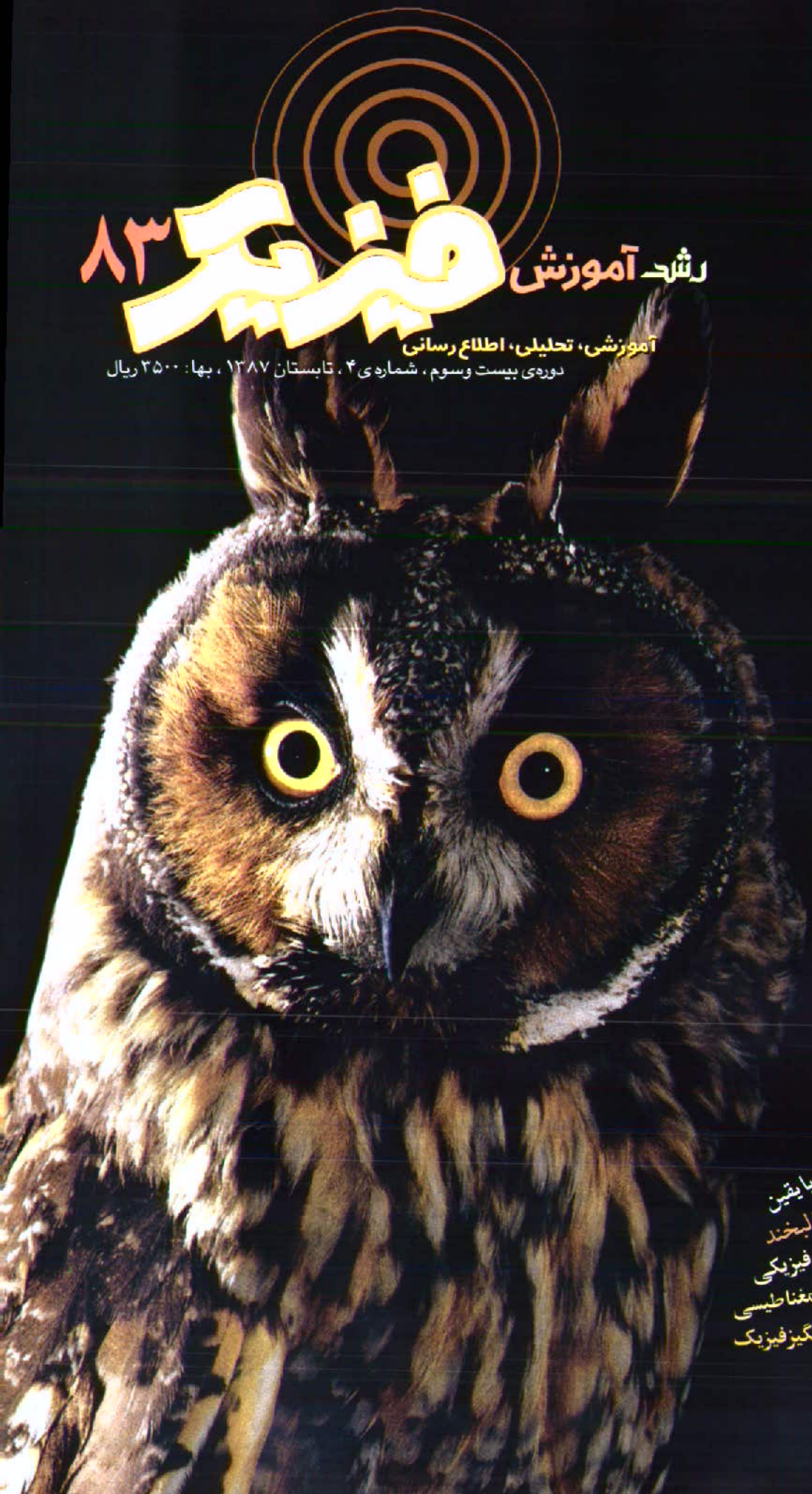
ارت آموزش و پرورش
زمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
ر انتشارات کمک‌آموزشی

www.roshdmag.ir
ISSN 1605-9174

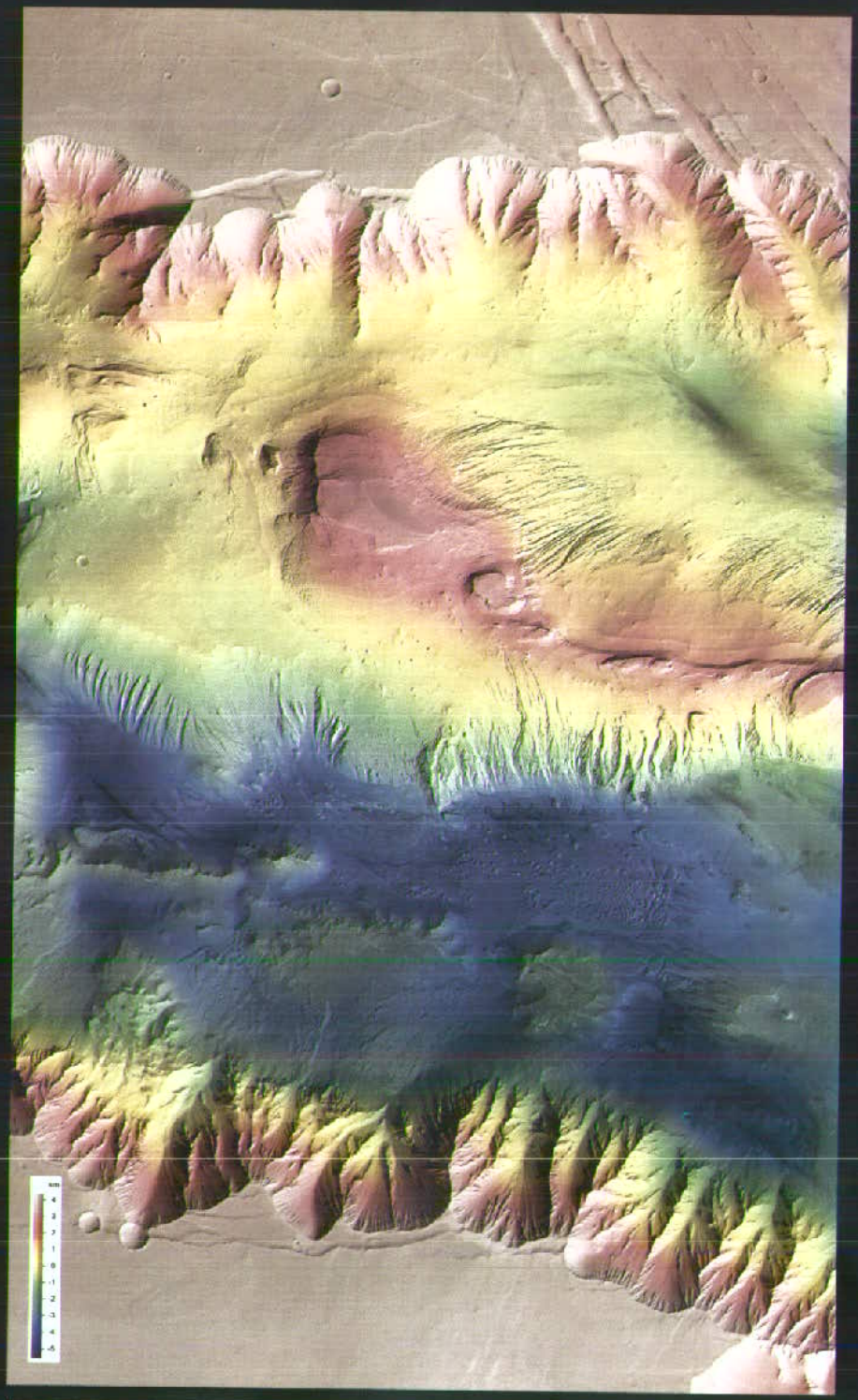
رشد آموزش فیزیک ۸۳

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره‌ی بیست وسوم، شماره‌ی ۴، تابستان ۱۳۸۷، بها: ۳۵۰۰ ریال



- شناخت یا یقین
- فیزیک با لبخند
- تدریس خلاقانه‌ی مفاهیم فیزیکی
- اثر دوپلر در امواج الکترومغناطیسی
- نمایش هیجان انگیز فیزیک



تصویری از دره ی Candor Chasma در بخش شمالی مریخ
که در ۶ جولای ۲۰۰۶ برداشته شده است.

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

دوره‌ی بیستم وسوم ، شماره‌ی ۴ ،تابستان ۱۳۸۷

www.roshdmag.ir

ISSN : 1606-917X

شمارگان : ۱۳۰۰۰ نسخه
چاپ : شرکت افست (سهامی عام)
تلفن امور مشترکین : ۸۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ داخلی : ۲۷۱
نشانی دفتر مجله : تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکان : ۳۳۳۱ - ۱۵۸۷۵
پیام‌گیر نشریات رشد : ۸۸۳۰۱۴۸۲-۸۸۸۳۹۲۳۲
مدیر مسئول : ۱۰۲
دفتر مجله : ۱۱۳
امور مشترکین : ۱۱۴

رشد آموزش فیزیک ۸۳

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

مدیر مسئول: علیرضا حاجیان‌زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
ویراستار : لعیا عروجی

طراح گرافیک: پروانه هادی‌پور رحیم آبادی
هیات تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی
منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد

تصویر روی جلد؛
جغدها می توانند دو جسم بسیار نزدیک به هم را تفکیک کنند. این قابلیت تا اندازه‌ای مربوط به اندازه ی بزرگ مردمک چشم آن ها و سرشت موجی نور است.

شناخت یا یقین	۲	سردبیر
فیزیک با لبخند	۳	رومن مدآلم و بت شوا آیلون
تدریس خلاقانه‌ی مفاهیم فیزیکی	۸	انور اسمعیل پوری و سلیمان رسولی
کدام نخ پاره می‌شود	۱۷	مارک هیلد و جورج کاپلان
چگونه می‌توان آموزش فیزیک را روان و ساده ساخت؟	۲۱	جمیله صمدی
پایستگی انرژی در قانون القای فاراده	۲۴	اسماعیل حسنی آهنگر
اثر دوپلر در امواج الکترومغناطیسی	۲۶	کاتنل و جانسون
اندازه‌گیری فشار هوا...	۲۷	حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش
بررسی کمی و کیفی انرژی تابشی خورشیدی و کاربردهای آن در ایران	۲۹	لیلا حاج‌سلیمانی و یوسفعلی عابدینی
مرزهای فیزیک	۳۲	
معلم و طرح درس	۳۸	جهانگیر ریاضی
مسأله‌ای چالش برانگیز...	۴۰	دان ایستون
برخوردهنده پرانرژی هادرونی	۴۱	بهنام جوادی
نمایش هیجان انگیز فیزیک (بخش دوم)	۴۴	یرل واکر
گزارش کنفرانس بین المللی آموزش فیزیک ۲۰۰۷	۴۹	آزیتا سیدفدایی
ماهواره ها و فیزیک دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS)	۵۲	کاتنل و جانسون
ریشه یابی واژه های فیزیک	۵۴	جعفر مهرداد
اتحادیه انجمن‌های معلمان فیزیک ایران	۵۹	اسفندیار معتمدی
اصطکاک غلتشی....	۶۱	اس.پی.استرلکف
ما و خوانندگان	۶۳	

- مجله رشد آموزش فیزیک، نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشد، می‌پذیرد.
- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدولها، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز ضمیمه مقاله باشد.
- در متنهای ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیرنویسها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه‌ی مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً تامین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسؤولیت پاسخگویی به پرسشهای خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود، معذور است.

سر مقاله

شناخت یا یقین

منیژه رهبر

یکی از هدف‌های علوم طبیعی به‌دست آوردن تصویری دقیق از جهان طبیعت بوده است. اثبات ناممکن بودن دست‌یابی به این هدف از مهم‌ترین دستاوردهای فیزیک قرن بیستم است.

شاید بسیاری از شما داستان معروف فیل در تاریکی مثنوی را خوانده باشید. در این داستان جمعی با دست کشیدن به اعضای مختلف بدن فیلی که در اتاق تاریک است توصیفی کاملاً متفاوت از او در اختیار می‌گذارند. مثال ملموس‌تر به دست آوردن شناخت فردی نابینا با دست کشیدن به صورت شخص ناشناس است. بدیهی است که این شخص با دست کشیدن مکرر می‌تواند تصویر را دقیق‌تر کند، اما تصویر هرگز کامل نخواهد بود.

شگفت این‌که، فیزیک نشان داده است که این تنها راه به دست آوردن شناخت از اشیأ است. شناخت مطلق وجود ندارد و کسانی که مدعی به دست آوردن این شناخت هستند چه دانشمند باشند و چه جزم‌اندیش راه را بر فاجعه می‌گشایند. هر اطلاعاتی که در اختیار داشته باشیم ناقص است و برخوردمان با شناخت باید فروتنانه باشد.

افلاطون با نظریه‌ی مُثل خود افراد را در قید زنجیر و در غاری در نظر می‌گرفت که پشت به روشنایی قرار گرفته‌اند و تنها سایه‌های مبهمی را می‌بینند که بر دیواره غار افتاده است. گرچه این نظریه اکنون غیر علمی تلقی می‌شود، اما چندان از واقعیت به دور نیست. شناخت ما از جهان از طریق حواس به‌دست می‌آید و این حواس محدودند. نور مرئی که به کمک آن جهان را مشاهده می‌کنیم تنها پنجره‌ی بسیار باریکی را به جهان می‌گشاید که در گستره‌ی نورهای سرخ تا بنفش قرار دارد. اما، حتی با ابزارهای دقیق‌تری که اکنون اختراع شده‌اند نیز هنوز نمی‌توان تصویری دقیق از اشیأ به‌دست آورد.

این محدودیت منحصر به جهان کوچک مقیاس اتمی نیست، بلکه ابعاد بزرگ‌تر و حتی ستارگان و کهکشان‌ها را نیز دربرمی‌گیرد. مقایسه رصدهای مختلف به‌دست آمده از ستارگان پراکندگی و وجود خطاهایی را در آن‌ها را نشان می‌دهد که هرگز نمی‌توان آن را حذف کرد. بنابراین، در مدرسه‌های معتبر جهان به شاگردان می‌آموزند که به جای ستایش معلومات موجود آن‌ها را مورد سؤال قرار دهند.

یکی از تحول‌های مهمی که در سال‌های پیش از جنگ جهانی دوم در فیزیک به‌وجود آمد مطرح شدن دوگانگی موجی-ذره‌ای و اصل عدم قطعیت بود که نشان می‌داد ویژگی موجی که تمام اجسام کم‌وبیش دارا هستند باعث می‌شود که هرگز نتوان اطلاعات کاملی درباره‌ی آن‌ها به‌ویژه در حوزه‌ی زیر اتمی به دست آورد. این اصل شناخت ما از اشیأ را در گستره‌ای از خطای مجاز و اجتناب‌ناپذیر قرار می‌دهد. این اصل تنها به علم فیزیک محدود نمی‌شود بلکه تمام اطلاعاتی که می‌تواند بین افراد مبادله شود را نیز دربرمی‌گیرد.

اصل عدم قطعیت نشان می‌دهد که شناخت ما از جهان محدود است. اگرچه پی بردن به این محدودیت و قانع بودن به آگاهی سطحی از آن‌چه در عالم به وقوع می‌پیوندد دستاوردهای زیادی برای بشر در همه‌ی زمینه‌ها داشته و باعث رشد شتابان علم شده است، اما به‌خاطر داشتن این نکته که در شناخت علمی همواره در مرز شناخته قرار داریم و در جهت آن‌چه می‌توانیم به آن امیدوار باشیم پیش می‌رویم، ضروری است. از راه علم نمی‌توان به کُنه امور پی برد و هر نوع قضاوت علمی سطحی است و در معرض خطا قرار دارد.

اما این شناخت محدود علمی تنها در صورتی ارزشمند است و باعث رفاه و سعادت بشر می‌شود که در اختیار مردمان متواضع بهره‌مند از اخلاق انسانی (هم چون پیروان راستین پیامبران) قرار گیرد تا معلومات علمی خود را تنها در جهت خیر و صلاح و رفع آلام بشری به کار گیرند. در غیر این صورت، علم آن‌ها به صورت ابزاری در دست قدرت‌های اهریمنی درمی‌آید تا با استفاده نادرست از آن دیگران را در جهت منافع مادی خود به بند کشند و فجایعی را به وجود آورند که نمونه‌های آن را در سراسر تاریخ می‌توان دید و اکنون با پیشرفت هرچه بیشتر علم، ناظر تأثیر زیان‌بار بهره‌گیری غیراخلاقی از معلومات علمی در تمام زمینه‌ها از به خطر افتادن محیط زیست بشر تا قربانی شدن هزاران موجود بی‌گناه در سراسر جهان هستیم.

آموزشی

فیزیک با لبخند

توصیف پدیده‌ها با راه‌برد کیفی حل مسئله

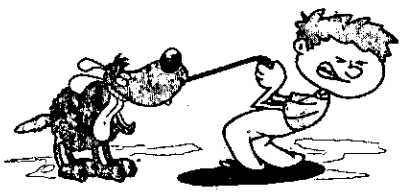
رونی موآلم[1] و بت شوا آیلون[2]
ترجمه: معصومه قاسمی

بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که دانش‌آموزان رشته‌ی فیزیک دبیرستان و حتی دانشجویان رشته‌ی فیزیک کالج در درک کیفی مفاهیم و اصول بنیادی فیزیک مشکل دارند. برای مثال [6-1]، مطالعاتی که در مورد فهرست مفهوم نیرو (FCI)[3] انجام شده است، نشان می‌دهد که انجام تکالیف کیفی حتی در سطح کالج به راحتی انجام نمی‌گیرد. در نتیجه، دوره‌های «فیزیک مفهومی»[4] برای پرورش درک کیفی طراحی شده‌اند، و در دوره‌های پیشرفته‌ی فیزیک دبیرستانی و همین‌طور دوره‌های مقدماتی کالج تلاش در جهت بالا بردن درک کیفی انجام می‌گیرد. بسیاری از پژوهشگران آموزش فیزیک بر اهمیت درک کیفی مفاهیم پایه فیزیک در ابتدای دبیرستان یا در متن دوره‌هایی که «ابتدا فیزیک» را در کلاس نهم قبل از زیست‌شناسی و شیمی عرضه می‌کنند، تأکید می‌کنند[7]. این روند کار با تلاش در جهت تمرکز برنامه درسی علوم بر تعداد کمی از مفاهیم و ایده‌های بنیادی سازگاری دارد که آموزش دادن به شاگردان به «روش با معنی‌تر» می‌انجامد. مطالعات[10-7] نشان می‌دهند که شرایط شناخته شده‌ی روزمره (نگاه کنید به شکل ۱) در پرورش درک کیفی مفید هستند.

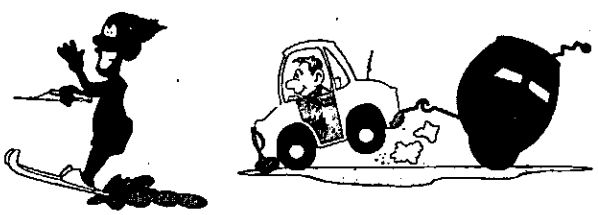
پرورش شناخت کیفی

در این جا یک رهیافت جدید تدریس مکانیک را برای مدرسه راهنمایی و دبیرستان (به‌عنوان مقدمه) شرح می‌دهیم که به ۳۰-۱۵ ساعت تدریس نیاز دارد. این رهیافت به دانش‌آموزان کمک می‌کند با استفاده از مفاهیم فیزیکی، گروهی از پدیده‌ها و موقعیت‌های روزمره‌ی مکانیک را با به‌کارگیری درک کیفی از قانون‌های نیوتون، به‌ویژه قانون سوم توصیف کنند (شکل ۲). همین‌طور، این رهیافت می‌خواهد توجه دانش‌آموزان را به فیزیک جلب کند و دیدگاهشان را نسبت به اهمیت آن تغییر دهد. این موضوع به‌طور گسترده در دانش‌آموزان کلاس نهم به کار برده شده و وارد تدریس مکانیک در سطح دبیرستان شده است.

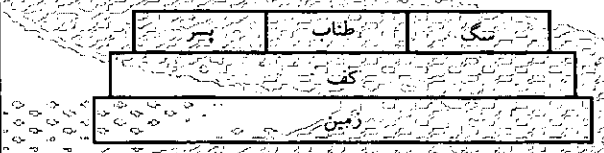
این روش رهیافت نظام‌مندی را اختیار می‌کند و اشیا را از محیطشان جدا نمی‌سازد. این روش دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا برهم‌کنش‌های میان اجزای یک دستگاه کامل را پیش از تمرکز بر یک جسم خاص و تشکیل نمودار جسم ـ آزاد آن در نظر بگیرند. دانش‌آموزان یاد می‌گیرند برهم‌کنش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت را به‌صورت نظام‌مند شناسایی کنند و تأثیرهای متقابل را روی شکل



شکل ۱. مثالی از کار کیفی توصیف یک وضعیت. پسر، سگ را می‌کشد اما سگ حرکت نمی‌کند. از دانش‌آموزان خواسته می‌شود این وضعیت را با استفاده از مفاهیم و ایده‌های فیزیک توصیف کنند.



شکل ۲. موقعیت‌های مربوط به برهم‌کنش اجسام



شکل ۳ـ الف ـ نمودار کلی (مرحله‌ی ۱ـ الف)

و / یا سرعت اجسام برهم‌کنش‌کننده مشخص کنند. مطالعه‌ی کیفی مفاهیم بنیادی حرکت با مطالعه‌ی کیفی قانون دوم نیوتون دنبال می‌شود که اساساً به موقعیت‌هایی می‌پردازد که در آن‌ها اجسام شروع به حرکت می‌کنند یا متوقف می‌شوند. دریافتیم اگرچه چارچوب قبلی به دانش‌آموزان در تشکیل توصیف‌های کیفی کمک می‌کند، اما بسیاری از دانش‌آموزان قادر به تدوین این توصیف‌ها نیستند. فرض کردیم دانش‌آموزان علاوه بر چارچوب مفهومی به یک راه‌برد کیفی حل مسئله نیاز دارند که به آن‌ها در فرآیند حل مسئله کمک کند[۱۳-۱۱].

راه‌برد حل مسئله و یک مثال

راه‌برد کیفی برگرفته از کار رایف[5] در حل فیزیک بود. این راه‌برد از سه مرحله برای تقسیم روشن فرایند حل مسئله تشکیل شده است که به طور جداگانه روی کارت‌های شاخص رنگی نشان شده‌اند. یک طرف کارت شامل توصیه‌های لازم برای انجام بخش‌های مختلف راه‌برد است، و طرف دیگر شامل پرسش‌های هدایت‌کننده است که به دانش‌آموزان در جهت دنبال کردن درست توصیه‌ها کمک می‌کند.

نمایش بصری این راه‌برد در زیر نشان داده شده است.

۱. *مرحله‌ی اول* (*"توصیف دستگاه"*) شامل دو زیرمرحله است که به دانش‌آموزان امکان می‌دهد پیش از تمرکز بر یک جسم خاص، زیر دستگاه‌ها و تمام برهم‌کنش‌ها را مشخص کنند.

۱ـ الف ـ نشان دادن موقعیت‌ها با یک نمودار کلی شامل اجسام موجود در دستگاه.

۱ـ ب ـ تشکیل جدول شامل تمام برهم‌کنش‌های بین اجسام موجود در دستگاه.

پرسش‌های هدایت‌کننده همراه این مرحله به دانش‌آموزان اطمینان می‌دهد که هیچ برهم‌کنش بلندبُرد / یا کوتاه‌بُرد را حذف نکرده‌اند[۱۱].

	پسر	طناب	سگ	کف	زمین
پسر	0	+	−	+	+
طناب	+	0	+	−	+
سگ	−	+	0	+	+
کف	+	−	+	0	+
زمین	+	+	+	+	0

شکل ۳ـ ب: جدول برهم‌کنش‌ها (مرحله ۱. ب)
«+» نشان می‌دهد برهم‌کنش وجود دارد،
«−» علامت نبودن برهم‌کنش است و
«0» علامت «نامربوط بودن» است (جسم با خودش برهم‌کنش نمی‌کند)

برای مثال، وضعیت نشان داده شده در شکل ۱ را درنظر بگیرید. در این مرحله، دانش‌آموز ابتدا وضعیت را به صورت ساده‌ی نمودار کلی (شکل ۳ الف) و سپس جدول برهم‌کنش‌های (شکل ۳ ب) درمی‌آورد.

۲. *مرحله دوم* (*"از دستگاه تا اجسام انتخاب شده"*) برای هدایت دانش‌آموز به رسم نمودار جسم ـ آزاد جسم برگزیده طراحی شده است. این فرآیند در دو مرحله انجام می‌شود:

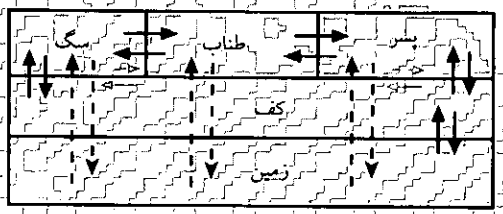
۲ـ الف ـ مشخص کردن تمام جفت نیروها در نمودار کلی با استفاده از جدول برهم‌کنش‌ها.

۲ـ ب ـ انتخاب یک جسم و «گردآوری» تمام نیروهایی که بر آن اثر می‌کنند با استفاده از نمودار کلی.

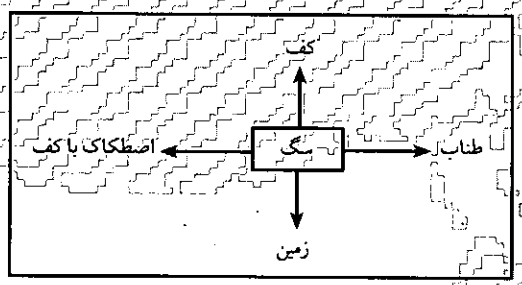
پرسش‌های هدایت‌کننده بر قانون سوم نیوتون (N3) تأکید می‌کند و اطمینان می‌دهند که تمام نیروهای وارد بر جسم در نمودار جسم ـ آزاد مرحله قبل مشخص شده‌اند. اندازه نسبی نیروهایی که بر جسم وارد می‌شوند درنظر گرفته نشده است. توجه کنید که برهم‌کنش‌های از دور با نقطه‌چین مشخص شده‌اند.

اگر مرحله دوم مثال را اجرا کنیم (نگاه کنید شکل ۱)، شکل ۴ـ الف به‌دست می‌آید. جدا کردن جسم برگزیده، در این مورد سگ، و مشخص کردن اجسامی که بر آن نیرو وارد می‌کنند، بدون ذکر اندازه نیروها به شکل ۴ـ ب می‌انجامد.

۳. *مرحله سوم* (*"نیروها و حرکت"*) به دانش‌آموز امکان می‌دهد تا وضعیت را با تشکیل نمودار جسم ـ آزاد کامل و با مرتبط ساختن آن با ویژگی‌های حرکت تحلیل کند. طول نسبی پیکان‌ها که این نیروها را در نمودار نشان می‌دهند را می‌توان با اطلاعاتی که در مسئله داده شده‌اند تعیین کرد و یا از ویژگی‌های حرکت جسم



شکل ۴ـ الف . مشخص کردن نیروها در نمودار کلی (۲ـ الف)



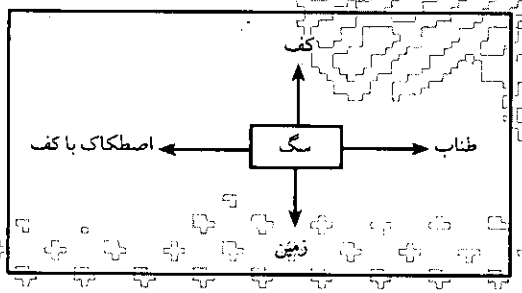
شکل ۴ـ ب . جدا کردن جسم برگزیده (۲ـ ب)

به دست آورد. این مرحله به دانش‌آموز امکان می‌دهد با مشخص کردن ارتباط بین نیروها و حرکت مشاهده شده، بین این نیروها و حرکت (قانون دوم نیوتون ـ N2) ارتباط برقرار کند.

این مرحله به دانش‌آموز امکان می‌دهد (الف) از اطلاعات مربوط به حرکت نیروها را به صورتی که در بالا گفته شد، به دست آورد؛ (ب) ویژگی‌های حرکت را از نمودار نیرو دریابد؛ و (ج) براساس قانون‌های نیوتون، آنچه را که در یک موقعیت اتفاق می‌افتد، پیش‌بینی کند، نتیجه را مشاهده، و آن را توصیف کند (POE [۱۲] پیش‌بینی، مشاهده، و توصیف).

در مثال ما، سگ حرکت نمی‌کند (مشخصات حرکت شناخته شده است). بنابراین، نیروی خالص در امتداد هر محور باید صفر باشد، یعنی پیکان‌ها در امتداد هر محور دارای طول برابر و در جهت‌های مخالف هستند (شکل۵).

این رهیافت به‌ویژه در تحلیل وضعیت‌های پیچیده، و همین طور در مسائلی که به خوبی تعریف نشده‌اند مفیدند که وضعیت‌های اصیل و آشنا برای دانش‌آموز را مشخص می‌کنند.



شکل۵. یک نمودار کامل از جسم

فرآیند تدریس

مراحل تدریس شامل ارائه چارچوب مفهومی و راه‌برد کیفی به صورت ترکیبی است. در طول فرآیند تدریس چندین وضعیت برگزیده، که با طرح‌های بامزه نشان داده شده‌اند (شکل۲)، چندین بار تحلیل می‌شوند. هر بار دانش‌آموزان تحلیل نظیر با سطح مفهومی را انجام می‌دهند که به آن رسیده‌اند تا این که بتوانند به تحلیل کامل برسند و تمام مفاهیمی را که در این برنامه یاد گرفته‌اند به‌کار گیرند (تحلیل مارپیچی[۶]).

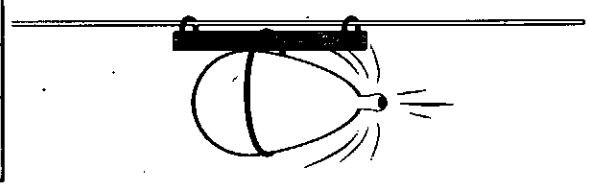
ارزیابی کارآمدی رهیافت

مطالعه‌ای با دانش‌آموزان کلاس نهم (n = ۲۴۲) انجام گرفته است که طی این رهیافت بررسی شده‌اند. پرسش‌نامه‌های قبل و بعد از آن، که به دانش شامل چندین مورد در مورد قانون سوم نیوتون (N3) از فهرست مفهوم نیرو بود. این موارد به دلیل سرشت دور از انتظارشان مشکل درنظر گرفته شده‌اند. جدول۱ نتایج این موارد را نشان می‌دهد.

همان طور که در جدول نشان می‌دهد، میانگین <g> این دانش‌آموزان در مقایسه با دستاوردهای شاگردان در سطح کالج با روش‌های سنتی بررسی شده است (برای مثال، مقدار ۰/۲۸ =< g > را ردیش[۷] [۱۷] و دیگران گزارش کرده‌اند). این دانش‌آموزان در مصاحبه‌ها توانایی بهتری را در توصیف و پیش‌بینی پدیده‌ها با استفاده از ایده‌های فیزیکی از خود نشان دادند. در مصاحبه‌هایی که پیش از این کار با برخی از این دانش‌آموزان (n = ۶۹) انجام شد، آن‌ها تنها از استدلال شهودی و زبان محاوره‌ای برای توصیف و پیش‌بینی پدیده‌ها استفاده می‌کردند، در حالی که در مصاحبه‌های بعد از آن عملکردی متخصصانه[۱۴ـ ۱۳] با استفاده از روابط فیزیکی، اصول فیزیکی و نمودارهای نیرو را از خود نشان دادند. گزیده‌ی زیر سرشت توصیفی را نشان می‌دهد که دانش‌آموز پس از آموزش از خود نشان دادند (نگاه کنید

مورد FCI از (N۳)	تعداد کلاس	تعداد دانش‌آموز	<g>**
۲	۱۱	۲۴۲	۰/۶۸
۱۱	۱۱	۲۴۲	۰/۴۶
۱۳	۱۱	۲۴۲	۰/۵۸
۱۴*	۳	۶۱	۰/۸۲
میانگین			۰/۶۴

جدول ۱ . آزمون فرعی FCI : میزان پیشرفت دانش‌آموزان JHS که به روش ما تعلیم دیده‌اند .
* پرسش تنها در سه تا از هفت شرکت‌کننده در مطالعه تقسیم شده است .
** <g> میزان پیشرفت دانش‌آموزان است و کارآمدی واقعی روش را نشان می‌دهد .
(نمره پیش‌آزمون – ۱۰۰) / (نمره پیش‌آزمون – نمره پس‌آزمون) = <g>



شکل ۶ . «یک بادکنک موشکی» ـ بادکنک روی نخ ماهی‌گیری . بادکنک کوچکی که با هوا پر شده است به یک نخ ماهی‌گیری متصل شده و می‌تواند همزمان با خالی شدن هوای درونش روی نخ حرکت کند . لازم است دانش‌آموز شرح دهد که چرا بادکنک هنگامی که پر از هواست ، حرکت می‌کند اما هنگامی که تنها بخشی از آن پر از هوا باشد ، حرکت نمی‌کند .

به شکل ۶) :

مصاحبه‌گر: هنگامی که هوای بادکنک موشکی تخلیه می‌شود ، چه اتفاقی می‌افتد؟

دانش‌آموز: چون برهم‌کنش وجود دارد... هوا نیرویی بر بادکنک در این جهت (به جهت صحیح اشاره می‌کند) وارد می‌کند .

مصاحبه‌گر: برای بادکنک موشکی چه اتفاقی می‌افتد؟

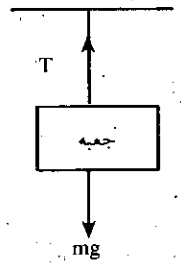
دانش‌آموز: اگر نیروی هل‌دهنده بزرگ‌تر از نیروی اصطکاک باشد ، به این جهت حرکت خواهد کرد (صحیح) .

مصاحبه‌گر: بگذارید چیز دیگری بگوییم... فرض کن بادکنک را رها می‌کنی ، اما آیا بادکنک حرکت نمی‌کند؟

دانش‌آموز: اصطکاک ، می‌تواند نیرویی با اندازه مشخص اعمال کند ، وقتی نیرویی با اندازه بزرگ‌تر موجود باشد ، جسم حرکت می‌کند... اما در این جا این اتفاق نمی‌افتد... بنابراین بادکنک حرکت نمی‌کند .

در این مثال ، دانش‌آموز از زبان رسمی استفاده می‌کند و اصطکاک را خیلی خوب به کار می‌برد . همین‌طور عملکرد او متخصصانه است ، و بر درک عملکردهایی که مورد توجه‌اند

وزنه‌ای از نخ متصل به سقف آویزان است . دانش‌آموز ادعا می‌کند که نیروهای T و mg جفت نیروی کنش و واکنش را تشکیل می‌دهند . آیا ادعای او درست است؟ توضیح دهید .



شکل ۷ . پیش‌آزمون ورودی . ادعای دانش‌آموز نادرست است ، زیرا جعبه با دو برهم‌کنش درگیر است : یکی با زمین و دیگری با طناب .

گروه	n	درصد پاسخ‌های صحیح	درصد توضیح‌های صحیح
کلاس نهمی‌های ناهمگن	۳۶۰	۴۷	۴۱
دانش‌آموزان سال آخر فیزیک	۱۱۱۵	۴۲	۳۱

جدول ۲ . دستاوردهای دانش‌آموزان در یک مسأله‌ی برگرفته از آزمون ورودی فیزیک . کلاس نهمی‌ها با روش توضیح داده شده ، آموزش دیده‌اند .

(پیش‌بینی و توصیف) مسلط است .

یک مورد برگزیده‌ی دیگر از آزمون ورودی دانشگاه در مورد قانون سوم نیوتون (نگاه کنید به شکل ۷) به بررسی پس از پرسش‌نامه اضافه شد . نتایج این پرسش آزمون ورودی در جدول II نشان می‌دهد که دانش‌آموزان کلاس نهم از دانش‌آموزان دبیرستانی رشته فیزیک نمره بهتری در این قسمت از آزمون مربوط به قانون سوم نیوتون گرفتند .

پس از آموزش به دانش‌آموزان پرسش‌نامه‌های نگرشی داده شد که نشان می‌داد دانش‌آموزان فکر می‌کردند راه‌برد به‌کار برده شده در این رهیافت به آن‌ها در تحلیل موقعیت‌ها کمک کرده است و آن‌ها مایلند درس‌های دیگر را نیز با همین رهیافت مطالعه کنند .

این روش تدریس به معلمان علوم سال سوم دبیرستان (n = ۱۵۰) از طریق دوره‌های آموزشی ضمن خدمت تحت عنوان «چه کسی از فیزیک می‌ترسد؟» معرفی شد . معلمان گفته‌اند که با اعتماد به نفسی در توانایی‌شان برای توصیف پدیده‌های روزانه به‌دست آورده‌اند ، دیدگاهشان در مورد علاقه و توجه با دانش‌آموزان به فیزیک و فایده‌ی آن برای دانش‌آموزان تغییر کرده است و مایلند این روش را در کلاس‌هایشان به‌کار گیرند .

خلاصه

معمولاً، راه‌بردهای حل مسئله در دبیرستان برای حل مسائل کمّی به کار برده می‌شود نه برای مسائلی که نیازمند دستورالعمل توصیفی یا پیش‌بینی هستند. مسائل کیفی از قبیل مسائل **فهرست مفهوم نیرو** مسائلی «یک مرحله‌ای» درنظر گرفته می‌شدند که نیازمند استفاده از راه‌برد نیستند. این مقاله مطرح می‌کند که این فرض منطقی نیست و ترکیبی از چارچوب مفهومی مفید همراه با راه‌برد کیفی حل مسئله می‌تواند برای دانش‌آموزان کلاس نهم دستاوردهای مؤثری در توصیف و پیش‌بینی پدیده‌ها در مقایسه با دستاوردهای دانش‌آموزان دبیرستانی بزرگ‌تر در رشته‌های فیزیک پیشرفته به ارمغان آورد. به‌علاوه، توانایی معلمان و دانش‌آموزان به تغییر مثبتی در نگرش‌ها و اطمینان به نفس‌شان انجامید. به نظر ما موفقیت این روش ناشی از چند عامل است.

۱. *چارچوب مفهومی* که بر «روش دستگاه» تأکید و از مفهوم برهم‌کنش استفاده می‌کند.

۲. *رهیافت کیفی* که هیچ ابزار ریاضی را به کار نمی‌گیرد به توصیف سنتی فیزیک (مانند نمودار نیرو) می‌انجامد.

۳. *ویژگی‌های راه‌بردها و روش‌ها:*

- نمایش‌های بصری: نمودارهای کلی، جدول برهم‌کنش‌ها، نمودارهای نیرو.
- تقسیم فرآیند حل مسئله به مراحل ساده.

۴. تکالیفی که به وضعیت‌های واقعی می‌پردازند و برای دانش‌آموزان آشنا و مناسب هستند.

۵. *رهیافت «فیزیک با لبخند»* که از کارت‌های تمرین با نقاشی‌های دوستانه (نگاه کنید به شکل‌های ۲-۱) استفاده می‌کند و باعث می‌شود مطلب فیزیکی کمتر تهدیدکننده به نظر برسد.

این رهیافت هم‌اکنون در بسیاری از کلاس‌های درس به‌کار می‌روند.

شروع معمولی تدریس این روش در کلاس نهم نشان می‌دهد که تعداد دانش‌آموزانی که فیزیک را در دبیرستان انتخاب می‌کنند و مهارت‌های استاندارد حل مسئله‌شان را بهبود می‌بخشند، رو به افزایش است. مطرح کردن روش کیفی در کلاس نهم می‌تواند مبنایی برای برخورد کمی در سال‌های بعد باشد. همین طور، این رهیافت می‌تواند وارد روش تدریس فیزیک در سال‌های بالاتر دبیرستان پیش از معرفی رهیافت حل کیفی مسئله شود.

زیرنویس:

1. Roni Mualem
2. Bat - Sheva Eylon
3. Force Concept Invertory
4. conceptual physics
5. Reif
6. spiral analysis
7. Redish

منبع:

"Physics with a smile. Explaining Phenomena with a Qualitative Problem-Solving Strategy", Roni Mualem and Bat-Sheva Eylon, The Physics Teacher, Vol. 45, March 2007.

مراجع:

1. Richard R. Hake, "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses", *Am. J. Phys.* **66**, 64-74 (Jan. 1998).

2. Jim Minstrell, "Getting the facts straight", *Sci. Teach.* **50**, 52-54 (Jan. 1983).

3. Edward F. Redish, "Diagnosing students' problems using the results and method of physics education re-search", Paper presented at the International Conference on Physics Teaching, Guilin, China (Aug. 1999).

4. Ibrahim Halloun and David Hestenes, "The initial knowledge state of college physics students", *Am. J. Phys.* **53**, 1043-1055 (Nov. 1985).

5. Lillian C. McDermott, "Research on conceptual understanding in mechanics", *Phys. Today* **37**, 24-32 (July 1984).

6. Richard N. Steinberg and Mel S. Sabella, "Performance on multi-choice diagnostics and complementary exam problems", *Phys. Teach.* **35**, 150-155 (March 1997).

7. Physics First site, http://members.aol.com/physicsfirst.

8. Project 2061 site, http://www.project2061.org/default.htm.

9. Kevin Pugh, "Newton's laws beyond the classroom walls", *Sci. Educ.* **88**, 182-195 (March 2004).

10. Luli Stern and Andrew Ahlgren, "Analysis of students' benchmarks and standards", *J. Res. Sci. Teach.* **39**, 889-910 (May 2002).

11. Lou Turner, "System schemas", *Phys. Teach.* **41**, 404-408 (Oct 2003).

12. White and Gunstone, *Probing Understanding* (The Falmer-Press, New York, NY, 1992).

13. Frederick Reif, "Millikan Lecture 1994: Understanding and teaching important scientific thought processes", *Am. J. Phys.* **63**, 17-32 (Jan 1995).

14. B. White and J. Frederiksen, "Causal model progressions as a foundation for intelligent learning environments", *Artificial Intelligence* **24**, 99-157 (1990).

15. M. T. H. Chi, M. Bassok, M. W. Lewis, P. Reimann, and R. Glaser, "Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems", *Cogn. Sci.* **13**, 145-182 (1989).

16. David Hestenes, Malcom Wells, and Greg Swackhamer, "Force Concept Inventory", *Phys. Teach.* **30**, 141-158 (March 1992).

17. Edward F.Redish, Jeffery M. Saul, and Richard N. Steinberg, "On the effectiveness of active-engagement micro-computer-based laboratory," *Am.J.phys.*65, 45-54 (Jan.1997).

تدریس خلاقانه‌ی مفاهیم فیزیکی

با استفاده از تصاویر ساده‌ی گرافیکی

انور اسمعیل پوری و سلیمان رسولی
دانشگاه پیام نور- واحد مهاباد

چکیده

برای درک بهتر مفاهیم علمی، فراگیران به تصویرسازی ذهنی نیاز دارند. به هم آمیختن هنر و تجربه، همین طور به کارگیری فناوری آموزشی و عناصر دیداری در فرآیند تدریس، فعالیت های آموزشی را بهبود می بخشد و شرایط مناسبی را برای ارتباط بیشتر بین یاددهندگان و فراگیران فراهم می کند. بهبود کیفی کتاب های درسی و توجه به تمام جنبه های علمی و هنری آن نیاز به تجربه ای همگانی دارد. مقاله‌ی حاضر فعالیتی بر مبنای آموزش مفهومی مطالب درس فیزیک است و در آن مفهوم دما و انرژی درونی و نیز خازن های مسطح، به عنوان نمونه هایی از تجربه های آموزشی ارائه شده اند که عملاً حین تدریس در کلاس با توجه به نیازسنجی دانش آموزان و ترکیب آن با هنر گرافیک شکل گرفته اند. پس از به کارگیری آن ها، بازخورد و نتایج مثبتی داشته است و باعث شکوفایی خلاقیت های دانش آموزان شده اند. تأسیس یک بانک اطلاعات شامل تجربیات خلاقانه‌ی دبیران در امور آموزشی فیزیک و برگزاری دوره های ضمن خدمت بر مبنای این تجربیات و انتشار نتایج جهت استفاده در تألیف کتب درسی پیشنهاد می گردد.

مهارت های هنری و تجربی در فرایند تدریس درس فیزیک برای بیان مفاهیم بنیادی

مقدمه

در حوزه‌ی علم فیزیک اغلب مفاهیم علمی، از نوع مفاهیم انتزاعی هستند. لذا برای درک بهتر آن ها، فراگیران به تصویرسازی ذهنی نیاز دارند. در بسیاری از موارد بهتر است برای عینیت بخشیدن به موضوع از عناصر دیداری و ملموس بهره جست. در این رهگذر نقش عمده‌ی عناصر دیداری را که میزان ۷۵ درصد یادگیری ها مبتنی بر آن هاست، نمی توان نادیده گرفت. به عبارتی، یکی از مهم ترین و تأثیرگذارترین روش های آموزش، استفاده از روش های دیداری و مشاهده گراست. حال آن که دبیران محترم به دلیل خاستگاه نظام آموزشی، آموزش خود را عمدتاً مبتنی بر روش های سنتی شنیداری متمرکز می کنند. بنابراین از توانایی دیداری به صورت محدود استفاده می کنند [۱]. گرافیک از جمله‌ی این عناصر جدایی ناپذیر در آموزش فیزیک است.

پارک و هاپکینز (۱۹۹۳ به نقل از **چانلین** [۲]) گرافیک را چنین تعریف کرده اند: گرافیک عبارت است از عناصر دیداری که برای انتقال اطلاعات صرفاً به متن و اعداد اکتفا نمی کنند. از جمله مواد گرافیکی می توان به نمودارها، نقشه ها، طرح ها، عکس های واقعی، کاریکاتورها و عکس های نقاشی شده اشاره کرد [۱]؛ که مورد اخیر در مقاله‌ی حاضر به کار می رود.

لی و همکاران [۳]، به بررسی پژوهش های انجام شده در این زمینه پرداخته اند و با استناد به تحقیقات **گلنبرگ و لانگستون** (۱۹۹۲)، **گلنبرگ و کرولی** و... خاطر نشان می سازند که استفاده از تصاویر در آموزش، تأثیرهای مثبتی بر یادگیری فراگیران داشته است [۲].

به طور کلی، مواد دیداری و گرافیکی برای آموزش مفاهیم در موارد زیر مورد استفاده قرار می گیرند:

۱ـ ارائه‌ی یک دید کلی از آموزش
۲ـ ارائه‌ی اطلاعات
۳ـ تشریح و توضیح از طریق عکس‌ها، طرح‌ها، نقشه‌ها، جداول و نمودارها
۴ـ نمایش مراحل انجام کار در فعالیت‌ها و آزمایش‌ها
۵ـ برانگیزش و تشویق خلاقیت دانش‌آموزان
۶ـ تحریک حس کنجکاوی
۷ـ جلب توجه و حفظ آن و ایجاد انگیزه برای دنبال کردن مطلب
۸ـ سازماندهی مطالب، داده‌ها و مراحل تفکر
۹ـ تجزیه و تحلیل داده‌ها از روی نمودارها و جدول‌ها
۱۰ـ پیش‌تصورهای مربوط به یک موضوع
۱۱ـ مرور حوادث تاریخی و پیش‌بینی حوادث آینده با نشان‌دادن نمودار زمانی[۴].

از یک طرف به هم آمیختن هنر و تجربه و از طرف دیگر هنر به‌کارگیری فناوری آموزشی و عناصر دیداری در فرایند تدریس، به‌نظر بسیاری از صاحبنظران، فعالیت‌های آموزشی را بهبود می‌بخشد و شرایط مناسبی را برای ارتباط بیشتر بین یاددهندگان و فراگیران فراهم می‌کند. حفظ توجه دانش‌آموزان و رسوخ در عمق لایه‌های مفاهیم علمی، با تدریس هنرمندانه و استفاده از ابزارهای آموزشی راحت می‌شود و در پی آن زمینه‌های شکوفایی و بروز استعدادهای نهفته در جهت اثربخشی آن در فعالیت‌های زندگی فراهم می‌شود. امروزه اثربخش بودن فرآیند تدریس، مطلبی است که توجه همه‌ی متخصصان و نظریه‌پردازان تعلیم و تربیت و تدریس را به خود جلب کرده است. اگرچه هنوز هم، بخش عمده‌ای از فرایند تدریس را صرفاً فعالیت یک‌جانبه‌ی معلم، بدون توجه به برآورد میزان فراگیری و دریافت شاگردان، می‌دانند و هیچ گونه اشاره‌ای به نتیجه‌های حاصل از تدریس نمی‌کنند؛ اما این فرآیند تا حصول نتیجه نیز قابل گسترش است. متأسفانه حتی در زمینه‌ی ارتقای روش‌ها و شگردهای تدریس معلم‌محوری نیز تلاش و فعالیت چشمگیری در جلسه‌های گروه‌های آموزشی و دوره‌های ضمن‌خدمت مشاهده نمی‌شود: معلم خوب‌شدن و یادگرفتن هنر معلمی بیش از هر چیز در تعامل و ارتباط مدرسان با یکدیگر و با جمع‌بندی آگاهانه‌ی فعالیت‌های آموزشی روزانه درونی می‌شود و تحقق پیدا می‌کند.

بیان مسئله

بررسی کتاب‌های درسی فیزیک مقطع متوسطه از جنبه‌های مختلف، مانند علمی بودن بیان مفاهیم، طراحی شکل‌ها، بیان مثال‌های ساده آموزشی و مرتبط، ارتباط منطقی بین مفاهیم و ابزارهای رسیدن به درک صحیح از آن‌ها، و دسترسی آسان به ابزارهای آزمایشگاهی بیان شده در کتاب و بسیاری از موارد دیگر می‌تواند حائز اهمیت باشد. برای بهبود کیفی کتاب‌های درسی و توجه به تمام جنبه‌های علمی و هنری آن به یک تجربه‌ای همگانی و دستگاه هماهنگ‌کننده‌ی منسجم و پایدار جهت گردآوری و تدوین این تجارب نیاز داریم. تجربه‌های شخصی هریک از دبیران، در کلاس درس، مجموعه‌ای از گوشه‌های هنر معلمی در امر آموزش را دربردارد. کار حاضر ارائه‌ی نمونه‌ای از این موارد و تلاشی است برای به‌وجود آوردن بستری مناسب جهت شناسایی نمونه‌های بهتر و کامل‌تر، و سرانجام ساماندهی و گردآوری آن‌ها برای استفاده در یک نشریه‌ی علمی و یا اختصاص بخشی ویژه در نشریه‌های معتبر کنونی به این تجربه‌ها و ابتکارهاست.

روش کار

آنچه که در پی می‌آید فعالیتی بر مبنای آموزش مفهومی مطالب درسی فیزیک است که در آن با استفاده از طراحی گرافیکی و شکل‌های گویا و ساده و نیز تجربه‌ی شخصی که در طول چندین دوره به‌کار گرفته شده و نتیجه‌ی آن رضایت‌بخش بوده است ارائه می‌گردد.

مفهوم دما و انرژی درونی

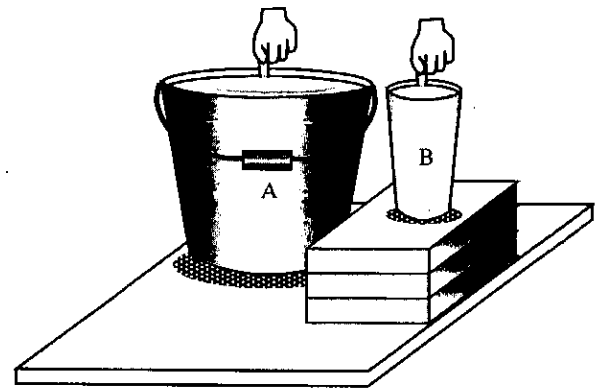
معمولاً برخی از دانش‌آموزان مفهوم دما، انرژی گرمایی و انرژی درونی را به‌درستی درک نمی‌کنند و این مفاهیم را به اشتباه و به‌طور غلط به‌کار می‌برند. در این بخش سعی شده است با به‌کار بردن عناصر گرافیکی این مفاهیم برای فراگیران توضیح داده شوند[۵].

به دو پرسش زیر دقت کنید:
الف) کدام جسم داغ‌تر است؟
ب) گرمای کدام جسم بیشتر است؟
آیا این دو پرسش تفاوتی با هم دارند یا خیر؟
بگذارید این پرسش در مورد دو جسم در حالت‌های متفاوت بیان شود.

حالت ـ ۱

به شکل ـ ۱ دقت کنید و با توجه به آن به دو پرسش بالا پاسخ دهید. سپس جدول مربوط به حالت ـ ۱ را کامل کنید.
با توجه به شکل ـ ۱ به دو پرسش در جدول ـ ۱ پاسخ دهید.

تجربه نشان می‌دهد پاسخ دانش‌آموزان به دو پرسش در حالت اول می‌تواند متفاوت باشد. با رعایت اصول روان‌شناختی در مورد پاسخ آن‌ها، به‌منظور هدایت غیر مستقیم و درک مطلب در مورد پرسش (الف) از آن‌ها پرسیده می‌شود که اگر چشم‌هایتان را ببندید و از شما بخواهند که انگشتتان را در آب‌ها فرو کنید آیا قادر به تشخیص این خواهید بود که انگشتتان در آب کدام ظرف فرو رفته



شکل ـ ۱ یک سطل و یک لیوان پر از آب که هم‌زمان از آب یک حوض پر شده‌اند.

جدول ـ ۱ حالت اول

کدام جسم داغ‌تر است؟	یکسان هستند
گرمای کدام جسم بیشتر است؟	A

است؟ در بسیاری از موارد حتی بدون انجام آزمایش نیز می‌توان اکثر دانش‌آموزان را به پاسخ صحیح هدایت نمود.

در مورد پرسش (ب) برای دانش‌آموزان شرح داده می‌شود که ریختن آب معمولی حوض روی یک قطعه یخ باعث ذوب آن می‌شود. حال اگر لیوان و سطل آب را به آرامی روی قطعه یخ‌های مشابه نسبتاً بزرگ خالی شود کدام‌یک از آن‌ها یخ بیشتری را ذوب می‌کنند؟

با توجه به شکل ـ ۲ (الف) و ۲ (ب)، در کدام حالت قطعه یخ بیشتر ذوب شده است؟ آیا می‌توان نتیجه گرفت که گرمای سطل آب بیشتر است؟ چرا؟

حالت ـ ۲

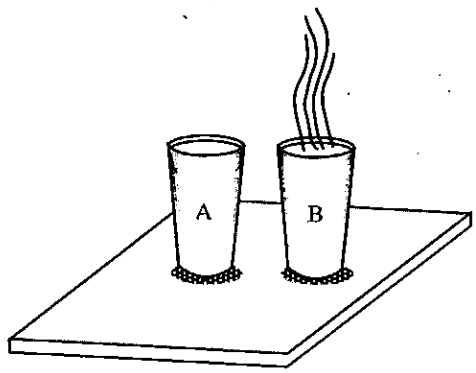
در حالت دوم مانند شکل ـ ۳ دو لیوان مشابه پُر از آب در نظر گرفته می‌شود. لیوان A حاوی آب معمولی حوض و لیوان B از سماور در حال جوش پُر شده است.

اگرچه تجربه نشان می‌دهد اکثر دانش‌آموزان به هر دو پرسش پاسخ صحیح می‌دهند، به هر حال می‌توان به طریق مشابه حالت ـ ۱، دانش‌آموزان را راهنمایی کرد (شکل ـ ۴).

حالت ـ ۳

در شکل ـ ۵ یک سطل پر از آب معمولی حوض و یک لیوان آب که از سماور در حال جوش پر شده نشان داده شده‌اند.

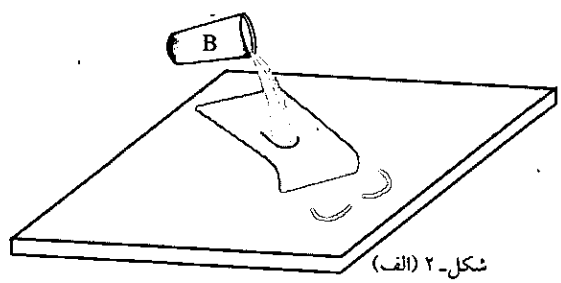
در حالت سوم پاسخ قاطع به پرسش دوم، با مشکل مواجه می‌شود. پاسخ این پرسش به شرایط هر دو جسم بستگی دارد، این نمونه‌ای از یک پرسش واگرا است. چرا؟ چه عاملی در لیوان آب B باعث شده است که در ذوب کردن یخ، با یک سطل آب برابری کند؟ به‌طوری که نتوان تشخیص داد کدام یک یخ بیشتری را ذوب می‌کند (شکل ـ ۶).



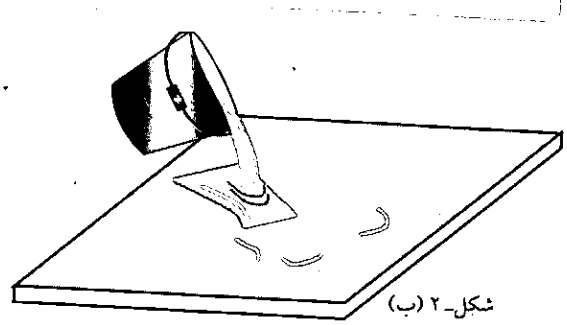
شکل ـ ۳

جدول ـ ۲ حالت دوم

کدام جسم داغ‌تر است؟	B
گرمای کدام جسم بیشتر است؟	B

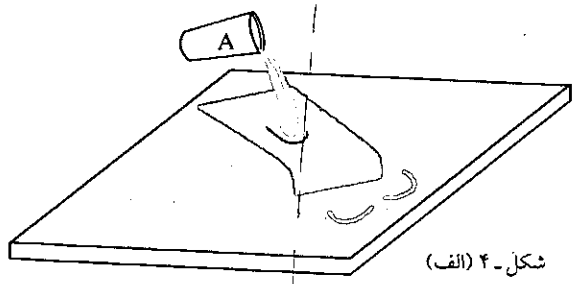


شکل ـ ۲ (الف)

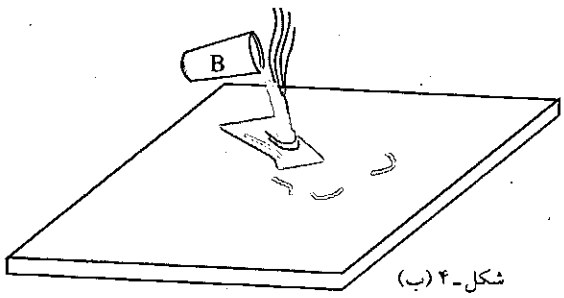


شکل ـ ۲ (ب)

شکل ـ ۲ (الف و ب) ریختن یک لیوان و یک سطل آب معمولی حوض روی یک قطعه یخ



شکل ـ ۴ (الف)



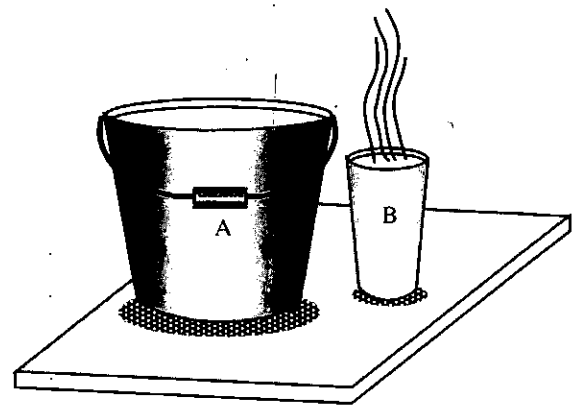
شکل ـ ۴ (ب)

شکل ـ ۴ (الف و ب) ریختن یک لیوان آب معمولی حوض و یک لیوان آب جوش روی یک قطعه یخ

در جدول ـ ۴ حالت‌های ۱ ، ۲ و ۳ با هم مقایسه شده‌اند. تفاوت در پاسخ به پرسش‌های الف و ب نشان می‌دهد که دو پرسش با هم تفاوت دارند و کمیت یکسانی را نمی‌پرسند. به‌نظر شما هر یک از این دو پرسش چه کمیتی را در بر می‌گیرند؟

پرسش الف در مورد کمیتی است که حتی در برخی مواقع با لمس کردن به‌طور کیفی قابل تشخیص است این کمیت «دما» نام دارد و معمولاً با جمله‌هایی نظیر: گرم است و یا سرد است بیان می‌شود. برای بیان مقدار کمی گرمی و سردی از دماسنج استفاده می‌شود. این دما است که با مقایسه، میزان گرمی و سردی اجسام را مشخص می‌کند.

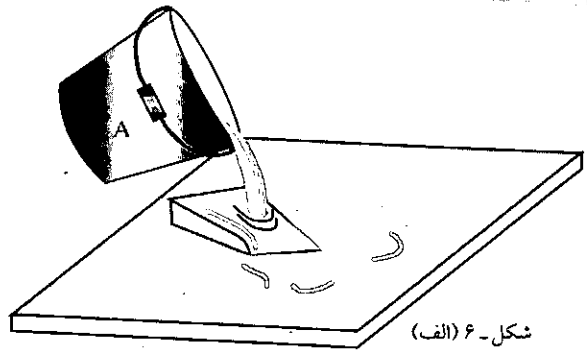
پرسش ب در مورد کمیتی از جنس انرژی است. زیرا اجسامی مانند یخ با گرفتن «انرژی» می‌توانند ذوب شوند و تغییر حالت دهند. با توجه به حالت‌های سه گانه‌ی بالا می‌توان دریافت که هرچه جسم گرم‌تر (دما بیشتر) و جرم جسم بیشتر باشد انرژی جسم



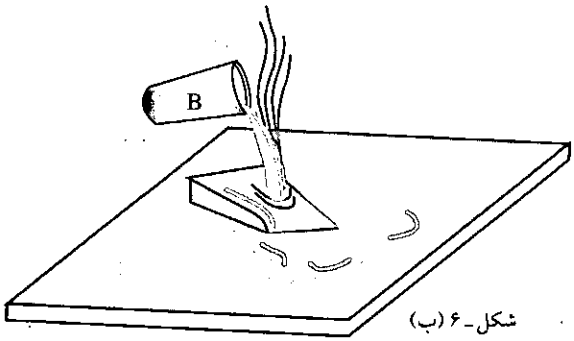
شکل ـ ۵

جدول ـ ۳ مربوط به حالت ـ ۳

کدام جسم داغ‌تر است؟	B
گرمای کدام جسم بیشتر است؟	نامعلوم



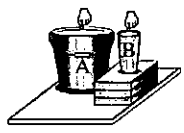
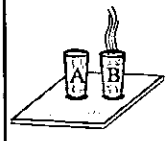
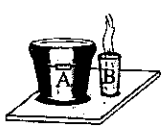
شکل ـ ۶ (الف)



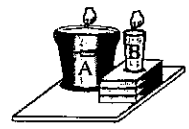
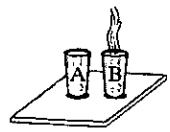
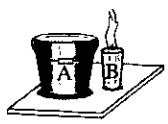
شکل ـ ۶ (ب)

شکل ـ ۶ (الف و ب) ریختن یک سطل آب معمولی حوض و یک لیوان آب جوش روی یک قطعه یخ

جدول ـ ۴

حالت‌ها / پرسش‌ها			
کدام جسم داغ‌تر است؟	یکسان هستند	B	B
گرمای کدام جسم بیشتر است؟	A	B	نامعلوم

جدول ـ ۵

حالت‌ها / کمیت مترادف						
تعداد	کلاس B (۱۰ نفر)	کلاس A (۳۰ نفر)	کلاس B (۱۰ نفر)	کلاس A (۱۰ نفر)	کلاس B (۱۰ نفر)	کلاس A (۳۰ نفر)
دما	معدل ۱۰	معدل ۱۰	معدل ۱۸	معدل ۱۲	معدل ۱۸	معدل ۱۰
انرژی درونی	کل نمره ۱۰۰	کل نمره ۳۰۰	کل نمره ۱۸۰	کل نمره ۱۲۰	کل نمره ۱۸۰	کل نمره ۳۰۰

برای ذوب کردن یخ بیشتر است. و در حالت سوم این دمای بیشتر لیوان آب B است که با جرم زیاد آب داخل سطل A، در تأمین انرژی لازم برای ذوب یخ، برابری می‌کند. پس دما و مقدار جرم آن‌ها از شرایط تعیین‌کننده‌ی پاسخ صحیح هستند.

پرسش

شخصی می‌گوید با ریختن آب روی یخ نه تنها یخ ذوب نشده بلکه جرم آن بیشتر نیز شده است آیا گفته‌ی او می‌تواند صحیح باشد؟ چرا؟

برای ایجاد یک تصویر عمیق‌تر از این دو مفهوم، بیان مثال زیر بسیار آموزنده است.

مثال ـ اگر معدل دانش‌آموزان یک کلاس در درس فیزیک و ریاضی بیانگر دما باشد، مجموع کل نمره‌های دانش‌آموزان در این دو درس می‌تواند بیانگر انرژی درونی باشد. برای این منظور دو کلاس درس A با جمعیت دانش‌آموز زیاد و B با جمعیت دانش‌آموز کم را در نظر بگیرید. اگر معدل به‌عنوان دما و تعداد دانش‌آموزان به‌عنوان تعداد ذرات تشکیل‌دهنده‌ی در نظر گرفته شود در این صورت وضعیت متشابه در حالت‌های ۱، ۲ و ۳ مانند آنچه که در جدول ـ ۵ آمده است، خواهد بود.

بنابراین تعداد دانش‌آموزان در معدل کلاس تأثیری ندارد. اما در مجموع کل نمره کلاس علاوه بر معدل، تعداد دانش‌آموزان نیز تأثیر دارد.

مثال اخیر در بحث‌های کلی‌تر دما (متناسب با انرژی جنبشی متوسط هر ذره) و انرژی درونی (متناسب با تعداد ذرات تشکیل‌دهنده‌ی ماده و مجموع انرژی‌های هر ذره) بسیار آموزنده خواهد بود. گفتنی است که انرژی گرمایی با انرژی درونی تفاوت دارد. انرژی گرمایی انرژی‌ای است که از جسم گرم به جسم سردتر منتقل می‌شود؛ به‌عبارت دیگر، به‌انرژی در حال انتقال «انرژی گرمایی» گویند. انرژی درونی هر دستگاه از طریق کار و گرما قابل تغییر است. کار و گرما، روش‌های انتقال انرژی از یک جسم به جسم دیگرند. برای هر حالت جسم می‌توان مقدار انرژی درونی معینی تعریف کرد ولی نمی‌توان برای جسم مقدار انرژی گرمایی یا مقدار کار تعریف نمود[۵].

در نهایت می‌توان از تمرین مفهومی زیر برای سنجش میزان یادگیری و درک مفاهیم دما، گرما و انرژی درونی استفاده کرده، ضمن عمیق‌تر کردن درک و فهم آن‌ها در این زمینه بازخوردی از کار خود گرفته باشیم:

تمرین ـ در جدول زیر مانند نمونه تعیین کنید در هر عمل انرژی درونی، دما، انرژی هر ذره و تعداد ذره چه تغییری می‌کند[۶]؟

جدول ـ ۶

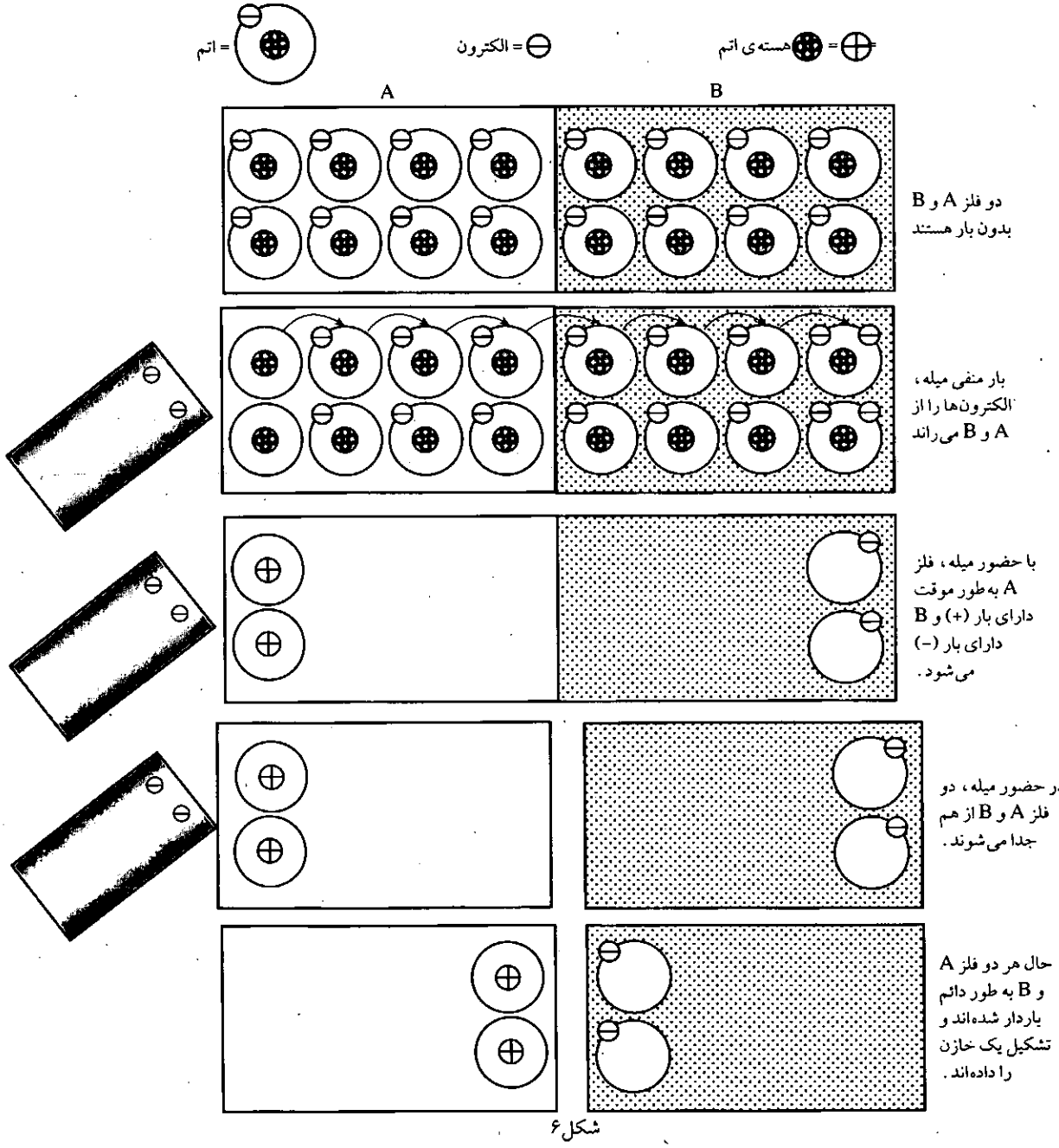
عمل انجام شده	تغییر انرژی درونی	تغییر دما	تغییر تعداد ذرات	تغییر انرژی جنبشی هر ذره
مقداری از آب سطل برداشته شود	کاهش	ندارد	کاهش	ندارد
سطل پر از آب روی شعله‌ی چراغ گذاشته شود				
لیوان آب داغ کنار پنجره‌ی باز گذاشته شود				
به لیوان نیمه‌پر حاوی آب‌حوض، آب‌جوش اضافه شود				
به لیوان نیمه‌پر حاوی آب‌حوض، قطعه یخی اضافه شود				

خازن‌های مسطح

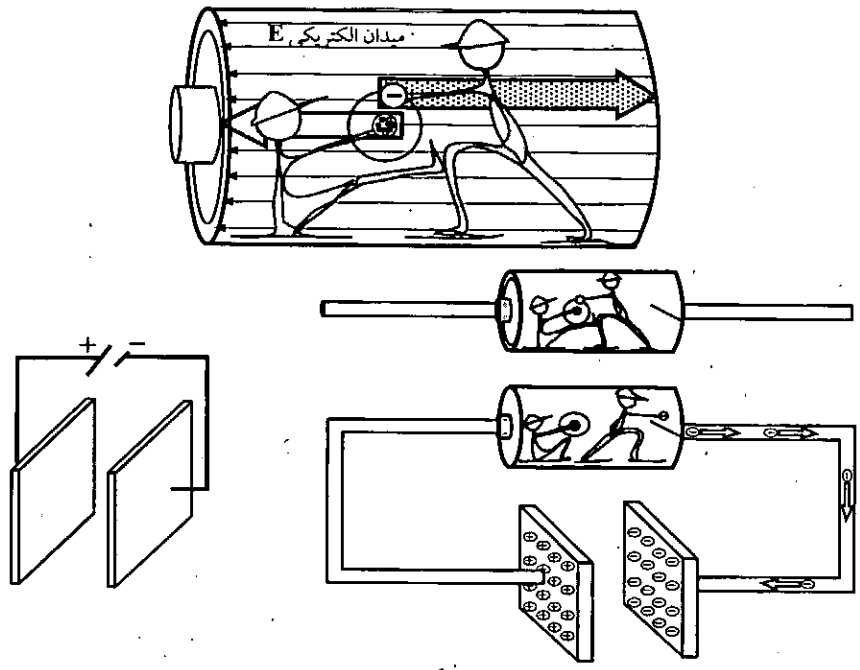
باردار کردن خازن

دو اتم را در دو قطعه فلز مشابه A و B در نظر بگیرید. کاری که برای جدا کردن الکترون از فلز A و انتقال آن به قطعه فلز B انجام می‌شود به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در آن دو ذخیره می‌شود، همان‌طور که کار لازم برای جدا کردن یک سنگ از زمین (بلند کردن آن) به صورت انرژی پتانسیل گرانشی در مجموعه‌ی سنگ و زمین ذخیره می‌شود. به شکل ـ ۶ دقت کنید که به ساده‌ترین شکل ممکن چگونگی ساختن یک خازن (مشابه روش باردار کردن دو کره‌ی رسانا به روش القایی) را نشان می‌دهد.

کاری که باید انجام شود، نزدیک کردن یک میله‌ی باردار به فلز A است. قسمتی از این کار به صورت انرژی الکتریکی با حرکت الکترون‌های آزاد از قطعه‌ی A به قطعه‌ی B در دو قطعه به‌طور موقت و با جدا کردن دو قطعه از هم، در حضور میله، به‌طور دائم در مجموعه‌ی دو قطعه ذخیره می‌شود. در زندگی روزمره اگر فقط ۱۰۰۰ تومان بین دو نفر ردوبدل شود، یکی ۱۰۰۰ تومان بستانکار و دیگری ۱۰۰۰ تومان بدهکار می‌شود. در دو فلز نیز با ردوبدل شدن بار q بین دو فلز در یکی بار q- و در دیگری q+ ایجاد می‌شود.



شکل ۶



شکل ـ ۷

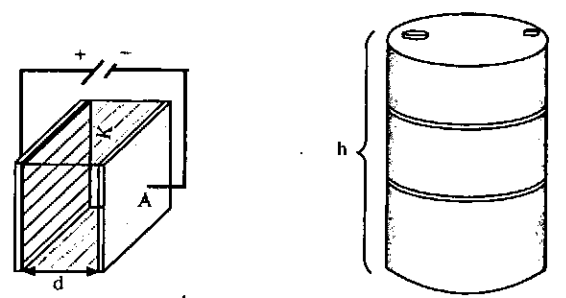
در خازن‌ها این کار به کمک باتری و از مسیر سیم‌های رابط انجام می‌شود. باتری با گرفتن الکترون از یک صفحه فلزی و انتقال آن به صفحه‌ی فلزی دیگر در اولی بار مثبت و در دیگری بار منفی ایجاد می‌کند. این کار باتری به صورت انرژی الکتریکی در مجموعه‌ی دو صفحه‌ی فلزی ذخیره می‌شود (شکل ـ ۷).

بیان فیزیکی این مفهوم به این صورت است که، باتری با تولید میدان الکتریکی در اطراف اتم‌ها باعث می‌شود الکترون آزاد از اتم جدا شود و در خلاف جهت میدان به حرکت درآید و روی یکی از صفحات خازن جمع شود. این کاری که میدان روی بار انجام می‌دهد به صورت یک طراحی ذهنی در شکل ـ ۷ نشان داده شده است.

ظرفیت خازن

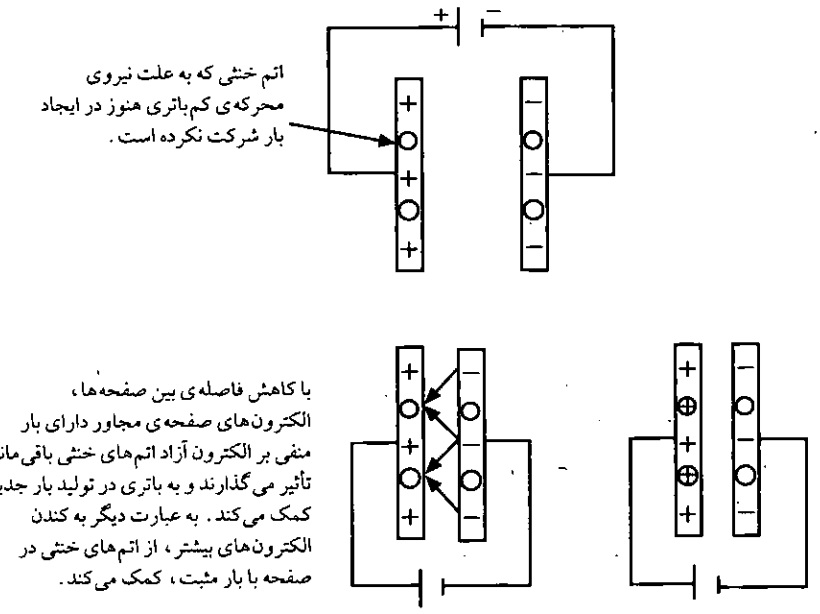
ظرفیت یک بشکه نفت ۲۲۰ لیتر است. این ظرفیت مقداری ثابت و در کارخانه تولیدکننده، ظرفیت آن تعیین شده است. مصرف‌کننده بسته به نیاز و توان مالی می‌تواند در آن مخزن (بشکه) نفت بریزد. به‌عبارت دیگر با هزینه‌ی بیشتر می‌تواند نفت بیشتری در بشکه بریزد. اگر در بشکه ۴۰ لیتر، ۷۰ لیتر، ۱۹۳ لیتر و یا هر مقدار کمتر از ۲۲۰ لیتر بریزد ظرفیت بشکه همان ۲۲۰ لیتر است. ظرفیت خازن نیز با توجه به ابعاد آن در کارخانه تعیین می‌شود و معمولاً ثابت است.

نکته جالب در مورد خازن این است که ظرفیت آن مفهوم حجمی ندارد (شکل ـ ۸). تجربه در این مورد نشان می‌دهد که دانش‌آموزان بیشتر مفهوم ظاهری حجم را معادل ظرفیت در نظر می‌گیرند، اگرچه سطح صفحه‌ها با ظرفیت رابطه‌ی مستقیم دارد. این به دلیل شرکت تعداد اتم‌های بیشتری است که در مبادله‌ی بار سهیم می‌شوند نه افزایش حجم ظاهری خازن. فاصله‌ی بین صفحه‌ها با ظرفیت رابطه‌ی عکس دارد. با کاهش فاصله‌ی بین صفحه‌ها، ابعاد هندسی خازن کاهش، و ظرفیت آن افزایش می‌یابد. در این حالت می‌توان افزایش ظرفیت خازن (و یا افزایش تعداد خط‌های میدان در فضای بین صفحه‌ها) را به‌صورت زیر توجیه کرد.



ظرفیت بشکه $= V = A \times h$ / ظرفیت ساختاری خازن $= C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$

شکل ـ ۸



شکل ـ ۹

وقتی خازن با یک مولد، تحت اختلاف پتانسیل V، پر می‌شود، ظرفیت کاربردی یا مداری خازن از رابطه‌ی $C = q / V$ به‌دست می‌آید. با کاهش فاصله‌ی بین صفحه‌ها ظرفیت خازن افزایش می‌یابد و به ازای یک اختلاف پتانسیل ثابت، می‌توان بار بیشتری را در خازن ذخیره کرد. مطابق آنچه که در شکل ـ ۹ آمده است چگونگی افزایش ظرفیت و در نتیجه بار ذخیره شده، نشان داده شده است.

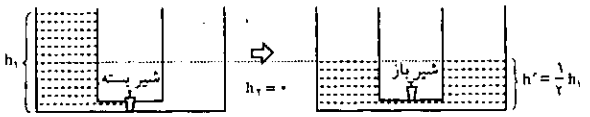
اتصال دو خازن به یکدیگر

چگونگی پر کردن یک خازن خالی با خازن پر دیگر یا اتصال دو خازن پر به هم، را می‌توان با دو ظرف که مایع مشابه در آن‌ها ریخته شده است و ظرف‌ها را می‌توان از پایین به هم وصل کرد، برای دانش‌آموزان توجیه و تفهیم کرد. تجربه نشان می‌دهد مشکلی که در این زمینه وجود دارد، مفهوم مثبت و منفی بارها است در حالی که به مایع تنها می‌توان یک حالت مثبت یا منفی نسبت داد. یعنی در حالتی که یک خازن پر و یک خازن خالی و یا هر دو خازن دارای بار همنام باشند مایع به خوبی نقش بار را ایفا می‌کند. اما در حالتی که دو خازن دارای بارهای غیر همنام، به هم متصل شوند چون مایع نمی‌تواند رفتاری دوگانه داشته باشد، برای توجیه مفهوم، مشکل پیش می‌آید. برای رفع این مشکل، مفهوم حفره را برای یکی از بارهای مثبت و منفی می‌توان پیشنهاد کرد که در شکل ـ ۱۰ ج به آن پرداخته می‌شود.

یادآوری این نکته آموزنده است که بار همواره به علت اختلاف پتانسیل الکتریکی (ΔV) و مایع به علت اختلاف پتانسیل گرانشی ($g\Delta h$) یا اختلاف ارتفاع (Δh) از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر جاری می‌شود.

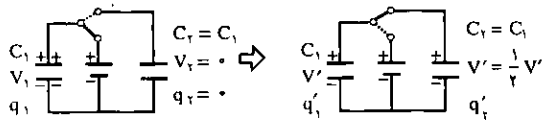
الف) اتصال یک خازن پر به یک خازن خالی در حالت‌های مختلف

الف ـ ۱ دو خازن مشابه $C_1 = C_2$:



$$\sum V = \text{ثابت} \rightarrow V_1 + V_2 = V_1' + V_2' \Rightarrow A_1h_1 + A_2h_2$$

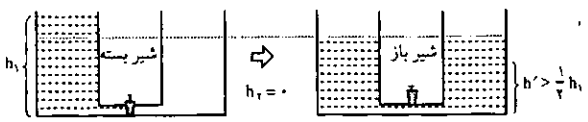
$$= A_1h' + A_2h' \xrightarrow{A_1=A_2, h_2=0} h' = \frac{1}{2}h_1$$

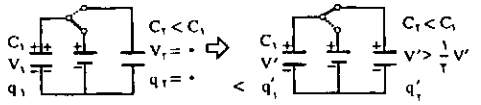


$$\sum q = \text{ثابت}; q_1 \pm q_2 = q_1' + q_2' \Rightarrow V' = \frac{q_1 \pm q_2}{C_1 + C_2}$$

$$= \frac{C_1V_1 \pm 0}{C_1 + C_2} = \frac{1}{2}V_1, q_1' = q_2' = \frac{1}{2}q_1$$

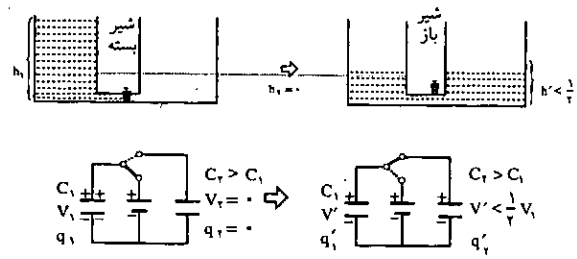
الف ـ ۲ دو خازن مشابه $C_1 > C_2$:





$$V' = \frac{q_1 \pm q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 \pm 0}{C_1 + C_1} > \frac{1}{2} V_1, \begin{cases} q_1' > \frac{1}{2} q_1 \\ q_2' < \frac{1}{2} q_1 \end{cases}$$

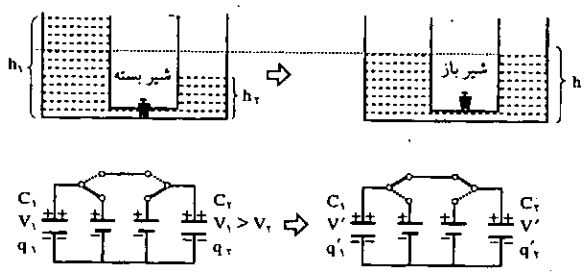
الف ـ ۳ دو خازن مشابه $C_1 < C_2$:



$$V' = \frac{q_1 \pm q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 \pm 0}{C_1 + C_1} < \frac{1}{2} V_1, \begin{cases} q_1' < \frac{1}{2} q_1 \\ q_2' > \frac{1}{2} q_1 \end{cases}$$

ب ـ اتصال دو خازن پر به هم

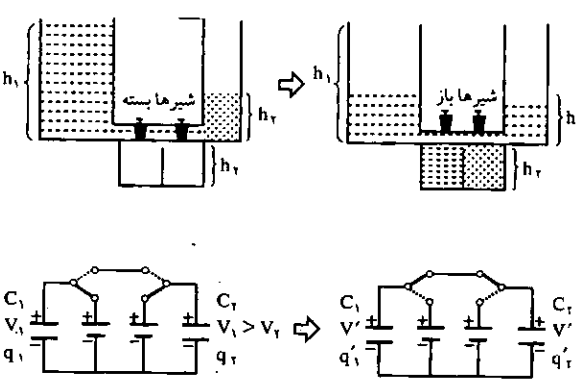
ب ـ ۱ : صفحات هم‌نام به هم :



$$V' = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}, \begin{cases} q_1' = C_1 V' \\ q_2' = C_2 V' \end{cases}$$

ب ـ ۲ : اتصال صفحه‌های ناهمنام به هم :

برای توجیه مفهوم منفی یا مثبت در بارها، می‌توان حفره‌ای منفی یا مثبت، برابر اختلاف حجم مایع در دو طرف در نظر گرفت.



$$V' = \frac{q_1 - q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 - C_2 V_2}{C_1 + C_2}, \begin{cases} q_1' = C_1 V' \\ q_2' = C_2 V' \end{cases}$$

بحث و نتیجه گیری

آنچه که ارائه شد، نمونه‌هایی از تجربه‌های آموزشی هستند که عملاً حین تدریس در کلاس درس با توجه به نیازسنجی دانش‌آموزان به توضیح بیشتر و ترکیب آن با هنر گرافیک شکل گرفته، و در جلسات متعدد گروه‌های آموزشی در بین دبیران به بحث گذاشته شده است و پس از به‌کارگیری آن‌ها در کلاس درس، بازخورد و نتایج مثبتی در پی داشته است. به گونه‌ای که باعث شکوفایی خلاقیت‌های دانش‌آموزان شده و آن‌ها حین تدریس به مباحث مشابه دیگر اشاره کرده و موجب پربارتر شدن تدریس شده‌اند.

این کار در فرآیند آموزش مفاهیم اساسی فیزیک به دانش‌آموزان بسیار مؤثر بوده است و به منظور گسترش این تجربیات، به‌کارگیری آن در کلاس درس پیشنهاد می‌شود. با توجه به این‌که در نظام آموزش کنونی ساز و کار هدفمندی برای گردآوری، تبادل‌نظر، تحلیل و انتشار و به‌کارگیری تجربه‌های آموزشی و خلاقانه‌ی دبیران جهت بهبود کیفیت آموزشی وجود ندارد، لذا نمونه‌های مشابه آنچه که در این مقاله آمده است می‌تواند مبنایی برای شکل‌گیری یک بانک اطلاعات تجربی در امور آموزشی فیزیک باشد.

از طرف دیگر، برای این‌که بستری مناسب جهت تبادل تجربه‌های مفید آموزشی در بین دبیران فراهم شود، پیشنهاد می‌شود دوره‌های ضمن‌خدمت بر مبنای ارائه و بهره‌گیری از این تجربه‌ها برگزار شود. سرانجام، نتایج و حاصل کار پس از برگزاری این دوره‌ها به صورت مدون منتشر شده، و در تغییرات کتاب‌های درسی و جدیدالتألیف مورد استفاده قرار گیرد.

منابع و مآخذ :

۱. خیراندیش، بهروز و همکاران، مجموعه مقاله‌های برگزیده، دهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران، (رشت، ۱۳۸۴)

2. Chanlin, lih-juan. "Attributes of animation for learning scientific knowledge," Journal of Instructional Psycology, 2000.

3. Lee, Trence, et al. "Why animated but not static? The spatial-temporal" Department of Psychology, The University of Hong Kong, 2000.

۴. زمانی، بی‌بی‌عشرت، مجموعه مقاله‌های برگزیده نهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران (اصفهان، ۱۳۸۳)

۵. احمدی، احمد و همکاران، کتاب معلم (راهنمای تدریس) فیزیک(۱) و آزمایشگاه (تهران، ۱۳۸۴)

۶. نیکونژاد، محمدحسین و طلوع شمس، مهرناز، خودآموز فیزیک (سال اول متوسطه)، آموزش از راه دور (تهران، ۱۳۸۴)

کدام نخ پاره می‌شود؟

مارک هیلد[1] و جورج کاپلان[2]
ترجمه: مهین اربابی
دبیر فیزیک منطقه ۵ تهران

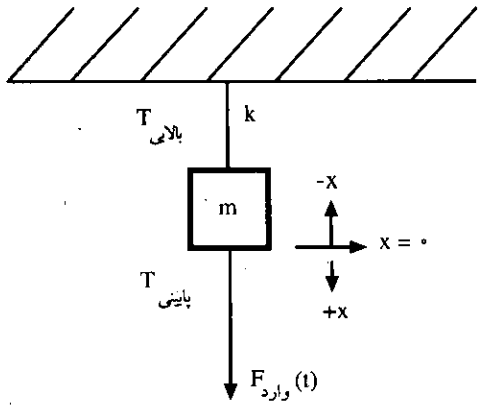
نمایش معروفی وجود دارد که در آن جرم سنگینی به یک نخ سبک آویخته شده و نخ مشابهی هم از وزنه آویزان است (شکل ۱). اگر نخ پایینی را به آرامی بکشید، نخ بالایی پاره می‌شود. اما اگر نخ پایینی را به سرعت بکشید، نخ پایینی پاره می‌شود. در بیشتر کتاب‌های درسی مقدماتی این مسأله به صورت کیفی مطرح شده است. اما از برخورد کمّی با این مسأله آگاهی نداریم که پارامترهای مؤثر در پاره شدن نخ‌ها را نشان می‌دهد.

برای کمّی کردن مسأله، باید دو مدل را به کار بگیریم: (۱) وابستگی نیروهای اعمال شده به زمان، و (۲) ویژگی‌های کشسانی نخ‌ها. در هر مورد از ساده‌ترین مدل ممکن استفاده می‌کنیم، و متوجه هستیم که هر مدل فقط تقریبی از جهان واقعی است. مدل‌ها عبارتند از:

۱. *فرض می‌کنیم نیروی وارد بر نخ پایینی بر حسب زمان به صورت خطی افزایش یابد.*

$$F_{\text{وارد}}(t) = \alpha t \quad \text{برای} \quad t > 0 \qquad (1)$$

اگر چنین نیرویی به جرم منزوی اعمال شود، آهنگ تغییر شتاب ثابت خواهد بود. این مشتق سوم جابه‌جایی را گاهی «تکان» می‌نامند که با استفاده از این واژه در زبان روزمره سازگار است. می‌توان گفت که ضریب ثابت α در رابطه‌ی (۱) معیاری از اندازه‌ی تکان است.



شکل ۱- جرم آویزان به یک نخ که نیروی بریده بریده‌ای به نخ پایینی وارد می‌شود.

۲. *هر کدام از نخ‌ها را بدون جرم و تا رسیدن به حد پاره شدن در کشش* $T = T_.$ *(شکل ۲) تابع قانون هوک*[3] *درنظر می‌گیریم. یعنی، رابطه‌ی بین کشش و افزایش طول نخ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید*

$$T = k\Delta x \quad \text{برای} \quad T < T_. \qquad (2)$$

چون نخ پایینی بی‌جرم است، کشش در تمام طول آن یکسان و برابر نیروی وارد است. یعنی، $F_{\text{وارد}}$ عملاً به جرم m اعمال می‌شود. کش آمدن نخ پایینی مستقیماً وارد این تحلیل نمی‌شود.

مادامی که هیچ کدام از نخ‌ها پاره نشده‌اند، معادله‌ی حرکت

جرم به صورت زیر است

$$ma = F_{وارد} - kx \qquad (۳)$$

که x جابه‌جایی جرم m از وضعیت تعادل به پایین در هنگام آویزان بودن به نخ است، با قرار دادن $F_{وارد} = \alpha t$ و $a = d^۲x/dt^۲$، و بازآرایی آن‌ها، به معادله‌ی دیفرانسیل زیر می‌رسیم

$$\frac{d^۲x}{dt^۲} + \frac{k}{m}x = \frac{\alpha}{m}t \qquad (۴)$$

این همان معادله معروف حرکت هماهنگ ساده‌ی واداشته است. حل آن از مجموع یک تابع مکمل [که جواب معادله‌ی $\frac{d^۲x}{dt^۲} + \frac{k}{m}x = ۰$ است]، به اضافه‌ی انتگرال خاصی تشکیل شده است که آن را جمله‌ی محرک تعیین می‌کند. بنابراین جواب معادله‌ی (۴) به صورت زیر درمی‌آید

$$x = A\sin(\sqrt{\frac{k}{m}} + \phi) + (\frac{\alpha}{k})t \qquad (۵)$$

که A و ϕ ثابت‌های انتگرال‌گیری هستند که شرایط اولیه‌ی دستگاه آن‌ها را مشخص می‌سازد. چون فرض می‌کنیم که در $t = ۰$، $x = ۰$ باشد، پس $\phi = ۰$ است. دامنه‌ی A را شرط اولیه‌ی دوم تعیین می‌کند که در $t = ۰$، $dx/dt = ۰$ است، که از آن به دست می‌آوریم

$$A = -\frac{\alpha}{k}\sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (۶)$$

جواب کامل معادله (۴) با توجه به شرایط اولیه‌ی ما به صورت زیر درمی‌آید

$$x = \frac{\alpha}{k}[t - \sqrt{\frac{m}{k}}\sin(\frac{k}{m}t)] \qquad (۷)$$

کشش پایینی $T_{پایینی}$ نخ پایینی صرفاً نیروی اعمال شده است،

$$T_{پایینی} = \alpha t \qquad (۸)$$

کشش نخ بالایی برابر است با

$$T_{بالایی} = mg + kx = mg + \alpha[t - \sqrt{\frac{m}{k}}\sin(\sqrt{\frac{k}{m}}t)] \qquad (۹)$$

کشش‌های دو نخ بر حسب زمان در شکل ۳ رسم شده است. در این شکل فرض کرده‌ایم که جمله‌ی مربوط به «وزن بی‌حرکت» mg در معادله‌ی (۹) در مقایسه با کشش پاره شدن نخ $T_.$ ناچیز است، یعنی نخ بالایی در ابتدا به اندازه‌ای که پاره شود کشیده نمی‌شود. (توجه کنید که کش آمدن x از محل وزن متصل به نخ بالایی اندازه گرفته می‌شود.)

دو منحنی در کشش‌های مشخص شده با $T_۱$، $T_۲$، $T_۳$، و غیره با هم برخورد می‌کنند که در زمان‌هایی رخ می‌دهد که شرط زیر برقرار باشد

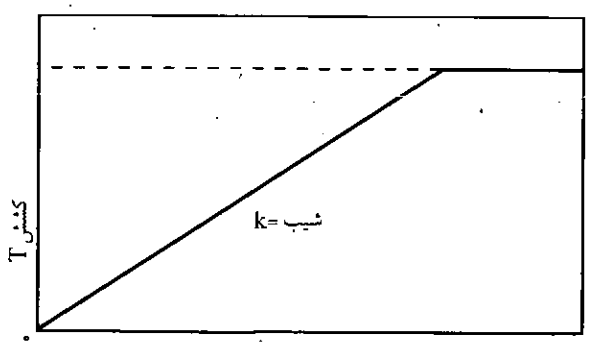
$$\sqrt{\frac{k}{m}}t = \pi, ۲\pi, ۳\pi, \ldots \qquad \text{(برای mg ناچیز)}$$

ضمن این‌که، کشش پاره شدن $T_.$ نظیر مقداری روی محور عمودی شکل ۳ است. اگر $T_.$ کمتر از $T_۱$ باشد، ابتدا نخ پایینی پاره می‌شود. اگر $T_.$ بین $T_۱$ و $T_۲$ باشد، ابتدا نخ بالایی پاره می‌شود: فعلاً موردی را که $T_.$ بیشتر از $T_۲$ باشد درنظر نمی‌گیریم، و به موردی می‌پردازیم که در مرز بین دو منطقه‌ی پایینی $T_. = T_۱$ باشد:

$$T_. = \alpha_۱\sqrt{\frac{m}{k}}x \quad \text{یا} \quad \alpha_۱ = \frac{T_.}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \qquad (۱۱)$$

اگر پارامتر ـ تکان α بزرگ‌تر از این مقدار $\alpha_۱$ باشد، $T_۱$ نخ پایینی باید به مقدار پاره شدن برسد.

در شکل ۳، منطقه‌ی $۰ < T_. < T_۱$ نظیر α ی بزرگ است (یعنی، برای تکان شدید، نخ پایینی پاره می‌شود)، در حالی که منطقه‌ی $T_۱ < T_. < T_۲$ نظیر α ی کوچک‌تر است (برای تکان ملایم، نخ بالایی پاره می‌شود). این رابطه دقیقاً همان چیزی است که از نظر فیزیکی از لختی جرم انتظار داریم. با این همه، اگر $T_.$ بزرگ‌تر از $T_۲$ نظیر تکان حتی ملایم‌تری باشد، شکل ۳ نشان می‌دهد که منطقه‌ی متناوب غیرعادی می‌تواند وجود داشته باشد که در آن ـ برخلاف شناخت فیزیکی ما از این وضعیت ـ نخ پایینی



شکل ۲ ـ مدل بسیار ساده‌ی کشسانی نخ: وقتی کشش به $T_.$ برسد نخ پاره می‌شود.

می‌تواند ابتدا پاره شود. برای شکست تحلیل بسیار ساده‌شده‌ی ما وقتی $T_{\circ}$ در مقیاس شکل نسبتاً بزرگ باشد چند دلیل وجود دارد:

۱. مهم‌تر از همه آن است که در شرایط عادی این آزمایش، جمله‌ی مربوط به وزن ایستا در معادله‌ی (۹) در مقایسه با $T_{\circ}$ ناچیز نیست. یک mg قابل ملاحظه صرفاً منحنی موجی شکل ۳ را به طرف بالا منتقل بزرگ‌تر از $T_{\circ}$ است و نخ پایینی پاره می‌شود. اگر کوچک‌تر از این مقدار باشد (اگر خیلی کوچک‌تر نباشد) نخ بالایی پاره می‌شود.

با بیان بسامد نوسان جرم متصل به نخ (بالایی) برحسب دوره‌ی آن، $P = 2\pi\sqrt{m/k}$، و مقدار تکان برحسب «زمان تا پاره شدن»، $\tau = T_{\circ}/\alpha$، می‌توان این شرط مرزی را به صورت فیزیکی‌تر درآورد. در این صورت معادله‌ی (۱۱) به صورت زیر درمی‌آید

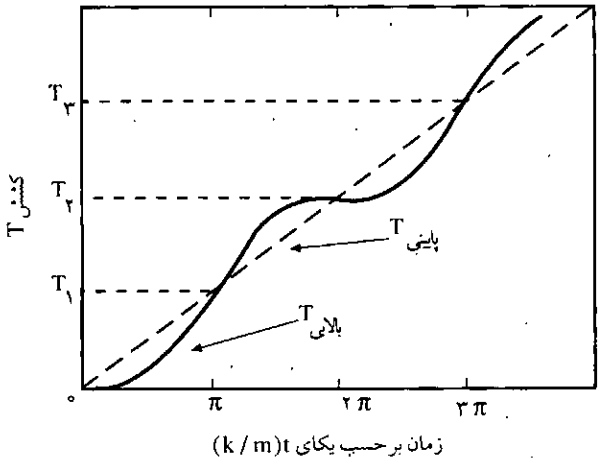
$$\frac{T_{\circ}}{\alpha} = \pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{یا} \quad \tau = \frac{P}{2} \qquad (12)$$

یعنی، نیروی اعمال‌شده در کمتر از نصف دوره‌ی نوسان لازم برای پاره شدن می‌کند. این جابه‌جایی سبب حرکت نقطه‌های برخورد (T_1 پایین، T_2 بالا و غیره) می‌شود، درنتیجه عرض منطقه‌ی پاره شدن نخ پایینی را کم و عرض منطقه‌ی پاره‌شدن نخ بالایی را زیاد می‌کند. (درواقع، وقتی mg بزرگ‌تر از $\alpha\sqrt{m/k}$ باشد، منحنی موجی به قدری جابه‌جا می‌شود که نخ بالایی همواره ابتدا پاره می‌شود.) بعداً درباره‌ی این اثر بیشتر بحث خواهیم کرد.

۲. میرایی نوسان‌ها را که در صورت کشسان نبودن کامل نخ به‌وجود می‌آید نادیده گرفتیم (به لحاظ فیزیکی نوسان وقتی به‌وجود می‌آید که تکان در $t = 0$ شروع شود). برای بیشتر نخ‌های واقعی، نوسان $T_{\text{بالایی}}$ در شکل ۳ با گذشت زمان به سرعت میرا می‌شود. این اثر همراه با جابه‌جایی ناشی از mg می‌تواند باعث شود که منحنی $T_{\text{بالایی}}$ در هر نقطه‌ی بالاتر از محل برخورد (جدید و جابه‌جا شده) T_1 بالاتر از خط $T_{\text{پایینی}}$ قرار گیرد، و نخ بالایی برای تمام مقادیر بیشتر از T_1 پاره شود.

۳. در شکل ۲ فرض کردیم که گذار از قانون هوک به پاره‌شدن ناگهان صورت می‌گیرد. این فرض غیرواقعی است و در بیشتر موارد این «گوشه‌ی» تیز گرد خواهد شد. این گرد شدن نظیر مقدار کمتر k و درنتیجه دوره‌ی نوسان طولانی‌تر در هنگام نزدیک شدن کشش‌ها به $T_{\circ}$ است: پاره شدن نخ بالایی احتمالاً پیش از رسیدن به محل برخورد «T_2» صورت می‌گیرد.

در نمایش‌های استاندارد، مقدار تکان α را کمیت متغیر و



شکل ۳. کشش در نخ‌های بالایی و پایینی برحسب زمان، وقتی کشش به مقدار روی مختصه عمودی برابر با $T_{\circ}$ برسد یکی از نخ‌ها پاره می‌شود

mg، $T_{\circ}$، و k را ثابت می‌گیرند. اما در شکل ۳ اثر تغییر دادن α (که در شیب منحنی‌ها پنهان است)، و ثابت نگه‌داشتن دیگر پارامترها به‌راحتی مشاهده نمی‌شود. به‌ویژه، شاید نادیده گرفتن mg وقتی مقدار پاره‌شدن $T_{\circ}$ در پایین‌تر از محل برخورد T_1 رخ می‌دهد کاملاً منطقی باشد، اما اگر پاره شدن در حوالی T_2 یا بالاتر باشد (که در این صورت منحنی $T_{\text{بالایی}}$ باید جابه‌جا شود) دیگر منطقی نیست. همین‌طور توجه کنید که محل برخورد اولیه‌ی ما، به‌جای قرار گرفتن روی توصیفی کاملاً وابسته به زمان، در نقطه‌های برخورد شکل ۳ است. یعنی، توجه ما معطوف به مرزهای بین پاره‌شدن یک نخ یا نخ دیگر است که در شرایطی رخ می‌دهد که داشته باشیم

$$T_{\circ} = T_{\text{بالایی}} = T_{\text{پایینی}} \qquad (13)$$

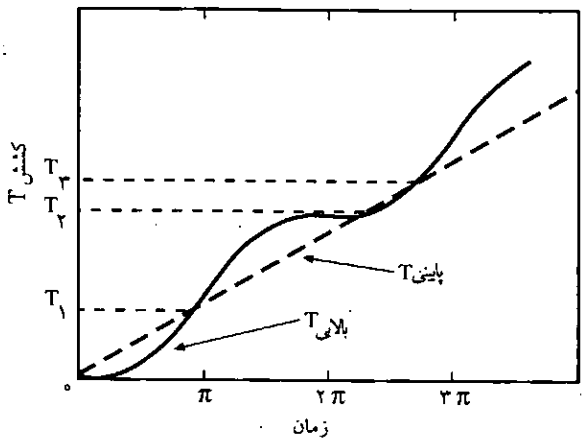
فرض کنید mg کسر ثابتی از کشش پاره شدن $T_{\circ}$ باشد و این نسبت ثابت را گاما بنامیم

$$\gamma = \frac{mg}{T_{\circ}} \qquad (14)$$

در شرایط خاصی که $T_{\circ} = T_{\text{بالایی}}$ باشد، می‌توانیم معادله‌ی (۹) را به صورت زیر بازنویسی کنیم:

$$T_{\text{بالایی}} = T_{\text{بالایی}}\,\gamma + \alpha\left[t - \sqrt{\frac{m}{k}}\sin\left(\sqrt{\frac{m}{k}}t\right)\right]$$

$$T_{\text{بالایی}} = \left(\frac{1}{1-\gamma}\right)\alpha\left[t - \sqrt{\frac{m}{k}}\sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_1\right)\right] \qquad (15)$$



شکل ۴ . واپیچیدگی کلی شکل ۳ با فرض نسبت ثابت $\gamma = mg/T_0 = ۰/۱$. نگاه کنید به متن .

شکل ۴ رسم مجدد $T_{\text{بالایی}}$ (برای $\gamma = ۰/۱$)، همراه با $T_{\text{پایینی}}$ معادله‌ی (۸) است . در این شکل، فقط نقطه‌های برخورد [که در آن‌ها معادله (۱۳) به‌کار می‌رود] به لحاظ کمّی دارای معنی هستند . (بین این نقطه‌های برخورد، منحنی‌ها فقط تا جایی معنی دارند که نشان دهند کدام نخ در آن منطقه پاره می‌شود .) دارای یک سری نقطه‌های برخورد گسسته (مرزها) هستیم که بستگی به این دارند که مقدار واقعی T منطبق بر T_1 ، یا T_2 ، یا T_3 و غیره است . [مقادیر T_1 ، T_2 ، و غیره برای مقدار غیر صفر mg با مقادیر مربوط به معادله‌ی (۱۰) اصلاح نشده‌اند .]

این منحنی اصلاح شده‌ی ۴ نشان می‌دهد که برای مورد معمولی با نسبت ثابت $\gamma = mg/T_0$. اندازه‌ی منطقه‌ی غیر عادی بین T_2 و T_3 به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است (و همین طور، تمام منطقه‌های غیر عادی مرتبه‌ی بالاتر بین T_4 و T_5 و غیره) . به‌ویژه، وقتی نسبت گاما ۰/۱۲۸ باشد منحنی $T_{\text{بالایی}}$ بر خط $T_{\text{پایینی}}$ مماس می‌شود، و نقطه‌های برخورد T_2 و T_3 در هم ادغام می‌شوند . یعنی، برای $\gamma > ۰/۱۲۸$ هیچ منطقه‌ی غیر عادی وجود ندارد، و برای تمام مقادیر تکان α کمتر از مقدار مربوط به T_1 [معادله‌ی (۱۱) اصلاح شده برای mg غیر صفر] نخ بالایی پاره می‌شود . تنها امکان مشاهده‌ی پاره‌شدن نخ پایینی «بر اثر کشیده‌شدن» برای نخ‌های با بار بسیار سبک، $mg < ۰/۱۲۸$ است . و این مقدار در صورتی که میرایی وجود داشته باشد، و ثابت مؤثر فنر k در حوالی مقدار پاره‌شدن کاهش یابد، باز هم کمتر می‌شود .

«مدل بسیار ساده» نیروی اعمال شده، معادله‌ی (۱)، این امتیاز را دارد که ویژگی کشسانی (مقدار k) برای نخ پایینی وارد تحلیل نمی‌شود، اما این عیب را هم دارد پایین‌ترین نقطه‌ی نخ (یعنی، نقطه‌ی اعمال نیرو) دارای یک مؤلفه‌ی نوسانی حرکت است . احتمالاً، واقعی‌تر آن است که فرض کنیم محل پایین‌ترین نقطه‌ی نخ پایینی برحسب زمان به‌طور خطی تغییر می‌کند . به واسطه‌ی کش‌آمدن تغییر نخ پایینی، در این مدل نیروی اعمال شده دارای یک مؤلفه‌ی نوسانی است که روی سراشیبی خطی قرار می‌گیرد . اکنون به ویژگی‌های کشسانی هر دو نخ نیاز داریم؛ اگر نخ‌ها از مواد مشابه ساخته شده باشند، مقدار مدول یانگ برای آن‌ها یکسان خواهد بود، اما مقادیر «ثابت فنر» $k_{\text{بالایی}}$ و $k_{\text{پایینی}}$ آن‌ها متناسب با طولشان می‌شود . بنابراین مقدار k دوم (یا محدودیت موجود در مورد نسبت طول‌ها) تحلیل را دست و پاگیر می‌کند . وقتی محاسبه‌های مربوط به این مدل دیگر را انجام دهیم، معلوم می‌شود که خط راست مربوط به $T_{\text{پایینی}}$ در شکل ۳ به‌صورت نوسانی درمی‌آید، اما جهت آن برخلاف نوسان‌های $T_{\text{بالایی}}$ است . با وجود این، اگرچه تحلیل پیچیده‌تر می‌شود، اما رفتار کمی اصولاً یکسان می‌ماند . متوجه می‌شویم که انتخاب این‌که نیروی اعمال شده برحسب زمان به‌صورت خطی تغییر کند (و نقطه‌ی اعمال آن نوسان کند)، یا نقطه‌ی اعمال نیرو برحسب زمان به‌صورت خطی تغییر کند (و اندازه‌ی نیرو نوسان کند)ـ به لحاظ فیزیکی تابع جرم (و شاید سایر ویژگی‌های) عامل محرک است . همان‌طور که در شروع کار گفتیم ساخت یک مدل کمی که تمام جزئیات یک وضعیت تجربی را به‌صورت واقعی نشان دهد دشوار است .

زیرنویس :

1. Mark Heald
2. George Caplan
3. Hook's low

منابع :

1. D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, *Fundamentals of Physics*, 4th ed. (Wiley, New York, 1993), p. 120, Question #3 (p. 95 in 3rd ed.).

2. G. D. Freier and F. J. Anderson, *A Demonstration Handbook for Physics*, 2nd ed. (AAPT, College Park, MD, 1981), p. M-16, Demonstration Mc-2.

3. T. R. Sandin, "The jerk", *Phys. Teach.* **28** (1), 36-40 (1990).

4. The anomalous zone between T_2 and T_3 remains present, but the zone between T_4 and T_5 disappears, for $\gamma > 0.071$. Experimenters might try to observe this "anomalous" breaking of the lower string for weak jerk by working with $0.071 < \gamma < 0.128$. Repro-ducibility and low damping suggest using fine, brittle wires, rather than fibrous string or thread.

5. The periodicity of oscillation also changes because the two strings now work in "push-pull". The effective spring constant k in the argument of the sine function in Eqs. (7) and (9) becomes $k_{up} + k_{low} \approx ۲k_{up}$.

چگونه می توان آموزش فیزیک را روان و ساده ساخت؟

جمیله صمدی
دبیر فیزیک کرمانشاه

مقدمه

اینجانب بنا به فراخوان جهت ارائه پیشنهاد برای توسعه امر آموزش و پرورش وظیفه خود می‌دانم تجربه‌های به دست آورده در کلاس درس را در زمانی بسیار طولانی چه به‌عنوان دانش‌آموز و چه معلم (۲۷ سال سابقه تدریس فیزیک) مطرح کنم. زیرا سرنوشت معلم این است که دوباره به کلاس درس برمی‌گردد و می‌تواند از تجربه‌های خود برای پیشرفت بیشتر در زمینه تدریس استفاده کند. زمانی که ما دانش‌آموز بودیم روش‌های تدریس معایب زیادی داشت و این معایب هرچند به ضرر عده زیادی از دانش‌آموزان بود و درس را خوب یاد نمی‌گرفتند، و کتاب‌ها هم برای مطالعه مناسب نبودند، اما برای دانش‌آموزان مستعد و علاقه‌مند به یادگیری این مزیت را داشت که بیشتر مواقع برای یادگیری و درک مطلب و حل مسأله‌های ریاضی و فیزیک از توانایی‌های ذهنی خود استفاده می‌کردند و به میل و رغبت خودشان و به طور خودجوش از خوان نعمت کلاس درس بهره می‌بردند. به طور کلی سبک تدریس و نگارش کتاب‌ها به‌ویژه کتاب‌های ریاضی براساس اصول روان‌شناسی آموزشی تدوین نشده بود و اکثر اوقات تفهیم و درک ریاضی با قدرت تشخیص خود دانش‌آموز انجام می‌گرفت به طور کلی اگر دانش‌آموز مطلبی را یاد می‌گرفت آن را خوب یاد می‌گرفت و به خاطر می‌سپرد.

در آن سال‌ها هنوز استفاده از ماشین حساب ساده متداول نبود و ماشین حساب در مغازه‌ها پیدا نمی‌شد. حتی برای محاسبه در آزمایشگاه‌های دانشگاه تهران که در آن‌جا دانشجو بودم از خط کش محاسبه استفاده می‌شد. در مقایسه با آن زمان، اکنون تقریباً رایانه

به همه خانه‌ها راه پیدا کرده است. این پدیده جدید برای بررسی و تحقیق در فیزیک و همین‌طور در رشته‌های دیگر ارزش غیرقابل تصوری دارد. در حال حاضر بهترین وسیله‌ی پیشرفت برای رسیدن به بسیاری از اهداف یادگیری در مدرسه وجود دارد و با هزینه کردن در این زمینه خوان گسترده‌ای برای همه دانش‌آموزان چه مستعد و چه ضعیف در امر یادگیری به‌وجود آمده است که برای رشد و توسعه آموزش‌وپرورش در ایران بسیار مناسب است. من معتقدم هرچند دستگاه آموزش‌وپرورش در یک جامعه ممکن است نتواند به همه اهداف خود برسد، اما اگر در مجموع عملکرد آن در جهتی باشد که میل و اشتیاق به آموختن را در وجود دانش‌آموزان برانگیزد و موجب ترغیب معلمان به آموختن بیشتر شود، همین‌طور با آن احساس مسئولیت و وظیفه‌شناسی را تقویت کند در واقع به هدف اصلی خود رسیده است و می‌تواند نقش‌آفرینان اصلی این سازمان را که همان معلمان و دانش‌آموزان است به حرکت در آورد و به‌سوی فهم و ادراک بیشتر بکشاند. نقش معلم مثل یک راهنما و توصیف‌کننده‌ای است که خود بیشتر از همه نیاز به یادگیری و نوآموزی دارد؛ اما متأسفانه به علت مشکل معیشت شاهدافت کارایی و کشیده شدن به سمت سودجویی در قبال تدریس و ایجاد رکود و عدم رشد در بعضی از معلمان از جمله معلمان فیزیک هستیم. روش‌های توأم با سودجویی بعضی از آن‌ها مانع از شکوفائی استعدادهای ذاتی دانش‌آموزان می‌شود. روی این اصل پیشنهادی ارائه شده است که می‌تواند درجهت اصلاح روش تدریس فیزیک در مقطع متوسطه و افزایش انگیزه در دانش‌آموزان و کارایی در تدریس فیزیک مؤثر باشد. همین‌طور می‌تواند برای مدرسان فیزیک که خارج از مدارس دولتی به کار تدریس مشغول هستند مفید باشد. آن‌ها می‌توانند با حذف روش‌های غلط و ناکارآمد تجارتی بکوشند تا روش‌های مترقی جدید را جایگزین آن‌ها کنند و از ارائه درس فیزیک به‌صورت مجموعه‌ای از محفوظات و فرمول‌ها بپرهیزند.

تحول در زمینه کارایی و بهره‌وری علمی در مقطع متوسطه

تغییرات و گذار دستگاه آموزشی مثل هر تحول دیگر از یک حالت ساده و روان به یک حالت پیچیده است که در حالت پیچیده نیز نیازمند سازوکارهای جدیدی هستیم که دوباره تحول را به همان روانی اولیه‌ی آن برساند. در واقع با بررسی سیر تحول کارایی تحصیلات متوسطه و تدریس درس‌هایی مانند فیزیک به این نتیجه می‌رسیم که تدریس به‌روش سنتی در حال حاضر برای بسیاری از دانش‌آموزان که عمر و نوجوانی خود را سرکلاس می‌گذرانند چندان کارآمد نیست، و باید با هماهنگ کردن ساعت‌های درسی با سرفصل‌ها و حجم کتاب و همین‌طور با استفاده از آزمایشگاه و کارگاه IT دانش‌آموزان را به یادگیری عمیق‌تر و به دنبال آن توانمندی و مهارت گسترده‌تر در استفاده ازتوانایی های ذهنی‌شان سوق داد.

بهتر است سه تقسیم‌بندی زیر را برای این تحول درنظر بگیریم:

۱. دستگاه آموزشی در دوره‌ی متوسطه در حالت ابتدایی آن هرچند از بعضی جنبه‌ها ناکارآمد تلقی می‌شد، اما باتوجه به ساختار عموماً سنتی جامعه و شرایط ویژه‌ای که از نظر اشتغال وجود داشت، انگیزه برای گذراندن این مقطع تحصیلی کاملاً متفاوت و به‌گونه‌ای بود که اختیار و ابتکار عمل به خود دانش‌آموزان مربوط می‌شد و در واقع گرفتن دیپلم یک نوع موفقیت در زندگی محسوب می‌شد و بنابراین از طرف خانواده‌ها و معلمان الزام و فشاری برای یادگیری بیشتر به آن‌ها وارد نمی‌شد. دانش‌آموز بنا به هدفی که داشت به همت خود از خوان گسترده آموزش‌وپرورش استفاده می‌کرد. گاهی پیش می‌آمد که دانش‌آموز چندین سال متوالی در امتحانات نهایی دوره متوسطه شرکت می‌کرد تا موفق شود دیپلم بگیرد و در یک اداره استخدام شود. دانش‌آموزانی هم که قصد آموختن علم و ادامه تحصیل داشتند برای یادگیری اکثراً بدون استفاده از کلاس تقویتی و کتاب راهنما به‌طور خودجوش و به میل و رغبت خود تنها با استفاده از توانایی‌های ذهنی خود از کلاس درس بهره می‌بردند.

۲. در دوره دوم که آن را مرحله گذار از ساده به پیچیده می‌خوانیم، به‌تدریج به‌علت افزایش تعداد کسانی که خواهان ورود به دانشگاه بودند، همین‌طور افزایش سطح توقع خانواده‌ها برای قبولی فرزندانشان در امتحانات، کلاس‌ها و آموزشگاه‌های تقویتی و کتاب‌های راهنمای درسی برای کمک آن‌ها متداول شد. این دوره گذار، ابتدا برای اکثر دانش‌آموزان مشکل چندانی وجود نداشت و دستگاه آموزشی برای دادن خدمات به عموم دانش‌آموزان کماکان روان و پویا بودند.

۳. اکنون چند سال است که این دوره گذار به پایان راه خود رسیده است و دستگاه آموزشی در حالت پیچیده و ناهنجار و ناکارآمدی است که نیاز به تحول اساسی دارد. دانش‌آموز فعلی حتی با دانش‌آموز پنج سال پیش قابل مقایسه نیست. عامل اصلی آن ارائه درس های سخت و توقع از دانش‌آموزان ضعیف برای قبولی در امتحانات و گرفتن دیپلم است، و این در شرایطی است که می‌بینند جوانانی با مدرک‌های بالاتر بی‌کار هستند. عامل مهم دیگر به توسعه و گستردگی ارتباطات مربوط می‌شود که تا حد روستاهای دورافتاده نیز پیش رفته و خواه‌ناخواه در رفتار دانش‌آموزان تأثیر شگرفی به‌وجود آورده است. به صرف نشستن در سر کلاس و گوش دادن به توضیح‌های معلم یا دانش‌آموزان دیگر نمی‌توان انگیزه درونی قوی برای یادگیری در آن‌ها به‌وجود آورد. برای رفع این مشکلات باید تغییری اساسی در نحوه‌ی آموزش‌وپرورش تدریس به‌وجود آید.

اصل پیشنهاد

برای خارج شدن از این دوره‌ی گذار که به فاز پیچیده خود رسیده است، و برای این‌که به حالت روان، ساده و پویا برسیم باید مانند هر جریان تکاملی دیگر از ابزارهای نوین موجود استفاده کنیم. در واقع هم در و هم کلید به همین فناوری‌های نو مربوط می‌شود. توسعه و توجه به کارگاه‌های IT در مدارس می‌تواند دستگاه آموزشی فعلی را به سمت حالت روان و کارآمد سوق دهد. در واقع باعث می‌شود که دستگاه آموزشی روانی و سادگی اولیه‌ی خود را به‌دست آورد چون قبلاً دانش‌آموزان مستعد از خوان گسترده کلاس درس بنا به استعداد و توان خود استفاده می‌کردند. اما اکنون با استفاده از ابزارهای جدید می‌توان بهره‌وری و قدرت استفاده از توانایی‌های ذهنی دانش‌آموزان را افزایش داد و تعداد کسانی را که می‌توانند از خوان گسترده کلاس درس استفاده کنند به حد مطلوب رساند. به این ترتیب نقش اصلی آموزش و پرورش که کمک به شکوفایی استعدادهای درونی انسان‌هاست به خوبی ایفا می‌شود. البته این روش در صورتی می‌تواند مثمرثمر باشد که:

الف ـ کتاب‌ها و سرفصل‌های درسی به صورتی تدوین شود که پاسخ‌گوی توانایی‌های ذهنی متفاوت دانش‌آموزان باشد. از طرفی نقش معلم در نحوه آموزش و ارزشیابی از دانش‌آموزان محوری‌تر می‌شود. در واقع، معلم به‌جای ارائه کلیشه‌ای تدریس در یک زمان محدود و سپس برگزاری یک امتحان کلیشه‌ای‌تر از تدریس، می‌تواند با به‌کار بردن توانایی ذهنی خود و ابتکارهای مناسب با شرایط ویژه دانش‌آموزان، و به‌کارگیری روش‌های کاملاً جدید تدریس فیزیک و انتخاب موضوع‌های مربوط به پدیده‌های فیزیکی که نمونه‌های آن در طبیعت و در محیط زندگی زیاد مشاهده می‌شود، ذهن آن‌ها را به طرف تعمق و تفکر در زمینه این پدیده‌ها سوق دهد. به این ترتیب به کمک معلم دانش‌آموزان می‌توانند مسیر علمی را که در گذشته دانشمندان نام‌آوری مانند نیوتون، کولن، توریچلی، پاسکال و غیره پیمودند و به شناخت علمی دست پیدا کردند، با تمام وجود درک و احساس کنند. در این روش کیفیت آموزش اهمیت دارد و کمیت و حجم تدریس در مرحله دوم اهمیت قرار دارد.

ب ـ معلم می‌تواند با استفاده از آزمایشگاه واقعی و یا آزمایشگاه مجازی در کارگاه IT، جذابیت علم فیزیک را به دانش‌آموزان نشان دهد و با افزایش انگیزه آموختن در آن‌ها، ارزشیابی را نه به صورت یک امتحان سخت و دلهره‌آور بلکه به صورت یک یادآوری و مروری بر آن‌چه با تلاش و با کمک ذهن خود کسب نموده‌اند و یاد گرفته‌اند درآورد.

ج ـ مدت بیشتری در یک هفته برای تدریس فیزیک در نظر گرفته شود و اگر این افزایش ساعت امکان‌پذیر نیست، حجم مطالب طوری تنظیم شود که کیفیت فدای کمیت نشود. با این محدوده زمانی دلیلی ندارد که دانش‌آموزان این همه فرمول و مسأله‌های مختلف را یاد بگیرند. با کاهش حجم مسأله‌ها و یا انجام محاسبه‌های زیادی که در بسیاری از مسائل فیزیک گنجانده شده است به‌عنوان تمرین در ساعت‌های درس ریاضی و به‌عنوان موضوعی برای برنامه‌ریزی و محاسبه‌های عددی، می‌توان جایگاه واقعی فیزیک را در زمان کنونی که بسیار متفاوت از قبل است به دانش‌آموزان نشان داد.

نتیجه

پس از انقلاب الکترونیکی اکنون که نرم‌افزارهای جدید کارهای محاسباتی را در زمینه فیزیک و فنّاوری به‌راحتی انجام می‌دهند، محاسبه‌های سخت و توان‌فرسایی که سال‌ها زمان می‌برد، به‌سرعت انجام می‌گیرد و نتیجه‌های علمی به‌سرعت به‌دست می‌آید که حاصل آن پیشرفت شگفت‌انگیز و روزافزون علم و فنّاوری است. بنابراین، آموختن فیزیک و ارائه درس فیزیک در مقطع متوسطه روش‌های نوینی را می‌طلبد، و باید به نحوی ارائه شود که دانش‌آموزان احساس نکنند باید به‌زمان گالیله، نیوتون، کولن، آمپر و غیره برگردند و طوطی‌وار مطالبی را که آن‌ها با زحمت بسیار به‌دست آوردند بیان کنند، این تصور غلط در ذهن آن‌ها به‌وجود آید که آن‌ها آبرمردهایی بودند که توانسته‌اند این قانون‌ها را کشف کنند. زیرا هرچند این تفکر در گذشته صحیح بوده است، اما برای دانش‌آموزان عصر حاضر در هر جای این کره خاکی امکانات بالقوه وجود دارد که با روش‌های صحیح بتوانند از ظرفیت ذهنی خود بهره بیشتری ببرند و با کمک معلم و مقداری توجه و دقت می‌توانند پاسخ پرسش‌های بی‌شماری را که این دانشمندان بزرگ عمری را در پی آن بودند پیدا کنند، و خود در آینده و در سطحی بالاتر از مخترعان و مکتشفان جدید شوند. این حق طبیعی هر نوجوان مستعد در هر جای عالم است.

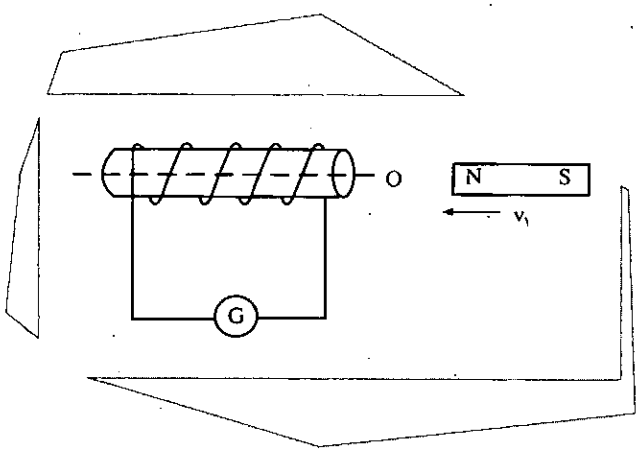
نقش معلم فیزیک در این شرایط اهمیت زیادی دارد. معلم فیزیک نباید هدف خود را در کمک به دانش‌آموزان برای قبولی در کنکور خلاصه کند. اکنون زمان آن رسیده است که سودجویی را کنار بگذاریم و همت خود را صرف آن کنیم تا دانش‌آموزان، فیزیک را با توان و استعداد درونی خود یاد بگیرند نباید با دادن جزوه و خلاصه هر فصل کتاب در چند جمله و دادن تست و فرمول‌های آن‌چنانی موفقیت دانش‌آموزان را تنها در قبولی کنکور و راهیابی به دانشگاه خلاصه کنیم. برعکس، وقت آن رسیده است که درس فیزیک به‌عنوان یک درس جذاب و قابل یادگیری مطرح شود و دانش‌آموزان نباید احساس کنند برای یادگیری فیزیک لازم است هزینه زیاد و تلاش طاقت‌فرسا و بی‌نتیجه‌ای را به‌کار برند.

پایستگی انرژی در
قانون القای فاراده

اسماعیل حسنی آهنگر
دبیر فیزیک بابل

توجیه علامت منفی در قانون القای فاراده $(\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt})$ همواره موضوعی بحث‌انگیز برای دانش‌آموزان بوده و هست. در این مقاله سعی شده که به این پرسش، پاسخ روشن و صریحی داده شود.

اگر یک آهنربای میله‌ای با سرعت اولیه v_1 و یا با انرژی جنبشی K_1 را مطابق شکل به طرف سیملوله‌ای پرتاب و دستگاه متشکل از آهنربا و سیملوله را منزوی فرض کنیم، انرژی اولیه‌ی دستگاه برابر با انرژی جنبشی اولیه آهنربا و انرژی الکتریکی القایی در سیملوله است.

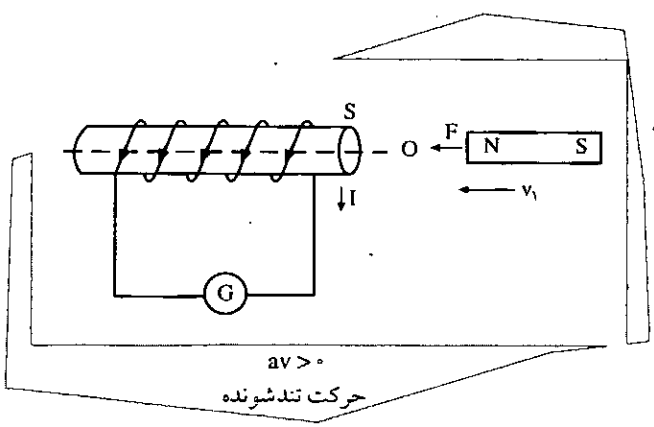


اگر آهنربا در ابتدا به قدری از سیملوله دور باشد که تغییر شاری در آن وجود نداشته باشد انرژی الکتریکی القایی اولیه در سیملوله صفر است. پس **انرژی اولیه دستگاه** برابر است با

$E_1 = K_1 + U_1 \quad , \quad U_1 = 0 \Rightarrow$

$E_1 = K_1$ انرژی الکتریکی القایی در سیملوله

با نزدیک شدن آهنربا به سیملوله شار مغناطیسی که از سطح هر حلقه سیملوله می‌گذرد افزایش می‌یابد و براساس قانون القای فاراده باید نیروی محرکه و به دنبال آن جریان در سیملوله القا شود که جهت این جریان القایی می‌تواند به دو صورت زیر باشد:



الف) اگر جهت جریان القایی در سیملوله از دید ناظر واقع در نقطه «O» ساعتگرد باشد، در آن صورت این رُخ قطب S می‌شود و نیروی جاذبه‌ی F به آهنربا وارد می‌کند که براساس قانون دوم نیوتون

به آن شتاب a در جهت سرعت v_1 می‌دهد و حاصل ضرب شتاب در سرعت مثبت ($av > 0$) و حرکت شتابدار تندشونده می‌شود. در یک لحظه خاص سرعت آهنربا به $v_1 < v_2$ می‌رسد که در این صورت انرژی دستگاه برابر با مجموع انرژی جنبشی آهنربا (K_2) و انرژی الکتریکی القایی (U_2) در سیملوله است: $E_2 = K_2 + U_2$. چون $K_2 > K_1$ و U_2 همواره مثبت است پس $E_2 > E_1$ و این یعنی نقض قانون پایستگی انرژی و غیرممکن است.

ب) اگر جهت جریان القایی در سیملوله از دید ناظر واقع در نقطه «O» پادساعتگرد باشد، در آن صورت این رُخ قطب N می‌شود و نیروی دافعه F به آهنربا وارد می‌کند که براساس قانون دوم نیوتون به آن شتاب a در خلاف جهت سرعت اولیه v_1 داده و حاصل ضرب شتاب در سرعت منفی ($av < 0$) و حرکت شتابدار کندشونده خواهد بود که در یک لحظه خاص سرعت آهنربا به $v_1 < v_2$ می‌رسد و به میزان کاهش انرژی جنبشی، انرژی الکتریکی در سیملوله القا می‌شود (اگر از انرژی تلف شده صرف‌نظر کنیم). و انرژی دستگاه در این لحظه برابر است با $E_2 = K_2 + U_2$ که بر اساس قانون پایستگی انرژی:

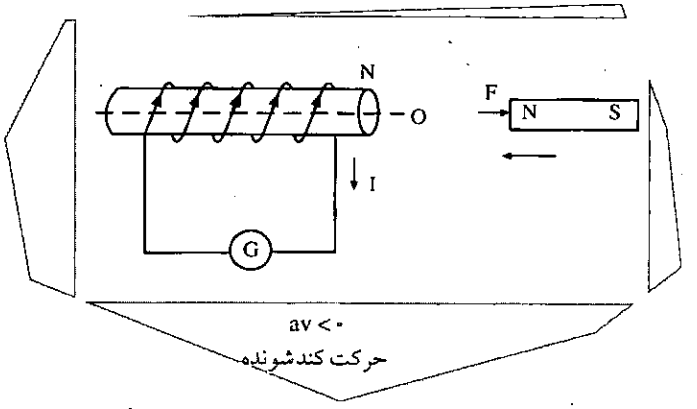
$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 = K_2 + U_2 \quad ، \quad K_2 < K_1 \Rightarrow K_1 - K_2 = U_2$$

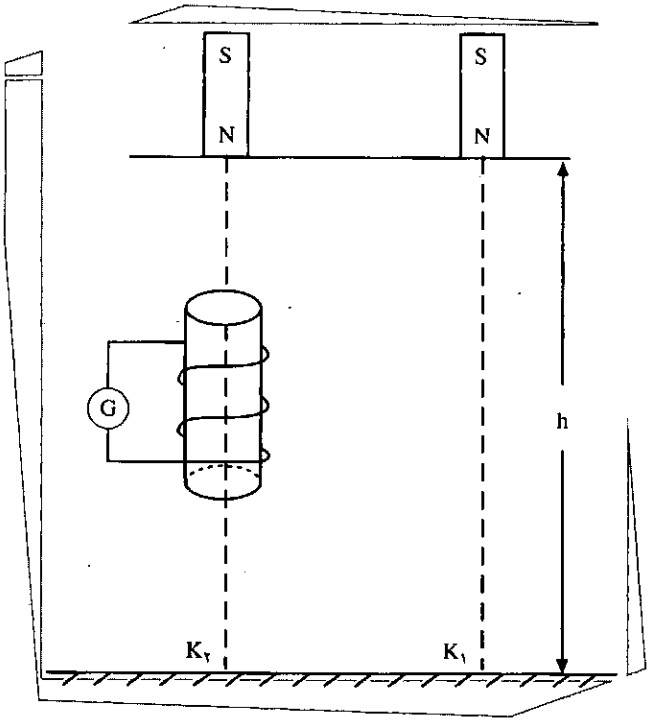
بنابراین قانون پایستگی انرژی ایجاب می‌کند جریان در سیملوله از دید ناظر واقع در نقطه «O» پادساعتگرد و این رُخ قطب N باشد و از ورود آهنربا به داخل سیملوله جلوگیری کند و با توجه به این اصل مهم (قانون پایستگی انرژی) می‌توان دستور ساده لنز را بیان کرد.

طرح یک آزمایش ساده

ایده این آزمایش تمرینی از پایان فصل القای الکترومغناطیسی کتاب‌های فیزیک۳ و آزمایشگاه رشته‌های ریاضی و تجربی است که آهنربای میله‌ای را از ارتفاع h یک بار آزادانه رها می‌کنیم تا در زمین نرم فرو رود. و بار دیگر از همان ارتفاع به هنگام سقوط از محور سیملوله (با پیچه‌ای) عبور می‌دهیم که در این حالت مشاهده می‌شود که آهنربا کمتر در زمین نرم فرو می‌رود، یعنی با انرژی جنبشی کمتری ($K_2 < K_1$) به زمین برخورد می‌کند. بنابراین براساس قانون پایستگی انرژی باید کاهش انرژی جنبشی آهنربا در لحظه‌ی برخورد به زمین برابر با انرژی الکتریکی القایی در سیملوله (یا پیچه) باشد (با این فرض که از مقاومت هوا صرف‌نظر شود).

درنتیجه جهت جریان القایی در مدار سیملوله باید براساس





قانون پایستگی انرژی به هنگام ورود یا خروج آهنربا از سیملوله به گونه‌ای باشد که با تغییر شار مخالفت کند.

نکته مهمی که در این مقاله مطرح شد را به این گونه به پایان می‌بریم که:

«در واقع علامت منفی در قانون القای فاراده به واسطه‌ی قانون لنز نیست، بلکه این قانون لنز است که از علامت منفی نتیجه می‌شود.»

اثر دوپلر در امواج الکترومغناطیسی

کاتنل و جانسون
ترجمه: احمد توحیدی

در امواج الکترومغناطیسی هم مانند امواج صوتی اثر دوپلر مشاهده می‌شود. اما مورد این امواج به دو دلیل با امواج صوتی فرق دارد. اولاً انتشار امواج صوتی به محیطی مادی مانند هوا نیاز دارد. در اثر دوپلر برای امواج صوتی، حرکت (منبع صوت، ناظر و خود امواج) نسبت به این محیط مادی اهمیت دارد. اما در اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی، حرکت نسبت به محیط نقش مهمی ندارد، زیرا انتشار این امواج به محیط نیاز ندارد. از طرف دیگر، در معادله‌های دوپلر برای امواج صوتی، سرعت صوت اهمیت زیادی دارد، زیرا سرعت صوت به چارچوب مرجعی بستگی دارد که نسبت به آن اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. برای مثال، سرعت صوت نسبت به هوای متحرک با سرعت صوت نسبت به هوای ساکن یکسان نیست. اما فرق دیگر امواج الکترومغناطیسی با امواج صوتی آن است که سرعت امواج الکترومغناطیسی، چه آن نسبت به یک ناظر ساکن اندازه‌گیری شود یا نسبت به ناظری که با سرعت ثابت حرکت می‌کند یکسان است. با توجه به این دلایل، اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی چه منبع نسبت به ناظر حرکت کند و چه ناظر نسبت به منبع یکسان است.

برای امواج الکترومغناطیسی وقتی منبع و ناظر امواج همگی در روی یک خط در خلأ (و یا با تقریب خوبی در هوا) حرکت کنند، از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$f' = f(1 \pm \frac{u}{c}) \quad \text{اگر} \quad u << c$$

که در آن f' و f به‌ترتیب بسامدهای نور مشاهده شده و نور گسیل شده هستند. u سرعت منبع و ناظر نسبت به یکدیگر، و c سرعت نور در خلأ است. در این رابطه علامت مثبت برای وقتی است که منبع و ناظر به طرف یکدیگر حرکت کنند و علامت منفی در موردی است که آن‌ها از یکدیگر دور می‌شوند.

باید توجه کرد که u اندازه سرعت نسبی منبع و ناظر است. بنابراین اگر منبع با سرعت $28\,m/s$ به طرف شرق و ناظر هم با سرعت $22\,m/s$ به طرف شرق حرکت کند، مقدار u برابر با $28\,m/s - 22\,m/s = 6\,m/s$ است. چون u سرعت نسبی است پس علامت جبری ندارد. جهت حرکت نسبی با انتخاب علامت‌های مثبت یا منفی در رابطه بالا در نظر گرفته می‌شود. مثال زیر، یک مورد شناخته شده از کاربرد اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی است.

تفنگ‌های راداری و تله‌های سرعت

پلیس با استفاده از تفنگ‌های راداری و اثر دوپلر سرعت اتومبیل‌ها را تعیین می‌کند. مطابق شکل از یکی از این رادارها یک موج الکترومغناطیسی با بسامد $f = 8 \times 10^9\,Hz$ گسیل می‌شود. در این تصویر، اتومبیلی از روبه‌رو به اتومبیل پلیس که در کنار جاده قرار دارد نزدیک می‌شود. موج گسیل شده از تفنگ راداری پس از بازتاب از اتومبیل متحرک بار دیگر به اتومبیل پلیس برمی‌گردد، درحالی‌که دستگاه اندازه‌گیری نشان می‌دهد که بسامد موج بازتابیده $2100\,Hz$ بیشتر از موج گسیل شده است، سرعت اتومبیل نسبت به بزرگراه چقدر است؟

اثر دوپلر به اندازه سرعت نسبی u بین سرعت اتومبیل و اتومبیل پلیس بستگی دارد. این اندازه سرعت را پیدا می‌کنیم و سپس با توجه به این که اتومبیل پلیس ساکن است آن را با سرعت اتومبیل نسبت به بزرگراه مربوط می‌سازیم. در این وضعیت هر دو بسامد دوپلری تغییر می‌کند. بسامد موجی که اتومبیل متحرک دریافت می‌کند f'، با بسامد تفنگ راداری f اختلاف دارد. بر مبنای رابطه‌ی بالا (با در نظر گرفتن علامت مثبت، زیرا هر دو اتومبیل به

هم نزدیک می‌شوند) خواهیم داشت $f' - f = f(u/c)$. سپس موجی که به اتومبیل برخورد می‌کند، پس از بازتاب بار دیگر به اتومبیل پلیس برمی‌گردد. بسامد موجی که اتومبیل پلیس دریافت می‌کند f'' ، با بسامد f' که مربوط به لحظه‌ی بازتاب موج است اختلاف دارد. بار دیگر با استفاده از رابطه بالا خواهیم داشت $f'' - f' = f'(u/c)$. از جمع دو رابطه تغییر کل بسامد دوپلر به‌دست می‌آید.

$$(f'' - f') + (f' - f) = f'' - f = f'(\frac{u}{c}) + f(\frac{u}{c})$$

$$= ۲f(\frac{u}{c})$$

فرض می‌کنیم که اختلاف میان f' و f بسیار کم باشد، زیرا مقدار u در مقایسه با سرعت نور، بسیار کوچک است. اگر رابطه‌ی بالا را برای به‌دست آوردن u حل کنیم، خواهیم داشت:

$$u \approx (\frac{f'' - f}{۲f})c$$

بنابراین سرعت اتومبیل نسبت به اتومبیل پلیس برابر است با

$$u \approx (\frac{f'' - f}{۲f})c = \left[\frac{۲۱۰۰\,Hz}{۲(۸\times۱۰^{۹}\,Hz)}\right](۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}) = ۳۹\frac{m}{s}$$

چون اتومبیل پلیس در حال سکون است، سرعت آن v مساوی صفر است. بنابراین سرعت اتومبیل برابر است با

$$u = v - v_p = v = ۳۹\frac{m}{s}$$

اثر دوپلر در امواج الکترومغناطیسی ابزار توانمندی در اختیار اخترشناسان قرار داده است. مثلاً، آن‌ها به کمک تلسکوب هابل و با در نظر گرفتن اثر دوپلر توانستند سیاهچاله‌ی بسیار پر جرمی را که در مرکز کهکشان M۸۷ قرار دارد تشخیص دهند. اخترشناسان تلسکوپ خود را برای ناحیه‌های دو طرف مرکز کهکشان کانونی کردند و با استفاده از اثر دوپلر، پرتو نورهای گسیل شده از این دو ناحیه را بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که یک طرف مرکز کهکشان از زمین دور و طرف دیگر به آن نزدیک می‌شود. اخترشناسان با استفاده از مقدار سرعت‌های دور و نزدیک شدن کهکشان به زمین، سرعت چرخش آن را محاسبه کردند و در نهایت با به‌کار بردن این مقدار سرعت، سیاهچاله‌ی موجود در مرکز کهکشان را تشخیص دادند. اخترشناسان به‌طور مرتب اثر دوپلری پرتوهای نوری را که از بخش‌های دور عالَم به زمین می‌رسند بررسی می‌کنند. آن‌ها با استفاده از این پژوهش ما سرعت دور شدن اشیاء نورانی را از زمین محاسبه می‌کنند.

منبع:
The Doppler Effect and Electromagnetie waves PHYSICS, Fourth Edition, Cuttnel and Johnson, John wiley and sons, Inc, 1998

اندازه‌گیری فشار هوا
با حداقل امکانات آزمایشگاهی

حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش
آموزش و پرورش شهرستان عجب‌شیر

اگر n مول گاز کامل به حجم V و دمای T فشار P در ظرفی محبوس شده باشد طبق قانون عمومی گازهای کامل همواره $\frac{PV}{T} = nR$ است که در آن R ثابت عمومی گازها است. در دمای ثابت می‌توانیم بنویسیم: مقدار ثابت= PV
یا به عبارت دیگر $P_۱V_۱ = P_۲V_۲ = \cdots$ (قانون بویل ماریوت)

هدف
اندازه‌گیری فشار هوای محیط آزمایشگاه

وسایل لازم
۱. پیپت (لوله‌ی باریک)
۲. بشر
۳. مقداری آب
۴. خط‌کش ۳۰ سانتی‌متری میلیمتری
۵. ماژیک کوچک

دستور کار

یک بشر ۵۰۰ml را پر از آب می‌کنیم و پیپت را در آن فرو می‌بریم، سطح آب درون پیپت را با ماژیک علامت گذاری می‌کنیم. انتهای پیپت را با دست مسدود می‌کنیم و آن را از آب خارج می‌کنیم، مقداری از آب خود به خود فرو می‌ریزد. بعد از این حالت دوباره سطح آب درون پیپت را نشانه گذاری می‌کنیم. با خط‌کش اندازه‌گیری‌های زیر را بر حسب سانتی‌متر انجام می‌دهیم:

۱. فاصله‌ی سطح بالایی آب پیپت را تا انتهای آزاد پیپت در حالت اول اندازه گرفته و برابر h قرار می‌دهیم.

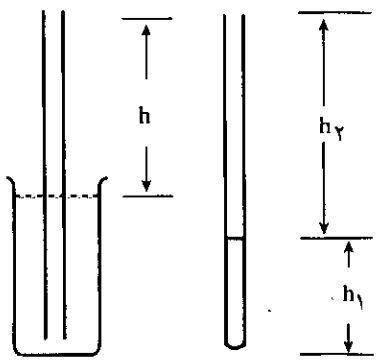
۲. فاصله‌ی سطح بالایی آب پیپت را تا انتهای آزاد پیپت در حالت دوم (بعد از خارج کردن از داخل بشر) اندازه گرفته و برابر h_2 قرار می‌دهیم.

۳. ارتفاع آب درون پیپت را در حالت دوم (بعد از خارج کردن از داخل بشر) اندازه گرفته و برابر h_1 قرار می‌دهیم.

اگر فشار هوای درون پیپت در حالت اول برابر P_0 (فشار محیط) باشد و فشار درون پیپت در حالت دوم را P فرض کنیم در این صورت $P = P_0 - h_1$ که در آن h_1 فشار حاصل از ستون آب برحسب سانتی‌متر آب ($cm H_2O$) است.

$$P_0 V = P V_2 \rightarrow P_0 Ah = P Ah_2 \rightarrow P_0 h = (P_0 - h_1)h_2$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{h_1 \times h_2}{h_2 - h}$$



بدیهی است عدد به دست آمده فشار محیط برحسب سانتی‌متر آب است اگر آن را به چگالی جیوه $13/6 g/cm^3$ تقسیم کنیم فشار هوای محیط آزمایشگاه بر حسب سانتی‌متر جیوه به‌دست خواهد آمد.

آزمایش را چندین بار با پیپت‌ها و ارتفاع‌های متفاوت آب تکرار می‌کنیم و نتیجه‌ی اندازه‌گیری‌ها را در جدول زیر یادداشت می‌کنیم.

با تکرار این آزمایش در آزمایشگاه دبیرستان نمونه دولتی تربیت شهرستان عجب‌شیر نتیجه‌های زیر به‌دست آمده است.

مراحل تکرار آزمایش	h(cm)	h_1(cm)	h_2(cm)	P_0 فشار برحسب سانتی‌متر آب	P_0 فشار برحسب سانتی‌متر جیوه
مرحله اول	۱۱/۸	۲۰/۴	۱۲/۱	۸۲۲/۸	۶۰/۵۰
مرحله دوم	۱۳/۱	۱۸/۸	۱۳/۴	۸۳۹/۷	۶۱/۷۴
مرحله سوم	۱۲/۲	۲۰/۱	۱۲/۵	۸۳۷/۵	۶۱/۵۸
مرحله چهارم	۱۶/۷	۱۴/۸	۱۷	۸۳۸/۶	۶۱/۶۶

بررسی کمی و کیفی انرژی تابش خورشیدی و کاربردهای آن در ایران

لیلا حاج سلیمانی[1] و یوسفعلی عابدینی[2]
۱. دبیر دبیرستان شهرستان بزینه رود، زنجان
۲. استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان

چکیده

مهم‌ترین عامل برای طراحی صحیح دستگاه‌های خورشیدی و به‌طور کلی کاربرد انرژی خورشیدی در هر محل داشتن اطلاعات و آمار کلی درباره میزان تابش خورشیدی در آن محل است. در این مقاله ضمن مرور انرژی حاصل از تابش خورشیدی از نظر کیفی، میزان تابش خورشیدی در نقاط مختلف کشور ایران از نظر آماری و نظری مورد مطالعه قرار گرفته است.

۱. مقدمه

خورشید ستاره‌ای به قطر تقریبی $1/39\times10^{6}$ کیلومتر است که در فاصله متوسط $1/49\times10^{8}$ کیلومتر از زمین قرار دارد. در بسیاری از موارد می‌توان خورشید را یک چشمه‌ی انرژی نقطه‌ای در نظر گرفت، زیرا متوسط زاویه رأس آن نسبت به ناظری که در روی زمین قرار گرفته است حدود نیم درجه است.

بیشتر منابع انرژی روی زمین منشاء خورشیدی دارند و از جمله می‌توان به منابع سوخت فسیلی، انرژی هیدرودینامیکی، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی، اقیانوس‌ها و غیره اشاره کرد. انرژی خورشیدی را در مقایسه با انرژی سوخت‌های فسیلی انرژی تجدیدپذیر گویند و گاهی نیز همراه با انرژی باد و بیوگاز و زمین گرمایی از آن‌ها به عنوان انرژی‌های نو یاد می‌کنند.

سرچشمه اصلی انرژی خورشیدی، واکنش‌های همجوشی هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم در مرکز خورشید با دمای حدود ۲۰ میلیون کلوین است. تاریخچه این مدل به نظریه نسبیت خاص اینشتن و به اوایل قرن بیستم، (۱۹۰۵)، بر می‌گردد.

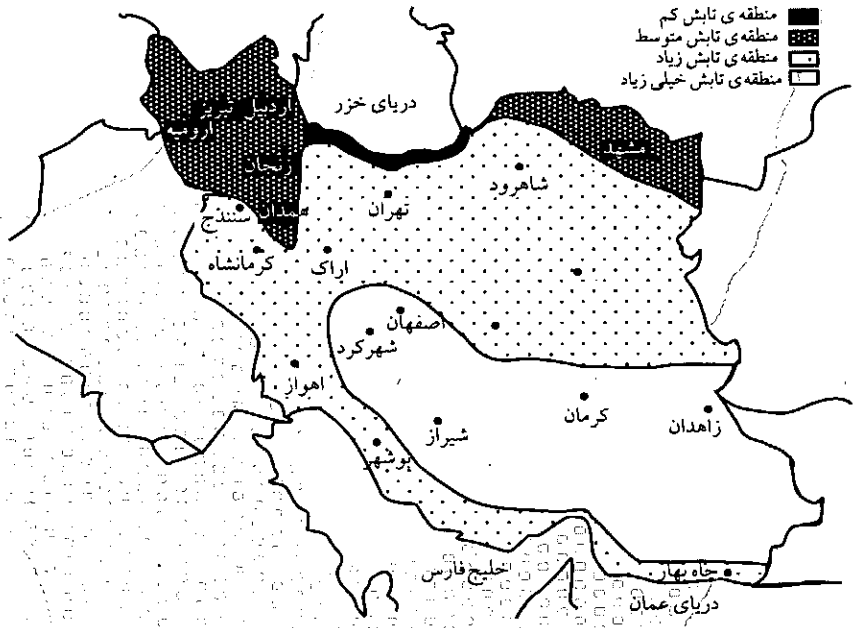
البته تمام انرژی تابشی خورشیدی به‌خاطر برهم کنش‌های فیزیکی در جو زمین، به زمین نمی‌رسد و تابیک برآورد سر انگشتی می‌توان گفت که در هوای صاف ۶۰ درصد و در هوای نسبتاً ابری به ۲۷ درصد می‌رسد. به هر حال همین مقدار انرژی منشاء تمام انرژی‌های روی زمین است و می‌طلبد که از آن به‌نحو خوبی در طول روز استفاده شود [۱ و ۲].

۲. روش کار

همان‌طور که اشاره شد مهم‌ترین عامل برای طراحی دستگاه‌های خورشیدی و به‌طور کلی کاربرد انرژی خورشیدی در هر محل، داشتن اطلاعات و آمار کلی درباره میزان تابش خورشیدی در آن محل است. آمار مربوط به اندازه‌گیری تابش خورشیدی که در ایستگاه‌های هواشناسی اندازه‌گیری می‌شود معمولاً نقطه‌ای و مربوط به یک یا حداکثر دو ایستگاه در منطقه است. لذا برای برآورد میزان تابش خورشیدی در مکان‌های مختلف و تهیه نقشه تابش خورشیدی به ارائه روش‌های نظری مناسب نیاز داریم. البته باید خاطرنشان کرد که برای برخی موارد از کاربرد تابش خورشیدی نیاز به داده‌ها در کوتاه‌مدت با فاصله‌های حتی کمتر از ساعت داریم ولی برای اکثر کاربردها داده‌های متوسط ساعتی یا روزانه کافی است.

۱ـ۲ـ ابزار اندازه‌گیری تابش خورشیدی

متداول‌ترین وسیله برای اندازه‌گیری انرژی خورشیدی در روی زمین شیدسنج است. این وسیله برای اندازه‌گیری شدت تابش کل در میدان دید نیم‌کروی به‌کار می‌رود. حساس‌گر این دستگاه‌ها



شکل(۱) نقشه ایران از لحاظ تابش خورشیدی

آشکارساز فوتونی است که در پوشش کاملاً شفاف شیشه‌ای نیم‌کره مناسبی قرار گرفته است. دستگاه دیگر آذرسنج است که برای اندازه‌گیری شدت تابش مستقیم روی صفحه‌ای عمود بر راستای پرتو تابش به‌کار می‌رود[۲].

۲-۲- روش‌های اندازه‌گیری

برای برآورد مقدار تابش خورشیدی در سطح زمین اولین مسأله پخش و جذب تابش به‌وسیله جو زمین است که به تغییرات جوی در طول زمان بستگی دارد. برای برآورد مقدار تابش مستقیم عبوری از جو صاف از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$T_b = a_0 + a_1 e^{-k/\alpha\theta_2} \qquad (۱)$$

که در آن T_b نسبت تابشی که از جو عبور می‌کند به کل تابشی است که به بالای جو می‌رسد، a_0 ، a_1 ، k و α مقادیری ثابت و θ_2 زاویه تابش است.

یکی از روش‌های مورد توجه برآورد مقدار متوسط تابش خورشیدی روشی است که برای اولین‌بار آنگستروم ارائه کرد که به‌صورت رابطه زیر است

$$\frac{H}{H_0} = (a + b\frac{n}{N}) \qquad (۲)$$

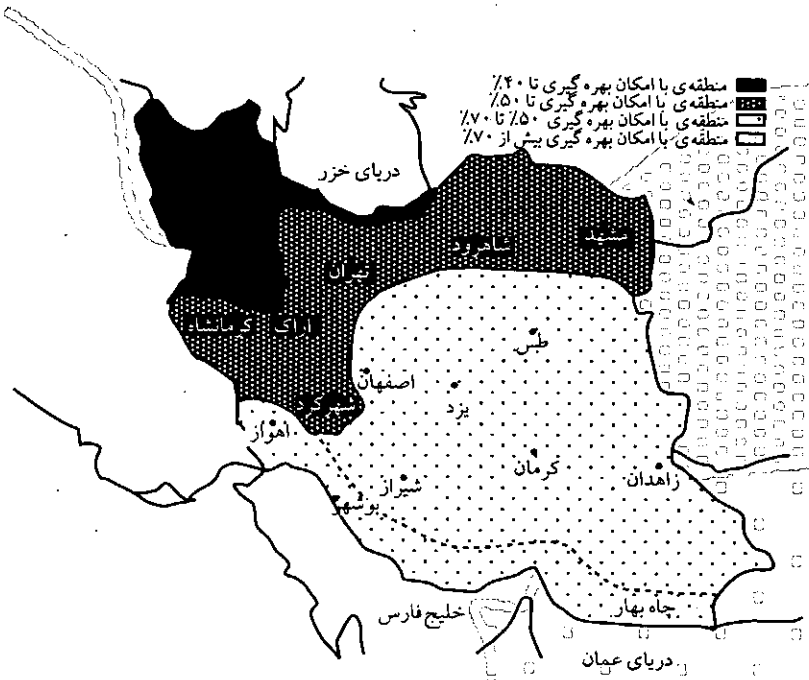
که در آن H متوسط ماهانه تابش روزانه بر یک صفحه افقی، H_0 متوسط ماهانه تابش روزانه در سطح خارجی جو، n متوسط ماهانه ساعت‌های آفتابی روزانه، N متوسط ماهانه حداکثر تعداد ساعات آفتابی ممکن در روز و a و b هم مقادیر ثابتی هستند که به شرایط اقلیمی منطقه بستگی دارند [۴و۶].

۳. نتایج بررسی تابش خورشیدی در ایران

چون ایران روی کمربند خورشیدی جهان قرار دارد لذا یکی از کشورهایی است که از تابش خورشیدی با توان مطلوب برخوردار است. از سوی دیگر ایران یک کشور کوهستانی است که به‌طور متوسط ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. بنابراین با توجه به این‌که ثابت شده است هرچه ارتفاع از سطح دریا بیشتر باشد توان دریافتی از تابش خورشیدی بیشتر می‌شود، پس ایران دارای پتانسیل انرژی خورشیدی مناسب است. تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها و رابطه‌های نظری که در بالا اشاره شد نشان می‌دهد که ایران را می‌توان از نظر دریافت تابش کل خورشیدی سالانه به چهار منطقه زیر تقسیم کرد [۳و۵].

۱. منطقه تابش کم، دارای تابش کمتر از $۳۵۰\ cal/cm^2$ در روز،

۲. منطقه تابش متوسط، دارای تابش بین $۳۹۰ - ۳۵۰\ cal/cm^2$ در روز،



شکل(۲) نقشه ایران از لحاظ درصد امکان بهره‌گیری از گرمایش خورشیدی

۳ . منطقه تابش زیاد، دارای تابش بین $390-430\ cal/cm^2$ در روز،

۴ . منطقه تابش خیلی زیاد دارای تابش بیش از $430\ cal/cm^2$ در روز.

در ضمن از روی تحلیل داده‌های بالا، نقشه‌ی تابش خورشیدی ایران به‌صورت شکل(۱) است.

۴. توصیه‌ها

باتوجه به تهیه نقشه تابش خورشیدی و داده‌های اندازه‌گیری شده در درازمدت می‌توان برخی ثابت‌ها را در رابطه‌های نظری محاسبه تابش از جمله a و b را به‌دست آورد که برای مثال برای زنجان با توجه به نوع آب‌وهوای آن $a = 0/44$ و $b = 0/27$ به‌دست می‌آید[۵]. از سوی دیگر نتایج تحلیل داده‌های بالا و نقشه مربوطه نشانگر آن است که در ایران پتانسیل خوبی برای استفاده از تابش خورشیدی وجود دارد. لذا از نظر کاهش آلودگی زیست‌محیطی و صرفه‌جویی در سوخت‌های فسیلی، تابش خورشیدی جانشین مناسبی برای این‌گونه سوخت‌هاست. بنابراین توصیه می‌شود با یک برنامه‌ریزی درازمدت و صرف هزینه نه چندان زیاد اقدام به طراحی و ساخت دستگاه‌های خورشیدی و نیروگاه‌های خورشیدی به‌صورت مزرعه‌های بادی شود. به‌ویژه منطقه از لحاظ استفاده از تابش خورشیدی به‌عنوان گرمایش خورشیدی حائز اهمیت است.

از این لحاظ نیز با توجه به محاسبه‌های مربوط به گرمایش خورشیدی، ایران طبق شکل(۲) به چهار منطقه زیر تقسیم‌بندی می‌گردد [۳و۵]

۱ . منطقه با امکان بهره‌گیری تا ۴۰٪ از گرمایش خورشیدی

۲ . منطقه با امکان بهره‌گیری تا ۵۰٪ از گرمایش خورشیدی

۳ . منطقه با امکان بهره‌گیری بین ۵۰٪ تا ۷۰٪ از گرمایش خورشیدی

۴ . منطقه با امکان بهره‌گیری بیش از ۷۰٪ از گرمایش خورشید.

مراجع:

1. H.Hicks, The energy factories sustainable food security or power and food security, Proccedings of the solar world congress on solar means business, south korea, 1997.

۲ . شل، ویدر، مقدمه‌ای برای انرژی خورشیدی برای محققان و مهندسان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.

۳ . صادق ذبیحی محمد «انرژی خورشیدی و توسعه کاربردهای آن» مجموعه مقالات سمینار توسعه کاربرد انرژی‌های نو ۱۳۷۶.

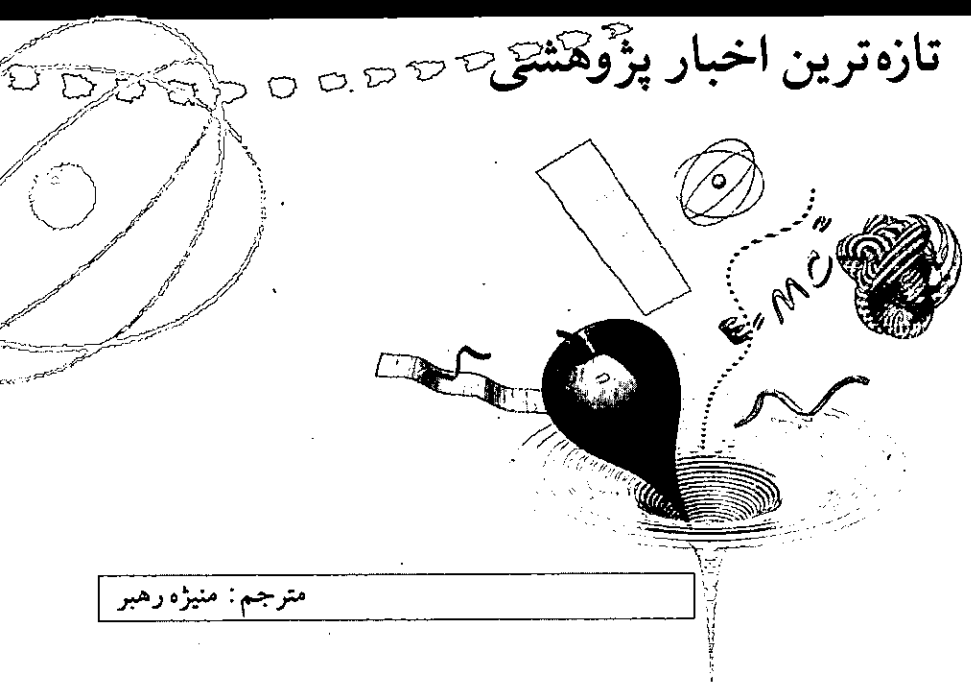
۴ . http://www.eia.doe.gov/kids/venewable/solar.html

۵ . عابدینی یوسفعلی، مهرداد رحمتی و سمیه خلیلی. پروژه بررسی انرژی تابشی خورشیدی به منظور کاربردی و استفاده از آن جهت ساخت ساعت خورشیدی، دانشگاه زنجان.

6. J.Samimi, Estimation of height. Dependent solar irradiation and application to the solar climate of Iran, Solar energy No 52,pp.402-409, 1996.

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی



مترجم: منیژه رهبر

کوچک‌ترین آزمایش دو شکاف جهان

جهان بزرگ مقیاس فیزیک کلاسیک کاملاً ملموس به‌نظر می‌رسد: در این جهان امواج به صورت امواج هستند و ذرات به شکل ذرات، ماه، چه کسی به آن نگاه کند و چه کسی به آن نگاه نکند، طلوع می‌کند اوضاع در جهان کوچک کوانتومی کاملاً متفاوت است: ذرات به صورت امواج هستند (و برعکس)، و دستگاه‌های کوانتومی تا وقتی که اندازه‌گیری روی آن‌ها انجام نشود و وادار به انتخاب- مثلاً مکان دقیق یا تکانه‌ی الکترون- نشود چند احتمالی باقی می‌ماند که به معنای تأثیر ناظر جهان بزرگ مقیاس بر آن‌هاست.

در چه مقیاسی جهان کوانتومی و جهان کلاسیک با یکدیگر برخورد می‌کنند. این «ناظر» چقدر می‌تواند بزرگ باشد؟ این پرسشی بنیادی است که مدت‌ها هم از نظر علمی و هم از نظر عملی مورد توجه بوده است و پیامدهای قابل توجهی در تلاش برای ساخت رایانه‌های کوانتومی حالت جامد دارد.

پژوهشگران بخش انرژی آزمایشگاه ملی لاورنس برکلی[1] و همکارانشان در دانشگاه فرانکفورت، آلمان؛ دانشگاه ایالتی کانزاس؛ و دانشگاه اوبرن[2] اکنون نشان داده‌اند که ذرات در مقیاسی به کوچکی یک مولکول هیدروژن رفتار کلاسیک از خود نشان می‌دهند. آن‌ها پس از انجام آنچه ساده‌ترین- و بدون شک کوچک‌ترین- آزمایش دو شکاف است به این نتیجه‌گیری رسیدند.

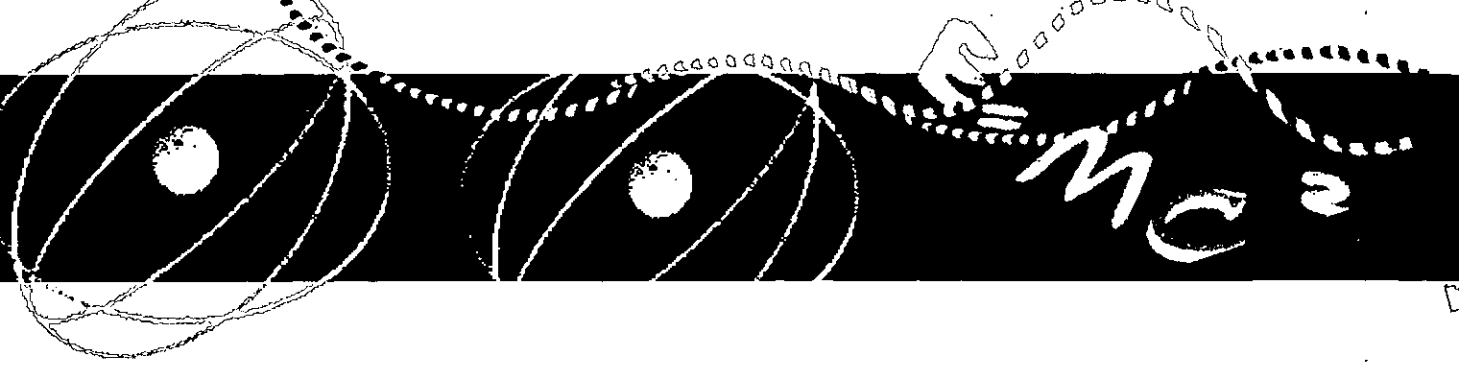
در این آزمایش به جای دو «شکاف» از هسته‌های پروتون در مولکول هیدروژن به فاصله‌ی ۱/۴ یکای اتمی (چند ده میلیاردیم متر) استفاده شده است. نتایج آن‌ها در شماره نوامبر ۲۰۰۷ مجله‌ی ساینس چاپ شده است.

آزمایش دو شکاف

علی بلکاسم[3] از بخش علوم شیمیایی آزمایشگاه برکلی و یکی از پژوهشگران برجسته می‌گوید: «یکی از توانمندترین روش‌های اکتشاف در جهان کوانتومی آزمایش دو شکاف است. در شکل متداول این آزمایش نور از یک چشمه به دو شکاف می‌تابد که در کنار هم روی یک پرده‌ی مات قرار دارند؛ نور پس از عبور از این شکاف‌ها بر یک پرده فرود می‌آید.

اگر هریک از این دو شکاف بسته باشد، نوری که از یک شکاف می‌گذرد مانند جریانی از توپ‌های پینگ‌پونگ یا هر نوع ذرات جامد دیگر به پرده برخورد می‌کند و نوار روشنی را روی آن به‌وجود می‌آورد. اما اگر هر دو شکاف باز باشند، برهم‌نهی باریکه‌ها، درست مثل امواج آب، فریزهای تداخلی را به‌وجود می‌آورد و نوارهای روشن در محل تقویت سیخ‌های موج و نوارهای تاریک در محل خنثی شدن آن‌ها تشکیل می‌شود.

خُب، نور ذره است یا موج؟ این معمای مربوط به معنی آزمایش‌های اولیه‌ی دو شکاف (اولین آزمایش ثبت‌شده در سال



۱۸۰۱ انجام شد) تا اواسط قرن بیستم حل نشد. در این هنگام از آزمایش و نظریه‌ی مکانیک کوانتومی معلوم شد که نور هر دو ویژگی موجی و ذره‌ای را دارد، و علاوه بر آن، ذرات از جمله الکترون‌ها هم دارای سرشت موجی هستند.

تورستن وبر[۴] یکی دیگر از پژوهشگران این آزمایشگاه می‌گوید «این سرشت موجی الکترون‌هاست که به آن‌ها امکان می‌دهد در مولکول هیدروژن به‌صورت همبسته عمل کنند. وقتی دو ذره بخشی از یک دستگاه کوانتومی باشند، برهم‌کنش‌های آن‌ها منحصر به مثلاً الکترو مغناطیسی یا گرانشی نخواهد بود- حتی وقتی به فاصله‌ی دلخواه از هم قرار دارند- دارای همدوسی کوانتومی نیز شده و در اطلاعات مربوط به حالت‌های غیر موضعی خود شریک می‌شوند.»

همبستگی بین الکترون‌ها در واقع همان چیزی است که فوتویونش دوگانه در مولکول هیدروژن را امکان‌پذیر می‌سازد. فوتویونش پدیده‌ای است که در آن یک فوتون پرانرژی، در این مورد پرتو x الکترونی را از اتم یا مولکول بیرون می‌اندازد، و باعث می‌شود که دستگاه دارای بار خالص (یونیده) شود؛ در فوتویونش دوگانه یک فوتون باعث گسیل دو الکترون می‌شود.

وبر توضیح می‌دهد که «فوتون فقط به یک الکترون برخورد می‌کند، اما چون الکترون‌ها همبسته و به لحاظ کوانتومی به‌هم مربوط هستند، الکترونی که با آن برخورد صورت می‌گیرد در یک جهت با تکانه‌ی خاص به‌حرکت درمی‌آید، و الکترون دیگر نیز با تکانه‌ای متفاوت در زاویه‌ای معین حرکت می‌کند.»

چون ترتیب آزمایشی که بلکاسم و وبر و همکارانشان به‌کار بردند متحرک بود، این آزمایش در محل باریکه‌های نور ۴/۰ و ۱۱/۰ چشمه‌ی نور پیشرفته‌ی[۵] (ALS) آزمایشگاه برکلی مورد استفاده قرار گرفت. در این وسیله جریانی از گاز هیدروژن به ناحیه‌ی برهم‌کنش فرستاده می‌شود. و در آن‌جا باریکه پرتو x از ALS به بعضی مولکول‌ها برخورد می‌کند. وقتی دو الکترون منفی از یک مولکول خارج شود، دافعه‌ی متقابل بارهای مثبت پروتون‌ها (هسته‌های اتم هیدروژن) باعث دور شدن آن‌ها از یکدیگر می‌شود. یک میدان الکتریکی در ناحیه‌ی برهم‌کنش دستگاه ذرات دارای بار مثبت و منفی را از هم جدا می‌سازد و پروتون‌ها را به یک آشکارساز و الکترون‌ها را به آشکارسازی در جهت مخالف آن می‌فرستد.

بلکاسم می‌گوید «در آنچه آزمایش به لحاظ سینماتیکی کامل نامیده می‌شود و آزمایشی است که در آن هر ذره به‌حساب آورده می‌شود. می‌توانیم تکانه‌ی همه‌ی ذرات، سمتگیری اولیه و فاصله‌ی بین پروتون‌ها و تکانه‌ی الکترون‌ها را تعیین کنیم.»

ساده‌ترین آزمایش دو شکاف چه چیزی را نشان می‌دهد؟

وبر می‌گوید «در انرژی‌های زیادی که برای فوتویونش به‌کار بردیم، در اغلب اوقات یک الکترون سریع و یک الکترون کُند را مشاهده کردیم، چیزی که به آن علاقه‌مند بودیم نقش‌های تداخل بود.»

اگر الکترون‌ها را ذره در نظر بگیریم، بسته به انرژی و چگونگی پراکنده شدن آن‌ها از دو هسته‌ی هیدروژن («دو شکاف») با زاویه‌های متفاوت نسبت به هم به حرکت درمی‌آیند. اگر الکترون‌ها را موج در نظر بگیریم، نقش تداخلی را به‌وجود می‌آورند که می‌توان آن را با محاسبه‌ی احتمال یافتن الکترون در محل خاص نسبت به دو هسته مشاهده کرد.

سرشت موجی الکترون به معنای آن است که حتی یک الکترون در آزمایش دو شکاف می‌تواند با خودش تداخل کند. آزمایش‌های دو شکاف با مولکول‌های هیدروژن فوتویونیده در ابتدا فقط نقش‌های خود- تداخلی الکترون‌های سریع را نشان می‌داد که امواج آن‌ها از هر دو پروتون کمانه می‌کردند و الکترون‌های کُند نقش ندانی نداشتند.

به گفته‌ی وبر «از این نقش‌ها شاید این‌طور به‌نظر برسد که الکترون‌های کُند اهمیتی ندارند، و فوتویونش دوگانه چندان تماشایی نیست. انرژی الکترون‌های سریع ۱۸۵ تا ۱۹۰eV و انرژی الکترون‌های کُند ۵eV یا کمتر بود. اما اگر به الکترون‌های کند اندکی بیشتر انرژی بدهیم، مثلاً چیزی بین ۵ تا ۲۵eV و آن‌ها را فعال‌تر ساخته و به یک «ناظر» تبدیل کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

تا جایی که الکترون‌ها از محیط اطراف خود مجزا باشند، همان‌طور که نقش تداخل موج‌گونه الکترون‌های سریع نشان می‌دهد، همدوسی کوانتومی حکمفرماست. اما وقتی الکترون کند

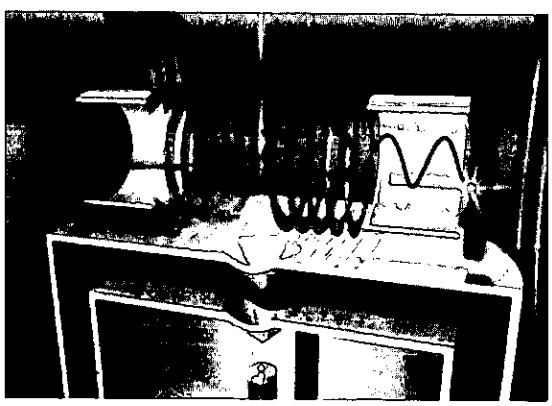
به ناظر الکترون سریع و جانشینی برای محیط بزرگ‌تر تبدیل شود، نقش تداخل ناپدید می‌شود: دستگاه کوانتومی الکترون سریع اکنون با جهان وسیع‌تری (یعنی، ذره‌ی همسایه مجاور خود، الکترون کُند) برهم‌کنش می‌کند و همبستگی از بین می‌رود. دستگاه وارد قلمروی فیزیک کلاسیک شده است.

بلکاسم می‌گوید «اما جوهر آزمایش این است که این همبستگی کاملاً از بین نمی‌رود. چون حتی وقتی نقش تداخل ناپدید شده است، می‌توان دید که همدوسی هنوز وجود دارد و در رابطه‌ی بین دو الکترون پنهان است.»

گرچه یکی از الکترون‌ها با محیط درگیر شده است، اما دو الکترون هنوز به گونه‌ای با هم درگیرند که امکان بازسازی تداخل بین آن‌ها، صرفاً با ترسیم تکانه‌های همبسته‌ی آن‌ها از زاویه‌هایی که الکترون‌ها پرتاب شده‌اند وجود دارد. دو شکل موج در نمودار ظاهر می‌شود که با تصویر کردن هر یک از آن‌ها می‌توان یک نقش تداخل به‌دست آورد. اما این دو شکل موج ناهمفازند: و وقتی همزمان به آن‌ها نگاه کنیم تداخل از بین می‌رود.

اگر دستگاه دو الکترون به زیر دستگاه‌هایش تجزیه شود و یکی از آن‌ها («ناظر») را محیط دیگری در نظر بگیریم، معلوم می‌شود که ویژگی‌های کلاسیک مانند فقدان همدوسی حتی وقتی فقط چهار ذره (دو الکترون، دو پروتون) وجود داشته باشند نمایان می‌شود. حال چون دو زیر دستگاه الکترون به صورتی مهارشدنی درگیرند، همدوسی کوانتومی آن‌ها را می‌توان بازسازی کرد، چیزی که وبر آن را «تداوم چگونگی تبادل اطلاعات بین ذرات» می‌نامد.

بلکاسم می‌گوید «برای پژوهشگرانی که می‌خواهند رایانه‌های کوانتومی حالت جامد بسازند این هم خبر خوبی است و هم خبر بد. خبر بد از بین رفتن همبستگی و اتلاف اطلاعاتی است که در مقیاس بسیار کوچک یک مولکول هیدروژن رخ می‌دهد. خبر خوب آن است که، به لحاظ نظری، این اطلاعات الزاماً از بین



نمی‌روند یا دست‌کم کاملاً از بین نمی‌روند.»

برای انجام آزمایش، فوران فراصوتی از هیدروژن (چشمه آن در پایین را پرتوهای x ناشی از چشمه‌ی نور پیشرفته (نشان داده نشده است) یونیده می‌کردند. مولکول‌های دو بار یونیده از هم دور می‌شد و پروتون‌ها (قرمز) به آشکارساز طرف چپ برخورد می‌کردند، در حالی که الکترون‌ها (آبی) در میدان مغناطیسی گیر می‌افتادند و به آشکارساز طرف راست برخورد می‌کردند. انرژی تمام ذرات و سمتگیری اولیه مولکول را می‌توان از نتایج اندازه‌گیری به دست آورد.

زیرنویس:

1. Lawrence Berkeley National Laboratory
2. Auburn university
3. Ali Belkacem
4. Thorsten Weber
5. Advanced Light Source

منبع:

http://www.physorg.com/ printnews

فناوری جدید ضبط مغناطیسی از اثر مغناطو- الکتریک بهره می گیرد

ضبط مغناطیسی، با ذخیره‌سازی هر چه بیشتر داده‌ها در رایانه‌های شخصی، لپ‌تاپ‌ها، و ابزارهای قابل حمل، به‌صورت صنعتی چندین میلیارد دلاری درآمده است. پژوهشگران راه‌های جدیدی را برای بهبود این فناوری پیدا می کنند به‌طوری که چگالی ضبط کنونی به ۱۵۰ گیگا بیت در اینچ مربع در محصولات صنعتی و ۳۰۰ گیگابیت در اینچ مربع در جدیدترین پیش‌نمونه‌ها رسیده است.

بیشتر دستگاه‌های ضبط مغناطیسی امروزی از هدهای خواندن- یعنی حسگرهایی که با پرواز بر فراز سطح دیسک داده‌ها را می‌خواند و می‌نویسد- استفاده می کنند که مبتنی بر اثرهای مغناطو- مقاومت هستند. با اعمال میدان مغناطیسی به بعضی مواد، مقاومت الکتریکی آن‌ها افزایش یا کاهش می‌یابد، سپس می‌توان داده‌ها را به‌صورت سیگنال‌های الکتریکی ذخیره کرد.

اخیراً پژوهشگران آزمایشگاه ملی فیزیک در تدمیگنون[1] بریتانیا رهیافت متفاوتی را مطرح و بهبود قابل ملاحظه‌ای را کشف کرده‌اند[۱]. این دانشمندان مبنای طراحی خود را به‌جای اثر مغناطو- مقاومت (MR) بر مغناطو- الکتریک (ME) مبتنی ساخته‌اند. این نخستین بار است که چنین ابزاری به‌صورت عمومی مطرح می‌شود.

ME اغلب در مواد مولتی فروئیک نمایان می‌شود- گروهی از مواد که ویژگی‌های فروئیک چندگانه (مانند فروالکتریسیته، فرومغناطیس، یا فروکشسانی) از خود نشان می‌دهند. در ME، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی جفت شده‌اند، این موضوع تبدیل انرژی‌های ذخیره شده در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را آسان می‌کند. این پدیده نویدبخش کاربردهای جدید گوناگونی است.

ووپسارواَیو[2] از این گروه می‌گوید «فکر استفاده از این مواد ابتدا پس از خواندن مقاله‌ای به ذهنم خطور کرد که نتیجه‌های تجربی یک مولتی‌فروئیک سه لایه‌ای را بیان می‌کرد. در این مقاله گفته شده بود که این چند لایه‌ای به اندازه کافی حساس بود یا میدان‌های مغناطیسی AC به کوچکی ۶×۱۰^{-۷} اورستد را در دمای اتاق آشکار سازد.»

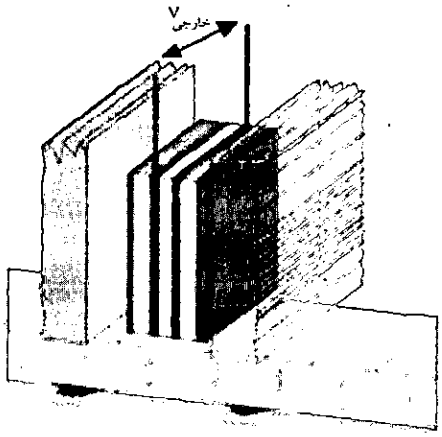
«با آگاهی از این‌که میدان‌های مورد استفاده در محیط ضبط به ۱۰۰ اورستد هم می‌رسد، متوجه شدم که اگر مقیاس حسگر را کوچک و از این اصل استفاده کنیم، می‌توانیم آن را به‌عنوان هِدخواندن مورد استفاده قرار دهیم. برآوردهای اولیه نشان داد که گستره‌ی سیگنال پاسخ در حدود چند میکروولت است، اما محاسبه‌های مفصل‌تر دامنه‌های بهتر نزدیک به گستره‌ی میلی‌ولت را نمایان ساخت.»

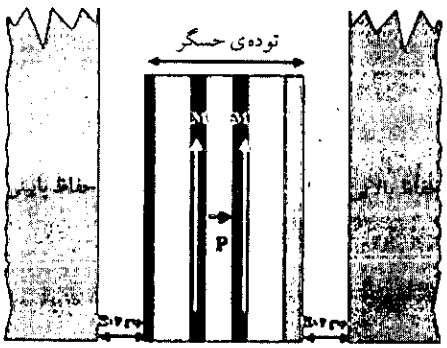
در هدهای خواندن، دانشمندان از اثر ME بهره گرفتند که به‌صورت مغناطیسی القا شده بود، و برای ایجاد تغییرات در قطبش الکتریکی ماده مولتی‌فروئیک از هر دو میدان مغناطیسی ac و dc استفاده کردند. هِدخواندن واقعی از هفت لایه (در مقایسه با ۱۵ لایه‌ی موجود در یک نمونه هِد MR) با ضخامت کل حدود ۴۰ نانومتر تشکیل شده بود.

پژوهشگران توضیح می‌دهند که با حرکت هِد بر روی بیت‌های سطح دیسک، بیت‌ها میدان برانگیزاننده‌ی لازم را بر حسگر اعمال کرده و ولتاژ واکنشی را القا می‌کنند که از طرح بیت‌ها پیروی می‌کند. میدان dc مورد نیاز که پیچیده‌تر است «مغناطو تنگش» القا می‌کند، یا باعث تغییر شکل مواد مولتی‌فروئیک حسگر تحت‌تأثیر میدان مغناطیسی می‌شود، درنتیجه انرژی مغناطیسی به‌انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

در طرح ME، داده‌ها به‌صورت مغناطیسی روی مناطق مغناطیده‌ی کوچک موسوم به بیت‌های حافظه مغناطیسی، درست مانند مورد هر ضبط بر روی دیسک، ذخیره می‌شوند. فرایند خواندن هنوز به‌صورت سیگنال الکتریکی (یعنی، تابع موج) به‌همان ترتیب کار هِدهای خواندن مغناطو- مقاومتی انجام می‌گیرد، اما وقتی از هِدخواندن ME استفاده می‌کنیم پاسخ الکتریکی به‌صورتی متفاوت تولید می‌شود.

در هِدهای ME، داده‌ها مستقیماً به‌صورت ولتاژ القا شده بازخوانده می‌شوند، درحالی که هدهای MR معمولاً به یک جریان آزمون ثابت dc برای اندازه‌گیری تغییر مقاومت نیاز دارد. این





حفاظ
لایه‌ی بذر
پاد فرومغناطس
فرو مغناطس
فرو الکتریک
لایه‌ی کلاهک

تفاوت به هدهای ME این مزیت را می‌دهد که عملکرد گرمایی بهتر و توان مصرفی کمتری داشته باشد.

پیشرفت دیگری که صورت گرفته است حذف میدان بایاس افقی با آهنرباهای دائمی است. این پیشرفت‌ها روی هم‌رفته می‌توانند هزینه و زمان تولید را با حذف ۱۰۰ فرایند از خط تولید کم کنند.

شاید مهم‌تر از همه اندازه‌ی کوچک‌تر هدهای ME باشد که امکان افزایش چگالی ضبط را فراهم می‌آورد: دانشمندان برآورد کرده‌اند که هدهای ME ۴۰ نانومتری به چگالی ۲۰۰ گیگابیت بر اینچ مربع در بسامد تشدید ۵/۲ گیگاهرتز برسند. همین طور، پیش‌بینی می‌کنند که محدودیت‌های بنیادی برای یک هد ضبط ME ضخامت آن را به ۵ نانومتر برساند که چگالی‌های ضبط ۱ ترابیت بر اینچ مربع و فراتر از آن را امکان‌پذیر می‌سازد.

ووپساروایو گفت که گروه او با یک سازنده‌ی هدهای ضبط مغناطیسی برای طراحی هدهای خواندن جدید تماس گرفته‌اند و امیدوارند بررسی‌های امکان ساخت را با همکاری هم آغاز کنند.

این بررسی به بعضی موارد مورد بحث درباره‌ی طراحی، تعیین محدودیت‌ها، و انتخاب بهترین مواد خواهد پرداخت.

طرح توده‌ی حسگر متشکل از هفت لایه ماده است که بین دو گاف عایق و حفاظ‌های مغناطیسی قرار گرفته‌اند. دو الکترود فرومغناطیسی پاسخ ولتاژی را به‌وجود می‌آورند که یک میدان واسطه تولید کرده است.

زیرنویس:

1. Teddington
2. Vopsaroiu

منبع:

http://www.physorg.com

مرجع:

Vopsaroiu, Marian, Blackburn, John, Cain, Markys G. "A new magnetic recording read head based on magneto-electric effect", *J. Phys. D: Appl*, Phys. 40 (2007)-5033.

فیزیک می‌تواند سرگرم کننده باشد

از هنگام انتشار گزارش سال ۱۹۸۳ دولت فدرال، آمریکایی‌ها می‌دانند که کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد دانشجویان متقاضی رشته‌های علوم و مهندسی به‌وجود آمده است. درنتیجه، ایالات‌متحده برای تداوم پیشرفت‌های فنی خود وابستگی شدیدی به دانشمندان و پژوهشگران متولد خارج از کشور پیدا کرده است.

با توجه به گزارش نیویورک تایمز، فرهنگستان‌های ملی با انتشار گزارشی در سال ۲۰۰۵ این روند را تأیید و بر جدی‌بودن مسأله‌ای که «امنیت اقتصادی و راه‌بُردی آمریکا را تهدید می‌کند» تأکید کرده‌اند. چرا آمریکاییان جوان علاقه‌ی چندانی به علوم ندارند و چگونه می‌توان توجه آن‌ها را جلب کرد؟ دکتر رابرت ریچاردسون[1] برنده‌ی جایزه نوبل می‌گوید «باید علوم و ریاضی را برای شاگردان جذاب‌تر ساخت... آن‌ها می‌گویند این دروس دشوار و کسل‌کننده‌اند. و درحالی‌که ریاضی و علوم دشوارند، اما، لازم نیست که کسل‌کننده باشند».

آرتور ویگینز[2] استاد فیزیک با او موافق است و تأکید می‌کند فیزیک را می‌توان برای هر کسی که کمترین کنجکاوی را در مورد طرز کار عالم دارد دلپذیر ساخت. او برای اشاعه‌ی این دلبستگی خود به موضوع، کتاب لذت فیزیک را نوشته است که پر از سرگرمی، آزمایش‌های دم‌دستی، و گشت و گذارهای کاملاً آموزشی در این حوزه‌ی بسیار مهم است. دکتر جیمز ترفیل[3]، استاد فیزیک دانشگاه جورج میسون[4] می‌گوید «"لذت" و "فیزیک" را معمولاً واژه‌هایی در نظر می‌گیرند که ربط چندانی به یکدیگر ندارند. گرچه کتاب ویگینز سرگرمی ناب است».

ویگینز می‌گوید «آنچه مطالعه‌ی فیزیک را چنین ارزشمند می‌سازد آن است که به رغم شهرت دشوار بودنش، برای افراد با کنجکاوی ذاتی دارای هدف بسیار جاه‌طلبانه شناخت طرز کار عالم از کوارک‌های بسیار کوچک تا کهکشان‌های عظیم است. آموختن و درک‌کردن طرز کار درونی و بیرونی عالم همان چیزی است که فیزیک را لذت‌بخش می‌کند.

او با انتخاب رهیافت به کار انداختن دست‌ها از خواننده دعوت می‌کند که در هیجان او سهیم شود. آزمایش‌های راحت و عملی کتاب را شورانگیز می‌کنند و ایده‌های فیزیک را به واقعیت عالم مرتبط می‌سازند.

یویو، قرص پرنده، چراغ‌قوه جنبان، نشانگر لیزری، LED، و حتی آزمایش ریز موج با نتیجه‌ی خوراکی سرگرمی را زیادتر می‌کند. شناخت و لذت دست‌در دست هم به پیش می‌روند و تمام آنچه مربوط به فیزیک است با مثال‌های روشن، قابل تشخیص و همراه با شوخ‌طبعی کشف و توجیه می‌شود و به نمایش درمی‌آید. توضیح‌های مربوط به حرکت، انرژی، صوت، الکتریسیته و مغناطیس به بحث‌های خیره‌کننده‌ای از ایده‌های انقلابی چون نسبیت، کوارک‌ها، نظریه‌ی ریسمان، و انرژی تاریک می‌انجامد.

ناشر کتاب اضافه می‌کند کتاب لذت فیزیک «از علم جدی سرگرمی واقعی به‌وجود می‌آورد... رهیافت دوستانه و بدون تنش ویگینز به خواننده می‌آموزد چگونه اندازه‌گیری، مشاهده، و محاسبه کند، و مطالعه‌ی خود را با درس‌های کوتاه تاریخی و زندگی‌نامه‌ی پیشگامان فیزیک غنی سازد.»

در پایان استاد ویگینز نتیجه می‌گیرد، «فیزیک در آینده‌ی تمدن ما نقشی اساسی دارد. نمی‌توان گسستگی شدید فیزیک و سایر بخش‌های فرهنگ را تحمل کرد... فیزیکدان‌ها موظف هستند به مردم کمک کنند تا طرز کار عالم را بفهمند. و مردم به‌عنوان اعضای متفکر این عالم، مسئولیت تلاش در جهت فهمیدن فیزیک را دارند... پس چه راهی بهتر از به دست آوردن این شناخت همراه با لذت وجود دارد؟» این کتاب گامی بلند در جهت آشنا ساختن نسل جدید با شگفتی‌های عالم و ارتقای هیجان علم است، چیزی که بدون شک همگی ما از آن سود خواهیم برد.

زیرنویس:

1. Robert Richardson
2. Arthur W. Wiggins
3. James Trefil
4. George Mason University

منبع:

http://www.phyorg.com/printnews

معلم و طرح درس

کاهش فاصله بین الگوی یادگیری دانش‌آموز

جهانگیر ریاضی

عوامل مؤثر بر الگوی یادگیری دانش‌آموز

الگوی یادگیری دانش‌آموز براساس جغرافیا و تاریخ زندگی او، دیده‌ها، شنیده‌ها، تجربه‌شده‌ها، ویژگی‌های فردی و... ساخته می‌شود. این عناصر برای افراد مختلف متفاوت است. بنابراین هر دانش‌آموز طبق الگوی خود در فرایند یادگیری حضور می‌یابد و برداشت‌های خود را از موضوع ارائه شده خواهد داشت. درواقع تنوع در مدل‌های یادگیری، نتیجه‌ی طبیعی تفاوت در مجموعه‌ی مؤلفه‌های زندگی افراد مختلف است. شناخت نوع نگرش و باورهای دانش‌آموز از جهان و مناسبات انسان‌ها، از جمله شرایط اساسی موفقیت در راستای کاهش فاصله بین مدل یادگیری دانش‌آموز و طرح درس معلم است. منظور از کاهش فاصله بین الگوی یادگیری دانش‌آموز و روش ارائه مفاهیم به وسیله معلم، پذیرش این الگوها نیست. بلکه هدف شناخت اصولی و واقعی‌تر فرایندی است که طی آن دانش‌آموز مطالب را فرامی‌گیرد. مدیریت معلم در این زمینه، هدایت و رفع اشکالات در نگرش دانش‌آموز در فرایند یادگیری است. معلم باید بداند دانش‌آموز با توجه به مجموعه‌ی شرایط زندگی گذشته‌اش، چگونه به مسائل نگاه می‌کند، حافظه‌ی او چه الگوی غالبی را برای یادگیری در خود جای داده است؟ از کدام شرایط و از کدام افراد بیشترین تأثیر را گرفته است؟ آیا برای یادگیری بهتر، به زمان و فرصت بیشتری نیاز دارد؟ آیا توجه ویژه‌ای لازم دارد؟ و... بسیاری پرسش‌های دیگر. درواقع بهتر است محیط آموزشی و فرایند یادگیری را از پنجره‌ی نگاه دانش‌آموز ببینیم، تا بتوانیم به واقعیت‌ها نزدیک‌تر شویم.

واقعیت این است که بخشی از نگرش‌ها و الگوی یادگیری فرد در محیط خانواده و مناسبات آن شکل می‌گیرد نباید فکر کرد که یادگیری در محیط‌های مختلف، الزاماً از روندی آگاهانه و هدایت‌شده و دارای اهداف معین پیروی می‌کند. کودک یا نوجوان از مناسبات محیط اطراف خود رفتارها و نگرش‌هایی متفاوت و حتی متناقض را دریافت می‌کند. او از مجموعه‌ی این دریافت‌ها به جهان و مناسبات انسان‌ها می‌نگرد. و الگوی یادگیری در شکل مدیریت‌نشده‌اش، از همین دریافت‌ها شکل می‌گیرد. از طرف دیگر، با آن‌که یادگیری فرایندی هدفمند، دارای راه‌برد معین و نیازمند مدیریت علمی و تخصصی است، ولی متأسفانه افرادی با دانش و توانمندی‌های متفاوت و حتی ناآشنا با این اصول، در امر یادگیری کودک و نوجوان دخالت می‌نمایند. هرکس سعی می‌کند چیزی به کودک بیاموزد. به‌عبارت دیگر، وجود مراجع مختلف در فرایند یادگیری کودک و نوجوان باعث می‌شود فرد از الگوی مشخصی پیروی نکند، یا این‌که از هر کسی بخشی از الگویی نامنظم را دریافت کرده باشد. این الگوی نامنظم یادگیری، بر عناصر پراکنده و غیرمرتبط تکیه می‌کند، از وحدت و انسجام درونی برخوردار نیست و شیوه‌ی تفکر درست را ایجاد نمی‌کند. فرد در فرایند یادگیری احساس آرامش نمی‌کند؛ دائماً دچار دغدغه و نگرانی است. نمی‌داند چگونه به مسأله‌ی مورد بحث وارد شود و برای حل آن چه مسیری را طی کند. درحالی‌که الگوی یادگیری منظم، امکان اندیشیدن بهتر را میسر می‌کند، فرد می‌تواند به اتکای این الگو و انطباق آن با شرایط متنوع، مفاهیم دارای قالب و محتوای متفاوت را درک کند و شیوه‌ی بهتر تحلیل مسأله را بیابد. بنابراین الگوی یادگیری نوجوان، مانند خود او، تاریخی شامل افت‌وخیزهای مختلف را از سر گذرانده است و نوجوان این الگو را به همراه خود به محیط آموزشی می‌آورد. حال، معلم بدون اطلاع از جریان این افت‌وخیزها چگونه می‌تواند مؤلفه‌های اصلی الگوی یادگیری دانش‌آموز را بشناسد؟

شناخت الگوی یادگیری دانش‌آموزان

با توجه به مجموعه‌ی افت‌وخیزهای زندگی گذشته‌ی نوجوان دانش‌آموز و پیچدگی‌های فرایند شکل‌گیری الگوهای یادگیری، معلم نمی‌تواند در زمانی محدود، الگوهای یادگیری هریک از دانش‌آموزان را با دقت بشناسد و براساس آن شیوه‌های بهتر در ارائه مفاهیم درسی را تشخیص دهد. اما این امکان وجود دارد که با شناخت مشخصات اصلی و مشترک مربوط به جغرافیا و تاریخ معین، بتوان ویژگی‌های کلی الگوی یادگیری را در یک منطقه مشخص نمود. دانش‌آموزان در یک منطقه‌ی جغرافیایی معین، کم و بیش از فرهنگ، لغت‌ها و عادت‌هایی نزدیک به یکدیگر پیروی می‌کنند. آنچه دارای اهمیت است، شناخت این ویژگی‌های کلی در جغرافیای معین است. سطح سواد، دانش عمومی خانواده، مناسبات درون خانواده، تشخیص مؤثرترین مناسبات و محیط‌ها بر روند نگرش و یادگیری فرد در خانواده و دوستان، خاطرات مطلوب و نامطلوب از لحظه‌های یادگیری و... می‌تواند معلم را در این شناخت یاری رساند. خانواده‌ای که در آن اساس مناسبات بر مدار اعمال خشونت به اشکال مختلف شکل گرفته باشد، الگوها و خاطرات یادگیری کودک و نوجوان متأثر از این مناسبات خواهد بود. کودکی که در فرایند یادگیری همواره به یک محرک و انگیزه‌ی قوی در قالب حضور مادر یا پدر نیاز داشته، فقدان چنین محرکی می‌تواند بر روند یادگیری او تأثیر نامطلوب داشته باشد. و کودکانی که لحظه‌های یادگیری آن‌ها توأم با فضای صمیمی و نگاه مهربان خانواده است، این لحظه‌ها خاطرات مطلوبی را در ذهن آن‌ها باقی می‌گذارد. در هر صورت، فرایند یادگیری از مدرسه آغاز نمی‌شود، و درک درست این موضوع بر نحوه‌ی برخورد معلم به این فرایند بسیار تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل شناخت تاریخچه‌ی فرایند یادگیری، به برنامه‌ریزی بعدی کمک می‌کند.

جایگاه «ایجاد ارتباط» در شناخت الگوی یادگیری دانش‌آموز

شناخت الگوی یادگیری دانش‌آموز، درواقع شناخت مؤلفه‌هایی است که بدون ایجاد «ارتباط عاطفی» با دانش‌آموز، دست‌یابی به آن دشوار خواهد بود. معلم نمی‌تواند با ایجاد فاصله بین خود و دانش‌آموزان، پنجره‌ی نگاه دانش‌آموز را بهتر بشناسد و از آن‌جا به الگوی یادگیری او دست یابد. این رابطه، ارتباطی هدفمند است. و باید به‌صورت اصولی مدیریت شود. هدف از ارتباط بالا بردن کیفیت فرایند یادگیری براساس شناخت بیشتر الگوهای یادگیری دانش‌آموزان است. ارتباط صمیمی، زمینه‌ساز اعتماد است، در این فضا، دانش‌آموز از زندگی خود و خانواده‌اش، خاطرات مطلوب و نامطلوب گفت‌وگو می‌کند، درواقع پنجره‌ی ورود به دنیای درون خود را می‌گشاید، معلم بدون وارد شدن به تمام جزئیات، سعی می‌کند از درون این خاطرات، ویژگی‌های کلی رفتار و نگرش فرد و خانواده‌اش را بهتر بشناسد. معلم خلاق تلاش می‌کند از شیوه‌های متنوع براساس شرایط، برای ایجاد ارتباط با دانش‌آموزان استفاده کند.

توجه به «تفاوت‌های فردی» در الگوی یادگیری

درحالی‌که مشخصات کلی جغرافیایی و تاریخی معین، به شناخت ویژگی‌های کلی الگوی یادگیری در یک منطقه مشخص کمک می‌کند، توجه به تفاوت‌های فردی در قالب ویژگی‌های متنوع در افراد، فرایند یادگیری را کیفی‌تر می‌نماید. معلم از شیوه‌های مختلف در شناخت این ویژگی‌ها استفاده می‌کند. رفتار دانش‌آموز در کار گروهی در کلاس و میزان مشارکت در فعالیت‌های اجتماعی، توانایی او در ایجاد ارتباط با سایر دانش‌آموزان و معلم، واکنش در مقابل شرایط جدید و تجربه‌نشده و... از جمله ویژگی‌هایی است که شناخت آن‌ها به عنوان تفاوت‌های فردی، برنامه‌ی برخوردهای بعدی با دانش‌آموز را مشخص‌تر می‌کند. معلم خلاق برای ایجاد ارتباط و برخورد با دانش‌آموز با توجه به تفاوت‌ها، نباید از یک الگوی ثابت و ایستا پیروی کند. الگوی برخورد معلم، با عمیق‌تر شدن شناخت از تفاوت‌های فردی، می‌تواند دستخوش تغییر گردد.

جایگاه «معلم» در کاهش فاصله بین الگوی یادگیری دانش‌آموز و شیوه‌ی ارائه مفاهیم

معلم در فرایند شناخت مشخصات کلی الگوی یادگیری در جغرافیای معین، و با توجه به ویژگی‌ها و تفاوت‌های فردی، طرحی کلی برای ارائه مفاهیم تنظیم می‌کند. با توجه به تأثیر مؤلفه‌های مختلف در فرایند یادگیری و سرشت پویای آن، طرح تنظیم‌شده معلم، باید دائماً در جهت نزدیک‌تر شدن به الگوی یادگیری دانش‌آموزان دستخوش تغییرات مثبت گردد. باز هم تأکید می‌شود که منظور از نزدیک شدن به الگوی یادگیری دانش‌آموزان، پذیرش این الگوها نیست، بلکه شناخت واقعی‌تر از آن و هدایت دانش‌آموز به طرف الگوی درست یادگیری است. در کاهش این فاصله، توجه به علاقه‌مندی‌های دانش‌آموزان و ایجاد جلوه‌هایی زیبا از آموزش که همراه آن آرامش و نشاط به محیط آموزشی آورده می‌شود، بسیار مؤثر است. استفاده از شیوه‌های متنوع در ارائه مطالب و بیان موضوع در قالب‌های مختلف هنری، نقاشی، طراحی، شعر، موسیقی... از جمله شیوه‌های مؤثر در ایجاد فضای مطلوب در فرایند یادگیری است. توجه می‌شود که میزان انعطاف دانش‌آموزان در تغییر الگوی یادگیری خود و پذیرش الگوی صحیح، یکسان نیست و این همان نشانه‌ی تفاوت‌هاست. دراین راستا، معلم نباید از افراد مختلف، انتظار یکسانی داشته باشد.

مسئله‌ای چالش‌برانگیز برای معلمان و دانش‌آموزان

دان ایستون[1]
ترجمه: علی‌رضا اکبری

جرم یک نوار کشسی m، *ثابت نیروی آن* k، *و در حالت آزاد، شعاع آن* r *است. آن را مطابق شکل به طور افقی بر روی مخروطی بدون اصطکاک و با زاویه‌ی رأس* 2θ *قرار می‌دهیم. اندازه شعاع* R *نوار در این حالت چقدر است؟ نوار را می‌توان یک فنر ایده‌آل در نظر گرفت.*

حل: شکل‌های ۱ و ۲، نیروهای وارد بر جسم و مؤلفه‌های آن را نشان می‌دهند.

نیروی قائم افق زاویه θ می‌سازد که برابر نصف زاویه رأس مخروط است. اگر جزء کوچکی به جرم dm را در نظر بگیریم. مؤلفه‌ی عمودی نیروی قائم باید با وزن آن جزء، و مؤلفه‌ی افقی نیروی قائم با مؤلفه‌های افقی نیروی کشش T برابر باشد. وزن این جزء $\frac{mg}{2\pi}d\phi$ است، بنابراین:

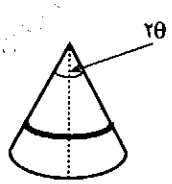
$$N_y = \frac{mg}{2\pi}d\phi \qquad (1)$$

شرط تعادل نیروهای افقی به $N_x = 2T\sin\frac{d\phi}{2}$ می‌انجامد. با فرض این که نوار لاستیکی یک فنر ایده‌آل باشد می‌توان نوشت:

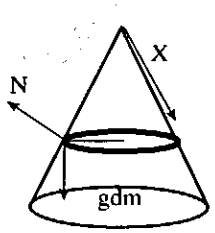
$$N_x = 2\pi k(R-r)\sin d\phi$$

که بسیار نزدیک به

$$N_x = 2\pi k(R-r)d\phi \qquad (2)$$



شکل (۱)



شکل (۲)

برخورددهنده پرانرژی هادرونی (LHC)

گردآوری: بهنام جوادی، دبیر فیزیک ناحیه۲ همدان

مقدمه

ساختن و نگهداری شتابدهنده‌های ذرات بنیادی هزینه بسیار دارد، که معضلی در ساخت شتابدهنده‌ها است. به عنوان مثال طرحی موسوم به SSC[1] ـ ماشین برخورددهنده p-p (پروتون-پروتون) با انرژی بسیار بالای ۲۰Tev+۲۰Tev با حلقه‌ای به طول ۸۷km- در ایالات متحده شروع شد. ولی به علت هزینه بالا، از سوی دولت لغو شد. امروزه به علت هزینه‌های بسیار بالا، در ساخت شتابدهنده‌ها مشارکت بین‌المللی وجود دارد. از جمله شتابدهنده‌هایی که با مشارکت بین‌المللی در حال ساخت است، ماشین برخورددهنده پرانرژی LHC[2] که در مرکز تحقیقات هسته‌ای اروپا در حال ساخت است. در این مقاله ابتدا این مرکز، سپس شتابدهنده LHC معرفی می‌شود.

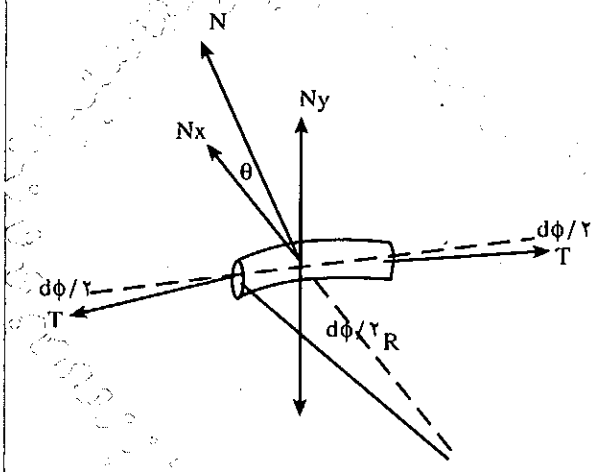
مرکز تحقیقات هسته‌ای اروپا (CERN[3])

این مرکز که به اختصار سرن نامیده می‌شود در نزدیکی شهر ژنو در مرز بین فرانسه و سوئیس قرار دارد. در این مرکز ۱۹ کشور از جمله اتریش، آلمان، فرانسه، ایتالیا، انگلیس و... عضویت دارند. کشورهای ایالات متحده آمریکا، ژاپن، ترکیه، روسیه و سازمان یونسکو و اتحادیه اروپا نقش ناظر را بر عهده دارند. خلاصه‌ای از فعالیت‌های صورت گرفته در سرن در جدول ۱ ارائه شده است.

شورای سرن در سال ۱۹۹۴ تصمیم گرفت با تبدیل آهنرباهای موجود در حلقه LEP به پیچه‌های ابررسانا، شتابدهنده‌ای با انرژی بسیار بالا بسازد. این شتابدهنده جدید LHC نام گرفت. طرح ساخت این شتابدهنده با مشارکت بیش از ۴۰ کشور جهان شروع شد و قرار است در سال جاری میلادی (۲۰۰۷) شروع به کار کند.

LHC

LHC یک ماشین برخورددهنده است که به باریکه پروتون‌ها و



است چون $N_y / N_x = \tan\theta$ است، با تقسیم رابطه (۱) بر رابطه (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{\frac{mg}{2\pi}d\phi}{2\pi k(R-r)d\phi} = \tan\theta \Rightarrow 4\pi^2 k(R-r)\tan\theta = mg$$

$$\Rightarrow R = r + \frac{mg}{4\pi^2 k}\cot\theta$$

به روشی دیگر، فرض کنید انرژی پتانسیل نوار تابعی از R است. برای این‌که نوار در حالت تعادل باشد، باید در کمینه‌ی انرژی پتانسیل قرار گرفته باشد. اگر انرژی پتانسیل کشسانی نوار برابر $U_{el} = \frac{1}{2}k(2\pi R - 2\pi r)^2$ و انرژی پتانسیل گرانشی آن نسبت به رأس مخروط $U_g = -mg(R-r)\cot\theta$، انرژی پتانسیل کل برابر $U = 2k\pi^2(R-r)^2 - mg(R-r)\cot\theta$ است.

در موقعیت کمینه‌ی انرژی،

$$\frac{dU}{dR} = 4\pi^2 k(R-r) - mg\cot\theta = 0$$

که درنتیجه خواهیم داشت:

$$R = r + \frac{mg}{4\pi^2 k}\cot\theta$$

زیرنویس:

1. Don Easton

مرجع:

The Physics Teacher. Vol. 45., 2007

جدول ۱ خلاصه‌ای از فعالیت‌های صورت گرفته در CERN.

تاریخ	فعالیت صورت گرفته
۱۹۵۷	شروع به کار شتابدهنده ۶۰۰Mev ، PSC[۴]
۱۹۵۹	شروع به کار شتابدهنده ۲۸Gev ، PS
۱۹۶۵	ساخت برخورددهنده pp ، ISR[۵]
۱۹۷۲	اضافه شدن یک تقویت‌کننده و یک شتابدهنده خطی
۱۹۷۶	شروع به کار شتابدهنده ۲۵۰Gev ، SPS[۶] با حلقه‌ای به طول ۷Km
۱۹۷۸	ساخت برخورددهنده $P\bar{P}$ ، $SP\bar{P}S$ با انرژی ۴۵۰Gev+۴۵۰Gev
۱۹۸۳	کشف بوزون‌های W و Z در برخورددهنده $P\bar{P}$ ، $SP\bar{P}S$
۱۹۸۹	ساخت برخورددهنده LEP با انرژی ۱۰۰Gev+۱۰۰Gev
	با مطالعه بوزون‌های W و Z، تئوری الکتروضعیف تأیید شد و مشخص شد که ذرات موجود در طبیعت سه دسته‌اند که تأییدی بر مدل استاندارد بود.

هم‌چنین یون‌های سنگین شتاب می‌دهد و شامل دو سنکروترون است که هر دو در حلقه ۲۷ کیلومتری LEP نصب شده‌اند. مشخصات فیزیکی LHC در جدول ۲ ارائه شده است.

یکی از مزیت‌های مهم LHC این است که این شتابدهنده را شتابدهنده‌های کوچک‌تر سرن تغذیه می‌کنند. به عبارت دیگر ابتدا باریکه ذرات را شتابدهنده‌های کوچک‌تر سرن شتاب می‌دهند و در مرحله آخر به LHC تزریق می‌شود. مراحل مختلف شتاب دادن ذرات در شکل ۱ نشان داده شده است.

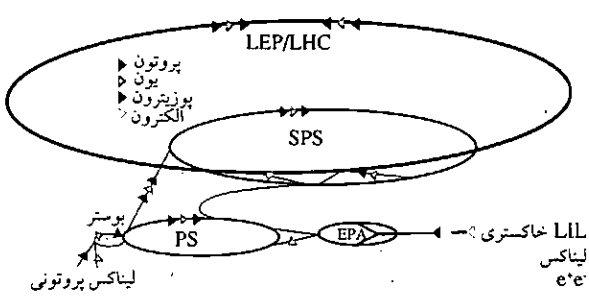
باریکه پروتون‌ها را یک شتابدهنده‌ی خطی تا انرژی ۵۰Mev شتاب می‌دهد، سپس این ذرات وارد تقویت‌کننده PSB[۷] می‌شوند و پس از رسیدن به انرژی ۱/۴Gev وارد حلقه PS می‌شوند. انرژی باریکه در این حلقه به ۲۶Gev می‌رسد و سپس وارد حلقه SPS می‌شود و پس از رسیدن به انرژی ۴۵۰Gev، به حلقه LHC تزریق می‌شود و در این حلقه باریکه پروتون‌ها تا انرژی ۷Tev شتاب می‌گیرد.

آشکارسازهای LHC

LHC دارای چهار آشکارساز به نام‌های LHC-b، Alice، Atlas و Cms است. ساخت Cms با مشارکت ۱۷۰۰ فیزیکدان از ۳۲ کشور جهان انجام می‌شود. در ساخت این شتابدهنده، کشور ما نیز همکاری دارد. دو قطعه از این آشکارساز شامل یک میز با ابعاد ۶×۳ به وزن ۲۰ تن، با دقتی حدود ۱۰۰ میکرون و یک استوانه‌ی حفاظت در برابر تابش پرتوزا در هپکوی اراک ساخته شده است. سهم ایران در هزینه‌های این طرح حدود پانصد هزار دلار است. یک دانشجوی دوره دکترا در این مرکز مستقر شده و در آینده تعداد بیشتری از دانشجویان و استادان به محل اعزام می‌شوند. قرار است پس از راه‌اندازی LHC، داده‌های این شتابدهنده به مرکز تحقیقات ریاضی و فیزیک نظری فرستاده شود و در اختیار فیزیکدانان کشورمان قرار بگیرد. Atlas و Cms دو آشکارساز عمده LHC هستند و از جمله اهداف این دو آشکارساز می‌توان کشف بوزون هیگز و تحقیق درباره‌ی نظریه ابرتقارن را نام برد.

LHC-b برای مطالعه فیزیک مزون B طراحی شده و هدف از ساخت آن مطالعه نقض CP در مزون B است.

Alice برای مطالعه برهم‌کنش یون‌های سنگین (سرب) طراحی شده است و هدف از ساخت آن مشاهده پلاسمای کوارک گلوئون است.



شکل ۱ طرحی از شتابدهنده های موجود در سرن

اهداف طرح LHC

طرحی به گستردگی LHC باید هدف‌های بزرگی داشته باشد. از جمله‌ی هدف‌های این طرح می‌توان به کشف ذره هیگز، کشف ذرات ابرتقارن، ساخت پلاسمای کوارک ـ گلوئون و... اشاره کرد.

کشف ذره هیگز

امروزه می‌دانیم فوتون (حامل نیروی الکترومغناطیسی) و گلوئون (حامل نیروی هسته‌ای قوی) بدون جرم هستند، در صورتی که بوزون‌های Z,W (حامل‌های برهم‌کنش ضعیف) دارای جرمی

جدول ۲. پارامترهای برخورددهنده LHC

پارامتر	یکا	مقدار
طول حلقه	km	۲۶/۶۵۸ ≅ ۲۷
شعاع حلقه	m	۲۷۸۴/۳۲
تعداد آهنرباها	–	۱۲۳۲
طول هر آهنربا	m	۱۴/۲
قطر هسته‌های آهنربا	mm	۵۶
شدت میدان مغناطیسی	T	۸/۳۸۶
جریان عبوری از پیچه‌ها	A	۱۲۰۰۰
فرکانس چرخش ذرات	kHz	۱۱/۲۴۵۵
تعداد خوشه‌های پروتون	–	۲۸۳۵
تعداد ذرات (پروتون‌ها) در هر خوشه	–	$۱/۰۵\times۱۰^{۱۱}$
انرژی هر باریکه پروتون	Tev	۷
انرژی مرکز جرم در برخورد یون‌های سرب	Tev	۱۱۴۸
تعداد خوشه‌های سرب	–	۶۰۸
تعداد یون‌های سرب در هر خوشه	–	۹/۴

در حدود ۹۰ برابر پروتون هستند. یکی از نقطه‌های ضعف مدل استاندارد این است که توضیحی برای جرم‌دار بودن این ذرات ندارد یا لااقل توضیح نمی‌دهد که چرا این ذرات جرم‌های متفاوت دارند. پیش‌بینی می‌شود که ذرات جرم خود را بر اثر برهم‌کنش با ذره کشف نشده‌ای به نام بوزون هیگز به‌دست آورند. این سازوکار به سازوکار هیگز معروف است که در سال ۱۹۶۰ توسط **پیتر هیگز** ارائه شد. او فرض کرد تمام فضا حتی خلأ از میدانی به نام میدان هیگز پر شده است که از ذره‌ای به نام هیگز ناشی می‌شود. این ذره هیچ ویژگی‌ای به‌جز جرم ندارد و تمام ذرات جرمشان را بر اثر برهم‌کنش با این ذره به‌دست می‌آورند. تاکنون ذره هیگز مشاهده نشده و کشف این ذره یکی از مهم‌ترین اهداف LHC است.

کشف ذرات ابرتقارن

یکی از مسئله‌های بسیار مهم در فیزیک انرژی بالا وحدت بین نیروهاست. آیا برهم‌کنش‌های الکترومغناطیسی، ضعیف و قوی را می‌توان وحدت بخشید؟ اولین گام در وحدت نیروها در سال‌های ۱۹۶۷ و ۱۹۶۸ توسط واینبرگ، عبدالسلام و گلاشو برداشته شد. آن‌ها موفق شدند با نوشتن یک لاگرانژی برهم‌کنش‌های الکترومغناطیسی و ضعیف را وحدت بخشند. گام بعدی، وحدت برهم‌کنش قوی با دو برهم‌کنش الکترومغناطیسی و ضعیف است. به این نظریه، نظریه‌ی وحدت بزرگ گفته می‌شود. در وحدت نیروها، باید ارتباطی را بین ذرات و بوزون‌های پیمانه‌ای برقرار کند. تقارنی که این ارتباط را برقرار می‌کند ابرتقارن است. ابرتقارن یک تقارن فضا-زمان جدید است که ذره را به ذره‌ای با اسپین و جرم متفاوت تبدیل می‌کند. پیشنهاد می‌شود که هر ذره یک ابرذره داشته باشد. در صورت وجود ذرات ابرتقارن امکان تولید و آشکارسازی ابرکوارک‌ها و ابرگلوئون‌ها در LHC وجود دارد. همچنین اگر ذرات ابرتقارن در آشکارساز Cms دیده شوند، می‌توان ماده تاریک مرموز کیهان را که می‌دانیم وجود دارد ولی دیده نمی‌شود توجیه کرد. رصدهای ستاره‌شناسان نشان می‌دهد که تمام اجسام درخشان از قبیل زمین، ستارات، ستارگان و... فقط در حدود ۱۰ درصد عالم را تشکیل می‌دهند و حدود ۹۰ درصد عالم غیرقابل رؤیت است. اگر نظریه‌ی ابرتقارن درست باشد ماده تاریک جهان می‌تواند از این ذرات که هنوز آشکار نشده‌اند ساخته شده باشد. هنوز نمی‌دانیم که ابرتقارن جواب نهایی است یا نه، اما نظریه‌ی واقعی هرچه باشد تأیید آن را باید به‌وسیله Cms مشاهده کرد.

تولید پلاسمای کوارک ـ گلوئون

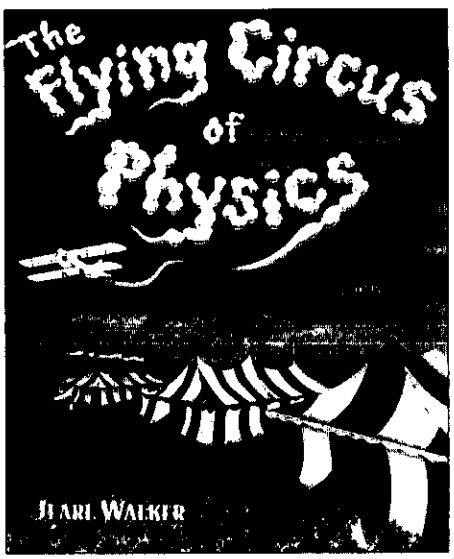
در جهان کنونی، کوارک‌ها و گلوئون‌ها داخل هادرون‌های بدون رنگ (رنگ یک عدد کوانتومی مربوط به کوارک‌هاست) محبوس شده‌اند، محاسبات QCD (کرومودینامیک کوانتومی) نشان می‌دهد که در چگالی انرژی بالا، کوارک‌ها و گلوئون‌ها به هم می‌چسبند و حالت جدیدی از ماده به نام پلاسمای کوارک ـ گلوئون را تشکیل می‌دهند. این حالت از ماده تاکنون دیده نشده است و دانشمندان امیدوارند بتوانند آن را در آزمایشگاه تولید کنند. تنها ابزار آزمایشگاهی برای تولید این پلاسما برخورد یون‌های سنگین پرانرژی است. با توجه به انرژی بسیار بالای یون‌های سرب (۵/۵Tev به ازای هر نوکلئون و ۱۲۰۰ Tev در دستگاه مرکز جرم) در LHC، امید زیادی برای تولید این پلاسما وجود دارد.

زیرنویس:

1. Superconducting Super Collider
2. Large Hadron Collider
3. Consil European pour la Recherche Neucleaire
4. Proton synchrocyclotron
5. Intersecting Storage Ring
6. Super proton Synchrotron
7. Proton Synchrotron booster
8. Squarks
9. Gluionos

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

بخش دوم



پرل واکر
ترجمه: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

هراس و دلهره در شهر بازی

دلیل هیجان ناشی از سوار شدن بر قطار هوایی چیست؟ بدون‌شک، ارتفاع، سرعت و توهم سقوط تأثیرگذارند، ولی تمام این شور و هیجان‌ها را می‌توان در آسانسوری سریع که در حفاظی شیشه‌ای حرکت می‌کند نیز داشت. با این همه هیچ‌کس در صف آسانسور نمی‌ایستد و برای سوار شدن در آن پول نمی‌پردازد.

در مورد سواری‌هایی که شما را به این طرف و آن طرف پرت می‌کند چطور؟ چرا در حین این سواری‌ها خود را محکم نگه می‌دارید، و حتی ممکن است جیغ بزنید؟

قطارهای هوایی برای ایجاد توهم خطر طراحی شده‌اند (این بخشی از سرگرمی آن‌هاست)، ولی درواقع مهندسان برای ایمنی کامل مسافران این قطارها سعی فراوان می‌کنند. به‌رغم این توجه به ایمنی مسافران، تعداد نگون‌بختی از میلیون‌ها مردمی که هر سال سوار این قطارهای تفریحی می‌شوند به وضعیت پزشکی دچار می‌شوند که به **سردرد قطار هوایی** موسوم است. نشانه‌های این بیماری که ممکن است برای چندین روز بروز نکنند، شامل سرگیجه و سردرد شدیدی است که به مراقبت‌های پزشکی نیاز دارند. چه عاملی باعث سردرد قطار هوایی می‌شود؟

پاسخ

برخی سواری‌ها یا به دلیل ارتفاع، سرعت، یا شتاب‌های زیاد (تا $4g$ در قطار هوایی) هیجان‌انگیزند، یا به دلیل چرخش سریع که نیروی مرکزگریز (رو به بیرون) سرگرم‌کننده‌ای را تولید می‌کند؛ ولی وحشتناک‌ترین سواری‌ها معمولاً آن‌هایی هستند که نیروهایی با تغییر سریع و غیرمنتظره بر شما وارد می‌کنند. وقتی نیروی ثابتی را حس می‌کنید و شتاب ثابتی می‌گیرید، همه‌چیز تحت کنترل

به‌نظر می‌رسد، ولی وقتی اندازه یا جهت نیرو ناگهان تغییر می‌کند به‌صورت غیرمنتظره‌ای شتاب می‌گیرید و ناخودآگاه احساس خطر می‌کنید. عامل غیرمترقبه بودن در سطح ناخودآگاه نوعی به استقبال مرگ رفتن است.

قطار هوایی استاندارد

ارتفاع‌ها و سرعت‌های زیاد مثل تلق تولوق قطارهای چوبی قدیمی جذاب است. وقتی به‌سرعت در بخش خمیده‌ی پایینی حرکت می‌کنید، به‌نظر می‌رسد نیروی مرکزگریز ظاهری شما را به صندلی می‌فشارد؛ وقتی روی تپه‌ای پست و با خمیدگی زیاد حرکت می‌کنید، به‌نظر می‌رسد این نیرو شما را به بیرون از صندلی پرتاب می‌کند. در حرکت بر روی لبه‌ی نخستین و بزرگ‌ترین تپه، احساس آشکار از سقوط آزاد را دارید. این توهم وقتی بیشتر می‌شود که در واگن جلویی قطار هوایی نشسته‌اید، طوری که فقط بخش کوچکی از قطار در جلوی شما باشد. با این همه، فکر می‌کنم نشستن در واگن آخری حتی ترسناک‌تر باشد. با نزدیک شدن به لبه [پرتگاه] وقتی بیشتر قطار هوایی شروع به سقوط می‌کند، نیروی وارد بر پشت شما، ابتدا به‌تدریج و سپس با سرعت بیشتر افزایش می‌یابد (آهنگ افزایش آن نمایی است) و درست وقتی که به لبه می‌رسید، این نیرو از بین می‌رود. این تجربه مثل آن است که عاملی اهریمنی دیوانه‌وار شما را به‌طرف پرتگاه هُل دهد و سپس با پرتاب‌کردن باعث سقوط آزادتان شود.

قطارهای تفریحی موشواره

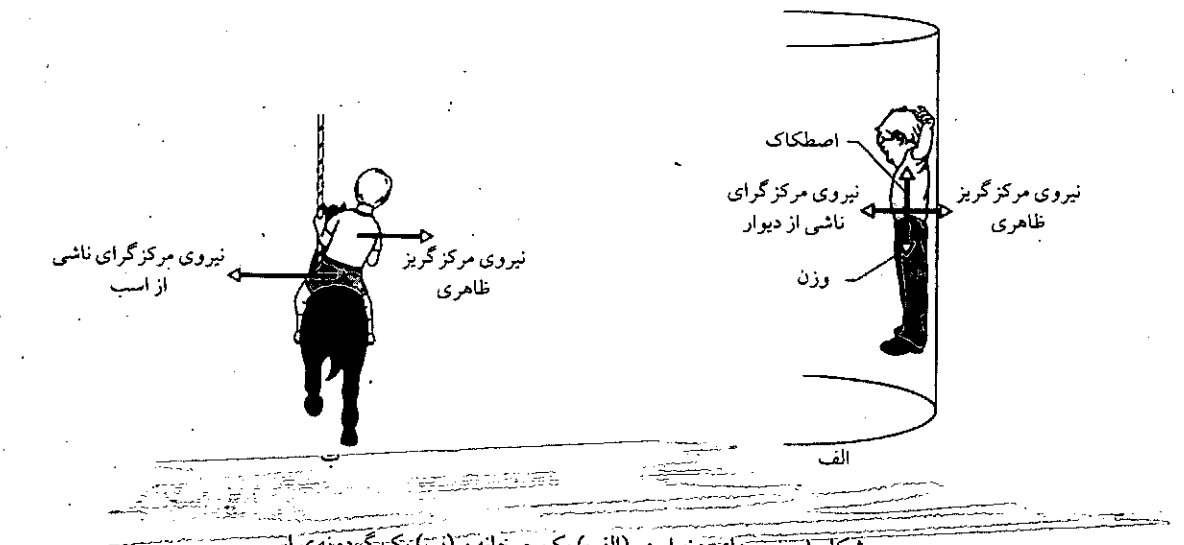
واگن‌ها را جداگانه روی مسیر می‌فرستند. کوپه‌ای که روی آن نشسته‌اید، چارچوب چرخ‌داری متصل است که مسیر را دنبال می‌کند و محور آن در نزدیکی پشت کوپه شما قرار دارد. وقتی به پیچ تندی می‌رسید، چارچوب به‌دقت مسیر خمیده را دنبال می‌کند، ولی بخشی که روی آن نشسته‌اید، پیش از آن‌که دور بزند، برای چند لحظه به جلو حرکت می‌کند. در آن لحظه‌ها دچار این توهم می‌شوید کوپه از مسیر خارج شده است.

قطارهای هوایی جدید

حلقه‌های قائم و مسیرهای مارپیچی احساس نیروهای مرکزگریزی را به‌وجود می‌آورند که جهت و اندازه‌ی آن‌ها به سرعت تغییر می‌کند، و همین‌طور با چرخیدن سر و ته می‌شوید. هر دو عامل هراس‌انگیزند. با صعود در حلقه‌ای قائم، نیروی مرکزگریز ظاهری باید با کُند شدن شما کاهش یابد ولی برای حفظ این نیروی ظاهری، خمیدگی مسیر به سرعت افزایش می‌یابد. در برخی از قطارهای هوایی می‌توانید رو به عقب در مسیر حرکت کنید، به‌طوری که نتوانید هیچ‌گونه تغییر نیرو، سرعت یا شتابی را که در معرض آن قرار خواهید گرفت، پیش‌بینی کنید. سواری قطار هوایی در تاریکی نیز قابلیت پیش‌بینی را از بین می‌برد و باعث هراس بیشتر می‌شود.

چرخانه

وقتی کنار دیواره‌ی داخلی استوانه‌ی چرخان بزرگی بایستید، احساس می‌کنید که نیروی مرکزگریز توانمندی شما را به دیواره چسبانده است (شکل ۱ ـ الف). این نیرو می‌تواند تعبیر شما از جهت پایین‌سو را تغییر دهد و این توهم را به‌وجود آورد که متمایل به عقب شده‌اید. اگر این نیرو به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد، می‌توان کف چرخانه را حذف کرد و به کمک نیروی اصطکاکی که با دیواره



شکل ۱. نیروهای داخل در (الف) یک چرخانه و (ب) یک گردونه‌ی اسبی

دارید در جای خود باقی می‌مانید. اگرچه ایده‌ی نیروی خارجی می‌تواند کاملاً قانع‌کننده باشد، با این همه، نیرویی که واقعاً شما را به دیواره می‌چسباند نیرویی رو به داخل است ـ دیواره شما را به طرف مرکز می‌راند تا حرکت دایره‌ای شما را حفظ کند. چون روی دیواره به پایین نمی‌لغزید، نیروی اصطکاک وارد بر شما باید رو به بالا و برابر وزنتان باشد.

چرخ فلک، گردونه‌ی اسبی، و تاب‌های چرخان

در هنگامی که سوار بر این وسایل هستید نیروی مرکزگریز ملایم‌تری را احساس می‌کنید. وقتی اتاقک شما در چرخ فلک از بالاترین نقطه‌ی دایره می‌گذرد، حس می‌کنید که نیرویی شما را بلند می‌کند. در پایین‌ترین نقطه‌ی دایره، حس می‌کنید نیرویی شما را به صندلی می‌فشارد. در گردونه‌ی صندلی‌دار، به‌نظر می‌رسد که نیروی مرکزگریز شما را به بیرون پرتاب می‌کند (شکل ۱ـب)، به‌ویژه، اگر سوار اسب بیرونی باشید که تندتر از اسب‌های نزدیک به مرکز، روی دایره می‌چرخد. وقتی سوار تابی هستید که دور محور مرکزی می‌چرخد زنجیره‌ها طوری بالا و پایین می‌روند که گویی نیروی مرکزگریز شما را به طرف بیرون می‌راند، بندها از حالت قائم خارج می‌شوند. در هریک از این سه نوع سواری، در واقع هیچ نیروی مرکزگریزی وجود ندارد. بلکه نیروی مرکزگرایی (از صندلی در چرخ فلک، از اسب در گردونه‌ی اسبی، و از بندها در تاب) وجود دارد، و این نیرویی است که باعث چرخیدن شما می‌شود.

سواری با دسته‌های چرخان

در اتاقکی نشسته‌اید که در انتهای خارجی دسته‌ای قرار دارد که دور انتهای دسته‌ی مرکزی‌تری می‌چرخد. اگر در یک دور محور خود بچرخند، بیشترین نیروی مرکزگریز را حس می‌کنید و وقتی از نقطه‌ای در دورترین فاصله از مرکز دستگاه می‌گذرید، دارای بیشترین سرعت هستید. اگر جهت‌های چرخش مخالف هم باشند، سرعت شما در دورترین نقطه (به علت چرخش‌های در جهت مخالف) از همه کمتر است، ولی نیروی وارد بر شما در آن‌جا با سرعت هرچه بیشتر تغییر می‌کند، زیرا در مسیری بسیار خمیده حرکت می‌کنید.

فرودهای قائم

در اتاقکی می‌نشینید که ناگهان از ارتفاع ۴۰ متری رها می‌شود و در سقوط تقریباً آزاد فروافتد. احساس بی‌وزنی می‌کنید، زیرا شما و صندلی زیرتان تقریباً با یک آهنگ سقوط می‌کنید، و بنابراین صندلی دیگر تکیه‌گاه شما نیست. برخی افرادی که سوار این وسیله می‌شوند، این احساس را سرگرم‌کننده می‌دانند.

سردرد قطار هوایی می‌تواند ناشی از هر سواری در شهرهای بازی باشد که در آن شتاب زیاد باشد و به سرعت تغییر جهت دهد. شتاب زیاد به مغز فشار می‌آورد و هر تغییر جهت ناگهانی می‌تواند باعث حرکت مغز نسبت به جمجمه و پاره شدن رگ‌های بین مغز و جمجمه شود.

داستان کوتاه

نمایش‌های بستن حلقه در سیرک

شاید شهر بازی‌های جدید سرشار از هیجان باشند، ولی در برابر کارهای نمایشی با دوچرخه در سیرک که در سال‌های بین ۱۹۰۰ تا ۱۹۱۲ اجرا می‌شد رنگ می‌بازند. وقتی سیرکی می‌خواست سیرک دیگری را تحت‌الشعاع قرار دهد، نمایش‌های تهورآمیزی طراحی و اجرا می‌شد و در صورتی که بازیگر آن جان سالم به‌در می‌برد، آن نمایش بیش از یک‌بار اجرا می‌شد. یکی از اولین کارها در سیرک **آدام فورپوگ**[1] و **برادران سلز**[2] در سال ۱۹۰۱ انجام شد. مردی موسوم به «**استار**»[3] دوچرخه‌ای را از ارتفاع ۱۸ متر در شیب ۵۲° می‌راند. شاید این کار چندان چالش‌برانگیز به‌نظر نرسد، ولی آن شیب‌راهه از سه بخش نردبان‌های قابل گسترش ساخته شده بود، که معنی آن ناهموار بودن مسیر، به‌ویژه در نزدیکی بخش پایینی آن بود.

سال بعد در **مدیسون اسکوئر گاردن**[4] نیویورک، سیرک بالا نمایش دوچرخه ـ حلقه را عرضه کرد. در حالی که یک آمبولانس در حال آماده‌باش بود، **دیاولو**[5] حرکت رو به پایین خود بر روی شیب‌راهه را دقیقاً از زیر لامپ‌های التهابی سقف آغاز کرد و سپس از (داخل) حلقه‌ای قائم به قطر ۱۱ متر گذشت و وارد تورهایی شد تا متوقف شود. در سال ۱۹۰۴ همان سیرک نمایش دوچرخه‌سواری دیگری «**پارتوس**[6] شگفت‌انگیز» را ارائه کرد. شیب‌راهه همان بود، ولی قسمت بالای حلقه برداشته شده بود و پارتوس مجبور بود در حالی که وارونه شده بود، برای رسیدن به بخش دوم حلقه ۱۵ متر در هوا پرواز کند.

شاید متهورانه‌ترین نمایش با دوچرخه در سال ۱۹۰۵ هنگامی روی داد که سیرک **برنام**[7] و **بیلی**[8] در مادیسون اسکوئر گاردن برنامه اجرا می‌کرد. در شروع این نمایش **یوگو آنچلوتی**[9] روی دوچرخه‌ای در بالای یک شیب راهه و برادرش **فردیناند**[10]، روی دوچرخه‌ای در ارتفاعی حتی بالاتر در شیب‌راهه‌ی مقابل او قرار داشتند (شکل

۲). وقتی علامت می‌دادند، برادرها پایین می‌آمدند و پس از رسیدن به انتهای بسیار خمیده‌ی پایین شیب‌راهه، یوگو برای فرود آمدن روی شیب‌راهه‌ی دیگر به اندازه‌ی ۱۴ متر می‌پرید، و سپس نمایش را در گافی به طول ۹ متر تکرار می‌کرد. همزمان با آن فردیناند وارد مسیر بسیار خمیده‌ی بخش پایینی شیب‌راهه‌ی خود شده بود، طوری که به‌طور وارونه تا رسیدن به شیب‌راهه‌ی خمیده‌ی دیگر پرواز می‌کرد. هیجان‌انگیزترین جنبه‌ی این نمایش وقتی بود که فردیناند فقط چند فوت پایین‌تر از یوگو، که داشت نخستین گاف مسیر خود را طی می‌کرد، به‌صورت وارونه پرواز کرد. در این نمایش خطر کاملاً واقعی بود ـ وقتی این نمایش دوباره در هنگام شب تکرار شد، فردیناند در حین پیمودن «شگاف حلقه» به صورت بدی سقوط کرد، و نمایش ظاهراً لغو شد.

سپس سیرک‌ها اتومبیل‌ها را جایگزین دوچرخه‌ها کردند، زیرا در آن زمان اتومبیل چیز نوظهوری بود. یک یا دو سرنشین، اتومبیلی را روی شیب‌راهه پایین می‌راندند و پیش از رسیدن به شیب‌راهه‌ی دوم، یک یا دو بار در هوا می‌چرخیدند. ولی این نوع نمایش پس از سال ۱۹۱۲ از سکه افتاد، احتمالاً به دلیل آن‌که تماشاگران کم‌کم به خطر آن‌ها عادت کردند. فیزیک وابسته به آن‌ها دیگر نصیبی از این نمایش‌ها نمی‌برد تا روزگار اخیر که **اول نیول**[11]، پسرش **روبی نیول**[12] و سایر نمایش‌دهندگان شروع به حرکت رو به پایین یا رو به بالا با موتور سیکلت روی شیب‌راهه و پرواز بر فراز ماشین‌ها و کامیون‌ها کردند.

تردستی

رکورد جهانی برای حلقه‌های تردستی فعلاً ۱۱ عدد است؛ این رکورد برای سایر اجسام، تعداد کمتری است. بدیهی است که تردستی به هماهنگی خوب چشم با دست و تجربه‌ی انداختن و گرفتن نیاز دارد، ولی آیا عامل دیگری وجود دارد که تعداد اجسامی را که می‌توان در تردستی به‌کار روند، محدود کند؟

پاسخ

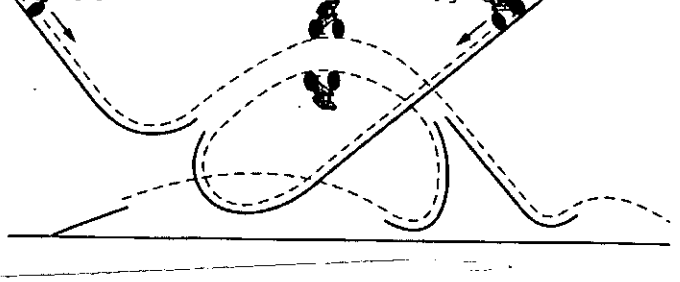
البته، گرانی محدودیتی را اعمال می‌کند. اگر بخواهید تعداد اجسام مورد استفاده در تردستی را زیاد کنید، باید آن‌ها را بالاتر بیندازید تا زمان کافی برای گرفتن اجسام اضافی وجود داشته باشد. ولی، زمان به‌دست آمده معمولاً اندک است. اگر جسمی را تا ارتفاع دو برابر پرتاب کنید، فقط زمانی حدود ۴۰٪ بیشتر از زمان پرواز قبلی به‌دست می‌آورید. به‌علاوه، باید آن را با سرعت تا ۴۰٪ بیشتر پرتاب کنید که این به معنی غیرقابل پیش‌بینی بودن بیشتر پرتاب است.

پرش با نیزه

در اوایل سال‌های دهه‌ی ۶۰ میلادی نیزه‌های فایبرگلاس تحولی در ورزش پرش با نیزه به‌وجود آورد. پیش از آن نیزه‌های مورد استفاده در این ورزش از جنس خیزران بودند. نیزه‌های فولادی و آلومینیمی در سال‌های دهه‌ی ۵۰ میلادی مورد توجه بودند. ولی هیچ چیز نمی‌توانست جای نیزه‌های فایبرگلاس را بگیرد، و از وقتی که آن‌ها مطرح شدند، رکورد پرش با نیزه به‌سرعت از ۴/۸ متر به بیش از ۵/۸ متر افزایش یافت. برخی معتقدند که این رکورد سرانجام باید به بالای ۶/۰ متر برسد[13]. چرا نیزه‌ی فایبرگلاس تا این حد در بالا بردن رکورد مؤثر بود؟

پاسخ

نیزه‌ی فایبرگلاس از نیزه‌هایی خیزران، فولاد یا آلومینیم قبلی بسیار انعطاف‌پذیرتر بود. این انعطاف‌پذیری دارای دو مزیت برای پرتاب‌کننده است. ورزشکار بهتر می‌تواند انرژی جنبشی دویدن



شکل ۲. مسیر دوچرخه‌سواری یوگو و فردیناند آنجلوتی

تا عمل پرش را به انرژی پتانسیل کشسانی نیزه در هنگام خم‌شدن تبدیل کند. (این انرژی ذخیره‌شده ناشی از دویدن است، نه تلاش ماهیچه‌ی ورزشکار حین خم کردن نیزه.)

شاید تا این جای مطلب واضح باشد. نکته‌ی ظریف‌تر آن است که انعطاف‌پذیری نیزه تبدیل دوباره انرژی پتانسیل کشسانی به انرژی جنبشی ورزشکاری را که در حال صعود است به تأخیر می‌اندازد. این تأخیر به ورزشکار امکان می‌دهد تا وضعیت بدن خود را طوری تغییر دهد که انرژی حاصل از راست شدن بعدی نیزه، به جای حرکت رو به جلو باعث بالا رفتن بیشترش شود.

برای یک پرش موفقیت‌آمیز، ورزشکار نه‌تنها برای اطمینان از انرژی جنبشی کافی برای پرش باید به‌سرعت به طرف محل پرش بدود، بلکه باید قدم‌هایش را نیز طوری تنظیم کند که انتهای نیزه درست در جعبه‌ی روی زمین فرو رود. وقتی نیزه در جعبه گیر کرد، ورزشکار باید طوری رو به جلو بپرد که با حفظ حرکت رو به جلوی خود، نیزه را به‌درستی خم کند. نیزه با خم شدن بخشی از انرژی جنبشی اولیه‌ی ورزشکار را ذخیره می‌کند. در طی این خم‌وراست شدن نیزه، ورزشکار با جمع کردن پاها و خم‌شدن به عقب، پاها و بدنش را به وضعیت عمودی درمی‌آورد. برای کمک به راست شدن نیزه برای به‌دست آوردن انرژی بیشتر و کمک به برگشت بدن به وضعیت اولیه، ورزشکار باید با دست بالاترش به جلو فشار بیاورد و با دست پایین‌ترش نیزه را به عقب بکشد. اگر همه‌ی این کارها به‌درستی زمان‌بندی شود، نیزه راست می‌شود و انرژی ذخیره شده‌اش را برای بالا فرستادن ورزشکار پس می‌دهد.

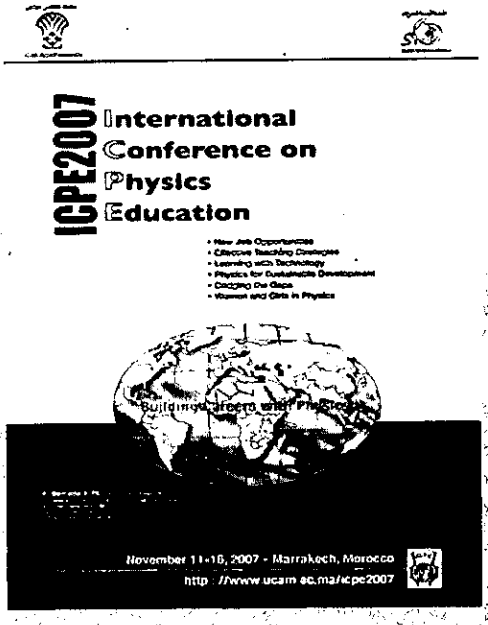
زیرنویس:

1. Adam Fore Paugh
2. Sells Bros
3. Starr
4. Madison Square Garden
5. Diavolo
6. Parthos
7. Bernum
8. Bailey
9. Ugo Ancillotti
10. Ferdinand
11. Evel Knivel
12. Robbie Knivel

۱۳. مترجم. در اینجا نویسنده از لحاظ تاریخی دچار اشتباه شده است و سرگئی بوبکا حدود ۱۰ سال پیش رکوردی بالای ۶ متر برای پرش با نیزه بر جای گذاشت.

مرجع:

Jearl walker, The Flying Circus of Physics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2007.



کنفرانس بین‌المللی آموزش فیزیک قبلاً در سال ۲۰۰۵ در دهلی و سال ۲۰۰۶ در توکیو برگزار شد. امسال مراکش میزبان این کنفرانس بود. موفقیت‌های به‌دست آمده در دو کنفرانس دهلی و توکیو، کشور مغرب را بر آن داشته تا داوطلب معرفی روش‌های جدید آموزش و تحول آموزش فیزیک شود.

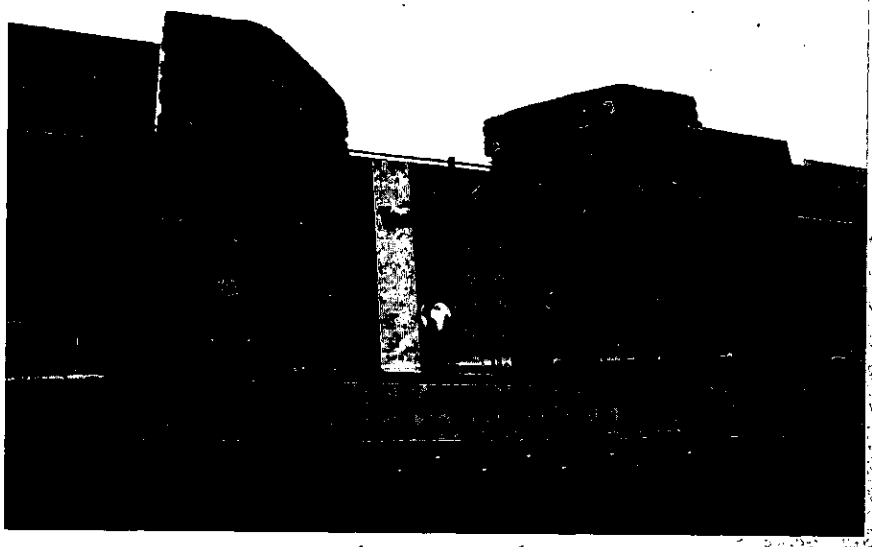
این کنفرانس از تاریخ ۱۱ الی ۱۶ نوامبر در حالی در مغرب برگزار شد که قاره‌ی آفریقا میزبان متخصصان آموزش فیزیک از سراسر دنیا بود.

کنفرانس امسال را انجمن اپتیک تونس STO (Tunisian Society of Optics) و کمیسیون آموزش فیزیک (IUPAP) و سازمان یونسکو حمایت می‌کردند.

شهر مراکش، از کشور مراکش محل برگزاری کنفرانس بین‌المللی آموزش فیزیک در سال ۲۰۰۷ بود. مراکش یا مغرب (به‌معنی محل غروب خورشید) کشوری در شمال غربی آفریقاست. مراکش از غرب با اقیانوس اطلس و شرق با کشور الجزایر و جنوب، موریتانی و شمال به دریای مدیترانه محدود است. پایتخت آن، شهر رباط است. جمعیت این کشور در حدود ۳۱ میلیون نفر و مساحت آن ۷۱۰۸۵۰ کیلومتر مربع است. دین

گزارش کنفرانس بین المللی آموزش فیزیک ۲۰۰۷

آزیتا سیدفدایی



شکل۱ . سردَر مربوط به محل برگزاری کنفرانس

رسمی مراکش اسلام است.

محل برگزاری کنفرانس دانشگاه قاضی عیاض (Cadi Ayyad university)، (تأسیس ۱۹۷۸ میلادی) بزرگ‌ترین دانشگاه مراکش بود.

این کنفرانس فرصتی بود تا انجمن تازه‌تأسیس فیزیک کاربردی مراکش را به جامعه‌ی فیزیکدانان معرفی کند [۱].

هدف دیگر کنفرانس آشنایی کشور مغرب با تحولات آموزشی بود. کنفرانس دارای بخش‌های زیر بود [۲]:

۱. سخنرانی‌های عمومی
۲. کارگاه‌های آموزشی
۳. مقاله‌های پذیرفته‌شده
۴. پوسترهای پذیرفته‌شده
۵. جلسه‌های بحث و بررسی
۶. نمایش علوم
۷. کاروان علم

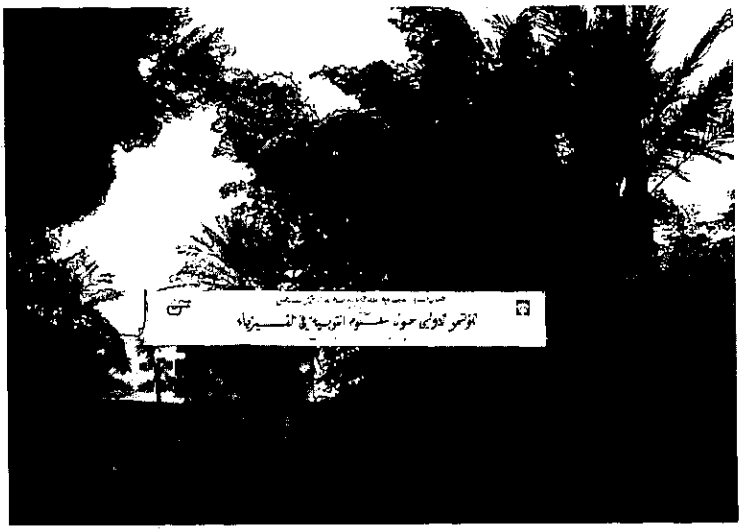
از هدف‌های کنفرانس فراهم آوردن شرایط مناسب برای تبادل اطلاعات و تجربه‌ها درباره‌ی فرصت‌های جدید شغلی و فیزیک مطرح شده بود [۳].

در این کنفرانس عنوان‌های زیر مورد توجه بودند [۴]:

۱. موقعیت‌های جدید شغلی در رشته‌ی فیزیک
۲. راه‌بُردهای مؤثر در آموزش فیزیک
۳. یادگیری فیزیک با استفاده از فناوری
۴. نقش فیزیک در توسعه‌ی کشورها
۵. بحث درباره‌ی چالش‌های آموزش فیزیک
۶. زنان و فیزیک

فرصت‌های جدید شغلی به‌عنوان وسیله‌ای برای تقویت و رشد در کشور مغرب مطرح است. فیزیکدانان در کشورهای مختلف با قرار گرفتن در موقعیت‌های مناسب شغلی و تأمین و حمایت مالی رغبت بیشتری به پژوهش و آموزش و کاربرد شیوه‌های نوین پیدا می‌کنند. امّا آن‌چه اهمیت دارد این است که عنوان‌های اصلی کنفرانس (۶بند بالا) هرکدام به تنهایی به‌صورت هدفمند به فرصت‌های شغلی جدید می‌انجامند.

به‌عنوان مثال بررسی راه‌بُردهای آموزش مؤثر در فیزیک و یافتن راهکار برای آن به تأسیس رشته‌ی آموزش در این زمینه در کشورهای مختلف می‌انجامد و به‌ویژه (بند سوم) یادگیری فیزیک با استفاده از فناوری و کامپیوتر فرصت‌های جدیدی را برای اشتغال در



شکل۲ . محل برگزاری کنفرانس، دانشگاه سعدی عیاض مراکش .

شکل۳ . ارائه‌ی مقاله توسط آزیتا فدایی در بخش زنان و فیزیک

حرفه‌ی مشترک کامپیوتر و فیزیک پدید می‌آورد .

از بخش‌های مهم کنفرانس برگزاری مسابقه و نظرسنجی در مورد عجایب هفت‌گانه در فیزیک بود که به آمارگیری در مورد شگفت‌انگیزترین و تأثیرگذارترین بُعد فیزیک در زندگی بشر می‌پرداخت . نتیجه‌ی این بررسی هنوز مشخص نیست ولی یافتن پاسخ مسلماً به سرمایه‌گذاری و گسترش آن شاخه از فیزیک می‌انجامد و فرصت‌های شغلی جدیدی را به‌وجود خواهد آورد .

در کنفرانس به یافتن فرصت‌های شغلی جدید در فیزیک با استفاده از شبکه جهانی نیز اشاره شد که کشورها با استفاده از تجربه‌های یکدیگر در زمینه‌ی آموزش فیزیک خواهند توانست راه‌کارهای جدیدی را در به‌کارگیری نیروهای متخصص فیزیکدان در جایگاه‌های شغلی مناسب بیابند . در واقع باهم کار کردن و سهیم شدن در تجربه‌های یکدیگر از شعارهای این کنفرانس بود که تغییر بینش و نگرش دولت‌مردان از آثار تبادل اطلاعات در این زمینه است .

از این‌رو می‌توان گفت که بررسی عنوان‌های کنفرانس به‌طور غیرمستقیم سبب یافتن فرصت‌های جدید شغلی در کشورهای درحال توسعه است .

در بخش «زنان و فیزیک» نیز هدف بررسی و تحلیل میزان مشارکت این قشر در فعالیت‌های علمی و آموزش فیزیک و به‌عبارتی بررسی آماری از فرصت‌های جدید شغلی برای زنان بود . فعالیت زنان به‌عنوان نیمی از پیکره‌ی اجتماع، تأثیری جدی در توسعه‌ی کشورها دارد .

مقاله‌های زیر برای ارائه، در برنامه‌ی کنفرانس گنجانده شده بود :

۱ . «زنان و فیزیک» در جنوب آفریقا ـ جنوب آفریقا [۵]

۲ . افزایش آمار زنان در رشته‌ی فیزیک ـ ایران (آزیتا سیدفدایی) [۶]

۳ . چرا یک دختر فیزیکدان می‌شود؟ ـ برزیل [۷]

۴ . زنان مغرب و فیزیک ـ مغرب [۸]

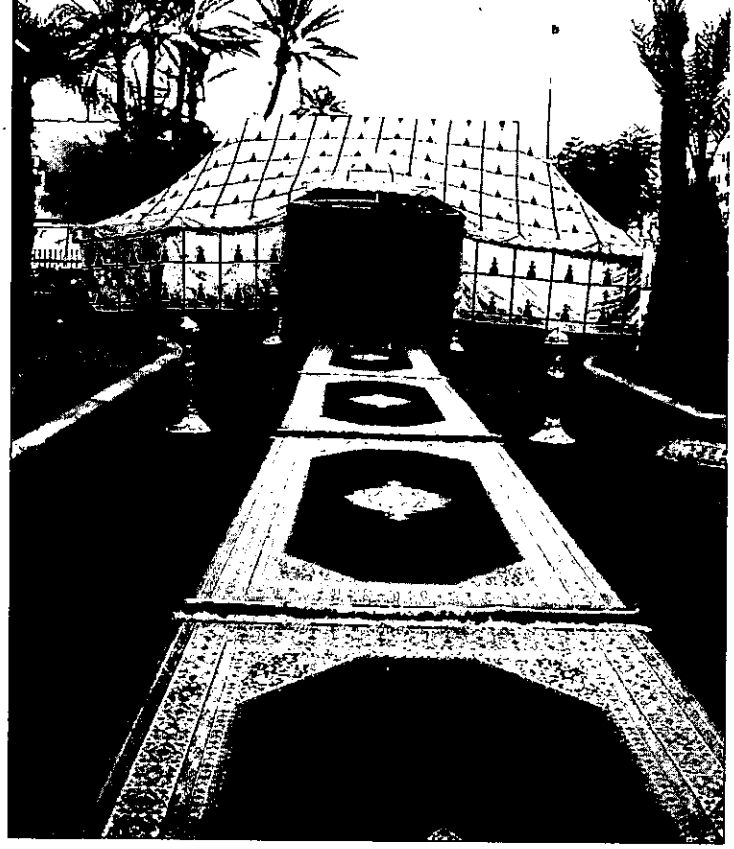
۵ . زنان عرب و فیزیک ـ مصر [۹]

۶ . زنان مصری و فیزیک ـ مصر [۱۰]

مقاله‌ی افزایش آمار زنان در رشته‌ی فیزیک را اینجانب ارائه کردم که به رشد بسیار بالای فارغ‌التحصیلان زن در رشته‌های علوم پایه به‌ویژه فیزیک در مقطع کارشناسی در ایران و مقایسه‌ی آمار فارغ‌التحصیلان زن در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری در ده‌سال اخیر پرداخته بودم . در واقع بررسی نتیجه‌های این مقاله می‌تواند به یافتن فرصت‌های شغلی برای زنان فارغ‌التحصیل در رشته‌ی فیزیک بینجامد [۱۱] .

ـ مقاله‌هایی در مورد فرصت‌های جدید شغلی با استفاده از ترکیب رشته‌های مختلف علوم مثل فیزیک و پزشکی و ... ارائه شد . از جمله دین زُلمَن[۲] از آمریکا مقاله‌ای با عنوان : «نقش فیزیک در ساخت وسایل کاربردی رشته‌ی پزشکی» ارائه کرد [۱۲] .

اولین سخنران خانم **پریسیلا لاوز**[۳] از کالج دیکینسون پنسیلوانیای آمریکا بود (به‌دلیل فعالیت‌های چشمگیر او در زمینه‌ی آموزش فیزیک در کشورهای در حال توسعه از او قدردانی شد) . این سخنرانی با عنوان «فیزیک برای توسعه‌ی پایدار : ترویج آموزش



شکل۴. محل نمایشگاه پوسترهای ارائه شده در کنفرانس

مؤثر فیزیک در کشورهای درحال‌توسعه» ارائه شد. او با بررسی تلاش کشورهای درحال توسعه در زمینه‌ی آموزش فیزیک به مثال برگزاری کارگاهی در آموزش فعال اپتیک و فوتونیک در کشور موزامبیک اشاره کرد. خانم لاوز با اشاره به استفاده از نرم‌افزارهای جدید آموزش فیزیک دستگاهی را برای آشکارسازی و رسم نمودارهای حرکت در رایانه معرفی کرد [۱۳].

سخنران دیگر **لاورنس وینوت**[۴] از دانشگاه پاریس فرانسه بود که به مشکل جذاب نبودن علوم پایه و تأثیر آن در کاهش تعداد دانش‌آموزان در این رشته اشاره کرد [۱۴].

مینلا. آلارکون[۵] از بخش علوم و مهندسی سازمان یونسکو در سخنرانی خود با عنوان «فرصت‌های شغلی از طریق شبکه جهانی آموزش و نقش یونسکو» به راه‌اندازی شبکه آموزش در سال ۱۹۸۰ در چهار منطقه جهان اشاره کرد. وظیفه‌ی این شبکه تعامل و تبادل عنوان‌های آموزش فیزیک در میان فیزیکدان‌ها و معلمان فیزیک از کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه است. او طرح‌های یونسکو در مورد نتیجه‌های مشارکت بین‌المللی در آموزش فیزیک را برشمرد[۱۵]. **زهرا بن لخدر**[۶] از مؤسسه‌ی علوم تونس و عضو انجمن اپتیک تونس به ضرورت طراحی و برنامه‌ریزی برای آموزش در آفریقای جنوبی اشاره کرد. جمعیت آفریقا در سال ۲۰۵۰ دو برابر خواهد شد در حالی که جمعیت اروپا ۰٫۹۸ برابر می‌شود، بنابراین به اعتقاد او جذب جوانان آفریقایی به آموزش و مهارت‌های آن و فراهم آوردن موقعیت‌هایی برای شرکت در برنامه‌های اقتصادی-اجتماعی توسعه ضروری است. به اعتقاد او آفریقا برای توسعه نیاز به رشد در علوم پایه دارد [۱۶].

خلیجه مهد صالح[۷] از دانشگاه Kebangsaan مالزی توسعه‌ی آموزش فیزیک را نیازمند تغییر برنامه‌ی آموزشی دانست. او به بررسی نظام آموزشی در مالزی و لزوم تغییر در آموزش فیزیک اشاره کرد [۱۷].

یان لاورنس[۸] از دانشگاه بیرمنگهام انگلستان نیز به بررسی تأثیر آموزش فیزیک در دانش‌آموزان زیر ۱۴ سال پرداخت [۱۸].

عنوان	عنوان
❑ فضاپیماها	❑ فناوری اپتیک‌های نوری
❑ ابزارهای مشاهده‌ی نجومی	❑ شتاب‌دهنده‌های ذرات
❑ پردازش داده‌ها	❑ حسگرها و وسیله‌های کنترل
❑ مولدهای الکتریکی	❑ ارتباطات ماهواره‌ای
❑ ماشین‌های بخار	❑ سفرهای فضایی
❑ تلسکوپ فضایی هابل	❑ اسپکتروسکوپ‌ها
❑ لیزرها	❑ ابر رساناها
❑ ابزارهای تصویربرداری پزشکی	❑ تلسکوپ‌ها
❑ میکروسکوپ‌ها	❑ ارتباطات بی‌سیم
❑ نانو فناوری	❑ شبکه جهانی

نظرخواهی در مورد عجایب هفت‌گانه‌ی فیزیک و فناوری

آنچه مسلم است این است که این کنفرانس فضایی برای بررسی مشکلات آموزشی در کشورهای مختلف را فراهم کرد. آشنایی با دشواری‌های نظام سنتی آموزش در کشورهای مختلف باعث تشخیص دشواری‌های مشترک و یافتن راهکارها در سطح جهانی می‌شود.

مقاله‌ها و پوسترهایی از کشورهای آمریکا (۱۵ شرکت کننده)، فرانسه (۶ شرکت کننده)، آلمان (۵ شرکت کننده)، ایتالیا (۱۵ شرکت کننده)، ژاپن (۱۰ شرکت کننده)، هندوستان (۱۷ شرکت کننده) و... ارائه شد.

گزارش از کاروان علم در برزیل و مغرب از دیگر بخش‌ها بودند.

کارگاه‌های برگزار شده در این کنفرانس بیشتر مرتبط با فعالیت‌های hands-on و یا شبیه‌سازی‌های کامپیوتری مفاهیم فیزیک بودند.

ضمناً معرفی پروژه‌ی مشارکتی آموزش فیزیک بین ایتالیا و اوگاندا بخش دیگری از کنفرانس بود [۱۹].

و مجموعاً ۸۶ پوستر در بخش‌های مختلف به نمایش درآمد.

زیرنویس:

1. International Conference on Physics Education
2. Dean Zollman
3. Priscilla Laws
4. Laurence Viennot
5. Minella Alarcon
6. Zohra Ben Lakhdar
7. Khalijah Mohd Salleh
8. Ian Lawrence

منابع:

1) ICPE 2007-Abstracts book-Cadi Ayyad university- Marrakech, Morocco, P:13
2) www.ICPE 2007.org
3)=2)
4)= (1), p:14
5)= (1), p: 117
6)= (1), p: 171
7)= (1), p: 168
8)= (1), p: 143
9)= (1), p:211
10)= (1), p: 231
11)= (6)
12)= (1), p: 41
13)= (1), p:21
14)= (1), p:22
15)= (1), p:25
16)= (1), p:29
17)= (1), p:31
18)= (1), p:36
19)= (1), p:179

آموزشی

کاتل و جانسون

ترجمه: احمد توحیدی

اکنون تعداد زیادی ماهواره در مدارهای مختلف اطراف زمین می‌گردند. آن‌هایی که دارای مدار دایره‌ای هستند در حرکت دایره‌ای یکنواخت هستند. کشش گرانش زمین نیروی مرکزگرا لازم را برای نگه‌داری ماهواره در مسیر را تأمین می‌کند.

ماهواره فقط با یک سرعت خاص می‌تواند در یک مدار با شعاع ثابت باقی بماند. برای این که ببینیم چگونه این حالت پیش می‌آید، فرض کنید نیروی گرانشی تنها نیرویی باشد که در امتداد شعاع به ماهواره وارد شود، بنابراین با استفاده از قانون گرانش نیوتون داریم:

$$F_c = G\frac{mM_E}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \qquad (1)$$

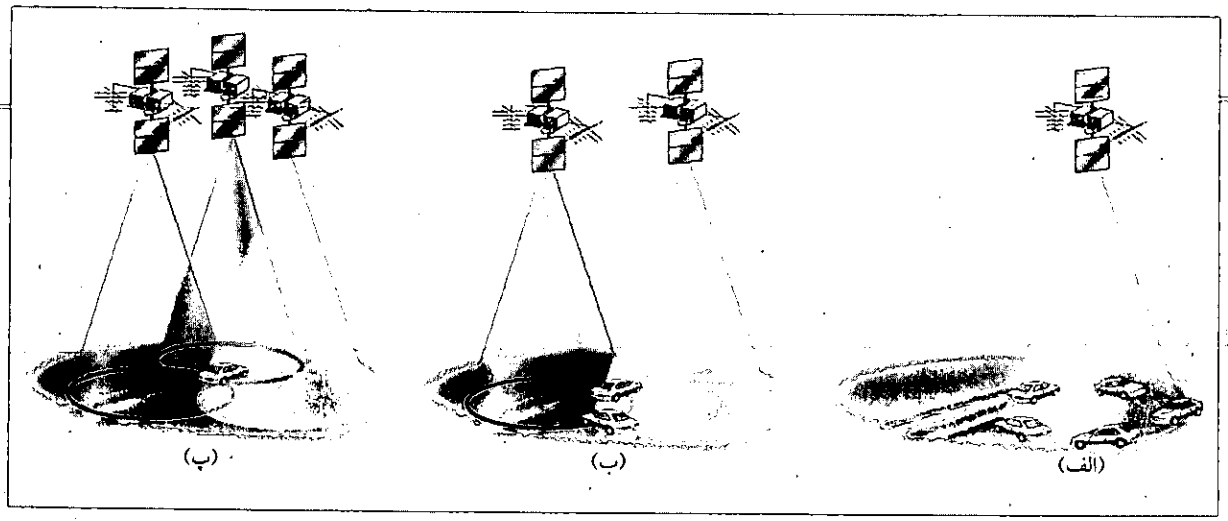
که در آن G ثابت گرانش عمومی، M_E جرم زمین و r فاصله‌ی مرکز زمین تا ماهواره است. سرعت ماهواره v از حل معادله بالا به‌دست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{r}} \qquad (2)$$

اگر ماهواره بخواهد در مداری به شعاع r ثابت باقی بماند، سرعت آن درست برابر این مقدار باشد. چون در رابطه (۲) شعاع مدار r در مخرج کسر قرار دارد، پس هرچه ماهواره به زمین نزدیک‌تر باشد مقدار r کوچک‌تر و سرعت مداری آن بیشتر می‌شود. وقتی ماهواره در یک مدار با سرعت معین قرار گرفت، با فرض این که نیروی اصطکاک به‌جو اندازه‌ی سرعت را کاهش ندهد، ماهواره همواره به حرکت دایره‌ای خود در مدار ادامه می‌دهد.

بسیاری از کاربردهای فناوری ماهواره‌ای در زندگی کنونی ما مؤثرند. یکی از جدیدترین آن‌ها شبکه ماهواره‌ای موسوم به دستگاه

ماهواره‌ها و فیزیک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)[1]



موقعیت‌یاب جهانی (GPS) است. این دستگاه می‌تواند مکان اجسام در سطح زمین را با خطای ۱۵m یا کمتر تعیین کند. شکل‌های زیر طرز کار این دستگاه را نشان می‌دهد. هر ماهواره‌ی GPS یک ساعت اتمی دقیق دارد که زمان را به‌طور پیوسته با امواج رادیویی به زمین ارسال می‌کند. در تصویر، اتومبیل دارای یک گیرنده GPS رایانه‌ای همزمان شده با ساعت اتمی ماهواره است. بنابراین گیرنده می‌تواند مسافت میان اتومبیل و ماهواره را با استفاده از زمان حرکت امواج و سرعت آن‌ها تعیین کند. سرعت امواج رادیویی با سرعت نور برابر است که با دقت بسیار اندازه‌گیری شده است. در شکل (الف) ماهواره، مکان اتومبیل را در نقطه‌ای روی یک دایره اندازه‌گیری می‌کند، درحالی‌که ماهواره GPS دوم مکان اتومبیل را در نقطه‌ای روی یک دایره‌ی دیگر مشخص می‌کند. تقاطع دو دایره دو محل ممکن اتومبیل را نشان می‌دهد شکل (ب). به کمک ماهواره‌ی سوم، دایره‌ی سومی را به‌وجود می‌آورد، که تقاطع آن با دو دایره دیگر مکان درست اتومبیل را مشخص می‌کند شکل (پ).

مدار ماهواره‌های GPS طوری است که در هر لحظه همزمان تعداد سه ماهواره یا بیشتر از آن‌ها در دید زمین قرار دارند. فناوری GPS می‌تواند به راه‌های مختلف در زندگی ما تأثیر بگذارد، از جمله دستگاه‌های جهت‌یابی هواپیماها، کشتی‌ها و اتومبیل‌ها و یا دستگاه‌های قابل حمل که به کوهنوردان و مردم محل استقرار آن‌ها را نشان می‌دهد.

زیرنویس:

1. Global Positioning System

منبع:

Physics. Fourth Edition, Cuttnell and Johnson, John w (iLE and Sons, TNC 1998).

(قسمت هفتم)

ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک

جعفر مهرداد

۳۲ـ ترانزیستور

انگلیسی: transistor

فرانسوی: transistor[m]

عربی: ترانزستور

«ترانزیستور وسیله نیمرسانای فعال در مدارهای الکترونیکی که شامل سه یا تعداد بیشتری پایانه باشد و تقریباً تمام عملیات لامپ‌های گرما ـ یونی از جمله تقویت و آشکارسازی و نوسان‌سازی و کلیدزنی را انجام دهد». [۱] ترانزیستور واژه انگلیسی [امریکایی] است و از دو کلمه transfer به معنی انتقال دادن و resistor به معنی «مقاومت» ساخته شده است. [۲]

[TRAN (SFER) + RE (SISTOR)]

resistor یا «مقاومت» عبارت است از «جزیی از مدار الکتریکی که طبق قانون اهم در برابر عبور جریان ایستادگی می‌کند یا عبور جریان را محدود می‌سازد.» [۳]

رزیستور وسیله‌ای است که در مدار الکترونیکی عمدتاً به خاطر مقاومتش به کار می‌رود. انواع متداول تر آن‌ها عبارتند از یک قطعه سیم نازک یا یک تکه سرامیک با مقاومتی ساخته شده از ذرات ریز کربن مخلوط با خمیر سرامیکی. [۴] نام‌گذاری ترانزیستور به مناسبت آن است که پیام‌های برقی از یک مقاومت می‌گذرند. ترانزیستور در سال ۱۳۲۷ هـ. ش/۱۹۴۸ م در آزمایشگاه‌های تلفن بل و یا تحقیقات مشترک سه تن اختراع شد و آن‌ها مشترکاً جایزه ۱۹۵۶ نوبل را در فیزیک بردند. [۵]

در تداول عامه به رادیویی که با ترانزیستورها ساخته می‌شود رادیوترانزیستوری (ترانزیستور) می‌گویند. [۶]

۳۳ـ نیمرسانا

انگلیسی: semi conductor

فرانسوی: semi conducteur[m]

عربی: شِبْه مُوَصِّل

«نیمرسانا ماده بلورینی که رسانندگی الکتریکی آن از فلزات کمتر و از عایق‌ها بیشتر است». [۱]

کربن و از خانواده آن مانند ژرمنیم و سلیسیم همه نیمرسانا هستند. **برخلاف رساناهای فلزی، مقاومت الکتریکی نیمرساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد.** پاسخ بسیاری از پرسش‌های مربوط به ویژگی عبور بار الکتریکی در اجسام مختلف به وسیله «نظریه نوار انرژی جامدها» [۲] ارائه شده است.

در واژه semi conductor پیشوند semi به معنی نیم، شِبْه و conductor به معنی «رسانا» از مصدر conduct به معنی هدایت کردن، رساندن و عبور دادن [برق، گرما] به دست آمده است. در فیزیک «رسانا» عبارت است از هر ماده که بتواند گرما یا الکتریسیته را از نقطه‌ای به نقطه دیگر برساند. فرآیند عبور انرژی الکتریکی یا گرما یا صوت از محیطی مادی را «رسانش» و مربوط به خاصیت رسانش را «رسانشی» می‌نامند. [۳] در کتاب‌های فیزیک معادل نیمرسانا به صورت‌های نیمه‌رسانا، نیم‌هادی، نیمه‌هادی نیز به کار رفته است. [۴]

۳۴ـ آلایش

انگلیسی: doping

فرانسوی: dopage

عربی: إشابه

«خوراندن عمدی و کنترل شده‌ی مقادیر و انواع معینی از اتم‌های ناخالصی به بلور نیمرسانای میزبان را آلایش می‌گویند. به کمک آلایش، ویژگی‌های الکتریکی نیمرسانا را تنظیم می‌کنند...». [1] اتم «ناخالصی» [2] اتمی است که از جنس بلور نیمرسانای میزبان نیست و در حین رشد بلور یا پس از رشد آن جای‌گزین اتم میزبان می‌شود حدود (یک اتم در میلیون). [3]

«آلایش» اسم مصدر آلاییدن، آلودن و آلودن به معنی مالیده شدن چیزی به چیزی، آغشته شدن، آغشته کردن و در اصطلاح الکتریسیته معادل doping اختیار شده است. در کتاب‌های فیزیک معادل doping به همین معنی واژه‌های پر کردن، دُپ، تغلیظ، آغرش [آغردن به فتح غ و د به معنی خوردن] ناخالص‌سازی، آلودگی، ناخالصی به کار رفته است. [4]

در تداول عمومی doping به معنی **«استفاده از داروی محرک یا تقویتی غیر مجاز پیش از شرکت در مسابقه ورزشی»** به‌کار می‌رود. فرهنگستان زبان و ادب فارسی معادل آن را **«زورافزایی»** تصویب کرده است. [5]

۳۵ـ نیمرسانای نوع n

انگلیسی: semiconduetor n-type

فرانسوی: semiconducteur n

عربی: شبه موصل من الصنف n

هرگاه اتمی مانند اتم آرسنیک پنج ظرفیتی به عنوان یک «اتم ناخالصی» در نیمرسانایی مانند ژرمنیم چهار ظرفیتی وارد شود چهار تا از الکترون‌های ظرفیت اتم آرسنیک در **«پیوند اشتراکی»** [1] بین این اتم و اتم‌های ژرمنیم همسایه شرکت می‌کنند و الکترون پنجمی اتم آرسنیک با صرف انرژی جزیی می‌تواند آزاد شود. «اتم ناخالصی» آرسنیک را «ناخالصی دهنده» و یا «اتم دهنده» و یا به‌طور خلاصه «دهنده» [2] می‌نامند. نیمرسانایی را که به کمک «اتم دهنده» آلایش می‌شود **«نیمرسانای نوع n»** می‌گویند. n حرف اول کلمه negative به معنی منفی است و معرف این است که در این نوع نیمرسانا بیشتر حاملان بار الکتریکی، الکترون‌های دارای بار منفی هستند.

به نیمرسانایی که اتم‌های ناخالصی ندارد **«نیمرسانای ذاتی»** [3] و به نیمرسانای دارای اتم‌های ناخالصی، **«نیمرسانای غیر ذاتی»** یا **«نیمرسانای ناخالص»** [4] می‌گویند.

۳۶ـ نیمرسانای نوع p

انگلیسی: semiconductor p-type

فرانسوی: semiconducteur p

عربی: شبه موصل من الصنف p

هرگاه اتمی مانند اتم آلومینیم سه‌ظرفیتی به عنوان «اتم ناخالصی» در نیمرسانایی مانند ژرمنیم چهارظرفیتی وارد شود، سه الکترون ظرفیت «اتم ناخالصی» آلومینیم در «پیوند اشتراکی» بین اتم‌های ژرمنیم شرکت می‌کنند و یک فضای خالی در ساختمان الکترونی اتم پدید می‌آید که آن را «حفره» [1] و اتم‌های ناخالصی سه‌ظرفیتی را که باعث ایجاد حفره می‌شوند «ناخالصی پذیرنده» یا «اتم پذیرنده» و یا به طور خلاصه «پذیرنده» [2] می‌نامند. چون هر حفره محل کمبود یک الکترون است می‌توان گفت که بار آن معادل بار یک الکترون ولی مثبت است. به نیمرساناهایی که به کمک اتم پذیرنده آلایش می‌شوند نیمرسانای نوع p می‌نامند زیرا بیش‌تر حاملان بار در آن‌ها از نوع مثبت (positive) حفره‌ها هستند.

۳۷ـ اَبَررسانا

انگلیسی: superconductor

فرانسوی: superconducteur[m]

عربی: مُوصِّل مُفرط

اَبَررسانا عبارت است از:

«ماده‌ای که مقاومت الکتریکی آن در زیر دمایی معین از بین برود». [1]

این خاصیت را اول بار **کامرلینگ ـ اونز** در سال ۱۹۱۱م در جیوه کشف کردند و معلوم شد که وقتی دما کاهش می‌یابد و به ۴٫۲ دمای مطلق می‌رسد مقاومت جیوه کاملاً از بین رود. کامرلینگ این پدیده را «اَبَررسانایی» نامید. برای توصیف ابررسانایی سه فیزیکدان امریکایی در سال ۱۹۵۷ «نظریه BCS» را ارائه کردند که نظریه آن‌ها جایزه نوبل را نصیبشان کرد. مواد ابررسانای جدید ممکن است امکان ساخت آهنرباهای الکتریکی پرتوان و موتورهای الکتریکی توانمندتر و کارآمدتر و قطارهای سریع‌السیر را فراهم سازند. اگر سیم‌های انتقال الکتریسیته از نیروگاه به خانه‌ها و صنایع ابررسانا بودند مقاومتی وجود نداشت و امکانات بسیار زیادی را در اختیار ما می‌گذاشت. [2]

در واژه superconductor پیشوند super معنی بالا، روی، مافوق، ماورای، فوق‌العاده، برتر، زیادتر را بیان می‌کند. معادل

super پیشوند ابر به فتح الف و ب به معنی «برتر، بزرگ‌تر، و مهم‌تر» اختیار شده است مانند ابررایانه، ابرقدرت، ابرمرد.[۳]

در کتاب‌های فیزیک به جای superconductor معادل‌های فوق‌هادی، فوق‌رسانا، ابرهادی نیز به کار رفته است.[۴]

۳۸ـ عایق الکتریکی (عایق)

انگلیسی: Insulator, dielectric

فرانسوی: Isolant^{m}, diélectrique^{m}

عربی: عازل

ماده‌ای را که برای جلوگیری از انتقال گرما یا برق یا صوت به‌کار می‌رود عایق می‌نامند. «ماده عایق الکتریکی میان دو صفحه خازن» را ماده دی‌الکتریک یا دی‌الکتریک می‌گویند.[۱]

نام دی‌الکتریک که در ابتدا به وسیله فاراده (۱۷۹۱-۱۸۶۷) بر روی محیط عایق خازن گذاشته شده بود بعدها برای تمام عایق‌های الکتریکی تعمیم یافت.[۲]

واژه dielectric از [dia+electric] ساخته شده و پیشوند dia معادل through به معنی از این طرف به آن طرف، از اول تا آخر، مابین ... و به صورت di درآمده است.[۳]

در رساله‌ای نوشته شده در قرن هفدهم در گزارشی مربوط به الکتروستاتیک یا ایستا برق یادآوری شده است که اجسامی مانند شیشه را که بر اثر مالش دارای الکتریسیته می‌شوند **اجسام الکتریکی** می‌نامند و درست بر عکس موادی مانند فلزات را که به وسیله مالش نمی‌توانند دارای الکتریسیته شوند *اجسام غیرالکتریکی* (non-electrics) گویند. پس از کشف الکتریسیته جاری و دویست سال بعد از نامگذاری مذکور دریافتند که جریان الکتریکی می‌تواند از اجسام غیرالکتریکی عبور کند ولی نمی‌تواند از اجسام الکتریکی بگذرد. بنابراین اصطلاح‌های قبلی کنار گذاشته شد. هم‌اکنون اجسام الکتریکی و غیرالکتریکی مطابق با اصطلاح سابق را به‌ترتیب «عایق» و «رسانا» می‌نامیم.[۴]

در کتاب‌های فیزیک فارسی به جای insulator و dielectric به ترتیب عایق، غیرهادی، نارسانا، فرایند و دی‌الکتریک، نارسانای الکتریکی، عایق، برقبند، نارسانای میدان‌گرا، نارسانای قطبی‌شونده، میدان‌گرا و معادل insulate، عایق کردن، عایق‌سازی، عایق‌بندی، عایق ساختن، نارسانابندی کردن، جدا کردن به کار رفته است.[۵]

insulate از اسم لاتین insula به معنی جزیره (Island) با افزودن پسوند ate ساخته شده و در ابتدا به معنی تشکیل جزیره با محیط پیرامونی شامل آب بوده است.[۶]

برای معادل insulation واژه «عایق‌بندی» تصویب و به قرار زیر تعریف شده است «جلوگیری از انتقال الکتریسیته یا گرما یا صوت از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر».[۷]

در کتاب‌های فیزیک فارسی معادل insulation واژه‌های عایق‌بندی، عایق‌سازی، عایقکاری، عایق، ماده عایق فرابندی، نارسانابندی، فرابست به کار رفته است.[۸]

۳۹ـ الکتروستاتیک، ایستابرق

انگلیسی: electrostatics

فرانسوی: électrostatique^{f}

عربی: الکهربیة الاستاتیکیه (کهرستاتیه)

«دانش مطالعه بارهای الکتریکی ساکن و میدان الکتریکی حاصل از این بارها» را الکتروستاتیک یا ایستابرق می‌نامیم.[۱]

[electro + statics] electrostatics

اسم و به صورت جمع است ولی با فعل مفرد به کار می‌رود.

electr یا electro از لاتین electrum [یونانی elektron] به معنی کهربا (amber) گرفته شده است.[۲] statics اسم به صورت جمع است ولی با فعل مفرد به کار می‌رود و معادل آن ایستاشناسی، ایستایی عبارت است از «شاخه‌ای از علم مکانیک که به مطالعه نیرو یا نیروهای مؤثر بر اجسام در حال تعادل می‌پردازد».[۳] در کتاب‌های فیزیک فارسی معادل آن واژه‌های استاتیک، ایستشناسی، سکون‌شناسی، تعادل‌شناسی، ستاتیک و علم‌السکون و در عربی استاتیه به کار رفته است.[۴]

در واژه «ایستابرق»، ایستا صفت فاعلی است که با افزودن «الف» توصیف در پایان فعل امر ساخته شده و پیش از موصوف قرار گرفته است. «برق» معادل electricity اختیار و به صورت زیر تعریف شده است «شاخه‌ای از (علم) فیزیک که به مطالعه پدیده‌های مربوط به بارهای الکتریکی ساکن یا متحرک می‌پردازد».[۳] در کتاب‌های فیزیک درسی معادل electrostatics واژه‌های الکتروستاتیک، ایستابرق، برق ایستایی، کهربا ایستایی، الکتریسیته ساکن، کهربا ایستاران، کربیستاران، برق ایستار، رخش، ایستاران، کربا ایستاران و معادل صفت electrostatic واژه‌های الکتریسیته ساکن، الکتروستاتیکی، کهربا ایستا، برق ایستان، ایستابرقی، برق ایستا و در عربی کهرستانی به کار رفته است.[۵]

۴۰ـ الکتریسیته ساکن

انگلیسی : static electricity

فرانسوی : électrostatique[۴]

عربی : کهرباء استاتیه

«جمع شدگی بارهای الکتریکی ساکن در مواد عایق و خازن و مانند آن‌ها» را «الکتریسیته ساکن» می‌نامند.[۱] static صفت و به معنی بی‌حرکت، ساکن (at rest) و پیش از موصوف قرار گرفته است. در کتاب‌های فارسی معادل آن واژه‌های ایستا، ساکن، استاتیک، ایستی، استاتیکی، ایستان، ایستایی، ایستمان، ایستایی، ایست‌شناسی، ایستار، مانش، ایستاری، استمان‌شناسی، ایستشان، استشان، استش‌شناسی و در عربی استاتی، سکونی به‌کار رفته است.[۲]

زیرنویس ترانزیستور:

۱. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر اول/ فیزیک کتاب‌های درسی، صدا و سیما، تقویت = amplification، آشکارسازی = detection، کلیدزنی = switching)

۲. مرجع ۲ و ۱۱

۳. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر دوم

۴. ئی. بی، اواروف و... فرهنگ علم، ترجمه احمد بیرشک و... ذیل همین واژه

۵. مرجع ۲ و ۱۱

۶. همان

زیرنویس نیمرسانا:

۱. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر دوم

2. "Energy band theory of solids"

۳. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر دوم

conduotor = رسانا، conduction = رسانش، conductive = رسانشی و conductive = رساننده به معنی ویژگی ماده‌ای که بتواند گرما یا بار الکتریکی را انتقال دهد.

۴. مرجع ۶ ـ الف. واژگان برق، مرکز نشر دانشگاهی

زیرنویس آلایش:

۱. دانشنامه فیزیک، مرکز تحصیلات تکمیلی در علوم پایه

۲. impurity = ناخالصی

3. Advanced Physics Cambridge, Chapter 50 University Physics Harris, chapter2

۴. واژگان برق مرکز نشر دانشگاهی، واژگان فیزیک

۵. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر اول

زیرنویس نیمرسانای نوع n:

۱. پیوند اشتراکی = covalent bond

«پیوندی که در آن هر یک از اتم‌های شرکت‌کننده در پیوند یک الکترون به اشتراک گذارد» (واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر اول) به آن پیوند جفت الکترون (electron pair bond) نیز اطلاق می‌شود.

۲. ناخالصی دهنده = donar impurity، اتم دهنده = donaratom، دهنده = donar

دفتر انتشارات کمک آموزشی

آشنایی با مجله های رشد

مجله های رشد توسط دفتر انتشارات کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش، با این عناوین تهیه و منتشر می شوند:

مجله های دانش‌آموزی (به صورت ماهنامه ـ ۸ شماره در هر سال تحصیلی ـ منتشر می شوند):

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

مجله های عمومی (به صورت ماهنامه ـ ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می شوند):

- **رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا، رشد مدیریت مدرسه**
- **رشد معلم (دو هفته نامه)**

مجله های تخصصی (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می شوند):

- **رشد برهان راهنمایی (مجله ی ریاضی، برای دانش‌آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ی ریاضی، برای دانش‌آموزان دوره ی متوسطه)، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش جغرافیا رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش زبان رشد آموزش زیست شناسی، رشد آموزش تربیت بدنی، رشد آموزش فیزیک، رشد آموزش شیمی، رشد آموزش ریاضی، رشدآموزش هنر، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش زمین‌شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و رشد مشاورمدرسه.**

مجله های رشد عمومی و تخصصی برای آموزگار و معلم و مدیر و کادر اجرایی مدارس

دانشجویان مراکز تربیت معلم و رشته های دبیری دانشگاه ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می شوند.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهرشمالی، ساختمان شماره۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۸، دفتر انتشارات کمک آموزشی.

تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸

برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط

۱ـ واریز مبلغ ۲۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲ـ ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک.

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

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- **مبلغ واریز شده:** .....
- **شماره و تاریخ رسید بانکی:** .....
- **آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیشتاز هستید؟ بله ☐ خیر ☐**

امضا:

نشانی: تهران ـ صندوق پستی مشترکین ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir

پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.ir

امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۹۷۱۳ـ۱۴

پیام گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۸۸۸۳۹۲۳۲

یادآوری:

- هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک است.
- برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است).

۳. نیمرسانای ذاتی = intrinsic semi conductor

۴. نیمرسانای غیر ذاتی = extrinsic semiconductor یا impurity semi conductor

به نقل از فرهنگ فشرده شیمی، مرکز نشر دانشگاهی

زیرنویس نیمرسانای نوع p : _____

۱. حفره = hole «جای خالی الکترون در بالای نوار انرژی» دفتر دوم فرهنگ واژه‌های مصوب فرهنگستان ـ در کتاب‌های فیزیک معادل hole واژه‌های سوراخ، چاله نیز به کار رفته است مرجع ۶ـ ب

۲. ناخالصی پذیرنده = acceptor impurity، اتم پذیرنده = acceptor atom، پذیرنده = acceptor

زیرنویس ابَررسانا : _____

۱. فرهنگ واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر دوم

۲. الکساندر جوزف و دیگران، فیزیک دانش روز برای همه، ترجمه منیژه رهبر، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی ۱۳۸۴/ کامرلینگ ـ اونز [اونس] = Kamerlingh – Onnes، ابررسانایی = superconductivity/

BCS = J. Bardeen, L. Cooper, J. Schriefer

سه فیزیکدان امریکایی به نام‌های جان باردین، لئون کوپر، جان رابرت شریفر واضع نظریه ابررسانایی هستند که سه حرف نام آن‌ها BCS است.

۳. دکتر حسن انوری، فرهنگ فشرده سخن

۴. مرجع ۶ـ ب

زیرنویس عایق الکتریکی (عایق) : _____

۱. فرهنگ واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر اول، فیزیک کتاب‌های درسی مدارس

2. Harris Benson, University Physics, 1991 – p 512/

و مرجع ۹ ذیل واژه دی‌الکتریک

۳. مرجع ۱۱ ب و ج

4. A. F Abbott, Ordinary Level Physics 1977, P 371

۵. مرجع ۶ـ ب، واژگان برق مرکز نشر دانشگاهی

۶. مرجع ۱۱ ـ ب و ج

۷. واژه‌های مصوب فرهنگستان، دفتر دوم فیزیک کتاب‌های درسی مدارس

۸. مرجع ۶ـ ب، واژگان برق مرکز دانشگاهی

زیرنویس الکتروستاتیک، ایستابرق : _____

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

۲. مرجع ۱۱ ـ ب و ج

۳. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر اول

۴. مرجع ۶ـ ب، واژگان برق مرکز نشر دانشگاهی، مرجع ۱۰ ذیل واژه statics

۵. همان

زیرنویس الکتریسیته ساکن : _____

۱. واژه‌های مصوب فرهنگستان، دفتر دوم

۲. مرجع ۶ـ ب واژگان برق مرکز نشر دانشگاهی، مرجع ۱۰ زیر واژه statics

اتحادیه انجمن‌های معلمان فیزیک ایران*

اسفندیار معتمدی

اتحادیه چگونه شکل گرفت

روز سی‌ام و سی‌ویکم مردادماه سال ۱۳۸۱ یک گردهمایی به‌منظور «بررسی مشکلات انجمن‌ها و ارائه راهکارها» با شرکت نمایندگان انجمن‌های علمی آموزشی معلمان سراسر ایران در اردوگاه باهنر تهران تشکیل شد. در حاشیه این گردهمایی نمایندگان انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، خوزستان، زنجان، سیستان‌وبلوچستان، شهرستان‌های تهران، کهکیلویه و بویراحمد، گیلان، قزوین و مرکزی به عنوان هیئت مؤسس اتحادیه انجمن‌های معلمان فیزیک ایران نشست ویژه‌ای تشکیل دادند و پس از بحث و تبادل‌نظر شالوده و اساس اتحادیه را بنیان نهادند. به‌دنبال آن، اساسنامه اتحادیه تهیه و تنظیم گردید. روز سه‌شنبه ۸۱/۶/۵ در دانشگاه زنجان در حاشیه کنفرانس فیزیک اصلاحاتی در اساسنامه صورت گرفت. سپس به دعوت انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان اصفهان، در تاریخ ۱۳۸۱/۱۰/۱۹ اولین مجمع عمومی اتحادیه با حضور نمایندگان ۱۴ انجمن تشکیل شد. در این مجمع اساسنامه اتحادیه به تصویب رسید و اولین شورای اجرایی اتحادیه انتخاب شد. در حال حاضر انجمن علمی-آموزشی ۲۸ استان عضو اتحادیه هستند.

نقش و جایگاه اتحادیه

به‌منظور هماهنگی و ارتباط بین انجمن‌های علمی و آموزشی معلمان فیزیک سراسر کشور و جهت ارتقای دانش و آموزش فیزیک و آزمایشگاه و تقویت پژوهش، اتحادیه‌ی انجمن‌های معلمان فیزیک ایران تشکیل شد. این اتحادیه، غیرانتفاعی، غیرسیاسی و دارای شخصیت حقوقی است و دفتر مرکزی اتحادیه در تهران است.

اهداف و برنامه‌های اتحادیه

۱. هماهنگ کردن فعالیت‌های علمی و فراهم‌آوردن زمینه‌های انتقال تجربیات میان انجمن‌های علمی و آموزشی.

۲. همکاری و ارتباط با انجمن‌ها و مؤسسه‌های علمی داخلی و خارجی جهت ارتقای سطح دانش فیزیک در کشور.

۳. تدوین استانداردهایی در زمینه‌های گوناگون آموزشی با استفاده از نظریات انجمن‌ها.

۴. حمایت از طرح‌های آموزشی (علمی و عملی) و تشویق محققان و صاحبان آثار علمی.

۵. تشویق و ترغیب معلمان و زمینه‌سازی برای تشکیل انجمن‌ها در استان‌های مختلف.

۶. حمایت از برگزاری همایش‌ها، جشنواره‌ها و مسابقات علمی و عملی.

۷. تجزیه‌وتحلیل مسائل آموزشی و آزمایشگاهی و اعلام نظریات به مراجع ذی‌صلاح (از قبیل ارزشیابی، تحلیل کتاب‌ها و آزمایشگاه).

۸. همکاری در برگزاری دوره‌های آموزشی علمی و عملی در زمینه‌های مختلف آموزشی در سطح ملی.

۹. فعالیت در جهت شناسایی و تشویق چهره‌های شاخص معلمان و دانش‌آموزان و دانش‌پژوهان برجسته‌ی رشته‌های علوم به ویژه رشته‌ی فیزیک.

۱۰. انتشار نشریات و تألیف کتاب‌های تحقیقاتی و آموزشی.

۱۱. تعیین محورهای تحقیقاتی در زمینه‌های آموزشی فیزیک و آزمایشگاه.

۱۲. برقرار کردن ارتباط با واحدهای تولیدی جهت شناخت وسایل آزمایشگاهی و خرید وسایل

۱۳. تلاش برای تجهیز آزمایشگاه‌های فیزیک واحدهای آموزشی.

۱۴. تقویت انجمن‌ها از نظر علمی و معنوی جهت اجرای هرچه بهتر وظایف قانونی.

۱۵. شناسایی و اعزام دبیران ممتاز و واجد شرایط به مراکز علمی کشورهای پیشرفته، جهت استفاده‌ی علمی و عملی و انتقال تجربیات به معلمان فیزیک کشور.

۱۶ . کمک به تشکیل فیزیک سراها و خانه‌های علوم و پارک‌های علمی در استان‌ها .

۱۷ . تحلیل و بررسی کتاب‌های فیزیک و نحوه‌ی آموزش فیزیک در سایر کشورها و ارائه‌ی بهترین راه‌کار به سازمان آموزش و پرورش .

۱۸ . تشکیل اردوهای علمی آموزشی و سیاحتی با کمک انجمن‌ها .

۱۹ . راه‌اندازی واحدها و مراکز تحقیقاتی و مشاوره‌ای در زمینه‌های تخصصی فیزیک .

۲۰ . تجهیز و راه‌اندازی بانک‌های اطلاعاتی در راستای اهداف اتحادیه .

فعالیت‌های انجام شده

این اتحادیه بعد از گذشت نیم‌دهه از عمر خود توانسته است فعالیت‌های متعددی در جهت اهداف خود داشته باشد که در ادامه به بخشی از آن اشاره می‌شود .

کنفرانس‌ها

✦ مشارکت در برگزاری دهمین ، یازدهمین و دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران .

✦ برگزاری اولین همایش فیزیک و آزمایشگاه و زمینه‌سازی برای برگزاری دومین آن .

✦ حمایت و مشارکت در برگزاری همایش‌های استانی بیش از ۱۵ استان کشور .

✦ برگزاری پنج مجمع عمومی و بیست و سه نشست شورای اجرایی اتحادیه .

انتشارات

✦ انتشار ۱۲ شماره نشریه با عنوان خبرنامه .

✦ انتشار ۲ جلد کتاب با عناوین نوروزیان‌نامه و تاریخ آموزش فیزیک .

✦ مشارکت در برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی با حضور نماینده اتحادیه در شورای برنامه‌ریزی دفتر تألیف کتاب‌های درسی .

مقالات

✦ انتشار ۱۰ مقاله در نشریات علمی آموزشی و خبری ایران .

✦ پژوهش در زمینه بررسی جایگاه آزمایشگاه در آموزش در سطح کشور .

نشر الکترونیک

✦ تولید و توزیع ۸ لوح فشرده شامل زندگی‌نامه و بزرگداشت پیش‌کسوتان فیزیک ، تاریخ علم و مقالات آموزشی .

✦ فعال‌سازی و به‌روزسازی سایت اتحادیه . با آدرس زیر :
www.ipsteachers.com

کاروان علم

✦ این برنامه به ابتکار اتحادیه شروع و در ۹ مرکز آموزشی سراسر کشور به اجرا درآمد .

مجامع علمی

✦ شرکت در بیش از ۱۱ مجمع علمی و آموزشی از جمله دفاتر وزارتی مانند دفتر تألیف و امثال آن .

این برنامه‌ها به دعوت این گونه مراکز صورت گرفته است .

✦ برقراری ارتباط با اتحادیه ریاضی و انجمن فیزیک ایران .

فعالیت‌های اداری

رجوع به ادارات و مراکز مختلف علمی یا آموزشی جهت تبادل تجربه و معرفی توان اتحادیه و کسب امکانات موردنیاز و ارسال نامه به مراکز دولتی و انجمن‌ها و نهادهای علمی آموزشی .

توسعه انجمن‌ها

اتحادیه پس از تشکیل با تشویق سازمان آموزش و پرورش استان‌ها انجمن‌های علمی کشور از ۱۵ انجمن به ۲۸ انجمن افزایش یافته است .

دوره‌ها

✦ اجرای دو دوره ملی برای دبیران فیزیک کشور با عنوان «دست در خمیر» با همکاری آموزش و پرورش فرانسه

بزرگداشت

✦ همکاری و مشارکت در بزرگداشت چهره‌های شاخص آموزش فیزیک از طریق مشارکت در همایش‌ها ، نشر کتاب و لوح فشرده .

✦ آشنایی با آموزش فیزیک در جهان جهت آشنایی دبیران ایران با آموزش فیزیک در سایر کشورها ، توسط افرادی که به سایر کشورها سفر کرده بودند مقالاتی تهیه و به چاپ رسید .

---

* آدرس دفتر مرکزی :

تهران ـ کارگر جنوبی ـ خیابان کاشان ـ مرکز توسعه و آموزش منابع انسانی استاد احمد آرام .

آدرس پست الکترونیکی

Amfa_njo@yahoo.com

اصطکاک غلتشی ـ اصطکاک لغزشی در حرکت غلتشی یک استوانه

اس . پی . استرلکُف
ترجمه : اشرف لک

در فیزیک و مهندسی هنگامی که یک چرخ (یک استوانه) روی یک صفحه می‌غلتد، نیروهای به‌وجود آمده نقش مهمی را ایفا می‌کنند. معمولاً این نیروها را نیروهای اصطکاک می‌نامند. برای توصیف مفصل‌تر این پدیده بین سه نوع نیروی اصطکاک که ناشی از **غلتش**، **لغزش** و یا **چسبندگی** چرخ‌ها هستند فرق می‌گذاریم. نیروهای اصطکاک غلتشی مانند نیروهای اصطکاکی هستند که در حرکت انتقالی ظاهر می‌شوند، همواره موجودند و همیشه حرکت را کند می‌کنند. نیروهای اصطکاک لغزشی و نیروهای چسبندگی که در حرکت غلتشی ظاهر می‌شوند، می‌توانند هم باعث افزایش و هم کاهش سرعت جسم غلتان شوند. مانند نیروهای اصطکاک سکون، نیروهای چسبندگی الزاماً با تبدیل انرژی مکانیکی به گرما در ارتباط نیستند.

اگر یک استوانه همگن روی سطح شیب‌داری بلغزد، معمولاً هر سه نوع اصطکاک وجود دارند. در غیاب لغزش فقط نیروی اصطکاک غلتشی و نیروی چسبندگی عمل می‌کنند؛ در بسیاری موارد، نیروی اصطکاک غلتشی خیلی کوچک است و فقط باید چسبندگی را به‌حساب آورد. وقتی حرکت غلتشی فقط با نیروهای چسبندگی همراه باشد یعنی وقتی نقطه تماس استوانه با سطح نسبت به صفحه نلغزد، هیچ انرژی مکانیکی تلف نمی‌شود.

بگذارید استوانه روی صفحه‌ی افقی بدون اصطکاک غلتشی بغلتد، طوری که محور استوانه بر سرعت حرکت عمود باشد. اگر استوانه بدون لغزش بغلتد و حرکتش یکنواخت باشد بدیهی است که هیچ نیروی مماسی برهم‌کنش میان استوانه و صفحه وجود نخواهد داشت (البته با فرض وجود نداشتن مقاومت هوا).

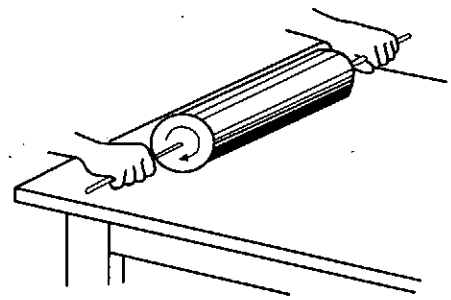
حالا فرض کنید که استوانه چرخانی را که محورش با سرعت زاویه‌ای ω_0 می‌چرخد روی صفحه‌ی افقی قرار دهیم و بگذاریم در لحظه‌ی تماس با صفحه، آزادانه به حرکت خود ادامه دهد (شکل ۱). در این صورت استوانه روی صفحه می‌غلتد و مشاهده نشان می‌دهد که در شروع حرکت شتابی در امتداد حرکت به‌وجود می‌آید. این به معنی آن است که یک نیروی خارجی بر استوانه وارد می‌شود. این نیرو را صفحه‌ی افقی اعمال می‌کند و اندازه آن برابر جرم استوانه ضرب در شتاب نقطه‌های واقع بر محور استوانه است. مقدار اولیه سرعت خطی استوانه صفر است و به‌تدریج با حرکت استوانه افزایش می‌یابد؛ پس نتیجه می‌گیریم که لغزش جسم بر روی سطح شروع می‌شود. نیروی اصطکاک لغزشی به‌سرعت خطی محور استوانه شتاب می‌دهد و چرخش آن حول محور را کُند می‌سازد. بنابراین، سرعت v حرکت انتقالی افزایش می‌یابد درحالی‌که سرعت زاویه‌ای ω کم می‌شود. سرعت v_{sl} مدول لغزش نقطه‌هایی از استوانه که در تماس با صفحه‌اند کاهش می‌یابد زیرا

$$R\omega > v$$

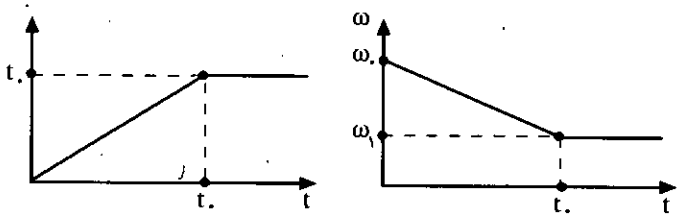
و

$$v_{sl} = R\omega - v$$

که R شعاع استوانه است. در لحظه‌ای که سرعت v_{sl} به صفر



شکل ۱



شکل ۲

میل کند نیروی اصطکاک لغزشی دیگر اثر نمی‌کند و حرکت یکنواخت می‌شود.

اگر فرض کنیم که نیروی اصطکاک لغزشی در پدیده‌ی مورد بررسی ما تقریباً از قانون کولن پیروی می‌کند و برابر با $f_\circ = \mu N$ و N وزن استوانه است، آنگاه می‌توان حرکت استوانه را به لحاظ کمی بررسی کرد. وقتی استوانه را روی صفحه قرار می‌دهیم و می‌گذاریم تا حرکت کند، نیروی شتاب‌دهنده $f_\circ$ است و همین مقدار را در طول حرکت حفظ می‌کند. بنابراین شتاب خطی استوانه از فرمول

$$a = \frac{f_\circ}{m} \qquad (۱)$$

به دست می‌آید که m جرم استوانه است. استوانه همزمان شتاب زاویه‌ای منفی $\beta = -|\beta|$ را هم دارد که مقدار آن برابر است با

$$|\beta| = \frac{f_\circ R}{I} \qquad (۲)$$

که در آن I گشتاور لختی استوانه نسبت به محور تقارنش است. درنتیجه سرعت محور استوانه مطابق قانون سرعت خطی زیاد می‌شود

$$v = at = \frac{f_\circ}{m} t \qquad (۳)$$

در حالی که سرعت زاویه‌ای به صورت خطی کم می‌شود:

$$\omega = \omega_\circ - \beta t = \omega_\circ - \frac{f_\circ R}{I} t \qquad (۴)$$

که $\omega_\circ$ سرعت زاویه‌ای استوانه در لحظه‌ی اولیه $t = \circ$ و در زمانی است که استوانه‌ی چرخان روی صفحه قرار داده می‌شود.

بدیهی است که در لحظه‌ی $t = t_\circ$ $(t_\circ > \circ)$ که در آن سرعت خطی v برابر $R\omega$ شود، لغزش از بین می‌رود و درنتیجه نیروی اصطکاک لغزشی دیگر بر استوانه اثر نمی‌کند. بدین سبب است که پس از $t = t_\circ$ استوانه بدون لغزیدن می‌غلتد و محورش به صورت یکنواخت با سرعت

$$v_\circ = \frac{\omega_\circ R}{1 + \frac{mR^2}{I}} \qquad (۵)$$

حرکت می‌کند. فرمول (۵) با استفاده از حذف t در معادله‌های (۳) و (۴) و جاگذاری $R\omega = v_\circ$ به دست آمده است. اندازه‌ی $t_\circ$ از فرمول‌های (۳) و (۵) به صورت

$$t_\circ = \frac{mv_\circ}{f_\circ} = \frac{m\omega_\circ R}{f_\circ(1 + \frac{mR^2}{I})} \qquad (۶)$$

به‌دست می‌آید.

نمودارهای زمانی سرعت‌های زاویه‌ای و خطی در شکل (۲) نشان داده شده است. نیروی اصطکاک $f_\circ$ فقط از $t = \circ$ تا $t = t_\circ$ اثر می‌کند، زمانی که لغزش بر روی سطح صورت می‌گیرد. برای $t > t_\circ$ استوانه به‌طور یکنواخت بدون لغزش فقط می‌غلتد.

ـ باید توجه کرد که در پدیده‌ی مورد بحث بخشی از انرژی جنبشی اولیه‌ی استوانه‌ی چرخان به گرما تبدیل شده است. می‌توان نشان داد که این مقدار انرژی برابر است با

$$\frac{mR^2 I}{(1 + mR^2)^2} \qquad (۷)$$

باز هم تأکید می‌کنیم که در زمان اولیه‌ی $t = \circ$ باید لغزش ظاهر شود. حرکت یکنواخت استوانه فقط در صورتی می‌تواند بدون لغزش در لحظه‌ی اولیه شروع شود که استوانه با صفحه برخورد کند و نیروی حاصل از برخورد نامتناهی باشد. به بیان دقیق‌تر،

این نیرو باید به اندازه کافی بزرگ باشد. این برخورد وقتی صورت می‌گیرد که سطح ناهموار باشد. پس از برخورد نقاطی از استوانه که در تماس با صفحه‌اند (نسبت به صفحه) تحت تأثیر ضربه‌ی $p = \int f dt$ نیروی f قرار می‌گیرند که از صفحه بر استوانه در نقاط تماس وارد می‌شود. ضربه‌ی p ناشی از اعمال نیروی f به استوانه تکانه‌ای با اندازه‌ی $mv = p$ می‌دهد، و علاوه بر آن چرخش استوانه را کُند می‌کند. کاهش متناظر $\Delta\omega$ مربوط به سرعت زاویه‌ای را می‌توان از شرط $I\Delta\omega = Rp$ به دست آورد. پس از برخورد، حرکت استوانه بر روی صفحه کاملاً غلتشی است و $v = (\omega - \Delta\omega)R$. با حذف p و $\Delta\omega$ به دست می‌آوریم

$$v = \frac{\omega_0 R}{1 + \frac{mR^2}{I}}$$

وقتی سرعت لغزش v_{sl} به طرف عقب باشد (یعنی، $\omega R > v$) نیروی اصطکاک لغزشی به طرف جلوست و زمانی که سرعت v_{sl} به طرف جلوست نیروی اصطکاک لغزشی به سمت عقب است ($\omega R < v$). در این مورد نیروی اصطکاک حرکت استوانه را کُند می‌سازد.

اگر استوانه بر روی صفحه‌ای با سرعت اولیه v_0 بغلتد، طوری که در لحظه‌ی اولیه نغلتد، نیروی اصطکاک لغزشی، حرکت انتقالی را کُند می‌سازد. سرعت v حرکت انتقالی کاهش و سرعت زاویه‌ای ω و حرکت چرخشی افزایش می‌یابد تا ωR برابر v شود که پس از آن حرکت یکنواخت بدون لغزش شروع می‌شود.

در حرکت غلتشی بدون لغزش نیروهای چسبندگی می‌توانند ظاهر شوند. در مثال‌هایی که درباره‌ی آن‌ها بحث کردیم چنین نیروهایی وجود نداشتند زیرا نیروی خارجی افقی بر استوانه وارد نمی‌شدند. وقتی استوانه‌ای که بر روی یک صفحه بدون لغزش می‌غلتد تحت تأثیر یک نیروی خارجی باشد نیروی چسبندگی مربوطه ظاهر می‌شود. درنتیجه نیروهای چسبندگی، مانند نیروهای اصطکاک ایستایی، با اندازه‌ی نیروهای خارجی مشخص می‌شوند که بر روی جسم متحرک اثر می‌کنند.

مرجع:

S. P. Strlkov, Mechanice, Mir Publishers, Moscow, 1985.

ما و خوانندگان

خانم نرگس ساریخانی: در فرهنگ‌ها و کتاب‌های درسی فیزیک تعریف‌های دقیق و مختصر زیر را می‌خوانیم:

۱ـ شئ حقیقی یا جسم حقیقی: هرگاه یک دسته اشعه واگرا به یک دستگاه نوری مانند آینه و عدسی و... بتابد رأس آن اگرچه وجود خارجی نداشته باشد، برای آن دستگاه نوری شئ حقیقی محسوب می‌شود.

۲ـ تصویر حقیقی: هرگاه دسته اشعه‌ای که تصویر را تشکیل می‌دهد همگرا باشد تصویر حقیقی است.

۳ـ شئ مجازی یا جسم مجازی: هرگاه دسته اشعه‌ای که به دستگاه نوری می‌تابد همگرا باشد رأس آن شی مجازی محسوب می‌شود.

۴ـ تصویر مجازی: هرگاه دسته اشعه‌ای که تصویر را می‌سازد واگرا باشد تصویر مجازی محسوب می‌شود.

کوشش جنابعالی برای تهیه و تنظیم مطالب فیزیکی قابل تقدیر است.

IN THE NAME OF GOD

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

Roshd 83

Physics Education Journal

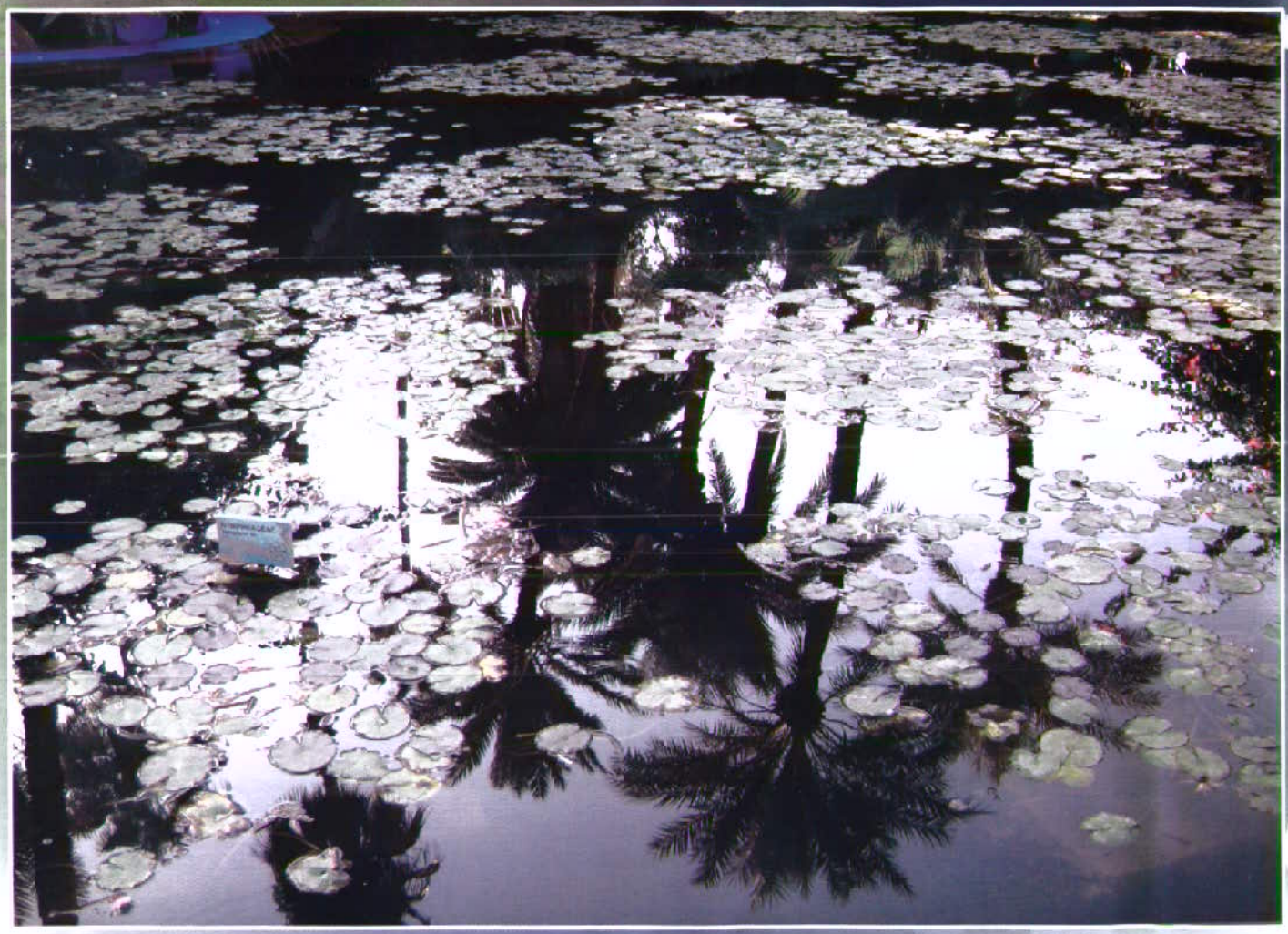
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physics, Tehran-Iran

Vol.23 - No.83 - 2008
ISSN : 1606 - 917X

Managing Editor : Alireza Hajianzadeh
Editor-in-Chief : Manijeh Rahbar
Executive Director : Ahmad Ahmadi
Graphic Designer : Parvaneh Hadipour
Editorial Board : Ahmad Ahmadi,
Jafar Mehrdad,Rouhollah Khalili,Manijeh Rahbar,

Knowledge or certainty 2 *Editor*
Physics with a smile 3 *R. Mualem and B. Eylon*
Creative teaching of physics concepts 8 *A. Esmail Poori and S. Rasouli*
Which string breaks 17 *M. A Heald and G. M. Caplan*
How teaching physics can be made easy? 21 *J. Samadi*
Conservation of energy in faraday law of induction 24 *E. Hassani Ahangar*
Doppler effect in electromagnetic waves 26 *Cutnell and Johnson*
Measurment of air pressure 27 *H. Etehad Mehrabad and M. Ravanbakhsh*
Quantitative and qualitative study of solar energy in iran 29 *L. Hadj Soleimani and Y. Abedini*
Physics frontrier 32
Teacher and teaching plan 38 *I. Riazi*
Physics challenge for teachers and students 40 *Don Eastion*
High energy hadron collider 41 *B. Javadi*
The Flying circus of physics (part 2) 44 *Yearl Walker*
2007 International conference of physics teaching 49 *A. Seyed Fadai*
Global positioning system 52 *Cutnell and Johnson*
Finding the root of physics words 54 *J. Mehrdad*
Iranian union of physics teachers 59 *E. Moatamedi*
Rolling friction 61 *S. P. Strlkov*
With the readers 63

باغ Jardin Majorella در مراکش به دلیل جاذبه های اپتیکی آن مشهور است.



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
معاونت فن آوری اطلاعات و اطلاعات آموزشی
مدیریت توسعه فن آوری اطلاعات آموزشی

شبکه رشد

شبکه‌ی ملی مدارس ایران

www.roshd.ir

شبکه‌ی رشد بزرگترین پایگاه آموزشی

- دانشنامه
- فعالیت های علمی(المپیادها)
- آموزش الکترونیکی(دروس)
- سؤال و آزمون
- انجمن ها
- پایگاه مشاغل و رشته های تحصیلی
- دارالقرآن الکترونیکی
- کتابخانه‌ی آموزشگاهی
- هدایت تحصیلی
- بانک نرم افزار
- اخبار آموزشی
- پیوند ها

مخاطبان شبکه‌ی رشد؛

دانش آموزان کلیه‌ی دوره های تحصیلی
از پیش دبستان تاپیش دانشگاهی، آموزگاران
معلمان و دبیران، دانشجویان تربیت معلم
اولیا، کارشناسان، مدیران و کارکنان اداری

Email:roshd@roshd.ir