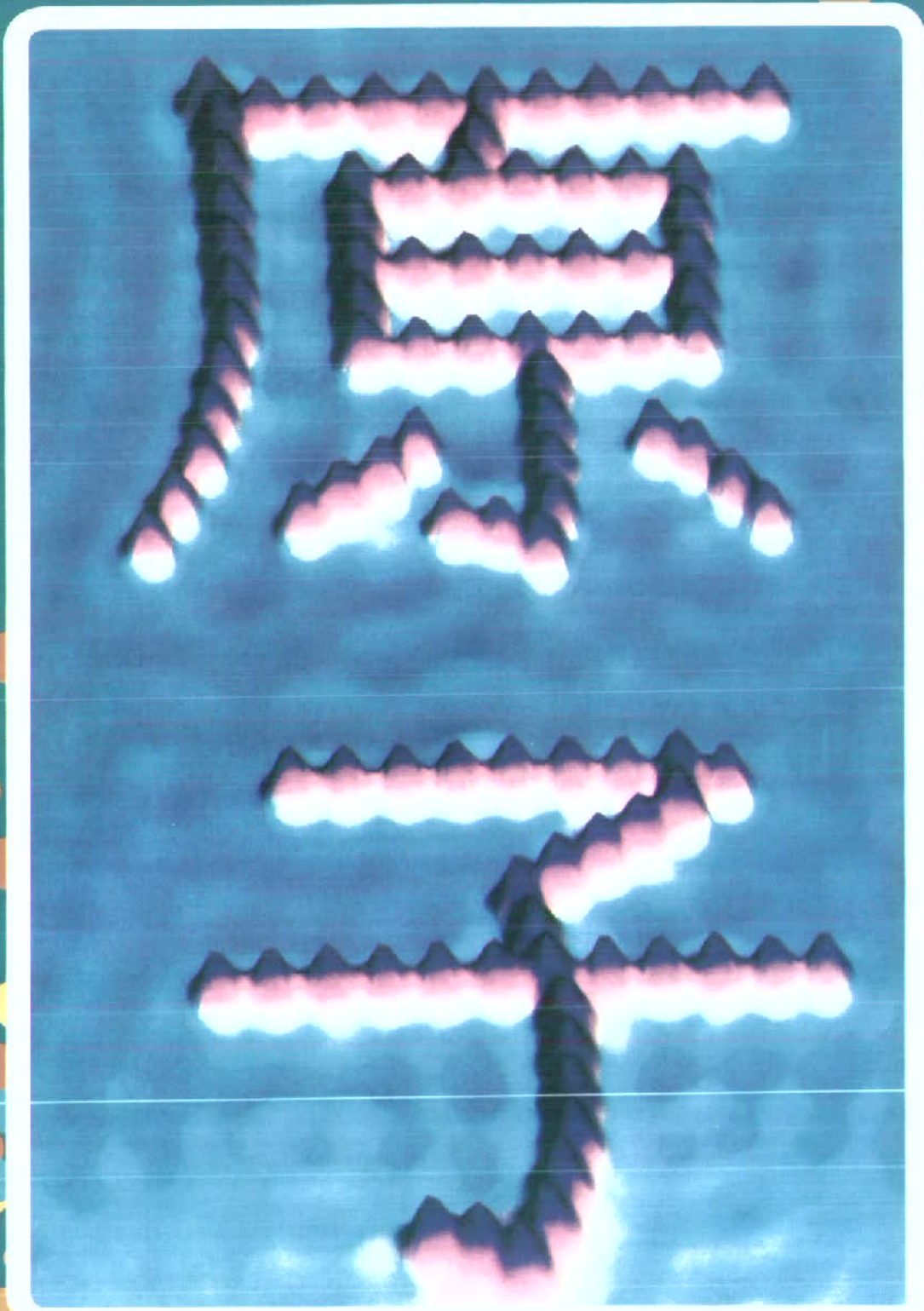
Rouhollah Khalili, M.R. Khoshbin-e-

Khoshnazar, Jafar Mehrdad, Manijeh

Rahbar

کربن مولکول‌های C_{60} کروی بسیار
پایداری را تشکیل می‌دهد





شناسه‌ی **Kangi** (به معنی اتم) که
در مرکز تحقیقاتی آلمان **IBM** واقع
در سن‌خوزه‌ی کالیفرنیا با استفاده
از یک میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی
ایجاد شده است.