ISSN 1606-917X

رشد آموزش فیزیک ۸۹

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

www.roshdmag.ir

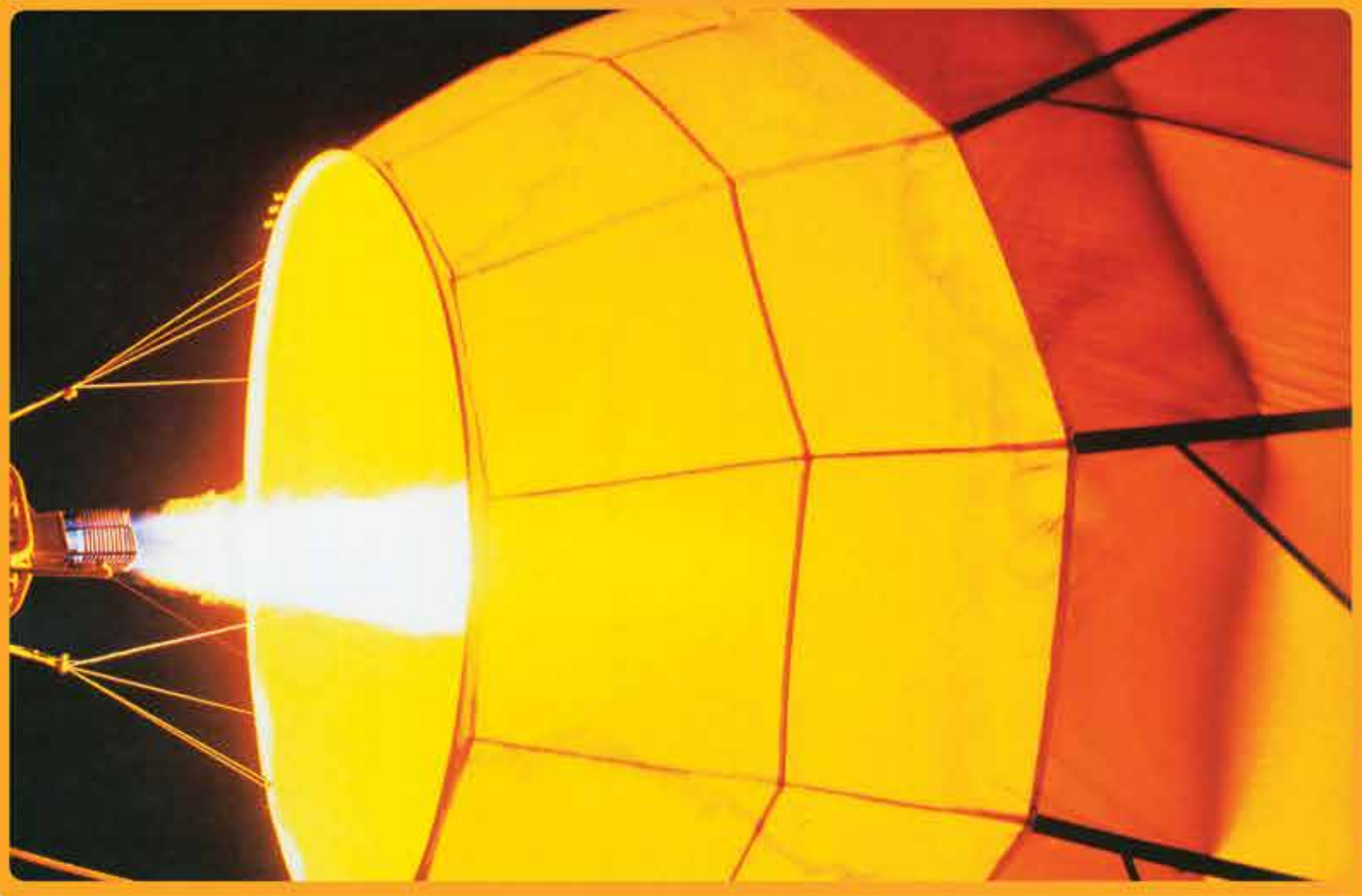
فصلنامه ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
دوره بیست و پنجم، شماره ی ۲، زمستان ۱۳۸۸/ ۶۴ صفحه/ ۴۵۰۰ ریال

آموزش و دانایی

شبیه‌سازی میکروسکپی مواد

دید ماهی در هوا

مدل ها و نقش آن ها در علم



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

بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک ۸۹

دوره‌ی بیست و دوم • شماره‌ی ۳ • سال 1388

سرمقاله (درس‌هایی از یک زلزله) / 2

مقاله / 3

مقاله / 7

مقاله / 12

مقاله / 16

مقاله / 20

مقاله / 24

مقاله / 30

مقاله / 33

مقاله / 35

مقاله / 38

مقاله / 42

مقاله / 45

مقاله / 48

مقاله / 53

معرفی کتاب / 56

مقاله / 57

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

شورای برنامه‌ریزی:
مدیر مسئول:
سردبیر:
مدیر داخلی:
ویراستار:
صفحه‌آرا:
طراح جلد و صفحه‌آرا:
نشانی دفتر مجله:
تلفن دفتر مجله: 021-88305862 (۳۷۰-۳۷۴)
تلفن امور مشترکان: 021-88301482
چاپخانه:
نشانی چاپخانه:
صفحه‌بندی:
تیراژ:
لیتوگرافی:
چاپ:
صحافی:
قیمت:

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

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

سرمقاله

ماهیت و اهمیت علم فیزیک

احمد احمدی

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 توسعه ی 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 می‌کنند. 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.

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 تجریدی در کلاس درس صورت می‌گیرد که سبب می‌شود تا درصد بسیار زیادی از شهروندان با علوم جدید بیگانه باشند و روش زندگی در دنیای جدید را نشناسند.

عامل دیگری که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرد تشخیص تفاوت گذراندن موفقیت‌آمیز امتحان‌ها و آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی با یادگیری مؤثر و موفقیت‌آمیز فیزیک است. شاید افراد بتوانند با مطالعه و حفظ‌کردن 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 به‌کار 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.

آموزش دانایی

جهانگیر ریاضی

چرا؟

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 «حضوری دانا» در محیط رویداد آغاز می‌گردد. حضوری که عناصر رویداد یا پدیده را به‌دقت می‌بیند، رابطه‌ی بین این عناصر را درک کرده با استفاده از این رابطه می‌تواند به قانون‌های ناظر بر رویداد پی ببرد و با اتکا به این قانون‌ها می‌تواند بر روند تغییرات رویداد تأثیر بگذارد.

چگونه؟

«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 آزاردهنده 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 آن‌گونه 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

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!

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 است. درحالی‌که 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. لاز م است معلمان، دانش‌آموزان و خانواده‌ها با جایگاه دانایی در بالا رفتن کیفیت زیستن انسان در این جهان آشنا گردیده و آن را باور کنند.

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

جهان واقعی نخواهند بود. و این یعنی، به‌ازإ 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. ذهنِ 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 جزیی‌تر امکان‌پذیر می شود. بنابراین «ذهن دانا» خود را درگیر یک مسئله‌ی جزیی 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 نمی کندکه 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 اتکإ به نفس در مقابل آن‌چه نمی‌داند واژه‌ی «نمی‌دانم» را جاری می‌سازد!

ssssssss ssssssss ssssss

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 انگیزه ای کافی این محیط آموزشی را در ذهن خود «شبیه‌سازی» 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 جزیی 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.

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 ایجاد می‌نماید. او می‌داند که مهربانی با دیگران نباید به ازای 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 «بزرگ‌شدن» 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.

«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 زمانِ 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 ماندن 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 ماندن» 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 هریک از این لحظات می‌تواند گامی در مسیر بزرگ شدن بوده و او را در فضای یک تغییر کیفی قرار می‌دهد.

انرژی شکل ساده‌ی پایستگی

نویسنده: یوجین هشت[1]
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 این‌که 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 نرده‌ایِ 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) کمّی می‌شوند، در تمام فرایندهای فیزیکی به‌کار برد.

دینامیکِ نسبیتی به چندین روش مختلف تفسیر شده است؛ در اینجا رهیافت جدیدتری را به‌کار 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 $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-2}$ است. در نتیجه، انرژی کل یک ذره یا مجموعه‌ای از ذرات ـ یک اتم یا یک آووکادو ـ 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 تشکیل‌دهنده‌ی دستگاه، ضرب در c^2 و، (ب) انرژی‌های پتانسیل (مثبت یا منفی) تمام اعضای برهم‌کنش‌کننده‌ی دستگاه، و (ج) مجموع انرژی‌های جنبشی تمام ذره‌های تشکیل‌دهنده است که اغلب به‌صورت نامنظم در دستگاه حرکت می‌کنند[۲]. E_0 برخلاف انرژی داخلی ترمودینامیکی، شامل انرژی جرم تمام ذره‌های تشکیل‌دهنده 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 سازمان‌یافته‌ی** دستگاه به‌صورت یک‌پارچه 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 $۶/۸eV/c^2$ از جرم بر اثر برهم‌کنش الکترومغناطیسی می‌شود. وقتی اتم فوتونی را جذب می‌کند و به حالت برانگیخته می‌رود، جرم اتم به اندازه‌ی $h\gamma/c^2$ 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 جزیی هستند، اما وجود دارند و از دید فیزیکی و فلسفی دارای اهمیت زیادی هستند.

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) کمّی می‌شوند، در تمام فرایندهای فیزیکی به‌کار برد

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 تشکیل‌دهنده‌ی 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. نسبیت ـ مستقل از چگونگی بیان آن ـ مدت‌هاست که مشخص کرده است که انرژی گرمایی مستقیماً با جرم دستگاه در ارتباط است [۴]. برای مثال، برای افزایش دمای آب به اندازه‌ی $1/00^{\circ}C$، ۱/۰۰ kcal یا ۱/۰۰K kal انرژی گرمایی به آن اضافه شود و در نتیجه جرم آب به اندازه‌ی $4/186\times10^{3}\,J/c^{2}=4/666\times10^{-14}\,kg$ (که البته مقدار زیادی نیست) افزایش می‌یابد. **تغییر انرژی گرمایی به‌صورت 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 گرم‌شدن 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 اندازه‌ی $\Delta m = W/c^{2}$ افزایش می‌یابد[۵]؛ «اتلافِ 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 اندازه‌ی $(\Delta m = W/c^{2})$ افزایش می‌یابد. اینکه او چگونه این کار را انجام می‌دهد، مسئله‌ی 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 به‌صورت تغییر در E_{0} (یعنی جرم)، یا در KE، یا هر دو ظاهر می‌شود.

علاوه بر گرما و کار، انرژی به‌صورت 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 انیشتین[۳] (۱۹۰۵) و جی. ان لوییس[۴] (۱۹۰۸) حاصل شده است.

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 خواهدشد. **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 ـ شخصی که جعبه

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، $KE \rightarrow \Delta n \rightarrow KE$.

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 ـ **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 Cn^{68}) از حالت پایه به حالت برانگیخته برود، جرم آن (در این مثال به اندازه‌ی $716/7 keV/c^2$) افزایش می‌یابد که این افزایش جرم در واقع با استفاده از دام پنینگ۵ محاسبه شده است[۷]. به همین ترتیب هرگاه۱kg هیدروژن در برهم‌کنش با ۸kg اکسیژن ترکیب شود تا آب تولید کند، تقریباً $10^8 J$ انرژی آزاد می‌شود که نظیر کاهش جرم $\gamma = (1 - v^2 / ckg)$ 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 ۲۰کیلوتنی تقریباً $10^{14} J$ انرژی آزاد می‌کند که تقریباً معادل با ۱g است. بمب هسته‌ای جرم را به انرژی جنبشی تبدیل می‌کند.

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

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 ـ یعنی این فرایند تلویحاً همان «انتقال» است؛ برای مثال سیخ داغی که در فنجانی 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 درنقطه 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 $\Delta KE = KE_i - Ke_f$ به‌دست 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_1) زیاد باشد، پروتون‌ها می‌توانند به اندازه‌ی کافی به هم نزدیک شوند تا یک تا تعداد بیشتری ذره‌ی اضافی مثلاً یک پیون خنثی $\Delta m \pi^\circ = \Delta KE / c^2$ ظاهر شود:

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

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 E_0 (در مدت $0/8\times10^{-16}\,s$) 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 از 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 می آورند. 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 فوتونِ هم‌ارز آن (ΔKE_1) 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 ـ دست کم آن را به شیوه‌ی سنتی به این شیوه توصیف می‌شود. با بالا رفتن گلوله انرژی جنبشی آن کاهش و جرم دستگاه زمین ـ گلوله افزایش می‌یابند. انرژی جنبشی گلوله در نقطه‌ی اوج صفر است و جرم دستگاه زمین ـ 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 ـ 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 وغیره) 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 جنبشی‌تبدیل 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 m_{π^0} کاهش می‌یابد. در نتیجه بخشی از m_{π^0} به‌صورت کار (W) ظاهر می‌شود و بقیه‌ی آن، ، به‌دلیل 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 به‌صورت روشن کردن، هل دادن یا چرخیدن باشد، بیشتر انرژی جنبشی است.

انرژی یک جسم شامل **انرژی سکون** / یا انرژی حرکتی آن است. این انرژی‌ها معادل انرژی جرم $PV = \alpha T$ و انرژی جنبشی (KE) هستند. شکل‌های مختلف انرژی پتانسیل (PE) معادل با تغییرات جرم یک دستگاهِ دارای قسمت‌های برهم‌کنش‌کننده است. **در تمام کاربردها می‌توان پایستگی انرژی را به‌صورت 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: $p = \gamma m v$ (m جرم مستقل از سرعت کلاسیک است). به‌دلیل ضرورت‌های فیزیک ذرات جدید، اولی را انتخاب خواهیم کرد. در حالتی که: (۱) جرم از سرعت مستقل است، (۲) $(\Delta K E_1)$ و نه $E = mc^2$ (۳) $(\Delta K E_1)$ و نه $(\Delta K E_1)$ (۴) طبق نظریه پیمانه‌ای فوتون بدون جرم است و (۵) انرژی جنبشی خارجی منظم (که ناوردای لورنتس نیست) با 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.

زیرنویس

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

ی ی ی

رابرت جی. شاماندا[1]
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 تحلیلِ 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 تجلیِ آزمایش‌ها و طرز تفکر ماست که به واقعیتِ 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 واقعیِ و عینی است، در حالی‌که مدل، بدون آن‌که مدعی یکتایی، کمال، و غایی‌بودن 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.

ی ی ی ی ی ی ی ی ی ی

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[2]، چارلز[3] و گی‌لوساک[4]، 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 دانشمندانی 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 ضریبی ثابت است. اگر در

یک گاز، P، V، 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 کمّی ـ به شکل اعدادی که دستگاه اندازه‌گیری نشان می‌دهد ـ در طبیعت وجود دارند. قانون تجربی گازها رابطه‌ای ساده (و بسیار مفید) بین اعداد (P، V، و 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 وتأثیر آن بر اندازه‌گیری ندارند.

بویل در سال‌های ۱۶۰۰ در حالی آزمایش‌های خود را انجام می‌داد که کشیش‌های زائر (میسیونرهای مذهبی) امریکا را مستعمره می‌کردند. اما تا اواسط سال‌های ۱۸۰۰ که امریکایی‌ها علیه بردگی می‌جنگیدند طول کشید تا ژول[5] 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 «دمایِ» 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 گازِ 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 حرکتِ کاتوره‌ای ذرات گاز می‌شود.

ساختن مدل

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.

۱. مدل ساخت بشر و محصول آزمایش و تصور ماست.

۲. مدل کمّی است و از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری ماده صحبت می‌کند که آزادانه تعریف می‌شوند.

۳. 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 معنای عمیق‌تر به این اعداد در اختیار می‌گذارد.

۴. 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 دربرخواهد گرفت.

۵. ثمربخشی مفهومی یک مدل می‌تواند موضوعی

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

ssssssssssssssss

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 تصوری 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 شیء 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 همان‌قدر 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 مرتبه ی دوم قرار می‌گیرند، گرچه هنرها از هر محدودیتی آزادند، در حالی که فیزیک به شدت تحت تأثیر محدودیت مفیدبودن تجربی قرار می‌گیرد.

ssssssssssssssssssssssssss

فرض کنید بر اثر کشتی شکستگی 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، به‌طوری 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

sssssss
sssssssss
sssssss
sssssssss
sssssssss
sssss
sssssss
sssssssss
sssssss
sssssss

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 امیددارم 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 شهامت آن را داشت که اندازه‌گیری زمان و مکان را بازتعریف کند. انتظار می‌رفت که این باز تعریف، بدترین چیزهای غیرعادی را وارد مدل کند. بدون شک، انتظار داشتیم مجبور شویم ساعت‌ها و میله‌های اندازه‌گیری جدید را با ویژگی‌های «نسبیتی» 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 انیشتین، 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.

ssssssssssss

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. هرکس باید مدل‌ها و فلسفه‌ی خود را در مورد فیزیک داشته باشد. این مدل‌ها رشد می‌کنند و توسعه می‌یابند ـ این ساختن هرگز کامل نیست. آنچه در این مقاله بیان کردم احتمالاً مورد انتقاد دانشمندان، فیلسوفان، شاگردان، و شایدحتی 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.

زیرنویس

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

منبع

Quantum, November / December 1986, pp 45-47

نقش ساختار حافظه در یادگیری

نادیا رزاقی زنوز

گوناگون

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 این‌که 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[1] (یا حافظه‌ی کوتاه‌مدت) و حافظه‌ی بلندمدت[2].

- حافظه‌ی در حال کار بسیار سریع، ولی محدود است. این حافظه فقط می‌تواند با تعداد قطعات[3] کمی (اطلاعات یا خبر[4]) 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 دربربگیرد 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[5] و تداعی‌گرایانه[6] (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[7] در سال ۱۹۵۶ تعداد آن‌ها ۲±۷ است (ردیش، ۲۰۰۴).

برای این‌که بدانیم معنی «واحد»[8] 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 ۴تایی قرار بدهد و او نیز با تاریخ ایران[9] آشنایی داشته باشد به احتمال زیاد بدون کوچک‌ترین مشکلی اعداد را خواهد نوشت (حتی بعد از گذشت یک هفته). گروه‌های ۴تایی اعداد همان «قطعات» هستند که هر یک با سال وقوع یک واقعه در تاریخ تداعی می‌شود و دیگر به‌صورت ۴ عدد مستقل دیده نمی‌شود. افراد در ابتدا قادر به از بر کردن این رشته عددها نیستند تا زمانی که به آن‌ها گفته شود که عمل «تقطیع»[10] را انجام دهند. از نظر ردیش (۲۰۰۳) تقطیع، تداعی قوی منابع یا عناصر دانشی است که می‌توانند به‌عنوان 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 می‌یابند 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، به‌عبارت دیگر برای این‌که اطلاعات از حافظه‌ی کوتاه‌مدت یک مرحله فراتر رفته و به حافظه‌ی درازمدت منتقل شود باید رمزگذاری[11] 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[12] و تداعی‌گرایانه 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[13] (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.

فعال‌سازی اطلاعات در حافظه‌ی بلندمدت، سازنده و تداعی‌گرایانه است

وقتی نور لیزر تکفام به دو شکاف از مانعی تابیده می‌شود، طرح روبه رو روی 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 بینشِ تعمیمی نمونه‌ای از سازنده بودن حافظه‌ی بلندمدت است.

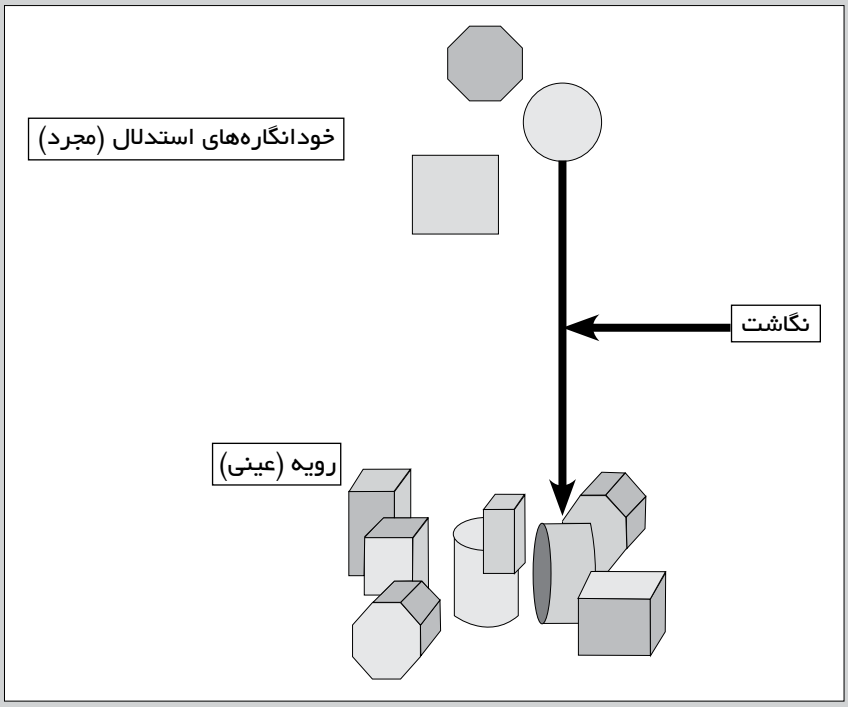
همان‌طور که گفته شد استفاده از خودانگاره‌های عمومی نشانه‌ی زایا بودن حافظه‌ی بلندمدت است. نمونه‌های دیگر این خودانگاره‌ها توسط آندره دی‌سسا[۱۵] در ادبیات پژوهشی آموزش فیزیک مستند شده است که به خودانگاره‌های پدیده‌شناختی[۱۶] شهرت یافته است (که در واقع عبارت‌های کلی هستند که توجیه شاگردان از وقایع در آن‌ها 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 اِم. 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 اُهم است.

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

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 به‌کار گرفته شود؛ در این باره هامر۲۰ (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.

زیرنویس

* دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک، دانشگاه شهید رجایی و دبیر فیزیک منطقه‌ی 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 پیروزی 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 آریانپور این است: پیش خود یاد گرفته بدن استاد، که کنایه از آن قسمت از دانسته‌های انسان دارد که آموزش در آن دخیل نیست.

15. A.A.Disessa
16. Phenomenlogical primitive=P-Prim
17. M.I.T
18. Calculus based physics
19. Concrete
20. Hammer

منابع

۱. رزاقی زنوز، نادیا. ۱۳۸۷. شناسایی طرحواره‌های ذهنی شاگردان دوم دبیرستان در مکانیک نیوتنی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (آموزش فیزیک)، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید رجایی.

۲. سیف، علی‌اکبر. ۱۳۸۵. مقدمه‌ای بر نظریه‌های یادگیری. ویرایش هفتم. چاپ دهم. تهران: نشر دوران.

3. Hammer, D. 1996. More than misconception: Multiple perspectives 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 international school of physics, Enroco Fermi course CLVI.** 1th edition. USA: Ios Press.

6. Redish, E.F. 1999. Diagnosing students problems using the results of physics education research. **Presented at the International conference on Physics Teaching,** Guilin, China.

مترجم: منیژه رهبر

مرزهای فیزیک

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 مؤلفه‌های یخ‌گونه‌ی با چگالی کم بر اثر خنک شدن دست بالا را دارند. اما ماساکازو ماتسوموتو[1] در مرکز تحقیقات علوم مواد دانشگاه ناگویای ژاپن نظر متفاوتی دارد. او یافته‌های خود را در فیزیکال ریویولترز 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 مانندی 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 غشأ 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 هیچ‌کدام 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/do/10.1103/Phys .Rev.lett. 103. 017801

دانشمندان وسیله‌ای را به‌وجود 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[1] در تایوان یک دیود نورگسیل آلی[2] (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 به‌وجود می‌آورد.

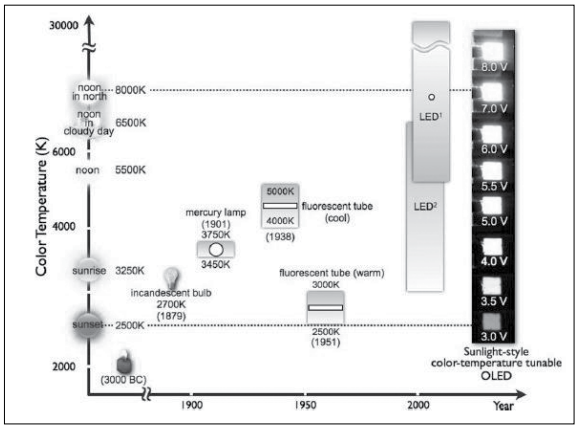
پژوهشگران می‌گویند هیچ وسیله‌ی نوردهی دیگری نمی‌تواند گسیل نور طبیعی با رنگ دماهایی را داشته باشد که گستره‌ی کامل طیف نور خورشید (۲۵۰۰K–۸۰۰۰K) را بپوشاند. این گستره شامل ۲۵۰۰K در سپیده‌دم، ۳۲۰۰K در غروب، و ۵۵۰۰K در ظهر یا ۸۰۰۰K در ظهر در مناطق مرتفع است. در حال حاضر، وسایل روشنایی دارای رنگ دماهای متفاوتی 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 فلوئورسان با نور سفید گرم، و ۵۰۰۰K–۴۰۰۰ برای لامپ‌های فلوئورسان با نور سفید سرد است. برخی دیودهای نورگسیل[3] (LED) که می‌توانند گستره وسیع‌تر ـ اما باز هم محدودی ـ 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 ۵/۵۰ولت 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، فلوئورسان یا حتی دیود نورگسیل شود. برای این کار باید کارآیی آن‌ها به بیش از مقدار کنونی افزایش یابد.

پژوهشگران در نظر دارند در آینده به جای مواد فلوئورسان از مواد فسفرسان استفاده کنند تا کارآیی 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 رنگ دمای 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.

زیرنویس

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

منبع

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

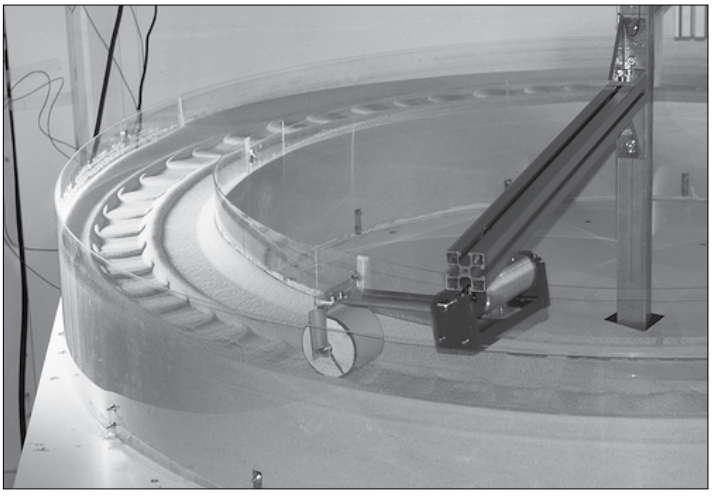
ماسه، شن یا برف موج‌هایی را به‌وجود می‌آورند که رانندگی را تجربه‌ای تکان‌دهنده می‌سازند. گروهی از فیزیک‌دانان از کانادا، فرانسه، و بریتانیا این پدیده «تخته‌ی رخت‌شویی» را در آزمایشگاه بازآفرینی کرده و به این نتیجه‌های شگفت‌انگیز رسیده‌اند که امواج حتی با حذف دستگاه تعلیق فنری اتومبیل و شکل غلتان چرخ‌ها 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 می‌غلتد یک تیغه‌ی گاوآهن شیب‌دار، بدون هیچ فنر یا دستگاه تعلیقی، روی بستر شن خشک کشیده می‌شود. وقتی تیغه‌ی گاوآهن 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 پرتاب‌شدن از سطح آب داشته باشد. تیغه‌ی گاوآهن روی تخته‌ی رخت‌شویی کاملاً شبیه آن است؛ با این تفاوت قابل ملاحظه که سطح شنی شکل 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 آشنایند، 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 موجک‌هایی 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 هدِ 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 می‌غلتد و موج‌هایی را به‌وجود می‌آورد.

منبع: www.physorg.com

آموزشی

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

پرل واکر
ترجمه: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

به پشته‌های موریانه در استرالیای شمالی نه از این‌رو مغناطیسی گویند که این پشته‌ها یا موریانه‌ها واقعاً مغناطیسی هستند، بلکه به این خاطر که این پشته‌های گوه‌ای شکل بلند چنان به سمت شمال ـ جنوب سمتگیری کرده‌اند که انگار عقربه‌ی یک قطب‌نما هستند. نام مناسب این پشته‌ها **آمیترمز مریدیونالیس**[1] 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 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. درنتیجه، 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**[2] 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 همه‌ی

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 بدین‌ترتیب 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 بادگیر، 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 گنبدی‌شکل 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.

ssssssssssssssssssssssssssssss

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 برای‌به‌دام افتادن تابش گرمایی توسط جوّ زمین به‌کار 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، داخلش 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.

ssssssssssssss

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 شبنم 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.

ssssssssss ssss sssssss sssssss sssss ssssssssss sssssssss sssssss ssssss sss

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 درنتیجه 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 به‌وجود آورد. برای مثال، آسفالت کف خیابان می‌تواند به‌راحتی به دمای $70^{\circ}C$ برسد که بسیار فراتر از $44^{\circ}C$ 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 فروسرخ شدیدی که از آسفالت گسیل می‌شود، مشکل باشد.

ssssssssssss

کشی را که روی لب بالایی خود گذاشته‌اید، به‌سرعت بکشید. چرا کش به‌قدری 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، درواقع 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 درنتیجه طول کش کوتاه می‌شود. اگر کش سرد شود، از دست رفتن انرژی گرمایی به این معناست که مولکول‌ها نمی‌توانند محکم درهم پیچیده شوند، و درنتیجه 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.

sssssssss[3]s[4]

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 ایالات‌متحده این نوع باد **چینوک** نامیده می‌شود (به افتخار قبیله‌ی چینوک)[5] که در دامنه‌ی شرقی رشته‌کوه‌های راکی می‌وزد. در یک مورد شدید، وزش باد چینوک در هارو ایالت مونتانا[6] دما را در ظرف سه دقیقه از $-12^{\circ}C$ به $+6^{\circ}C$ (یا از $11^{\circ}F$ به $42^{\circ}F$) رساند. چه عاملی باعث چینوک یا فوهن می‌شود؟

پاسخ. گرچه عامل‌های زیادی که در این بادها دخیل هستند کاملاً دسته‌بندی 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 درنتیجه 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 به‌سرعت ذوب و تبخیر کند.

پژوهشگری شرح داده است که چگونه اتومبیلی را از دره‌ای 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.

ssssssssssssssss

مثالی از«جادو»، آزمایش سخت با آب‌جوش است که پیروان آیین **شینتو**[۷] 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 به‌سرعت سرد می‌شوند، زیرا حاوی مقدار کمی انرژی گرمایی هستند که می‌تواند به‌سرعت 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 به‌صورت قلنبه به هوا پرتاب می‌شد، انرژی کمتری از دست می‌داد، زیرا مساحت سطحش کمتر از مساحت کلّ 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.)

ssssssssssssssss

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 این‌که سرانجام انرژی داخلی هوا به حدّی 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، هوابندی‌شده نیست (درواقع، خانه‌ی هوابندی‌شده ایمن نخواهد بود). وقتی بخاری دمای هوا را زیاد می‌کند، مولکول‌های هوا از منفذهای مختلف، خانه را ترک می‌کنند تا فشار داخل خانه همچنان برابر فشار جوّ 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 فروسرخی که گسیل می‌دارید 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 فروسرخی را که از سطوح داخل خانه (دیوارها، سقف، کف، مبلمان و غیره) به‌دست 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.

ssssssssssssss

پیش از اختراع یخچال، مردمان مناطق سردسیر یخ‌های زمستانی 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 درنتیجه یخ را ذوب نمی‌کرد؟

پاسخ. هدف از سمتگیری خانه‌ی یخی این بود که ورود هوای مرطوب را حذف (یا حدّاقل 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 راه‌حل ممکن برای این مشکل بود.

sssssssssssssssssssssssssssssssssssss

رادیومتر وسیله‌ای است که در سال ۱۸۷۲ توسط **ویلیام کروکس**[۸] 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 توپی فلزی متصل شده‌اند و می‌توانند حول یک سوزن عمودی بچرخند. ترتیب رنگ پره‌ها یکسان است: سفید در یک طرف و سیاه در طرف دیگر. وقتی این وسیله نزدیک یک چشمه‌ی نور قرار گیرد، پره‌ها و توپی 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 کوچک‌تر از آن است که در اسباب‌بازی مشاهده می‌شود، و وانگهی باعث چرخشی درخلاف جهت مشاهده شده می‌گردد. ماجرا از این قرار است: نور می‌تواند جسم را هُل دهد، و در صورتی که نور از جسم بازبتابد فشار بیشتر می‌شود. بنابراین، نوری که به پره‌ها می‌تابد، طرف سفید را بیشتر از طرف سیاه هُل می‌دهد و پره‌ها باید از طرف سیاه بچرخند. اگر حباب کاملاً تخلیه شده باشد، پره‌ها به همین صورت خواهند چرخید.

ولی، فشار وارد بر پره‌ها ناشی از هوای باقیمانده به اثر بسیار بزرگ‌تری می‌انجامد. زیرا نور (تابش فروسرخ و نور مرئی) در طرف سیاه پره بیشتر از طرف سفید آن جذب می‌شود و طرف سیاه قدری گرم‌تر از طرف سفید می‌گردد. چون مولکول‌های هوای باقیمانده در برخورد با پره‌ها هستند، به آن‌ها فشار وارد می‌آورند. هرچه مولکول‌ها سریع‌تر حرکت کنند، این نیرو بزرگ‌تر است. به علت اختلاف دما، مولکول‌های هوا در طرف سیاه پره‌ها سریع‌تر از مولکول‌ها در طرف سفید آن‌ها حرکت می‌کنند. بنابراین، فشار وارد بر طرف سیاه بزرگ‌تر از فشار وارد برطرف سفید است و پره‌ها حول سوزن تکیه‌گاه، از طرف پره‌ی سفید می‌چرخند. پس از مدتی، دمای دو طرف پره‌ها یکسان می‌شود (به **تعادل گرمایی** می‌رسند) و اثر از بین رفته و پره‌ها متوقف می‌شوند.

برای وارون کردن حرکت، اسباب‌بازی را در یخچال بگذارید. طرف سیاه هر پره با تابش فروسرخ، انرژی گرمایی را اندکی سریع‌تر از طرف سفید از دست می‌دهد، و بنابراین طرف سفید دارای دمای بالاتری می‌شود و هوا فشار بیشتری بر آن وارد می‌کند. باز هم، چرخش تا حصول تعادل گرمایی ادامه می‌یابد.

sssssssssssss

وقتی مادربزرگم جوان بود آب آشامیدنی را با تلمبه‌ی دستی از چاه آب بالا می‌کشید. او می‌گفت در هوای توفانی، تلمبه‌کردن 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**[۹] 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 حشره‌ای

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 به‌سرعت برای خاموش کردن آتش در یک کلیسا رسانده بودند دریافتند که ستون دود روی مناره فقط توده‌ای از حشرات بودند.

چرا میگوهای آب شورِ 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 زمینِ 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 آبِ 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 meridionals. شاید بتوان این عبارت را سنجه‌ی موریانه‌ای نصف‌النهار ترجمه کرد (مترجم.)

2. solar tower

3. Fohen

4. Chinook

۵. یک قبیله‌ی سرخ‌پوستی در ایالات‌متحده 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

آیا زیبایی فقط در چشم بیننده است؟

جو روزن
ترجمه: منیژه شیبانی

معمولاً فیزیک‌دان‌ها عباراتی نظیر «آن‌ها آزمایش زیبایی روی هلیم مایع انجام دادند. نظریه‌ی ابر رسانایی دما بالای او واقعاً زیباست». «او قانون زیبایی برای رفتار چنین دستگاه‌هایی در فشار کم کشف کرد». «خب، این ایده‌ای فوق‌العاده است» را مبادله می‌کنند. به نظر می‌رسد که زیبایی زیادی در فیزیک وجود دارد. اما زیبایی چه ربطی به فیزیک دارد؟ چرا زیبایی‌شناسی وارد این تصویر می‌شود؟ زیرا فیزیک چیزی جز مطالعه‌ی منطقی طبیعت نیست. فیزیک با دلیل، منطق، و ریاضی سروکار دارد. فیزیک، مثل تمام علوم، در پی عینیت است، و چه چیزی می‌تواند ذهنی‌تر از زیبایی باشد، که ادعا می‌شود، در چشم بیننده است؟

با وجود این و گرچه ممکن است غیرمنطقی به‌نظر برسد، فیزیک‌دانان در واقع در فیزیک زیبایی پیدا می‌کنند. فیزیک دارای مؤلفه‌ی شناختی است. در شرایط مساوی، فیزیک‌دان همواره یک نظریه‌ی زیبا را به نظریه زشت ترجیح می‌دهد. در واقع، شاید فیزیک‌دان نظریه‌ای زیبا را به نظریه‌ای زشت که بر داده‌هایش بهتر برازش یابد ترجیح دهد. بسیاری از فیزیک‌دانان اذعان دارند لذتی که از حرفه‌ی خود به‌دست می‌آورند حاوی یک مؤلفه‌ی بزرگ زیباشناسی است، و برای برخی از آن‌ها این مؤلفه‌ی غالب است.

پس زیبایی فیزیک در چیست؟ و چه چیزی یک نظریه را زیبا می‌سازد؟ چه چیزی حس زیبایی را در فیزیک‌دان به‌وجود می‌آورد؟ معمولاً همگی توافق دارند که اجزای اصلی زیبایی برای فیزیک‌دان سادگی، عمومیت، و وحدت‌بخشی است.

بگذارید ابتدا به سادگی بپردازیم که شاید تعریف دقیق آن از ویژگی‌های دیگر دشوارتر باشد. سادگی، دست‌کم برای فیزیک، با تعداد کمی از اجزای مفهومی در ارتباط است. به عنوان مثال، این قانون ساده را در نظر بگیرید که گالیلئیوگالیله کشف کرد که فاصله‌ی، d، که گوی یکنواخت با شروع از حال سکون در یک بازه‌ی زمانی، t، روی سطح شیب‌دار طی می‌کند با مربع این بازه متناسب است:

$$d=bt^2$$

از این موضوع نتیجه می‌گیریم که سرعت لحظه‌ای، v، گوی غلتان با زمان سپری شده متناسب است:

$$v=2bt$$

این قانون فوق‌العاده ساده در نظر گرفته می‌شود. این شاید ساده‌ترین قانونی باشد که بتوان برای وضعیتی خاص پیدا کرد. شق‌های متفاوت را در نظر بگیرید. ضریب تناسب، b، برای سمتگیری‌های افقی مختلف سطح می‌تواند مقادیر متفاوت داشته باشد. پس مشکل متفاوتی از قانون برای هر سمتگیری سطح مانند مقدار b برای شمال، مقدار b برای شمال شرقی،

مقدار b برای شرق 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 به‌صورت نمایی یا لگاریتمی باشد. در این‌جا هم فیزیک‌دانان و هم ریاضی‌دانان توافق دارند که این رابطه پیچیده‌تر از رابطه‌ی توانی است.

اگر رابطه به‌صورت قانون توانی است، می‌تواند به‌صورت مجموعی از توان‌های مختلف مانند $bt^{2} + ct^{1/2}$ باشد. بدون شک این باز هم از حدود یک جمله پیچیده‌تر است، خُب، اگر به‌صورت یک جمله است، چرا چیزی مثل $bt^{2/067}$ نباشد؟ بدیهی است که توان‌های عدد صحیح به لحاظ ریاضی ساده‌تر از توان‌های دیگرند. اگر توان به‌صورت 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 آن‌چه 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.

به‌عنوان مثال دیگر سادگی، نظریه نسبیت عام آلبرت اینشتین را در نظر می‌گیریم. این یکی از چند نظریه‌ی پیشنهادی گرانش، یعنی نیروی جاذبه عمومی بین تمام زوج اجسام موجود در عالم، است که به‌عنوان بهترین آن‌ها تأیید شده است. اگرچه شاید تمام این نظریه‌ها بسیار پیچیده به‌نظر 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 هم ارزند. از سوی دیگر، تقارن گاو صرفاً تقارن بازتاب چپ ـ راست در صفحه جلو ـ 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 افزاینده‌ی زیبایی در نظر بگیرید. توصیف عمومیت از سادگی راحت‌تر است؛ هرچه گروهی عام‌تر باشد، تعداد پدیده‌های طبیعی که دربرمی‌گیرد 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 دربرمی‌گیرد. 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، تیله، 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، به‌طوری 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

و تمام دستگاه‌ها معتبرند. بنابراین، مورد دوم بسیار عام‌تر از مورد اول است. در واقع، قانون‌های نیوتون نظریه‌ای ـ یعنی توصیفی برای ـ هم قانون‌های کپلر و هم قانون گوی غلتان گالیله 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 ظاهراً 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 الکتریسیته و مغناطیس را وحدت می‌بخشد و نشان می‌دهد که آن‌ها جنبه‌های مختلف پدیده الکترومغناطیس‌اند.

زیبایی، عمومیت،و وحدت بخشی ویژگی‌هایی هستند که بیشترین تأثیر را در برداشت فیزیک‌دان از زیبایی در فیزیک دارند. همان‌طور که قبلاً فیزیک‌دانان همواره در جستجوی قانون‌ها و نظریه‌های زیبا هستند، حتی اگر نظریه‌های با زیبایی کمتر برازش 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. این که 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 ـ مثبت به جای منفی ـ 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 نگذاشت، 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 شردوینگر 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 شردوینگر 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.

منبع

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

مغناطیسی

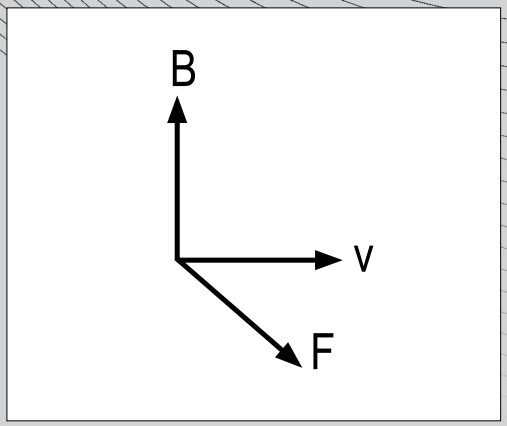
حسن اتحاد مهرآباد، دبیر فیزیک از شهر عجب‌شیر
(دبیرستان نمونه‌دولتی تربیت)

وسایل

۱. منبع تغذیه ۱۲ ولتی DC متغیر
۲. سیم رابط دو عدد
۳. سیم‌پیچ ۳۰۰ دور با هسته‌ی مناسب
۴. مقاومت متغیر
۵. تشت شیشه‌ای کوچک
۶. گیره‌ی سوسماری دو عدد
۷. پایه با دو عدد میله‌ی رابط و گیره
۸. میله رسانا دو عدد که به انتهای یکی از آن‌ها حلقه‌ی فلزی وصل شده است.
۹. سولفات مس (کات کبود) محلول در آب با غلظت مناسب.

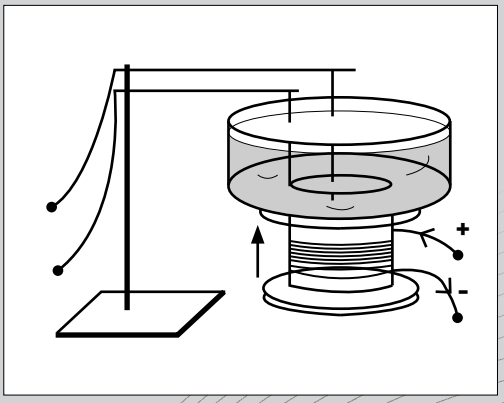
توضیح

اگر یک بار الکتریکی q با سرعت v وارد میدان مغناطیسی یکنواخت B شود به‌طوری 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 می‌شود. و طبق قاعده دست راست اگر چهار انگشت باز دست راست را در جهت حرکت بار الکتریکی و جهت بسته شدن آن‌ها را جهت میدان مغناطیسی فرض کنیم انگشت شست جهت نیروی الکترومغناطیسی را نشان خواهد داد.

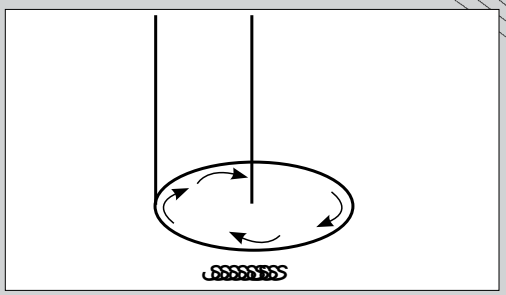


●●●●●●

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 به‌طوری 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 رئوستا جهت کنترل جریان به منبع تغذیه وصل می کنیم.



با 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 می چرخد. و اگر یک قایق کاغذی کوچک بر سطح مایع شناور کنیم چرخش آن برای دانش‌آموزان بسیار جالب توجه خواهد شد.



●●●●●●●●●●

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 بر عکس 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 می کند 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 می کند.

IIII) 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.

●●●

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 تشت به‌صورت 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 ۱۸۰ 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.

ssss

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. به‌کمک 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 نیم‌فلزی 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 تزریق ناخالصی‌ها در خواص مواد و اثر مجاورت با هوا را پیش‌بینی کرد. ما گاف انرژی و ضریب شکست نیترید آلومینیوم (AlN) ورتسایت[1] را با به‌کارگیری نظریه‌ی تابعی چگالی (DFI)[2] به ترتیب ۵/۰۲eV و ۲/۱ eV محاسبه کرده‌ایم که سازگاری خوبی با نتایج تجربی دارد.

منصوره ایلخانی*

ssssssssssssssssss ی ی ی ی

ssss

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 این‌صورت 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

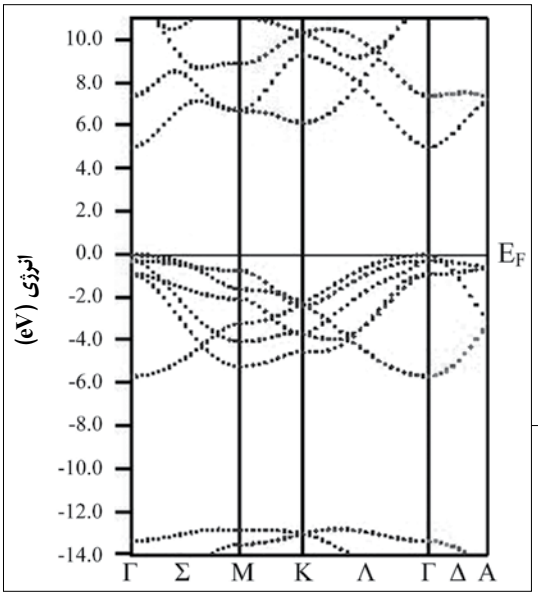
محاسباتی می‌شود. وجود بسته‌های محاسباتی فیزیکی و افزایش توان محاسباتی رایانه‌ها انجام محاسبات ساختار نواری را ساده‌تر کرده است و با داشتن ساختار نواری می‌توان طیف وسیعی از خواص مواد را محاسبه کرد. شبیه‌سازی سطوح و پیوندگاه‌ها، محاسبه‌ی خواص اپتیکی نظیر ضریب جذب، ضریب عبور و ضریب شکست، محاسبه‌ی ضریب ترابرد 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 به‌کار گرفته خواهد شد بازسازی و تأثیر آن‌ها بر کارایی قطعه را پیش بینی کرد. به‌ویژه در ساخت مواد نو، مدل‌سازی‌های رایانه‌ای به‌شکل 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 AlN را براساس اصول موضوعی فیزیک محاسبه و سازگاری نتایج محاسبات با اندازه‌گیری‌های تجربی بررسی می‌کنیم. در آخر روی نتایج کار بحث خواهیم کرد.

ساختار بلوری AlN

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 ـ با گذار اپتیکی مستقیم ـ دارند. از میان این ترکیبات، نیترید آلومینیم با پایداری گرمایی بالا ـ نقطه ذوب ۳۰۰۰°C ، رسانندگی گرمایی خوب و دارابودن بزرگ‌ترین گاف انرژی ـ ۶/۲eV در فاز ورتسایت ـ بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.

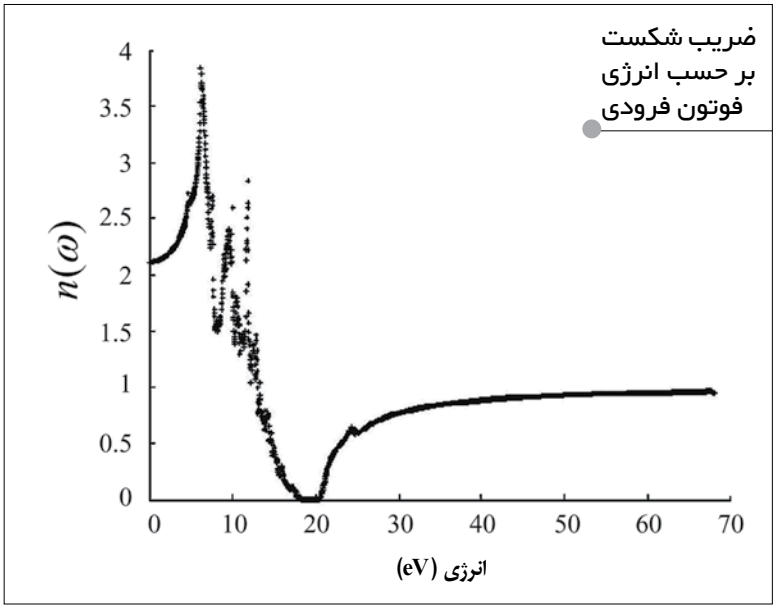
با به‌کارگیری نظریه‌ی تابعی چگالی [۱] ساختار نواری نیترید آلومینیم ورتسایت در راستاهای تقارنی Δ، Σ ، Σ^2 شبیه‌سازی و در شکل ۱ رسم شده است. به‌کمک ساختار نواری می‌توان گاف انرژی این ترکیب را تخمین زد. گاف انرژی محاسبه شده برای AlN، ۵/۰۲eV است که در مقایسه با مقدار تجربی آن‌که ۶/۲eV [۲] ۱۹٪ اختلاف دارد.



ساختار نواری AlN در راستاهای تقارنی مختلف

ssssssssssssssssss.3

در شکل ۲ ضریب شکست بر حسب انرژی فوتون فرودی رسم شده است. ضریب شکست محاسبه شده به روش نظریه تابعی چگالی- $n(\omega=0)$ - ۱/ ۲ است. مقدار تجربی ۲/۲-۲/۱ 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.



ssssssssss.4

با به‌کارگیری نظریه تابعی چگالی و امواج تخت بهبود یافته به شبیه‌سازی ساختار بلوری و الکترونی ترکیب نیم‌رسانای AlN پرداخته‌ایم. ساختار نواری و گاف انرژی محاسبه شده برای AlN 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 این‌که این انحراف‌ها از داده‌های تجربی، برای خواص فیزیکی مختلف را می‌شناسیم در پیش‌بینی خواص مواد نومشکل غیرقابل حلی پیش‌رو نخواهم داشت و تاحدود زیادی قادریم ـ ساختار و ویژگی‌های این مواد را به‌درستی تخمین بزنیم.

ssssssssss
sssssssss
ssssssssssss
sssssssAlN
ssssssssss
ssssssssssss
ssss

زیرنویس

* ilkhaniirn@yahoo.com

۱. wurtzite ساختاری 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 راستاهای 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, AIN, 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.

چکیده

ارزشیابی پایانی، جزء لاینفک آموزش است که معلم به کمک آن، چیزی را که دانش‌آموزان آموخته‌اند اندازه می گیرد. اما به دلایل زیادی اندازه‌گیری دقیق آنچه دانش‌آموزان یاد می گیرند کار آسانی به نظر نمی‌رسد، چون اغلب آزمون‌ها اطلاعی 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 درگیرشدن 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 می کند و هم به نحو مطلوبی به ارزیابی آنچه او واقعاً آموخته می‌پردازد.

بازی

نوشین نوری [۱]
فاطمه احمدی [۲]

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 پیش‌دبستانی یعنی از تولد تا شش سالگی بازی تنها وسیله یادگیری است و پس از آن نیز هر چند که بازی تنها وسیله یادگیری محسوب نمی‌شود، ولی همچنان نقش عمده‌ای از طریق یادگیری خودانگیخته، 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 آن‌را 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 هیجان‌آوری 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 به آموزنده می‌دهد تا از قوه خلاقیت و تخیل خود در حل مسائل استفاده کند و آن‌را 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 به تصویر 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 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 می‌کنند که می‌تواند از طریق بازی شخص را در جهت یادگیری سوق دهد، به‌طوری‌که به صورت خودانگیخته و با علاقه شخصی درگیر بازی می‌شود و آنچه در ذهن دارد را نشان می‌دهد.

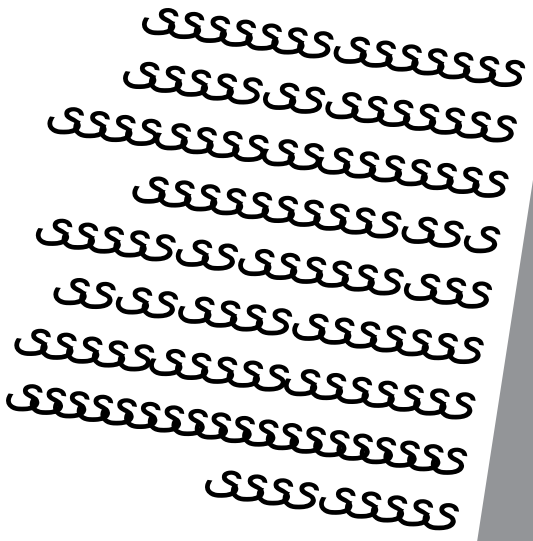
هدف تحقیق

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 لقایی 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. چیاپتات 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.



شرح

احتمالاً شنیده‌اید که می‌گویند «در ذهن شما چه تصوری 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 تدریسم در کلاس فیزیک همواره سعی کردم با برقراری ارتباط دوستانه با دانش‌آموزان و شیطنت‌های گاه و بی‌گاه کلاس درسم را از حالت خشک و جدی خارج کنم ولی بعد از مدتی می‌دیدم این‌کار 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 این‌کار 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 می‌نوشتیم 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 اعضاِ بدنش و حتی کمک‌گرفتن از اشیأ 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 درگیرِ 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 نارسی 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 پرسیدم که به این‌کار ادامه دهیم یا نه. اکثریت دانش‌آموزان خواستار ادامه طرح بودند، آن‌ها معتقد بودند که با این‌کار 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 این‌که 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 این‌که 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 این‌کار 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 این‌که 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 پایستگی انرژی را نیز درست یاد گرفته‌اند).

در کلاس دیگر آن‌ها این روش را پیشنهاد دادند:

نفر اول روی تخته‌پاکن نوشت: «گرما» سپس آن‌را بدون آن‌که خودش جابه‌جا شود، به نفر دوم داد و این‌کار به همین ترتیب تا آخر ادامه یافت، به‌طوری‌که سرانجام تخته‌پاکن‌به 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 آن‌سوی 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 این‌که 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 انگجی.

۲. مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۵۶ ـ طرح آموزشی کاربردگرا، نوشته شاهرخ لقایی.

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

محاسبه‌ی شعاع اتمی فلزات فلیایی با بهره‌گیری از اثر هال

احمد هورایی
ترجمه: فاطمه قاسمی

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.

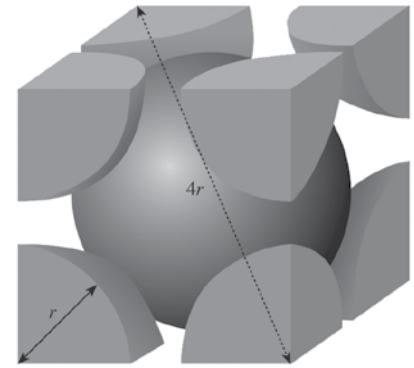
روش متداول اندازه‌گیری شعاع اتمی فلزات روش پراش پرتو x است که در کتاب‌های درسی فیزیک و شیمی کاملاً تعریف شده است. گرچه این روش بلورشناختی در تعیین شعاع اتمی فلزات بسیار دقیق است معمولاً روش کاملاً پیچیده‌ای برای شاگردانی است که در دوره‌های فیزیک مقدماتی ثبت‌نام کرده‌اند. بنابراین، از نظر آموزشی بهتر 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 خواهم داد که می‌توان شعاع اتمی فلزات قلیایی را به‌طور تجربی از طریق اندازه‌گیری چگالی الکترون به‌دست آورد مشروط به این‌که فلز در حالت بلورین باشد.

نقطه‌ی شروع بحث

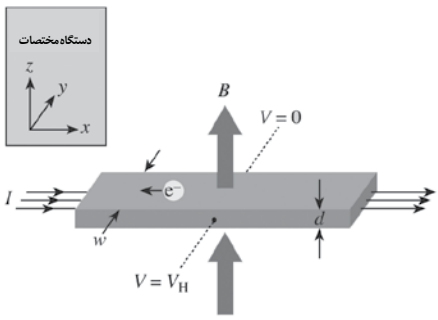
نقطه‌ی شروع بحث آن است که فلز قلیایی مورد نظر در حالت بلورین آن باشد. بر مبنای این نکته چگالی جرمی فلز که با ρ_m نشان داده می‌شود در مقیاس میکروسکوپی به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\rho_m = \frac{n_c m_a}{V_c} \qquad (1)$$

که n_c تعداد اتم‌های فلز در سلول واحد بلور، m_a 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 m_a برابر A/N_A است که A جرم اتمی فلز و N_A عدد آووگادرو است. بنابراین این معادله (۱) چنین می‌شود:

$$\rho_m = \frac{n_c A}{V_c N_A} \qquad (۲)$$

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

$$\rho_m = \frac{n_c m_a}{V_c} \qquad (۳)$$

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 $\frac{\sqrt{3}\pi}{8}$ و $\frac{\sqrt{3}\pi}{8}$ که به‌ترتیب برای ساختارهای ساده، مرکز حجمی و مرکز سطحی است. به‌منظور 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 به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$r = \left(\frac{3P_f}{4\pi}\frac{A}{\rho_m N_A}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (۴)$$

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

$$\rho_m = \frac{Z\rho_e m_a}{V_c} \qquad (۵)$$

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

برای یک عنصر فلزی، شعاع اتمی نصف‌فاصله‌ی میان‌هسته‌ای بین دو اتم مجاور در فلز بلورین تعریف می‌شود

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

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:

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

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:

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

که e برابر بار الکترون، I جریان الکتریکی است که از نمونه فلزی در جهت x عبور می‌کند، B میدان مغناطیسی اعمال‌شده در جهت z، V_H ولتاژ اندازه‌گیری‌شده 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 Cu، Ag و Au 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

ssssssssss

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 به لحاظ مفهومی ساده‌تر است و در مقایسه یا روش بلورشناختی سنتی از نظر تجربی دسترس‌پذیری بیشتری دارد.

منبع

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

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.

دیدماهی در هوا

جوزپه کولیچیا[1]
ترجمه: هدایت دادگ

چکیده

بررسی کانونی کردن اشیا در چشم ماهی با استفاده از یک مدل ساده، به‌صورت 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 شبکیّه چشم‌کانونی می‌شود. قرنیه، که سطح اصلی شکستی در هواست، در زیر آب تأثیری ندارد: عدسی بلورین توان کافی برای کانونی کردن پرتوهای نور روی شبکیّه را ندارد که باعث دوربینی شدید می‌شود [۱].[1]

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

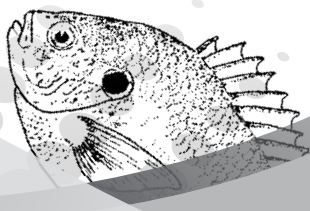
ماهی‌ها به لحاظ تنوع ساختار و عملکرد چشم‌هایشان گروه جالب توجهی را تشکیل می‌دهند. با این همه، طرح چشم آن‌ها اصولاً مثل چشم انسان از اجزای اپتیکی قرنیه، عدسی، و شبکیّه تشکیل شده است [۳].

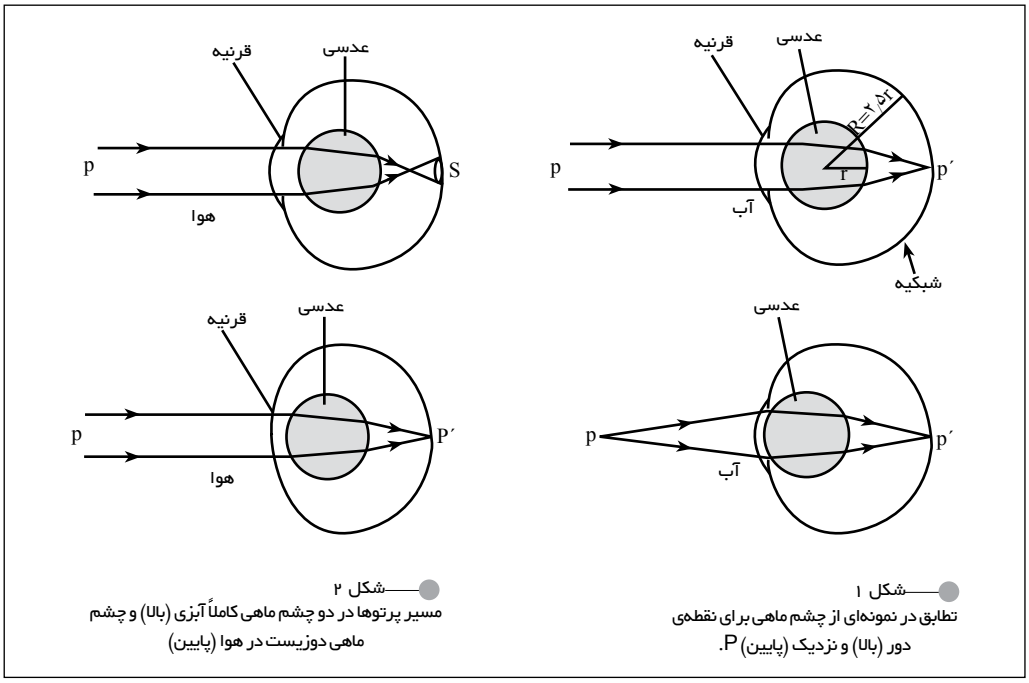
قرنیه ($n=1/34-1/38$) به لحاظ اپتیکی در زیر آب تأثیری ندارد، زیرا محیط‌های با ضریب شکست تقریباً یکسان را از هم جدا می‌سازد (آب دریا و مایع آب مانند با ضریب شکست حدود $n=1/34$ ؛ ضریب شکست قرنیه تأثیری ندارد زیرا اختلاف اندک ضریب شکست سطح جلویی قرنیه در آب با تفاوت هم‌ارز ضریب شکست سطح عقبی قرنیه و مایع آب مانند متوازن می‌شود).

عدسی صلب و تقریباً کروی است. به‌علت 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].

به‌دلیل بی‌تأثیر بودن قرنیه، عدسی به تنهایی فاصله‌ی کانونی چشم را تعیین می‌کند که معمولاً حدود ۲/۵ برابر شعاع چشم و فاصله از مرکز عدسی یا سطح شبکیّه است.[2] عدسی از وضعیت عقبی خود (شکل۱، بالا) به جلو و طرف قرنیه حرکت کرده است (شکل۱، پایین) تا هر نقطه از منبع p را روی نقطه‌ی p' شبکیه کانونی کند(تطابق).

به‌دلیل تقارن شعاعی عدسی و شبکیّه 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 یک‌طول 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.





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

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

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

دید ماهی در هوا

چشـم اغلب ماهی‌ها، مثل تمام حیوانات، قرنیه‌ای خمیده دارد که برای بهینه‌سـازی هیدرودینامیک و حفظ فشـار درون چشم طراحی شده است. وقتی چشمان ماهی در معرض هوا قرار گیرد، اضافه شـدن توان شکست قرنیه خمیده به عدسی باعث نزدیک‌بینی می‌شـود، که در آن نور هر نقطه‌ی p منبع دور روی شبکیّه دایره مبهم S را تشکیل می‌دهد (شکل۲، بالا).

ماهی دوزیسـت، مثل سـایر حیوانات دوزیسـت چون پنگوئن‌ها که باید هم در آب و هم در خشـکی ببینند، معمولاً دارای قرنیه‌ی تختی اسـت که باعث شکست محدود می‌شود، به‌طوری که اصولاً فقط عدسـی شکسـت لازم برای کانونی کردن را تأمین می‌کند (شکل۲، پایین)

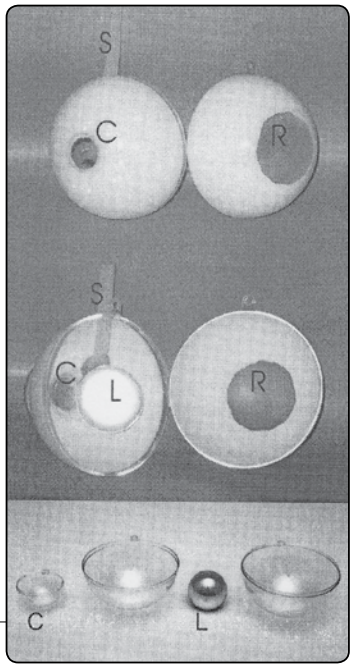
برخی انواع ماهی‌هـا قرنیه‌ی تخت ندارند که امکان دید خوب در هوا و آب را برایشـان فراهم می‌سـازد. با این‌همه، آن‌ها چشـمانی دارند که برای مقابلـه با تغییرات زیاد ضریب شکست‌های بیرونی مناسب است. مثلاً، **آنابلپس آنابلپس**[۳] یا به اصطلاح «ماهی چارچشـم» دارای عدسـی تخم‌مرغی شـکل با دو مردمک در هر چشـم اسـت که یکی در هوا و دیگری در آب می‌بیند [۷].

نورتیلوس پمپلیوس[۴] دارای چشـمان سـاده سوراخ دایره‌ای اسـت که نیاز به کانونی کـردن ندارند؛ با این همه، نوتیلوس همواره زیر آب زندگی می‌کند.

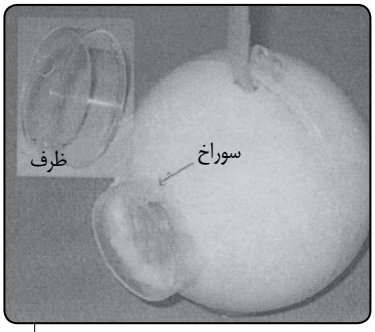
مدل چشم ماهی

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 $R = ٤\,cm$ ساخته شده است (شکل۳). برای واقعی بودن مدل و جلوگیری از ورود نور، قسـمت داخلی آن با رنگ سفید مات رنگ‌آمیزی شده است. پنجره‌ای به قطر تقریباً ۳cm بدون رنگ باقی مانده و نیمه شـفاف شده است (مثلاً با مالیدن سـمباده به آن) یا بخش R شبکیّه را نشان دهد. روی سطح مقابل آن سوراخی به قطر حدود ۲cm با نیمکره‌ی شفاف، C، نفوذناپذیر ساخته شـده است تا نشان دهنده‌ی قرنیه باشد. پشت «قرنیه» عدسـی ، L، قرار دارد که می‌توان آن را با نوار پلاستیکی S حرکت داد. مدل پر از آب می‌شود که نشان‌دهنده‌ی شاره‌های آب‌مانند و شیشـه‌مانند است. عدسی (کره‌ی کوچک شیشـه‌ای به شـعاع $r = ١/٥\,cm$ و ضریب شکست تقریباً $n_١ = ١/٥$) طبق فرمول $f = r/٢[١ - \frac{n_L}{n_W}]$ در آب دارای فاصله‌ی کانونی ۶cm است.

برای شبیه‌سـازی دید زیر آبی ماهی بدون فرو بردن کامل



شکل۳. بالا، بیرون و درون مدل چشم ماهی؛ پایین، اجزای تشکیل دهنده‌ی آن



شکل۴ . ظرف ماهی پر از آب شده است تا قرنیه غوطه‌ور را شبیه‌سازی کند

مدل، «قرنیه» را با ظرف کوچکی می‌پوشانیم که آب از یک سوراخ وارد آن می‌شـــود (شکل۴). 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 نشـــان دادن عملکرد کیفی مدل چشم، مردمک آن را به‌طرف اجسام درخشان بگیرید تا تصویری روی سطح نیمه شفاف تشکیل شود که نشان دهنده‌ی شبکیّه مدل است.

مانند مورد ماهی، پنجره کروی نشان دهنده‌ی قرنیه مدل است. فرو 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 نشـــان دهنده‌ی قرنیه آب را از هوا جدا می‌سازد و در نتیجه دارای توان شکست مفید (فاصله کانونی $f=nr/(n-1)$) می‌شود. بنابراین توان شکست کل آن بسیار زیاد و مدل، مثل ماهی بیرون آب، «نزدیک‌بین» است. در نتیجه اجسام نزدیک کانونی‌اند درحالی‌که برای اجسام دور تصویر روی شبکیّه 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 اولین‌بار ماتیسن[2] 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. Gislen A et al 2006 Visual training imprpves underwater vision in childern 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 Matthiessen'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 Adaptative 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 cephaloppd scavenges successfully with is pinhole eye Phys. Educ. 41 15-7

ارزیابی فیزیک ۱ پیش‌دانشگاهی به روش ویلیام رومی

سعید تاجی
دبیر فیزیک منطقه‌ی سامان استان چهارمحال و بختیاری

توجه به فرایند یادگیری دانش‌آموز از جمله اهداف اساسی مسئولان آموزش‌وپرورش 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 به گونه‌ای 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.

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 ارزیابی 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.

ویژگی‌های ظاهری

این ویژگی‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند، که از جمله می‌توان به ارزیابی سطح خوانایی متون، تحلیل محتوای کتب درسی و... نام برد.

سطح خوانایی

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 محتوا

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.

روش

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: دانستنی‌هایی 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)

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

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 حیطه را مشخص کرده و در جدولی یادداشت می‌کنیم آن‌گاه پس از 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.

۱۰ درصد کتاب فیزیک ۱ دوره‌ی 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 دوره‌ی 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

پس از بررسی اطلاعات گردآوری شده خواهیم دید که:

$$I=\frac{e+f+g+h}{a+b+c+d}=\frac{۳+۲+۲۲+۴}{۱۰۸+۸+۴۸+۱۲}=\frac{۳۱}{۱۷۶}=۰/۱۷۶$$

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 جزء 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	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	جمع تعداد
	شکل ۱_۳ ص ۵	شکل ۱_۱۱ ص ۱۴	شکل ۱_۱۹ ص ۲۷	شکل ۱_۲۲ ص ۳۲	شکل ۱_۲۶ ص ۳۵	شکل ۲_۲ ص ۴۰	شکل ۲_۱۰ ص ۵۱	شکل ۲_۱۹ ص ۶۲	شکل ۲_۱۰ ص ۷۳	شکل ۳_۳ ص ۷۸	شکل ۵_۳ ص ۸۲	شکل ۹_۳ ص ۸۷	شکل ۱۱_۳ ص ۹۰	شکل ۱۳_۳ ص ۹۲	شکل ۱۴_۳ ص ۹۵	شکل ۱۶_۳ ص ۹۸	شکل ۲_۴ ص ۱۰۳	شکل ۶_۴ ص ۱۰۵	شکل ۱۰_۴ ص ۱۱۱	شکل ۱۴_۴ ص ۱۱۸	
a	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲		▲			▲	▲	▲	▲		▲		۱۴
b						▲				▲		▲	▲					▲		▲	۶
c																					۰

اکنون با توجه به جدول مشخص می‌شود که a=۱۴ و b=۶ است، لذا:

$$I=\frac{b}{a}=\frac{۶}{۱۴}=۰/۴۲۸$$

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.

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.

b) جواب به این پرسش مربوط به نقل تعاریف است.

c) برای پاسخ به این پرسش دانش‌آموز باید از آنچه در این فصل آموخته برای نتیجه‌گیری در مورد مسائل جدید استفاده کرد.

d) این پرسش از دانش‌آموز می‌خواهد مسئله‌ی خاصی را حل کند.

ج) شاخص درگیری دانش‌آموزان را در پرسش‌های آخر فصل را از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌کنیم.

$$I = \frac{c+d}{a+b}$$

حال اگر مقدار I بین ۰/۴ تا ۱ باشد ضریب درگیری دانش‌آموز با پرسش‌ها زیاد و اگر بین ۰/۴ تا صفر باشد این ضریب کم است.

جدول بررسی ضریب درگیری دانش‌آموز با پرسش‌های پایان فصل کتاب فیزیک ۱ پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی

ردیف	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	جمع تعداد
	پرسش ۲ ص ۳۳	پرسش ۵ ص ۳۴	پرسش ۱۰ ص ۳۵	پرسش ۱۲ ص ۳۵	پرسش ۱۴ ص ۳۶	پرسش ۱ ص ۷۱	پرسش ۳ ص ۷۱	پرسش ۷ ص ۷۲	پرسش ۱۰ ص ۷۳	پرسش ۱۳ ص ۷۳	پرسش ۲ ص ۹۷	پرسش ۳ ص ۹۷	پرسش ۸ ص ۹۸	پرسش ۱۲ ص ۹۸	پرسش ۱۴ ص ۹۹	پرسش ۱ ص ۱۱۹	پرسش ۳ ص ۱۱۹	پرسش ۶ ص ۱۱۹	پرسش ۸ ص ۱۱۹	پرسش ۹ ص ۱۲۰	
a												▲				▲					۲
b																					۰
c						▲		▲			▲						▲				۴
d	▲	▲	▲	▲	▲		▲		▲	▲			▲	▲	▲			▲	▲	▲	۱۴

اکنون با توجه به اینکه a=۲ و b=۰ و c=۴ و d=۱۴ و با توجه به رابطه ذکر شده جهت محاسبه I می‌توان نوشت:

$$I = \frac{c+d}{a+b} = \frac{۴+۱۴}{۲+۰} = \frac{۱۸}{۲} = ۹$$

الف) 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.

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

ج) ضریب درگیری دانش‌آموز با پرسش‌های پایان فصل کتاب برابر ۹ و خیلی بیشتر از ۱ است، لذا می‌توان گفت این ضریب درگیری دانش‌آموز با پرسش‌های پایان فصل بسیار زیاد است.

منابع

۱. کتاب فیزیک ۱ پیش‌دانشگاهی رشته علوم ریاضی (پس از تغییرات)، تألیف دکتر اعظم پورقاضی و...، سال ۱۳۸۶

۲. اصول برنامه‌ریزی درسی، تألیف دکتر محمد حسین یارمحمدیان، انتشارات یادوار کتاب، سال ۱۳۷۷

۳. ارزشیابی در خدمت آموزش، طاهره رستگار، ناشر: مؤسسه فرهنگی منادی تربیت، سال ۱۳۸۵ (چاپ پنجم)

۴. روش‌های اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی، علی‌اکبر سیف، چاپ نیل، سال ۱۳۷۵

ترازهای انرژی و رابطه‌ی دوبروی

ترجمه: زهرا سادات میر قنبری
کانچتو جیانینو
دبیر فیزیک

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 دوبروی به‌دست می‌آیند.به‌ویژه ترازهای انرژی نوسانگر هماهنگ با استفاده از شباهت با حرکت دایره‌ای یکنواخت به‌دست می‌آید.

مقدمه

تدریس فیزیک کوانتومی به دانش‌آموزان دبیرستان آسان نیست. چون دانش‌آموزان فیزیک کوانتومی را موضوعی بسیار مجرد و به لحاظ مفهومی مشکل می‌دانند. به‌علاوه آن‌ها زمینه‌ی ریاضیاتی مناسب را ندارند. دبیران دبیرستان می‌دانند که نوشتن و حل کردن معادله شرودینگر برای به‌دست 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 دوبروی آسان‌تر است:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \qquad (۱)$$

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 به‌دست می‌آیند.

ذره در جعبه

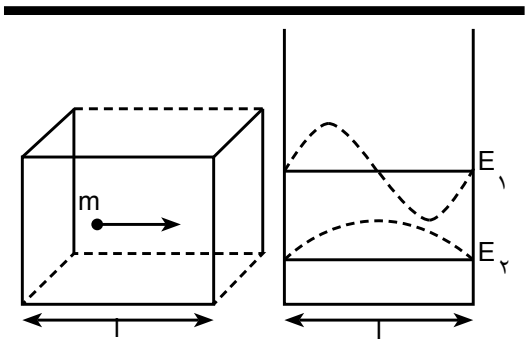
در این مورد ذره‌ای در یک چاه پتانسیل عمیق نامتناهی است که نمی‌تواند از آن فرار کند و در برخورد با دیواره‌ها هیچ انرژی از دست نمی‌دهد. انرژی مکانیکی ذره E ، انرژی جنبشی ثابت آن است:

$$E = \frac{۱}{۲}mv^{۲} \qquad (۲)$$

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 به‌دست آورد. از نظر ریاضی، این یعنی (شکل ۱):

$$l = n\frac{\lambda_n}{۲} \qquad (۳)$$

با استفاده از رابطه‌ی (۱) برای λ_n داریم،



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

$$l = n\frac{h}{۲mv_n} \Rightarrow v_n = \frac{h}{۲ml}n \quad (۴)$$

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

$$E_n = \frac{h^۲}{۸ml}n^۲ \quad (۵)$$

چاه پتانسیل 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 صرف میل می‌کند (شکل ۲). محاسبه‌ای که در بالا برای پیدا کردن ویژه مقدارها مورد استفاده قرار گرفت نمی‌تواند در این مورد به‌کار 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 به‌هم نزدیک‌تر می‌شوند و قدرمطلق آن‌ها کوچک‌تر می‌شود (به شکل ۲ نگاه کنید).

اتم هیدروژن

انرژی الکترون در اتم هیدروژن برابر است با:

$$E = \frac{۱}{۲}mv^۲ - \frac{e^۲}{۴\pi\varepsilon_۰ r} \quad (۶)$$

که e بار الکترون و $\varepsilon_۰$ ثابت دی‌الکتریک است.

با فرض حرکت دایره‌ای یکنواخت، نیروی الکتروستاتیکی نیرویی مرکزگراست.

$$\frac{e^۲}{۴\pi\varepsilon_۰ r^۲} = m\frac{v^۲}{r} \Rightarrow \frac{e^۲}{۴\pi\varepsilon_۰ r} = mv^۲ \quad (۷)$$

با قرار دادن آن در رابطه‌ی (۶) به‌دست می‌آوریم:

$$E = -\frac{۱}{۲}mv^۲ \quad (۸)$$

با اعمال شرایط حالت پایا برای تابع موج الکترون،

$$۲\pi r = n\lambda_n \quad (۹)$$

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

$$۲\pi r = n\frac{h}{mv_n} \Rightarrow r_n = \frac{nh}{۲\pi mv_n} \quad (۱۰)$$

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

$$\frac{e^۲}{۴\pi\varepsilon_۰(\frac{nh}{۲\pi mv_n})} = mv^۲ \Rightarrow v_n = \frac{e^۲}{۲\pi\varepsilon_۰ hn} \quad (۱۱)$$

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

$$E_n = -\frac{me^۴}{۸\varepsilon_۰^۲h^۲}\frac{۱}{n^۲} \quad (۱۲)$$

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

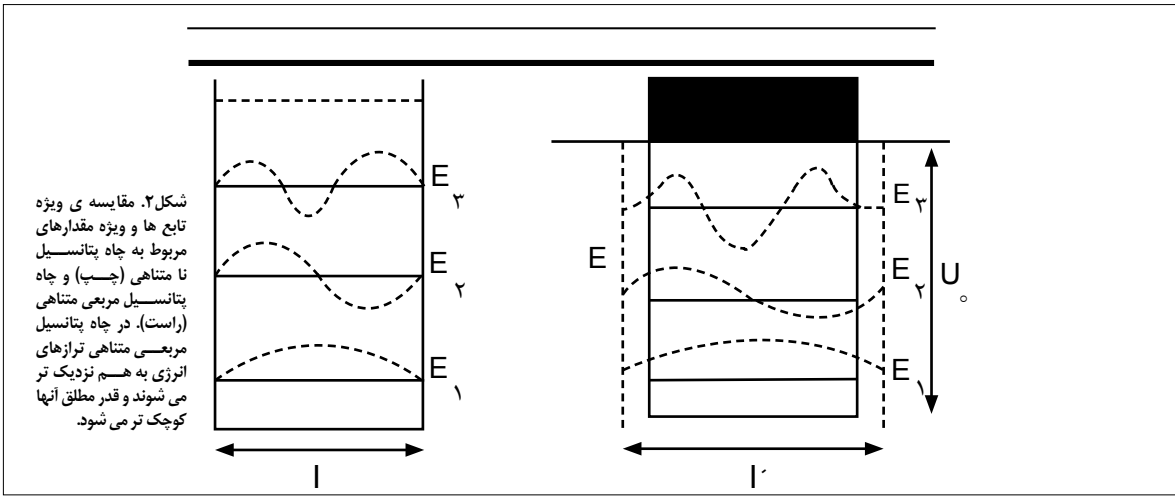
نوسانگر هماهنگ

انرژی نوسانگر هماهنگ برابر است با:

$$E = \frac{۱}{۲}m\omega^۲a^۲ \quad (۱۳)$$

که a دامنه‌ی نوسان، m جرم و $\omega = ۲\pi f$ 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 نقطه‌ی دیگر تغییر می‌کند. به‌ویژه وقتی جسم از مرکز



شکل۲. مقایسه ی ویژه تابع ها و ویژه مقدارهای مربوط به چاه پتانسیل نا متناهی (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.

نوسان عبور می کند سرعت بزرگ‌تری دارد و بنابراین طول موج در آن نقطه در مقایسه با نقطه‌ی نزدیک لبه‌ها کوچک‌تر است. خواننده متوجه است که در این مورد اعمال شرط موج ایستاده به سادگی امکان‌پذیر نیست. اما می‌توان با استفاده از شباهت حرکت هماهنگ و حرکت دایره‌ای یکنواخت رابطه‌ای برای ترازهای انرژی به‌دست آورد. در واقع از دیدگاه سینماتیک حرکت هماهنگ را می‌توان تصویر حرکت دایره‌ای یکنواخت تعریف کرد. اگر جسمی با حرکت هماهنگ جلو و عقب برود، همواره می‌توان یک حرکت دایره‌ای یکنواخت فرضی را با آن مرتبط ساخت. با این روش، موج ایستاده‌ی حرکت هماهنگ را می‌توان تصویری از موج ایستاده‌ی فرضی حرکت دایره‌ای یکنواخت در نظر گرفت (شکل ۳) و در نتیجه شرط حالت پایا را اعمال کرد.

$$۲\pi a = n\lambda_n \qquad (۱۴)$$

با استفاده از رابطه‌ی دوبروی و رابطه‌ی داریم:

$$۲\pi a = n\frac{h}{mv} = n\frac{h}{m\omega a} \Rightarrow a^۲ = \frac{nh}{۲\pi m\omega} \qquad (۱۵)$$

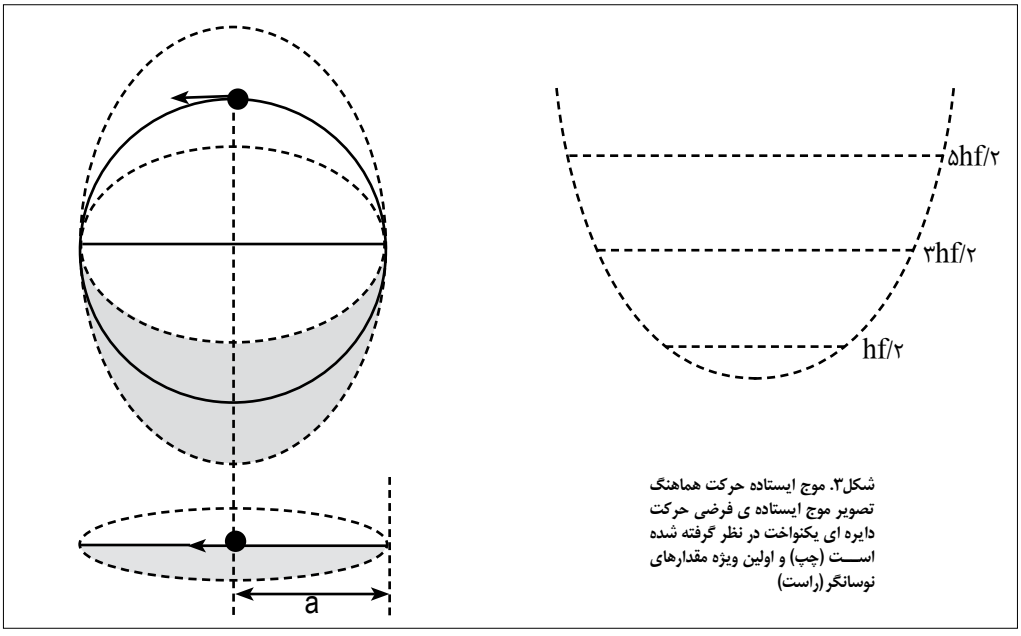
با قرار دادن این رابطه‌ی آخر در (۱۳) به‌دست می‌آوریم:

$$E_n = n(\frac{۱}{۲}hf) \qquad (۱۶)$$

از این رابطه نتیجه می‌گیریم که فاصله‌ی دو تراز انرژی متوالی در نوسانگر هماهنگ همیشه مساوی $\frac{hf}{۲}$ است اما با در نظر گرفتن این‌که گذار بین یک تراز انرژی با تراز مجاورش با جذب یا گسیل یک فوتون با انرژی hf انجام می‌شود،نتیجه می‌گیریم که عدد n باید الزاماً فرد باشد و بنابراین رابطه‌ی(۱۶) به شکل مناسب‌تر پایین نوشته خواهد شد:

$$E_n = (n+\frac{۱}{۲})hf, n \in N \qquad (۱۷)$$

این فرمول تراز انرژی برای نوسانگر هماهنگ است.



شکل۳. 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)

در این مقاله ترازهای انرژی چهار دستگاه کوانتومی با استفاده از شرط حالت پایا و رابطه‌ی دوبروی به‌دست آمد. این روش مناسب کلاس‌های دبیرستان است که دانش‌آموزان هیچ آشنایی با معادله‌ها ی دیفرانسیل ندارند و بنابراین انتگرال‌گیری معادله‌ی شرودینگر میسر نیست. به‌ویژه فرمول ترازهای انرژی نوسانگر هماهنگ که به روش ابتدایی با شباهت آن با حرکت دایره‌های یکنواخت به‌دست می‌آید. نتیجه‌گیری‌های پیشنهادی در این مقاله به دبیران دبیرستان امکان نزدیک شدن به فیزیک کوانتومی را با برخی کاربردهای عددی می‌دهد که به دانش‌آموزان در فرایندهای ذهنی و مدل‌سازی دستگاه‌ها کمک می‌کند.

زیرنویس

1. Concetto Gianino

منبع

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

نامه ها

ما و خوانندگان

۱. خانم مریم بهنام، دبیر فیزیک منطقه‌ی ۱۰ تهران، نویسنده‌ی مقاله «امواج 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 دورنما، دبیر فیزیک منطقه قشلاقدشت، نویسنده‌ی مقاله انرژی تاریک عالم را پر می‌کند، ضمن تشکر از زحمت حضرتعالی، متأسفانه ترجمه‌ی شما چندان مناسب نیست، ضمن آن‌که 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.

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.

ssssss ی sssss

در مقاله‌ی **پیشنهادی برای یادگیری فیزیک با نظام آموزش فردی** به قلم آقایان علی انصاری و مسعود صدرالاشرافی 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 ۴-۱ و ۴-۲ 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.

فیزیک

ترجمه: روح‌الله خلیلی بُروجنی
www.avang.org

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 ارزیابی خلاقیت‌ها، ابداع‌ها، مهارت‌های تحلیل و تفسیر و هم‌چنین تفکر نقاد دانش‌آموزان و داوطلبان آزمون‌ها را ندارد و نقش آن‌ها تقریباً به ارزیابی آموخته‌ها در سطوح اولیه‌ی تفکر، هم‌چون به خاطر سپردن و درک سطحی مفاهیم محدود است.

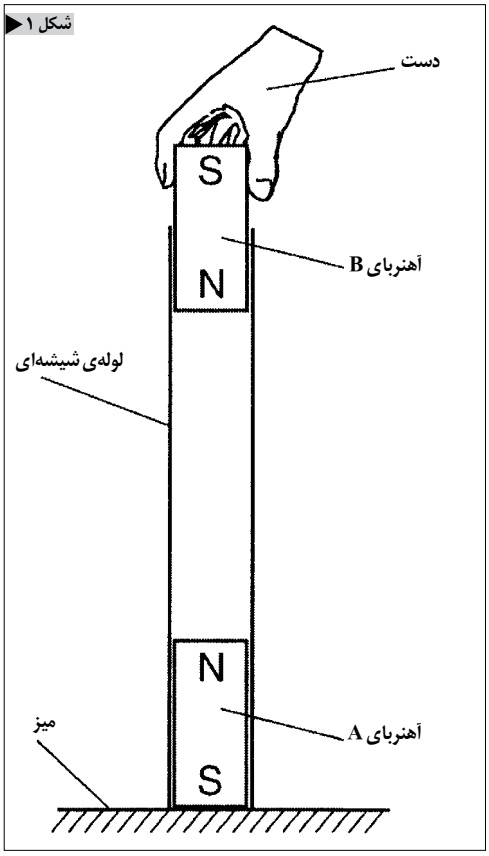
بنا به این تحلیل بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته طی دو دهه‌ی اخیر به ایجاد تنوع در کیفیت پرسش‌ها و شیوه‌های سنجش و ارزشیابی دست زده‌اند؛ به‌طوری که نظام‌های آموزشی و سنجش این کشورها در تمام آزمون‌های خود (مانند امتحان‌های نهایی و آزمون‌های گزینش دانشجویان برای ورود به آموزش عالی) از پرسش‌های تشریحی، چند انتخابی و چندگزینه‌ای متنوعی در مقوله‌های شناختی و مهارت‌های ذهنی و عملی استفاده می‌کنند.

به‌منظور آشنایی دبیران 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 پرسش ها 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.

شکل ۱



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

(الف) در مکان‌های متفاوت این سامانه، ولتاژ ۰/۸A، 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 بزنید.

- ۴۰ Ω ☐
- ۳۰ Ω ☐
- ۲۰ Ω ☐
- ۱۰ Ω ☐

(ii) آمپرسنج A_1 مقدار ۰/۸A را می‌خواند. دو آمپرسنج دیگر چه عددی را می‌خوانند؟ در محل مناسب علامت بزنید.

	بیشتر از ۰/۸A	۰/۸A	کم‌تر از ۰/۸A
A_3 نشان می‌دهد			
A_2 نشان می‌دهد			

۴- شکل۴ مولکول‌های آب و مولکول‌های بخار آب را روی سطح آب نشان می‌دهد.

(الف) توضیح دهید چرا تنها تعداد کمی از ملکول‌های 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.

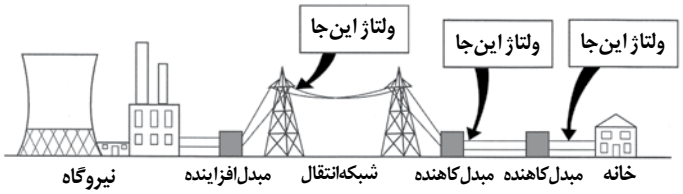
توضیح دهید چرا انرژی لازم است.

۵-شکل۵(الف)بستر عایق‌بندی شده‌ای را نشان می‌دهد که محتوی مقداری یخ صفر درجه سلسیوس است. با روشن کردن گرماده درون یخ،

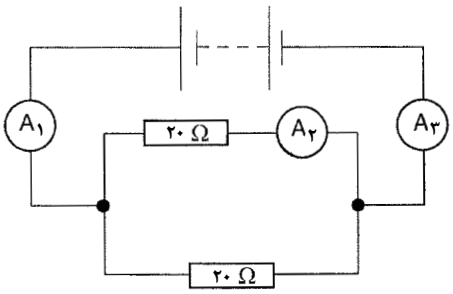
الف) روی شکل ۵، نمودار تغییرات دما بر حسب زمان را وقتی همه‌ی یخ‌ها ذوب شده‌اند، رسم کنید.

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

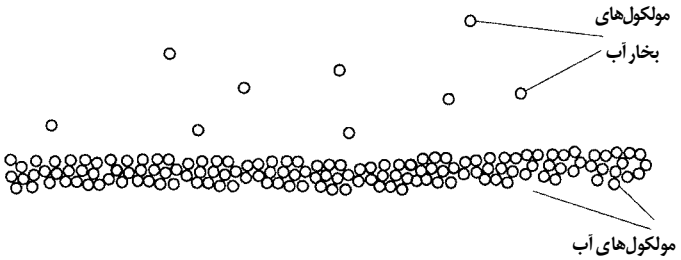
شکل ۲



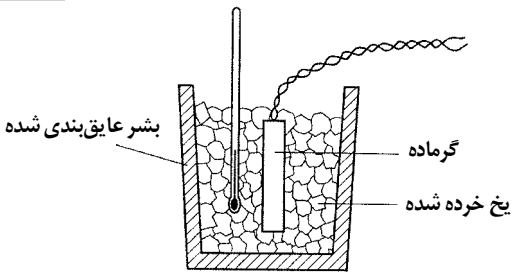
شکل ۳



شکل ۴



شکل ۵ (الف)



شکل ۵ (ب)

(i) توضیح دهید چرا با وجود روشن بودن 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 ـ 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 اندازه‌ی 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 عددهای 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.

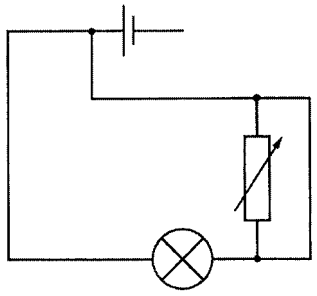
(iii) وقتی به هر کدام از فنرها نیروی ۱۵ نیوتونی اعمال می‌شود، با استفاده از نمودار تفاوت کشیدگی دو فنر را پیدا کنید.

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

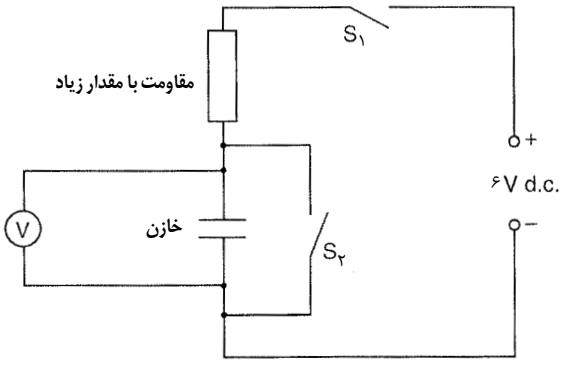
الف) توضیح دهید چرا ذره‌های غبار در هوا معلق‌اند و به پایین جدار شیشه‌ای سرنگ فرو نمی‌افتند.

ب) فشار هوای درون سرنگ $۲/۰\times۱۰^۵Pa$ است. پیستون به آرامی فشرده می‌شود به گونه‌ای که دمای هوا ثابت بماند و حجم از $۸۰cm^۳$ به $۲۵cm^۳$ کاهش می‌یابد. فشار نهایی هوا را پیدا کنید.

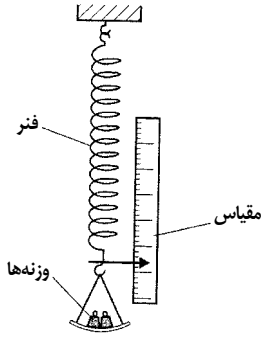
شکل ۶



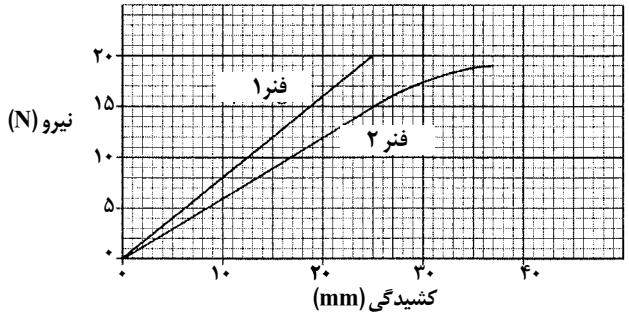
شکل ۷



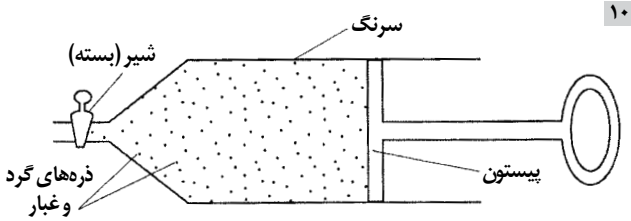
شکل ۸



شکل ۹



شکل ۱۰



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 نقطه Q پیکانی رسم کنید که نشان‌دهنده‌ی جهت‌گیری یک عقربه‌ی مغناطیسی است که در این نقطه قرار داده شده است.

(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.

شدت میدان مغناطیسی را در T، S و W برحسب شدت میدان مغناطیسی در R بیان کنید. نقطه های 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 عایق‌بودن 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).

دانش‌آموز یکی از عایق‌ها را دور ظرف می‌پیچد و آب داغ درون آن می‌ریزد و دما و زمان را می‌خواند تا این‌که 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.

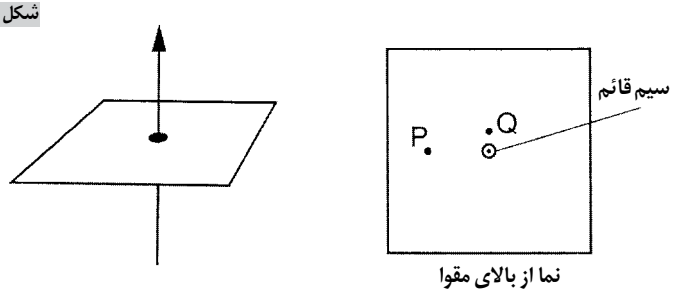
(الف) با استفاده از اطلاعات روی نمودار، کدام یک از این مواد بهترین عایق است؟

(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.

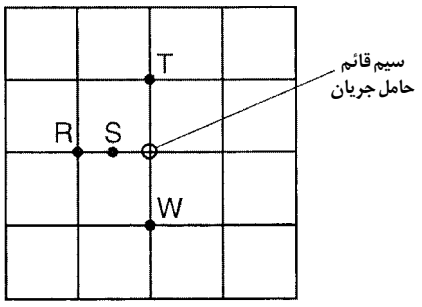
۱۲– از چهار میله ی A، B، C، D دو میله آهنربا و دو میله‌ی دیگر از جنس آهن و آلومینیم هستند. نتیجه‌ی سه آزمایش با این میله‌ها در شکل ۱۵ نشان داده شده است.

جنس هر کدام از میله‌ها را تعیین کنید.

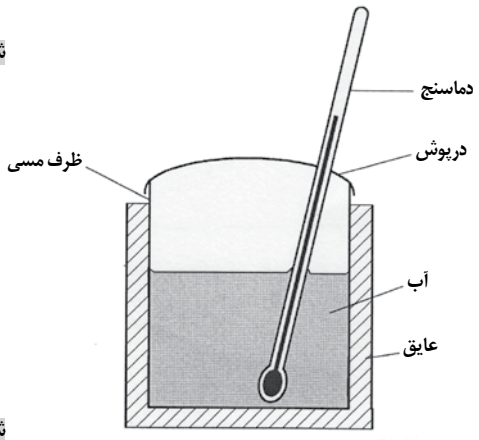
شکل ۱۱



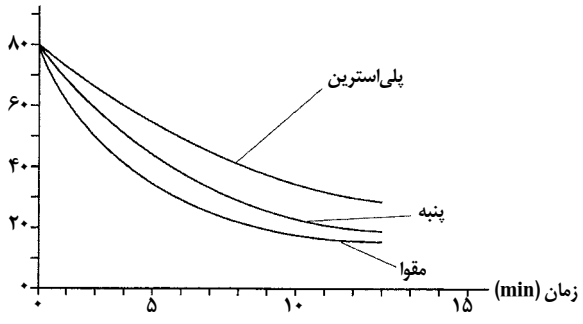
شکل ۱۲



شکل ۱۳



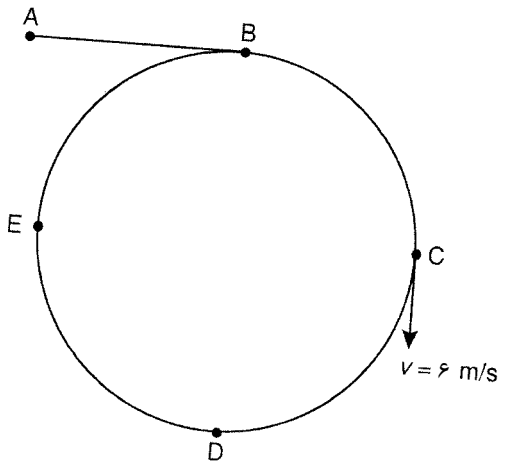
شکل ۱۴



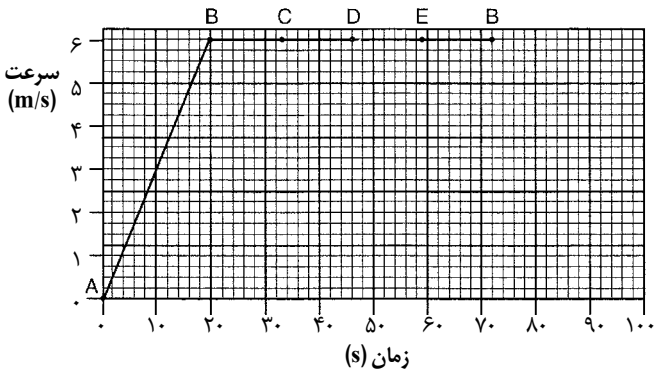
شکل ۱۵

دافعه	B	A
جاذبه	C	A
بدون اثر	D	B

◀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=۶m/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.

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

با مجله‌های رشد آشنا شوید

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

مجله‌های عمومی دانش‌آموزی

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

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

مجله‌های عمومی بزرگسال

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

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

مجله‌های اختصاصی

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

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

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

نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.

نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸-۰۲۱

تلفن: ۸۸۸۴۹۰۹۹-۰۲۱

E_mail:info@roshdmag.ir www.roshdmag.ir

۱۴- دانش‌آموزی نوسان یک خط‌کش را بررسی می‌کند یک سر خط‌کش روی میز است و سر دیگر آن به فنری 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	۳/٤	
٤۰/۰	٤/٤	
۵۰/۰	٤/۹	
٦۰/۰	۵/۳	
۷۰/۰	٦/۰	
۸۰/۰	٦/۳	

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

(ب) نمودار d(cm) (محور x) را برحسب T(s) (محور y) رسم کنید (شکل ۱۹).

(پ) به کمک نمودار وقتی d=۵۵/۰cm 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 تأئید می‌کند.

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

(الف) (i) به کمک خط‌کش، فاصله‌ی شیء 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 $\frac{۱}{۵}$ اندازه‌ی واقعی است؛ فاصله‌ی واقعی p بین شیء 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) شیء روشن به‌صورت یک مثلث است **(شکل ۲۱)**.

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

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

برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط:

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

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

- **نام مجله های درخواستی :**

.....

.....

.....

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

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

پلاک: ..... کدپستی: .....

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

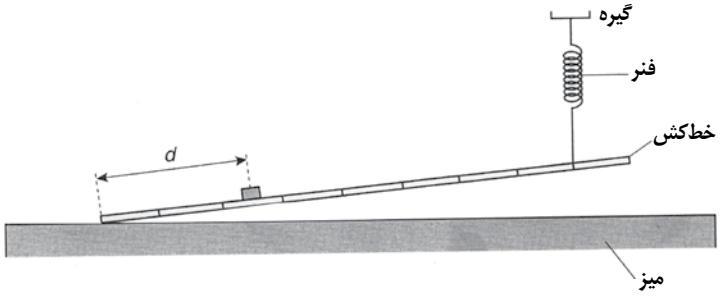
امضا:

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

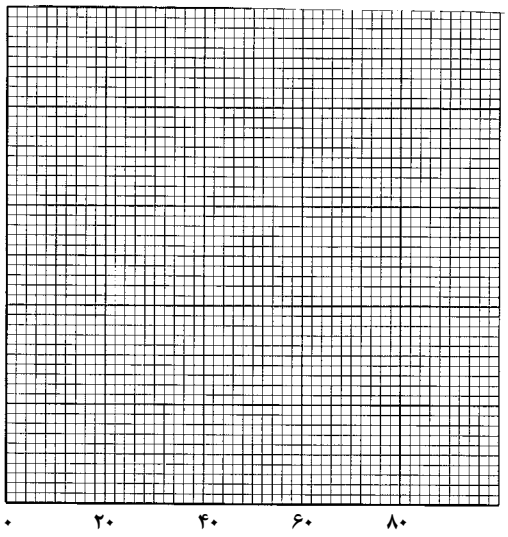
یادآوری:

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

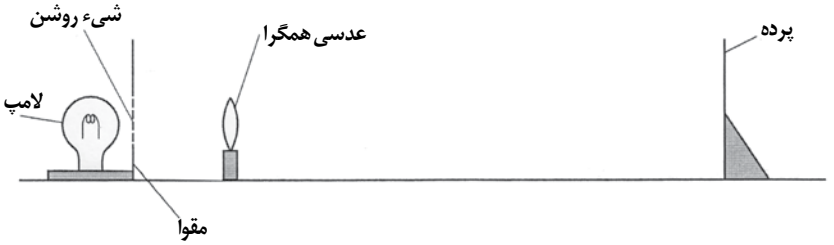
شکل ۱۸



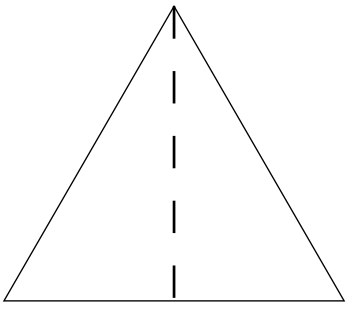
شکل ۱۹



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 studetnts /
C. Gianina/ **53**
With the readers / **56**
New methods of evaluation in physics / R.Khalili / **57**

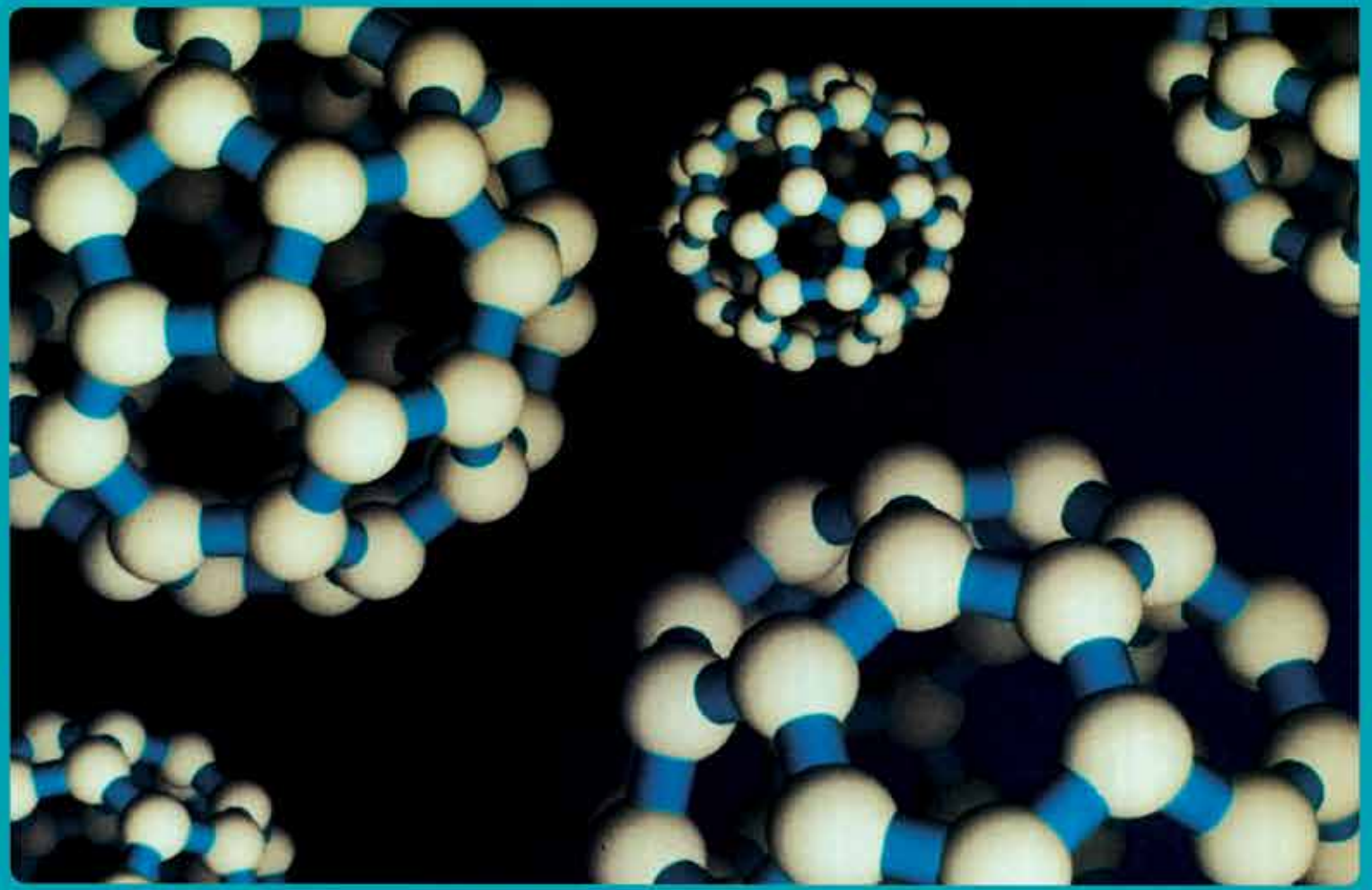
Ministry of Education
Orginaization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publications Office

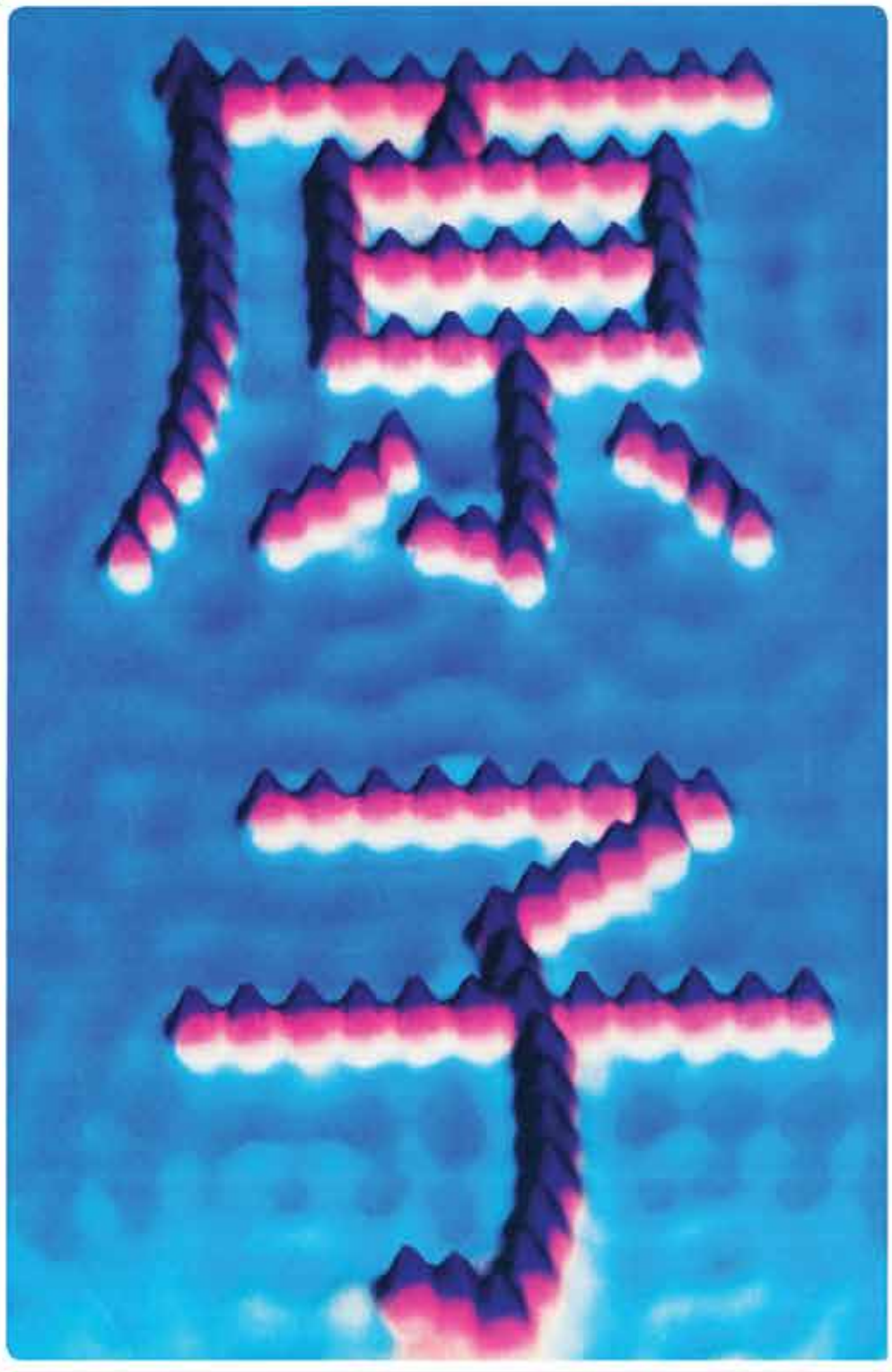
www.roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran

Physics Edu cation Journal
Vol.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 آلمادن IBM واقع در سن‌خوزه‌ی کالیفرنیا با استفاده از یک میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی ایجاد شده است.