



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

آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

دوره بیست و هشتم، شماره ۳، بهار ۱۳۹۲

مدیر مسئول: محمد ناصری

سر دبیر: دکتر منیژه رهبر

مدیر داخلی: احمد احمدی

هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی

بروجنی، دکتر سید حجت الحق حسینی، آریتا سید فدایی،

دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی

طراح گرافیک: نوید اندرودی

ویراستار: منیژه رهبر

www.roshdmag.ir

Physics@roshdmag.ir

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴-۳۷۰) ۵۸۶۲-۸۸۳۰-۲۱

پیام گیر نشریات رشد: ۱۴۸۲-۸۸۳۰-۲۱

مدیر مسئول: ۱۰۲

دفتر مجله: ۱۱۳

امور مشترکین: ۱۱۴

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

شمارگان: ۶۳۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: قانون های فیزیک کوانتوم
با قانون های فیزیک کلاسیک متفاوت است.

مجله رشد آموزش فیزیک

نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،
به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان راه در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط
با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدول ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه ی مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
- در متن های ارسالی باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیر نویس ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره ی صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً تبیین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

سخن‌باخوانندگان



سرمقاله

مقاله‌های اولیه بیشتر نوشته استادان دانشگاه‌ها یا مقاله‌هایی بودند که در گردهمایی‌های مختلف ارائه شده بودند. همین‌طور در اولین کنفرانس‌های آموزش فیزیک اغلب از استادان دعوت می‌شد که سخنرانی کنند یا به رفع اشکالات معلمان بپردازند و دبیران نقش فعالی در ارائه مطالب آموزشی نداشتند، اما اکنون با همت و پشتکار معلمان عزیز و آگاهی یافتن آن‌ها از توان بالقوه خود، مشکلات موجود در این زمینه تا اندازه زیادی برطرف شده است. تعداد مقاله‌هایی که معلمان در زمینه تجربه‌های آموزشی و مطالب جدید به مجله ارسال می‌کنند، به‌حدی افزایش یافته است که برای چاپ آن‌ها باید مدتی صبر کنند. همچنین شاهد آن هستیم که در گردهمایی‌های مختلف معلمان تجربه‌های آموزشی خود را با هم در میان می‌گذارند و می‌کوشند با بهره‌گیری از منابع موجود با تازه‌ترین روش‌های آموزشی آشنا شوند و آن‌ها را با دیگر معلمان در میان بگذارند. این‌گونه حرکت‌ها نویدبخش اعتلای کیفیت آموزش در کشور است. تداوم این تلاش‌ها سبب تربیت آینده‌سازانی خواهد شد که می‌توانند نقش مؤثر خویش را در پیشرفت و اعتلای کشور و رساندن آن به جایگاه شایسته خود در جهان به‌خوبی ایفا کنند.

سال گذشته شاهد انتشار صدمین شماره مجله رشد آموزش فیزیک بودیم که با بهبود کیفیت مجله و انتشار آن به‌صورت دورنگ همراه بود. در مراسمی که به مناسبت بزرگداشت این رویداد در بیست‌و‌چهارم آبان‌ماه آن سال برگزار شد، از خدمات و همکاری تعداد اندکی از استادان و معلمان عزیزی که در این مدت با تلاش‌های صمیمانه خود به هرچه پربارتر شدن مجله کمک کرده بودند، قدردانی شد. تصاویری از این مراسم را در صفحه‌های پشت جلد مجله مشاهده می‌کنید. لازم می‌دانم بر این نکته تأکید کنم که تعداد همکاران گرامی که در این مدت ما را از یاری خود بهره‌مند کرده‌اند، بسیار بیشتر از آن است که سپاسگزاری از آن‌ها در این‌گونه مراسم امکان‌پذیر باشد. بنابراین فرصت را مغتنم می‌شمارم و از تک‌تک کسانی که در این مدت یاور ما بوده‌اند، تشکر می‌کنم. بدون شک بدون بذل توجه و یاری این افراد انتشار صد شماره مجله امکان‌پذیر نمی‌بود. به‌یاد دارم که در سال‌های اول انتشار مجله مشکل اصلی تأمین مقاله‌های کافی برای پرکردن مجله بود. بسیاری از شماره‌های اولیه دو شماره یکی منتشر می‌شد و در تابستان‌ها هم که مدرسه‌ها تعطیل بود، مجله منتشر نمی‌شد.

دانش به عنوان سازه‌ای پایدار و پویا

دانش همچون سازه‌ای عظیم است که پایداری و پویایی آن به میزان انسجام و وحدت‌یافتگی زیرسازه‌هایش بستگی دارد. دانش نوین بازتاب جهانی وحدت یافته از اجزای گوناگون و متفاوت دارای انسجام است که از قوانین و نظم مشخصی پیروی می‌کنند. از این منظر، رابطه انسان با دانش وحدت‌یافته، متناظر با تعامل او با جهانی متشکل از عناصر و متغیرهای منسجم است.

اگر انسان انسجام بین متغیرهای جهان واقعی را درک نکند، از فهم وحدت درونی اجزای سازه‌ای به‌نام دانش نوین ناتوان خواهد بود. برای مثال، دانشی که بازتابی از طبیعت منسجم است، نمی‌تواند عناصر وحدت‌یافتگی طبیعت را همراه نداشته باشد. پس آنچه اهمیت دارد، دستیابی به عناصری از دانایی است که توانایی درک انسجام درونی دانش نوین را به‌عنوان بازتابی از جهان وحدت‌یافته فراهم سازد. از این منظر، دریافت بخش‌های مختلف از دانش نوین بدون درک ارتباط دینامیکی آن‌ها با متغیرهای جهان واقعی و قوانین ناظر بر آنان، زمینه‌های درک کیفی مفاهیم را فراهم نمی‌آورد. محیط‌های آموزشی به عنوان بخشی از جغرافیای گسترده دریافت اطلاعات و عناصر دانش نوین، باید بتوانند چگونگی ایجاد تعاملی کیفی بین انسان، متغیرهای جهان واقعی و دانش بازتابیده از این متغیرها را به‌صورتی پویا و کیفی

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های زیستن در جهان امروز، مواجهه شدن با گستره‌ای از دانش و اطلاعات است که از مجراهای مختلف دریافت می‌شوند. مدیریت و اولویت‌بندی دانش و اطلاعات از یک‌سو، و یافتن شیوه‌ها و مسیرهای ایجاد رابطه‌ای دوسویه بین انسان و دانش از طرف دیگر، ضرورت وجود آموزه‌های کیفی و راه‌گشا را در این زمینه هرچه بیشتر مطرح می‌کند.

محیط‌های آموزشی باید بتوانند دریافت یکسویه دانش و اطلاعات توسط دانش‌پژوهان را در فرایند طراحی و ایجاد محیط یادگیری فعال، به رابطه‌ای متقابل بین انسان و دانش تبدیل کنند. رابطه‌ای که در امتداد آن بتوان انتظار مشارکت فعال دانش‌پژوهان را در فرایند تولید علم داشت.

از طرف دیگر باید آموخت که انباشت کمی دانش و اطلاعات، در دنیای واقعی نمی‌تواند ما را به شیوه‌های راه‌گشا برای عبور از موانع موجود در مسیر زیستن کیفی رهنمون شود. آنچه دانش و اطلاعات را به دانشی راه‌گشا تبدیل می‌کند، ایجاد مجموعه‌ای دارای انسجام و وحدت‌یافتگی از عناصر دانش با اهداف معین است؛ مجموعه‌ای که تحت مدیریت کیفی انسان، می‌تواند راهنمای حل مسائل و عبور از موانع در دنیای واقعی باشد.

کلیدواژه‌ها: انسجام، وحدت‌یافتگی، کلیشه‌ها، تعامل کیفی، بستر دینامیکی

مدیریت دانش و اطلاعات

رابطه انسان و دانش

جهانگیر ریاضی

کارشناس فیزیک و مدرس مراکز تربیت معلم



آموزش دهند.

سلطه دانش و اطلاعات، با ایجاد تعاملی کیفی با دانش، بر فرایند آینده آن تأثیری کیفی بگذارد و به بیان دیگر، بتواند در فرایند تولید علم و اندیشه‌های نو، مشارکت فعال داشته باشد.

مرز بین مدیریت دانش و کلیشه‌ای کردن آن

هرگاه اولویت‌بندی و شناخت بخش‌های مورد نیاز دانش و اطلاعات در محیط آموزشی از اصول علمی پیروی نکند، زمینه‌های سلطه اندیشه‌های القایی و کلیشه‌ای در محیط آموزشی فراهم می‌گردد. پس باید مراقب مرزهای بین مدیریت دانش و کلیشه‌ای کردن آن باشیم. در صورت عدم تشخیص این مرز، زمینه‌های بروز خلاقیت و نوآوری در فرایند یادگیری کمرنگ می‌شوند یا از بین می‌روند. به بیان دیگر، هرگونه برخورد ایستا با مجموعه عناصر دانش، می‌تواند ویژگی دینامیکی آن را از بین ببرد.

از طرف دیگر، نبود راهبرد مشخص در تعامل انسان با گستره‌ای از اطلاعات و دانش در قلمروهای مختلف، می‌تواند انسان را در تشخیص مسیر درست آینده دچار خطا کند. چراکه تشخیص صحیح این مسیر، مستلزم شناخت درست از جایگاه هر بخش از اطلاعات و دانش دریافت شده از منابع مختلف است. به بیان دیگر، دانش دریافتی به ما کمک می‌کند که فرایند آینده دانش را به صورت کیفی و اصولی طراحی کنیم. این موضوع با دنباله‌روی ناآگاهانه از اطلاعات و دانش بسیار متفاوت است.

یکی از نشانه‌های تعامل مدیریت نشده با دانش، رفتار هیجانی و سطحی‌نگری در مواجهه با قلمروهای جدید و تجربه نشده دانش و اطلاعات است. این رفتار می‌تواند در قالب شتاب‌زدگی، حیرت‌زدگی، فراموش کردن مسیر اصلی، تبدیل دانش و اطلاعات به کلیشه‌ها و... نمایان شود. پرهیز از رفتار هیجانی نیازمند آموزه‌های کیفی است که در محیط‌های آموزشی مبتنی بر ترویج عناصر دانایی و درک کیفی از مفاهیم، تحقق می‌یابد.

انسان در جهان امروز از مجراهای مختلف و متنوع می‌تواند اطلاعات و دانش را دریافت کند؛ بر این اساس، کسب آموزه‌های کیفی نمی‌تواند و نباید به محیط‌های آموزش رسمی محدود شود. برای عبور از موانع موجود در مسیر زندگی کیفی در جهان امروز و فردا به گستره‌ای از آموزه‌های کیفی نیاز داریم و محیط‌های آموزشی رسمی پاسخ‌گوی این نیاز نیستند. از این منظر، قلمروهای آموختن به گستره تمامی عرصه‌های زندگی خواهد بود. به بیان دیگر، هر یک از این عرصه‌ها می‌تواند محیطی برای آموزش و یادگیری انسان باشد.

تبدیل اجزای دانش به کلیشه‌ها

یکی از مهم‌ترین آسیب‌های مسیر تعامل انسان با دانش و اطلاعات، ترویج آن‌ها در قالب کلیشه‌های مشخص است. تفکر کلیشه‌ای اندیشه‌ای ایستا و خارج از بستر دینامیکی زمان است.

فراگیرندگان در محیط‌های آموزشی باید بیاموزند که هر بخش از دانش نوین بازتاب کدام شرایط و متغیرهاست و با استفاده از این بخش از دانش، چگونه می‌توان بر متغیرهای جهان واقعی به گونه‌ای اثر گذاشت که آرایه‌هایی جدید از این متغیرها فراهم آیند. آرایه‌هایی نو که در قلمرو اندیشه، چشم‌اندازهایی جدید از دانش بشری را به وجود می‌آورند.

تعامل کیفی انسان با دانش

زندگی انسان در جهان امروز با دریافت حجم گسترده‌ای از اطلاعات و عناصر دانش همراه است. ایجاد توازن بین بخش‌های مختلف دانش، از اصول اساسی مدیریت دانش است. ناتوانی در مدیریت و اولویت‌بندی اطلاعات و عناصر دانش، زمینه‌ساز انباشت کمی اطلاعاتی می‌شود که در جهان واقعی نمی‌توانند راهنمای عبور از موانع موجود در مسیر زندگی کیفی گردند. تنها بخشی از این اطلاعات با شیوه‌های مشخص و از قبل تعریف شده در محیط‌های آموزشی مطرح می‌شوند و بخش‌هایی گسترده از آن‌ها از سایر مسیرها به دست می‌آیند.

مدیریت کیفی در محیط آموزشی باید توجه داشته باشد که بدون ایجاد توازن بین مجموعه اطلاعات دریافت شده از مجراهای مختلف و تشخیص اولویت‌ها، نمی‌توان از بخش‌های مختلف دانش دریافت شده، سازهای توانمند، پایدار و راه‌گشا برای حل مسائل در جهان واقعی ایجاد کرد. از سوی دیگر، مسئله اساسی در مدیریت دانش، تنها دریافت اطلاعات و عناصر دانش از مجراهای مختلف نیست. آنچه اهمیت خاصی دارد، ایجاد رابطه‌ای دوسویه بین انسان و دانش است.

رابطه کیفی امکان و توان لازم برای تأثیرگذاری کیفی بر دانش دریافت شده را در اختیار انسان می‌گذارد و راه را برای تولید عناصر جدید در دانش نوین هموار می‌سازد. به بیان دیگر، یکی از اهداف اصلی آموزش نوین، آموزش شیوه‌های مدیریت کیفی اطلاعات و ایجاد تعاملی پویا بین انسان و بخش‌های مختلف دانش نوین است.

تعامل کیفی انسان با دانش، مفهومی دینامیکی است؛ یعنی، در بستر دینامیکی زمان قابل توصیف است. رابطه دینامیکی بین انسان و دانش را مجموعه شرایط و متغیرهای جهان واقعی مشخص می‌کنند. از این منظر، تعامل کیفی انسان و دانش در بستر دینامیکی زمان دستخوش تغییر می‌گردد.

این تغییرات می‌تواند در قلمروهای کمی و کیفی شکل بگیرد. به سبب پیچیده‌تر شدن رابطه عناصر دانش نوین، تعامل انسان با دانش اشکال پیچیده‌تری پیدا می‌کند. برخورد فعال با این پیچیدگی‌ها نیازمند سطوح بالاتری از دانایی است؛ سطوحی از دانایی که انسان را آنچنان توانمند می‌سازد که در مقابل پذیرش

محیط‌های آموزشی باید بتوانند دریافت یک‌سویه دانش و اطلاعات توسط دانش‌پژوهان را در فرایند طراحی و ایجاد محیط یادگیری فعال به رابطه‌ای متقابل بین انسان و دانش تبدیل کنند؛ رابطه‌ای که در بستر آن بتوان انتظار مشارکت فعال دانش‌پژوهان را در فرایند تولید علم داشت

دانش همچون سازه‌ای پویاست و بین زیرسازه‌های آن انسجام و وحدت‌یافتگی وجود دارد. از این منظر، تفکر کلیشه‌ای ناتوان از درک این انسجام است.

محیط آموزشی، در صورتی که بستر ساز تفکرات کلیشه‌ای و القایی باشد، نمی‌تواند اندیشه مولد و خلاق را پرورش دهد. به بیان دیگر فراگیرندگان تحت تأثیر اینکه، ما چه دانشی را با چه نگرش و شیوه‌هایی به آن‌ها آموزش می‌دهیم، عناصر تعامل خود را با بخش‌های مختلف دانش و اطلاعات ساماندهی می‌کنند. در واقع، یکی از اساسی‌ترین آموزه‌های هر محیط آموزشی فعال، شیوه‌های تعامل کیفی بین انسان و دانش است؛ فرایندی که از دریافت اطلاعات و دانش آغاز می‌شود و تأثیر متقابل انسان و دانش ادامه می‌یابد. تعامل انسان با دانش از یک طرف به تعاملات قبلی و از طرف دیگر به عناصر موجود در محیط تعامل بستگی دارد.

از این منظر، تعامل با دانش برای افراد مختلف از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کند. چراکه افراد مختلف از مسیرهایی متفاوت وارد این تعامل می‌شوند و برداشتهایی مختلف از آن دارند. در این تعامل است که باید مشخص شود از بخش‌های مختلف دانش و اطلاعات دریافت شده، در کدام قلمروها به چه شیوه‌هایی می‌توان استفاده کرد. اندیشه خلاق، تعاملی پویا و خلاق‌تر با دانش و اطلاعات ایجاد می‌کند.

به بیان دیگر، باید مشخص شود که اطلاعات و دانش چه مسیری را طی کرده‌اند و بر چه متغیرهایی تأثیر گذاشته‌اند و تا چه اندازه به رشد اندیشه‌های پویا و خلاق در انسان کمک می‌کنند. بنابراین، به جای تبدیل دانش به کلیشه‌های مشخص، محیط‌های آموزشی باید بسترهای تولید بخش‌هایی نو از دانش را فراهم کنند؛ یعنی، فرایند یادگیری باید به گونه‌ای طراحی گردد که فراگیرندگان با نگرشی پویا به عناصر دانش، بتوانند زمینه‌های شکل‌گیری عناصر جدید را فراهم سازند. این گونه است که تعامل انسان با دانش و اطلاعات به مفهوم واقعی‌اش نزدیک می‌گردد.

آرایه‌های کیفی از عناصر دانش

انباشت و تجمع نامنظم و غیرهدفمند عناصر کمی در یک مجموعه به هیچ‌وجه نمی‌تواند سازه‌ای پویا با رفتاری کیفی در تعامل با متغیرهای جهان خارج ایجاد کند. انباشت بخش‌های مختلف دانش نیز از همین قانونمندی پیروی می‌کند.

بخش‌های مختلف دانش نوین آن‌گاه به دانش راه‌گشا تبدیل خواهند شد که در مجموعه‌ای دارای انسجام و وحدت درونی با اهدافی کیفی و پویا قرار گیرند. چنین مجموعه‌ای توان باز تولید اندیشه‌های خلاق و نو را خواهد داشت. بنابراین، یکی از اصول اساسی که باید در هر محیط آموزشی پویا مورد توجه قرار گیرد، آشنایی با اصول ساماندهی و مدیریت کمیت‌ها در آرایه‌های کیفی است. به بیان دیگر، فراگیرندگان باید با چرایی دریافت دانش نوین

آشنا شوند تا بتوانند چگونگی کاربست آن‌ها را در فرایند عبور از موانع بیاموزند.

فراگیرنده باید بیاموزد که گستره‌ای وسیع از دانش بشری در خارج از ذهن او در جهان وجود دارد که امکان متمرکز نمودن تمام آن در ذهن انسان وجود ندارد! آنچه باید انجام گیرد، ساماندهی مجموعه‌ای کیفی از عناصر دانش نوین است که می‌تواند امکان عبور از موانع موجود در مسیر زیستن کیفی انسان را فراهم سازد. در واقع، انرژی و هزینه‌ای که صرف انباشت کمی اطلاعات و دانش می‌شود، در مواجهه با مشکلات باید از دست رفته تلقی گردد؛ چراکه عبور از موانع و حل مسائل نیازمند اندیشه و شیوه‌های کیفی است. کیفیتی که خارج از توانایی‌های مجموعه‌ای کمی از اطلاعات است. فراگیرنده باید خود را در مقابل این پرسش‌های اساسی قرار دهد که چرا این بخش از دانش و اطلاعات باید دریافت گردد، در کجا و چگونه باید مورد استفاده قرار گیرد، و آیا این دریافت راه‌گشای حل مشکلات آینده موجود در مسیر پویایی انسان خواهند بود.

تشخیص شبه علم

اندیشه علمی در فرایند تکوین، معیارهایی را تعریف می‌کند که به اتکای آن‌ها بتوان مرز بین «علم» و «شبه علم» را مشخص کرد. شبه علم، حاصل بافته‌های ذهنی مبتنی بر تخیلاتی غیرواقعی است که در قالب‌های مختلف ظاهر می‌گردد! از جمله این قالب‌ها می‌توان به مواردی چون برداشتهای غیرواقعی از اصول علمی، خیال‌پردازی‌هایی به دور از واقعیت‌های جهان خارج، طرح نظریه‌ها و ادعاهای بدون پشتوانه علمی، توهماتی مرتبط با کشف پدیده‌های جدید، و جایگزین کردن رفتارهای هیجانی به جای فرایندهای مدیریت شده اشاره کرد.

بنابراین، یکی از مهم‌ترین اصول ناظر بر تعامل کیفی و هدفمند انسان با دانش، تشخیص مرزهای دانش حقیقی دارای اصالت از تمامی قالب‌های غیراصیلی است که خود را دانش معرفی می‌کنند. قالب‌هایی که می‌توانند مورد پذیرش و باور ذهن‌های ساده‌اندیش واقع شوند و تصورات غلط را جایگزین آموزه‌های علمی و قانونمند کنند.

معیار اساسی تشخیص قلمروهای واقعی دانش بشری، توجه به انسجام و وحدت درونی اجزای آن است، همان ویژگی‌ای که دانش را به سازه‌ای پایدار و پویا تبدیل می‌کند، ویژگی‌ای که در شبه علم دیده نمی‌شود. از سوی دیگر، حاصل تعامل کیفی انسان با دانش وحدت‌یافته، دستیابی به عناصری از «دانایی» است که «توانایی» طراحی و مدیریت فرایندهای کیفی با ماهیتی پویا را به وجود می‌آورد؛ توانایی‌هایی که در قلمروهای شبه علم به وجود نمی‌آیند.

یکی از نشانه‌های
تعامل مدیریت
نشده با دانش،
رفتار هیجانی و
سطحی‌نگری در
روبه‌رو شدن با
قلمروهای جدید و
تجربه نشده دانش و
اطلاعات است. این
رفتار می‌تواند در
قالب شتاب‌زدگی،
حیرت‌زدگی،
فراموش کردن
مسیر اصلی، تبدیل
دانش و اطلاعات
به کلیشه‌ها نمایان
شود

کنترل ذره در جهان کوانتوم

جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۲

منیژه رهبر

سوی ساخت رایانه‌های اَبَر سریع مبتنی بر فیزیک کوانتومی بردارد. این روش‌ها به ساخت ساعت‌های بسیار دقیق هم انجامیده است که می‌تواند در آینده مبنایی برای استاندارد جدید زمان، با دقتی بیش از صد برابر ساعت‌های سزیمی فعلی باشد.

تک‌ذره‌های نور و ماده، دیگر از قانون‌های فیزیک کلاسیک پیروی نمی‌کنند و فیزیک کوانتومی کارها را به دست می‌گیرد. اما تک‌ذره‌ها را نمی‌توان به راحتی از محیط اطراف‌شان جدا ساخت و به محض بر هم کنش با جهان خارج ویژگی‌های کوانتومی اسرارآمیز خود را از دست می‌دهند. بنابراین بسیاری از پدیده‌های ظاهراً عجیب پیش‌بینی شده توسط مکانیک کوانتومی را نمی‌توان مستقیماً مشاهده کرد و پژوهشگران در گذشته فقط می‌توانستند از آزمایش‌های فکری، برای آشکارسازی این پدیده‌های عجیب و غریب استفاده کنند.

هر دو برنده در حوزه اپتیک کوانتومی کار می‌کنند و بر هم کنش‌های بین نور و ماده را بررسی می‌کنند که از اواسط دهه ۱۹۸۰ پیشرفت‌های زیادی در آن صورت گرفته است. روش مورد استفاده آن‌ها ویژگی‌های مشترک زیادی دارد. دیوید واینلند اتم‌های دارای بار الکتریکی، یا یون‌ها را به دام می‌اندازد و آن‌ها را با نور یا فوتون‌ها، کنترل می‌کند و اندازه می‌گیرد. سرژ آروش رهیافت مخالف را اختیار می‌کند: او فوتون‌های به دام افتاده، یا ذرات نور، را با فرستادن اتم‌ها به دام کنترل می‌کند و اندازه می‌گیرد.

کنترل تک‌یون‌ها در دام

در آزمایشگاه دیوید واینلند در بولدر، کلرادو^۲، اتم‌های باردار یا یون‌ها را با احاطه کردن با میدان‌های الکتریکی به دام می‌اندازند. با انجام آزمایش‌ها در خلأ و در دماهای بسیار کم، ذرات از گرما و تابش محیط در امان می‌مانند.

یکی از اسرار روش نوین واینلند هنر به کارگیری باریکه‌های

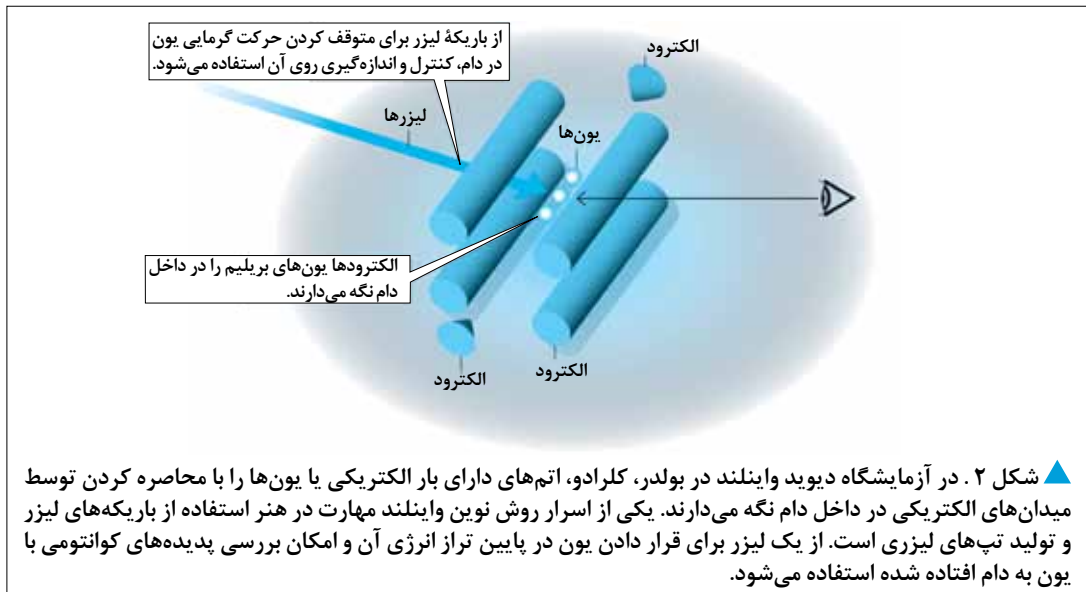
کلیدواژه‌ها: کنترل ذره، جهان کوانتومی، جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۲

سرژ آروش^۱ و دیوید واینلند^۲ به شکل مستقل از هم روش‌هایی نوین برای اندازه‌گیری و دستکاری تک‌ذرات با حفظ سرشت کوانتوم مکانیکی آن‌ها را به گونه‌ای ابداع کرده و توسعه داده‌اند که پیش از این دست‌نیافتنی تصور می‌شد.



▲ شکل ۱. جایزه نوبل برای تسلط بر ذرات اهدا شده است. برندگان موفق شده‌اند، تک‌ذرات به دام افتاده را وادار سازند تا از قواعد مکانیک کوانتومی پیروی کنند.

آروش و واینلند با نمایش مشاهده مستقیم دستگاه‌های کوانتومی بدون از بین بردن آن‌ها، دریچه جدیدی را به دنیای مکانیک کوانتومی باز کردند. آن‌ها با روش‌های تجربی مبتکرانه خود موفق به اندازه‌گیری و کنترل حالت‌های کوانتومی شکننده‌ای شده‌اند که باعث شده است تا حوزه پژوهش آن‌ها اولین گام‌ها را به



اتم ریدبرگ از کاواک عبور کرده و از آن خارج می‌شود، و فوتون ریزموج را به جا می‌گذارد. اما بر هم کنش بین فوتون و اتم تغییر فازی در حالت کوانتومی اتم به وجود می‌آورد. اگر حالت کوانتومی اتم را یک موج در نظر بگیریم، قله‌ها و فرورفتگی‌های موج جابه‌جا می‌شوند. سپس می‌توان این تغییر فاز را هنگام خروج اتم از کاواک اندازه گرفت و در نتیجه به بود و نبود فوتون در داخل کاواک پی برد. اگر فوتونی وجود نداشته باشد، تغییر فازی صورت نمی‌گیرد. به این ترتیب آروش می‌تواند بدون از بین بردن فوتون روی آن اندازه‌گیری انجام دهد.

آروش و گروهش می‌توانند فوتون‌های درون کاواک را به همان ترتیبی بشمارند که کودکی تپ‌های درون یک پیاله را می‌شمارد. شاید این کار آسان به نظر برسد، اما به مهارت و چالاکی خارق‌العاده‌ای نیاز دارد زیرا فوتون‌ها، برخلاف تپ‌های معمولی، در تماس با جهان خارج بلافاصله از بین می‌روند. آروش و همکارانش برای شمارش فوتون‌ها روش‌هایی را ابداع کرده‌اند که تحول هر حالت کوانتومی را در زمان واقعی گام‌به‌گام دنبال می‌کند.

پارادوکس‌های مکانیک کوانتومی

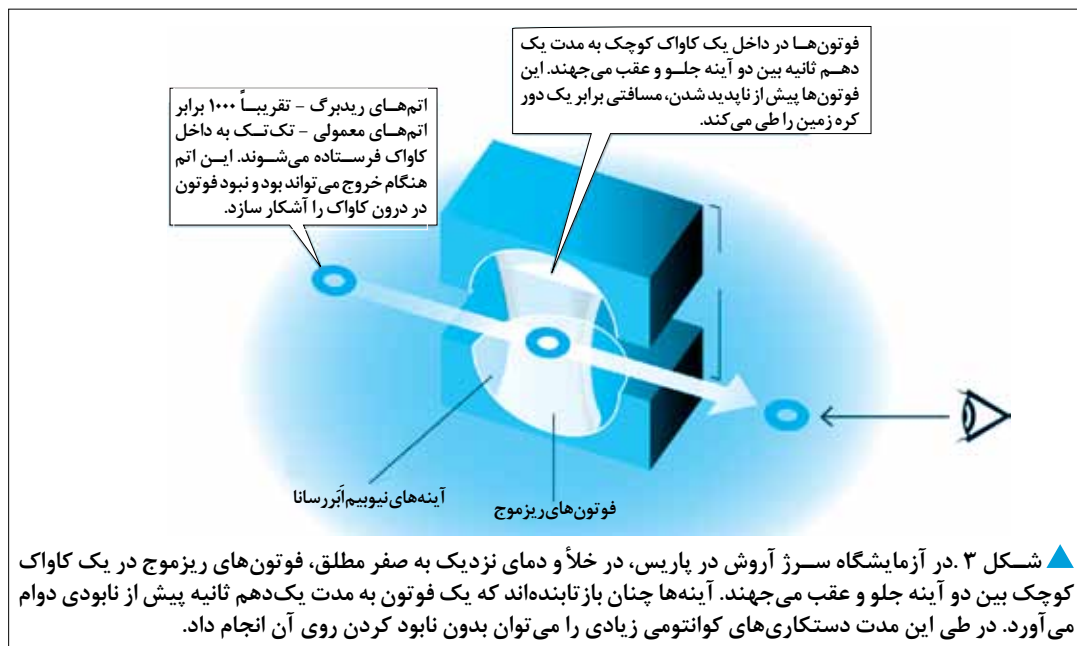
مکانیک کوانتومی جهانی میکروسکوپی را توصیف می‌کند که نمی‌توان با چشم غیرمسلح دید، و در آن رویدادها برخلاف انتظار و تجربه‌های ما از پدیده‌های فیزیکی در جهان کلاسیک ماکروسکوپی است. فیزیک در جهان کوانتومی دارای نوعی عدم قطعیت و کاتوری ذاتی است. یک مثال این رفتار متضاد برهم نهشی است، که در آن یک ذره کوانتومی می‌تواند هم‌زمان در چند حالت مختلف باشد. معمولاً فکر نمی‌کنیم که یک تپله هم‌زمان هم «اینجا» باشد و هم «آنجا»، اما اگر تپله کوانتومی بود می‌توانست چنین باشد. بر هم نهی کوانتومی این تپله دقیقاً به ما می‌گوید که اگر بخواهیم مکان آن را اندازه بگیریم، چقدر احتمال دارد که اینجا یا آنجا باشد. چرا هرگز از این واقعیت‌های عجیب در جهان خود آگاه

لیزر و تولید پت‌های لیزری است. یک لیزر برای متوقف کردن حرکت گرمایی یون در دام به کار می‌رود، و یون را در پایین‌ترین حالت انرژی قرار می‌دهد تا امکان مطالعه پدیده‌های کوانتومی با این یون به دام افتاده فراهم گردد. سپس می‌توان از یک تپ لیزری دقیقاً تنظیم شده برای قرار دادن یون در حالت برهم نهی استفاده کرد، که وجود هم‌زمان دو حالت کاملاً متفاوت است. به عنوان مثال، یون را می‌توان طوری آماده ساخت تا هم‌زمان دو تراز انرژی را اشغال کند. در شروع کار یون در پایین‌ترین تراز انرژی است و تپ‌لیزر با سیخونکی یون را به طرف تراز بالاتر می‌راند، به طوری که در بر هم نهی از حالت‌های انرژی بین دو تراز باقی بماند، و احتمال اینکه به هر یک از آن‌ها برود برابر باشد. به این ترتیب می‌توان بر هم نهشی کوانتومی از حالت‌های انرژی را بررسی کرد.

کنترل تک‌فوتون‌ها در دام

سرژ آروش و گروه پژوهشی او برای نمایان ساختن اسرار جهان کوانتومی از روش دیگری استفاده می‌کنند. در آزمایشگاه او در پاریس فوتون‌های ریز موج در کاواک کوچکی بین دو آینه به فاصله حدود سه سانتی‌متر جلو و عقب می‌جهند. آینه‌ها از مواد آبررسانا ساخته شده‌اند و تا دمای نزدیک به صفر مطلق سرد شده‌اند.

این آینه‌های آبررسانا درخشان‌ترین آینه‌های موجود در جهان‌اند و بازتابندگی آن‌ها به اندازه‌ای است که یک فوتون می‌تواند پیش از تلف یا جذب شدن به مدت تقریباً یک دهم ثانیه در کاواک عقب و جلو برود. این طول عمر زیاد به معنی آن است که فوتون مسافت ۴۰/۰۰۰ کیلومتر، یا برابر یک بار گردش دور کره زمین، را طی کرده باشد. شعاع یک اتم ریدبرگ* در حدود ۱۲۵ نانومتر یعنی تقریباً ۱۰۰۰ برابر اتم معمولی است. این اتم‌های ریدبرگ غول‌آسا به شکل دونات با سرعت‌هایی به دقت انتخاب شده تک‌تک به داخل کاواک فرستاده می‌شوند، به طوری که بر هم کنش با فوتون ریزموج به صورتی کاملاً کنترل شده صورت می‌گیرد.



اندازه‌گیری در واقع باعث می‌شود که حالت کوانتومی فرو بیاشد و ویژگی بر هم نهشی خود را از دست بدهد. آروش و واینلند ذرات کوانتومی را به دام انداختند و آن‌ها را در حالت‌های برهم نهشی قرار دادند. این اجسام کوانتومی واقعاً مثل گربه ماکروسکوپی نیستند، اما هنوز با توجه به استانداردهای کوانتومی کاملاً بزرگ هستند.

در داخل کاواک ریز موج آروش، فوتون‌ها هم‌زمان مانند گربه در حالت‌های با فاز مخالف قرار می‌گیرند، مثل کرومتری که عقربه آن هم‌زمان بتواند در دو جهت ساعتگرد و پاد ساعتگرد بچرخد. میدان ریز موج داخل کاواک سپس با اتم‌های ریدبرگ کاویده می‌شود. نتیجه یک اثر کوانتومی نامفهوم دیگر به نام درهم تنیدگی است. اروین شرودینگر در هم تنیدگی را هم توصیف کرده است که می‌تواند بین دو یا چند ذره کوانتومی رخ دهد که در تماس مستقیم با یکدیگر نیستند اما هنوز می‌توانند ویژگی‌های یکدیگر را بخوانند و برهم تأثیر بگذارند. در هم تنیدگی میدان ریز موج و اتم‌های ریدبرگ به آروش امکان داد تا نقشه مرگ و زندگی حالت گربه را مانند درون کاواک رسم و آن را گام‌به‌گام، اتم‌به‌اتم، در گذر از حالت‌های برهم نهش کوانتومی تا حالت خوش تعریف فیزیک کلاسیک دنبال کند.

در آستانه انقلاب رایانه‌ای جدید

یک کاربرد ممکن دام‌های یونی که بسیاری از دانشمندان رؤیای آن را در سر می‌پروراندن رایانه کوانتومی است. در رایانه‌های کلاسیک کنونی کوچک‌ترین واحد اطلاعاتی یک بیت است که می‌تواند مقدار ۱ یا ۰ را اختیار کند. اما، در رایانه کوانتومی واحد بنیادی اطلاعات - بیت یا کوبیت کوانتومی - می‌تواند هم‌زمان ۱ و ۰ باشد. دو بیت کوانتومی می‌توانند هم‌زمان چهار مقدار - ۰۰، ۰۱، ۱۰ و ۱۱ - را اختیار کنند و هر کوبیت اضافی مقدار حالت‌های ممکن را دو برابر می‌کند. برای n بیت کوانتومی حالت‌های ممکن 2^n است و رایانه کوانتومی فقط با ۳۰۰ کوبیت می‌تواند هم‌زمان 2^{300} مقدار را نگه

نمی‌شویم؟ چرا نمی‌توانیم بر هم نهش تیل کوانتومی را در زندگی روزمره مشاهده کنیم؟

اروین شرودینگر^۴ فیزیکدان اتریشی برنده جایزه نوبل (فیزیک ۱۹۳۳) با این پرسش دست‌وپنجه نرم کرد. او مثل بسیاری دیگر از پیشگامان نظریه کوانتومی، کوشید که این نوع مفاهیم را درک و تفسیر کند. او در سال ۱۹۵۲ نوشت: «ما هرگز با تنها یک الکترون یا اتم یا مولکول (کوچک) آزمایش نمی‌کنیم. گاهی در آزمایش‌های فکری فرض می‌کنیم که این کار صورت می‌گیرد؛ این موضوع همواره پیامدهای مضحکی به دنبال دارد...»

شرودینگر برای پیامدهای مضحک حرکت بین جهان میکروسکوپی فیزیک کوانتومی و جهان روزمره، یک آزمایش فکری با گربه را توصیف کرد. گربه شرودینگر کاملاً جدا از جهان خارج در درون جعبه‌ای قرار دارد. این جعبه حاوی یک شیشه سیانید کننده نیز هست که پس از واپاشی یک اتم پرتوزا، که آن هم درون جعبه است، آزاد می‌شود. واپاشی پرتوزا از قانون‌های مکانیک کوانتومی پیروی می‌کند که طبق آن ماده پرتوزا در برهم نهشی از حالت‌های واپاشیده و هنوز واپاشیده قرار دارد. بنابراین، گربه هم باید در برهم نهشی از حالت‌های زنده و مرده باشد. حال اگر زیرچشمی به درون جعبه نگاه کنید، این خطر وجود دارد که گربه را بکشید، زیرا برهم نهش کوانتومی به برهم کنش با محیط چنان حساس است که کوچک‌ترین تلاش در جهت مشاهده گربه بلافاصله باعث خواهد شد که «حالت گربه» به یکی از دو نتیجه ممکن - زنده یا مرده - «فرو بیاشد». از نظر شرودینگر این آزمایش فکری به نتیجه‌گیری نامعقول می‌انجامد، و گفته‌اند که بعدها سعی کرد به‌خاطر افزودن به سردرگمی کوانتومی عذرخواهی کند.

هر دو برنده جایزه نوبل سال ۲۰۱۲ موفق به نگاشت حالت گربه در برخورد با جهان خارج شده‌اند. آن‌ها آزمایش‌های مبتکرانه‌ای را ابداع کردند و توانستند به تفصیل نشان دهند چگونه عمل

◀ شکل ۴. گربه شرودینگر. در سال ۱۹۳۵ شرودینگر فیزیکدان اتریشی و برنده جایزه نوبل آزمایش فکری گربه درون جعبه را توصیف کرد تا پیامدهای حرکت بین جهان میکروسکوپی فیزیک کوانتومی و جهان روزمره را نشان دهد. یک دستگاه کوانتومی، ذرات، اتم‌ها و دیگر چیزهای جهان میکروسکوپی می‌تواند هم‌زمان در دو حالتی باشد که فیزیکدان‌ها آن را حالت‌های برهم‌نهی می‌نامند. در آزمایش فکری شرودینگر گربه در جعبه در حالت برهم‌نهی است و در نتیجه باید هم مرده باشد و هم زنده. حال اگر زیرچشمی به درون جعبه بنگرید، این خطر وجود دارد که گربه را بکشید زیرا حالت برهم‌نهی کوانتومی به برهم‌کنش با محیط بسیار حساس است و کوچک‌ترین تلاش در جهت مشاهده گربه باعث می‌شود که حالت گربه بلافاصله به یکی از دو نتیجه ممکن - زنده یا مرده - فرو بیفتد.



◀ شکل ۵. ساعت اپتیکی - یک استفاده عملی از یون‌های به دام افتاده، ساخت ساعتی است که صدها بار از ساعت‌های مبتنی بر سزیم که فعلاً استاندارد اندازه‌گیری زمان است دقیق‌ترند. از دو یون، یکی به عنوان ساعت و دیگری برای خواندن ساعت بدون از بین بردن حالت و یا از دست دادن تیک آن، استفاده می‌شود.



نامشان ساعت‌های اپتیکی است. یک ساعت اپتیکی می‌تواند فقط از یک یا دو یون به دام افتاده تشکیل شده باشد. با دو یون، یکی از آن‌ها به عنوان ساعت به کار می‌رود و دیگری برای خواندن آن بدون از بین بردن حالت یا از دست رفتن تیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. دقت ساعت اپتیکی بهتر از یک بخش در 10^{17} است، یعنی اگر کسی در شروع عالم در مه‌بانگ حدود ۱۴ میلیارد سال پیش شروع به اندازه‌گیری زمان کرده بود، اختلاف ساعت او با مقدار واقعی اکنون فقط حدود پنج ثانیه می‌شد، با این اندازه‌گیری دقیق زمان، می‌توان برخی پدیده‌های ظریف و زیبای طبیعت، مانند تغییرات جریان زمان، تغییرات اندک گرانی و بافت فضا زمان را مشاهده کرد. طبق نظریه نسبیت اینشتین، زمان از حرکت و گرانی تأثیر می‌پذیرد. هرچه سرعت بیشتر و گرانی شدیدتر باشد، گذر زمان کندتر می‌شود، شاید متوجه این آثار نشویم، اما آن‌ها در واقع به صورت بخشی از زندگی روزمره ما در آمده‌اند. وقتی با استفاده از GPS راه خود را پیدا می‌کنیم متکی به سیگنال‌های زمانی هستیم که آن‌ها را ماهواره‌هایی با ساعت‌هایی می‌فرستند که مدام مدرج می‌شوند، زیرا گرانی در ارتفاع چندصد کیلومتری تا اندازه‌ای ضعیف‌تر است. با ساعت اپتیکی می‌توان اختلاف گذر زمان را وقتی اندازه گرفت که سرعت ساعت کمتر از ۱۰ متر در ثانیه، یا گرانی بر اثر اختلاف ارتفاع فقط ۳۰ سانتی‌متر تغییر کرده است.

دارد که بیش از تعداد اتم‌های موجود در عالم است. گروه واینلند اولین گروه در جهان بود که عملیات کوانتومی با دو بیت کوانتومی را به نمایش گذاشت. چون عملیات کنترل با چند کویت قبلاً انجام شده است، اصولاً دلیلی وجود ندارد که فکر کنیم این عملیات با کویت‌های بیشتر امکان‌پذیر نباشند، اما ساخت این رایانه کوانتومی چالش عملی عظیمی است. زیرا دو شرط مخالف هم را ایجاب می‌کند: کویت‌ها باید به اندازه کافی از محیط اطراف خود جدا باشند تا ویژگی‌های کوانتومی‌شان از بین نرود، در عین حال باید بتوانند با جهان خارج ارتباط برقرار کنند تا نتیجه محاسبات را به آن منتقل کنند. شاید رایانه کوانتومی در این قرن ساخته شود. اگر چنین شود، زندگی ما را همان قدر تغییر خواهند داد که رایانه‌های کلاسیک در قرن گذشته آن را متحول ساختند.

ساعت‌های جدید

دیوید واینلند و اعضای گروهش از یون‌های به دام افتاده برای ساخت ساعتی استفاده کرده‌اند که صدها بار از ساعت‌های اتمی فعلی مبتنی بر سزیم که استاندارد اندازه‌گیری زمان اند دقیق‌تر است. زمان با تنظیم یا هم‌زمان کردن همه ساعت‌ها با ساعت استاندارد تنظیم می‌شود. ساعت‌های سزیمی در گستره ریزموج کار می‌کنند، در حالی که ساعت‌های یونی واینلند نور مرئی را به کار می‌گیرند، در نتیجه

بی‌نوشته

1. Serge Haroche
2. David J. Wineland
3. Boulder, Colorado

* اتم ریدربرگ اتمی است که الکترون‌های ظرفیت آن در حالت با عدد کوانتومی اصلی، n ، بسیار بزرگ قرار دارند. در این اتم الکترون‌های مرکزی عملاً حفاظتی برای الکترون‌های خارجی در برابر میدان هسته به وجود می‌آورند. در نتیجه الکترون خارجی معمولاً هسته‌ای با فقط یک الکترون «می‌بند» (م)

۴. Erwin schrodinger

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید از منابع زیر استفاده کنید

<http://kva.se>
<http://nobelprize.org>
www.nobelmuseum.se
 - Monroe, C.R and Wine land D.J. (2008) Quantum Computing with ions, Scientific American, August.
 - Yam, P (1997) Bringing Schrodinger Cat to Life, Scientific American, June.

برندگان

۱. سرژ آروش شهروند فرانسه، متولد ۱۹۴۴، کارابادک، مراکش. Ph.D سال ۱۹۷۱ از دانشگاه پی‌روماری کوری، پاریس، فرانسه. استاد کالج دوفرانس و اکول نورمال سوپریور، پاریس، فرانسه.

www.college-de-France.fr/site/en-Serge-haroche/biography.htm

۲. دیوید جی. واینلند شهروند ایالات متحده. متولد سال ۱۹۴۴ در میلواکی-ایالات متحده. Ph.D سال ۱۹۷۰ از دانشگاه هاروارد، ماساچوست، ایالات متحده، رهبر گروه و عضو NIST انستیتی ملی استانداردها و فناوری (NIST) و دانشگاه کلرادو در بولدر

www.nist.gov/pml/div688/grp10/index.cfm





بهینه‌سازی فرایند یادگیری

تلفیق کلاس با آزمایشگاه

مرضیه روانبخش، حسن اتحاد مهر آباد و محمد سبزی

دبیران آموزش و پرورش شهرستان عجب‌شیر، استان آذربایجان شرقی

چکیده

می‌شوند، اهمیت قرار دارند. تدارک یک کلاس اختصاصی فیزیک و اجرای فرایند تدریس در محل آزمایشگاه (با همه امکاناتش)، انجام دادن کلیه فعالیت‌های آموزشی در محیط آزمایشگاه و استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی به هنگام تدریس، یادگیری را آسان و شیرین می‌سازد.

براساس یک تجربه شخصی طرح تخصصی کردن کلاس‌ها در دبیرستان نمونه دولتی ملاصدرا شهرستان عجب‌شیر اجرا شد و نتایج بسیار ارزشمندی در زمینه افزایش انگیزه یادگیری در دانش‌آموزان و تسهیل آموزش در همه دروس به ویژه فیزیک حاصل آمد.

در ابتدای اجرای طرح با وجود مخالفت عوامل مختلف و محدودیت‌های موجود، برنامه هفتگی براساس کلاس‌های تک‌موضوعی تنظیم و سفارش ساخت کمد‌های قفسه‌دار (شیشه‌ای - آلومینیومی) به ارتفاع ۱/۲۰ متر داده شد. سپس کمد‌ها در دیوارهای کلاس‌ها در ارتفاع ۱/۳ متری نصب شدند تا مزاحم نشستن دانش‌آموزان در کنار دیوارها نباشند (به علت محدودیت فضای کلاس‌ها برای ۳۰ دانش‌آموز).

آزمایشگاه مدرسه را اوراق کردیم و وسایل مربوط به هر درس را به همراه کتاب‌های مرجع و نرم‌افزارهای مربوطه به کلاس تخصصی خودش انتقال دادیم.

در این مدرسه هشت کلاس تخصصی زیست‌شناسی، شیمی، فیزیک، ریاضی، رایانه، معارف اسلامی و عربی، زبان و ادبیات فارسی و زبان انگلیسی تشکیل شده است.

از راهکارهای ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان برای یادگیری، استفاده هم‌زمان از مفاهیم نظری و مهارت‌های عملی است. کشاندن کلاس درس به آزمایشگاه، انجام دادن کلیه فعالیت‌های آموزشی در محیط آزمایشگاه و استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی به هنگام تدریس، یادگیری را آسان و شیرین می‌کند. براساس یک تجربه شخصی در دبیرستان نمونه دولتی ملاصدرا شهرستان عجب‌شیر، طرح تخصصی کردن کلاس‌ها نتایج ارزشمندی زمینه افزایش انگیزه یادگیری در دانش‌آموزان و تسهیل آموزش در همه دروس به ویژه فیزیک داشته است.

در این نوشتار، ابتدا به مشکلات آموزش فیزیک و اهمیت فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش فیزیک می‌پردازیم. سپس با توصیف طرح تک‌موضوعی کردن کلاس‌ها (به عنوان راهکاری برای حل مشکل) به نتایج جالب آن و آسیب‌شناسی طرح خواهیم پرداخت.

کلیدواژه‌ها: آموزش فیزیک، کلاس تک‌موضوعی، یادگیری مشارکتی، آزمایشگاه فیزیک

مقدمه

امروزه وسایل کمک آموزشی، اعم از پیچیده و ساده، به عنوان ابزاری برای تسهیل امر تدریس و یادگیری در نظام آموزشی به کار می‌روند. چون این وسیله‌ها مفاهیم نظری را با اجرای عملی ترکیب می‌کنند و باعث ماندگاری یادگیری و تنوع‌بخشی در کلاس درس

اهمیت فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش مفاهیم و نتایج حاصل از تک‌موضوعی کردن کلاس‌ها

۱. تشویق دانش‌آموز به یادگیری مفاهیم

آزوبل و برونر بر استفاده از وسایل دیداری، شنیداری و نمایشی و آزمایشگاهی تأکید می‌کردند و معتقد بودند که با استفاده از این وسایل می‌توان به درجه بالایی از آگاهی و مهارت عملی دست یافت (۱).

الکساندر و سیلور اظهار می‌دارند که یک برنامه درسی منظم و مبتنی بر آموزش‌های عملی می‌تواند به پیشرفت هدف‌های کلی و جزئی یک جامعه پیشرفته صنعتی و مرفقی کمک کند (۲).

۲. تثبیت جایگاه فناوری در امر آموزش

فناوری آموزشی یا همان چگونگی ایجاد شرایطی برای تغییر در رفتارهای فردی و جمعی جوامع آموزشی به کمک امکانات موجود، چهار هدف اصلی تسهیل یادگیری، تسریع یادگیری، تثبیت یادگیری و تعمیق یادگیری را دنبال می‌کند (۳).

همه ما بر این باوریم که با استفاده از وسیله‌های آزمایشگاهی، کیفیت آموزش بهتر خواهد شد اما متأسفانه معلمان بر خلاف باور و عقیده خود، به دلایل مختلف از این امر بسیار کمتر بهره می‌گیرند.

۳. ایجاد انگیزه برای یادگیری

هر دانش‌آموز به محض قرار گرفتن در فضای آزمایشگاه با علم به اینکه خواهد توانست به راحتی آموخته‌های خود را تجربه کند و محک بزند، انگیزه بیشتری برای یادگیری پیدا خواهد کرد. آزمایشگاه و استفاده از آن در تدریس می‌تواند حس کنجکاوی و نیروی اکتشاف و اختراع را در دانش‌آموزان تقویت کند و باعث اعتماد به نفس و رضایت خاطر آن‌ها شود.

۴. تسهیل فرایند یادگیری

مفاهیم پایه فیزیکی اغلب مطالبی هستند که تجسم آن‌ها برای یادگیرنده مشکل است و اگر این مطالب همراه یک نمونه واقعی ارائه گردند، فراگیرندگان با درک ساز و کار مدل مطالب درسی را بهتر یاد می‌گیرند. مانند مورد نیوتون که منظومه شمسی را به صورت چند کره کوچک در نظر گرفت که می‌شد آن‌ها را با دست به حرکت درآورد.

۵. پرورش ذهن خلاق

با انجام دادن آزمایش خلاقیت، نوآوری و پرسشگری در دانش‌آموزان بیدار و شکوفا می‌شود. در آزمایشگاه است که دانش‌آموزان نسبت به پدیده‌های مختلف، کنجکاو و علاقه‌مند می‌شوند و در نهایت، تفسیر نتایج حاصل از آزمایش است که حس پژوهش و تحقیق را در آن‌ها تقویت می‌کند. در نتیجه این کار، استعدادهای ذهنی آن‌ها پرورش خواهد یافت و آنان خواهند توانست ذهن خود را برای نتیجه‌گیری آزاد بگذارند. به این ترتیب، با آمادگی ذهنی بیشتر، دست به تفکراتی خواهند زد و با وجود امکانات لازم در محیط آزمایشگاه، تفکر خود را

جامه عمل خواهند پوشاند.

۶. افزایش قدرت استدلال

استدلال تبیین آموخته‌هاست. اگر دانش‌آموز یاد بگیرد هر موضوعی را با دلیل و استدلال بپذیرد، برای پذیرفتن هر آموخته‌ای به دنبال دلیل منطقی خواهد بود.

برای پرورش و افزایش قدرت استدلال دانش‌آموز، بهره گرفتن از آزمایشگاه در فیزیک و شیمی و دروسی مثل آن، اجتناب‌ناپذیر است. او به دنبال مشاهده علمی هر موضوعی در آزمایشگاه، دلیل آن را در ذهن خود جست‌وجو خواهد کرد و این خود یعنی افزایش قدرت استدلال.

۷. تعمیق و تثبیت یادگیری

به طور کلی، هر مطلبی که تجربه و مشاهده می‌شود، بهتر در ذهن نقش می‌بندد؛ بنابراین، اگر آموزش همراه با تجربه باشد، در ذهن یادگیرنده بهتر و بیشتر نقش می‌بندد. پس آزمایش و کار در آزمایشگاه ماندگاری آموخته‌ها را در ذهن افزایش می‌دهد.

۸. مدیریت زمان - مکان

ادغام کلاس درس و آزمایشگاه با هم به هم‌زمانی تدریس نظری و عملی می‌انجامد و باعث می‌شود از وقت کلاس بیشترین استفاده به عمل آید.

اگر در هنگام تدریس آزمایش نیز انجام گیرد، از اتلاف وقت برای جابه‌جایی دانش‌آموزان و تغییر مکان آن‌ها از یک کلاس به کلاس دیگر جلوگیری به عمل می‌آید و از همه مهم‌تر، دانش‌آموز با مشاهده دقیق موضوع را در زمان و مکان خود فرا می‌گیرد.

۹. هم‌زمانی مفاهیم نظری و مهارت‌های عملی

آموزش هم‌زمان مفاهیم نظری و عملی هر پدیده دانش‌آموز را با روند تولید علم (مشاهده طبیعت و ساختن نظریه‌های علمی) آشنا می‌کند و دانش‌آموز مانند یک دانشمند یا محقق در مسیر تولید علم قرار می‌گیرد.

۱۰. آموزش غیرمستقیم

دانش‌آموز با قرار گرفتن در فضای کلاسی که پر از مواد خاص درس اعم از پوستر، چارت، نقشه‌های مفهومی، وسایل آزمایشگاهی و ... است، بی‌آنکه خود بداند درس را یاد می‌گیرد. درواقع، محیط آموزشی کلاس به صورت غیرمستقیم و به تدریج او را با مطالب درس آشنا می‌کند.

۱۱. آموزش کاربرد علوم در زندگی

ذهن دانش‌آموز به واسطه مدل‌سازی مسائل و مشکلات زندگی روزمره، با طراحی آزمایش‌هایی در جهت حل آن‌ها به کار می‌افتد و همین امر موجب خلاقیت‌ها و ابتکاراتی در این زمینه خواهد شد.

۱۲. ایجاد فرصت تفکر و تحقیق برای دانش‌آموزان و تبادل تجربه بین آن‌ها

روش تجربی سبب رشد و گسترش مهارت‌هایی می‌شود که در مجموع دانش‌آموزان را به سوی مطالعه و تحقیق بیشتر سوق می‌دهد.

۱۳. تغییر نگرش به سمت خودباوری و شناخت توانمندی‌های بالقوه
دانش آموز با کار در آزمایشگاه خود را باور می‌کند، توانمندی‌های خود را می‌شناسد و به یقین می‌رسد و می‌داند که چون شرایط مهیاست، می‌تواند به تفکرات خویش جامعه عمل بپوشاند. همین امر باعث ایجاد اعتماد به نفس در او می‌شود.

۱۴. ایجاد موقعیت مناسب جهت هم‌فکری و همکاری بیشتر دانش‌آموزان

با گروه‌بندی دانش‌آموزان و محول کردن مسائل کلی در طول سال به آن‌ها و طرح مسائل جزئی برای هر جلسه و هر گروه، دانش‌آموزان با هم‌فکری و همکاری به اهداف جزئی (در جریان سال تحصیلی) و اهداف کلی درس (در پایان سال) دست می‌یابند. هنگامی که معلم و دانش‌آموز به روش آزمایشگاهی در کنار هم کار می‌کنند، حس تعاون و مشارکت در میان آن‌ها تقویت می‌شود.

۱۵. تبیین ارتباط علم و صنعت
دانش‌آموز با فراگیری علم و مشاهده کاربرد هم‌زمان آن در صنعت ناخودآگاه با ارتباط بین علم و صنعت و فناوری آشنا می‌شود و انگیزه به روز کردن محیط پیرامون را به دست می‌آورد.

آسیب‌شناسی و محدودیت‌های طرح تخصصی نمودن کلاس‌ها

۱. انگیزه کمتر و مهارت ناکافی عوامل اجرایی مدرسه و معلمان
با توجه به اینکه اغلب مسئولان و کادر اجرایی مدارس از امور آزمایشگاهی آگاهی ندارند و به اهمیت استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی واقف نیستند، برای جلوگیری مسائل اجتماعی اجرای طرح، مانع اجرای آن می‌شوند. از طرفی، عده زیادی از معلمان انگیزه و مهارت کافی برای انجام دادن بعضی از آزمایش‌ها و استفاده از وسایل مربوط به فناوری آموزشی را ندارند و این خود عاملی است که اجرای طرح را با مشکل جدی روبه‌رو می‌کند.

۲. محیط مدرسه (فضای کوچک و تعداد کمتر کلاس‌ها)
عدم تطابق تعداد دانش‌آموزان با فضای کلاس و معماری نادرست (مساحت کم کلاس‌ها، نبود عایق‌بندی صوتی و...) و صندلی‌های دانش‌آموزان که برای تدریس مشارکتی فعال مناسب نیستند.

۳. بی‌نظمی‌های حاصل از انتقال دانش‌آموزان در کلاس‌های مختلف
جابه‌جایی دانش‌آموزان بین کلاس‌های تک‌موضوعی و ازدحام آن‌ها در حین جابه‌جایی و مشکلاتی که این امر برای مدیران و معاونان مدرسه ایجاد می‌کند.

۴. حفظ و حراست اموال
حضور دانش‌آموزان در کلاس حاوی وسایل و مواد آزمایشگاهی بعضاً خطرناک، قبل از حضور دبیر مربوط و خطررها و حوادثی که ممکن است در غیاب دبیر در اثر حس کنجکاوی و بازیگوشی دانش‌آموزان به وجود آید.

۵. برنامه درسی مدرسه
در صورتی که در یک مدرسه در طول هفته و در هر نوبت بیش از ۳۶ ساعت زمان برای یک ماده درسی در نظر گرفته شود، هم‌زمانی برنامه حداقل دو دبیر در یک درس در تنظیم برنامه درسی مشکلاتی به وجود می‌آورد.

برنامه هفتگی دبیرستان نمونه دولتی ملاصدرا

کلاس	کلاس فیزیک	کلاس شیمی	کلاس ریاضیات	کلاس کامپیوتر	کلاس ریاضی (تلفیقی)	کلاس زبان خارجه	کلاس زبان عربی و اسلامی	کلاس زبان فارسی
شنبه		دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
یکشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
دوشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
سه شنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
چهارشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
پنجشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
شنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
یکشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
دوشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
سه شنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
چهارشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش
پنجشنبه	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش	دوم تجربی - تاج بخش

▲ تصویر ۱. برنامه هفتگی دبیرستان که براساس تشکیل کلاس‌های تک‌موضوعی تنظیم شده است.



▲ تصویر ۲. نمایی از سر در کلاس‌های تک‌موضوعی دبیرستان



▲ تصویر ۳. نمایی از کلاس تخصصی فیزیک دبیرستان

۶. تأمین مواد و وسایل آزمایشگاهی

تک موضوعی کردن کلاس‌ها خواناخواه هزینه‌های زیادی را برای تهیه وسایل و مواد به مدرسه تحمیل می‌کند. در این میان، اگر بودجه لازم و کافی برای تأمین موارد ضروری (اعم از وسایل آزمایشگاهی، مواد مصرفی، کتاب‌های تخصصی مرجع، رایانه و نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای لازم و...) برای تمامی گروه‌ها وجود نداشته باشد، اجرای این طرح با مشکل جدی مواجه خواهد شد.

راهکارها

۱. استفاده از مدیران، معاونان و دبیران علاقه‌مند، خلاق و نوآور و

برگزاری دوره‌های آموزشی و توجیهی برای آن‌ها

کاربرد مؤثر وسایل و روش‌های مختلف آموزشی مستلزم تمرین و یادگیری است. فناوری آموزشی هنگامی به مدارس ما راه خواهد یافت که معلمان ما با آن آشنا و بدان معتقد شوند و به اعتقاد خود عمل کنند. زیرا استفاده بهینه و کسب مهارت مستلزم کاربرد علم کرده است. لذا به کارگیری عوامل علاقه‌مند و آموزش دیده مسئله‌ای بسیار مهم در اجرا و اثربخشی طرح خواهد بود.

۲. انتخاب مدرسه مناسب با فضای آموزشی کافی

لازم است در معماری مدرسی که نوسازی و تجهیز می‌شوند اهداف کلی طرح مدنظر قرار گیرد و تهیه میز و صندلی‌های استاندارد برای تدریس مشارکتی فعال پیش‌بینی شود.

۳. تدارک دفتر نمره اختصاصی برای هر کلاس موضوعی

هر معلم یک دفتر مخصوص کلاسی برای خود داشته باشد. در صورتی که هر کلاس دست‌کم دارای یک رایانه باشد، مدیریت مدرسه با طراحی نرم‌افزار لازم، می‌تواند به صورت شبکه وضعیت تمامی کلاس‌ها (از نظر حضور و غیاب، نمره‌ها و...) را کنترل کند.

۴. حراست از اموال

در این طرح اگر متصدی آزمایشگاه به تعداد کافی در اختیار نباشد، با برنامهریزی دقیق می‌توان از گروه‌های دانش‌آموزی علاقه‌مند و مستعد به عنوان متصدی آزمایشگاه استفاده کرد.

همچنین لازم است کمد‌های مربوط به وسایل آزمایشگاهی مجهز به قفل مطمئن باشند و در هر کلاس از هر رشته پایه تحصیلی حداقل یک دانش‌آموز به عنوان مسئول حراست از اموال کلاس انتخاب شود.

۵. جایگاه ثابت دانش‌آموزان در هر کلاس

جایگاه هر دانش‌آموز در هر کلاس مشخص و ثابت باشد تا بی‌نظمی‌های حاصل از تعویض محل کلاس‌ها به حداقل برسد.

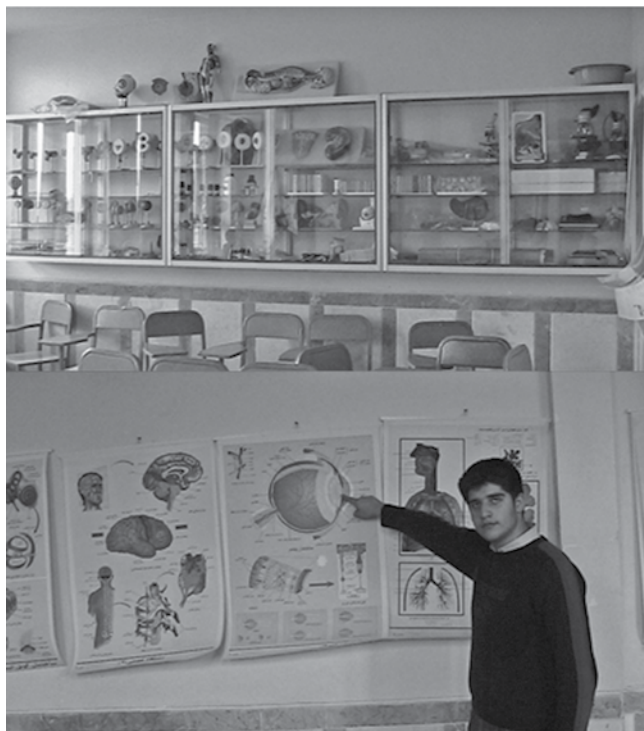
۶. تنظیم برنامه هفتگی مدرسه براساس تشکیل کلاس‌های تخصصی

برای جلوگیری از تداخل برنامه کلاس‌ها و همکاران، برنامه درسی مدرسه از ابتدای مهرماه براساس برنامه کلاس‌های تک‌موضوعی تنظیم شود.

۷. استفاده از حداکثر ساعات تدریس هر معلم در یک مدرسه

جهت سهولت در برنامهریزی و جلوگیری از تداخل برنامه همکاران هم‌رشته در کلاس تخصصی خودشان، بهتر است از حداقل تعداد معلمان در یک رشته و با تدریس ۲۴ ساعت تدریس استفاده شود.

۸. تجهیز هر یک از کلاس‌ها به دستگاه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری



تصویر ۴. کلاس تخصصی زیست‌شناسی دبیرستان



تصویر ۵. کلاس تخصصی شیمی دبیرستان

رایانه، ویدیوپروژکتور، خط اینترنت پرسرعت و سایر سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای لازم به تعداد حداقل یک دستگاه برای هر کلاس (کوتاه‌مدت) و یک دستگاه رایانه برای هر گروه دانش‌آموزی (میان‌مدت) تأمین شود.

مدیریت کلاس در کلاس‌های تخصصی

- دانش‌آموزان گروه‌بندی می‌شوند و سرگروه‌ها انتخاب می‌گردند.
- سرگروه‌ها از دانش‌آموزان ممتاز انتخاب می‌شوند.
- چیدمان کلاس‌ها به نحوی انجام می‌گیرد که اعضای گروه در ارتباط نزدیک با همدیگر باشند و بتوانند با هم تبادل نظر کنند.
- دو نوع نمره در نظر گرفته می‌شود:
۱. نمرات فردی بسته به اطلاعات فردی هر نفر باشد.
۲. نمرات گروهی که افراد برتر هر گروه را به همکاری با افراد ضعیف‌تر تشویق می‌کند.

- هدف کلی هر جلسه مشخص می‌شود.
- وسایل و امکانات هر جلسه آماده می‌گردد.
- در هر جلسه موضوع آزمایش برای جلسه بعد تعیین می‌شود.
- فعالیت‌های طبقه‌بندی شده و هدف‌دار هر جلسه مشخص است.
- تکلیف گروهی برای دانش‌آموزان تعیین می‌گردد.
- سرگروه موظف است به تکالیف گروه خود رسیدگی و وضعیت آن‌ها را گزارش کند.
- آزمایش و ارائه درس توسط گروه دانش‌آموزی و به کمک دبیر انجام می‌گیرد.

تدریس در کلاس‌های تک‌موضوعی

۱. تدریس معلم در هر جلسه باید به صورت ترکیبی از روش‌های زیر باشد

الف) طرح پرسش و انجام دادن آزمایش و نتیجه‌گیری
ب) انجام دادن آزمایش و طرح پرسش و نتیجه‌گیری
پ) تدریس درس و انجام دادن آزمایش توسط خود دانش‌آموز
ت) پخش فیلم درمورد موضوع درس و تدریس و تفسیر آن
ث) ارائه مسائل و پرسش‌های مختلف بعد از هر تدریس و حل کردن آن‌ها توسط دانش‌آموزان به صورت گروهی

۲. معلم هنگام به کارگیری روش آزمایشگاهی باید نکته‌های زیر را مورد توجه قرار دهد

الف) تعیین هدف‌های رفتاری مورد نظر که دانش‌آموزان از طریق انجام دادن آزمایش باید آن‌ها را کسب کنند.
ب) برای انجام دادن یک آزمایش برنامه باید به گونه‌ای تنظیم شود که مراحل کار قدم به قدم مشخص و معلوم باشد.
پ) تفهیم کامل موضوع و مراحل انجام کار و گوشزد کردن موارد ایمنی به دانش‌آموزان پیش از شروع هر فعالیت

آزمایشگاهی توسط معلم

ت) تهیه و آماده کردن کلیه لوازم و ابزارهای مورد نیاز دانش‌آموزان

ث) بررسی تمام جزئیات آزمایش پیش از شروع هر فعالیت آزمایشگاهی؛ مانند اطمینان از بی‌نقص بودن ابزارها و وسایل
ج) آمادگی معلم برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های دانش‌آموزان در ارتباط با فعالیت‌های مورد نظر که به آن‌ها برای رسیدن به هدف‌های درسی کمک خواهد کرد.

چ) از دانش‌آموزان خواسته شود هنگام انجام دادن آزمایش نتایج حاصل را یادداشت کنند و گزارش‌های خود را پس از ثبت در دفتر کار ارائه دهند.

ح) داوری در تأثیرگذاری بررسی‌های آزمایشگاهی در مسیر اهداف (کارآمد بودن مواد و وسایل، روش‌ها، راهبردها و عملکرد فراگیرندگان)

نحوه ارزشیابی دانش‌آموز

الف) ارزشیابی نظری (امتحان کوتاه سریع)

۱. در هر جلسه نیم‌برگ کاغذ (برگه A_۵) به دانش‌آموز داده می‌شود (یا خودش تهیه می‌کند).

۲. تعداد ۲ تا ۶ پرسش به دانش‌آموزان داده می‌شود. (پرسش‌ها استاندارد، هدف‌دار و مفهومی هستند)

۳. بارم پرسش هر چه باشد، با رابطه زیر می‌توان آن را به نمره ۲۰ تبدیل کرد.

$$a \cdot x = 20 \Rightarrow x = \frac{20}{a}$$

(a) بارم انتخاب معلم، x ضریب تبدیل به نمره ۲۰)

۴. بهتر است وقت این نوع امتحان بیشتر از ۲۰ دقیقه نباشد.

۵. انتخاب ورقه‌ها برای تصحیح، طبق قرعه باشد.

۶. بعد از قرعه‌کشی، معلم به تدریس خود بپردازد یا پاسخ پرسش‌ها را بررسی کند.

۷. در صورتی که فرصت مناسب وجود ندارد، تصحیح ورقه‌ها به جلسه بعد موکول شود.

۸. نمره‌ها حتماً در دفتر نمره درج گردند.

ب) پرسش و پاسخ از درس گذشته

پ) آزمون تشریحی هماهنگ در آخر هر فصل

ت) آزمون توضیح و تفسیر آزمایش

ث) آزمون تستی

ارزشیابی عملی

الف) آزمون در مورد شناخت وسایل

ب) پرسش در حین انجام آزمایش

پ) مدل‌سازی مسائل

ت) انجام آزمایش توسط گروه دانش آموزی

فوق برنامه

الف) طراحی آزمایش توسط دانش آموز

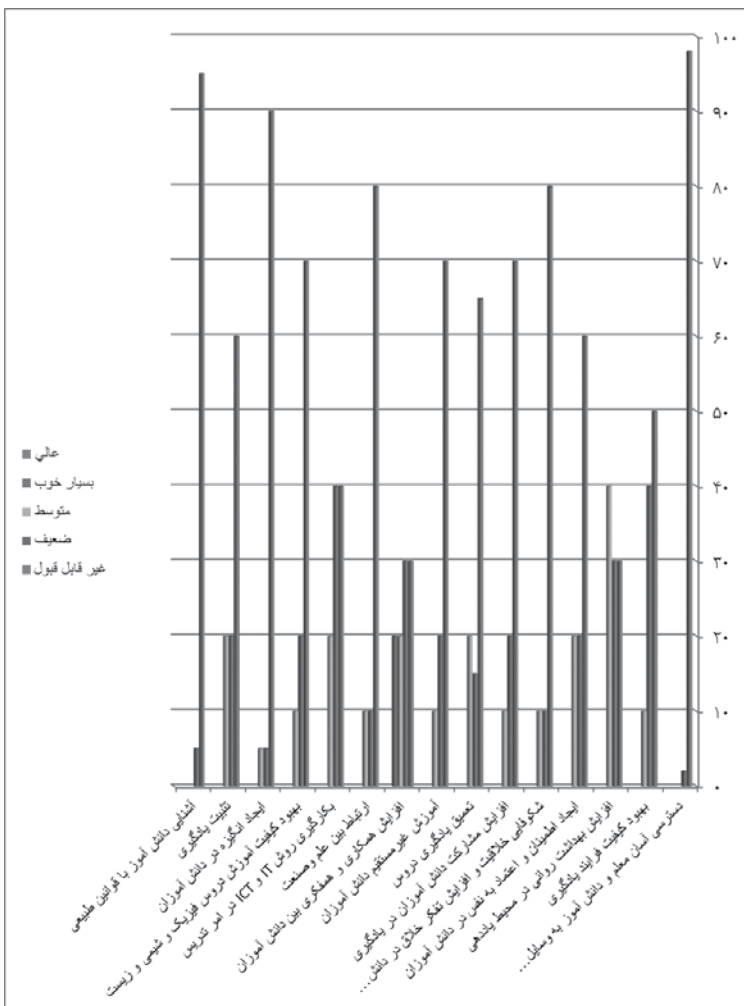
ب) برگزاری مسابقات نظری و عملی

پ) دادن موضوع برای انجام تحقیق

ارزیابی در خصوص اثربخشی طرح

بعد از اجرای طرح تخصصی کردن کلاس‌ها، فرم نظرخواهی مطابق جدول زیر بین ۱۰۰ نفر از دانش‌آموزان توزیع شد. نتایج نظرخواهی به شرح زیر است.

ردیف	موارد	عالی	بسیار خوب	متوسط	ضعیف
۱	دسترسی آسان به وسایل آزمایشگاهی	۹۸	۲		
۲	بهبود کیفیت فرایند یادگیری	۵۰	۴۰	۱۰	
۳	افزایش بهداشت روانی در محیط یاددهی	۳۰	۳۰	۴۰	
۴	ایجاد اعتماد به نفس در دانش‌آموزان	۶۰	۲۰	۲۰	
۵	افزایش تفکر خلاق در دانش‌آموزان	۸۰	۱۰	۱۰	
۶	مشارکت دانش‌آموزان در یادگیری	۷۰	۲۰	۱۰	
۷	تعمیق یادگیری دروس	۶۵	۱۵	۲۰	
۸	آموزش غیرمستقیم دانش‌آموزان	۷۰	۲۰	۱۰	
۹	افزایش همفکری بین دانش‌آموزان	۳۰	۳۰	۲۰	۲۰
۱۰	ارتباط بین علم و صنعت	۸۰	۱۰	۱۰	
۱۱	به کارگیری فناوری اطلاعات در تدریس	۴۰	۴۰	۲۰	
۱۲	بهبود کیفیت آموزش	۷۰	۲۰	۱۰	
۱۳	ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان	۹۰	۵	۵	
۱۴	تثبیت یادگیری	۶۰	۲۰	۲۰	



نتیجه‌گیری

استفاده هم‌زمان از مفاهیم نظری و مشاهده علمی در کلاس‌های درس، و تدریس به روش مشارکتی موجب آسان و جذاب شدن همه فعالیت‌های مربوط به فرایند یاددهی - یادگیری می‌گردد. اگر بتوانیم کلاس‌های خود را در محل آزمایشگاه و با ابزارهای آزمایشگاهی و امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تشکیل دهیم و از آن‌ها به‌طور مستمر استفاده نماییم، مشاهده علمی دانش‌آموزان در زمان مناسب خودش اتفاق می‌افتد و این امر، ضمن پایدار کردن آموخته‌ها موجب ایجاد انگیزه برای یادگیری بهتر خواهد شد.

منابع

۱. احدیان، محمد؛ مقدمات تکنولوژی آموزشی، نشر و تبلیغ بشری، ۱۳۸۲.
۲. جی گالن سیلور ویلیام، ام الکساندر؛ برنامه‌ریزی درسی برای یادگیری بهتر، مترجم: غلامرضا خویی‌نژاد، انتشارات آستان قدس، ۱۳۷۸.
۳. کدیور، پروین؛ روان‌شناسی یادگیری، انتشارات سمت، ۱۳۸۹.

انرژی و شاگرد حیران: نحوه بیان

جی. دبلیو. جوت

ترجمه: مرضیه هرمزی نژاد،

مربی کانون زبان ایران، مرکز شاهین شهر و استان هرمزی نژاد

کارشناس ارشد فیزیک اتمی و مدرس فیزیک دانشگاه پیام نور، مرکز شاهین شهر

کلیدواژه‌ها: انرژی، انرژی پتانسیل، گرما، انتقال انرژی، تبدیل انرژی، اتلاف انرژی

مقدمه

فرایند، استفاده نکنیم. عبارت معتبر تر «کار انجام شده توسط گرانی طی این فرایند» نیز کامل نیست؛ چون دریافت کننده کار را مشخص نمی کند. بهتر است نیرویی که کار را انجام می دهد و دستگاه دریافت کننده کار را مشخص کنیم. برای مثال، به کار انجام شده به وسیله نیروی گرانشی روی توپ و «کار انجام شده به وسیله نیروی الکتریکی روی الکترون و» کار انجام شده توسط نیروی اعمال شده با پیستون «روی گاز توجه کنید؛ این گزاره ها به روشنی این معنی را می رسانند که کار توسط نیرویی روی دستگاه انجام شده و اساساً مبنایی برای این مفهوم فراهم می آورد که کار، نشان دهنده انرژی مبادله شده بین یک دستگاه و محیط اطراف آن است.

این نحوه بیان، درست شبیه بیان به کار رفته در بحث های قبلی نیروست. عبارت «چکش نیرویی وارد کرد.» کامل نیست. مهم این است که مشخص کنیم چه چیزی نیرو را وارد می کند و نیرو بر چه چیزی وارد می شود. «نیروی چکش بر میخ»، «نیروی وارد از سطح بر پا» و عبارت های شبیه این درست اند.

برای استفاده از کامل ترین نحوه بیان، باید مفهوم دیگری را به عبارت های ذکر شده درباره انرژی بیفزاییم و آن، چشمه انرژی است. وقتی محیط اطراف روی دستگاه کار انجام می دهد، دستگاه مقدار انرژی ای برابر با همان اندازه انرژی که محیط اطراف از دست داده است، به دست می آورد. بنابراین، «کاری را که فنر روی قطعه انجام می دهد، می توان این طور بیان کرد: «انرژی توسط کاری که قطعه روی فنر انجام داد، به قطعه منتقل شد.» در بسیاری موارد، مانند قطعه و فنر، منبع انرژی برای شاگرد مشخص است. مثالی دیگر؛ وقتی شاگرد یک گاری را هل می دهد، انرژی جنبشی گاری ناشی از انرژی پتانسیل ذخیره شده در بدن شاگرد به واسطه غذایی

انرژی

مفهومی کلیدی

در حل مسائل فیزیک

است اما ار معلم یا کتاب های درسی آن را به درستی ارائه نکنند، باعث سردرگمی شاگردان خواهد شد. این حیرانی می تواند حاصل استفاده نادرست از زبان در مباحث انرژی باشد. شاگردان آگاهانه یا ناآگاهانه از بیان معلم خود تقلید می کنند؛ بنابراین، اگر معلم از واژه ها و مفاهیم نادرست استفاده کنند، باعث سردرگمی خود و آن ها می شوند. در مقاله سوم از این مجموعه به مثال های متداول این مورد نگاهی می اندازیم.

کار انجام شده روی...
به وسیله....

باید مواظب باشیم که از گزاره های

ناقصی مانند «کار انجام شده در این

است که خورده است. اما در بعضی موارد، چشمه انرژی مشخص نیست؛ مثلاً اگر تویی را که در حوالی سطح زمین فرو می‌افتد به عنوان دستگاه در نظر بگیریم، محیطی که آن انرژی جنبشی فزاینده را فراهم می‌کند و باعث سقوط هر چه تندتر توپ می‌شود، چیست؟ «زمین» پاسخ خوبی برای این پرسش نیست. در واقع، انرژی جنبشی زمین هم افزایش پیدا می‌کند؛ اگر چه این مقدار ناچیز است. پس باید محیطی را مشخص کنیم که انرژی‌اش کم می‌شود. در چنین مواردی انرژی میدان گرانشی است که کاهش می‌یابد. در حالی که انرژی موجود در میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در بسیاری از مباحث الکترومغناطیسی مورد بحث قرار می‌گیرد، انرژی میدان‌های گرانشی اغلب بررسی نمی‌شود.

انرژی پتانسیل

در بحث‌های انرژی پتانسیل، یک کار همراه‌کننده متداول استفاده از عبارت‌هایی مثل «انرژی پتانسیل توپ» است که در آن انرژی پتانسیل جسم به جای دستگاه متشکل از دو یا چند جسم به هم کنش کننده در نظر گرفته می‌شود. این عبارت به لحاظ مفهومی همراه‌کننده است و اهمیت دستگاه را که در مقاله دوم از این مجموعه مورد بحث قرار گرفت، نادیده می‌گیرد.^۱ مهم است تأکید کنیم که انرژی پتانسیل ویژگی دستگاه است نه جسم. این مربوط به نیرویی است که بین دو عضو یک دستگاه عمل می‌کند و بنابراین نمی‌توان آن را فقط به یک عضو نسبت داد. یک جسم منفرد نمی‌تواند انرژی پتانسیل داشته باشد.^۲ بنابراین، عبارت بهتر برای انرژی پتانسیل گرانشی «انرژی پتانسیل دستگاه توپ-زمین» است. گزاره همراه‌کننده دیگر آن است که بگوییم انرژی پتانسیل مربوط به مکان اجسام به هم کنش کننده در یک دستگاه است. این ادعایی است که در مسئله‌های مکانیکی ساده مشکل چندانی به وجود نمی‌آورد. اما بعدها، وقتی شاگرد به مطالعه الکترومغناطیس می‌پردازد، باید در آن تجدیدنظر کرد. یک دوقطبی الکتریکی را در میدان الکتریکی یا یک دوقطبی مغناطیسی را در میدان مغناطیسی در نظر بگیرید که هر دوی آن‌ها را می‌توان بدون جابه‌جایی، چرخاند. اگر چه محل مرکز دوران دوقطبی، ثابت می‌ماند، انرژی پتانسیل دستگاه دوقطبی - میدان تغییر می‌کند. این تغییر ناشی از تغییر سمت گیری دوقطبی است، نه تغییر در مکان آن.

در نتیجه، امکان بررسی‌های آتی در مکانیک را می‌سازد که در آن‌ها انرژی پتانسیل مربوط به پیکربندی اجسام به هم کنش کننده در یک دستگاه است. این موضوع امکان تغییر هم برای مکان و هم سمت‌گیری را فراهم می‌سازد.

در موردی مشابه، در مکانیک متداول است بگوییم که «انرژی پتانسیل در انتهای سطح شیب‌دار صفر است.» این نشان می‌دهد

که انرژی پتانسیل مثل یک میدان است که مقدار منحصر به فردی در همه نقاط فضا دارد. درست‌تر آن است که بگوییم «انرژی پتانسیل برای پیکربندی دستگاهی که در آن اتومبیل در انتهای سطح شیب‌دار قرار دارد، صفر است.»

گرما

با پرداختن به ترمودینامیک بیشترین استفاده غلط از واژه فیزیکی گرما صورت می‌گیرد. مهم است که تأکید کنیم فیزیک‌دانان از کلمه گرما در دو مورد استفاده می‌کنند: (۱) فرایندی که در آن انرژی منتقل می‌شود و (۲) مقدار انرژی‌ای که در این فرایند منتقل می‌شود و آن را معمولاً با Q نشان می‌دهند. گرما مفهومی نیست که منتقل شود (گرما منتقل نمی‌شود؛ بلکه انرژی است که منتقل می‌شود). حتی فراتر از آن، محتوای انرژی یک دستگاه با دمای مشخص نیست (که به درستی به عنوان انرژی درونی توصیف می‌شود). رومر^۳ مدعی آن است که گرما را نباید به عنوان اسم به کار برد.

«گرچه من با روح استفاده درست از گرما موافقم، اما با اینکه گرما اسم نیست مخالفم. گرما در واقع اسم است اما اسم یک فرایند است نه نام چیزی که منتقل می‌شود.» بومن^۴ نیز درباره استفاده از واژه گرما و تفسیر آن به عنوان دما و انرژی درونی بحث کرده است. بعضی عبارت‌هایی را که در بیان عادی استفاده می‌شود، در نظر بگیرید؛ مثل «انتقال گرما»، «جریان گرما» و «گرمایی که به خارج تابیده است». این عبارت‌ها مربوط به انتقال انرژی هستند اما استفاده نادرست از واژه گرما را نشان می‌دهند. آن‌ها را می‌توان با قرار دادن «انتقال انرژی» به جای گرما، امتحان کرد. این عبارات بی‌ربط جلوه می‌کند. مثلاً «انتقال گرما»، به «انتقال انرژی» تبدیل شود. جمله‌های کلی دیگر شامل «گرمای روز» و «گرمای زیاد در هوا» است. در چنین مواردی از گرما به جای دما استفاده شده است. گزاره متداول دیگر «گرما بالا می‌رود» است. در این مورد گرما به جای هوای گرم به کار رفته است!

بارو^۵ این پیشنهاد افراطی را مطرح کرده است که واژه‌های کار و گرما باید «از صحنه ترمودینامیک حذف شوند.»

وی تأکید می‌کند که ترمودینامیک باید بر انرژی تمرکز کند نه بر کار و گرما. من از صمیم قلب موافقم که ترمودینامیک باید بر انرژی تمرکز کند، در حقیقت، همه شاخه‌های فیزیک باید بر انرژی به عنوان جوهری که منتقل می‌شود، تمرکز کنند اما با اینکه خود را از شر واژه‌هایی مانند کار و گرما خلاص کنیم، موافق نیستم. فکر می‌کنم که شاگردان به روشنی بین (۱) وارد شدن نیرو به دستگاه و (۲) قرار دادن یک دستگاه سرد در محیط گرم تفاوت قائل می‌شوند. پس به واژه‌هایی نیاز داریم که بین این دو وضعیت متفاوت فرق بگذارند. در حالی که انتظار نداریم بتوانیم جامعه را در

در مکانیک متداول

است بگوییم

که «انرژی

پتانسیل در

انتهای سطح

شیب‌دار صفر

است.» این

نشان می‌دهد

که انرژی

پتانسیل مثل

یک میدان

است که مقدار

منحصر به فردی

در همه نقاط

فضا دارد

گرما و نور» درمی‌آید؛ چون «به شکل در آمدن» درواقع به معنی «تبدیل شدن» است. این نشان می‌دهد که نور و گرما شکل‌هایی از انرژی هستند تا سازوکارهایی برای انتقال انرژی. گزاره محکم‌تر و دقیق‌تر آن است که بگوییم: «انرژی بر اثر تراگسیل الکتریکی وارد لامپ می‌شود و به وسیله تابش الکترومغناطیسی و گرما به خارج از دستگاه منتقل می‌گردد.» باید توجه داشت که تغییر «به صورت» به «توسط» گام مهمی به سوی شناخت الکتریسیته، نور و گرما به عنوان ساز و کارهای انتقال به جای شکل ذخیره‌سازی انرژی است.

اتلاف و از دست رفتن انرژی

در بررسی مدارهای الکتریکی مثالی از کاربرد یک کلمه متداول اما نامناسب این است: انرژی «در یک مقاومت تلف می‌شود». در حالی که معلم فیزیک می‌داند که این به معنی آن است که مقاومت گرم می‌شود و انرژی توسط گرما و تابش به محیط منتقل می‌گردد و شاید شاگردان فکر کنند که انرژی از بین رفته است. یک تعریف فرهنگ از کلمه «تلف شدن» به صورت «پخش شدن در محیط تا محو شدن» است. شاید شاگرد این معنی را استنباط کند و به این نتیجه برسد که انرژی به گونه‌ای محو می‌شود.

بهرتر است بگوییم که انرژی به مقاومت تحویل داده می‌شود تا مفهوم انتقال انرژی به دستگاه را تقویت کند. به واسطه این انتقال، انرژی درونی مقاومت افزایش می‌یابد که به نوبه خود طبیعتاً انتقال انرژی به وسیله گرما و تابش الکترومغناطیسی از مقاومت گرم به محیط خنک‌تر را به دنبال دارد.

جمله‌بندی مشابه دیگری که در کتاب‌های درسی به چشم می‌خورد، «از دست رفتن انرژی» است. این حوزه‌ای خطرناک برای گیج شدن شاگردان است. به ویژه وقتی که انرژی به‌طور درست قبلاً در این کتاب‌ها مطرح باشد؛ به این صورت که انرژی خودبه‌خود به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود. اگر انرژی را نتوان به وجود آورد و از بین برد، پس چگونه می‌تواند از دست برود؟ پس بهتر است که ثبات کلام داشته باشیم و در مورد انتقال‌های انرژی و تبدیل‌های آن صحبت کنیم و واژه «از دست دادن» را کنار بگذاریم.

شرایط اعتبار

یک موضوع مهم دیگر در مورد نحوه بیان هنگام بحث درباره انرژی یا هر موضوع فیزیکی دیگر، ارائه اصول فیزیکی به همراه شرایط اعتبار آن‌هاست. برای مثال، در مکانیک بی‌معنی است که بگوییم که «یک جسم که در حال حرکت در همان حالت حرکت باقی می‌ماند»، بدون اینکه اضافه کنیم: «در صورتی که هیچ نیرویی بر جسم وارد نشود».

گزاره دیگری که هنگام حل مسئله در بعضی کتاب‌های درسی دیده می‌شود، این گزاره مبهم است که «انرژی پایسته است»، بدون اینکه به دستگاهی که درباره آن صحبت می‌کنیم اشاره شود. درواقع، درست است که انرژی در مقیاس کلی پایسته است

مورد نحوه استفاده از واژه گرما دگرگون کنیم، می‌توانیم بخشی از جمعیت، یعنی شاگردانمان را در استفاده صحیح از واژه یاری کنیم. در موردی که انرژی بین دستگاهی در یک دما و با محیط اطراف آن بامای دیگر حرکت می‌کند، فرایندی که رخ می‌دهد، «انتقال انرژی توسط گرما» است. من عبارت کمی متفاوت «انرژی توسط گرما منتقل می‌شود» را دوست ندارم؛ چون نشان می‌دهد که گرما نوعی ذخیره انرژی است نه روش انتقال انرژی.

انتقال و تبدیل انرژی

پس از بحث اهمیت دستگاه در مقاله دوم، اکنون درباره اهمیت فرق گذاشتن بین انتقال انرژی و تبدیل انرژی بحث می‌کنیم. یک کتاب درسی پرتعداداً بیان می‌کند که (۱) انرژی از انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود. این مثال موردی است که شاگردان را گیج می‌کند، به ویژه وقتی آن را با جمله دیگری در همان کتاب مقایسه کنیم که می‌گوید: (۲) انرژی از نوعی به نوع دیگر تبدیل و از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود. جمله (۲) صحیح است اما کامل نیست (تأکید بیشتر بر جسم است تا یک دستگاه) اما جمله (۱) نادرست است.

باید برای شاگردان روشن باشد که تبدیل‌های انرژی در محدوده دستگاه صورت می‌گیرد و باعث تبدیل یک نوع انرژی به نوع دیگر می‌شود. برای مثال، در دستگاه توپ-زمین، هنگامی که توپ پرتاب شده بالا می‌رود، انرژی جنبشی دستگاه، به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود. در این مورد متداول، انرژی جنبشی دستگاه فقط مربوط به یک جسم متحرک (در چارچوب مرجع زمین است)، اما به‌طور کلی، درواقع این انرژی کل دستگاه است که تبدیل می‌شود. وقتی یک تکه دینامیت منفجر می‌شود، انرژی پتانسیل شیمیایی به انرژی جنبشی و درونی تکه‌های حاصل از انفجار تبدیل می‌شود. وقتی قطعه‌ای روی سطح زمین سر می‌خورد و متوقف می‌شود، انرژی جنبشی دستگاه قطعه-سطح به انرژی درونی در سطح و قطعه تبدیل می‌گردد. اگر دستگاه منزوی باشد، فقط تبدیل‌های انرژی می‌تواند رخ دهند و انرژی کل دستگاه، ثابت می‌ماند.

برخلاف آن، انتقال‌های انرژی در مرز دستگاه رخ می‌دهند و می‌توانند به تغییر انرژی کل دستگاه بینجامند. این سازوکارهای انتقال شامل کار، گرما و تابش الکترومغناطیسی و موارد دیگری است که در مقاله چهارم این مجموعه مورد بحث قرار خواهد گرفت.^۷

بیان‌های نادرست دیگر، شامل گزاره‌هایی مانند «انرژی به‌صورت الکتریسیته وارد لامپ می‌شود و به شکل گرما و نور درمی‌آید»، سه نقطه ضعف در نحوه بیان دارد: نخست اینکه، انرژی به هیچ وسیله الکتریکی «به صورت الکتریسیته» وارد نمی‌شود. این نشان می‌دهد که الکتریسیته نوعی انرژی است. همین‌طور، ایرادهای دوم و سوم مربوط به این گزاره است که انرژی «به شکل

انرژی به مقاومت تحویل داده می‌شود تا مفهوم انتقال انرژی به دستگاه را تقویت کند. به واسطه این انتقال، انرژی درونی مقاومت افزایش می‌یابد که به نوبه خود طبیعتاً انتقال انرژی به وسیله گرما و تابش الکترومغناطیسی از مقاومت گرم به محیط خنک‌تر را به دنبال دارد

آن انرژی سکون به انرژی جنبشی ذرات خروجی است. درست است که جرم دستگاه هم کاهش می‌یابد اما کاهش جرم فقط مربوط به کاهش انرژی است نه برابر با کاهش انرژی، بایرلین^۸ دربارهٔ تبدیل جرم به انرژی به تفصیل بحث کرده است.

پرسش‌ها

با توجه این مباحثات پرسش‌های درست - نادرست زیر را بررسی کنید.

(۱) درست یا نادرست؟ جسم ۱۰ کیلوگرمی به اندازه ۱/۰ متر از سطح میز بالا برده می‌شود. نسبت به سطح میز، جسم دارای انرژی پتانسیل گرانشی ۹۸ ژولی است.

(۲) درست یا نادرست؟ کار انجام شده روی یک جسم مساوی تغییر انرژی جنبشی آن جسم است.

گزارهٔ پرسش (۱) نادرست است؛ چون انرژی پتانسیل به درستی مشخص نشده است. انرژی پتانسیل باید در دستگاهی تعریف شود که شامل اجسام برهم‌کنش‌کننده است، در این مورد، دستگاه شامل جسم و زمین است. بنابراین، بهتر است بگوییم «نسبت به پیکربندی انرژی صفر وقتی که جسم روی میز است، دستگاه انرژی گرانشی برابر با ۹۸ ژول دارد.»

در حالی که این گزاره نسبت به واژه‌های موجود در پرسش شامل واژه‌های بیشتری است اما ما باید علم فیزیک را به درستی و کامل به شاگردان ارائه دهیم.

گزاره موجود در پرسش (۲) قضیهٔ کار - انرژی جنبشی در شرایط خاصی درست است نه به‌طور کلی. باید از به‌کار بردن این نوع جمله‌های مطلق که به شرایط هم اشاره‌ای نمی‌کنند، خودداری کرد؛ چون شاگردان را به این باور می‌رسانند که در این مورد قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، یک اصل کلی است. در حالی که این گزاره در شرایطی درست است که در آن یک نیروی افقی به جسمی که روی سطح بدون اصطکاک افقی است، اعمال شود. برای موردی که در آن سطح دارای اصطکاک باشد یا هر مورد دیگری که در آن کار انجام شده روی دستگاه باعث تغییر سرعت نشود - مثل برداشتن کتابی از قفسهٔ پایین و گذاشتن آن روی قفسهٔ بالاتر - نادرست است.

نتیجه‌گیری

موارد زیادی وجود دارد که در آن‌ها ما با استفاده نادرست از واژه‌ها، شاگردانمان را به تفسیر نادرست وامی‌داریم. استفاده دقیق و درست از واژه‌ها و تعاریف به پیشرفت درک و فهم شاگردان می‌انجامد و آن‌ها را در حل مسائل یاری می‌کند. در مقالهٔ بعدی از این مجموعه در مورد ره یافت کلی انرژی که می‌تواند با هر مسئله مربوط به انرژی در ارتباط باشد، بحث خواهیم کرد.

اما این گزاره در مجموعه شرایطی معتبر است و بدین ترتیب برای حل مسئله مفید نیست. در یک مسئله خاص مهم‌تر آن است که شرایط خاص برای دستگاه موجود در مسئله را مشخص کنیم: آیا دستگاه منزوی است یا غیرمنزوی؟ بنابراین، به‌جای اینکه بگوییم «انرژی پایسته است»، بهتر است بگوییم «انرژی دستگاه منزوی ثابت می‌ماند» یا «دستگاه منزوی نیست چون می‌توانیم یک یا چند انتقال انرژی را مشخص کنیم». بنابراین انرژی دستگاه ثابت نمی‌ماند.

واژهٔ «کلی» اغلب در کتاب‌ها درست به کار نمی‌رود. برای مثال، یک کتاب درسی مدعی آن است که شکل کلی قانون پایستگی انرژی برای یک دستگاه عبارت است از:

$$\Delta k + \Delta U + \Delta E_{\text{داخلی}} = 0$$

این یک گزارهٔ کلی برای پایستگی انرژی نیست؛ معادله‌ای در یک مورد خاص است که فقط در یک دستگاه منزوی صدق می‌کند. معادلهٔ کلی پایستگی انرژی که در هر دستگاهی به کار می‌رود، در مقالهٔ چهارم این مجموعه ارائه شده است.^۷ این معادلهٔ کلی نه تنها شامل ذخیره‌سازی انرژی در دستگاه است بلکه سازوکارهایی را هم که انرژی توسط آن‌ها می‌تواند از مرز دستگاه منتقل شود، دربرمی‌گیرد.

به‌عنوان اظهار نظر نهایی دربارهٔ شرایط اعتبار معادلهٔ $w = \Delta k$ در نظر بگیرید. این را اغلب قضیه و کار - انرژی می‌نامند و بسیاری از شاگردان با این فکر مکانیک را به پایان می‌رسانند که این یک معادلهٔ بنیادی انرژی است. مهم است به شاگردان تأکید کنیم که این یک معادلهٔ حالت خاص است. - همان‌طور که در مقالهٔ چهارم این مجموعه یادآوری می‌کنیم - این معادله را فقط می‌توان در شرایط محدود زیر به کار برد: (۱) کار تنها سازوکار انتقال باشد که انرژی به وسیلهٔ آن وارد دستگاه می‌شود و (۲) انرژی جنبشی دستگاه تنها انرژی موجود در دستگاه باشد که تغییر می‌کند. دربارهٔ استفاده از جمله قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، برای این معادله بحث می‌کنیم تا تأکید کنیم که ارتباط بین کار و انرژی جنبشی است، نه انرژی به‌طور کلی.

جرم به انرژی تبدیل می‌شود

یک گزارهٔ متداول در سخنرانی‌ها و کتاب‌های درسی مربوط به نسبیت این است که «در این فرایند، جرم به انرژی تبدیل می‌شود». چون می‌گویند یک جوهر می‌تواند به جوهر دیگری تبدیل شود که کاملاً متفاوت است. جوهری که با معیار کیلوگرم سنجیده می‌شود، نمی‌تواند به جوهر دیگری تبدیل شود که با ژول اندازه‌گیری می‌شود.

ره یافت بهتر به این فرایند تبدیل آن است که به دقت بگوییم انرژی حالت سکون به انواع دیگری از انرژی تبدیل می‌شود. برای مثال، در یک واپاشی هسته‌ای، انرژی حالت سکون دستگاه کاهش می‌یابد که این به دلیل تبدیل بخشی از

تعیین ضخامت و ضریب شکست آینه

احمد وصال
ترجمه: احمد توحیدی

چکیده

در این مقاله، روشی ساده و عملی برای تعیین ضخامت و ضریب شکست آینه مطرح شده است. این روش، می‌تواند در آزمایشگاه‌های مدارس برای بالا بردن مهارت عملی شاگردان استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: باریکه لیزر، نور هندسی، بازتاب، شکست معادله‌های فرنل

فاصله x میان نقطه‌های درخشان روی پرده به زاویه تا فرود θ ، ضخامت t و ضریب شکست n شیشه بستگی دارد. بنابراین با اندازه‌گیری x برای مقدارهای متفاوت θ می‌توان n و t را تعیین کرد.

از شکل (۲) می‌توان رابطه میان x و t را تعیین کرد.

$$x \tan \theta = t \tan \alpha \quad (1)$$

با استفاده از قانون اسنل داریم،

$$\sin \theta = n \sin \alpha \quad (2)$$

از رابطه‌های بالا، رابطه میان x ، t و θ به دست می‌آید:

$$x = \frac{t \cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \quad (3)$$

از بازآرایی در معادله بالا رابطه‌ای را به دست آورد که به

$$\frac{1}{x^2} = \left[\frac{n^2 - 1}{4 + 2} \right] \frac{1}{\cos^2 \theta} + \frac{1}{4t^2} \quad (4)$$

اگر نمودار $\frac{1}{x^2}$ را برحسب $\frac{1}{\cos^2 \theta}$ رسم کنیم، محل

برخورد نمودار با محور y ها $\left[\frac{1}{4t^2} \right]$ ، فقط به ضخامت بستگی

دارد. پس از تعیین t ، می‌توان از شیب نمودار $\left[\frac{n^2 - 1}{4 + 2} \right]$

برای پیدا کردن ضریب شکست استفاده کرد. اگر باریکه

لیزر را یا زاویه فرود 30° به شیشه آینه‌ای بتابانیم که دارای

ضریب شکست شیشه آن در حدود $1/5$ و ضخامت آن $0/25$

سانتی‌متر باشد، فاصله x میان نقطه‌های روی پرده حدود $0/31$

سانتی‌متر می‌شود. بنابراین، می‌توان با چسباندن یک برگ کاغذ

میلی‌متری روی پرده به آسانی فاصله x را اندازه‌گیری کرد.

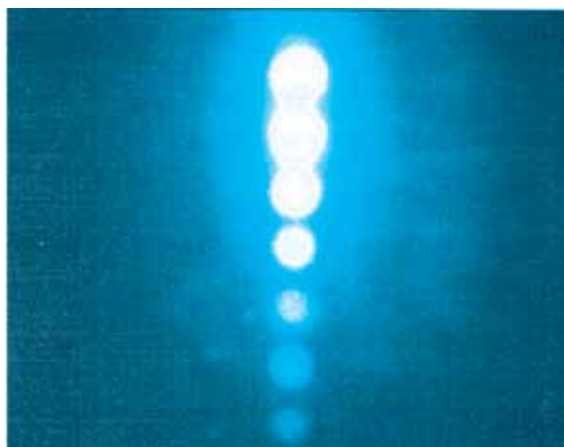
وقتی یک باریکه لیزر از سطح عقبی شیشه آینه بازمی‌تابد و روی پرده‌ای می‌افتد، بر اثر بازتاب‌ها و شکست‌های جزئی نور از فصل مشترک شیشه-هوا و بازتاب نور از سطح آینه طرحی از نقطه‌های درخشان مجزا تشکیل می‌شود. این مقاله توضیح می‌دهد چگونه با یک اندازه‌گیری ساده می‌توان از این پدیده برای اندازه‌گیری ضریب شکست و ضخامت شیشه استفاده کرد. می‌توان این آزمایش را آزمایشگاه‌های نور هندسی به کار برد و علاوه بر این تمرین دقیقی برای مسابقات المپیاد فیزیک نیز هست.

شکل ۲ بازتاب و شکست باریکه‌ای از لیزر را از یک آینه افقی را پیش از برخورد به پرده‌ای عمودی نشان می‌دهد. باریکه شماره ۲ باریکه اصلی است. بنابراین برای اغلب زاویه‌های فرود انتظار می‌رود درخشان‌ترین باشد. باریکه شماره ۱ از سطح بالایی شیشه بدون ورود به آن بازمی‌تابد، بنابراین در زاویه‌های فرود بزرگ از باریکه شماره ۱ درخشان‌تر می‌شود. در واقع، می‌توان از معادله‌های فرنل برای برآورد شدت نور پرتوهای بازتابیده عبوری که به زاویه فرود بستگی دارند استفاده کرد. شدت پرتوهای دیگر بر اثر بازتاب و شکست‌های بیشتر کاهش می‌یابد (شکل ۱).

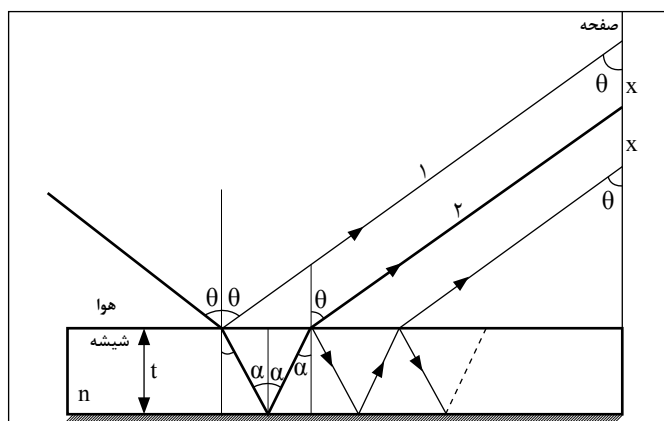
این آزمایش زیبایی است که به معلومات ریاضی پیشرفته نیاز ندارد و می‌تواند برای شاگردان چالش‌برانگیز باشد

را برای آن‌ها به‌طور کامل توضیح دهم. از طرف دیگر، برای شاگردان باهوش بدون نشان دادن طرح روی پرده فقط وسایل آزمایش را در اختیارشان قرار می‌دهم و از آن‌ها می‌خواهم ضخامت و ضریب شکست شیشه را پیدا کنند. ممکن است که روش مناسبی برای ارائه این آزمایش با توجه به سطح معلومات دانش‌آموزان بین دو حد گفته شده را انتخاب کرد.*

این آزمایش زیبایی است که به معلومات ریاضی پیشرفته نیاز ندارد، اما، تجربه نشان می‌دهد که حتی آموزش چگونگی استفاده از رابطه (۳) برای تعیین همزمان n و t می‌تواند برای یک دانشجوی منظم و مرتب سال اول دانشگاه چالش برانگیز باشد. بنابراین، اگر بخواهم مهارت اندازه‌گیری شاگردان را با یک آزمایش ظریف افزایش دهم، ترجیح می‌دهم آزمایش



شکل ۱. طرح مشاهده شده روی پرده به علت بازتاب باریکه لیزر آینه‌ای شیشه‌ای است.



شکل ۲. بازتاب‌ها و شکست‌های نقطه‌های چندی روی پرده تولید می‌کنند.

مرجع

*Determining the Thickness and Refractive index of a Mirror Ahmet Vysal The physics Teacher, Vol.48, December 2010.

آینده پژوهی و فیزیک

بانگاهی به فصل نامه رشد آموزش فیزیک

فاطمه فتح علی

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک

چکیده

تحول و تغییر، یکی از پدیده‌های عادی در جامعه شده است و روندی پیوسته و طولانی دارد. این تحولات و دگرگونی‌ها در همه زمینه‌ها، از گذشته تا حال و آینده ادامه داشته و خواهد داشت، چنان‌که پیش‌بینی شده است در سال ۲۰۵۰ نوشتار از دور خارج می‌شود. رشد جست‌وجوی اینترنتی، ویدئو اینترنتی، متن‌پردازی رایانه‌ای به کاهش چشمگیر جهانی سواد متنی خواهد انجامید. از این رو با توجه به روند رو به رشد این تحولات و دگرگونی‌ها، امروزه بیش از گذشته، هدایت سازمان‌ها، با برنامه‌ای تعیین شده، به سوی هدفی مشخص، از دغدغه‌های قابل توجه مدیران است. یکی از دانش‌های جدید و مفید برای هدایت سازمان‌ها، «آینده پژوهی» است. آینده پژوهی، اکنون به‌عنوان یک رشته علمی شناخته می‌شود و مراکز علمی متعددی، در دنیا برای آن تأسیس شده است، بنابراین با توجه به ضرورت آینده پژوهی و تأثیر رو به رشد آن در تمام عرصه‌های مختلف علوم، در این گزارش در نظر است ضمن ارائه تعریفی مختصر درباره آینده پژوهی، در یک کار تطبیقی اساس محتوایی مجلات رشد فیزیک (با توجه به رشته تحصیلی خود) با آینده مطلوب علم فیزیک که برگرفته از آینده پژوهی در این علم است بررسی شود.

کلیدواژه‌ها: آینده پژوهی، فیزیک، فصل‌نامه رشد آموزش فیزیک

مقدمه

سرعت و دگرگونی‌ها در پدیده‌های علمی، اجتماعی و فرهنگی به گونه‌ای است که سازمان‌ها را با مشکل جدید روبه‌رو کرده است. مدیران سازمان‌ها، در گذشته با برنامه‌ریزی سنتی و برنامه‌ریزی راهبردی، می‌کوشیدند دگرگونی‌ها را به نفع سازمان مهار کنند؛

اما اکنون محیط پرتلاطم و نامطمئن، ناکامی برنامه‌ها را رقم می‌زند. یکی از دانش‌های جدید و مفید برای هدایت سازمان‌ها، «آینده پژوهی» است. در آینده پژوهی، مدیران اندیشمند با تحلیل رویدادها و به‌کارگیری خلاقیت و نبوغ، از آینده آگاهی می‌یابند. این آگاهی به‌صورت آینده محتمل، آینده ممکن و آینده مطلوب می‌تواند دریچه‌ای از آینده، پیش روی مدیران بگشاید تا آنان با شکل دادن سناریوها و طرح‌های متعدد، حرکت سازمان‌ها را بهتر مدیریت کنند. آینده پژوهی یکی از اصطلاحات جدید است و کم‌کم در رشته‌ها و دانش‌های مختلف در حال جا باز کردن و عادی شدن است.

سازماندهی امور جامعه نمی‌تواند از تفکر درباره آینده فارغ باشد. باید با تفکر در مورد آینده به کشف آن بپردازیم، به گونه‌ای که بتوانیم آن را آن گونه که مایلیم بسازیم. امروزه «دانش»، ابزار مهم قدرت به شمار می‌رود؛ چنان‌که دانشمندان نیز افسران بزرگ این عامل قدرت‌اند. آنان باید این توانایی را داشته باشند که با چشم تیزبین خود دور دست را ببینند و بتوانند حیطه و قلمرو حرکت دانش را شناسایی کنند. شخصیت برجسته و اثرگذار قرن حاضر، حضرت امام خمینی (ره)، نیز با داشتن قدرت علمی و معنوی بالا، در نامه تاریخی خود به آقای گورباچف در سال ۱۳۶۷ چنین پیش‌بینی کردند: «از این پس کمونیسم را باید در موزه‌های تاریخ سیاسی جهان جست‌وجو کرد». امام خمینی در همین نامه، زرف‌ترین تحلیل‌ها را از تحولات جاری شوروی ارائه و از آن به «صدای شکستن استخوان‌های کمونیسم» تعبیر کردند.

تعریف

آینده پژوهی دانشی عمل‌گراست؛ یعنی در صدد است که زمینه را برای رفتارهای آتی شناسایی کرده، راهکار ارائه دهد. از این رو، در میانه دهه نود میلادی، رویکرد انتقادی مطالعات آینده پژوهی (CFS) نضج گرفت.

تصمیم‌گیری در اختیار مدیران ارشد سازمان قرار می‌دهند تا برای تحقق آن، برنامه‌ریزی‌ها صورت گیرد.

تفاوت برنامه‌ریزی و آینده‌پژوهی

نظر به اینکه برخورداری از برنامه، یکی از الزامات سازمان‌هاست، لذا در برنامه‌ریزی، مدیران از زمان حال شروع و به سوی آینده حرکت می‌کنند. به عبارت دیگر، حرکت رو به بیرون است و می‌کوشند در شرایط مختلف کشف کنند که کدام آینده رخ می‌دهد.

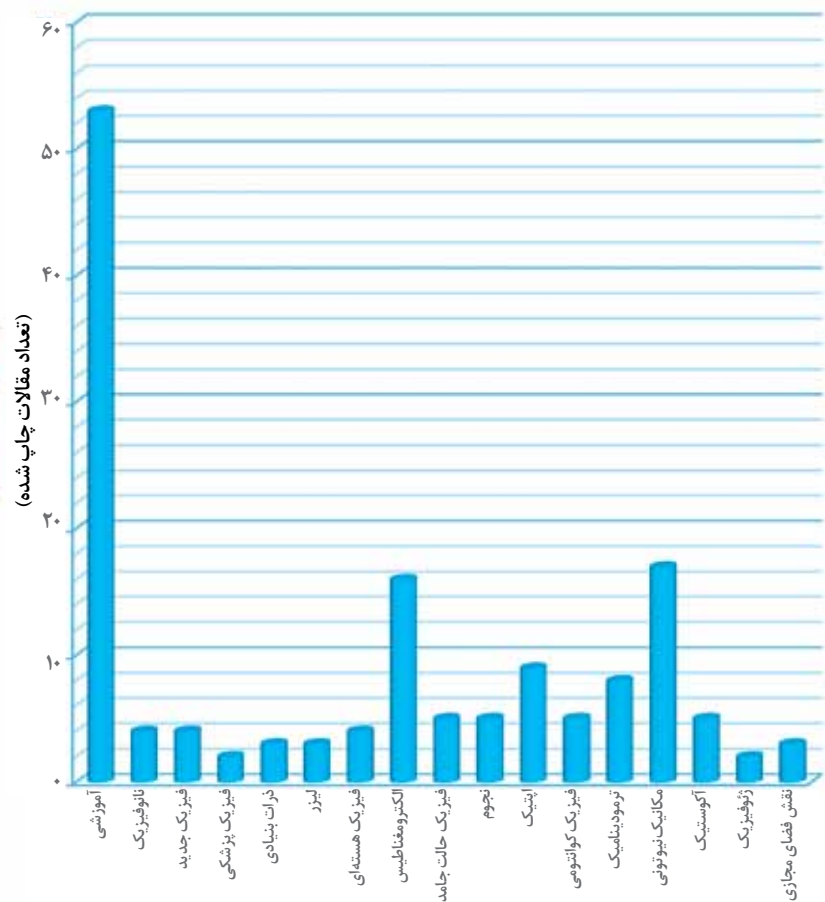
بنابراین، نقطه شروع این آینده غالب در زمان حال است. اما در آینده‌پژوهی برنامه‌ریزی رو به درون است، یعنی با انتخاب یک یا چند هدف یا موقعیت خاص در زمان آینده برنامه‌ریزی شروع می‌شود. از این روست که این رویکرد را «اکتشافی» می‌نامند. براساس مباحث بیان شده، مجلات رشد آموزش فیزیک، از قدیمی‌ترین شماره موجود در آرشیو دفتر انتشارات کمک آموزشی، یعنی از شماره ۴۴ که در سال ۱۳۷۴ منتشر گردیده است تا شماره ۹۹ که در تابستان ۱۳۹۱ به چاپ رسید، مورد بررسی قرار گرفت. به منظور انسجام بیشتر، نتیجه بررسی‌های به‌عمل آمده در خصوص فصل‌نامه‌های رشد آموزش فیزیک، از شماره‌های ۹۰ تا ۹۹ که مربوط به دو سال اخیر می‌شود (در قالب نمودار)، با مقایسه موضوع‌های مطرح در عرصه فیزیک ارائه می‌گردد.

با توجه به نمودار ارائه شده به نظر می‌رسد، ضروری است. در مجلات رشد آموزش فیزیک که از بسترهای مؤثر ارتقای سطح اطلاعاتی دبیران محترم است، مقالاتی در سطح وسیع‌تر به موضوع‌های مطرح در عرصه علم فیزیک در دنیا، از قبیل نانوفیزیک، فیزیک ذرات بنیادی، فیزیک هسته‌ای، لیزر، فیزیک کوانتومی (که جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۲ رانیز تجربی کاران کوانتومی به‌دست آوردند) و فیزیک پزشکی اختصاص داده شود.

آینده‌پژوهی بر لایه‌های مختلف زندگی بشر مانند علم و فناوری، جمعیت، اقتصاد، سیاست، جامعه، فرهنگ و زیست‌محیطی تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم می‌گذارد. بنابراین، آینده‌پژوهی شیوه‌ای است که می‌تواند توانایی مدیران سازمان‌ها را در اثرگذاری بر آینده تخمین بزند؛ چنان‌که زمینه‌ای فراهم آورد که مدیران با پیش‌بینی وقایع، توانایی خود را در واکنش نشان دادن به فرصت‌های در حال پیدایش افزایش دهند.

در ایران نیز سابقه آینده‌پژوهی، به برنامه‌های پنج‌ساله کشور برمی‌گردد و سند چشم‌انداز توسعه کشور در افق ۱۴۰۴ که دو دهه آینده را نشانه گرفته، نخستین سند تفکر راهبردی و آینده‌نگارانه ایران است که براساس آن، محورهای توسعه کشور در بخش‌های مختلف طراحی و تدوین شده است. براساس این تعاریف، آینده‌پژوهان با توجه به شرایط و دگرگونی‌های مداوم محیط، سه گام می‌پیمایند:

- در گام اول، هر آینده‌ای را که «ممکن» است در انتظار یک سازمان باشد شناسایی و فهرست می‌کنند.
- در گام دوم، از میان «آینده‌های ممکن»، «محتمل»‌ترین آن‌ها را مشخص می‌نمایند.
- در گام نهایی، «مطلوب»‌ترین آینده را که با ارزش‌ها و آرمان‌ها سازگاری بیشتری دارد، شناسایی می‌کنند و آن را برای



(محتوای مقالات چاپ شده در فصل‌نامه رشد آموزش فیزیک (از شماره ۹۰ تا ۹۹)
اساس محتوایی فصل‌نامه رشد آموزش فیزیک (از شماره ۹۰ تا ۹۹)

پی‌نوشت

1. Futures study

درخانه آزمایش کن!

نرگس لیاقی مطلق
دبیر شهر تهران

وسایل مورد نیاز: یک ظرف آب، نی، چسب نواری، قیچی، خط کش

۱

با هنرمندی: ماروین و میلو

مرحله اول

با استفاده از خط کش، نی را به دو قسمت ۵ و ۳ سانتی متری ببرید.

چهارم بدون مکیدن آب را از ظرف بیرون بریزیم؟

قسمت کوچک تر نی را در ظرف آب بایستائید.

مرحله دوم

دو قطعه نی را از یک طرف با استفاده از چسب به هم وصل کنید، به طوری که زاویه ۹۰ درجه با هم بسازند.

در نی بدمید.

چه اتفاقی می افتد؟ خوب، با حرکت هوا فشار آن کاهش می یابد، پس هنگامی که در نی می دمید فشار هوای بالای آن کم می شود اما فشار هوای روی آب در ظرف تغییر نمی کند، بنابراین بر اثر اختلاف فشار آب فوران می کند.

منبع: www.physics.org

کلیدواژه ها: فشار، قانون برنولی

وسایل مورد نیاز: شیر آب، شانه پلاستیکی، موی سر

۲

با هنرمندی: ماروین و میلو

یک باریکه آب باز کنید.

به آرامی شانه را به باریکه آب نزدیک کنید. در ۱۰ cm شیر آب

وقتی آب به فاصله حدود ۳ cm شانه می رسد جذب آن می شود.

شانه را چندین بار به موهای خود مالش دهید.

کلیدواژه ها: بار الکتریکی، الکتریسیته ساکن

بعضی از اجسام مانند مو و شانه در اثر مالش بار الکتریکی پیدا می کنند. شانه باردار، مولکول های آب، که بار الکتریکی کمی دارند را جذب می کند

منبع: www.physics.org



* آزمایش را فقط در حضور یک بزرگ‌تر انجام دهید.



گرمای نهان ذوب و گرمای ویژه آب

لیانکزی ما و فنگ لی

ترجمه: حسین محمدی

دبیر فیزیک استان مرکزی، شهرستان ساوه^۱

چکیده

بالاتری دارد. چون دمای مشابهی دارند، مولکول‌هایشان نیز باید دارای انرژی جنبشی مشابه باشند. بنابراین به نظر می‌رسد که ما باید انرژی‌های پتانسیل بین مولکول‌ها را مقایسه کنیم. برای پرسش مطرح شده، دو پاسخ وجود دارد: (۱) آب دارای انرژی درونی بیشتری است؛ زیرا گرمای نهان ذوب آن $L_f = 33/5 \times 10^4 \text{ J/kg}$ است [۲]. یعنی برای تبدیل یک کیلوگرم یخ 0°C به آب 0°C به $33/5 \times 10^4$ ژول گرما نیاز داریم (می‌توانیم کار انجام شده هنگام انبساط حجم که تقریباً [۹ است را در نظر نگیریم). (۲) یخ دارای انرژی درونی بیشتری است؛ چون چگالی آن کمتر است، بنابراین، فاصله بین مولکول‌ها بیشتر است که نتیجه‌اش انرژی پتانسیل بیشتر است. البته جواب دوم با عقل سلیم سازگار نیست اما چگونه می‌توان این تناقض را توضیح داد؟

کلیدواژه‌ها: درجه آزادی، گرمای نهان، گرمای ویژه، آب،

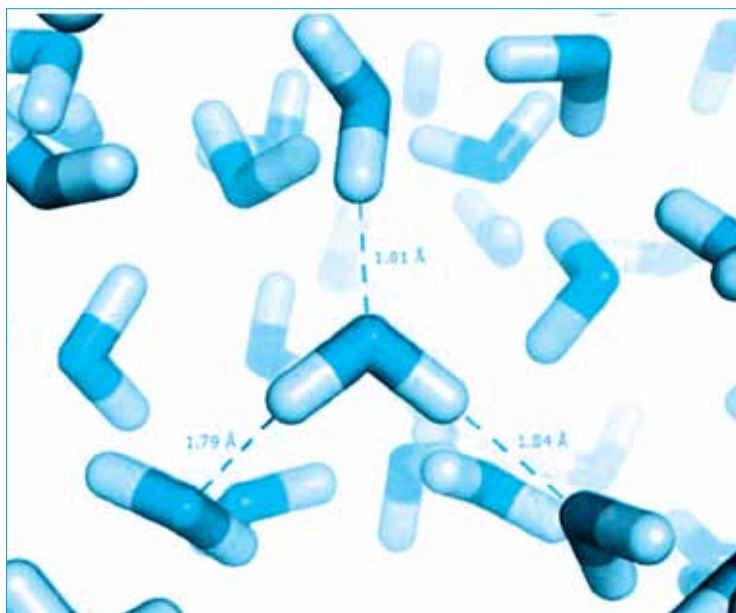
یخ

مقدمه

آب پانزده نوع جامد بلوری شناخته شده دارد که همه آن‌ها یخ نامیده می‌شوند اما در این مقاله منظورمان از یخ، حالتی است که آب در فشار یک اتمسفر تا زیر دمای 0°C سرد شده و به یخ تبدیل شده است. در دمای 0°C و فشار یک اتمسفر چگالی آب $0/9998 \text{ g/cm}^3$ و چگالی یخ برابر $0/9162 \text{ g/cm}^3$ است [۱]. در اینجا این پرسش مطرح می‌شود که کدام یک از آب 0°C و یخ 0°C انرژی درونی

درجه آزادی حرکت مولکول‌ها

می‌دانیم که مهم‌ترین تفاوت انرژی درونی آب و یخ 0°C ناشی از تغییر درجه آزادی مولکول‌هاست. اجازه بدهید تا گرمای نهان ذوب آب را با توجه به قضیه همپاری^۲ برآورد کنیم. مولکول یخ فقط می‌تواند ارتعاش کند؛ بنابراین، تنها ۳ درجه آزادی دارد. در حالی که مولکول آب علاوه بر این می‌تواند در فضا حرکت کند (حرکت انتقالی) و بچرخد؛ پس، ۶ درجه



▲ شکل ۱. مولکول‌های آب - خط‌چین‌های متصل به مولکول مرکز شکل، پیوندهای هیدروژنی را نشان می‌دهند.

بی‌نوشت

۱. دبیر فیزیک اداره کل آموزش و پرورش استان مرکزی، شهرستان ساوه، منطقه نوبران - فارغ التحصیل کارشناسی ارشد فیزیک اتمی و مولکولی از دانشگاه علم و صنعت ایران

2. equipartition theorem

منبع

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008
http://www.journal.lapen.org.mx

می‌توانیم همین روش را برای محلول آمونیاک و متانول که ساختار مولکولی مشابه آب دارند به کار ببریم. برای آمونیاک، گرمای نهان ذوب واقعی برابر $L_F = 5/643 \times 10^3 \text{ J/mol}$ و نقطه ذوب آن 195 K است [۳]. بنابراین، گرمای نهان ذوبش برابر است با $3RT = 3 \times 8/31 \times 195 = 4/87 \times 10^3 \text{ J/mol}$ خطای این عدد در مقایسه با مقدار واقعی آن تقریباً ۱۵ درصد است. اگر برای محاسبه گرمای ویژه محلول آمونیاک رابطه $9R$ را که برابر با $74/79 \text{ J/mol.K}$ است به کار ببریم، سازگاری خوبی با مقدار واقعی $76/84 \text{ J/mol.K}$ به دست می‌آید.

برای متانول، گرمای نهان ذوب واقعی در دمای 176 K برابر $L_F = 3/215 \times 10^3 \text{ J/mol}$ است و بنابراین، گرمای نهان ذوبش با توجه به رابطه برابر است با $3RT = 4/388 \times 10^3 \text{ J/mol}$ که در مقایسه با مقدار واقعی‌اش حدود ۳۱ درصد خطا دارد. با مقایسه $9R$ با گرمای ویژه واقعی متانول مایع که برابر $81/08 \text{ J/mol.K}$ است [۴]، متوجه می‌شویم که مقدار $74/79 \text{ J/mol.K}$ تقریباً برابر با آن است.

نتیجه‌گیری

فکر می‌کنیم تغییر درجه آزادی نقش مهمی در تغییر حالت دارد و بیشتر گرمای لازم برای ذوب، صرف برانگیختن درجه‌های آزادی بیشتر می‌شود.

آزادی بیشتر دارد. بنابراین، یک مول آب 0°C باید $3RT$ انرژی بیشتر از یک مول یخ 0°C داشته باشد. برای یک کیلوگرم آب این اختلاف انرژی برابر است با:

$$\frac{1}{18 \times 10^{-3}} (3 \times 8/31 \times 273) = 37/8 \times 10^4 \text{ J/kg}$$

که سازگاری خوبی با مقدار گرمای نهان ذوب واقعی $L_F = 33/5 \times 10^4 \text{ J/kg}$ دارد. اختلاف $4/3 \times 10^4$ را می‌توان ناشی از تغییر انرژی پتانسیل میان مولکول‌ها دانست. در واقع وقتی آب به یخ تبدیل می‌شود، پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های آب تشکیل می‌شوند که مولکول‌های آب را با تأثیر کمتر و فضای بزرگ‌تر میان مولکولی مرتب می‌کنند. در شکل ۱ مولکول‌های آب و پیوندهای هیدروژنی بین آن‌ها نشان داده شده است. از این رو ممکن است گفته شود که برهم‌کنش میان مولکول‌های آب از جاذبه الکتروستاتیکی میان مولکولی کاتوره‌ای به جاذبه دوقطبی - دوقطبی وان در والس ثابت که خیلی قوی‌تر است، تغییر کرده است.

بر این اساس، گرمای ویژه آب باید $9R$ باشد که $3R$ سهم ارتعاش اتم‌ها در مولکول آب، $3R$ سهم ارتعاش مولکول‌ها و $3R$ سهم چرخش و انتقال است که برابر $74/79 \text{ J/mol.K}$ می‌شود که به مقدار واقعی $75/35 \text{ J/mol.K}$ نزدیک است (۲).

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Ice, Characteristics, looked up on 6/07/08.
2. Walker, J., Physics, 3rd edition, Chap. 17, (Benjamin-Cummings Publishing Company, USA, 2007).
3. http://www.engineeringtoolbox.com/ammonia_971.html; looked up on 6/07/08 and private communication with Dr. P. T. Eubank, Department of Chemical Engineering, Texas A&M university, College Station, TX 77843-3122.
4. http://www.biodiesel.org/pdf_files/Methanol_Handling_Guide.pdf; looked up on 6/07/08. Also, private Communication with Dr. P. T. Eubank.

چکیده

این مقاله، روشی ساده و ارزان را برای تولید سطح سهموی مایع چرخان معرفی می‌کند. مایع مورد مطالعه آب است. بخش دوم مقاله مربوط به قایق روی سطح چرخان یک مایع است.

کلیدواژه‌ها: شکل سهموی، مایع چرخان، حرکت قایق

شده‌اند، در دوازدهمین نمایشگاه ابتکارهای معلمان فیزیک سال ۲۰۰۷ در پراگ جمهوری چک نیز ارائه و در شرح کنفرانس نیز منتشر گردیده‌اند ولی در آنجا مسائل فقط به صورت مختصر ذکر شد و جزئیات نتایج تجربی و بحث مفصل در مورد مباحث نظری نیامده‌اند. بعضی تصویرهای جدید نیز برای این مقاله تهیه شده است. این ابتکارها در یک سمینار بخش علوم برلین به سال ۲۰۰۸ ارائه شدند.

مقدمه

در زندگی روزمره همواره با سطوح سهموی مواجه می‌شویم. هنگام رانندگی از چراغ‌هایی استفاده می‌کنیم که به شکل سهموی هستند. آینه سهموی بخشی از تلسکوپ نیوتون را تشکیل می‌دهد. گزارش‌هایی در مورد سطوح بازتاباننده صیقلی مایع به عنوان آینه تلسکوپ وجود دارد. دانش‌آموزان می‌توانند مثال‌های بسیار دیگری از سطوح سهموی پیدا کنند. بدیهی است که مثال‌های زندگی روزمره برای دانش‌آموزان جذاب است. در عین حال، می‌توان دانش‌آموزان را با این واقعیت که یک مایع معمولی در حال چرخش دارای چنین سطحی است شگفت‌زده کرد. بنابراین، خوب است سطح مایع را اندازه‌گیری و نظریه ارائه شده را تأیید کنیم. به همین صورت می‌توان توجه دانش‌آموز را به این پرسش معطوف کرد که اگر قایق کوچکی را بر روی سطح سهموی مایع چرخان قرار دهیم، چه اتفاقی می‌افتد. آزمایش‌های انجام شده با استفاده از مایعات چرخان، که در این مقاله توضیح داده

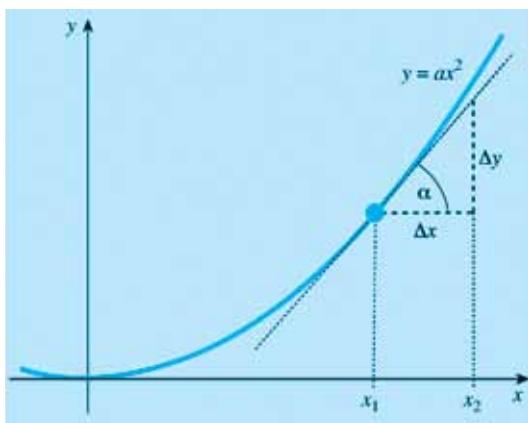
توصیف ساده سطح سهموی مایع چرخان

نظریه سهموی‌های مایع در بسیاری از مقاله‌ها، مانند آنچه در منابع ۳-۵ آمده است، توصیف شده‌اند. در اینجا تمام حالت‌های ممکن برای شکل سطح یک مایع چرخان را نمی‌آوریم بلکه توصیفی جایگزین را برای آن ارائه می‌دهیم که در سطح دبیرستان قابل درک باشد (مثلاً در سمینارهای مخصوص فیزیک برای دانش‌آموزانی که به فیزیک علاقه‌مندند).

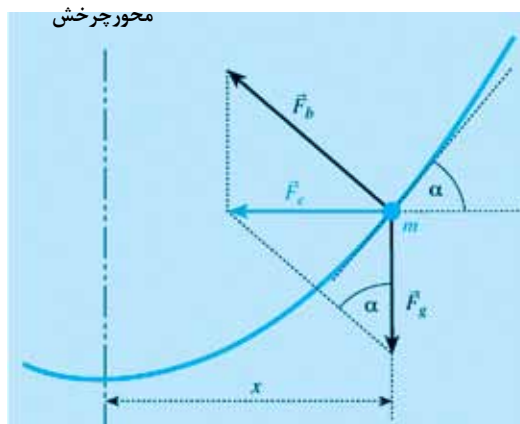
این کار نسخه توسعه یافته از کاری است که در کشور جمهوری چک ارائه شده. (۲) ما شرایط را هم از نظر دستگاه مختصات لخت و هم از نظر دستگاه مختصات چرخان (یعنی غیر لخت) شرح می‌دهیم. در بسیاری از کشورها مفهوم دستگاه مختصات غیرلخت در برنامه درسی دبیرستان مورد بررسی قرار نمی‌گیرد؛ با این حال، فکر می‌کنیم ارائه دست‌کم توصیفی کوتاه از دستگاه مختصات چرخان ارزشمند باشد. به عنوان مثال، بحث در مورد قایق چرخان از دید ناظری که بر سطح یک مایع

پرسش مایع چرخان و قایق روی آن

زد. ساباتکا و ال. دوراک
ترجمه: کاظم نجفی، دبیر فیزیک از تکاب



شکل ۲: شکل فرضی سطح آب چرخان



شکل ۱: نیروهایی که بر یک مایع اثر می‌کنند.

محور چرخش است.

اکنون باید شکلی را بیابیم که در این معادله صدق کند. می‌توانیم کار خود را با یک مشاهده کیفی شروع کنیم: هرچه x بزرگ‌تر باشد، مقطع سطح مایع دارای شیب بیشتری خواهد بود همان‌طور که از معادله (۲) نیز پیداست و شکل (۱) نیز نشان می‌دهد، این مقطع شبیه یک سهموی است (ساده‌ترین منحنی که دارای شکلی مشابه با شکلی است که دانش‌آموز می‌شناسد). اما آیا واقعاً چنین است؟ برای ساده‌تر کردن درک مطلب فرض می‌کنیم که شکل سهموی باشد و سپس ثابت می‌کنیم که این فرض درست است. بنابراین، فرض کنیم که برش عمودی سطح مایع که شامل محور چرخش است، دارای شکل زیر باشد.

$$y = ax^2 \quad (3)$$

که در آن y ارتفاع از پایین‌ترین نقطه سطح، a یک ثابت مثبت، و x فاصله از محور چرخش است.

اکنون می‌توانیم با استفاده از شکل (۲)، $\tan \alpha$ را محاسبه کنیم:

$$\tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{ax_2^2 - ax_1^2}{x_2 - x_1} \quad (4)$$

$$= \frac{a(x_2 + x_1)(x_2 - x_1)}{x_2 - x_1} = a(x_2 + x_1) = 2ax$$

که در آن $x_2 = x_1 = x$

بنابراین، برای شکل مفروض ما همان‌طور که معادله (۲) ایجاب می‌کند، $\tan \alpha$ با x متناسب است. ثابت کرده‌ایم که مقطع آب چرخان سهموی است. همچنین، به راحتی می‌توان

می‌چرخد، برای مردمی که دست‌کم با مفهوم نیروی مرکز گریز آشنایی دارند، کمی ساده‌تر به نظر می‌رسد. شکل ۱

به نظر ما ارائه توصیفی از دستگاه‌های لخت و چرخان برای دانش‌آموزان و دبیران مفید خواهد بود. مهم‌ترین نتیجه‌ای که به آن نیاز داریم، این واقعیت است که نیروی مرکز‌گرا متناسب با فاصله از محور چرخش است.

بررسی در یک چارچوب مرجع لخت

اندکی آب به جرم m را در سطح آب به صورت جرم نقطه‌ای در نظر می‌گیریم. با فرض اینکه بخشی از آب به صورت یکنواخت در دایره‌ای به دور محور چرخش در حال دوران باشد، باید یک نیروی جانب مرکز F_c وجود داشته باشد که باعث حرکت جزء آب به این صورت شود. که مقدار آن از رابطه معروف (۱) به دست می‌آید:

$$F_c = mR\omega^2 \quad (1)$$

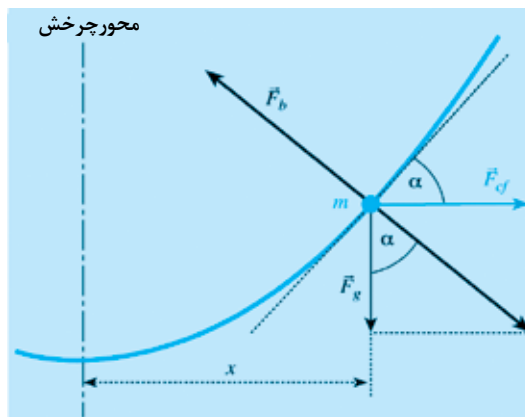
در اینجا R فاصله از محور چرخش (که ما آن را با x نیز نشان می‌دهیم)، m جرم جزء آب و ω سرعت زاویه‌ای آب چرخان است. نیروی مرکز گریز مجموع همه نیروهایی است که روی جرم عمل می‌کنند و عبارت‌اند از: نیروی جاذبه گرانشی $F_g = mg$ و نیروی شناوری F_b که عمود بر سطح آب است. از شکل ۱ که تانژانت زاویه α را می‌توان به صورت زیر

$$\tan \alpha = \frac{F_c}{F_g} = \frac{m\omega^2 x}{mg} = x \frac{\omega^2}{g} \quad (2)$$

که در آن g شتاب گرانی زمین و x فاصله جزء آب از

میلها	S	T(s)	$C_t(m^{-1})$	$C_e(m^{-1})$	δ_e
چوبی	+	۰/۶۳۵	۴/۹۹	۴/۹۴	۰/۹٪
	Δ	۰/۶۴۳	۴/۸۶	۴/۶۷	۴/۰٪
	$\square$	۰/۷۲۲	۳/۸۶	۳/۸۳	۰/۸٪
فلزی	°	۰/۸۷۳	۲/۶۴	۲/۶۵	-۰/۶٪
	+	۱/۲۱۲	۱/۳۷	۱/۳۵	۲/۲٪

جدول ۱: نتیجه‌های تجربی. S نماد استفاده شده در نمودار، T دوره، C_t ضریب نظری، C_e ضریب تجربی، δ_e انحراف نسبی C_t و C_e



▲ شکل ۳: نیروی مرکز گریز (F_{cf})، گرانشی (F_g) و شناوری (F_b) که بر یک مایع در دستگاه مختصات چرخان وارد می‌شوند

دور می‌کند و دارای اندازه متناسب با فاصله از مرکز چرخش است ولی نیروی گرانی هم وجود دارد که آب را به طرف پایین می‌کشد. شکل نهایی سطح، حاصل تقابل دو نیروست.

برای کمی کردن موضوع، دوباره مقدار معین کوچکی از آب را در سطح آب فرض می‌کنیم. نیروی گرانشی F_g که بر این مقدار آب اثر می‌کند، در همه جا یکسان است. به عبارت دیگر، نیروی مرکز گریز F_{cf} با فاصله از محور چرخش نسبت مستقیم دارد (مقدار آن از همان رابطه نیروی مرکز گریز یعنی $F_{cf} = mR\omega^2$ به دست می‌آید). برآیند این نیروها دارای انحراف از راستای عمودی است (همان طوری که در شکل ۳ می‌بینید) و سطح باید عمود بر آن باشد^۵. البته این نیرو دارای همان مقدار نیروی شناوری است؛ در نتیجه، نیروی خالصی که بر یک مقدار معین آب عمل می‌کند برابر صفر است. زیرا مقدار آب موردنظر هنوز در دستگاه مختصات چرخان قرار دارد.

بقیه آن مشابه حالت دستگاه مختصات لخت است؛ با این تفاوت که F_c باید با F_{cf} جایگزین شود. بنابراین دوباره به معادله (۶) می‌رسیم.

دستگاهی برای اندازه‌گیری سطح یک مایع چرخان

برای ساخت این دستگاه از دستگاه ارائه شده در مقابل باستان^۶ الهام گرفته‌ایم. [۵] دستگاه‌های ارائه شده در آن مقاله قادر بودند سهموی‌های جامد را اندازه‌گیری کنند. دستگاهی که ما در اینجا ارائه می‌کنیم، شکل سطح یک مایع در حال حرکت را اندازه‌گیری می‌کند. این روش دارای برتری است؛

مقدار ثابت a را از مقایسه معادله‌های (۲) و (۴) به دست آورد:

$$a = \frac{\omega^2}{2g} \quad (5)$$

این بدان معناست که معادله (۲) را می‌توان به شکل $y = \omega^2 / (2g) x^2$ نوشت. معمولاً ارتفاع نسبت به پایین‌ترین نقطه در روی سطح را با h نمایش می‌دهند (به جای y). فاصله از محور عمودی (که برای آن از نماد x استفاده کردیم) را با نماد R نمایش می‌دهیم. بنابراین، به شکل آشنای معادله‌ای برای سطح مایع چرخان می‌رسیم که به صورت زیر است:

$$h = \frac{\omega^2}{2g} R^2 \quad (6)$$

که در آن h ارتفاع از پایین‌ترین نقطه بر روی سطح مایع و R فاصله از محور چرخش است.

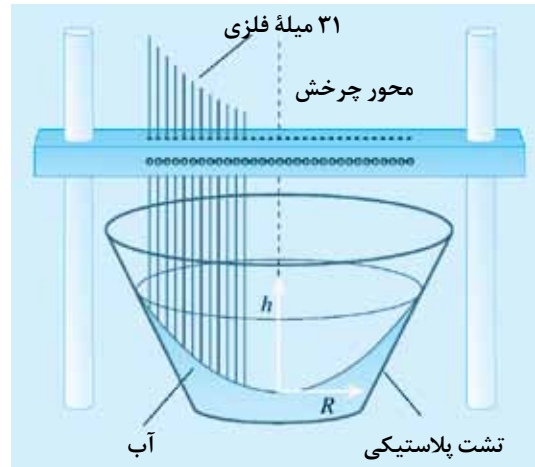
بررسی در دستگاه مختصات غیرلخت

بحث کیفی از دیدگاه دستگاه مختصات چرخان برای دانش‌آموزان ساده است و می‌تواند به درک مفهوم نیروی جانب مرکز کمک کند؛ زیرا هر کسی که تاکنون سوار چرخ فلک یا هر سرگرمی مشابه در یک شهر بازی شده باشد، این مفهوم را درک می‌کند.

اگر شخصی که سوار چرخ فلک شده است، سعی کند شکل آب درون ظرف را توصیف کند و بخواهد از همان قاعده و قانون فیزیکی استفاده کند که در یک دستگاه مختصات لخت وجود دارد، مجبور است نیرویی به نام نیروی مرکز گریز را به توصیف خود بیفزاید؛ نیرویی که جسم را از مرکز چرخش



▲ شکل ۵: نمونه نهایی دستگاه با استفاده از میله‌های فلزی



▲ شکل ۴: میله‌های استفاده شده برای اندازه‌گیری سطح مایع چرخان

پیچ‌ها و خم‌شدن آن‌ها پیش می‌آید. برای تأیید تجربی لازم است دوره تناوب T (یا بسامد یا سرعت زاویه‌ای) را بدانیم. در استفاده از موتورهای قدیمی این موضوع می‌تواند ایجاد مشکل کند؛ زیرا این موتورها دارای نوسان سرعتی و فاقد سرعت‌سنج مناسب‌اند. بنابراین، ما بسامد را از طریق رایانه و فوتوترانزیستور متصل به میکروفون ورودی اندازه‌گیری را انجام دادیم.

مقایسه نظریه و آزمایش

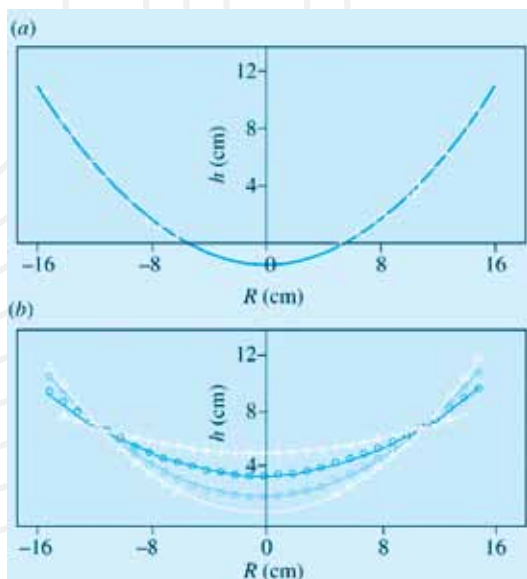
ضریب نظری معادله ۶ را - که با c_t نمایش می‌دهیم - با ضریب تجربی به‌دست آمده از برازش انتهای میله‌ها با یک سهموی مقایسه می‌کنیم. ضریب تجربی را با c_e نمایش داده‌ایم. بعضی از نتایج تجربی را در جدول ۱ و شکل ۷ آورده‌ایم.

$$c_t = \frac{\omega^2}{2g} = \frac{2\pi^2}{g} \frac{1}{T^2} \quad (7)$$

نتایج تجربی به خوبی با مدل نظری سازگاری دارند. انحراف نسبی بیشینه ۴ درصد است که با در نظر گرفتن سادگی چیدمان آزمایش نتیجه خوبی است. حتی دستگاه چوبی استفاده شده نیز (تصویر ۷ الف) نتایج خوبی را نمایش می‌دهد.

زیرا جامد کردن اجسام ممکن است خیلی مشکل باشد. مزیت روش و رویکرد ما این است که ما را قادر می‌سازد مستقیماً شکل را اندازه‌گیری کنیم و به‌وضوح آن‌را ببینیم.

وسیله اندازه‌گیری ما (همان‌طور که در شکل ۴ دیده می‌شود) متشکل است از ۳۱ میله نازک که موقعیت آن‌ها را می‌توان طوری تنظیم کرد که انتهای پایینی‌شان با سطح آب تماس داشته باشد. در این مورد، ما سطح سهموی آب را در یک تشت پلاستیکی معمولی ایجاد کردیم. یک میز چوبی با یک تشت پلاستیکی بر روی یک موتور دارای سرعت قابل تنظیم قرار داده می‌شود (شکل ۵). هر یک از میله‌های فلزی عمودی در انتهای پایینی خود حالتی میخ مانند دارند. وقتی که آب با سرعت زاویه‌ای ثابت ω می‌چرخد، باید مدتی صبر کنیم تا سطح خود را به حالت تثبیت شده برساند. سپس باید میله‌ها را یکی یکی تنظیم کنیم. ابتدا همه میله‌ها را در بالا قرار می‌دهیم. تجربه نشان می‌دهد که بهتر است ابتدا میله‌ها را با سطح آب تماس دهیم و سپس آن‌ها را اندکی بالا بکشیم تا هیچ تماسی بین آب و میله‌ها نباشد. اکنون انتهای میله‌ها شکل سطح را نسخه‌برداری می‌کنند و یک سهموی کاملاً قابل رویت را می‌سازند. به عنوان یک پروژه دانش‌آموزی حتی می‌توان از ساختمان ساده‌تر و ارزان‌تری نیز استفاده کرد که در شکل ۶ می‌بینید. این روش نتیجه آزمایش را بهتر نشان می‌دهد. فقط بعضی وقت‌ها مشکل انعطاف‌پذیری



▲ شکل ۷: (الف) نقاط سطح مایع چرخان و منحنی درون‌یابی شده متناظر (سه‌می) که با میله‌های چوبی اندازه‌گیری شده است. (ب) نقطه‌های سطح مایع چرخان بر روی منحنی درون‌یابی شده متناظر (سه‌می)



▲ شکل ۶: نمونه اصلی دستگاه که در آن از میله‌های چوبی استفاده شده است.

باشد، موقعیت خود را نسبت به آب موجود در پیرامون خود حفظ می‌کند. اکنون قایقی را در نظر می‌گیریم که اندکی از جرم آن در زیر سطح آب قرار گرفته است. این جرم می‌تواند لنگر سنگینی باشد که به یک طناب دراز در زیر قایق متصل شده است. خواهیم دید که چنین قایقی به سمت بالا و دور از محور چرخش کشیده خواهد شد.

ساده‌تر است که اثرهای مربوطه را در دستگاه مختصات چرخان با استفاده از مفهوم نیروهای مرکز گریز توضیح دهیم. لنگر نسبت به قایق در فاصله دورتری از محور چرخش قرار گرفته است. بنابراین، نیروی مرکز گریز $F_{cf} = mR\omega^2$ که بر لنگر وارد می‌شود بزرگ‌تر از حالتی است که جرم آن در قایق قرار داشت.

بنابراین نیروی حاصل؛ $\vec{F}_{لنگر} = \vec{F}_{cf} + \vec{F}_{g, لنگر}$ که بر لنگر وارد می‌شود دیگر بر سطح آب عمود نیست (شکل ۸ را ببینید^۴). واضح است که این نیرو کل قایق را به سمت بالا، یعنی سمت دور از محور چرخش، می‌کشد.^۵

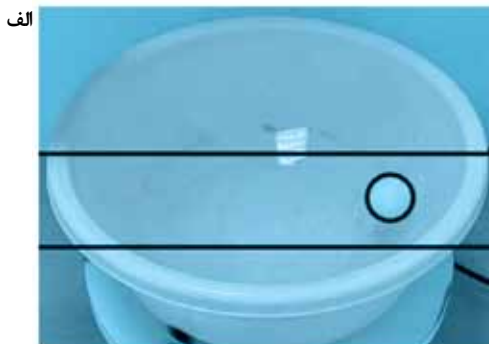
در اینجا بحث مربوط به شرایط مسئله در دستگاه مختصات لخت را حذف می‌کنیم (این روش زیاد سر راست نیست و اندکی پیچیدگی دارد). چیزی که باید مورد توجه قرار گیرد، این واقعیت است که اثر کشیده شدن قایق به دورتر از محور چرخش محدود به قایق متصل به لنگر نیست بلکه

قایقی روی مایع چرخان

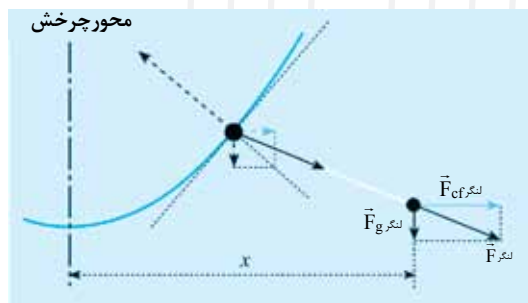
با نگاه به شکل سطح مایع چرخان ممکن است این پرسش مطرح شود که اگر شیئی کوچکی (مثلاً یک قایق کوچک) در روی سطح آب چرخان قرار گیرد، چه اتفاقی می‌افتد. حالتی شبیه این شرایط را می‌توان در داستان «سقوط در گرداب» نوشته ادگار آلن پو مشاهده کرد که در آنجا نیز مسئله، خلاص شدن از یک گرداب شدید و سهموی چرخان سطح آن است. البته گرداب و سطح سهموی چرخان دو مسئله متفاوت‌اند ولی شباهت‌هایی خاص بین این دو شرایط وجود دارد. این داستان مسئله را به شکل یک موضوع میان رشته‌ای درمی‌آورد.

زمینه‌های کیفی حرکت قایق

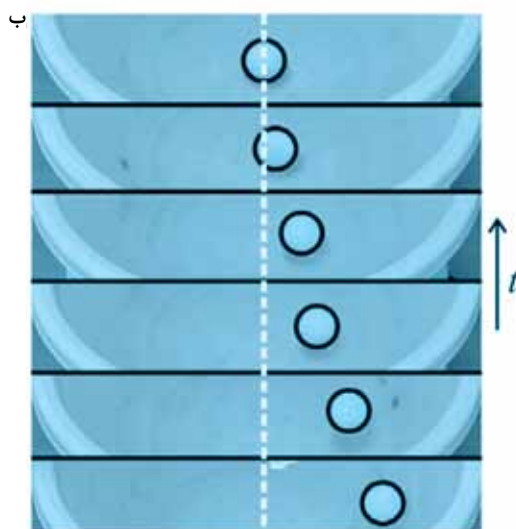
مسئله خیلی پیچیده‌تر از آن است که در سطح دبیرستان به صورت کمی با آن برخورد شده است (در واقع ما از راه‌حل‌های کمی منتشر شده در این باب بی‌خبریم) ولی حتی یک بحث کیفی نیز می‌تواند ما را به نتایج جالبی رهنمون شود و می‌تواند با آزمایش انجام شده مورد مقایسه قرار گیرد. قایق را با یک مدل ساده مثلاً یک کره و یا یک توپ کوچک شبیه‌سازی کرده و مرکز جرم این کره را دقیقاً در سطح مایع فرض می‌کنیم. شرایط مشابه شرایط حاکم در شکل ۱ یا ۳ است. قایقی که درست روی سطح آب قرار گرفته



الف



▲ شکل ۸: لنگر قایق را به سمت بالا می کشد.



ب

▲ شکل ۹: (الف) آزمایش به وسیله یک توپ پینگ-پونگ (قایق در تصویر در داخل یک دایره قرار دارد). این تصویر اندکی بعد از قرار گرفتن توپ بر روی سطح آب گرفته شده است. بخشی از تصویر که بین دو خط سیاه قرار گرفته است با بخش پایینی تصویر ب مطابقت دارد.

(ب) تصویرها با توالی زمانی گرفته شده و مرتب شده‌اند. زمان از پایین به بالا در حال افزایش است. خط زرد مرکزی محل تقریبی محور چرخش تشنه است. مطابق با نظریه توپ پینگ-پونگ به سمت مرکز کشیده می شود.

گرفته بر روی سطح آب چرخان نگاه می کنیم تا ببینیم چه اتفاقی می افتد. نتایج را در شکل های ۹ و ۱۰ می بینید. این شکل ها نشان می دهند که تکه استیروفوم دارای پیچ، واقعاً به سمت بالا، یعنی دور از محور چرخش، و توپ پینگ-پونگ برعکس به سمت پایین و نزدیک محور چرخش حرکت می کند. توجه کنید که شکل های ۹ (ب) و ۱۰ (ب) ترکیبی از تصاویری هستند که در زمان های متوالی گرفته شده اند و فاصله زمانی بین آنها یکسان نیست. زمان کلی هر آزمایش (شکل های ۹ (ب) و ۱۰ (ب)) تقریباً ۲۰s است. تصاویرهای ویدیویی کوتاهی از این تصاویر در سایت مؤلف^۷ موجود است.

برای قایق هایی که دارای حماله کشتی هستند یا مرکز جرم آنها کاملاً زیر سطح آب قرار می گیرد نیز صحیح است (البته این قضاوت ما به صورت کیفی است و اثبات آن برای شکل کلی قایق ها یا جابه جایی مرکز جرم مشکل است ولی روند این تغییرات را نیز می توان به صورت کیفی مورد بررسی قرار داد).

درست خلاف این وضعیت نیز در حالتی پیش می آید که مرکز جرم قایق بالاتر از سطح آب قرار گیرد. نیروی مرکز گریز وارد بر جرم قرار گرفته روی سطح آب (یعنی نزدیک محور چرخش) کمتر است و بنابراین، در این حالت نیروی حاصل (برآیند نیروهای گریز از مرکز و گرانشی) که دوباره بر سطح آب عمود نیست، به سمت محور چرخش کج می شود و کل قایق را به سمت محور چرخش می کشد. بنابراین، بحث نظری ما را به این نتیجه می رساند که قایقی که مرکز جرم آن بالاتر از سطح آب است به طرف محور چرخش و قایقی که مرکز جرم آن پایین تر از سطح آب قرار دارد، به طرف دور تر از محور چرخش کشیده خواهد شد. آیا آزمایش نیز این پیش بینی را تأیید می کند؟

دستگاهی برای نشان دادن رفتار قایق روی مایع چرخان

دستگاه تقریباً مشابه با دستگاه مورد استفاده در آزمایش قبلی است. این بار بدون میله هایی که برای اندازه گیری شکل سطح مایع مورد استفاده بودند، برای مدل سازی قایقی که مرکز جرم آن بالاتر از سطح آب قرار دارد از یک توپ پینگ-پونگ استفاده کردیم، می توان از یک تکه استیروفوم نیز استفاده نمود. برای حالتی هم که مرکز جرم قایق در زیر سطح آب قرار داشت، به زیر این توپ یا تکه استیروفوم یک پیچ فلزی متصل کردیم که مشابه لنگر یا حماله قایق عمل می کند.

مقایسه حرکت نظری و واقعی قایق مدل بر روی سطح مایع چرخان

چون هیچ معادلی برای این مسئله وجود ندارد تا آن را تأیید کند، آزمایش فقط جنبه کیفی دارد. به قایق مدل قرار

دبیرستان یا در آزمایشگاه به عنوان یک پروژه کوچک مطرح کرد. دستگاه نیز می‌تواند با اندکی تغییرات ساخته شود. مثلاً تعداد میله‌ها را می‌توان کم و زیاد کرد. آزمایش کیفی دوم را نیز می‌توان به‌طور ساده و به صورت نظری آماده کرد و به دانش‌آموزان ارائه داد. مسئله را می‌توان ابتدا به صورت نظری برای دانش‌آموزان توضیح داد (مثلاً در قالب داستان کوتاه ادگار آلن پو که در اینجا ذکر شد). سپس پیش‌بینی دانش‌آموزان را با آزمایش واقعی مقابله کرد. البته خوب است که این مسئله را به صورت کمی نیز حل کنیم. امیدواریم در کارهای آتی خود به این کار رجوع کنیم.

پی‌نوشت

۱. می‌توان به دانش‌آموزان یادآوری کرد که سطح آب غیرچرخان (ایستا) عمود بر نیروی گرانشی است که بر آن اثر می‌کند. اگر سطح آب عمود بر نیرو نباشد، آب جریان خواهد یافت تا دوباره تعادل برقرار شود.

2. Basta

۳. در دو اندازه‌گیری (جدول ۱ و تصاویر ۷ الف و ب علامت‌های + و Δ) سرعت زاویه‌ای زیاد است و آب کافی در تشتت جهت تشکیل سهموی کامل وجود ندارد. بنابراین، مرکز تشت خشک می‌ماند و شکل آب چرخان به صورت یک سهموی بریده می‌شود و نمی‌توانیم آب زیادتری اضافه کنیم؛ زیرا از تشت بیرون می‌ریزد.

۴. برای ساده‌تر کردن بحث، نیروی شناوری وارد بر لنگر و طناب را نادیده می‌گیریم. همچنین در شکل ۸ جرم لنگر را مبالغه‌آمیز نشان داده‌ایم. نیروهای نشان داده شده در این تصویر نظیر جرم‌های یکسان لنگر و قایق است.

۵. به صورت دقیق‌تر مؤلفه‌ای از نیروی کشش که مماس بر سطح آب است قایق را به طرف بالا می‌کشد. مؤلفه‌ای عمودی می‌خواهد قایق را در آب فرو برد. این نیرو با افزایش نیروی شناوری به تعادل می‌رسد. (مثلاً می‌توانیم حجم قایق را افزایش دهیم.)

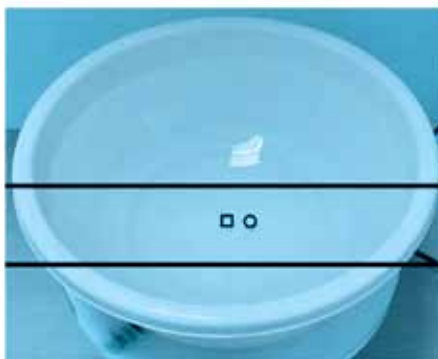
6. keel

7. http://kdf.mff.cuni.cz/~sabatka/publikace/zaverecne_prace/diplomka/index.html

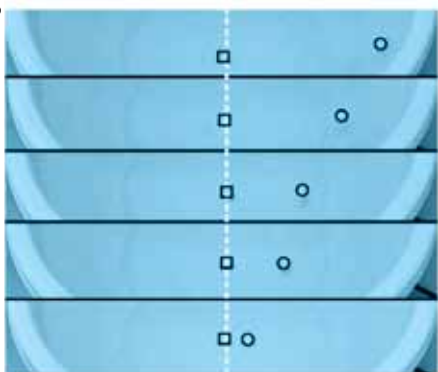
منابع

1. Berg R E 1990 Rotating liquid mirror Am. J. Phys. 58 280-1
2. "Sabatka Z and Dvořák L 2007 Vodn'í paraboloid Veletrh n'apad'u u'citel'u fyziky 12: Sborník z konference pp 197-201
3. Goodman J M 1969 Parabolic surface and vortices in hydrodynamics Am. J. Phys. 37 864-8
4. Grube J 1973 Centripetal force and parabolic surface Phys. Teach. 11 109-11
5. Basta M, Picciarelli V and Stella R 2000 A simple experiment to study parabolic surfaces Phys. Educ. 35 120-3
6. Poe E A 1841 A Descent into the Maelström http://en.wikisource.org/wiki/A_Descent_into_the_Maelstr%C3%B6m, accessed 12 October 2009
7. "Sabatka Z 2008 Experimenty pro interaktivní fyzikální laborator - vybrané experimenty v rotující soustavách (CD přiloženo) http://kdf.mff.cuni.cz/~sabatka/publikace/zaverecne_prace/diplomka/index.html, accessed 12 October 2009

الف



ب



▲ شکل ۱۰: آزمایش با قایق‌های بدون حماله و با حماله، تک استیروفوم که با مربع نشان داده شده است. قایق بدون حماله است (که مرکز جرم آن بالاتر از سطح آب قرار دارد) و دیگری که با دایره نشان داده شده، استیروفوم دارای حماله است (که مرکز جرم آن زیر سطح آب قرار گرفته) و در آن از یک پیچ به جای حماله کششی استفاده شده است. این شکل‌ها با توالی زمانی و بلافاصله بعد از قرار گرفتن هر دو تکه در نزدیکی مرکز چرخش گرفته شده‌اند. قایق دارای حماله، که با دایره نشان داده شده است به سمت لبه بیرونی کشیده می‌شود؛ در حالی که قایق بدون حماله، که با مربع نشان داده شده است، در همان حال به صورت شناور در نزدیکی مرکز دوران باقی می‌ماند.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، مسئله شکل سطح مایع چرخان یک مسئله قدیمی است که در بسیاری از کتاب‌های فیزیک توضیح داده و حل شده است. امیدواریم که دست‌کم تعدادی از خوانندگان را به این موضوع علاقه‌مند کرده باشیم. اندازه‌گیری مستقیم شکل توضیح داده شده را می‌توان در

پرسش‌های مسابقات بین‌المللی فیزیک دانان جوان سال ۲۰۱۳

بیست و ششمین دوره مسابقات IYPT

آزیتا سیدفدایی

دانشجوی دکتری آموزش فیزیک

مقدمه

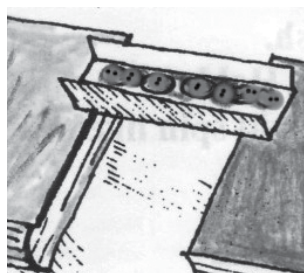


پژوهشگران در حوزه آموزش فیزیک
قرار گیرند.

۱. خودتان بسازید

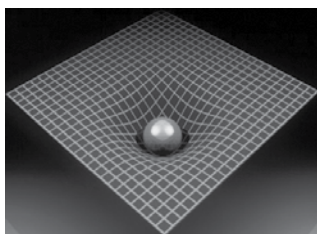
دولا کردن کاغذی که به شکل

آکاردئونی لوله شده باشد دشوارتر است. از یک کاغذ A4 و مقداری چسب مایع، یک پل ارتباطی روی شکاف ۲۸۰ میلی‌متری بسازید. عوامل مؤثر بر استحکام این پل را تعیین و برخی یا همه آن‌ها را بهینه کنید.



۲. فضای کشسان

حرکت و برهم‌کنش گلوله‌های سنگین غلتان بر روی سطح افقی کشسان، گرانش را مجسم می‌کند. این مجموعه را بررسی کنید. آیا تعیین و اندازه‌گیری مقدار «ثابت گرانش» در چنین «فضایی» امکان‌پذیر است؟



مسابقات علمی بین‌المللی فیزیک دانان جوان^۱ (IYPT) رقابتی بین‌المللی است که در قالب آزمون‌های حل مسئله و آزمون‌های آزمایشگاهی، هر سال تحت نظارت فدراسیون جهانی مسابقات فیزیک برگزار می‌گردد. برای شرکت در این مسابقات، هر کشور یک تیم ۵ نفره از دانش‌آموزان دبیرستانی را که به زبان انگلیسی مسلط هستند انتخاب و به محل برگزاری مسابقات اعزام می‌کند. هر سال یکی از این کشورها میزبان این مسابقات است. تیم هر کشور در مسابقات داخلی که تابع قوانین بین‌المللی همین مسابقه است انتخاب می‌شود. هر سال مسائل مسابقه پیش از برگزاری یا پس از برگزاری تا پاییز در روی سایت IYPT قرار می‌گیرد (www.iypt.org). علاوه بر آن اطلاعات مربوط به قوانین IYPT و کشورهای شرکت‌کننده و کشور میزبان نیز در این سایت موجود است. مسابقه IYPT ویژگی‌هایی دارد که آن را از دیگر مسابقات بین‌المللی متمایز می‌سازد.

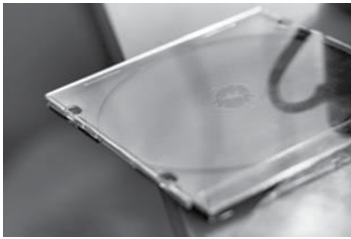
● برای حل پرسش‌ها دانش‌آموزان علاوه بر کسب مهارت لازم و انجام آزمایش‌ها با کار گروهی آشنا می‌شوند که یکی از مهم‌ترین ویژگی این مسابقه است.

● تحلیل پرسش‌ها احتیاج به معلومات زیادی دارد از این رو دانش‌آموزان می‌توانند قبل از حضور در مسابقات با متخصصان مشورت کنند و زمان کافی برای پژوهش دارند.

● اجرای مسابقه به یک زبان مشترک از دیگر ویژگی‌های این مسابقه است.

● پرسش‌های مطرح شده در مسابقات IYPT به‌عنوان پروژه‌های فیزیکی برای شاگردان مناسب است. از این رو اعضای کمیته بین‌المللی تلاش می‌کنند تا بهترین پرسش‌ها را برای سال بعد انتخاب کنند.

ترجمه پرسش‌های مسابقات سال ۲۰۱۳ در تاپوان در زیر آورده شده است. امیدواریم مورد استفاده دانش‌آموزان، دبیران و



۳. توپ جهنده

اگر یک توپ پینگ‌پونگ را در مجاورت زمین رها کنید، برمی‌گردد. در صورتی که توپ حاوی مقداری مایع باشد ویژگی برخورد تغییر می‌کند. رابطهٔ ویژگی برخورد را با مقدار مایع داخل توپ و سایر عوامل مؤثر بررسی کنید.



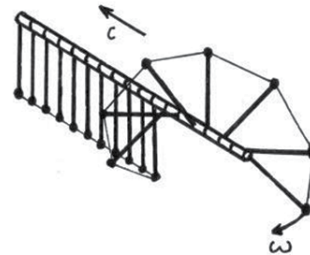
۷. شنیدن نور

نصف سطح داخل یک شیشهٔ دهانه گشادی را با لایه‌ای از دوده بپوشانید و درپوش آن را سوراخ کنید (شکل را ببینید). هنگامی که نور یک لامپ متصل به جریان AC را به دیوارهٔ سیاه آن بتابانیم، صدایی شنیده می‌شود. این پدیده را بررسی و تشریح کنید



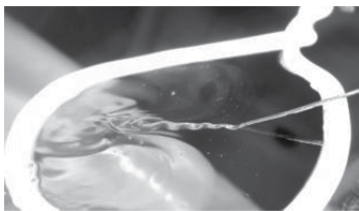
۴. موج خود مولد

رشته‌ای از آونگ‌ها داریم که انتهای‌شان با یک زنجیر سبک به یکدیگر متصل است و با فاصلهٔ مساوی بر روی یک محور افقی ثابت شده‌اند. هر آونگ می‌تواند حول محور بچرخد اما به پهلوی حرکت نمی‌کند (شکل را ببینید). انتشار یک موج شکست در این رشته را بررسی کنید. سرعت انتشار چنین موج خود مولدی هنگامی که چرخش هر آونگ 360° درجه کامل باشد چه قدر می‌شود؟



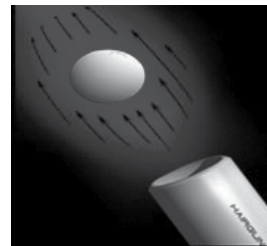
۸. تیرک آب و پردهٔ نازک

یک باریکهٔ پرفشار آب روی پرده‌ای از حباب صابون می‌ریزد (شکل را ببینید). چه عواملی باعث می‌شوند که باریکهٔ آب پرده را بشکافد و در آن فرو رود، یا به آن ملحق شده و شکل‌های جالبی را ایجاد کند. این پدیده و شکل‌های به‌دست آمده را بررسی و تشریح کنید.



۵. شناوری

برای این که یک توپ سبک (مانند توپ پینگ‌پونگ) با جریان هوا معلق بماند باید در جریان هوا حرکت تناوبی و چرخشی داشته باشد. این پدیده را بررسی کنید. این مجموعه را برای بیشترین زاویهٔ انحراف که توپ در حالت پایدار بماند بهینه کنید.



۹. بلندگوی کربنی

سال‌های زیادی در ساختمان بلندگو از پودرهای کربن استفاده می‌شد. به این صورت که امواج صوتی با ایجاد تغییرات فشار بر روی پودرهای کربن تولید سیگنال الکتریکی خروجی می‌کردند. اجزای این وسیله‌ای را برای بررسی و ویژگی‌های آن را تشریح کنید.



۶. پلاستیک رنگین

یک جسم پلاستیکی شفاف (مانند یک جعبهٔ سی‌دی خالی) تحت تابش نور، در شرایط مختلف به رنگ‌های متنوعی می‌درخشد (شکل را ببینید). این پدیده را بررسی و تشریح کنید. در صورتی که از چشمه‌های نور مختلف استفاده شود چه رنگ‌هایی مشاهده خواهد شد.

۱۰. صعود آب

یک نعلبکی را پر از آب کنید و یک شمع روشن را به طور عمودی در آن قرار دهید. شمع به تدریج آب و سپس با یک جام شفاف احاطه می‌شود. این پدیده را بررسی و تشریح کنید.



۱۱. موتور بلبرینگی

در وسیله‌ای که «موتور بلبرینگی» نام دارد انرژی الکتریکی به حرکت دورانی تبدیل می‌شود. کارایی موتور و سرعت دوران به چه عواملی بستگی دارند؟ (هنگام کار کردن با جریان‌های بالا مراقب باشید)



۱۲. چرخ فلک هلمهولتز

گوی‌های سبک تزئینی را با اصطکاک ناچیز به پایه‌ای وصل کنید (چرخ فلک) به طوری که در حال چرخیدن هر گوی در جهت مماس قرار گیرد. اگر این مجموعه را در معرض صدایی با بسامد و شدت مناسب قرار دهید، چرخ فلک شروع به دوران می‌کند. این پدیده را بررسی کنید و عوامل مؤثر بر دوران چرخ فلک با بیشترین سرعت را تشریح کنید.

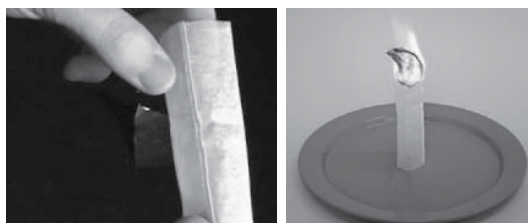
۱۳. ماریپچ عسل

جریان نازک و رو به پایین یک مایع چگال مانند عسل، غالباً به شکل ماریپچ دایره‌ای به دور خودش می‌پیچد. این پدیده را بررسی و تشریح کنید.



۱۴. دودکش پران

یک لوله استوانه‌ای توخالی از کاغذی سبک درست کنید (مثلاً از یک کیسه خالی چای کیسه‌ای). اگر انتهای آن را آتش بزنید، استوانه به پرواز درمی‌آید. این پدیده را تشریح کنید و عواملی که بر روی کشش به بالا و حرکت استوانه اثر دارند را بررسی کنید.



۱۵. اپتیک هلالی

روی ورقه‌ای نازک از یک جسم کدر شکافی ایجاد کنید. سپس ورقه را در مایعی مثلاً آب فرو ببرید. بعد از خارج کردن ورقه از درون مایع، پرده نازکی روی شکاف مشاهده خواهید کرد. روی شکاف نور بیندازید و طرح‌های ایجاد شده را بررسی کنید.

۱۶. حلقه‌ها

حلقه‌ای کشسان را می‌فشاریم و آن را ناگهان در مقابل یک سطح سفت رها می‌کنیم. حلقه تا ارتفاع زیادی به هوا می‌جهد. رابطه ارتفاع جهش به عوامل مؤثر را بررسی کنید.



۱۷. شیلنگ آتشنشانی

شیلنگی که آب از دهانه آن با فشار زیاد بیرون می‌آید را رها کنید و حرکت متوالی آن را مشاهده کنید. عوامل مؤثر بر این حرکت را تعیین کنید.



پی‌نوشت

1. International
Young Physicists's
Tournament

مرجع

[http://iypt.org/
Tournaments/
Taipei](http://iypt.org/Tournaments/Taipei)

تحلیل آزمون هماهنگ کشوری درس فیزیک اوآزمایشگاه

نمونه گیری دانش آموزان استان خراسان شمالی

محمد گواهی، حجتا... علیزاده، میترا اورانوس بخت
آموزش و پرورش استان خراسان شمالی

چکیده

میزان دقت و نارسایی های آن ها، همچنین اطلاع از پراکندگی نمره هاست. اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل این آزمون، پاسخی هستند که دانش آموزان به هر پرسش داده اند.

محاسبه و تفسیر ضریب دشواری پرسش

بنا به تعریف، درصد کل دانش آموزانی را که به یک پرسش پاسخ درست می دهند، ضریب دشواری (difficulty index) آن پرسش می نامند. هر اندازه ضریب دشواری یک پرسش بزرگتر (به صد نزدیک تر) باشد، پرسش آسان تر است و هر اندازه که این ضریب کوچک تر (به صفر نزدیک تر) باشد، پرسش دشوارتر است. البته به جای ضریب دشواری می توان از ضریب آسانی (facility index) یا سهولت نیز نام برد اما معمول این است که به آن ضریب دشواری می گویند. (سیف، ۱۳۸۶: ۳۱۵). ضریب دشواری را با استفاده از روش نیکتو^۲ (Nicto ۲۰۰۱) به صورت زیر محاسبه می کنیم.

$$\text{نمره میانگین پرسش} \times 100 = \text{ضریب دشواری}$$

پایین ترین نمره میانگین - بالاترین نمره میانگین

در آزمون های وابسته به ملاک، نظیر آزمون های پیشرفت تحصیلی متداول در آموزش و پرورش، نتیجه آرمانی این است که اکثر دانش آموزان به پرسش ها پاسخ درست دهند. در چنین حالتی، نتیجه مطلوب آن است که ضرایب دشواری پرسش ها نزدیک به صد باشد.

محاسبه و تفسیر ضریب تمیز

شاخص دیگری که در هر آزمون باید مورد توجه قرار گیرد، ضریب تمیز (discriminative index) است. ضریب تمیز،

آزمون درس فیزیک ۱ و آزمایشگاه پایه اول دبیرستان در سال تحصیلی ۸۶-۸۵ به صورت هماهنگ کشوری برگزار شد. با توجه به اهمیت آزمون های پیشرفت تحصیلی در آموزش و پرورش، همچنین گستردگی دامنه آزمون، در این مقاله به بررسی نقاط قوت و ضعف این آزمون پرداخته شده است. ابتدا بعضی اصلاحات اندازه گیری و سنجش آزمون های پیشرفت تحصیلی، تعریف شده اند، سپس، تمامی پرسش ها از لحاظ نوع هدف های رفتاری، تعیین ضرایب دشواری و تمیز و همچنین رسم منحنی ویژگی پرسش به کمک نظریه پرسش - پاسخ مورد بررسی قرار گرفته است. سرانجام، توزیع فراوانی و نمودارهای میله ای برای ۵۶۰ نفر از دانش آموزان، که به صورت تصادفی از کل مناطق استان خراسان شمالی انتخاب شده اند، رسم شده است.

تاریخ برگزاری آزمون: ۸۶/۳/۱۷

کلیدواژه ها: آزمون هماهنگ کشوری، فیزیک (۱) و آزمایشگاه، ضریب دشواری، ضریب تمیز

مقدمه

بر اساس سیاست آموزش و پرورش برای ارتقای سطح کیفیت آموزشی و یکسان سازی پیشرفت تحصیلی در کلیه نقاط کشور، آزمون دو عنوان درس در هر پایه تحصیلی به صورت هماهنگ کشوری برگزار می شود. در این راستا آزمون نوبت دوم درس فیزیک ۱ و آزمایشگاه در سال تحصیلی ۸۶-۸۵ به صورت هماهنگ کشوری برگزار شد، که در ادامه به تحلیل آن می پردازیم.

هدف از تحلیل آزمون، واریسی تک تک پرسش ها و تعیین

قدرت پرسش را در تمایز گذاری یا تشخیص بین دانش آموزان ضعیف و قوی مشخص می کند؛ یعنی معلوم می کند که پرسش تا چه اندازه می تواند دانش آموزان ضعیف و قوی را از یکدیگر جدا سازد. دامنه تغییرات ضریب تمیز از -۱ تا +۱ است. هر قدر ضریب تمیز بزرگ تر باشد، قوه تمیز پرسش بیشتر و هر قدر ضریب تمیز کوچک تر باشد، قوه تمیز آن کمتر است. مثلاً اگر قوه تمیز پرسشی ۰/۹ باشد، آن پرسش دانش آموز قوی و ضعیف را خیلی خوب از هم جدا خواهد کرد اما اگر ضریب تمیز پرسشی ۰/۱ باشد، از عهده جداسازی دانش آموزان قوی و ضعیف به خوبی بر نخواهد آمد. ضریب تمیز صفر حاکی از آن است که پرسش به هیچ وجه نتوانسته است بین گروه ضعیف و قوی تمایز قائل شود. گاه ضریب تمیز منفی است. این نوع ضریب تمیز نشان می دهد که در آن پرسش دانش آموزان قوی بدتر از دانش آموزان ضعیف عمل کرده اند. این گونه پرسش ها دارای معایب اساسی هستند و باید به کلی کنار گذاشته شوند یا در آن ها تجدیدنظر اساسی صورت پذیرد. بنابراین، تمامی ضریب های تمیز پرسش های آزمون باید مثبت باشند.

چون آزمون های وابسته به ملاک دارای یک نمره مرزی برای حد تسلط اند، مثلاً نمره ۱۰ از ۲۰، باید معلوم شود که پرسش های آزمون در آن نقطه دانش آموزان قوی و ضعیف را تمیز می دهند یا نه. برای محاسبه ضریب تمیز از روش برنان^۲ (Brennan, ۱۹۷۲) ضریب حد تسلط - غیر حد تسلط استفاده می کنیم. بدین ترتیب که یک شکل چهارخانه شبیه شکل زیر درست می کنیم که در خانه های عمودی آن حد تسلط و غیر حد تسلط و در خانه های افقی آن درست و غلط قرار داده می شوند.

	حد تسلط	غیر حد تسلط
درست	b	a
غلط	d	c

در شکل، حرف a معرف تعداد آزمون شوندگانی است که به پرسش جواب درست داده اند اما در کل آزمون نمره ای کمتر از حد تسلط گرفته اند. b نیز تعداد آزمون شوندگانی است که پرسش جواب درست داده اند و در نمره کل آزمون هم به حد تسلط نرسیده اند. حرف c نشان دهنده تعداد آزمون شوندگانی است که به پرسش پاسخ غلط داده اند و در کل به حد تسلط نرسیده اند. بالاخره، حرف d معرف تعداد کسانی است که به مورد نظر جواب درست نداده اند. اما در نمره کل آزمون به حد تسلط رسیده اند. تعداد آزمون شوندگانی که به حد تسلط رسیده اند، برابر است با b+d و تعداد کسانی که به حد تسلط نرسیده اند،

مساوی است با a+c.

ضریب تمیز برابر است با تفاوت بین سطوح دشواری پرسش برای کسانی که به حد تسلط رسیده و آن هایی که به حد تسلط نرسیده اند، مطابق با فرمول زیر:

$$\text{تمیز} = \frac{b}{b+d} - \frac{a}{a+c}$$

این ضریب تمیز از -۱ تا +۱ متغیر است.

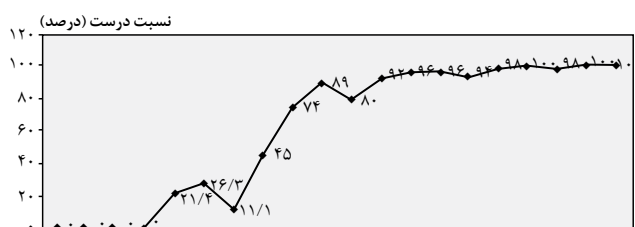
تحلیل آزمون به کمک نظریه پرسش - پاسخ

نظریه پرسش - پاسخ بر نظریه یا الگوی صفت مکنون استوار است. نظریه صفت مکنون بر این فرض استوار است که یک صفت با ویژگی زیربنایی وجود دارد که به شخص امکان می دهد در یک تکلیف شناختی معین موفقیت کسب کند. از جمله این گونه صفات می توان به «دانش معنی لغات»، «استدلال ریاضی یا تجسم فضایی» اشاره کرد. تحلیل آزمون به کمک نظریه پرسش - پاسخ یا نظریه صفت مکنون به محاسبات نسبتاً پیچیده ای نیاز دارد؛ زیرا در این روش کلیه پرسش های آزمون برای تک تک آزمون شوندگان مورد بررسی قرار می گیرند. در نظریه پرسش - پاسخ به جای تأکید بر نمره های کل آزمون، به پاسخ های آزمودنی ها به تک تک پرسش های آزمون تکیه می شود. با استفاده از مدل های ریاضی پیچیده تر از آنچه در نظریه کلاسیک آزمون سازی به کار می رود، نظریه پرسش - پاسخ یک معادله ریاضی به دست می دهد که با استفاده از آن می توان احتمال پاسخ درست به یک پرسش آزمون را توانایی آزمون شونده و همچنین برخی ویژگی های پرسش، پیش بینی کرد. این ویژگی های پرسش اطلاعاتی را فراهم می آورند که می توان از آن ها برای قضاوت درباره پرسش، طراحی آزمون برای مقاصد ویژه و حل تعدادی از مسائل اندازه گیری آموزشی استفاده کرد که نظریه کلاسیک آزمون از عهده حل کردن آن ها بر نمی آید. این کار توسط منحنی ویژگی پرسش انجام پذیر است. منحنی ویژگی پرسش که برای هر یک از پرسش های آزمون رسم می شود، احتمال پاسخ درست دادن به هر پرسش را به توانایی آزمون شونده ربط می دهد. برای تهیه منحنی ویژگی یک پرسش، نسبت یا درصد آزمون شوندگانی که به آن پرسش جواب درست داده اند، بر حسب نمره کل آزمون ها رسم می شود. منحنی ویژگی یک پرسش استاندارد منحنی ای است که از شیب مثبت لازم برخوردار باشد؛ بدین ترتیب که با افزایش نمره کل آزمون شوندگان، احتمال پاسخ درست دادن به آن پرسش نیز افزایش یابد. اگر همه آزمون شوندگان به یک پرسش جواب درست بدهند، منحنی ویژگی آن پرسش یک خط افقی در بالای محور عمودی خواهد بود که از نسبت یک می گذرد. نمودار چنین پرسشی نشان می دهد که پرسش استاندارد نیست؛ چرا که تمامی آزمون شوندگان (قوی و ضعیف) با یک احتمال آن پاسخ داده اند.

نتیجه‌گیری

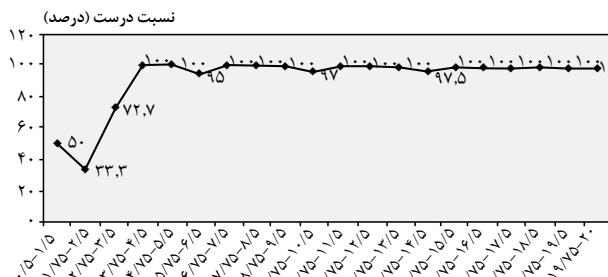
به ضریب دشواری مشاهده می‌شود که اکثر آزمون‌شوندگان به این دو پرسش جواب صحیح داده‌اند. پرسش‌های ۹ و ۱۲ پرسش‌هایی ایده‌آل‌اند؛ زیرا نمودار این دو پرسش شیب مثبت مناسبی دارد و آن دو دارای ضریب دشواری خوبی هستند. پرسش ۱۳ نسبتاً مشکل است و ضریب تمیز آن نیز قابل قبول نیست، این پرسش به خوبی از عهده تشخیص دانش‌آموزان ضعیف و قوی بر نیامده است. بقیه پرسش‌ها در حد قابل قبول‌اند. این پرسش‌ها از ضرایب دشواری و تمیز خوبی برخوردارند.

پرسش‌های ۱ و ۲ مربوط به طبقه دانش، حوزه شناختی است. با توجه به نمودارهای این دو پرسش، مشاهده می‌شود که این پرسش‌ها ضریب تمیز خوبی ندارند؛ زیرا بین آزمون‌شوندگان دارای نمره‌های متفاوت در آزمون (آزمون‌شوندگان قوی و ضعیف) تمیز قائل نمی‌شوند. احتمال جواب درست دادن به این دو پرسش در تمام سطح نمره‌های کل آزمون یکسان است. به عبارت دیگر، دانش‌آموزان ضعیف و قوی با یک احتمال به این دو پاسخ درست داده‌اند. البته از نظر سهولت این پرسش، پرسش‌های مناسبی هستند؛ زیرا با توجه



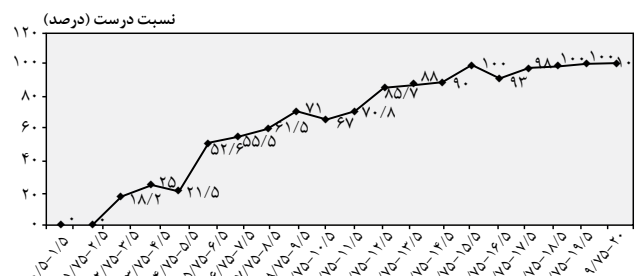
نمودار ویژگی پرسش شماره ۴

ضریب دشواری: ۸۴ درصد
ضریب تمیز: ۰/۴۳



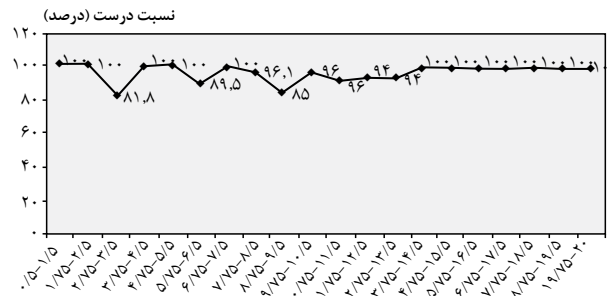
نمودار ویژگی پرسش شماره ۱

ضریب دشواری: ۸۸ درصد
ضریب تمیز: ۰/۰۵



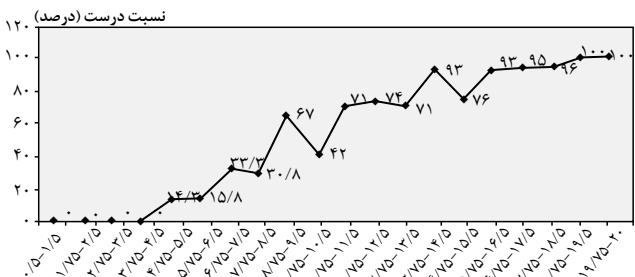
نمودار ویژگی پرسش شماره ۵

ضریب دشواری: ۶۶ درصد
ضریب تمیز: ۰/۴۰



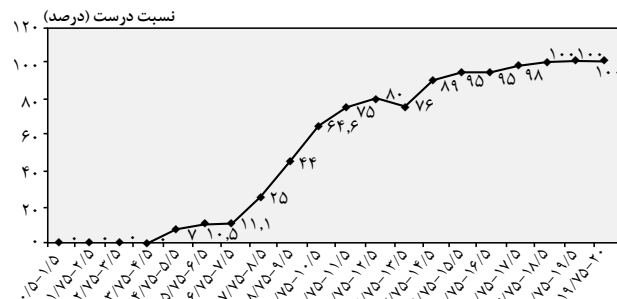
نمودار ویژگی پرسش شماره ۲

ضریب دشواری: ۸۶ درصد
ضریب تمیز: ۰/۰۶



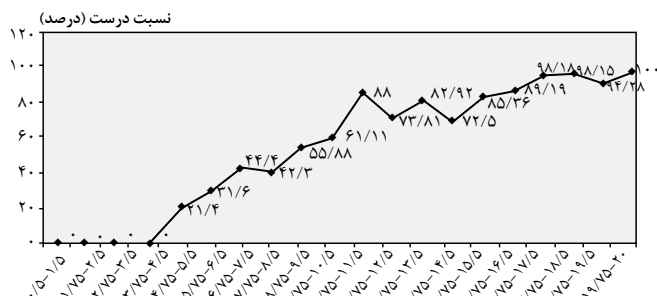
نمودار ویژگی پرسش شماره ۶

ضریب دشواری: ۶۷ درصد
ضریب تمیز: ۰/۵۵

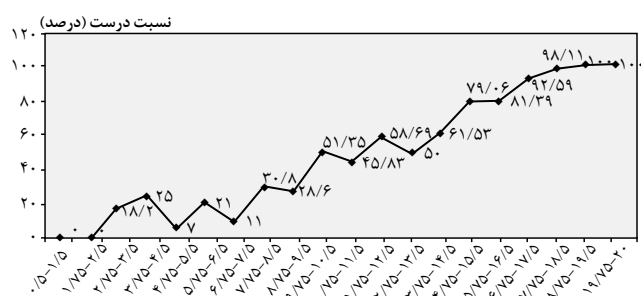


نمودار ویژگی پرسش شماره ۳

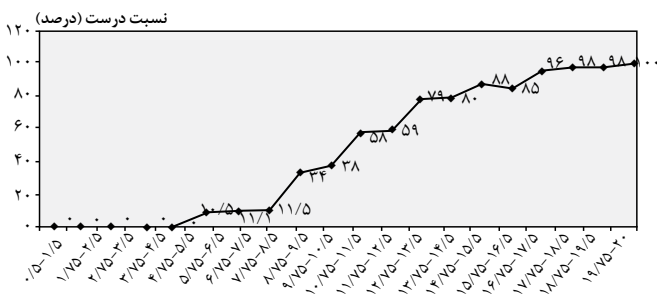
ضریب دشواری: ۷۲ درصد
ضریب تمیز: ۰/۵۷



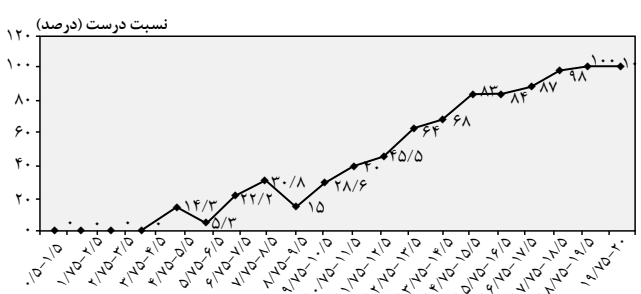
ضریب دشواری: ۶۸ درصد
ضریب تمیز: ۰/۴۸
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۱۱



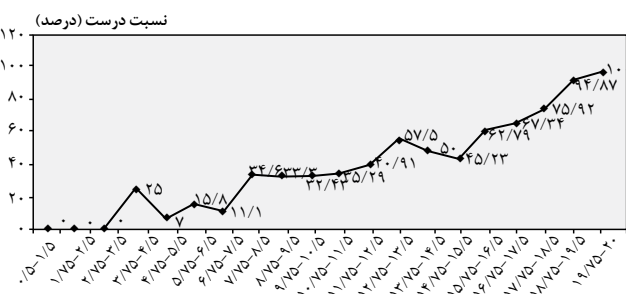
ضریب دشواری: ۶۲ درصد
ضریب تمیز: ۰/۵۰
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۷



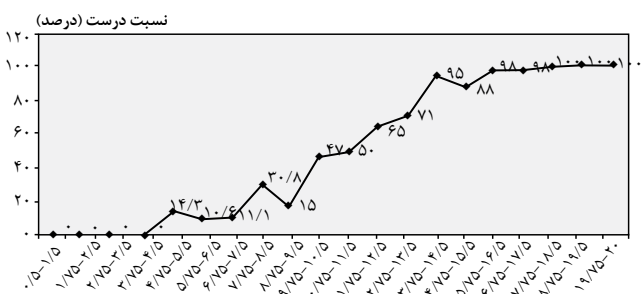
ضریب دشواری: ۵۷ درصد
ضریب تمیز: ۰/۶۵
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۱۲



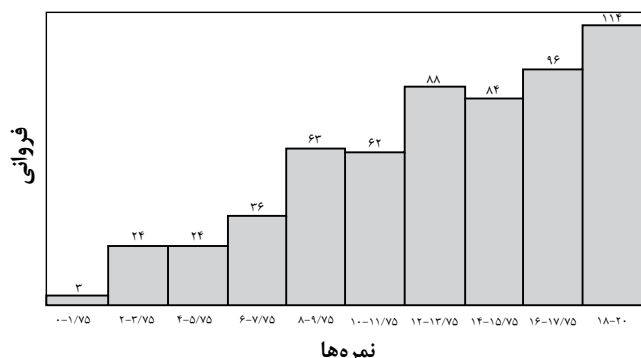
ضریب دشواری: ۵۵ درصد
ضریب تمیز: ۰/۶۰
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۸



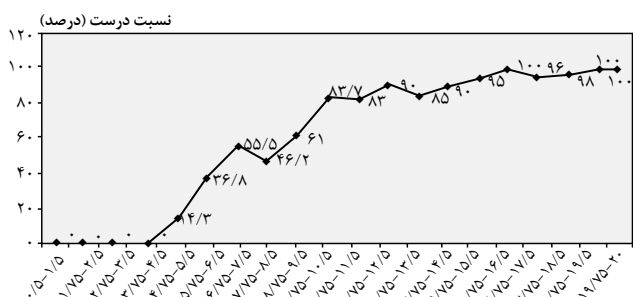
ضریب دشواری: ۵۱ درصد
ضریب تمیز: ۰/۳۳
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۱۳



ضریب دشواری: ۶۲ درصد
ضریب تمیز: ۰/۶۶
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۹



نمودار هیستوگرام نمرات طبقه بندی شده استان خراسان شمالی

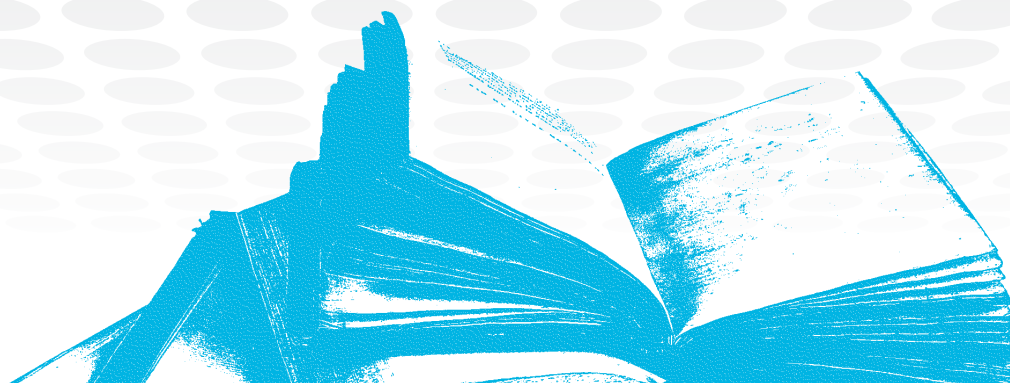


ضریب دشواری: ۶۷ درصد
ضریب تمیز: ۰/۴۵
نمودار منحنی ویژگی پرسش شماره ۱۰

منابع

۱. سیف، علی اکبر؛ اندازه گیری، سنجش و ارزشیابی آموزشی، ۱۳۸۶.
۲. پورقاضی، اعظم، فیزیک ۱ و آزمایشگاه سال اول دبیرستان ۱۳۹۰
۳. منبع اخذ نمرات دانش آموزان استان خراسان شمالی ۱۳۹۴
۴. سؤال های آزمون هماهنگ کشوری درس فیزیک و آزمایشگاه سال ۸۶-۸۵





مرجع شناسی منابع فیزیک واخت فیزیک

هندبوک فیزیک (انگلیسی-فارسی)

سید حجت الحق حسینی

چکیده

مقاله حاضر به بحث مرجع و مدرک‌شناسی می‌پردازد. اطلاع‌رسانی^۱، یکی از حوزه‌های بزرگ دانش بشری شامل اطلاعات، اشاعه و کاربرد آن و یکی از ۳۴ حوزه مهم آن است. [۱] اطلاع‌رسانی به دو رشته تقسیم می‌شود: ۱. مدرک‌شناسی و ۲. کتابداری. مدرک‌شناسی، به بررسی انواع مدرک و بازیابی آن براساس مشخصات محتوایی‌اش می‌پردازد و برای هویت دادن به هر مدرک، فقط از مشخصات خود آن مدرک استفاده می‌کند. مدرک‌شناسی، از سه شاخه تشکیل شده است: ۱. رده‌بندی مدرک؛ ۲. کتاب‌شناسی و ۳. نمایه‌سازی. [۲] مدرک‌شناسی دانشی کاملاً کاربردی است. همه کتاب‌ها به سه گروه رده‌بندی می‌شوند: ۱. درسنامه‌ها ۲. مرجع ۳. غیرمرجع. کتاب مرجع، متنی است متشکل از تعداد زیادی واژه یا مطلب مستقل یا به اصطلاح «مدخل/درایه»، که در آن، به ازای هر مدخل، نوع معینی از «شرح مدخل» داده می‌شود. بر پایه نوع «شرح مدخل» کتاب‌های مرجع، رده‌بندی می‌شوند. مهم‌ترین و پرکاربردترین آن‌ها عبارت‌اند از: واژه‌نامه، فرهنگ، دانشنامه، تزاروس، دستنامه، فرهنگ زندگی‌نامه‌ای و کتابنامه. در این سلسله نوشتارهای مرجع‌شناسی منابع فیزیک و اخترفیزیک، به هر گونه از این کتاب‌های تخصصی پرداخته خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: اطلاع‌رسانی، مدرک‌شناسی، مرجع‌شناسی، دست‌نامه، واژه‌نامه، دانشنامه، فیزیک

مقدمه

در دانش اطلاع‌رسانی، منابع مرجع^۲، به موادی گفته می‌شود که به‌منظور جست‌وجوی اطلاعات فوری، تهیه و تنظیم می‌شود. اطلاعات این منابع، مختصر، و بر واقعیت استوار است. اطلاعات این منابع براساس یک طرح منظم، مرتب می‌شوند. در مرجع‌شناسی، کتاب‌ها دارای ترتیب القبایی یا موضوعی هستند و از دیدگاه حدود و دامنه مطالب، به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱. مرجع عمومی ۲. مرجع موضوعی [۳].

منابع مرجع موضوعی، در زمینه موضوعی خاص ساماندهی شده‌اند و از نظر نوع اطلاعات و پاسخگویی آن‌ها به پرسش‌های طرح شده، به دو گروه شناخته می‌شوند: ۱. مستقل ۲. وابسته

منابع مستقل، منابعی هستند که به‌طور مستقیم به پرسش‌ها پاسخ می‌دهند. گونه‌هایی از این نوع عبارت‌اند از: واژه‌نامه‌ها، دانش‌نامه‌ها و دست‌نامه‌ها و...

دست‌نامه

دست‌نامه^۴، برای پاسخ به پرسش‌هایی است که در یک موضوع خاصی مطرح شده است. در دست‌نامه‌های علمی که برای متخصصان رشته‌ها تهیه می‌شود، برای ارائه اطلاعات علمی از امکانات تصویری، نظیر جدول‌ها، نمودارها، فرمول‌ها و... استفاده می‌شود. [۴] به دیگر سخن، دست‌نامه، نوعی

محتوایی گروه پدیدآورنده اثر شناخته شده‌اند.

ترجمه فارسی اثر را آقایان بهرام معلمی و فریبرز مجیدی انجام داده‌اند و کل کتاب ویراسته بهرام معلمی است. این کتاب دارای هشت بخش در ویراست جدید و به این شرح است:

بخش اول: فرهنگ اصطلاحات

این بخش با نظم حروف الفبای انگلیسی، دربردارنده ۱۴۰۰ مدخل است که بسیاری از آن‌ها با نمودارها و جدول‌های گویایی همراه‌اند. ۲۱ نمودار بزرگ و جدید به دانش‌آموزان و دبیران فیزیک، در فهم اصطلاحات و واژگان فیزیکی، کمک می‌کند. مباحثی چون اتم، پیوندهای شیمیایی، اختر فیزیک، مکانیک، ترمودینامیک، نورشناسی، کیهان‌شناسی، الکتريسته و مغناطیس، فیزیک جدید و... با آخرین ویرایش علمی و اعتبار محتوایی توصیف و تبیین شده است. این بخش مهم، حدود ۲۵۰ صفحه از کتاب را به خود اختصاص داده است. بر بالای هر صفحه از کتاب، و در نواری خاکستری‌رنگ، اولین و آخرین مدخل در آن صفحه آمده است.

این کار حرفه‌ای، سرعت استفاده از کتاب را افزایش می‌دهد و فرد خواننده، راحت‌تر مدخل مورد جست‌وجوی خویش را می‌یابد. انتخاب نوع حروف و اندازه آن، استفاده و انتخاب برابر نهاده‌های خوب و دقیق فارسی، صفحه‌آرایی علمی و هنری شایسته و بایسته، استفاده از این بخش را بسیار مطلوب و منطقی جلوه داده است. پی‌نوشت‌های ضروری و درست برای نامواره‌های عمومی و اختصاصی در زیر هر صفحه، حکایت از دقت انجام کار دارد. گواه دیگری بر دقت و ریزبینی تولید علمی و فنی این اثر، نداشتن نادرستی واژه‌ای و غلط املائی یا واژه‌نگاری است.

مدخل اصل برهم فهمی با ۲۹ سطر، لامپ کاندی ۲۴ سطر، ساعت اتمی و رادار با ۱۷ سطر، آنتن و تابش زمینه با ۱۵ سطر از طولانی‌ترین مدخل‌ها و مدخل‌های رتبه‌بندی ۲ کلمه، صفحه ۳ کلمه، آیفون ۴ کلمه، جرم اتمی و گشتاور با ۵ کلمه از کوتاه‌ترین مدخل‌های این دست‌نامه شناخته شده‌اند. این موضوع باعث شده است تا نوعی، عدم توازن در پرداخت مدخل‌ها به لحاظ شمار واژگانی ایجاد شود.

بخش دوم: زندگی‌نامه‌ها

زندگی‌نامه بیش از ۳۰۰ دانشمند از زمان‌های باستان تا به امروز که اکتشافات و یافته‌های آنان درک و دریافت بشر

مرجع است که مدخل‌های آن، به صورت موضوعی و شبیه به درس‌نامه، سازماندهی می‌شوند، یعنی از فصل‌ها، بخش‌ها و زیربخش‌ها تشکیل می‌شود، اما چون سازمان موضوعی آن کاملاً مبتنی بر تقسیم‌بندی به اجزای تا زیربخش است، خواننده به آسانی می‌تواند موضوع دلخواه خود را در آن بیابد. دست‌نامه‌ها، معمولاً از نوع مرجع سطح سه هستند، زیرا فقط برای متخصصان می‌تواند قابل استفاده باشد. [۵]

دست‌نامه، اطلاعات مرجع جامع مربوط به یک حوزه یا رشته تخصصی معین را با ترتیب موضوعی به‌دست می‌دهد. تفاوت دست‌نامه با دانش‌نامه، این است که مطالب دست‌نامه با تفصیل بیشتری تشریح می‌شوند و به‌طور کلی، فنی‌تر و تخصصی‌تر از دانشنامه تخصصی است و بیشتر برای متخصصان با معلومات دانشگاهی کافی کاربرد دارد. تفاوت دیگر دست‌نامه با دانش‌نامه، ترتیب موضوعی و غیرالفبایی آن است. [۶]

هندبوک فیزیک (انگلیسی به فارسی)

این کتاب با مشخصات کتاب‌شناختی زیر، از سوی انتشارات مازیار ترجمه و چاپ شده است.

نام کتاب: هندبوک فیزیک

مترجمان: بهرام معلمی و فریبرز مجیدی

نویت چاپ: اول

تعداد صفحات: ۴۳۲ ص

شمارگان: ۲۲۰۰ جلد

سال انتشار: ۱۳۹۰ خ

این کتاب از مجموعه قلمرو علم و به‌عنوان بیستمین اثر آن، از سوی انتشارات مازیار منتشر شده است.

نام اثر اصلی:

The Facts on physics handbook

و سال انتشار آن ۲۰۰۶ م. است. نامی از ناشر، محل نشر و شماره ویرایش آن در شناسنامه و پیشگفتار کتاب دیده نمی‌شود. به‌رغم آنکه نام مناسب و برابر نهاده شایسته‌ای برای واژه هندبوک در زبان و نوشتار علمی فارسی، واژه دست‌نامه، وجود دارد، کتاب با نام هندبوک فیزیک منتشر شده است. دست‌نامه فیزیک، نامی سزاوارتر برای این اثر ارزشمند، نویسنده بوده است.

سر ویراستاری اصل اثر با دیوید هاردینگ و مویرا جانسن بوده است. ۹ نویسنده، ۳ پژوهشگر، ۳ تصویرساز، ۲ طراح گرافیک، ۴ نقشه‌پرداز و ۸ ویراستار علمی و ویراستار

این بخش بسیار مهم و کلیدی، با نظم الفبای انگلیسی، فهرستی جدید شامل بیش از ۱۵۰ فقره پیشرفت مهم در فیزیک به دست می دهد و این توانایی را ایجاد می کند که دانش آموز، دبیر و دانشجوی فیزیک بتواند به سرعت پیدا کند که چه کسی، چه چیزی را، چه موقع کشف یا اختراع کرده است

جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرده اند. همگی به ترتیب سال ها و دلیل دریافت این جایزه، فهرست شده اند. ۱۷۷ فیزیکدان در تمام گرایش های دانش فیزیک از اختراع فیزیک و کیهان شناسی تا ذرات بنیادی و کوانتوم های انرژی در این بخش معرفی شده اند.

بخش ششم: نمودارها و جداول

جدول کمیت های فیزیکی، شدت و بلندی صوت، نمادهای مدار الکتریکی و الکترونیکی، طیف الکترومغناطیسی، یکاهای استاندارد جهانی SI، انواع انرژی ها، جدول تناوبی عناصر، آرایش الکترونی اتم ها، تبدیل طول و مساحت از یکاهای آمریکایی و کاربرد صنعتی به یکاهای متری، همگی در این بخش ساماندهی شده اند. منطق کاربردی و نظم ضرورت پذیر این بخش بسیار خوب، جلوه کرده است.

بخش هفتم: انجمن ها

بیش از ۳۰ انجمن مهم علمی، با توضیح کافی، نشانی، تلفن و وبگاه در این بخش معرفی شده اند. انجمن معلمان علوم طبیعی (ص ۴۱۴) و انجمن آمریکایی گروه معلمان فیزیک (ص ۴۱۲)، نمونه های درخشانی از انجمن های آموزشی و پژوهشی فیزیک و رشته های وابسته هستند.

بخش هشتم: وب سایت ها

بیش از ۵۰ وبگاه معتبر که تحقیقات دامنه داری در حوزه های فیزیک و علوم وابسته داشته اند، در این بخش، معرفی و فهرست شده اند. وبگاه فیزیک و ستاره شناسی بر خط (ص ۴۱۷)، و درس های فیزیک (ص ۴۱۸) از وب سایت های دیدنی و پر بار معرفی شده، هستند.

در پایان نمایه کامل و دقیقی در هفت صفحه سه ستونی، آمده است که به دانش آموزان، دبیران و دانشجویان فیزیک کمک می کند تا بتوانند در کوتاه ترین زمان، پاسخ پرسش خود را بیابند. این نمایه در بردارنده نام اعلام، مفاهیم، پدیده ها، اصول، قوانین و نام کتاب های تأثیر گذار است.

این کتاب، یکی از بهترین دست نامه های فیزیک به زبان فارسی است که به تازگی منتشر شده است.

از قوانین فیزیکی حاکم بر جهان را فراهم کرده و گسترش داده است، آورده شده است. این بخش تا سال ۲۰۰۵ م. / ۱۳۸۴ خ. به روز شده است. این بخش از صفحه ۲۵۵ و ۳۳۳ کتاب را پوشش داده است. در این بخش، نامی از هیچ فیزیکدان ایرانی به میان نیامده است ولی از ابوعلی الحسن ابن هیثم (ص ۲۵۶) به عنوان تنها فیزیکدان جهان اسلام به عنوان فیزیکدان و ریاضی دان عرب نام برده شده است. از یونان باستان، ۴ نفر را به عنوان فیزیکدان و ریاضی دان معرفی کرده است: ارشمیدس (ص ۲۵۸)، اقلیدس (۲۸۵)، فیثاغورث (۳۱۶ ص) و تالی (۳۲۶ ص).

بخش سوم: گاهشماری

در این بخش، گاهشماری روزآمدی از حدود ۸۰۰۰ سال رویدادهای تاریخی فیزیک که خیلی فراتر از جنگ ها، دگرگونی های سیاسی و حاکمان جهان بر زندگی، تأثیر نهاده اند، به توصیف آمده است. این رویدادها نیز تا سال ۲۰۰۵ م. به روز شده است. ارزش افزوده این بخش، گزارش مناسب و به هم پیوسته زمانی از یافته ها و مفاهیم فیزیکی در طول تاریخ است. برخی از یافته ها، با شرح جالبی همراه است که اثر گذاری بهتری دارد.

بخش چهارم: پیشرفت های مهم

این بخش بسیار مهم و کلیدی، با نظم الفبای انگلیسی، فهرستی جدید شامل بیش از ۱۵۰ فقره پیشرفت مهم در فیزیک به دست می دهد و این توانایی را ایجاد می کند که دانش آموز، دبیر و دانشجوی فیزیک بتواند به سرعت پیدا کند که چه کسی، چه چیزی را، چه موقع کشف یا اختراع کرده است.

بخش پنجم: برندگان جایزه نوبل

از زمانی که در سال ۱۹۰۱ م. «ویلhelm کوزات رونتگن، فیزیکدان آلمانی به پاس انجام دادن خدمات فوق العاده از طریق کشف پرتوهای قابل توجهی که بعداً نام او بر آنها نهاده شد، تا سال ۲۰۰۵ م. که «روی ج. گلاویر» «جان ل. هال» دانشمندان آمریکایی و «تئودور و. هنش» فیزیکدان آلمانی

پی نوشت

1. Information Science
2. Reference Book
3. Handbook

منابع

۱. محمدی فر، محمدرضا. (۱۳۸۰). آشنایی با مدرک شناسی. تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. ص ۱.
۲. همان. ص ۶.
۳. مرادی، نوراسه. (۱۳۸۱). مرجع شناسی. تهران: فرهنگ معاصر، ص ۱۲.
۴. ریاحی نیا، نصرت. (۱۳۸۹). آشنایی با کتابخانه و اصول کتابداری. تهران: کتابدار، ص ۷۵.
۵. نک [۱] و [۲]. ص ۲۱.
۶. محمدی فر، محمدرضا. (۱۳۷۶). فرهنگ جامع مرجع شناسی. تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. ص ۲۲۷.

استاد اصغر نوروزیان، مدرس و مروج بزرگ علم در ایران

اسفندیار معتمدی



استاد اصغر نوروزیان معلم، مؤلف، مترجم و مؤسس می گوید. «موقع اذان صبح روز ۱۵ فروردین ۱۳۹۵ در حضور چهره های خندان پدر و مادر، برادران و خواهرانم در تبریز گریان [به دلیل جنگ جهانی ۱۸-۱۹۱۴ و قحطی و ناامنی و بیماری های همه گیر و آشفتنی کشور]، چشم به جهان گشودم. امیدوارم که در موقع خداحافظی از این جهان [خندان باشم. چون کسی را نیاز رده ام و به حق کسی تجاوز نکرده ام و فقط مانند شمع سوخته ام و اطرافم را روشنایی بخشیده ام» [۱]

حاج نوروز پدر اصغر در بازار تبریز مغازه لولافروشی و ابزار و میخ و رنگ و امثال آن را داشت و این پسر مانند دیگر پسرانش از کودکی با این ابزارها آشنا شد و آن ها را در ساختن اسباب های بازی خودش به کار می برد به طوری که وقتی به دبستان تمدن (مدرسه مبارکه تمدن) رفت دست هایش مهارت سازندگی یافته بود و اسباب بازی هایی می ساخت و به همکلاسی های خود می فروخت و به این وسیله مهارت ارتباط یافتن را نیز قدرت می بخشید. «تا سال سوم ابتدایی از شاگردان ته کلاس

بودم و اسمم در اواخر دفتر کلاس بود... یک تصمیم جدی باعث شد که اسمم جلوتر در دفتر آید و این قوت قلبی برایم بود. با ادامه فعالیت، در آخر سال شاگرد اول کلاس بودم و این رتبه را تا پایان تحصیلات دانشگاهی نگه داشتم» [۱]

نظم و تلاش و حق شناسی از همان سال های اول تحصیل در برنامه زندگی این دانش آموز کوشا بود. از آموزگارش میرزا عبدالله و میرزا جلیل و مبصری به نیکی یاد می کند. در کلاس چهارم ابتدایی بود که به تقلید از کتاب های درسی خود جمله هایی، صفحه هایی و بعد دفترچه هایی و مجموعه هایی به نام «دیوان حقیقی» و «مجله دهقان» و خرده های کوچک اشعار تهیه می کند و آن ها را برای مشتریان می فرستد و نمونه هایی از آن ها را تا پایان زندگی ۹۶ ساله خود نگهداری می کند.

استاد نوروزیان پس از اتمام سیکل اول دبیرستان در همان دبستان و دبیرستان تمدن و سیکل دوم در مدرسه دولتی فردوس، برای ادامه تحصیل در رشته پزشکی به تهران آمد. نقل می کند از در تهران پس از یک ماه توقف «یکی از دبیران زبان فارسی از دبیرستان تمدن را دیدم و با او مشورت کردم. اظهار کردم من برای

استاد نوروزیان
در ۱۳۱۴ به
دانشسرای عالی
تهران راه یافت
و در کلاس پای
درس استادانی
چون غلامحسین
مصاحب،
پروفسور تقی
فاطمی، دکتر
محمود حسابی،
دکتر کمال الدین
جناب، دکتر
امانت‌الله
روشن‌زائر،
دکتر آل‌بویه،
دکتر علی‌اکبر
سیاسی، دکتر
رضازاده شفق
که هر یک از
پایه‌گذاران
ایران نو هستند،
نشست و علم و
ادب آموخت

فراگیری پزشکی به تهران آمده‌ام ولی فکر می‌کنم اخلاق من طوری است که اگر پزشک شوم نمی‌توانم حق ویزیت بگیرم حتی اگر مریض ثروتمند باشد. از مریض فقیر علاوه بر این که نمی‌توانم حق ویزیت بگیرم بایستی دارو و احیاناً غذا برای او تهیه کنم، پس خودم چگونه زندگی کنم. از طرف دیگر، دوره پزشکی طولانی است (هفت سال) در عین حال نمی‌خواهم دست خالی برگردم. راهنمایی کنید. او گفت که رشته فیزیک و شیمی بسیار ممتاز است و تعداد دانشجویان این رشته اندک و من همین کار را کردم.» [۱]

استاد نوروزیان در ۱۳۱۴ به دانشسرای عالی تهران راه یافت و در کلاس پای درس استادانی چون غلامحسین مصاحب، پروفسور تقی فاطمی، دکتر محمود حسابی، دکتر کمال‌الدین جناب، دکتر امانت‌الله روشن‌زائر، دکتر آل‌بویه، دکتر علی‌اکبر سیاسی، دکتر رضازاده شفق که هر یک از پایه‌گذاران ایران نو هستند، نشست و علم و ادب آموخت. از همان سال اول تحصیل نبوغ خود را در راه آموختن و ساختن نشان داد. می‌گوید «در این سال بود که ابتکاری به خرج دادم، جدول لگاریتم و نسبت‌های مثلثاتی و جدول مندلیف را در یک صفحه مقوا داخل پاکتی که سوراخ‌های متعدد داشت تعبیه کردم و به این مناسبت از طرف دانشگاه تهران و دانشسرای عالی جایزه گرفتم و جناب آقای دکتر [عبدالله] شیبانی، معاون دانشگاه در دفتر یادبودها اشاره‌ای به آن کرده است. این جدول را در سال ۱۳۱۷-۱۸ در تبریز به چاپ رساندم» [۱]

دفتر یادبودها که استاد به آن اشاره کرده مجموعه‌ای است از نوشته‌هایی که استادان، همکلاسان و همکاران در رابطه با ایشان نوشته‌اند. این دفتر در همان سال ورود به دانشگاه تهیه و تنظیم شده. آقای دکتر علی‌اکبر توسلی استاد شیمی-فیزیک در این دفتر چنین نوشته‌اند:

آقای نوروزیان بهترین سرمشق جدیت، اخلاق، نظم و ترتیب می‌باشند. من از داشتن چنین دانشجویی در کلاس خود سربلند می‌باشم. علی‌اکبر توسلی ۱۳۱۷/۲/۲۷

دفتر یادبودها مجوز استادی استاد نوروزیان است که از سوی استادان بزرگ علم و آموزش ایران صادر شده و افتخار بزرگی برای ایشان است.

تدریس استاد

آقای نوروزیان در سال ۱۳۱۷ در میان تمام شاگردان دانشسرای عالی شاگرد اول شد و برای تدریس به زادگاهش تبریز رفت. او در تبریز فقط یک معلم ساده نبود که تدریس

کند بلکه در آن‌جا به ابتکاراتی دست زد و در دبیرستان فردوسی آزمایشگاه و کارگاه و نمایشگاه ترتیب داد. مایه اولیه وسایل آزمایشگاه او وسایلی بود که چندین سال پیش، از خارج خریداری کرده بودند و کسی از آن‌ها خبر نداشت و یا جرأت باز کردن آن‌ها را نداشت. علاوه بر این، ایشان دانش‌آموزان را تشویق می‌کرد تا وسایل آزمایشگاهی بسازند و خود ایشان از این وسایل نمایشگاهی دایر کرد. کمیسیون‌های سخنرانی‌های علمی، نمایش و موسیقی را ترتیب داد. آزمایش معروف آونگ فوکو را برای دانش‌آموزان و مردم عادی کوچه و بازار مطرح نمود و موضوع حرکت وضعی زمین را به نمایش گذاشت.

موضوع یکی از سخنرانی‌های ایشان درباره برق و اثرات آن در زندگی بود که در سالن دانشسرای دختران تبریز ایراد کرد و آقای اضمار رییس بانک سپه، فی‌البداهه شعری در این باره سرود که چند بیت آن چنین است:

شبی یاد دارم که نوروزیان
 همی گفت در محفل دوستان
 که برق است زینت ده زندگی
 ز برق است وارستن از بندگی
 ز برق است عالم سراسر بهشت
 به برق است اکنون همه زرع و کشت
 ز وقتی که با برق شد کار ما
 چو روز فروزان شب تار ما

استاد نوروزیان در سال ۱۳۲۳ به تهران منتقل شد و در طول سال‌های تدریس در مدارس ادیب، ایرانشهر، دارالفنون، البرز، نوربخش، فیضیه بهرام، انوشیروان، هدف، نورجهان، مکتب پارس، صفی‌نیا، نرجس و مدرسه عالی شمیران به آموزش فیزیک مشغول بود. تدریس او همواره شوق‌انگیز و برانگیزاننده بود. در تهران نیز مانند تبریز در هر مدرسه‌ای می‌رفت انجمن آزمایشگاه‌ها و برنامه سخنرانی‌ها و مخصوصاً بزرگداشت استادان را برگزار می‌کرد. در دبیرستان دکتر ولی‌الله نصر (نرجس کنونی) آزمایشگاه مرکزی تشکیل داد و همین آزمایشگاه بود که در آن دوره‌های کارآموزی برای معلمان علوم تجربی تشکیل می‌شد و عاملی برای تأسیس انجمن معلمان علوم تجربی کشور شد. آقای نوروزیان تا پایان عمر همچنان معلم و سرمشق و آموزنده بود.

استاد مؤلف و مترجم

استاد نوروزیان نقل می‌کند «در تابستان ۱۳۲۵ با همکاری مرحوم احمدرضا قلی‌زاده و مرحوم هادی رهنما

منابع

۱. نوروزیان نامه، زندگی و آثار اصغر نوروزیان، به کوشش اسفندیار معتمدی، لوح زرین، ۱۳۸۴.
۲. نشریه های انجمن مرکزی معلمان علوم تجربی کشور، وزارت آموزش و پرورش، اداره کل معلمان متوسطه (۱۰ شماره).
۳. مجله های رشد فیزیک، مصاحبه با استاد نوروزیان، شماره های....

اما مهم ترین کار استاد نوروزیان تأسیس انجمن معلمان علوم تجربی کشور بود. ایشان در ۱۵ دی ماه ۱۳۴۰ از کلیه دبیران علوم تجربی تهران و شمیرانات دعوت به عمل آوردند و در دبیرستان دکتر نصر جلسه ای تشکیل دادند که نتیجه آن، تأسیس انجمن معلمان علوم تجربی کشور بود که هیئت رئیسه آن عبارت بودند از اصغر نوروزیان، عطشاءالله بزرگنیا و دکتر خدایاری به ترتیب از رشته های فیزیک، شیمی و علوم طبیعی. ریاست این انجمن را آقای نوروزیان به عهده داشت.

این انجمن که هدف آن افزایش سطح اطلاعات علمی دبیران و بهبود بخشیدن به وضع تدریس علوم تجربی در مدارس کشور بود، با تشکیل ۱۰ کمیسیون به کارهای مهمی پرداخت که چند نمونه از آن کمیسیون ها عبارت است از:

- کمیسیون انتشارات، به مسئولیت آقای عزیزالله احقری متجاوز از ۱۰ نشریه
- کمیسیون سخنرانی و نمایش فیلم، به مسئولیت ماشاءالله دل آگاه (که به طور مرتب سخنرانی های علمی برپا می کردند)
- کمیسیون کلاس های کارآموزی در هر یک از سه رشته با گواهی نامه از طرف وزارت فرهنگ (آموزش و پرورش کنونی)
- کمیسیون تدریس علوم از رادیو، تلویزیون
- کمیسیون گردش علمی
- کمیسیون گروه سیار ایران راهنما
- کمیسیون تهیه و نمایش فیلم های علمی
- کمیسیون تشکیل کنفرانس های عمومی انجمن های معلمان علوم تجربی کشور.

خدمات استاد نوروزیان را نمی توان در یک مقاله خلاصه کرد از این رو این جانب کتابی با عنوان نوروزیان نامه درباره زندگی و آثار ایشان نوشته ام که از سوی اتحادیه انجمن های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران چاپ و منتشر شده است. این کتاب بخشی از خدمات ایشان را معرفی می کند. یکی از کارهای ایشان تشکیل حدود یکصد انجمن علوم تجربی در شهرهای کوچک و بزرگ کشور بود که بر پایه آن ها انجمن های علمی-آموزشی معلمان کشور تشکیل شد.

فرزندان استاد می گویند «پدرمان انسانی بسیار منظم و دقیق، در ضمن مهربان و دلسوز بود...»

پدرمان خیلی چیزها به ما آموخت: درستی، پاکی، احترام به حق دیگران، خوش قولی، قناعت، صبر، دقت، امانت داری، و...» سرانجام این استاد فرزانه در سحرگاهان ۱۳۹۱/۸/۹ در تهران دعوت حق را لبیک گفت و در قطعه نام آوران بهشت زهرا (س) به خاک سپرده شد. روحش شاد و راهش پر رهرو باد.

اقدام به نوشتن یک دوره کامل کتاب های فیزیک و شیمی برای دبیرستان ها و دانشسراها (فیزیک و شیمی ۹۹۹۹) کردیم. در آن موقع این دوره مورد استقبال قرار گرفت. تعداد این کتاب ها ۲۸ جلد بود. بعدها وزارت فرهنگ تعدادی از کتاب های ما را چاپ کرد.»

علاوه بر دوره فیزیک و شیمی، جدول لگاریتم و خطوط مثلثاتی ابتکاری را در ۱۳۱۷، فیزیک تجربی (دستور کار) را با همکاری دکتر صفوی و رحمتی و رهنما، علم و زندگی را با همکاری احمد بیرشک، دکتر بهزاد، رضا قلی زاده و رهنما، فیزیک مقدماتی را برای دانشجویان مدرسه عالی شمیران (۱۳۵۷) تألیف، چاپ و منتشر کرد.

آخرین کار تألیفی استاد نوروزیان کتاب خودآموز فیزیک بود که طرح آن را مرحوم احمد بیرشک از طرف بنیاد دانش نامه بزرگ فارسی مطرح کرده بود. این کتاب به چاپ نرسید. استاد نوروزیان در کار ترجمه با مرحوم بیرشک همکاری داشت و چند مقاله از «زندگی نامه علمی دانشوران» را ترجمه کرد.

استاد نوروزیان مؤسس

شادروان نوروزیان در تأسیس مدارس هدف، آزمایشگاه کارآموزی ایران و انجمن معلمان علوم تجربی پایه گذار بود. می گویند «در آذرماه ۱۳۲۷ با همکاری عده ای از دوستان برای تأسیس مدارس هدف (هنر، دانش، فرهنگ) در کلاس های شبانه در دبیرستان ادیب در خیابان لاله زار به تدریس مشغول شدیم. عده ای از دوستان مانند آقایان بیرشک، دکتر حاج غفوری، رضا قلی زاده، رهنما، عبدالله خدایاری، دکتر خاتمی و دیگران برای تأسیس مدارس هدف اشتراک مساعی داشتند. بعداً مدارس ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان های پسرانه و دخترانه اضافه شد. در تمام آن ها آزمایشگاه های فیزیک، شیمی، زیست شناسی، عکاسی، زبان و کار آزمایشگاهی دانش آموزان از اهداف گروه فرهنگی هدف بود. بعدها سایر گروه ها نیز به این ترتیب فعالیت آموزشی را شروع کردند.»

استاد نوروزیان آزمایشگاه دبیرستان دکتر ولی الله نصر (نرجس کنونی) را با کمک مسئولان آموزش و پرورش و مدیر مدرسه تأسیس کرد و در ۱۳۳۸/۲/۲۹ ابلاغ سرپرستی سه آزمایشگاه و کلاس های کارآموزی ایران و تدریس در رشته فیزیک را دریافت کرد و توانست ۲۳ دوره کارآموزی برای دبیران تشکیل دهد و آن ها را با آزمایش و آزمایشگاه آشنا کرد.



In memory of Asghar. Nowroozian/ E. Motamedi 45

Vol.28- No.102- 2013



◆ هزینه اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۸۰۰۰ ریال