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

ISSN 1606 - 917X

رشد آموزش فیزیک ۷۷

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره‌ی بیست و دوم، شماره‌ی ۲، زمستان ۱۳۸۵، بها ۳۰۰۰ ریال

- تحقق انسانیت، فلسفه‌ی وجودی آموزش و پرورش ۲
- محلولیت قانون سوم نیوتون ۱۵
- ابرقطره‌ها در فنجان چای ۱۶
- آیا یک لکه‌ی نوری می‌تواند سریع‌تر از سرعت نور حرکت کند؟ ۲۵
- مدل‌سازی سلول عصبی با مدارهای الکتریکی ۳۶
- سی و هفتمین المپیاد جهانی فیزیک ۵۵

در آینه های محدب اجسام از آنچه به نظر می آیند، نزدیک تر هستند

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

دوره‌ی بیست ودوم، شماره‌ی ۲، زمستان ۱۳۸۵

www.roshdmag.ir

ISSN: 1606-917X

شمارگان: ۱۲۰ 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: ۱۵۸۷۵-۳۳۳۱

رشد آموزش فیزیک ۷۷

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

تصویر روی جلد

ذره‌ی هیگز (یا بار و اسپین صفر، جرم بزرگ‌تر از 5GeV) آخرین ذره‌ی کشف نشده‌ی مدل استاندارد است که برمبنای این نظریه با برهم کنش با سایر ذرات به آن‌ها جرم می‌دهد. تصویر نشان می‌دهد که چگونه ذره‌ی هیگز ممکن است در یک آشکارساز ظاهر شود. نقطه‌های رنگی مختلف و خط‌ها مسیر بسیاری از ذرات تولید شده را نشان می‌دهد که ممکن است در برخورد رودررو دو فوتون در مرکز آشکارساز ظاهر شوند. چهار ذره به سمت بالا سمت چپ و پایین سمت راست پرتاب شده است که مسیرهای موئون‌هایی هستند که از واپاشی ذره‌ی هیگز تولید شده در برخورد اولیه حاصل می‌شوند.

مدیر مسئول: علیرضا خاندان زاده
سردبیر: دکتر میرزه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
ویراستار: لعا عروجی
طراح لایه: رؤیا هادی‌پور رحیم آبادی
هیات تحریریه: احمد آقبیدی، روح الله خلیلی بروجنی
مدیره، هنر: سید جعفر مهرداد

سرمقاله: تحقق انسانیت، ...	۲	روح‌اله خلیلی بروجنی
باتری بغداد	۳	ترجمه‌ی مریم یعقوبی ریکندیی
راه‌های بروز خلاقیت در درس فیزیک	۴	نرگس رزاق زاده
فیزیک: پندار و واقعیت	۱۲	فیلیپ والاس، مترجم: عبدالحسن بصیره
محدودیت قانون سوم نیوتون	۱۵	سیدجعفر مهرداد
ابر قطره‌ها در فنجان چای	۱۶	پیتر مور، ترجمه‌ی آزیتا سیدفدایی
نانو لوله‌های کربنی	۱۸	معصومه همتی قلائی
انرژی زمین گرمایی	۲۲	معصومه ملک محمدی
آیا یک لکه‌ی نورانی می‌تواند سریع‌تر از ...	۲۵	مترجم: احمد توحیدی
اول فیزیک! سلسله مراتب علمی صحیح	۲۶	جنه‌اوالد و همکاران، ترجمه‌ی عبدالصاحب حسنی‌نژاد و...
راه‌کارهای عملی فعال‌سازی دانش‌آموزان ...	۲۸	فاطمه ابراهیمی‌بادی
ویژگی پرسش‌های استاندارد چیست؟	۳۲	ابراهیم ربیعی
مدل‌سازی سلول عصبی با مدارهای الکتریکی	۳۶	محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر
قطره چکان کلوین	۳۹	آرش اعلم صمیمی - بهنام تنکابنی
آموزش فیزیک مکانیک، سطحی یا عمیق	۴۲	محمد حسن علامت‌ساز
آلبرت اینشتین: ویولن نواز	۴۵	پرگرین وایت، ترجمه‌ی نسیم صبا
مفهوم سطح خارجی در اجسام ...	۴۸	حسن اتحاد مهرآباد - مرضیه روانبخش
ما و خوانندگان	۵۳	
معرفی کتاب	۵۴	
سی و هفتمین المپیاد جهانی فیزیک	۵۵	مترجم: روح‌اله خلیلی بروجنی

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

- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدولها، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.
- هر 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 متدرج در مقاله‌ها، ضرورتاً بین 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

تحقق انسانیت،
فلسفه‌ی وجودی آموزش و پرورش

روح‌اله خلیلی بروجنی

◆ تردیدی وجود ندارد که در دنیای پرتحول، پرحجم و دیرفهم امروز، آموزش و پرورش نه‌تنها باید جهت‌دهنده و تسهیل‌کننده‌ی هر نوع تغییری باشد، بلکه باید به گونه‌ای عمل کند تا به خدمت نیازهای در حال تغییر جامعه و افراد آن درآید. هرچند این وظیفه خود به تنهایی بسیار دشوار، پیچیده و دارای زاویه‌های آشکار و پنهان فراوانی است، اما آنچه رسالت آموزش و پرورش را دشوارتر می‌کند، وظیفه‌ی خطیری است که فلسفه‌ی وجودی تعلیم و تربیت در گروی آن است، **یعنی تحقق انسانیت**.

◆ تحقق انسانیت که هدف اصلی رسالت پیامبران و آرزوی دیرین و همیشگی مصلحان و مشفقان جوامع بوده است هرچند امری بسیار دشوار می‌نماید اما تجربه‌های مختلف نشان می‌دهد که کلید تحقق نسبی آن، در گرو وجود معلمان شایسته در امر تعلیم و تربیت است. معلمانی که از بین بهترین و علاقه‌مندترین افراد مستعد انتخاب شوند و به شایسته‌ترین شکل نیز تربیت شوند.[1] به عبارت دیگر، تحقق نسبی انسانیت را می‌توان پیامد آموزش و پرورش کارآمد دانست که معلمان شایسته محور اصلی برنامه‌ریزی و هدایت‌گری آن هستند.[2]

◆ اگرچه متغیرهای فراوانی، همچون ساختمان‌ها، کلاس‌های مناسب، کتابخانه، آزمایشگاه و مواد یاددهی ـ یادگیری بر کیفیت و کارآمدی آموزش و پرورش تأثیر فراوانی دارند، اما مهم‌ترین عامل، کیفیت تعاملی است که میان معلم و دانش‌آموز در فرایند یاددهی ـ یادگیری صورت می‌گیرد. سرشت این تعامل، یعنی دانش، مهارت و حساسیت معلم از یک‌سو و انتظارهای یادگیری، وضعیت اقتصادی و اجتماعی و ویژگی‌های فرهنگی جامعه‌ی دانش‌آموزی از سوی دیگر، عامل اصلی و کلیدی است که موفقیت یا شکست آموزش و پرورش را تعیین می‌کند. بنابراین بسیار مهم و حیاتی است که تواناترین و شایسته‌ترین افراد برای حرفه‌ی معلمی به کار گرفته شوند و برای آن‌ها براساس توانایی‌شان آموزش‌های ضمن‌خدمت با کیفیت برتر فراهم آید و به آنان فرصت داده شود تا دانش و مهارت خویش را در طول دوران معلمی‌شان افزایش دهند.[3]

◆ به طور کلی تجربه شده است که مدرسه‌ها، مؤسسه‌ها و نظام‌های آموزشی در برابر تغییر، بعضاً مقاومت می‌کنند و در بهترین شرایط به طور محافظه‌کارانه با هر تغییری هماهنگ می‌شوند؛ در حالی که تحول ریشه‌ای در آموزش و پرورش امری ضروری است. همچنین روشن است که اصلاحات جزیی خیلی کندتر و ناتوان‌تر از آن هستند که بتواند با تغییرهای سریعی که رو در روی دانش‌آموزان امروز و فرداست، مقابله کند.[4]

زیرنویس:

۱. در قسمتی از بیانیه‌ی بخش آموزش جهانی سازمان ملل که به مناسبت روز جهانی معلم در سال ۲۰۰۵ و با شعار «معلمان با کیفیت برای آموزش با کیفیت» منتشر شد، آمده است: این که افرادی هرچند علاقه‌مند و اما تربیت نشده را در برابر تعدادی دانش‌آموز قرار دهیم و او را معلم بنامیم، کافی نیست. در این خصوص راهی میان‌بُر برای رسیدن به آموزشی با کیفیت وجود ندارد. برای مطالعه‌ی متن کامل بیانیه به آدرس زیر مراجعه کنید

http://data.ei-ie.org/Common/GetFile.asp?ID=2933&mfd=off&LogonName=guest

۲. معلمان در گسترش آموزش و پرورش نقشی عمده و کلیدی دارند و معلمانی که تنها محتوای برنامه‌ی درسی را ارائه می‌کنند، دیگر به عنوان معلمی حرفه‌ای و شایسته شناخته نمی‌شوند. معلمان شایسته همواره رفتار خود را براساس مشاهده‌ی آنچه در فرایند یاددهی ـ یادگیری رخ می‌دهد، تنظیم می‌کنند. به طوری که بازخورد از پاسخ‌های یادگیرندگان، به او کمک می‌کند که رفتار مؤثرتری برای تحقق هدف‌های آموزشی برگزیند.

۳. نگاه کنید به کتاب: تربیت معلم، تعریفی نو برای آسیای نوین، گزارش همایش جهانی بانکوک، ۱۹۹۵، واحد انتشارات پژوهشکده‌ی تعلیم و تربیت. همچنین نگاه کنید به: آموزش مستمر یک ضرورت است، رشد آموزش فیزیک شماره‌ی ۵۸.

۴. برای مثال، وضعیت معلمان صرفاً با تزریق پول و بهتر کردن شرایط اقتصادی درست نخواهد شد، بلکه تغییر فرضیه‌ها و تصورها و انتظارها از آموزش و پرورش کنونی است که چهارچوبی را برای تحول‌های معنی‌دار آینده فراهم خواهد ساخت.

گوناگون

باتری بغداد

ترجمه‌ی مریم یعقوبی ریکندیی

در موزه ملی عراق یک کوزه سفالی به اندازه مشت دست انسان وجود دارد. وجود این کوزه می‌تواند بازنویسی کتاب‌های تاریخی را در سراسر دنیا ضروری سازد.

طبق اکثر متن‌های درسی، «پیل ولتا» یا باتری الکتریکی را **کنت آلساندرو ولتا**[1] در سال ۱۸۰۰ میلادی اختراع کرد. ولتا مشاهده کرده بود وقتی دو میله‌ی فلزی غیرمشابه در داخل بافت بدن قورباغه قرار داده شوند، جریان الکتریکی ضعیفی تولید می‌شود. ولتا کشف کرد که می‌تواند این جریان را خارج از بافت موجود زنده با قرار دادن فلزات در بعضی محلول‌های شیمیایی تولید کند. برای این کشف و کارهای دیگر وی در الکتریسیته، نام وی را در اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی به نام ولت، به خاطر می‌سپاریم.

این کوزه کوچک در بغداد نشان می‌دهد که ولتا مخترع باتری نیست، بلکه آن را دوباره اختراع کرد. این کوزه را اولین بار باستان‌شناس آلمانی **ویلهلم کینگ**[2] در سال ۱۹۳۸ توصیف کرد. معلوم نیست که کینگ این شیء را خودش کشف کرد یا آن را در میان اشیاء موزه پیدا کرد، اما معلوم شده است که این شیء به همراه اشیاء متعدد دیگر در مکانی به نام خوجورابو درست در بیرون بغداد کشف شد.

گمان می‌رود کوزه‌ها در حدود ۲۰۰۰ سال قدمت داشته باشند و شامل یک پوسته سفالی به همراه یک درپوش ساخته شده از قیر هستند. یک میله آهنی از بالای درپوش بیرون زده است. در داخل کوزه، این میله را یک استوانه مسی احاطه کرده است. کینگ فکر کرد این چیزها شبیه باتری‌های الکتریکی است و در سال ۱۹۴۰ مقاله‌ای درباره‌ی این موضوع نوشت.

جنگ جهانی دوم مانع از پی‌گیری فوری موضوع کوزه‌ها شد. اما بعد از توقف درگیری‌ها، یک آمریکایی به نام ویلارد اف. ام. گری از آزمایشگاه ولتاژ بالای جنرال الکتریک در پیتسفیلد ماساچوست، چندین نمونه از آن را بازسازی کرد. این ابزارها هنگامی که با یک الکترولیت مثل آب انگور پر می‌شدند در حدود دو ولت الکتریسیته تولید می‌کردند.

همه دانشمندان توصیف «باتری الکتریکی» را برای این کوزه‌ها قبول ندارند. به هرجهت اگر آنها باتری بودند، چه کسی آنها را ساخت و به چه منظور مورد استفاده قرار می‌گرفتند؟

خوجورابو زیستگاه مردمی موسوم به پارتیان بود. اگرچه پارتیان جنگجویان زبردستی بودند، اما به خاطر دستاوردهای فناورانه‌شان مورد توجه نیستند. و برخی محققان بر این باورند که آن‌ها باتری‌ها را از کس دیگری گرفته‌اند. حتی تعداد کمی اظهار کرده‌اند که این شخص دیگر، یک مسافر فضایی بوده است که در زمان‌های قدیم از زمین دیدن کرده است. با این‌که این تصوری فانتزی است، هیچ چیزی در مورد باتری‌های بغداد مربوط به فناوری پیشرفته نیست. همه مواد به کار رفته در آن معمولی هستند و ساختن آن به خوبی از عهده‌ی بسیاری از مردم آن دوره برمی‌آمده است. آنچه در مورد این کوزه‌ها عجیب است، آن است که چگونه یک نفر متوجه شد که مواد صحیح را به طور صحیح در کنار هم قرار دهد تا وسیله‌ای بسازد که عملکرد آن نامشخص بود. محتمل است که باتری‌ها (اگر این آن چیزی است که آن‌ها هستند) نتیجه یک توسعه‌ی تصادفی منزوی باشد.

آنها برای چه کاری مورد استفاده قرار می‌گرفتند؟ محقق آلمانی دکتر **آرنه اگبرشت**[3] کپی‌هایی از این باتری‌ها را برای آبکاری اقلامی به کار برد. فرآیند آبکاری از جریانی ضعیف برای قرار دادن لایه‌ی نازک فلزی (مثلاً طلا) بر روی سطح فلز دیگر (مثل نقره) استفاده می‌کند. اگبرشت ابراز می‌دارد بسیاری از اقلام موزه که گمان می‌رود از طلا باشند، ممکن است در واقع نقره‌ای باشند که آب طلا داده شده‌اند.

پس آیا این ابزارها باتری هستند؟ قطعاً این یک احتمال قوی است. حتی اگر چنین باشد، لازم نیست کنت ولتا نگران باشد. احتمال این‌که اصطلاح یکای پتانسیل الکتریکی را اکنون تغییر دهیم بسیار ضعیف است. جایگاه او در تاریخ تثبیت شده است.

زیرنویس:

1. Alassandro volta
2. wilhelm king
3. Arne Eggebrecht

مرجع:

http: //www.unmuseum.org/bbattery.htm

راه های بروز خلاقیت در درس فیزیک

نرگس رزاق زاده
از آموزش و پرورش استان سیستان و بلوچستان

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی مقایسه‌ای اثرهای دو روش تدریس فعال مشارکتی و حل مسأله با روش‌های رایج در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان شهرستان زاهدان انجام شده است.

فرض‌های اولیه عبارت بودند از:

۱ـ بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۲ـ بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۳ـ بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش تدریس مشارکتی در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۴ـ بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، بروز خلاقیت در دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۵ـ بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۶ـ بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس حل مسأله در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

در این تحقیق از روش نیمه‌تجربی استفاده شد. حجم نمونه در این پژوهش شامل ۱۷۹ نفر دانش‌آموز دختر بود که جهت انتخاب نمونه از روش خوشه‌ای هدفدار استفاده گردید بدین صورت که برای گروه آزمایش سه دبیرستان همتراز در دو ناحیه آموزش و پرورش در نظر گرفته شد، دبیرستان‌های دخترانه فضیلت (۱) و (۲) از ناحیه (۲) برای درس ریاضی و دبیرستان قدس (۱) در درس فیزیک، برای گروه مشارکتی، یک کلاس برای حل مسأله و یک

کلاس به عنوان گروه گواه برای درس فیزیک و سه کلاس هم از مدارس فضیلت (۱) و (۲) برای درس ریاضی در نظر گرفتیم.

در این پژوهش آزمون خلاقیت به‌وسیله صاحب‌نظران در زمینه خلاقیت ریاضی و فیزیک ساخته شد و پس از اصلاح و بازبینی و تعیین روایی و پایایی ابزار به عنوان پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد استفاده قرار گرفت.

براساس نتیجه‌های حاصل مشخص شد که دو روش تدریس فعال مشارکتی و حل مسأله بیشتر از روش‌های رایج در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان پایه اول دبیرستان در دروس ریاضی و فیزیک مؤثر هستند. همین‌طور نتایج حاکی از آن است که روش مشارکتی در دروس ریاضی و روش حل مسأله در دروس فیزیک نسبت به روش دیگر در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان مؤثرتر است. لذا پیشنهاد می‌شود معلمان گرامی از روش‌های فعال مشارکتی و حل مسأله در تدریس دروس ریاضی و فیزیک استفاده کنند.

اهمیت و ضرورت مسأله

درس‌های ریاضی و فیزیک اگر محدود به کتاب‌های درسی باشند و به دانش‌آموزان اجازه بروز خلاقیت داده نشود درس‌های ملال‌آوری می‌شوند که انگیزه دانش‌آموز برای خواندن آن‌ها را خیلی کم می‌کند و یا از بین می‌برد. از طرف دیگر وقتی انگیزه نباشد زمینه نشاط در دانش‌آموز از بین می‌رود و باعث شکست در این درس‌ها و آینده تحصیلی او می‌شود. از طرفی چون در عصر انفجار اطلاعات با پیشرفت روزافزون علم روبه‌رو هستیم، واقعیت این است که کشورهای صنعتی که در این مورد حرف اول را می‌زنند خلاقیت را در دانش‌آموزان خود به‌وجود آورده و افزایش داده‌اند. این است که ریاست محترم جمهوری خلاقیت را مهم دانسته و به آن تأکید فراوان کرده‌اند. یکی از پیامدهای بروز خلاقیت به کارگیری آموخته‌ها در زندگی روزمره است و این چیزی است که جامعه ما به آن نیاز مبرم دارد و اگر دانشجویان و کسانی که با علم سروکار دارند به آموخته‌های خود به شکل کاربردی بنگرند، شاهد پیشرفت بسیار بزرگی در کشور خود و در عرصه علم و صنعت خواهیم بود. پی اصلی این کار زمانی کار گذاشته می‌شود که دانش‌آموزان در مدارس مشغول تحصیل هستند، آنان از همان ابتدا باید یاد بگیرند که به آموخته‌های خود با دیدی خلاقانه بنگرند. لذا آموزش باید به گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان را خلاق بار آورده و در اندیشه کاربردی کردن آموخته‌های خود باشند. در این زمینه اگر کلاس درس و روش معلم فعال باشد، یادگیری عمیق‌تر و کاربردی‌تر می‌شود. با این روش دانش‌آموز امروز مبتکر و ارائه‌دهنده طرح‌ها و ایده‌های جدید آینده خواهد بود.

اهداف تحقیق

روش‌های فعال تدریس که در بالا اشاره شد زیاد هستند، ما در اینجا تنها به بررسی اثر دو روش مشارکتی و حل مسأله در بروز خلاقیت دانش‌آموزان پایه اول دبیرستان در درس‌های ریاضی و فیزیک می‌پردازیم. اهداف مورد نظر محقق عبارتند از:

هدف اول: تعیین اثر روش تدریس حل مسأله در بروز خلاقیت در دانش‌آموزان پایه اول دبیرستان در درس‌های ریاضی و فیزیک

هدف دوم: تعیین اثر روش تدریس مشارکتی در بروز خلاقیت در دانش‌آموزان پایه اول دبیرستان در درس‌های ریاضی و فیزیک

پرسش‌ها یا فرضیه‌های پژوهش

۱ـ بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۲ـ بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۳ـ بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش تدریس مشارکتی در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۴ـ بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، بروز خلاقیت در دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۵ـ بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۶ـ بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس حل مسأله در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

معرفی نوع متغیر و تعریف عملیاتی متغیرها:

متغیرهای مستقل: ۱ـ روش تدریس حل مسأله ۲ـ روش تدریس مشارکتی

متغیر وابسته: بروز خلاقیت

تعریف روش تدریس فعال: به‌کارگیری برنامه از پیش تعیین‌شده معلمان در کلاس‌های درس که در آن برنامه‌ها، محور کار دانش‌آموزان هستند و باید با محتوای مورد آموزش، فعالانه درگیر شوند، مانند: بارش مغزی ـ حل مسأله همیاری و روش اکتشافی و...

تعریف روش مشارکتی: این روش یک روش منظم یادگیری است که در آن اعضای تیم‌های کوچک از راه برقراری ارتباط‌های منظم از یکدیگر یاد می‌گیرند (ما با کار کردن با یکدیگر به تولید انرژی اضافی دست می‌یابیم.)

تعریف روش حل مسأله: در این روش راه‌بردهای حل مسأله آموزش داده می‌شود.

راه‌های بروز خلاقیت: راه‌های زیادی برای بروز خلاقیت وجود دارد که، یکی از عوامل مؤثر روش تدریس است و در این تحقیق دو روش تدریس حل مسأله و مشارکتی در نظر گرفته شده است.

خلاقیت: توانایی فرد برای تولید ایده‌ها، نظریه‌ها، پیشنهادها، و یا اشیای جدید و بدیع و بازسازی مجدد در علوم و سایر زمینه‌ها، که توسط متخصصان اصیل و از نظر علمی، زیبایی‌شناسی، فناوری و اجتماعی باارزش تلقی می‌شود.

و به دانش‌آموزانی خلاق گفته می‌شود که علاوه بر شیوه‌هایی که از دبیران خود فراگرفته‌اند خود نیز می‌توانند با ابداع و نوآوری راه‌حل‌ها و راه‌کارهای بدیع و نو در حل مسائل لحاظ کنند.[۱]

خلاقیت دانش‌آموزان

میزان امتیازاتی که دانش‌آموزان از اجرای آزمون تفکر خلاق (محقق ساخته) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون کسب می‌کنند، میزان خلاقیت دانش‌آموزان فرض شده است.

اجزای آزمون تفکر خلاق: متغیر خلاقیت از طریق آزمون محقق ساخته اندازه‌گیری می‌شود.

اجزای این آزمون عبارتند از: روانی، انعطاف و ابداع.

۱ـ روانی پاسخ‌ها: یعنی تعداد واقعی راه‌حل‌ها و یا نظرهای پیشنهادی از طرف پاسخ‌دهنده.

۲ـ انعطاف: تعداد ایده‌های متفاوتی که درباره‌ی هر مقوله از طرف پاسخ‌دهنده ارائه می‌شود.

۳ـ ابداع در پاسخ‌ها: میزان انحصاری بودن ایده‌های ابراز شده از طرف فرد، نسبت به عقیده‌های دیگر پاسخ‌دهندگان.

روش گردآوری داده‌ها

پس از تنظیم آزمون و اعتباریابی آن در مدرسه‌های نمونه پیش‌آزمون برگزار شد سپس به مدت ۳ ماه درس‌های ریاضی و فیزیک با سه روش (حل مسأله، مشارکتی و روش رایج) در مدارس نمونه تدریس شد و سپس آزمون به عمل آمد و نمره‌ها پس از تصحیح معلمان به عنوان نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون منظور گردید.

روش برآورد روایی و پایایی آزمون تفکر خلاق

الف) تعیین روایی ابزار: برای تعیین روایی ابزار، از روایی محتوایی استفاده شده است به طوری که با متخصصان امر مصاحبه، مشورت و نظرخواهی شد و به کمک آن‌ها پرسش‌های آزمون پوشاننده و مناسب متغیر خلاقیت تشخیص داده شد و به عبارت دیگر آنها را هم‌ارز فرم آزمون گیلفورد تشخیص دادند.

ب) تعیین اعتبار ابزار: برای تعیین اعتبار (پایانی) آزمون روش دو نیمه کردن (روش اسپیرمن ـ براون) استفاده شد. به عبارت دیگر از روش بازآزمایی (هومن، ۱۳۷۴، ص ۲۲۹) استفاده شد. بدین صورت که آزمون تفکر خلاق را در یک کلاس ۳۵ نفره انجام شد و پس از دو نیمه کردن و بررسی، نتیجه‌ها را با یکدیگر مقایسه و تعیین همبستگی شد و ضریب همبستگی بالایی بین آن دو فرم به دست آمد. برای فیزیک $r = ۰/۸۸$ و برای ریاضی $r = ۰/۷۴$ که نشانگر دقت است که این آزمون قابل اعتماد و کاربرد در اندازه‌گیری خلاقیت ریاضی و فیزیک دانش‌آموزان مقطع اول متوسطه استان سیستان و بلوچستان است.

روش و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در هر کلاس با کمک آزمون T دو گروه مستقل شاهد و آزمایش مقایسه شد. برای تعیین اعتبار ابزار اندازه‌گیری از فرمول ضریب همبستگی استفاده شد. لازم به ذکر است که در تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

متغیرهای مزاحم

کلیه‌ی متغیرهایی که در خلاقیت دانش‌آموزان مؤثرند به جز

متغیرهای مستقل، مزاحم هستند. مانند: رسانه‌های گروهی، امکانات مدرسه، روش تدریس قبلی دبیران، تحصیلات، انگیزه، اضطراب، خلاقیت دبیران و همچنین علاقه‌ی آن‌ها به روش‌های فعال تدریس. همین طور در این تحقیق با متغیرهای مزاحم دیگری نیز روبه‌رو بودیم، چون انگیزش دبیران، اضطراب آن‌ها از این که آیا می‌توانند روش تدریس مورد نظر را به درستی در کلاس پیاده کنند، هوش دبیران و میزان یادگیری آنان که با هم متفاوت بود و نمی‌توانستیم آن‌ها را کنترل کنیم.

متغیرهای کنترل شده

۱. علاقه‌مندی دبیران به استفاده از روش‌های فعال و خلاق.
۲. تحصیلات دبیران: که هم‌مدرک انتخاب شدند.
۳. سنوات خدمت دبیران: که هم‌سابقه انتخاب شدند.
۴. امکانات مدرسه: هر دو مدرسه از شهرستان زاهدان که تقریباً از نظر امکانات مساوی بودند انتخاب شدند.

جهت کنترل متغیرهای مؤثر و مزاحم در خلاقیت گروه‌ها نمونه را تصادفی انتخاب کردیم تا اثر آن‌ها خنثی شود.

محدودیت‌های پژوهش

این تحقیق نیز همانند سایر پژوهش‌های آموزشی با مشکلات و محدودیت‌هایی روبه‌رو بود که این محدودیت‌ها به دو دسته تقسیم می‌شود.

الف) محدودیت‌های در اختیار محقق

۱ـ تصمیم‌گیری در انتخاب راه‌های بروز خلاقیت که فراوانند. لذا محقق از راه‌های مختلف بروز خلاقیت روش تدریس دبیران را انتخاب می‌کند و برای رسیدن به نتیجه‌های مطلوب‌تر چون روش‌های تدریس خلاق و فعال نیز بسیارند، دو روش حل مسأله و مشارکتی انتخاب شد، که تصمیم‌گیری در انتخاب و نوع روش تدریس خلاق که در خلاقیت مؤثرند یکی از محدودیت‌ها بود و چون این محدودیت در اختیار محقق بود، مرتفع گردید و دو روش مشارکتی و روش حل مسأله انتخاب شدند.

۲ـ تصمیم‌گیری در مورد مدارس نمونه‌ی آماری جهت اجرای طرح که فقط دبیرستان‌های دولتی عادی شهرستان زاهدان انتخاب شدند تا از نظر امکانات و سنوات خدمت همکاران هم‌سطح باشند.

۳ـ تمرکز و تجسس در یک موضوع خاص و مورد علاقه که موضوع تحقیق بدان صورت انتخاب شد.

۴ـ علاقه‌مندی معلمان نمونه تحقیق به تغییر روش تدریس خلاقیت که از بین داوطلبان انتخاب شدند.

۵ـ رسانه‌های گروهی که در پایان گروه‌های آزمایشی را با یک گروه کنترل مقایسه کردیم و همین طور بلوغ دانش‌آموزان و همگی آن‌ها تقریباً به طور مساوی تحت‌تأثیر بلوغ و رسانه‌های گروهی هستند و برای مشخص کردن سهم رشد ناشی از آن‌ها، گروه‌های آزمایشی را با گروه شاهد مقایسه کردیم.

ب) محدودیت‌های خارج از کنترل محقق

۱ـ اثر فرهنگی وضعیت اقتصادی خانواده‌ها و... که برای خنثی کردن اثر آن‌ها گروه‌ها را تصادفی انتخاب نمودیم.

۲ـ کنترل این که آیا دبیران روش مورد نظر را در تدریس خود به‌کار می‌گیرند یا نه که از چک‌لیست و مشاهده استفاده شد. اما حضور دائم نبود و مقداری از نتیجه‌ها را مخدوش می‌کرد.

۳ـ علاقه‌ی دانش‌آموزان به پاسخگویی به آزمون تفکر خلاق که محقق در اجرای آزمون حضور یافته و با صحبت‌های قبل از اجرا، آن‌ها را تشویق به پاسخگویی می‌کرد. اما تشویق به طور ۱۰۰٪ مؤثر نبود.

۴ـ اضطراب دانش‌آموزان و توجیه نشدن آن‌ها با پرسش‌ها که محقق در اجرای آزمون حضور یافت و با صحبت‌هایی اثر اضطراب را تا اندازه‌ای خنثی و تک‌تک پرسش‌ها را با یک مثال توجیه کرد.

۵ـ در اختیار نبودن منابع اطلاعاتی کافی در استان که محقق ناچار به مراجعه به تهران و شهرستان‌ها شد.

چک‌لیست مشاهده روش تدریس دبیران

برای مشاهده و بررسی روش‌های تدریس مورد استفاده دبیران، محتوای قابل استفاده، تعداد کیفیت کاربرد روش تدریس فعال از طرف دبیران ریاضی و فیزیک در کلاس درس واقعی، از چک‌لیست استفاده شد که نمونه آن در پیوست‌ها آمده است.

تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌های گردآوری‌شده یکی از فرایندهای مهم پژوهشی است و در واقع نتیجه کلیه فعالیت‌های پژوهشی را بیان می‌کند. در این فصل هر فرضیه به طور جداگانه با توجه به داده‌های حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت هر

جدول ۱ : نتیجه‌های آزمون t در اطلاعات مربوط به فرضیه اول

گروه‌ها	تعداد	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	t	df	sig
حل مسأله	۲۲	۶/۲۲۷	۵/۱۳۵	۳/۲۷۹	۳۹	۰/۰۰۲
شاهد	۱۹	۱/۱۵۸	۴/۶۹			

دانش‌آموز تحلیل شده است . این تحلیل به کمک آزمون تفاوت میانگین‌ها در دو گروه مستقل (آزمون T) انجام شد . برای هر فرضیه یک جدول طرح‌ریزی شد که شامل تعداد دانش‌آموزان گروه موردنظر ، میانگین تفاوت ، انحراف معیار تفاوت برای هر گروه و مقدار t و درجه آزادی و سطح معنی‌داری (sig) است . تحلیل داده‌ها به این صورت بود که در گروه‌های حل مسأله ، مشارکتی و گواه برای هر دو درس ریاضی و فیزیک پیش‌آزمون (Pretest) به عمل آمد ، سپس تفاوت میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر گروه محاسبه شد و در پایان میانگین تفاوت‌ها در دو گروه موردنظر برای هر فرضیه مقایسه شد .

فرضیه اول

بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد . (جدول ۱)

جدول بالا بیانگر این است که میانگین تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در خلاقیت دانش‌آموزان مورد بررسی با روش تدریس حل مسأله با ۶/۲۲۷ است . در صورتی که این مقدار در گروه شاهد (روش تدریس رایج) ۱/۱۵۸ است . تفاوت بین دو میانگین به لحاظ آماری با $t = ۳/۲۷۹$ و درجه آزادی ۳۹ در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است ($P < ۰/۰۱$) . بنابراین فرضیه تحقیق تأیید می‌شود . یعنی بین خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان که در تدریس به آن‌ها از روش حل مسأله استفاده شده است در مقایسه با روش‌های رایج در مدارس تفاوت معنی‌داری وجود دارد .

فرضیه دوم

بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال

جدول ۲ : نتیجه‌های آزمون t مربوط به اطلاعات فرضیه دوم

گروه‌ها	تعداد	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	t	df	sig
مشارکتی	۲۵	۷/۸۰۰	۵/۶۳۴	۴/۱۵۵	۴۲	۰/۰۰
شاهد	۱۹	۱/۱۵۷	۴/۶۹۳			

جدول ۳ : نتیجه‌های آزمون t مربوط به اطلاعات فرضیه سوم

گروه‌ها	تعداد	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	t	df	sig
حل مسأله	۲۲	۶/۲۲۷	۵/۱۳۵	-۰/۹۹۵	۴۵	۰/۳۲۵
مشارکتی	۲۵	۷/۸۰۰	۵/۶۳۴			

جدول ۴ : نتیجه‌های آزمون t مربوط به اطلاعات فرضیه چهارم

گروه‌ها	تعداد	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	t	df	sig
حل مسأله	۱۹	۸/۱۰۵	۶/۲۰۸	۴/۴۹۳	۳۵	۰
شاهد	۱۸	۰/۳۸۸	۳/۹۱۲			

جدول ۵ : نتیجه‌های آزمون t مربوط به اطلاعات فرضیه پنجم

گروه‌ها	تعداد	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	t	df	sig
مشارکتی	۲۲	۶/۰۴۵	۶/۳۲۰	۳/۳۰۹	۳۸	۰/۰۰۲
شاهد	۱۸	۰/۳۸۸	۳/۹۱۲			

اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (جدول ۲)

جدول بالا بیانگر آن است که میانگین تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در خلاقیت دانش‌آموزان مورد بررسی با روش تدریس مشارکتی ۷/۸۰۰ است، در حالی که این مقدار در گروه شاهد ۱/۱۵۷ است و تفاوت بین دو میانگین از نظر آماری با t = ۴/۱۵۵ با درجه آزادی ۴۲ در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است (P < ۰/۰۱). بنابراین فرضیه تحقیق تأیید می‌شود. پس بین خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان که در تدریس به آن‌ها از روش تدریس مشارکتی استفاده شده است. در مقایسه با روش‌های رایج در مدارس تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

فرضیه سوم

بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش معمول در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (جدول ۳)

جدول بالا بیانگر آن است که میانگین تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در خلاقیت دانش‌آموزان مورد بررسی با روش تدریس حل مسأله با ۶/۲۲۷ است در صورتی که این مقدار در گروه روش تدریس مشارکتی ۷/۸۰۰ است و تفاوت بین دو میانگین به لحاظ آماری با t = -۰/۹۹۵ با درجه آزادی ۴۵ در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست (P < ۰/۰۵). بنابراین فرضیه تحقیق رد می‌شود و نتیجه می‌گیریم بین این دو روش تدریس از لحاظ اثرگذاری در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

فرضیه چهارم

بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس فیزیک در مقایسه با روش معمول در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (جدول ۴)

با ملاحظه جدول بالا درمی‌یابیم که میانگین تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان که با روش حل مسأله تدریس شده‌اند ۸/۱۰۵ است. در صورتی که این مقدار در گروه گواه ۰/۳۸۸ است و تفاوت بین این دو میانگین از نظر آماری با t = ۴/۴۹۳ با درجه آزادی ۳۵ در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است (P < ۰/۰۱). بنابراین فرضیه تحقیق تأیید می‌شود لذا نتیجه می‌گیریم که بین خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان که در تدریس فیزیک به آن‌ها از روش تدریس حل مسأله استفاده شده است در مقایسه با روش‌های معمول در مدارس تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

فرضیه پنجم

بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس فیزیک در

جدول ۶ : نتیجه‌های آزمون t مربوط به اطلاعات فرضیه ششم

گروه‌ها	تعداد	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	t	df	sig
مشارکتی	۲۲	۶/۰۴۵	۶/۳۲۰	-۱/۰۴۹	۳۹	۰/۳۰۱
شاهد	۱۹	۸/۱۰۵	۶/۲۰۸			

مقایسه با روش معمول در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (جدول ۵)

اطلاعات جدول بالا بیانگر این است که میانگین تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان مورد بررسی با روش تدریس مشارکتی ۶/۰۴۵ است در حالی که این مقدار در گروه گواه برابر ۰/۳۸۸ است. تفاوت بین دو میانگین به لحاظ آماری با $t = ۳/۳۰۹$ و درجه آزادی ۳۸ در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. پس فرضیه تحقیق تأیید می‌شود. یعنی بین خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان که در تدریس فیزیک به آن‌ها از روش تدریس مشارکتی استفاده شده است در مقایسه با روش‌های رایج در مدارس تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

فرضیه ششم

بین استفاده از روش تدریس حل‌مسأله در درس فیزیک در مقایسه با روش معمول در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد. (جدول ۶)

از جدول بالا درمی‌یابیم که میانگین تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان که با روش مشارکتی به آن‌ها تدریس شده است ۶/۰۴۵ و این مقدار برای روش تدریس حل‌مسأله برابر ۸/۱۰۵ است که تفاوت بین دو میانگین از نظر آماری با $t = -۱/۰۴۹$ با درجه آزادی ۳۹ در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست ($P < ۰/۰۵$). بنابراین فرضیه تحقیق رد می‌شود. یعنی بین این دو روش تدریس از لحاظ اثرگذاری بر خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یافته‌های این پژوهش براساس فرضیه‌ها مرتب شده‌اند، بدین صورت که ابتدا متن فرضیه‌ها، سپس داده‌های مربوط به هر فرضیه و بعد تفسیر و چگونگی تأیید یا رد آن‌ها آمده است.

فرضیه اول

بین استفاده از روش تدریس حل‌مسأله در درس ریاضی در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

یافته ۱

براساس نتیجه‌های حاصل فرضیه تحقیق تأیید شد یعنی می‌توان استنباط کرد که تأثیر روش تدریس فعال حل‌مسأله در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان از روش‌های رایج و معمول بیشتر است. به طوری که این نتیجه با نتیجه‌های تحقیق حسنی (۱۳۸۰) و سلجوقی (۱۳۸۱) و عمرانی (۱۳۷۷) هماهنگ است.

فرضیه دوم

بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس ریاضی با روش تدریس معمول در مدارس در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

یافته ۲

براساس نتیجه‌های حاصل فرضیه تحقیق تأیید شد یعنی می‌توان استنباط کرد که تأثیر روش تدریس فعال مشارکتی در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان از روش‌های رایج و معمول بیشتر است که این نتیجه با نتیجه‌های تحقیق سلجوقی (۱۳۸۱) و عمرانی (۱۳۷۷) هماهنگ است.

فرضیه سوم

بین استفاده از روش تدریس حل‌مسأله در درس ریاضی در

مقایسه با روش تدریس مشارکتی، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

یافته ۳

براساس نتیجه‌های حاصل فرضیه تحقیق رد شد یعنی می‌توان استنباط کرد که دو روش تدریس فعال مشارکتی و حل مسأله در درس ریاضی در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان تفاوت چندانی با هم ندارند.

فرضیه چهارم

بین استفاده از روش تدریس حل مسأله در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

یافته ۴

براساس نتیجه‌های حاصل فرضیه تحقیق تأیید شد لذا تأثیر روش تدریس حل مسأله در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان در درس فیزیک از روش‌های رایج و معمول بیشتر است که این نتیجه با نتیجه‌های تحقیق حسنی (۱۳۸۰) و سلجوقی (۱۳۸۱) و عمرانی (۱۳۷۷) هماهنگ است.

فرضیه پنجم

بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس معمول در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

یافته ۵

براساس نتیجه‌های حاصل فرضیه تحقیق تأیید شد لذا تأثیر روش تدریس مشارکتی در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان از روش‌های رایج در مدارس بیشتر است. که نتیجه به‌دست آمده با تحقیق سلجوقی (۱۳۸۱) و عمرانی (۱۳۷۷) هماهنگی دارد.

فرضیه ششم

بین استفاده از روش تدریس مشارکتی در درس فیزیک در مقایسه با روش تدریس حل مسأله در مدارس، در بروز خلاقیت دانش‌آموزان دختر سال اول دبیرستان تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

یافته ۶

براساس نتیجه‌های حاصل فرضیه تحقیق رد شد که می‌توان استنباط کرد دو روش تدریس فعال مشارکتی و حل مسأله در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان تفاوت چندانی با هم ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه‌هایی که از فصل چهارم به‌دست آمد نشان می‌دهد که روش‌های فعال تدریس حل مسأله و مشارکتی نسبت به روش‌های رایج در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان در دروس ریاضی و فیزیک مؤثرند. همین طور این تحقیق نشان می‌دهد که گرچه هر دو روش مشارکتی و حل مسأله در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان سال اول دبیرستان در درس‌های ذکر شده مؤثر بوده‌اند اما روش مشارکتی در درس ریاضی و روش حل مسأله در درس فیزیک مؤثرتر بوده است.

پیشنهادهای مبتنی بر یافته‌های تحقیق

۱. با توجه به تأثیر روش‌های فعال تدریس مانند حل مسأله و مشارکتی و عملی بودن، اجرای آن به معلمان پیشنهاد می‌شود.

۲. تشکیل کارگاه‌های آموزشی جهت آشنا نمودن معلمان با روش‌های تدریس فعال از طریق آموزش ضمن خدمت

۳. در اختیار گذاشتن نتیجه‌های این تحقیقات و تحقیقات مشابه در جهت آشنایی معلمان گرامی و ایجاد دید مثبت نسبت به تأثیر روش‌های فعال بر رشد خلاقیت، ایجاد تفکر نقاد و...

۴. برنامه‌ریزی توسط مسؤولان آموزش و پرورش جهت بازدید معلمان از کلاس‌های دبیرانی که کلاس خود را با روش‌های تدریس فعال اداره می‌کنند.

۵. آشنا کردن دانشجویان طرح تربیت دبیر و تربیت معلم با این روش‌ها به صورت کاربردی روی کتب و ترغیب آنان به اجرای این روش‌ها.

۶. تهیه فیلم‌ها و CDهایی که حاوی انواع داده‌ها و فعالیت‌های آموزشی در زمینه روش‌های تدریس فعال باشند و تکثیر و توزیع آن در مدارس، که این کار نسبت به تشکیل کلاس‌های ضمن خدمت مقرون به صرفه هستند.

۷. برگزاری همایش آموزش خلاق (تفکر خلاق) در سطح استان برای کلیه دست‌اندرکاران تعلیم و تربیت استان تا معلمان و مسؤولان از اهمیت و قدرت تفکر خلاق، آموزش خلاق و پرورش خلاقیت دانش‌آموزان مطلع شوند.

زیرنویس:

۱. ورنون ۱۹۸۹ ـ شهرآرای، ۱۳۷۴.

فیزیک: پندار و واقعیت

بخش اول

فیلیپ والاس

مترجم: عبدالحسن بصیره

گروه فیزیک ـ دانشگاه کردستان

مقدمه

شیوه‌ی پرسش و پاسخ در تفهیم مسائل را **سقراط** (۴۷۰ ـ ۳۹۹ق. م) بنا نهاد، اما بررسی پدیده‌های فیزیک با نگرشی علمی را شاید اولین بار **گالیله** (۱۵۴۶ ـ ۱۶۴۲م) در دوره‌ی رنسانس در کتاب مشهورش به نام «گفتگو درباره‌ی دو نظام جهان» متداول ساخت. پروفسور **فیلیپ والاس** به اقتباس از این اثر در پیوست کتاب خود به نام «فیزیک: پندار و واقعیت» (Physics: Imagination and Reality) که به سال ۱۹۹۱ چاپ و منتشر شده[۵]، همین شیوه را در تبیین برخی مسائل فیزیک نوین برگزیده است.

پروفسور والاس در سال ۱۹۴۰ دکترای فیزیک خود را با گرایش نظریه نسبیت عام از دانشگاه تورنتور دریافت کرد. پس از تدریس در دانشگاه سین سیناتی و ام. آی. تی (M.I.T) در سال ۱۹۴۳ به پروژه‌ی انرژی اتمی مربوط به سازمان پژوهش‌های ملی کانادا پیوست. در سال ۱۹۴۶ استاد ریاضیات کاربردی دانشگاه مک گیل شد و در سال ۱۹۶۲ به گروه فیزیک آنجا پیوست و مؤسس و مدیر مؤسسه فیزیک نظری آنجا شد. در سال ۱۹۷۲ عضو جامعه سلطنتی کانادا و پس از آن عضو فرهنگستان ملی علوم هند شد. ویراستار مجله‌ی فیزیک کانادا بود و در بسیاری از دانشگاه‌های جهان به عنوان استاد مدعو تدریس کرده است. پژوهش‌های پروفسور والاس در زمینه فیزیک حالت جامد و ویژگی‌های نیمه‌هادی‌ها و نیمه‌فلزات در میدان‌های مغناطیسی قوی است.

کتاب و نوشته‌ی حاضر حاصل سال‌ها تدریس پروفسور والاس به دانشجویان رشته‌های غیرفیزیک از جمله رشته‌های جامعه‌شناسی، هنر و علوم انسانی دانشگاه مک گیل است، که خود اذعان دارد از تدریس درس‌های تخصصی به دانشجویان فیزیک برای او مشکلتر بوده است چون می‌بایست به پرسش‌های قابل تأمل این دانشجویان کنجکاو و غیرفیزیک پاسخی منطقی و درخور بدون استفاده از فرمولهای گسترده و گاه پیچیده‌ی ریاضی می‌داد، به همین دلیل، کتاب او بدون استفاده از انبوه معادلات فیزیک و ریاضی، به شیوه‌ای عامه فهم اما بسیار عمیق و دقیق، با استفاده از آخرین دستاوردهای فیزیک، برای چنین دانشجویانی نگاشته شده است.

گفت و گوی غیررسمی درباره‌ی علمی نه چندان جدید

س : قول دادید که جنبه‌های عجیب نظریه کوانتومی چون اصل عدم قطعیت و دوگانگی موجی ـ ذره‌ای را برای من توضیح دهید. آیا می‌توان به ابتدای کار، یعنی به ایده‌ی کوانتومی تابش الکترومغناطیسی **پلانک** برگشت؟

ج : خب، ابتدا باید گفت که در حقیقت ایده‌ی پلانک نبود بلکه ایده **انیشتین** بود. حدس پلانک آن بود که تابش فقط در بسته‌های انرژی و گسسته گسیل می‌شوند، اما اینشتین فراتر رفت و گفت که تابش فقط می‌تواند در چنین بسته‌هایی وجود داشته باشد.

س : بگذار ببینم آیا مطلب را فهمیده‌ام. **ماکسول** برپایه ایده‌های **مایکل فاراده** نشان داد که نور از امواج الکترومغناطیسی تشکیل شده است که با سرعت معینی در فضا منتشر می‌شوند.

ج : بله، و این امواج چیزهای قابل رؤیتی نظیر امواج آب نبودند، بلکه امواجی بودند که ما اکنون آن‌ها را «**میدان**» می‌نامیم. فاراده تصویری از میدان داشت؛ او درباره «**خط‌های نیرو**» صحبت می‌کرد. این‌ها خط‌های «**واقعی**» نبودند، بلکه صرفاً **وضعیت‌های** الکتریکی و مغناطیسی تعریف شده در فضا بودند. فاراده چنین پیش رفت. او گفت: «من می‌خواهم معنی واژه خط نیرو را به این صورت محدود کنم که این خط تنها بر وضعیت نیرو در هر نقطه معینی از نظر اندازه و جهت دلالت می‌کند...» منظور فاراده این بود که اگر مکان معینی را در فضا برگزینیم، هر چیزی که در آن مکان تحت تأثیر نیروی الکتریکی یا مغناطیسی قرار می‌گیرد که در جهت حفظ نیرویش در آن نقطه است. بنابراین، اگر عقربه‌ای داشته باشیم و سمتگیری آن را دنبال کنیم، در واقع «خط‌های نیروی مغناطیسی» را پی‌گیری کرده‌ایم.

س : این عقیده‌ای کاملاً انتزاعی است، اما گمان می‌کنم نکته‌اش را دریافته باشم. به نظر می‌رسد منظور این است که نقشه‌ای از سرنوشت عقربه وقتی در مکان معینی قرار گیرد خواهیم داشت. ولی «وضعیت فضا» حتی اگر قطب‌نمایی در آنجا نباشد، وجود دارد.

ج : کاملاً درست است، ولی مهم‌تر از آن، ماکسول گفت که این «وضعیت فضا» می‌تواند در فضا منتشر شود، همان گونه که موج رادیویی از آنتنی منتشر می‌شوند که آن را گسیل کرده است.

س : ولی آنچه که واقعاً منتشر شده چیست؟

ج : گمان می‌کنم در مورد موج مثال موج رادیویی، منظور انرژی است. زیرا اگر در تابستان مدت زیادی در معرض تابش مستقیم خورشید قرار بگیرید، از انرژی گسیل شده توسط خورشید خواهید سوخت، و ما امروزه می‌دانیم که این تابش ازهمان جنس امواج رادیویی است، فقط قدری توانمندتر است، و البته می‌دانیم نوری که با آن اشیاء را می‌بینیم نیز انرژی الکترومغناطیسی است که شبکیهٔ چشمان ما آن را جذب می‌کند.

س : حال می‌بینیم که دچار دردسر شده‌ایم. اینشتین گفته است که انرژی در «بسته‌های» گسسته‌ای منتشر می‌شود، اما انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطسی که نور را تشکیل می‌دهند به طور مداوم به ما می‌رسند! تصور بسته‌ی انرژی موج کمی مشکل است!

ج : بله، اما نباید کلمه‌ی «بسته» شما را گمراه کند. این واقعاً بدان معنی نیست که آن‌ها در فضا متراکم شده‌اند. در واقع، منظور آن است که موجی داریم، اما موجی که انرژی آن فقط در مقادیر مشخص و معینی گسیل می‌شود.

س : نمی‌فهمم. فرض کردیم که «کوانتوم‌های تابش» اینشتین گاهی مانند امواج و گاهی مانند ذرات رفتار می‌کنند. ذرات کجا وارد کار می‌شوند؟

ج : زیرا این روش جذب آن‌هاست. شما نمی‌توانید بخشی از کوانتوم میدان الکترومغناطیسی را جذب کنید، یا همه‌ی آن را جذب می‌کنید یا هیچ چیز از آن را.

س : اوه، من فکر می‌کنم در تمام این بحث آنچه را که فیزیکدان‌ها به معنی «ذره» می‌گیرند نفهمیده‌ام. این ابداً شبیه ذره‌ی گردوغبار نیست. اما حتماً باید بتوان گفت «آن‌جا درجایی فوتونی وجود دارد». در غیر این صورت آنچه که در اختیار دارید تنها یک موج ضعیف است، و نمی‌دانم چرا درباره‌ی خصوصیت «دوگانه» صحبت می‌کنید.

ج : خب، راستش را بخواهید شما درست می‌گویید، اما در این مورد فکر کنید. یک کوانتوم می‌تواند از ستاره‌ای دوردست بیاید، از تلسکوپ اخترشناسی بگذرد و در نقطه‌ای بر صفحه عکس جذب شود. در این مورد رفتار کاملاً «شبیه یک ذره» است.

س : حالا کاملاً سردرگم شده‌ام. ابتدا کوانتوم مانند یک موج منتشر می‌شد، سپس به صورت بسته‌ی متراکم شسته و رُفته به صفحه اصابت کرد. حتماً نمی‌توانیم هردو را با هم داشته باشیم.

ج : ولی تمام پارادوکس دوگانگی همین است.

س : آیا فکر می‌کنید چیزی در این امر نهفته است که فیزیکدانان نمی‌توانند توضیح دهند؟ همیشه فکر می‌کردم که شما فیزیکدانان خودتان را زیرک‌تر و باهوش‌تر از آنچه واقعاً هستید تصور می‌کنید!

ج : اوه، نه، ابداً این طور نیست. با مکانیک کوانتومی، هر چیزی را که می‌دانیم می‌توان توضیح داد. چیزهایی است که نمی‌توان پیش‌بینی کرد، ولی این داستان دیگری است.

س : خب، پس بگوئید چگونه فوتونی که مانند یک موج در فضا حرکت می‌کند ناگهان مانند یک بسته‌ی تمیز و شسته رُفته در

یک نقطه جذب می‌شود!

ج: خب، البته این دقیقاً یک نقطه واقعی نیست. اما چون نمی‌تواند شکافته یا تقسیم شود، و نکته‌ی اساسی آن است که باید روی صفحه عکاسی جذب یک الکترون شود. البته الکترون‌ها خود نیز گاهی موج و گاهی ذره هستند. بنابراین، درست نیست بگوئیم چون جذب یک الکترون شده، در یک نقطه جذب شده است. چون نمی‌توانیم آنچه را که در ترازهای یک تک اتم رخ می‌دهد. ببینیم، به نظر ما کاملاً شبیه یک نقطه می‌آید. آنها بسیار کوچک هستند.

س: این مثل آلیس در سرزمین عجایب است. و هرچه پیش‌تر رویم عجیب‌تر و عجیب‌تر می‌شود! ولی دو چیز است که دوست دارم برایم توضیح دهید. اولاً، چگونه الکترون تصمیم می‌گیرد که کی «موج» باشد و کی «ذره»؟ (هرچند موافق‌ایم که واقعاً یک ذره نیست). فکر می‌کنم بهتر است علمی‌تر باشم و پرسش‌ام را در عبارت‌های وزین‌تری مطرح کنم: در چه شرایطی شبیه موج گسترده می‌شود و در چه شرایطی همچون بسته‌ای خود را جمع و جور و مانند نوعی ذره رفتار می‌کند؟ و ثانیاً، اگر الکترون واقعاً مانند «کوانتوم یک موج» جذب می‌شود، آیا برای این گذار زمان بسیار کوتاهی طول نمی‌کشد؟ یقیناً نمی‌تواند به صورت آنی در یک «بسته» جمع شود!

ج: در مورد پرسش اول: تا هنگامی که جذب یا آشکار شود موج گونه است؛ پس از آن ذره گونه می‌شود. در مورد پرسش دوم: اگر فقط با جذب کامل قابل آشکارسازی باشد، واقعاً نمی‌توان دید که این فرآیند زمان‌گیر است یا نه. حتی نمی‌توان پیش‌بینی کرد که این فرایند کی قابل مشاهده است، چه رسد به اینکه چه چیزی به مشاهده شدن می‌انجامد!

س: به نظر می‌رسد که دو پرسش من در حقیقت بخشی از یک پرسش هستند! ولی به نظر من در انتخاب این شیوه بحث، راهی وجود ندارد که بتوان دانست وقتی که آشکار نمی‌شود رفتار موجی دارد زیرا نمی‌توان آن را آشکار ساخت! بنابراین با چه منطقی می‌توانید ادعا کنید که چیزی درباره‌ی این که شبیه چیست بگویید؟

ج: داری حوصله‌ام را سر می‌بری!

س: خب، شما هم حوصله‌ام را سر برده‌اید. ابتدا می‌گویید که کوانتوم نور موج ضعیفی با مقدار انرژی معین است، و حالا نمی‌توانید بگویید که چطور می‌دانید کوانتوم نور شبیه موج ظاهر می‌شود؛ زیرا هر وقت که آن را می‌بینید ذره‌گونه است.

ج: متأسفم، پاسخ این واقعاً ساده است. ما می‌دانیم که موج گونه است زیرا پدیده‌های پراش و تداخل در مورد آن رخ می‌دهد. وقتی که نور از دو شکاف می‌گذرد بخش‌هایی که از دو شکاف گذشته‌اند با یکدیگر تداخل می‌کنند (یعنی امواج باهم جمع می‌شوند). اگر آب در پشت موج‌شکنی از دو سوراخ کوچک نزدیک به هم بگذرد با امواج آب نیز می‌توان همین اثر را به وجود آورد.

س: آیا حقیقت دارد که این پدیده حتی وقتی بسیار ضعیف باشد که فقط یک کوانتوم همزمان از دو شکاف بگذرد، اتفاق می‌افتد؟

ج: بدون شک نه! وقتی یک کوانتوم جذب شود، در یک نقطه جذب می‌شود (یا حداقل، آنچه به نظر ما غول‌ها یک نقطه به نقطه می‌رسد). ولی اگر بگذاریم به تعداد کافی تک کوانتوم عبور کند، نمی‌توانیم بگوییم هریک از آن‌ها کجا جذب می‌شوند؛ فقط می‌دانیم که هرچه نقطه‌ها بیشتر باشند، کلیت نقش حاصل مربوط به پراش معمولی است.

س: اگر یکی از امواج الکترومغناطیسی ماکسول از دو شکاف بگذرد، نقش تداخل به وجود می‌آید. اگر فوتون صرفاً کوانتوم چنین موجی باشد، آیا هر فوتون نمی‌باید در آن واحد از هر دو شکاف بگذرد، بنابراین هر فوتون نقش پراشی ایجاد نخواهد کرد؟

ج: ولی نمی‌تواند، زیرا باید توسط یک الکترون روی پرده‌ی آشکارساز جذب شود.

س: جای تعجب نیست که هر فوتون یک نقش پراش تولید نکند! ما تعداد بی‌شمار الکترون روی پرده داریم که همه امیدوارانه منتظر جذب فوتون هستند، اما فقط یکی موفق خواهد شد. این حتی از بخت‌آزمایی‌های ما نیز بدتر است! ولی لااقل محتمل‌ترین برندگان الکترون‌هایی هستند که در حوالی نقطه‌هایی جمع شده‌اند که میدان پراش قوی‌تر است، یعنی قله‌های معروفی که مشخص‌کننده‌ی نقش پراشند. گمانم متقاعد می‌شوم که هر فوتون پراشیده می‌شود، فقط مطلب اینجاست که آنها باید جذب تمام کمینگاه عکس شوند، که ما آن را زیاد دیده‌ایم.

ج: خب، گمان می‌کنم اگر جنبه‌ی موج گونه‌ی فوتون‌ها را در نظر بگیرید حق با شماست، اما اگر از جنبه‌ی «ذره‌ای» نگاه کنید، خیر.

س: ولی شما فقط آنها را روی پرده آشکار می‌سازید. در نتیجه فقط آنجاست که درباره‌ی آن جنبه باید به اشکال برخورد کنید. از آن گذشته، شما خودتان می‌کوشیدید مرا متقاعد کنید که گاهی باید آنها را موج در نظر بگیریم، و پدیده‌ی پراش را برای اثبات این ادعا به کار می‌بردید. شما در آن بخش از استدلال بسیار متقاعدکننده بودید، بنابراین می‌توان با توافق بر آن به بحث ادامه داد؟

ج: معذرت می‌خواهم سرم درد گرفته است؛ فکر می‌کنم بهتر است فردا بحث را ادامه دهیم.

س: من هم همین طور، فکر می‌کنم سرانجام کم کم دارم روشن می‌شوم. اما هنوز پرسش‌های زیادی باقی مانده است تا فردا!

* این کتاب توسط همین مترجم در دست ترجمه است.

مرجع:

Physics: Imagination and Reality, F. wallas, 1991

محدودیت قانون سوم نیوتون

سید جعفر مهرداد

آقایان علی حسن‌بیگی، سید سروش نظام‌دوست، محمدحسین مهاجرانی مقاله‌ای با عنوان «بررسی محدودیت قانون سوم نیوتون پیرامون بارهای الکتریکی متحرک» تألیف و به دفتر مجله ارسال کرده‌اند. در این مقاله با استفاده از قاعده‌ها و محاسبه‌های برداری محدودیت قانون سوم نیوتون در شرایط خاصی نشان داده شده است. کوشش پژوهشگران جوان شایسته تقدیر و اشاره‌های زیر قابل ذکر و توجه است.

۱. درباره قانون سوم نیوتون و شکل قوی و ضعیف این قانون و نقض آن در شماره‌های ۲ و ۲۹ـ۲۸ و ۵۶ مجله رشد آموزش فیزیک مقاله‌هایی انتشار یافته است.

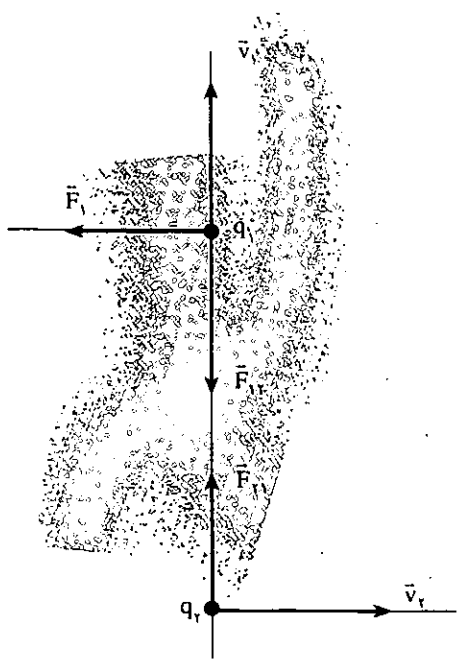
۲. در فیزیک اوهانیان فصل (نیروی مغناطیسی و میدان) و فیزیک آلونسو-فین فصل (برهم‌کنش‌های مغناطیسی) نشان داده شده است که «... در حضور برهم‌کنش‌های مغناطیسی، قانون کنش و واکنش برقرار نیست...»

۳. در برهم‌کنش اجسام در تماس مستقیم با هم و یا در برهم‌کنش اجسام ساکن به فاصله معین از هم، قانون سوم نیوتون همواره صادق است. یک نمونه نقض این قانون به قرار زیر است:

یک دستگاه شامل دو ذره باردار q_1 و q_2 را درنظر می‌گیریم. ذره اول بر ذره دوم نیروی برهم‌کنش الکتروستاتیکی $\vec{F}_{21}$ و ذره دوم بر ذره اول نیروی برهم‌کنش الکتروستاتیکی $\vec{F}_{12}$ وارد می‌کند. مطابق قانون سوم نیوتون $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ است.

مطابق شکل هرگاه این دو ذره به ترتیب با سرعت $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ در حرکت باشند، در الکترودینامیک نشان داده شده است که نیروی مغناطیسی وارد بر ذره اول $\vec{F}_1$ می‌شود ولی بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر ذره دوم برابر صفر است. باید یادآوری کرد که برای ذراتی که سرعتی بسیار کمتر از سرعت نور دارند ($v_1 << c$ و $v_2 << c$) نیروی $\vec{F}_1$ در مقایسه با نیروی $\vec{F}_{12}$ قابل چشمپوشی است به طوری که عملاً برای این حالت نیز قانون سوم نیوتون صادق خواهد بود.*

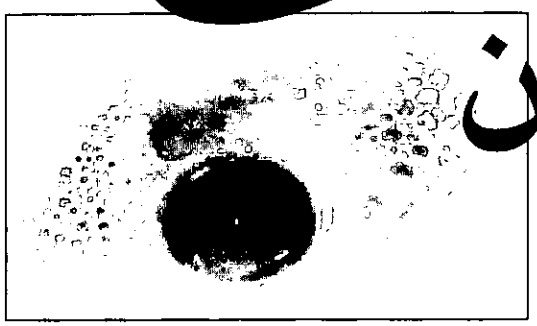
* LV. SAVELYEV. PHYSICS
A General Course Volume 1 P.60



چای فنجان

اَبَرقطره‌ها دز

پیتر مور
ترجمه‌ی آزیتا سیدفدایی
دبیر آموزش و پرورش شهر تهران



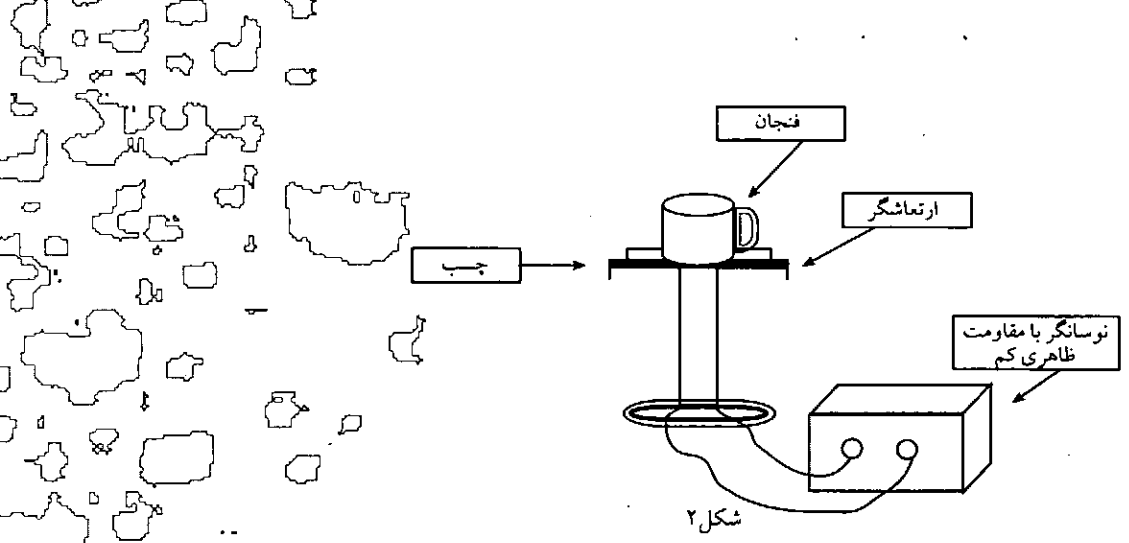
شکل ۱

شاید متوجه شده باشید که هنگام ریختن چای قطره‌های کوچکی در سطح مایع ظاهر و پس از چند ثانیه ناپدید می‌شوند. در کالج بکس هیل[1] درباره‌ی این کشف شگفت‌انگیز تحقیق کرده‌ایم که با به ارتعاش درآوردن سطح مایع می‌توان قطره‌ها را به مدت چند دقیقه در سطح نگه داشت. علاوه بر آن، ریزقطره‌ها به خوبی درهم ادغام و به قطره‌ای بزرگ (با قطر در حدود ۱cm) تبدیل می‌شوند که نمی‌شود آن‌ها را اَبَرقطره نخواند. این کشف را همکارم دومینیک آرچر[2] در هنگام تحقیقات علمی در درس فیزیک پیشرفته سطح ـ A کرد. من دانستم یکی از شاگردانم به نام نیک کلارک[3] از موضوع کار پژوهشی‌اش راضی نیست. از این‌رو پرسیدم دوست دارد مشاهده‌های دومینیک را دنبال کرد. ماجرای زیر روایت دومینیک و نیک از چیزی است که امیدوارم یکی از کارهای پژوهشی درحال پیشرفت ما باشد. این داستان یادآور ارزش کار عملی پژوهشی واقعی در آموزش است. برای اغلب دانش‌آموزان، این تجربه از نوع فعالیت‌های الهام‌بخشی است که فیزیک را جذاب و حقیقتاً چالش‌برانگیز می‌سازد، و بسیار فراتر از چیزی است که بسیاری از جوانان بااستعداد آن را بخش ملال‌انگیز و کسالت‌بار برنامه درسی علوم جدید می‌دانند. پرسشی که برای همه ما مطرح می‌شود این است که آیا محدودیت برنامه درسی ملی وفشار نتیجه‌های امتحان و جدول‌های تشکیلاتی نقشی در تشویق این رهیافت به آموزش دارند، یا شاید باعث می‌شوند که هرگونه امیدواری در این زمینه از بین برود.

ترتیب آزمایش

اگر هرگز قهوه‌ای داغ را در فنجان پلاستیکی نوشیده باشید شاید متوجه شده‌اید که گاهی کشیدن فنجان بر روی میز ارتعاش‌هایی را به وجود می‌آورد که باعث می‌شوند سطح مایع به شدت چین و شکن پیدا کند ـ درست مثل این که می‌جوشد. همزمان با این اثر می‌توانید قطره‌های کوچکی از مایع را روی سطح مشاهده کنید که مثل جیوه‌ای که ریخته شده باشد شناورند و می‌رقصند (شکل ۱). این مشاهده‌ها امکان پژوهش برای یک سال دیگر را فراهم آورد. برای شبیه‌سازی اثر در آزمایشگاه فنجان کوچکی پلاستیکی را روی ارتعاشگری قرار دادیم (شکل ۲) یک صفحه پلاستیکی نازک و محکم به ارتعاشگر پیچ شده بود و ته فنجان با استفاده از چسب به این سطح متصل شده بود. برای به حرکت درآوردن ارتعاشگر از نوسانگری با مقاومت ظاهری کم استفاده شده.

آزمایش‌های اولیه نشان دادند که در بسامدهای تشدید معین، سطح آب معمولی چین برمی‌دارد. اما این قطره‌های کوچک سطحی عمر کوتاهی داشتند. استدلال کردیم که کشش سطحی می‌تواند عامل مهمی باشد، از این‌رو ماده‌ی پاک‌کننده‌ی معمولی را به آب اضافه کردیم. معلوم شد که این کار بسیار مفید است و در بسامدهای معینی قطره‌های کوچک به تعداد زیاد مشاهده شدند. با تغییر دامنه نوسان توانستیم این قطره‌ها را درهم ادغام کرده و قطره‌های بزرگ‌تری را به وجود آوریم که آن‌ها را اَبَرقطره نامیدیم. دریافتیم که این قطره‌ها می‌توانند چند دقیقه باقی بمانند و حتی اگر آن‌ها را با انگشت خشک لمس می‌کردیم همچنان باقی ماندند. با کشف این که می‌توان به آن‌ها سیخونک زد، امکان واردکردن قطره‌های ریز با سرنگ و سوزن مطرح و این روش ترجیحی تولید آن‌ها شد. این روش امکان بررسی تبادل مایع بین قطره‌های شناور و بستر آن‌ها را مطرح ساخت. با تزریق رنگ غذای معمولی



شکل ۲

توانستیم قطره‌های رنگی بزرگ و قابل توجهی را به وجود آوریم که به سطح اطرافشان رنگ پس نمی‌دادند و نشان می‌دادند که واقعاً شناورند. به نظر می‌رسد که توان بالقوه‌ی فراوانی برای ادامه تحقیق ازجمله پاسخگویی به پرسش‌های زیر وجود دارد:

* این قطره‌ها با چه سازوکاری شناور می‌شوند؟ دافعه الکتریکی یا شاید لایه نازکی از هوا به عنوان بالش عمل می‌کند؟

* تأثیر اعمال اختلاف پتانسیل زیاد بین قطره‌ها و ظرفی که آب روی آن قرار می‌گیرد چیست؟

* آیا می‌توان با استفاده از مایع‌های با چسبندگی بیشتر این اثر را بازتولید کرد؟

* بسامد و دامنه‌ی ارتعاش چه تأثیری بر طول عمر قطره‌ها دارد؟

دریافتیم که فقط در بسامدهای کمتر از چند صد هرتز قطره‌ها برای مدت طولانی باقی مانند. (دومینیک آرچر)

دیدگاه دانش‌آموز

با آگاهی از شانس شرکت در بررسی اَبَرقطره‌ها هیجان‌زده شدم، چون سرانجام می‌توانستم شکل واقعی علم را مشاهده کنم. تحقیق درباره‌ی پدیده‌ای ناشناخته هیجان‌انگیز بود.

نمی‌دانستم چرا این پدیده اتفاق می‌افتد و یا چطور قطره‌های بزرگ‌تر تشکیل می‌شوند. تولید قطره‌ها به مهارت نیاز داشت و صرف زمان طولانی با دست پایدار و فکر باز آسان نبود.

با این همه، فکرکردن به این که چگونه قطره‌ها تشکیل می‌شوند و چرا در بعضی شرایط بهتر باقی می‌مانند مسحورکننده بود. در ابتدای آزمایش در مورد این‌که چگونه می‌توان درباره‌ی قطره‌ها تحقیق کرد، و چه ویژگی‌هایی را آزمود فکر کردم. تصمیم گرفتم در مورد طول عمر قطره‌های هم اندازه در مایع‌های مختلف تحقیق کنم. می‌دانستم که قطره‌ها وقتی درست رفتار می‌کنند که مواد پاک‌کننده در آب باشد. این موضوع باعث کاهش کشش سطحی می‌شود، پس تصمیم گرفتم با استفاده از غلظت‌های مختلف مواد پاک‌کننده در گستره‌ی وسیعی از کشش‌های سطحی نتیجه‌های کیفی به دست آورم. می‌خواستم با استفاده از این نتیجه‌ها به رابطه‌ی بین کشش سطحی و طول عمر قطره‌ها پی ببرم. متأسفانه در بعضی شرایط با مشکلاتی چون تشکیل نشدن قطره‌ها مواجه شدم که به نتیجه‌های غیرقابل اعتماد می‌انجامید و روند مشخصی را نشان نمی‌داد. در این مرحله با سرخوردگی توأم با فعالیت در حوزه علم پیشتاز و شکیبایی لازم برای تحمل آن روبه رو گشتم. سرانجام با مایع‌های مختلفی چون روغن و گلیسیرین آزمایش کردم و حتی به فکر شناور ساختن آب بر روی روغن افتادم.

یک مسئله مهم آن بود که حتی باقی ماندن تعداد اندک ماده پاک‌کننده در فنجان می‌توانست کشش سطحی را به شدت کاهش دهد. اگر وسیله ارتعاشگری وجود داشت که بتواند ارتعاش‌های یکنواخت در سراسر فنجان به وجود آورد، می‌توانستیم موج ایستاده کاملی به دست آوریم، این موضوع آزمایش را به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌بخشید و به نظر ما امواج ایستاده کلید تشکیل قطره‌ها بودند.

اگر امواج ایستاده عامل تشکیل قطره بود، آیا افزایش اندازه قطره‌ها به طور ثابت صورت می‌گرفت؟ شرایط بهینه برای اندازه چه بود؟ و چرا در بعضی بسامدها تشکیل قطره‌ها خود به خود صورت می‌گرفت؟

متأسفانه، داده‌های روشن کافی برای نتیجه‌گیری کمّی در اختیار نداشتم.

سرانجام این که پژوهش درباره‌ی این پدیده جالب فیزیکی لذت‌بخش بود. به واسطه این کار شناختی از دنیای واقعی علم به دست آوردم که تاکنون قادر به مشاهده آن نبودم. این کار مرا قادر ساخت تا متوجه روند صحیح کار در پژوهش‌هایی شوم که در آن پاسخ را نمی‌دانید. این آزمایش به من کمک کرد تا متوجه پاداش‌ها و سرخوردگی‌ها در علم جستجوگر شدم.

زیرنویس:

1. Bexhill
2. Dominic Archer
3. Nick Clark

مرجع:

Physics Education, January 2006, pp. 21-22.

نانولوله‌های کربنی

گردآوری: معصومه همتی قلائی
دبیر آموزش و پرورش استان بوشهر

تاریخچه‌ی نانو فناوری

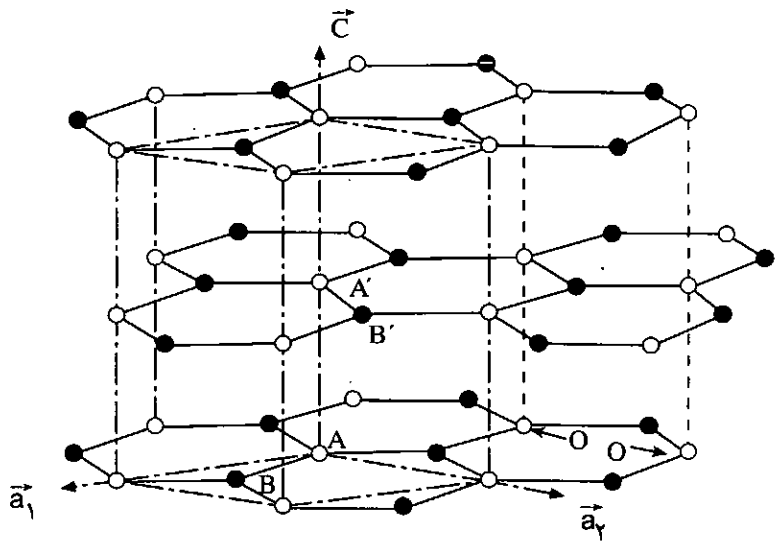
چهل سال پیش **ریچارد فاینمن**، متخصص فیزیک نظری و برنده جایزه نوبل در سخنرانی معروف خود در سال ۱۹۵۹ تحت عنوان «آن پایین فضای بسیاری هست» به بررسی بعد رشدنیافته‌ای از علم پرداخت که اساس و نظام عمل و اندیشه جهان را تکان داد. **ماروین مینسکی**[1] مبدع ایده هوش مصنوعی، افکار دور از واقعیت دانشجوی خود **اریک درکسلر**[2] را برای باروری افکار فاینمن پذیرفت و به عنوان استاد راهنما روند پیشرفت پایان‌نامه درکسلر را هدایت کرد. نانوفناوری نامی است که درکسلر برای ایده‌های نوین خویش انتخاب کرد. نانوفناوری مولکولی نوعی فناوری است که مواد و دستگاه‌ها را با کنترل ماده در مقیاس نانومتر به‌وجود می‌آورد.

تاریخچه‌ی نانولوله‌های کربنی

در سال ۱۹۹۱، **ایجیما سومیو**[3] در آزمایشگاه NEC در تسوکاب[4] ژاپن در حین آماده‌سازی فولرن[5] و مطالعه‌ی سطح‌های گرافیتی مورد استفاده در روش قوس الکتریکی روی الکترود منفی موفق به مشاهده لوله‌های گرافیتی شد که این لوله‌های اولیه به صورت چندلایه بودند. در حدود دو سال بعد او موفق به کشف نانولوله‌های تک دیواره شد.

ساختار نانولوله‌های کربنی

نانولوله‌های کربنی ارتباطی قوی با شکل‌های دیگر کربن مخصوصاً گرافیت دارند. گرافیت دارای جزء اصلی لایه‌های دوبعدی که شامل سلول‌های ۶ضلعی کربن است که این لایه‌های دوبعدی لایه‌های گرافیتی نامیده می‌شوند. از لوله شدن یک لایه گرافیتی در جهت‌های مختلف یک استوانه با قطر نانومتری که نانولوله کربنی نامیده می‌شود به وجود می‌آید. ساختار گرافیت در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱ـ ساختار گرافیت

دسته‌بندی نانولوله‌های کربنی

نانولوله‌های کربنی را می‌توان به دو شکل فیزیکی و تجربی تقسیم کرد. از نظرتجربی نانولوله‌ها به دو صورت تک لایه و چند لایه تقسیم می‌شوند. تک لایه‌ها از یک استوانه گرافیتی تشکیل شده‌اند و قطر آن‌ها بین ۱ تا ۲ نانومتر است چند لایه‌ها از چند استوانه هم‌مرکز تشکیل شده‌اند و فاصله بین لایه‌ها ۰/۳۴ نانومتر است. طول متوسط نانولوله‌ها در حدود چند میکرومتر است.

دسته‌بندی تجربی: بررسی‌های به عمل آمده روی نانولوله‌های کربنی، ساختار گرافیتی را نشان می‌دهد که این ساختار با دو پارامتر قطر و زاویه سمتگیری آرایه‌های شش گوشه در یک لایه گرافیتی نسبت به محور لوله کاملاً مشخص می‌شود. بر این اساس با در نظر گرفتن یک بردار شبکه براوه در شبکه گرافیتی که طول این بردار متناسب با قطر لوله است و خم کردن آن به گونه‌ای که رأس و نوک لوله بر روی هم قرار گیرند، می‌توان نانولوله‌های کربنی را به وجود آورد. این بردار که به بردار کایرال[۶] معروف است با رابطه زیر نشان داده می‌شود که در آن a_1 و a_2 بردارهای شبکه براوه و n و m اعداد صحیح هستند.

$$C_h = na_1 + ma_2$$

شکل بردار کایرال شبکه گرافیتی در تصویر شماره ۲ نشان داده شده است. بسته به مقادیر n و m، سه نوع دسته‌بندی هندسی برای نانولوله‌ها امکان‌پذیر است.

۱) نانولوله‌های زیگزاگ[۷] که با $m = 0$ مشخص می‌شود

۲) نانولوله‌های آرمچر[۸] که به $m=n$ مشخص می‌شود

۳) نانولوله‌های کایرال که با $0 < m < n$ مشخص می‌شود.

اگر شرط $(2n + m = 3q)$ بین پارامترهای n و m برقرار باشد که در این رابطه q یک عدد صحیح است نانولوله خاصیت فلزی دارد در غیر این صورت نیم‌رسانا است. بنابراین تمامی نانولوله‌های کربنی آرمچر و بعضی از زیگزاگ‌ها و کایرال‌ها که شرط بالا را برآورده کننده فلزی و بقیه نانولوله‌ها نیمرسانا هستند.

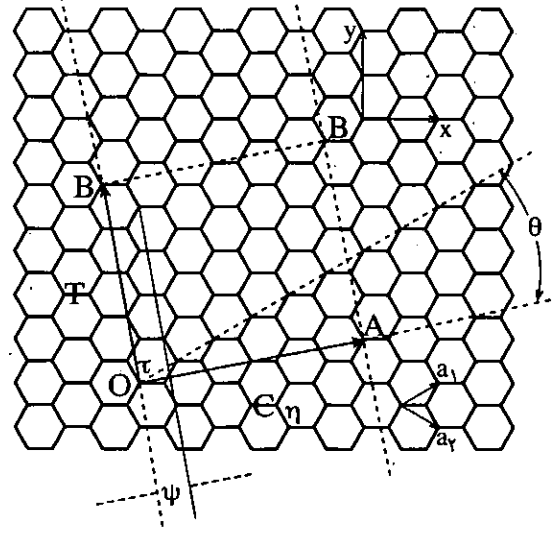
برای نانولوله‌های نیمرسانا رابطه‌ی نوار گاف و قطر به صورت زیر است.

$$E_g \propto \frac{1}{D}$$

که در آن D قطر لوله و E_g انرژی نوارگاف است. یعنی هرچه قطر بیشتر باشد، E_g کمتر و در نتیجه نانولوله به سمت فلزی پیش می‌رود.

روش‌های رشد نانولوله کربنی

نانولوله‌های کربنی را به روش‌های تخلیه قوس الکتریکی، تبخیر لیزری، رسوب‌گذاری بخار شیمیایی تولید می‌کنند. اما روش رسوب‌گذاری بخار شیمیایی متداول‌تر است که به اختصار به توضیح آن می‌پردازیم: در این روش نانوذرات فلزی را روی پایه‌های کاتالیزوری می‌نشانند. کاتالیزورهای مورد استفاده Ni، Co و Fe (نیکل، کبالت و آهن) است. کاتالیزورها و پایه‌ها باید از موادی با نقطه ذوب بالا باشند. دمای آزمایش بین $800-1200^{\circ}C$ با توجه به نوع نانولوله تولید شده فرق می‌کند. کاتالیزورهای تهیه شده را به مقدار مشخصی داخل لوله‌ای از جنس کوارتز قرار می‌دهند، سپس همراه با عبور گاز بی‌اثر، دمای کوره را تا حد دلخواه بالا می‌برند، و در ادامه با قطع جریان گاز بی‌اثر، گاز هیدروکربنی مانند اتان، متان یا استیلن با دبی مشخص و برای مدت زمان دلخواه در کوره جریان می‌یابد. به این ترتیب نانولوله‌های کربنی روی کاتالیزورها سنتز می‌شوند.



شکل ۲ـ صفحه گرافیتی با بردار کایرال

ویژگی های نانولوله های کربنی

نانولوله های کربنی دارای دو ویژگی عمده الکتریکی و مکانیکی هستند.

ویژگی های مکانیکی: نانولوله های کربنی یکی از سفت ترین مواد به شمار می آیند. مدول یانگ بالای نانولوله ها معرف آن است که لختی دورانی آن ها زیاد است. نانولوله هایی که به شدت تغییر شکل داده اند به طور برگشت پذیری با آزاد کردن انرژی به حالت اولیه برمی گردند.

ویژگی های الکتریکی: محاسبه های اولیه نشان می دهد که نانولوله ها بسته به هندسه و قطرشان می توانند رسانا یا نیمرسانا باشند. نوع آرمچر همیشه رسانا در حالی که نوع زیگزاگ می تواند رسانا یا نیمرسانا باشد. این همان ویژگی بارزی است که نانولوله ها را برای صنعت الکترونیک مناسب می سازد. چرا که امروزه صنعت الکترونیک در ساخت قطعه هایی مثل ترانزیستورها در ابعاد بسیار کوچک رسیده است.

کاربردهای نانولوله های کربنی

ویژگی های الکتریکی و مکانیکی و ساختار منحصربه فرد نانولوله های کربنی باعث جذب محققان در سراسر دنیا شده است. نانولوله ها می توانند به صورت شخصی یا جمعی مورد استفاده قرار گیرند. از نانولوله های جمعی برای میدان های گسیلی، مواد مرکب و برای بهبود خواص مکانیکی مواد و همچنین برای ذخیره سازی هیدروژن استفاده می شود. از نانولوله های منفرد به دلیل استحکام مکانیکی و کشسانی بالا به عنوان نوک کاوه های نانومتری استفاده می شود.

کاربردهای نانولوله های کربنی به عنوان ذخیره سازی هیدروژن

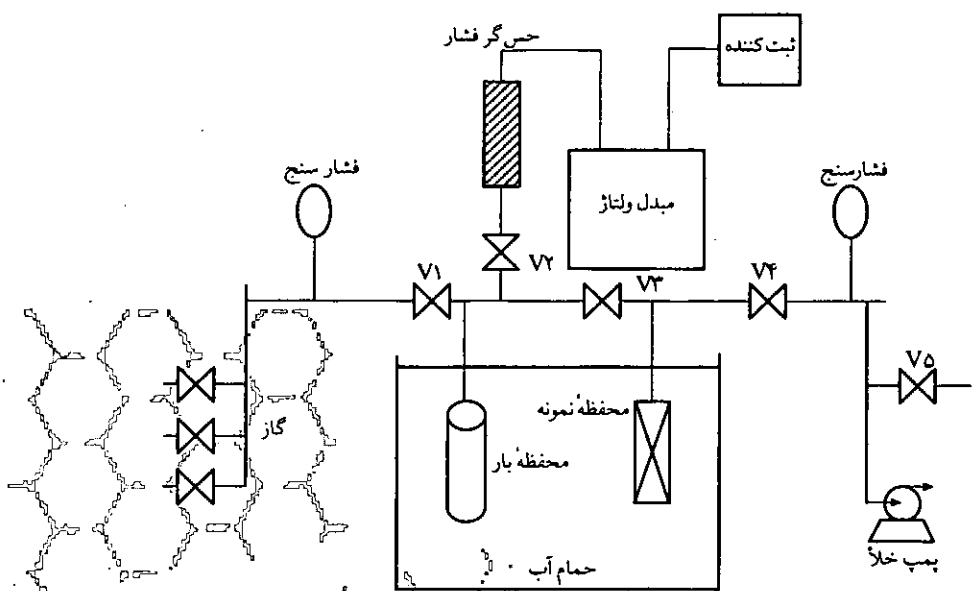
هیدروژن عنصری مهم در طبیعت و یک تولید کننده ی انرژی ایده آل است و وزن کمی دارد. هیدروژن ارزش سوختی بالاتری از سوخت های فسیلی و شیمیایی دارد این سوخت به آسانی می سوزد و خیلی تمیز است. در صورتی که مشکل ذخیره سازی ارزان و ایمن آن حل شود، این عنصر سبب تغییر رویه استفاده از موتورهای احتراق داخلی با کارآیی کم و آلوده کننده محیط زیست به استفاده از ماشین های بدون آلودگی می شود. هیدروژن معمولاً به روش های فشرده سازی در مخازن به صورت مایع و هیدراید فلزی ذخیره می شود که هر کدام از این روش ها به علت نداشتن ایمنی و صرف هزینه بالا و کارآیی کم مورد توجه نیست.

از سال ۱۹۶۰ مواد کربنی فعال شده برای ذخیره سازی هیدروژن مورد استفاده قرار گرفتند. سطح بالا و حجم منافذ فراوان این امکان را فراهم می سازد که نانولوله های کربنی یک مکان ایده آل برای جذب هیدروژن باشند، که در دهه ی اخیر از اهمیت قابل توجهی برخوردار شده اند. هیدروژن می تواند به صورت فیزیکی یا شیمیایی در نانولوله های کربنی جذب شود. در جذب فیزیکی که در حالت گازی هیدروژن اتفاق می افتد، انرژی پیوند ۰/۰۱ الکترون ولت است در حالی که در جذب شیمیایی انرژی پیوند ۲/۳ الکترون ولت است.

دستگاه آزمایشگاهی جذب فاز گازی (جذب فیزیکی) هیدرژن در نانولوله کربنی

در این دستگاه جرم مشخصی از نمونه در حدود یک گرم در داخل محفظه ی دستگاه قرار داده می شود و سپس کل دستگاه خلاء قرار می گیرد. محفظه ی نمونه تحت خلاء به مدت ۲/۵ ساعت در دمای ۲۵۰°C گرم می شود تا کلیه گازهای جذب شده بر روی آن دفع شوند. شکل دستگاه در تصویر شماره ۳ نشان داده شده است.

در مرحله اول همه شیرها بسته هستند. سپس شیرهای V_3 و V_4 بسته شده و گاز هیدروژن از طریق شیرهای V_1 و V_2 وارد مخزن



شکل ۳ـ سیستم آزمایشگاهی جذب فیزیکی (فاز گازی) هیدروژن در نانولوله کربنی

دستگاه می‌شود. به منظور انجام آزمایش در شرایط دمایی ثابت، مخزن گاز و محفظه نمونه در یک حمام با دمای $29^{\circ}C$ قرار داده می‌شود. پس از برقراری تعادل گرمایی فشار اولیه گاز توسط یک حسگر خوانده می‌شود و سپس با بستن شیر V_1 و بازکردن شیر V_2 به گاز اجازه ورود به محفظه نمونه داده می‌شود از همین لحظات تغییرات فشار گاز درون سیستم دستگاه بر حسب زمان خوانده می‌شود و تا رسیدن به حالت تعادل و ثابت ماندن فشار با گذشت زمان ادامه می‌یابد. با توجه به تغییرات فشار ثانویه نسبت به اولیه می‌توان مقدار هیدروژن جذب شده در نمونه را اندازه گرفت. در سال ۱۹۹۷ **دیلون**[9] اولین داده‌های ذخیره سازی هیدروژن در نانولوله‌های کربنی را گزارش کرد.

جذب شیمیایی هیدروژن در نانولوله‌های کربنی

روش جذب شیمیایی بر پایه پرشدن و تخلیه‌ی الکتروشیمیایی است که جذب هیدروژن بوسیله پتانسیل کنترل می‌شود. در این روش از یک دستگاه سه الکترودی استفاده می‌شود. الکترودهای مورد استفاده در این دستگاه الکترود کاتد که معمولاً از مخلوطی از نانولوله کربنی با نیکل یا طلا ساخته می‌شود. برای الکترود آند از ورقه نیکل و برای الکترود مرجع از Hg/HgO استفاده می‌شود. الکترولیت مورد استفاده محلول هیدروکسید پتاسیم ۶ مولار است. در طی فرآیند پرشدن آب در الکترولیت روی الکترود کاتد تجزیه می‌شود و هیدروژن اتمی جذب نانولوله‌های در الکترود کاتد می‌شود. شکل۴ نمایی از تصویر سه الکترودی را نشان می‌دهد.

در طی فرآیند تخلیه هیدروژن در کاتد با (OH^-) در الکترولیت ترکیب می‌شود و مولکول آب به‌وجود می‌آید. این واکنش باانتقال بار انجام می‌شود و بنابراین مقدار هیدروژن جذب شده در کاتد با اندازه‌گیری بار الکتریکی که مساوی با جریان تولید شده ضرب در زمان، در یک گام تخلیه یا پرشدن است اندازه‌گیری می‌شود.

نوتزنا[10] برای اولین بار ظرفیت ذخیره‌سازی هیدروژن به‌طور الکتروشیمیایی روی نمونه‌های نانولوله سنتز شده به روش قوس الکتریکی که با پودر طلا به نسبت ۱ به ۴ مخلوط شده به عنوان کاتد اندازه‌گیری کرد و ظرفیت ذخیره الکترو شیمیایی ۱۱۰mAh / g را به دست آورد. واحد ظرفیت ذخیره‌سازی شیمیایی، (mAh/g) است که جریان برحسب میلی‌آمپر و زمان پرشدن و تخلیه بر حسب ساعت تقسیم بر مقدار ماده استفاده شده بر حسب گرم در الکترود کار است.

زیرنویس:

1. marvin minsky
2. Eric Drexler
3. Ijimasumio
4. Tsukab

۵. فولرن اولین ساختار کروی پایدار که متشکل از ۶۰ اتم کربن است)

6. Chairal
7. zigzag
8. armchair
9. Dillon
10. Nutzena

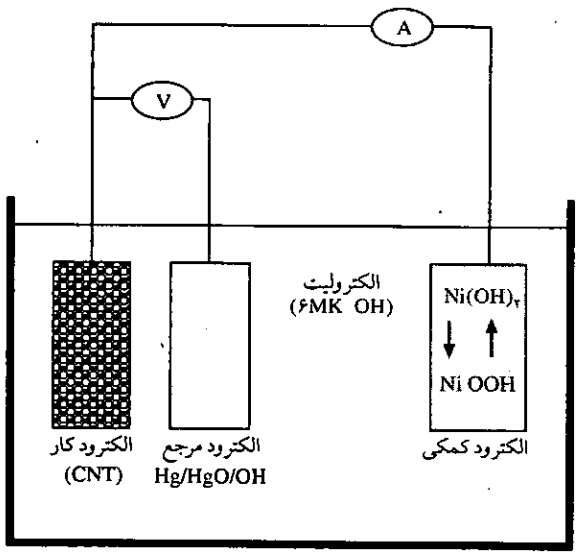
منابع:

1.M.S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, Ph. Avouris (Eds). Carbon Nanotubes. synthesis structure, properties, and application, Topic in applied physics, V. 80, Chapters 1, 2, 3 (2001)

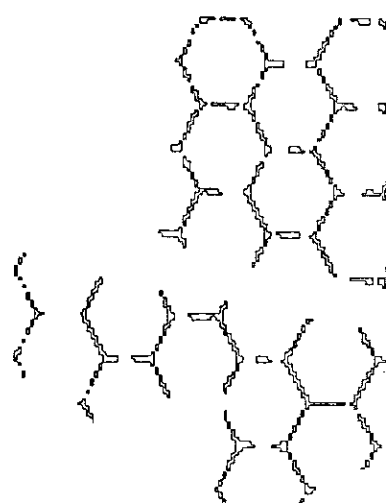
2. M. Meyyappan. Carbon Nanotubes Science and applications, Boca Raton, Chapters 1, 2, 4 (2005)

3. S. Reich, C. Thomsen, J. Mauhzch. Carbon Nanotubes. Basic concepts and physical properties, Weinheim, Wiely-Vch, chapters 6, 7, 8 (2004)

4. H. Zhang, F. Xiaojuan, Y. Jianfeng, C. Zhon, Y. Chen, M. Li, A. Wei, Phys, lett A, 339, 370 (2005)



شکل۴ـ سیستم آزمایشگاهی جذب شیمیایی هیدروژن در نانولوله‌ی کربنی



انرژی زمین گرمایی

گردآوری: معصومه ملک محمدی
دبیر فیزیک ناحیه‌ی ۱ شهرکرد

پیشگفتار

توسعه شگفت‌انگیز علم و فن در جهان امروز ظاهراً باعث آسایش و رفاه زندگی بشر شده است اما این توسعه یافتگی مشکل‌های تازه‌ای را نیز برای انسان‌ها به همراه داشته است که از آن جمله می‌توان به آلودگی محیط زیست، تغییرات گسترده آب و هوایی در زمین و غیره اشاره کرد. می‌دانیم که نفت و مشتقات آن از سرمایه‌های ارزشمند ملی و حیاتی کشور هستند که مصرف نادرست از آن گاهی زیان‌های جبران‌ناپذیری به وجود می‌آورد. از این رو صاحب‌نظران و کارشناسان به دنبال منابع دیگری هستند که یکی از آن‌ها انرژی زمین گرمایی است.

انرژی زمین گرمایی از گرمای حاصل از تجزیه مواد پرتوزا هسته‌ی مذاب کره زمین و کوه‌زایی و واکنش‌های درون زمین سرچشمه می‌گیرد. منابع این انرژی از قسمت‌های کم عمق زمین آغاز می‌شود و تا بخش‌هایی از زمین که در آن آب‌های گرم و سنگ‌های داغ آتشین قرار دارد ادامه می‌یابد.

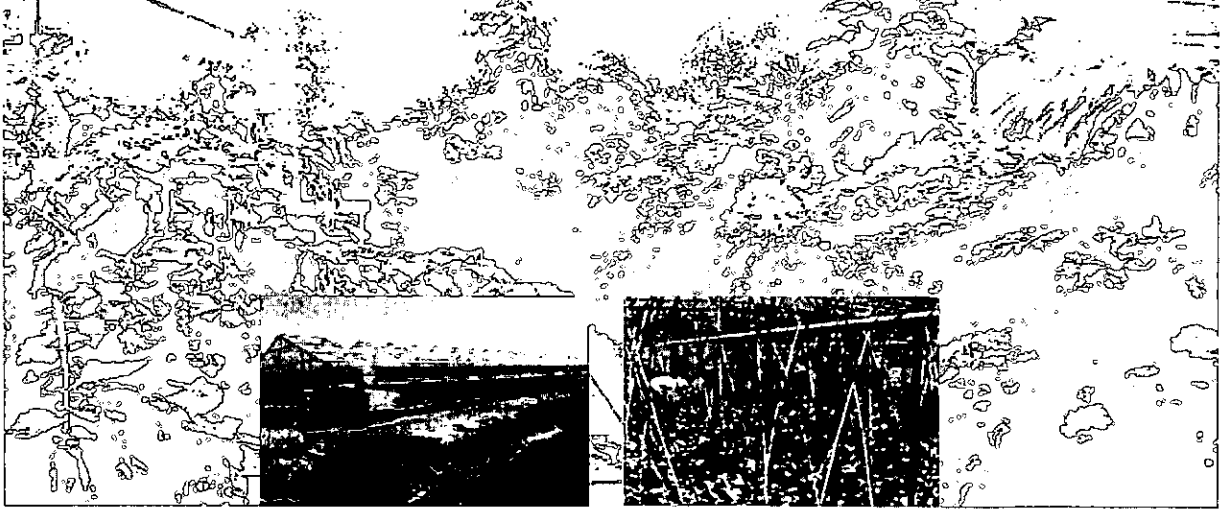
تاریخچه

بشر مدت‌هاست که از منابع انرژی زمین گرمایی با دمای پایین (چشمه‌های آب گرم) برای شست‌وشو و همچنین مصارف درمانی استفاده می‌کند. بهره‌گیری از این انرژی، دست‌کم به دوران حمام‌های رم باستان برمی‌گردد.

در فاصله زمانی بین قرن‌های ۱۶ و ۱۷ میلادی اولین چاه‌های زیرزمینی در اعماق چند صد متری حفر شد، معلوم شد که هرچه به مرکز زمین نزدیک‌تر شویم دما افزایش می‌یابد به گونه‌ای که به طور طبیعی در ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، ۳ درجه سلسیوس به دمای طبیعی زمین افزوده می‌شود. نخستین اندازه‌گیری‌ها به وسیله دماسنج در سال ۱۷۴۰ و در معدنی نزدیک به ناحیه بلفورت در کشور فرانسه انجام شد. در سال ۱۸۷۰ با روش‌های پیشرفته علمی نوع رفتار گرمایی زمین مورد مطالعه قرار گرفت. نخستین تلاش‌ها در لاردرلو (ایتالیا) در سال ۱۹۰۴ برای تولید برق با استفاده از انرژی زمین گرمایی صورت گرفت و از آن زمان تاکنون فعالیت‌های زیادی در سراسر دنیا صورت گرفته است.

ساخت نیروگاه‌های دومداره باعث پیشرفت‌های چشمگیری در تولید برق با استفاده از انرژی زمین گرمایی شده است و درحال حاضر با به تکامل رسیدن این فناوری به طور تجاری از آب‌های گرم زیرزمینی با دمای معمولی (بیشتر از ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس) برق تولید می‌شود. در سال‌های اخیر در زمینه تلمبه‌های زمین گرمایی نیز پیشرفت‌های قابل توجهی صورت گرفته است. با این حال برای بهره‌برداری گسترده از این پدیده باید در انتظار تکامل فناوری‌های جدید باشیم.

در طولانی مدت با پیشرفت در ساخت تجهیزات مربوط به استخراج انرژی از سنگ‌های خشک و لایه‌های تحت فشار زمین و



منابع گدازه‌ای می‌توان امکان استفاده بیشتر از پتانسیل بالقوه انرژی زمین گرمایی را میسر ساخت.

منابع زمین گرمایی

به طور کلی منطقه‌هایی از زمین که دارای سه ویژگی مهم زیر باشند می‌توانند دارای پتانسیل جهت بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی مورد استفاده قرار گیرند:

۱. منبع گرمایی
۲. شاره‌ی واسطه
۳. محیط متخلخل

۱. از مواد مذاب یا سنگ‌های داغ مجاور آنها (منبع گرمایی) اگر به گونه‌ای قرار گرفته باشند که موجب گرم شدن آب‌های نفوذی شوند می‌توان با حفاری چاه و استخراج آب گرم به گرمای مطلوب رسید.

۲. وجود آب برای انتقال گرمای منبع به سطح زمین، آب‌های جوی، آب‌های ماگمایی از جمله شاره‌های انتقال‌دهنده گرما در یک سیستم زمین گرمایی هستند.

۳. لایه‌های مختلف زمین دارای خلل و فرج‌های زیاد هستند و می‌توانند آب‌های سطحی و نزولات جوی را به خوبی داخل زمین هدایت کنند. آب‌های سطحی که بر اثر نیروی جاذبه زمین و از طریق خلل و فرج‌ها به داخل آن نفوذ می‌کنند پس از مدتی به لایه‌های آب گرم زمین نزدیک می‌شوند و گرمای آن‌ها را جذب می‌کنند و بر اثر افزایش دما چگالی آن تغییر کرده و نسبت به آب‌های سرد سبک‌تر شده و به صورت طبیعی از طریق خلل و فرجها مجدداً رو به سطح زمین حرکت می‌کنند و بدین ترتیب موجب پیدایش نشانه‌های گرمایی مانند چشمه‌های آب گرم در نقاط مختلف زمین می‌شوند.

در حالت طبیعی شاره‌های گرم از خلال درزها، شکاف‌ها و گسل‌ها به سطح زمین می‌رسند و نشانه‌های سطحی ایجاد می‌کنند. اما برای بهره‌داری اقتصادی از یک سیستم زمین گرمایی با حفاری چاه‌های متعدد می‌توان شاره بیشتری را استحصال کرد. در ایران اکثر این منابع با دمای نه چندان زیاد در نقاط مختلف کشور قرار دارند.

بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی

بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی به دو روش کلی امکان‌پذیر است که عبارتند از:

۱. استفاده مستقیم یا غیرنیروگاهی
۲. استفاده نیروگاهی

۱. روش‌های استفاده مستقیم یا غیرنیروگاهی

۱ـ۱. استخرهای آب گرم

در این روش آب گرم زمین گرمایی را می‌توان با آب سرد معمولی ترکیب کرد و آب نسبتاً گرمی را برای اهدافی چون مراکز جذب توریست و مجتمع‌های آب‌درمانی مورد استفاده قرار داد. از آب گرم زمین گرمایی در صورتی که فاقد مواد مضر برای بدن انسان باشد می‌توان جهت مصارف آب‌درمانی مانند رفع ناراحتی پوستی، ناراحتی‌های درد مفاصل و ناراحتی‌های روحی و روانی استفاده کرد.

همین طور در صورتی که آب گرم زمین گرمایی دارای مواد مضر برای بدن باشد می‌توان با استفاده از یک مبدل گرمایی آن را به آب گرم، معمولی منتقل کرد و در نتیجه آب معمولی با دمای نسبتاً گرم را در استخرها استفاده کرد. برای استخرهای آب گرم، آب‌های زیرزمینی با دمایی در حدود ۳۰ الی ۵۰ درجه‌ی سلسیوس مناسب است.

۱ـ۲. مراکز گلخانه‌ای

می‌توان آب گرم زمین گرمایی را توسط لوله‌کشی به داخل گلخانه‌ها هدایت کرد، تا بدین وسیله گرمای مورد نیاز جهت رشد و نمو گیاهان، میوه و سبزی‌ها فراهم شود. برای ایجاد چنین گلخانه‌هایی آب گرمی در حدود ۸۰ الی ۱۲۰ درجه‌ی سلسیوس مناسب است.

۱ـ۳. گرمایش خانه‌ها

با کمک لوله‌کشی و رادیاتورهای ویژه می‌توان مانند سیستم‌های شوفاژ موجود، آب گرم زمین گرمایی را به داخل محیط‌های خانه‌ها،

بیمارستان ها، ادارات و... منتقل و از گرمای این آب های گرم جهت تأمین گرمایش محیط استفاده کرد. برای گرمایش خانه ها، آب های زمین گرمایی می باید دمایی در حدود ۱۵۰ الی ۱۰۰ درجه ی سلسیوس داشته باشند.

۴ـ۱ . حوضچه های پرورش ماهی

در مزارع پرورش ماهی می توان با استفاده از آب های گرم زمین گرمایی، شرایط مورد نیاز برای رشد و پرورش ماهی های خاص را فراهم کرد. برای حوضچه های پرورش ماهی، آب گرم زمین گرمایی باید دمایی در حدود ۲۰ الی ۳۰ درجه ی سلسیوس داشته باشد.

۵ـ۱ . ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر

با استفاده از لوله هایی که در زیر معابر تعبیه می شود می توان در فصل سرما، گرمای آب های گرم را به اسفالت خیابان ها و جاده ها یا به سطوح پیاده روها منتقل و بدین وسیله برف روی این سطوح را ذوب کرد. برای ذوب برف در معابر آب گرم زمین گرمایی باید دمایی در حدود ۲۰ الی ۵۰ درجه ی سلسیوس داشته باشد.

۲ . استفاده ی نیروگاهی

۱ـ۲ . تلمبه های گرمایی

توسط تلمبه های گرمایی می توان در تابستان سرمایش و در زمستان گرمایش ساختمان ها را تأمین کرد. سیستم تلمبه های زمین گرمایی شامل یک تلمبه گرمایی سیستم هوای تحویلی و یک مبدل گرمایی است که سیستمی از لوله های مدفون در قسمت های کم عمق زمین و در نزدیکی ساختمان است. در زمستان تلمبه گرمایی گرما را از مبدل گرمایی می گیرد و آن را به درون سیستم هوای ورودی ساختمان می فرستد و در تابستان فرایند معکوس می شود در طول مدت تابستان می توان از گرمایی که از هوای درون ساختمان گرفته می شود برای تأمین یک منبع آب گرم استفاده کرد.

۲ـ۲ . تولید برق

مخازن آب گرم یا بخار در زیرزمین که توسط مولد مذاب بالارونده در لایه های زیرین زمین گرم می شوند می توانند به عنوان آب یا بخار مورد نیاز در تولید برق به کار روند. اگرچه تأسیس این گونه نیروگاه ها ممکن است پرهزینه باشد اما بعد از تأسیس تا سال های طولانی منبع پایداری برای تأمین نیروی برق هستند. نیروگاه های زمین گرمایی منابع قدرت ایده آل برای تأمین بارپایه هستند که با فاکتورهای ظرفیتی بالا و امکانات زیادی کار می کنند.

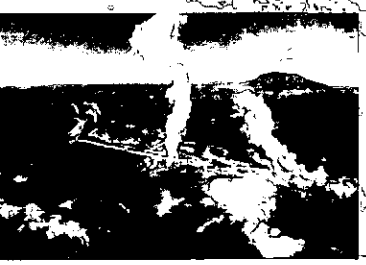
جایگاه انرژی زمین گرمایی در جهان

دست یافتن به انواع مختلف منابع انرژی و تأمین نیاز بشر، مهم ترین نگرانی و دغدغه جهان امروز است.

جالب است بدانیم که با توجه به تجدیدپذیر بودن و همچنین پاک بودن انرژی های نو، میزان استفاده از این منابع در جهان، به سرعت رو به افزایش است. انرژی زمین گرمایی سومین نوع از انرژی توست که در دنیا جهت تولید برق بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

کشورهایی که بیشترین برق را با استفاده از نصب نیروگاه های زمین گرمایی تولید می کنند عبارتند از:

آمریکا ۲۲۰۰ مگاوات الکتریکی
فلیپین ۱۹۰۰ مگاوات الکتریکی
ایتالیا ۷۸۵ مگاوات الکتریکی
مکزیک ۷۵۵ مگاوات الکتریکی
اندونزی ۵۹۰ مگاوات الکتریکی
ژاپن ۵۴۷ مگاوات الکتریکی
نیوزلند ۴۳۷ مگاوات الکتریکی
ایسلند ۱۷۰ مگاوات الکتریکی

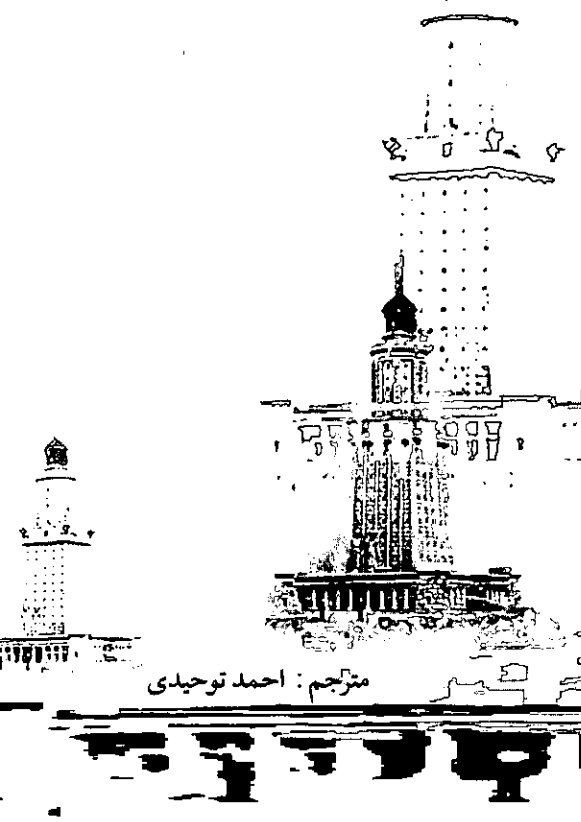


انرژی زمین گرمایی در ایران

استفاده از انرژی زمین گرمایی در ایران به سال های بسیار دور می رسد به طوری که مردم به شیوه های سنتی از این انرژی، در محل هایی که چشمه های آب گرم وجود داشت به صورت حمام ها و استخرهای شنا، جهت آب درمانی و تفریح استفاده می کردند. هم اکنون مطالعات احداث اولین نیروگاه زمین گرمایی در کشور توسط سازمان انرژی نو ایران وابسته به وزارت نیرو در منطقه مشکین شهر در حال اجراست تاکنون سه حلقه چاه اکتشافی به عمق های حدود ۳۲۰۰ متر و ۳۱۷۰ متر و ۲۲۰۰ جهت برآورد و توان بالقوه ی انرژی زمین گرمایی در منطقه سبلان حفاری شده است. نتیجه های اولیه حاکی از وجود پتانسیل بالا و مطلوبی برای احداث نیروگاه در منطقه است. همچنین در این سازمان پروژه تلمبه گرمایی در شهر تبریز جهت تأمین گرمایش و سرمایش ساختمان درحال انجام است.

منابع :

۱. وزارت نیرو از انرژی های نو چه می دانیم، انتشارات سازمان انرژی های نو ایران، ۱۳۸۰
۲. دزموند بویل انرژی، ترجمه علی فروزفر، انتشارات شروش، ۱۳۶۸، چاپ دوم
۳. گراهام ویکارد، انرژی گرمایی زمین، محمود سالک
4. http://www.ieeo.org/ieia/3energy/energy316.htm
5. http://www.ieeo.org/eren/zamin/zamin11.htm
6. http://www.ieeo.org/ieia/3energy/energy316-5.htm
7. http://www.ieeo.org/eren/zamin/zamin12.htm
8. http://www.ieeo.org/eren/zamin/zamin1.htm



آیا یک لکه‌ی نورانی می‌تواند سریع‌تر از سرعت نور حرکت کند؟

مترجم: احمد توحیدی

پرسش

الف. اگر یک فانوس دریایی با سرعت بسیار زیاد بچرخد، آیا نور آن در دوردست که پهنای آسمان را قطع می‌کند با سرعتی بیش از سرعت نور حرکت می‌کند؟ این نور به چه چیزی شبیه است؟

ب. اگر به جای باریکهٔ نور میله بزرگی را قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا انتهای میله تندتر از سرعت نور حرکت می‌کند؟

ج. بدن شما سایهٔ بلندی به وجود آورده است، حرکت اندک در بازوی دست شما سبب حرکت زیاد سایه‌تان خواهد شد. آیا سایه می‌تواند تندتر از سرعت نور حرکت کند؟

پاسخ

الف. نظریهٔ نسبیت تأکید می‌کند سرعت نور بالاترین حدّ سرعت یک شئ است. این محدودیت بدون در نظر گرفتن حالت حرکت تماشاگری است که سرعت آن شئ را اندازه می‌گیرد. به عبارت دیگر، هیچ سنگی، هیچ اتمی و حتی یک فوتون هم نمی‌تواند سریع‌تر از سرعت نور حرکت کند. به علاوه این نظریه تأکید دارد که سیگنال‌ها (یعنی حامل‌های اطلاعات) دارای همین محدودیت هستند: یعنی نمی‌توانند فوراً اطلاعات «خبرها» را از مکانی به مکان دیگری منتقل کنند.

اکنون فرض کنید یک فانوس دریایی یا یک تپ اختر با سرعت زیاد بچرخد و باریکهٔ نور آن پیش از توقف مسافت زیادی را بپیماید. آیا نسبیت سرعت باریکهٔ نور را هنگام برخورد با شئ مانند زمین محدود می‌کند؟ این پرسشی چرند نیست. برای مثال، یک تپ اختر را در صورت فلکی سرطان در نظر بگیرید که باریکهٔ نور آن عرض رصدخانه‌ای را در هر ثانیه ۳۰ بار جاروب می‌کند و فاصله این ستاره از زمین در حدود چند هزار سال نوری است. اگر می‌توانستیم به جای منظومهٔ شمسی خود، یک کره توخالی که تپ اختر را در همان فاصلهٔ پیشین دربرگرفته قرار دهیم، آشکار است که باریکهٔ نور ستاره با سرعت بسیار بیش‌تر از سرعت نور کره را جاروب می‌کرد.

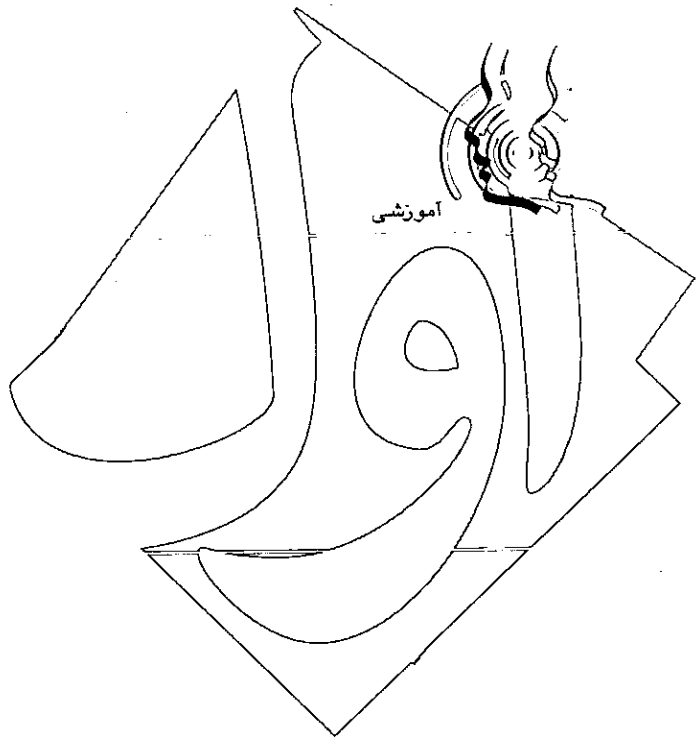
امّا، فوتون‌های موجود در باریکه با این سرعت عجیب منتشر نمی‌شوند بلکه شئ کاملاً غیرواقعی، یعنی نقطهٔ برخورد باریکه با صفحهٔ سر راه آن، سرعتی بیش از سرعت نور خواهد داشت. هیچ اطلاع یا خبری نمی‌تواند روی صفحه منتشر شود زیرا اطلاعات همراه با باریکه و دارای سرعت نور است. بنابراین هیچ تضادی میان محدودیت نسبیت با آنچه ما آن را عقل سلیم می‌نامیم پیش نمی‌آید.

ب. ولی شما نمی‌توانید به جای باریکهٔ نور میلهٔ بسیار بزرگی قرار دهید. اگر بکوشید آن را با سرعت نور بچرخانید، پیش از آن‌که سرعت نوک میله به سرعت نور نزدیک شود، متلاشی خواهد شد (چیزی که به نام تلاشی چرخ لنگر شناخته شده است). اگر چنین اتفاقی روی ندهد، نسبیت نقض می‌شود، زیرا اتم‌های میله نمایشگر «اشیای مادی» هستند.

ج. سایه می‌تواند سرعتی بیش از سرعت نور داشته باشد. این مثال شکل دیگری از پرسش نخست مقاله است، زیرا سایه، نبود باریکهٔ نور را نشان می‌دهد، و بنابراین مرز سایه مرز باریکهٔ نور نیز هست.

مرجع:

A Potpourri of physics teaching ideas selected reprints from the physcis teacher



اول فیزیک! سلسله مراتب علمی صحیح

جنه اوالد و همکاران
ترجمه‌ی عبدالصاحب حسنی‌نژاد، پریسا سلیمانی پارسا، ایمان عفری و داروین علیپور

طی قرن گذشته خیلی از دانش‌آموزان دبیرستان‌های آمریکا، علوم را به صورتی می‌آموختند که زیست‌شناسی در ابتدای آن قرار داشت و فیزیک در انتهای آن. با تغییر در دنیاهای علمی، فناوری، اجتماعی و سیاسی اطراف ما لازم بود که تعداد بیشتری از فرزندان ملت به فراگیری تجربه‌های معنی‌دار علمی جذب و هدایت شوند. بیش از ۳۰ سال است که ایده‌ی آموزش فیزیک در اولین رده‌ی سلسله مراتب علوم در دبیرستان شروع شده است و هم اکنون به صدها مدرسه‌ی دولتی و خصوصی در سراسر کشور گسترش یافته است. برای توصیف این رویکرد چند بیان ارائه شده است ازجمله: زیربنای زیست‌شناسی، سلسله مراتب معکوس، سلسله مراتب صحیح و اخیراً اصطلاح لئون لدرمن[1] «سلسله مراتب علمی عاقلانه» به کار برده است ولی هنوز بسیاری از نوشته‌ها از این حرکت به عنوان «اول فیزیک» نام می‌برند.

اغلب دانش‌آموزان حس شهودی عمیقی درباره‌ی چگونگی کار جهان دارند. کار را با فیزیک شروع کردن به دانش‌آموزان این فرصت را می‌دهد که مفاهیم و پدیده‌های مشترک و روزمره را کشف کنند و با همتایان خود درباره‌ی مشاهداتشان بحث کنند و نتایجی قابل نقد و بررسی ارائه دهند. تقریباً به تعداد معلمان فیزیک، روایت‌های مختلفی از کتاب درسی [فیزیک] کلاس نهم وجود دارد. این درس‌ها از لحاظ وسعت و عمق مطالب، کمیت و کیفیت تجربه‌های آزمایشگاهی و میزان تأکید بر حل عددی مسئله‌های خیلی متغیرند. امتحان نهائی (پایانی) فقط در تعداد محدودی از ایالت‌ها می‌تواند برآورد مؤثری از محتوای درس‌ها داشته باشد. تجربه‌های ما نشان داده است که استفاده موفقیت‌آمیز از رویکرد «اول فیزیک» بیشتر تابعی از علاقه و جدیت، تخصص، محدودیت‌ها و همکاری متقابل معلمان علوم و مدیران است و به نحوه‌ی انتخاب محتوای متون، منابع آموزشی یا وضعیت اقتصادی ـ اجتماعی افراد ربطی ندارد.

شناسایی موانع این رهیافت ساده است ولی در یک روش موفقیت‌آمیز مزیت‌های آن برای دانش‌آموزان و مدارس بسیار بیش از این مشکلات است. همان طور که شیمی نوین برای کسانی که اطلاعات خوبی از مفاهیم فیزیکی همانند جرم، انرژی، بار الکتریکی و برهم کنش داشته باشند، بیشتر قابل فهم و درک است، زیست‌شناسی نوین نیز برای دانش‌آموزانی که اطلاعات خوبی از شیمی و فیزیک داشته باشند، قابل فهم‌تر است، فیزیک مبنا و اساس تمام علوم است.

دانش‌آموزانی که با فیزیک شروع می‌کنند موفقیت زیادی در آموختن علوم دارند و این فرصت را به دست می‌آورند که:

- با آزمایش، گردآوری داده‌ها و تحلیل آن‌ها مأنوس شده و ماهر و ورزیده می‌شوند.
- با پدیده‌های فیزیکی که مستقیماً قابل لمس هستند کار کنند.
- در حل مسئله‌های دنیای واقعی قادر به استفاده از مهارت‌های رو به افزایش ریاضی خود می‌شوند.
- مهارت‌های نوشتاری و روحیه‌ی همکاری خود را افزایش دهند.

بسیاری از مدرسه‌هایی که نوعی از برنامه‌ی «اول فیزیک» را به کار برده‌اند، توانسته‌اند علاقه و موفقیت دانش‌آموزان را نسبت به علوم بهبود بخشند، با این که عامل‌های مؤثر زیادی در این تغییرات سهم داشته‌اند ولی بدون شک سلسله مراتب علمی نقش خود را داشته است. بعضی از شاخص‌های این موفقیت عبارتند از:

● دانش‌آموزان علوم بیشتری را می‌خوانند و در این زمینه از بحث‌ها و مسئله‌های چالش‌برانگیز نمی‌ترسند.

● بهبود عملکرد (دانش‌آموزان) در آزمون‌های استاندارد AP و SAT II (Aptitude Test II Scholastic) و امتحانات سراسری.

● بهبود فهم ریاضی و موفقیت در ریاضیات.

● گزینش و استخدام‌هایی که از نظر جنسیتی و نژادی متعادل هستند.

● افزایش علاقه‌ی دانش‌آموزان به اشتغال در شاخه‌های علمی، فنی و مهندسی.

البته در رابطه با تغییرات حاصل از قرار دادن فیزیک در اولویت اول، مسئله‌هایی نیز وجود دارند که مربوط به رشد سنی است. بعضی از مخالفان این طرح استدلال می‌کنند که کلاس نهمی‌ها اطلاعات ریاضی کافی و لازم برای کارکردن با فیزیک را ندارند. اما خیلی از کلاس هشتمی‌ها درحال حاضر جبر(۱) را دارند و یا دوره‌ی ریاضی جامعی در مدارس راهنمایی داشته‌اند که شامل خیلی از مبحث‌های جبر مورد نیاز آن‌ها برای فهم فیزیک است. بعضی از مدرسه‌ها، فیزیک سال نهم را در دو سطح ارائه می‌دهند و جا یابی دانش‌آموزان براساس مهارت‌های آن‌ها در درس جبر انجام می‌شود. در حقیقت ارائه مطالب ریاضی بیشتری براساس نیاز دانش‌آموزان، باعث می‌شود تا شناخت بهتری از ریاضیات به دست آورند به ویژه این که کاربرد ریاضی را در عمل می‌بینند.

خیلی از کلاس نهمی‌ها هنوز دانش‌آموزانی علاقه‌مند و مشتاق هستند و معلمان فیزیک می‌توانند از این فرصت به خوبی بهره‌برداری کنند. مطمئناً بعضی از مبحث‌های فیزیک عمومی برای کلاس نهمی‌ها مشکل و چالش‌برانگیز است. تفهیم موضوع‌هایی نظیر چگالی، شتاب و انرژی پتانسیل برای دانش‌آموزان جوان‌تر ممکن است مشکل باشد ولی برخلاف بسیاری از مفاهیم شیمی و زیست‌شناسی به راحتی به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا نمایش‌های تعاملی، کارهای آزمایشگاهی و یا کاربردهای عملی را ببینند.

سلسله مراتب صحیح علمی، مبنایی برای درس‌های بعدی در شیمی، زیست‌شناسی و علوم پیشرفته است. در آینده‌ی خیلی نزدیکی، فیزیک درسی نخواهد بود که فقط دانش‌آموزان نخبه و نابغه به آن روی می‌آورند بلکه موضوعی خواهد بود که هرکسی می‌تواند آن را بیاموزد. داشتن درس فیزیک در سال نهم، رغبت دانش‌آموزان بیشتری را به علوم برمی‌انگیزد و آن‌ها را تشویق می‌کند تا در سال‌های بعدی درس‌های ریاضی و علوم سطح بالای بیشتری را انتخاب کنند.

زیرنویس:

1. Leon Lederman

مرجع:

THE PHYSICS TEACHER Vol. 43, May 2005 PP 319-320.

دفتر انتشارات کمک آموزشی

آشنایی با مجله‌های رشد

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

مجله‌های دانش‌آموزی (به صورت ماهنامه ـ ۸ شماره در هر سال تحصیلی ـ منتشر می‌شوند):

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

مجله‌های عمومی (به صورت ماهنامه ـ ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

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

مجله‌های تخصصی (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می‌شوند):

- رشد برهان راهنمایی (مجله‌ی ریاضی، برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله‌ی ریاضی، برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه)، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش جغرافیا رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش زبان رشد آموزش زیست‌شناسی، 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 مشاور مدرسه.

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کادر اجرایی مدارس
دانشجویان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

◆ 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 شمارهٔ 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).

تجربه های آموزشی

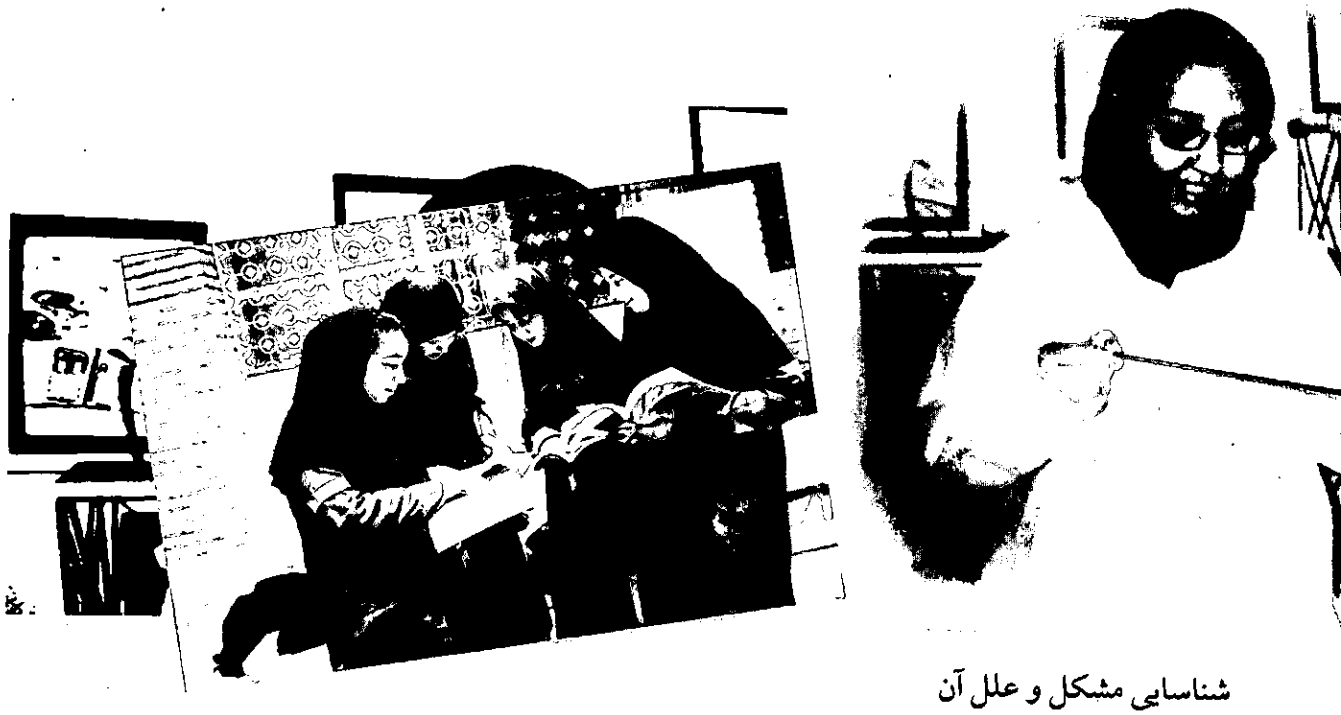
راه‌کارهای عملی فعال‌سازی دانش‌آموزان پایه‌ی اول متوسطه در درس فیزیک

فاطمه ابراهیمی بادی

دبیر منطقه‌ی ۸ آموزش و پرورش تهران

اشاره

فیزیک زبانی است شیوا برای بیان قانون‌های حاکم بر طبیعت و پیرامون ما، سراسر شگفتی و زیبایی است. ولی وقتی دانش‌آموزان برای اولین بار پا به کلاس فیزیک می‌گذارند با فرمول‌ها و رابطه‌های ریاضی ظاهراً نه چندان دلچسبی مواجه می‌شوند. با گذشت چند جلسه از آغاز سال تحصیلی با یک فکر عجولانه به این نتیجه می‌رسند که فیزیک درس سختی است و چیزی از آن نمی‌فهمند و...



شناسایی مشکل و علل آن

مشکل اصلی من در کلاس فیزیک و تدریس آن، توجه نکردن دانش‌آموزان به محیط اطراف و عدم بررسی پدیده‌های واقعی فیزیک توسط آنان و نداشتن خلاقیت آنان بود و اینکه به کار گروهی علاقه‌ای نشان نمی‌دادند. برای مثال اگر دانش‌آموزانم را متوجه می‌کردم که: اگر ده‌ها بار در کتاب بخوانند «هر کنشی دارای واکنشی است» مانند آن نمی‌شود که با مشت به دیوار بکوبند و ببینند که با فرو رفتن دیوار، دست آن‌ها نیز از شدت درد بی‌حس می‌شود. حداقل نتیجه‌ی مثبت این روش، این است که دیگر دانش‌آموز فرمول یا عبارتی را از حفظ نمی‌کند، بلکه به خوبی درمی‌یابد که «فرمول تنها قراردادی برای کاربردی کردن معلومات است». عدم توجه در تدوین کتاب درسی و نحوه بیان توسط معلم، عدم توجه دانش‌آموزان به این که علوم پایه از جمله فیزیک علمی است که با مشاهده‌ی دقیق و کنجکاوی می‌توان آن را فراگرفت، علم به کارگیری روش‌های فعال تدریس، عدم استفاده از فناوری آموزشی و دست‌سازه‌های دانش‌آموزان، نداشتن انگیزه یادگیری در دانش‌آموزان، نبود روش‌های مختلف ایجاد ارتباط عاطفی درست با دانش‌آموزان و عدم وجود محیطی مناسب برای ارائه درس از جمله مواردی بودند که می‌توان آن‌ها را مزید بر علت دانست.

جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها

در مورد مشکلی که داشتیم با مراجعه به کتابخانه‌های معتبر و سایت‌های اینترنتی، با مطالعاتی که افراد متخصص در این زمینه (روش‌های فعال تدریس) انجام داده بودند آشنا شدم و پس از جستجوهای زیاد به پژوهش‌های موجود در این زمینه دست یافتم و اطلاعات ارزشمندی به دست آوردم. همچنین در کلاس‌ها و همایش‌های مرتبط و مسابقات و جشنواره‌ها شرکت کردم و با کارشناسان آشنا با فنون تدریس به گفتگو نشستم. مجله‌های رشد تخصصی فیزیک و رشد تکنولوژی آموزشی را مطالعه کردم و ضمن انجام فعالیت‌های ذکرشده برایم بسیار مهم بود که از نظرات دانش‌آموزان و همکارانم باخبر شوم. بنابراین با به کارگیری پرسشنامه از اظهارنظرهای آنان نیز بهره‌مند شدم. ماحصل تلاش‌های انجام شده جمع‌آوری اطلاعاتی بود که به طور خلاصه عبارتند از:

در فرایند یاددهی و یادگیری فعال، دبیر و دانش‌آموز هر یک نقش فعالی دارند.

الف ـ آنچه دبیر باید انجام دهد:

ـ تبیین اهمیت و نقش یادگیری فعال برای دانش‌آموزان

ـ توجه دادن دانش‌آموزان به قبول مسئولیت یادگیری

ـ تشویق دانش‌آموزان به تفکر به وسیله طرح مسئله و...

ـ قرار دادن فرصت‌های یادگیری گوناگون در اختیار همه شاگردان

ـ تشویق و ترغیب دانش‌آموزان به انجام آزمایش‌های کتاب و آزمایش‌هایی که خود و یا همکلاسی‌هایشان طراحی و ابداع کرده‌اند و بررسی کارهای یکدیگر و نقد این کارها و دادن گزارش توسط آن‌ها (به صورت گروهی)

ـ تشویق دانش‌آموزان به کنجکاوی در محیط اطراف برای یافتن مصداق آنچه در کتاب خوانده‌اند.

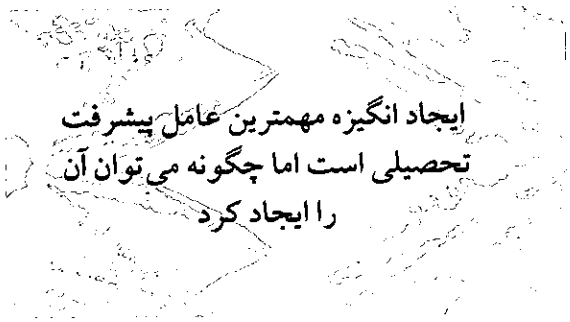
ـ مطالعه روحیات دانش‌آموزان و ایجاد انگیزه به صورت یک فرایند در آنها و ارزشیابی آنان به صورت یک فرایند

ـ در تدوین طرح درس و اجرای آن چنان برنامه‌ریزی کند که در زندگی روزمره برای دانش‌آموزان ملموس باشد و در کلاس انعطاف‌پذیر باشد.

ب ـ آنچه که انتظار می رود دانش آموزان (فعال) انجام دهند :

ـ شرکت در فعالیت‌های یادگیری از روی علاقه

ـ انجام آزمایش‌ها و فعالیت‌هایی که در کتاب توصیه شده است



و ابداع و اجرای آزمایش‌ها و طرح‌ها و روش‌های جدید

ـ تبیین نظریه‌هایی که فرا می‌گیرند و مربوط ساختن آن‌ها با آموخته‌های قبلی خود

ـ ارزیابی دائم خود در حین یادگیری و پس از آن

ـ بحث و گفتگو و تبادل نظر در گروه و حل مشکلات خود و گروه و ارائه نتیجه فعالیت‌های خود در گروه و کلاس

ـ نقد کارهای خود و دیگران

راه‌حل پیشنهادی برای تغییر

با بررسی و مطالعه اطلاعات جمع‌آوری شده و تجزیه و تحلیل آن‌ها به نتیجه‌های زیر رسیدم که :

الف ـ قراردادن دانش‌آموز در رأس فرایند یادگیری

ب ـ معلم در کلاس : پرانرژی ، علاقه‌مند ، هدایتگر و در عین حال خاموش و در مواقع لازم مداخله در کار گروه‌ها

پ ـ برقراری ارتباط مؤثر و به جا با دانش‌آموزان

ث ـ ایجاد فضایی دلنشین و شاداب از نظر ظاهری و معنوی برای کلاس

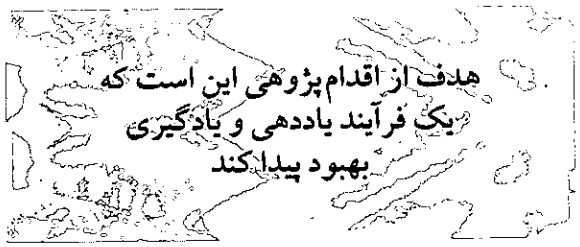
ث ـ شرکت دادن دانش‌آموزان در فعالیت‌های یادگیری گروهی از روی علاقه و متوجه کردن آن‌ها به قبول مسئولیت با میل و رغبت و واگذارکردن مسئولیت به آن‌ها چه گروهی و چه انفرادی و کاربرد دست سازه‌های آن‌ها و وسائل کمک‌آموزشی در تدریس

ج ـ برای اشاعه‌ی روش‌های فعال تدریس ، شرکت در جشنواره‌های روش‌های نوین تدریس به همراه دانش‌آموزان و اجرای این روش در کلاس درس و علاقه معلم به دانش‌افزایی در مهارت‌های تدریس

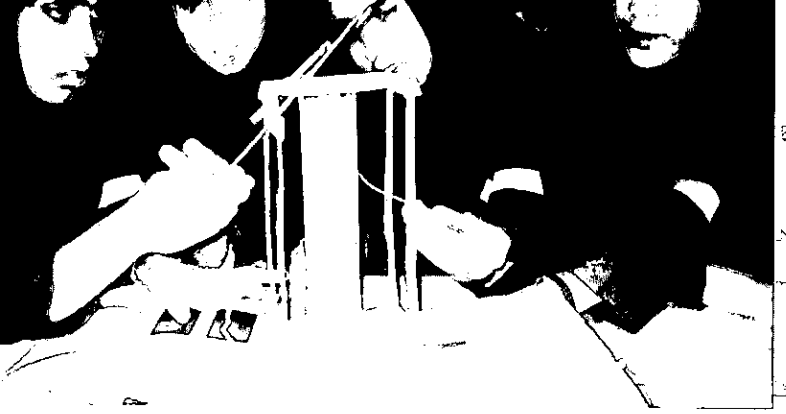
ج ـ در موقعیت‌های مناسب ، تشویق دانش‌آموزان به اندازه موفقیتی که دارند .

چگونگی اجرای راه‌حل پیشنهادی و نظارت بر آن

برای اینکه به طور عملی دانش‌آموزان فعال شوند ، ابتدا باید کلاس را گروه‌بندی می‌کردم و از آنجایی که **دانش‌آموزان را در رأس یادگیری مدنظر داشتم** و هرکدام دارای ویژگی‌های خاص خودشان از نظر عاطفی و درسی بودند ، کل کلاس باتوجه به علایق‌شان که دوست داشتند با کدام‌یک از دانش‌آموزان هم‌گروه باشند و همچنین با توجه به سطح درسی‌شان ، گروه‌بندی شدند و بعد از مشخص شدن گروه‌ها ، آن‌ها را با ویژگی‌های کار گروهی کاملاً آشنا کردم و به آنها یادآور شدم در کار گروهی سرلوحه تمام فعالیت‌هایمان این است : یا همه نجات می‌یابیم و یا همه غرق می‌شویم (به این معنا که هیچ‌یک از اعضا نمی‌تواند موفق شود مگر این که تمام اعضا



موفق شوند) و به همه کلاس گفته شد که گروه‌هایی که در ارزشیابی امتیاز بیشتری کسب نمایند ، نمره بالاتری خواهند داشت . در هر جلسه فعالیت‌های تدریس به این ترتیب بود : ابتدا گزارش کار سرگروه آن جلسه تحویل من می‌شد و بعد از بررسی گزارش کار هر گروه ، گروه نمونه را در همان جلسه معرفی می‌کردم و سپس رفع اشکال درس جلسه‌ی قبل انجام می‌شد و پس از آن چند پرسش در رابطه با موضوع درس جلسه‌ی آن روز به عنوان ارزشیابی ورودی به دانش‌آموزان می‌دادم تا به صورت انفرادی پاسخ دهند و سپس با انجام آزمایش در گروه‌ها **توسط دانش‌آموزان** به کمک **دست‌سازه‌های خودشان** که با هماهنگی قبلی به مدرسه آورده بودند و یا با بیان مطلبی در رابطه با مبحث درس از طرف یکی از دانش‌آموزان گروه‌ها ، و یا اگر امکانش بود با نمایش فیلم و... جلسه‌ی درس شروع می‌شد و بدین ترتیب موضوع درس معرفی شده و سپس همه در گروه‌های خود درباره مشاهده‌های خود از آزمایش‌های انجام شده بحث می‌کردند و گزارش آن را در حین جلسه می‌نوشتند و من نیز با شاگردانم در تعامل بودم و سر میز گروه‌ها می‌رفتم و به چشم می‌دیدم که آن‌ها در مورد پاسخ درست از دوستان هم گروه خود سئوال می‌کردند تا در پاسخ دادن پیشی بگیرند گروه‌ها سعی داشتند گزارش خود را هرچه کامل‌تر ارائه دهند . در ادامه جلسه آزمایش‌های دیگری که گروه‌ها با همفکری ، با دست سازه‌ها و ابزارهایی که آورده بودند ، طراحی و اجرا



معلم پژوهنده، معلمی است که ذهن دانش‌آموزانش را به فعالیت وادار کند

می‌کردند و گروه دیگری به طور داوطلبانه روزنامه دیواری که با مشارکت تهیه کرده بودند به کلاس نشان می‌دادند و گروه دیگری... **در حین تدریس در کلاس دانش‌آموزان را با روش‌های گوناگون تشویق می‌کردم (به صورت کلامی، دادن کارت امتیاز، دادن امتیاز به صورت نمره، و...)**

تعدادی از همکاران مدرسه نیز نظارت بر اجرای این کار را به عهده داشتند.

نتیجه‌های به دست آمده از اجرای راه‌حل

ـ معلمانی که از روش تدریس فعال (دانش‌آموز محور) استفاده می‌کنند زمینه را برای بحث و اظهارنظر فراهم می‌آورند. در چنین کلاسی دانش‌آموزان در فعالیت‌های کلاسی شرکت می‌کنند. این شیوه برای پرورش **شخصیت‌های سازگار و آزادمنش** مناسب است.

ـ یکی از معیارهای **موفقیت معلم** در تربیت این است که تا چه اندازه **با دانش‌آموزان روابط صحیح** برقرار می‌کند که منجر به سلامت روانی، اجتماعی، ذهنی شود و این سلامت همه جانبه بر فعالیت یادگیری آنها بی‌نهایت تأثیر دارد.

ـ برای بسیاری از دانش‌آموزان **ساماندهی، پاکیزگی، نورپردازی و تنوع داشتن محیط کلاس** و شادبودن فضای آن اهمیت دارد و بر آمادگی بیشتر آنها برای یادگیری مؤثر است.

ـ در مدارس به **تعداد دانش‌آموزان نیاز به روش داریم** و برای اینکه در هر کدام از آنها **دانایی به توانایی** برسد باید به ویژگی‌های تک تک آنها توجه کرد و بدین صورت یادگیری سرعت می‌گیرد.

ـ **معلم در مدارس یکی از عناصر مهم الگوسازی** است و باید به جهت انرژی و تلاش و علاقه به درس برای شاگردانش الگوی مناسبی باشد.

ـ **لازمه یک ارتباط مؤثر، پذیرش مخاطب است.** معلم باید

شناسایی ظرفیت‌ها نخستین وظیفه‌ی معلم است آیا شما هم بر این باورید

دانش‌آموز را همان‌گونه که هست، بپذیرد، که قبول دانش‌آموز شامل شناخت او در حکم یک فرد واحد است که به خاطر انسان بودن قابل احترام است.

پیشنهادات

باتوجه به نتیجه‌های به دست آمده از این پژوهش می‌توان پیشنهادهای زیر را در نظر گرفت:

۱ـ حتماً از معلمان طرح درسی براساس روش‌های فعال تدریس خواسته شود و همکاران باهم بحث و طرح درس‌هایشان را باهم مبادله کنند و در مشکلاتی که پیش می‌آید همکاری لازم را داشته باشند.

۲ـ شناخت روحیه‌ی دانش‌آموزان توسط معلم و ایجاد ارتباط همه‌جانبه معلم با دانش‌آموزان و ایجاد حس خودباوری در آن‌ها بسیار بسیار مهم است.

۳ـ معلمان به گنجینه‌ی دانسته‌های خود در زمینه‌ی راهبردهای یادگیری بیفزایند.

۴ـ در دفتر معلمین در مدارس، کتاب‌ها، نشریات، نوارهای ویدئویی و منابع دیگر در زمینه‌ی روش‌های فعال تدریس در دسترس باشد و ساعتی از ساعت‌های تدریس معلم به استفاده از این امکانات اختصاص پیدا کند.

۵ـ مدیران مدارس به چنین فعالیت‌های معلمان، ارزش قائل شوند و با انرژی دادن به آن‌ها باعث پیشرفت کار شوند، نه اینکه آن‌ها را دلسرد کنند و بگویند این کارها نمایش است.

۶ـ گنجاندن تعداد استاندارد دانش‌آموز در هر کلاس مدنظر باشد تا اجرای شیوه‌های فعال تدریس بهتر قابل اجرا باشد.

۷ـ به معلمان آگاه و فعال توجه شود زیرا هرچه معلم با انگیزه باشد، تبعیض و بی‌توجهی ریشه‌ی از بین رفتن انگیزه اوست.

۸ـ با حداقل امکانات نیز می‌توان فعالیت کرد و آنچه معجزه می‌کند همان معلم پرانرژی و علاقه‌مند و در پی آن دانش‌آموزان فعال است.

۹ـ اگر در درس‌های علوم پایه در مدارس طوری برنامه‌ریزی شود که کلاس‌های درس در فضای آزمایشگاه تشکیل شود فوق‌العاده در انگیزش و یادگیری دانش‌آموزان مؤثر واقع می‌شود.

ویژگی پرسش‌های استاندارد چیست

ابراهیم ربیعی
مدرس مراکز تربیت معلم شهر کرد

آیا تاکنون به این موضوع‌ها فکر کرده‌اید که:

۱ـ طراحی پرسش‌های خوب برای برگزاری یک آزمون چقدر مهم است؟

۲ـ اثر طرح پرسش غیراستاندارد در نتیجه یک آزمون چقدر است؟

۳ـ در مقابل ضایع شدن حق دانش‌آموزان به علت عدم طراحی پرسش‌های استاندارد چه پاسخی داریم؟

۴ـ پرسش غیراستاندارد چقدر در نتیجه کار ما مؤثر است؟

۵ـ اساساً ویژگی‌های یک مجموعه پرسش استاندارد چیست؟

در این مقاله، به این موضوع نسبتاً مهم و سرنوشت‌ساز می‌پردازیم و سعی می‌کنیم به این سؤالات پاسخ دهیم.

گزارش یک دوره

هنوز هم گاهی این مشکل در آزمون‌های هماهنگ به چشم می‌خورد و ضرورت اقدامی مؤثر برای رفع آن کاملاً محسوس است. چرا که این وضعیت همه‌گیر است و در آزمون‌های عادی و داخلی هم وجود دارد ولی در آزمون‌های هماهنگ نمود پیدا می‌کند.

چند سال پیش (سال‌های ۸۱ و ۸۳) حرکتی از طرف اداره کل امتحانات وزارتخانه برای رفع این معضل انجام شد ولی به علت تغییر در مدیریت متوقف شد. در این اقدام، چاره در برگزاری دوره‌هایی برای آموزش طراحی پرسش‌های استاندارد برای دبیران دیده شد و در اولین گام دبیرانی که برای طراحی امتحانات نهایی، پرسش‌هایشان کمترین اشکال را داشت از هر استان و در رشته‌های علوم پایه دعوت شدند تا در دوره‌ی کشوری شرکت کرده و آنها شبیه این دوره را در استان خودشان برای همکاران هم رشته خود اجرا کنند.

با پی‌گیری بسیار از طریق گروه استان و آموزش متوسطه و امتحانات سازمان، بالاخره در تابستان ۸۳ موفق به اخذ مجوز و برگزاری این دوره در استان چهارمحال و بختیاری شدیم. البته این دوره فقط در رشته فیزیک برگزار شد و دیگر رشته‌ها اقدامی در این مورد نکردند.

تعداد زیادی حدود ۱۱۰ نفر از همکاران که از برگزاری دوره باخبر شده بودند در آن شرکت کردند. با وجود این که به علت عدم توجه مسئولان به کیفیت برگزاری دوره و تعداد زیاد شرکت‌کننده‌ها و نبود امکانات کافی آن طور که باید دوره خوب برگزار نشد ولی استقبال شدید و اظهار رضایت همکاران و تقاضاهای متعدد تکرار دوره برای دیگر همکاران نشان داد که برگزاری چنین کلاس‌هایی بسیار مؤثر و مورد نیاز است.

چگونگی اجرای دوره

در این دوره مطالب همانند دوره‌ی کشوری به شیوه فعال ارائه شد و سعی کردیم از نظرهای خود همکاران استفاده کنیم و با گروه‌بندی آنها برای تبادل‌نظر بین همکاران زمینه لازم فراهم شد.

در آغاز با درخواست نقد و بررسی پرسش‌های اشکال‌دار سال‌های قبل، سعی کردیم نظرهای آن‌ها را بدانیم و سپس با ارائه مطالب مطرح شده در دوره‌ی کشوری آنان را از مواردی که در طراحی پرسش‌های استاندارد مورد نظر است (این موارد را بعداً مطرح خواهیم کرد) آگاه ساختیم. سپس از آنها خواستیم براساس آموخته‌های خود بار دیگر پرسش‌ها را بررسی و نقد کنند. این روش باعث شد که بتوانیم اثر دوره را ارزیابی کنیم و بازخورد مطالب آموزش داده شده به شرکت‌کنندگان امکان‌پذیر باشد.

قبل از مطرح کردن نکته‌های مربوط به دوره، بررسی نقدهای همکاران به پرسش‌های ارائه شده که دارای اشکال‌های فراوانی بودند نشان داد آنان بسیاری از نکته‌های مربوط به طراحی پرسش را مورد توجه یا دقت قرار نمی‌دهند ولی پس از مطرح شدن نکته‌ها، نقد همکاران بسیار متفاوت نسبت به نقد قبلی بود.

نظر به آموزنده بودن نکته‌های مطرح شده در این دوره، تصمیم گرفتم آن‌ها را از طریق این مجله به استحضار همکاران فهیم و دلسوز برسانم. گرچه ممکن است اثر آن با دوره‌ی حضوری قابل مقایسه نباشد ولی شاید انگیزه‌ای برای رعایت و دقت به این مطالب به وجود آورد.

نتیجه‌ی بررسی پرسش‌های همکاران قبل از اجرای دوره

در بررسی پرسش‌های طراحی شده توسط همکاران شرکت‌کننده قبل از دیدن دوره‌ی فنون طراحی، موارد زیادی اشکال مشاهده شد که دانش‌آموزان را در پاسخ به آنها دچار مشکل می‌کرد. بعضی از این موارد بسیار پیش پاافتاده به نظر می‌رسد ولی تأثیر آنها در دانش‌آموزان برای پاسخ دادن بسیار زیاد است.

از جمله‌ی این موارد می‌توان به دست‌نویس و بدخط بودن، رعایت نکردن ترتیب پرسش‌ها از آسان به سخت، رعایت نکردن بودجه‌بندی کتاب، ناقص بودن پرسش از نظر انشایی یا فنی، پایین‌بودن کیفیت چاپ و ناخوانابودن پرسش‌ها و...

در این بررسی به طور کلی اشکال‌های موجود در پرسش‌های امتحانی را می‌توان به سه دسته‌ی عمده تقسیم‌بندی کرد:

۱ـ اشکال‌های ظاهری (مربوط به ظاهر پرسش‌ها)

۲ـ اشکال‌های مجموعه‌ای (مربوط به تعداد پرسش در یک آزمون)

۳ـ اشکال‌های فنی (فنونی که در طراحی یک پرسش باید رعایت شود)

۱ـ اشکال‌های ظاهری: در نگاه اول در هر برگه‌ی پرسش‌های امتحانی مواردی وجود دارد که به ظاهر سؤالات مربوط می‌شود. اشکال‌هایی مانند کیفیت نگارش، کیفیت چاپ، نامنظم بودن، نداشتن کادر مخصوص، کیفیت پایین شکل‌ها و جداول و نمودارها در این دسته قرار می‌گیرند.

۲ـ اشکال‌های مجموعه‌ای: اشکال‌های موجود در مجموعه‌ی پرسش‌های طرح شده در یک آزمون مشخص مثلاً مربوط به یک نیمسال یا مربوط به پایان سال، در این دسته قرار می‌گیرند. مواردی مانند رعایت نکردن ترتیب منطقی برای پرسش‌ها، تناسب نداشتن تعداد آن‌ها با آزمون، رعایت نکردن بودجه‌بندی کتاب، استفاده نکردن از انواع پرسش‌ها (تشریحی، کوتاه‌پاسخ، کامل کردنی، چندگزینه‌ای، مقایسه‌ای، درست یا نادرست، جورکردنی و...) در این دسته قرار دارند.

۳ـ اشکال‌های فنی: برای طراحی هر نوع پرسش نکته‌هایی باید رعایت شود که آن‌ها را نکته‌های فنی گویند. از این لحاظ در پرسش‌ها اشکال‌هایی ملاحظه می‌شود که به تجربه و آگاهی طراحی از فنون طراحی پرسش برمی‌گردد. این اشکال‌ها از بقیه اثر بیشتری در پاسخ دادن درست به آن‌ها دارد. از اشکال‌های مهمی که در این دسته قرار می‌گیرند می‌توان این موارد را ذکر کرد: اشکال انشایی، بازپاسخ بودن، چندقسمتی بودن پرسش که قسمت‌ها از هم جدا نشده‌اند، ناهماهنگی با اهداف آموزشی، وابستگی پاسخ قسمت‌هایی از پرسش به پاسخ قسمت‌های دیگر، گویا نبودن شکل‌ها، کافی نبودن اطلاعات لازم برای حل یک مسئله، گنگ بودن متن، متناسب نبودن شکل‌ها، کافی نبودن اطلاعات لازم برای حل یک مسئله، گنگ بودن متن، متناسب نبودن بارم پرسش.

در اینجا به ذکر مواردی که از همه بیشتر در هر گروه به چشم می‌خورد، می‌پردازیم:

در گروه ۱) ۱ـ دست‌نویس بودن ۲ـ نداشتن کیفیت در نوشتن و چاپ ۳ـ نداشتن مشخصات کامل و نداشتن کادر مخصوص

در گروه ۲) ۱ـ استفاده نکردن از انواع پرسش ۲ـ رعایت نکردن بودجه‌بندی و ۳ـ نداشتن ترتیب منطقی برای پرسش‌ها

در گروه ۳) ۱ـ اشکال‌های نگارشی و فنی ۲ـ چندقسمتی بودن

سؤال که قسمت‌ها از هم جدا نشده‌اند ۳ـ نبودن یا کافی نبودن داده‌های لازم برای حل یک مسئله ۴ـ متناسب نبودن بارم با حجم پرسش و ۵ ـ وابستگی پاسخ قسمت‌هایی از پرسش به پاسخ قسمت‌های دیگر.

برای روشن شدن مطلب، به طور خلاصه مواردی را که نیاز به توضیح دارند مخصوصاً در گروه‌های ۲ و ۳ تشریح می‌کنیم:

در گروه ۲:

۲ـ۱) منظور از انواع پرسش همان طور که قبلاً ذکر شد استفاده از پرسش‌های تشریحی (تعریف، توضیحی، مسئله)، کوتاه پاسخ، کامل کردنی، چندگزینه‌ای، مقایسه‌ای، درست یا نادرست و جورکردنی است که هرکدام می‌توانند مهارت‌هایی را در دانش‌آموزان بسنجند. البته باید ویژگی‌های هرکدام را بدانیم و رعایت کنیم که برای این کار می‌توان به کتاب‌های سنجش و اندازه‌گیری مراکز تربیت معلم یا دانشگاه مراجعه کرد.

۲ـ۲) رعایت بودجه‌بندی به معنی متناسب بودن تعداد پرسش‌ها و نمره‌ی اختصاصی به مطالب براساس حجم و اهمیت موضوع در کتاب است. البته این مورد برای آزمون‌های پایان نیمسال و پایان سال از طرف شورای محترم برنامه‌ریزی و تألیف کتب طی بخش‌نامه‌هایی به مدارس ابلاغ شده ولی با این حال بسیاری به این موضوع دقت کافی را ندارند.

۲ـ۳) رعایت ترتیب منطقی در پرسش مثلاً از آسان به سخت و یا به ترتیب مطالب کتاب و یا جداکردن پرسش‌ها از مسائل می‌تواند پاسخ به پرسش‌ها را برای دانش‌آموزان آسان‌تر سازد.

در گروه ۳:

۳ـ۱) اشکال علمی، ناتمام بودن پرسش، نامفهوم‌بودن، برداشت‌های گوناگون از پرسش به طوری که دانش‌آموزان نمی‌دانند منظور از آن چیست؟ و چه چیزی را باید پاسخ دهند و بنابراین هر دانش‌آموز ممکن است جواب را براساس برداشت خود بدهد، به کار بردن اصطلاح‌های غیرفارسی و سنگین، خلاصه‌نویسی و کافی نبودن صورت پرسش از جمله اشکال‌های نگارشی است که بسیار چشمگیر و در پاسخگویی به پرسش‌ها تأثیرگذار است.

۳ـ۲) در بسیاری از پرسش‌ها، چند مورد در یک پرسش و در یک جمله باهم خواسته شده است. این موضوع باعث فراموش شدن بعضی از قسمت‌ها در هنگام پاسخ دادن توسط دانش‌آموز می‌شود به طوری که با قسمت‌های اول پرسش جواب داده می‌شود و بقیه از قلم می‌افتند و یا برعکس قسمت‌های اول در جواب فراموش می‌شوند.

۳ـ۳) بعضی از پرسش‌ها مخصوصاً مسائل نیاز به اطلاعاتی وجود دارد که هدف حفظ آنها نیست مانند ثابت‌های فیزیکی، رابطه‌های مثلثاتی و فرض‌های خاص که طراح باید به طور مناسبی آن‌ها را در اختیار پاسخ‌دهنده قرار دهد.

۳ـ۴) در طرح یک پرسش باید به طور منطقی برای هر قسمت نمره‌ای در نظر گرفت مثلاً برای یک تعریف یک جمله‌ای نیم نمره و... رعایت این نکته باعث می‌شود که دادن نمره از یک منطق خاص پیروی کند و قضاوت آسان‌تر باشد. بعضی از پیشنهادها در این مورد را در قسمت‌های بعدی خواهیم داد.

۳ـ۵) در پرسش‌های چندقسمتی مخصوصاً مسائل، نباید حل قسمتی از پرسش به جواب قسمت‌های قبل از آن وابسته باشد. زیرا اگر جواب یک قسمت به دلایل مختلف اشتباه شود، جواب قسمت‌های دیگر نیز اشتباه می‌شود. البته برای این نکته راه چاره وجود دارد که در بخش اصول طراحی، ذکر خواهیم کرد.

در قسمت بعدی با ذکر نمونه‌هایی از پرسش‌های اشکال‌دار سعی می‌کنیم مثال‌های روشنی از این موضوع بزنیم و سپس به ویژگی‌های یک آزمون کتبی خوب به طور مختصر می‌پردازیم.

بررسی نمونه پرسش‌ها

در این قسمت سعی می‌کنیم به عنوان مثال با ذکر نمونه‌هایی از پرسش‌های طرح شده در امتحان‌های داخلی و مخصوصاً بعضی امتحان‌های هماهنگ که دارای اشکال هستند، این اشکال‌ها را عینی‌تر مطرح کنیم.

به این پرسش توجه کنید:

ـ چگونه می‌توان وجود میدان مغناطیسی و جهت آن را در یک محل تشخیص داد؟ (۱/۵ نمره)

(امتحان هماهنگ فیزیک ۳ ترمی واحدی)

اشکال‌های این پرسش به شرح زیر است:

۱ـ این پرسش دارای دو قسمت است که باهم و در یک جمله مطرح شده‌اند.

۲ـ از متن پرسش برداشت‌های گوناگون می‌شود. مثلاً ممکن است دانش‌آموزانی منظور از این پرسش را طرز تشخیص و چگونه عمل کردن و دانش‌آموزانی دیگر منظور را چگونگی استفاده از وسیله تشخیص میدان برداشت کنند.

۳ـ وجود و جهت میدان همزمان پرسیده شده است و ممکن

است وجود میدان از ذهن دانش‌آموزان برود و به آن توجهی نکنند و بنابراین پاسخ به قسمتی از آن فراموش شود.

۴ـ به این پرسش دانش‌آموزان جواب‌های متعدد درستی می‌توانند بدهند (بازپاسخ بودن).

و نمره در نظر گرفته شده هم متناسب با پاسخ نیست.

به پرسش بعدی توجه کنید:

ـ چه عامل‌هایی باعث برقراری جریان القایی در مدار می‌شود؟ (۱/۵ نمره)

(امتحان هماهنگ فیزیک ۳ ترمی ـ واحدی)

همان طور که ملاحظه می‌کنید بازهم پرسش بازپاسخ و دارای ابهام است و دانش‌آموزان منظور طراح پرسش را خوب نمی‌فهمند و می‌توانند با زدن چند مثال، عامل‌های گوناگونی را نام ببرند که با پاسخی که مورد نظر طراح است تفاوت دارد. مثلاً بنویسند «حرکت آهنربا نزدیک یک پیچه».

و پرسشی دیگر:

ـ انرژی بستگی هسته را بیان نموده و رابطه‌ی آن را بنویسید. (۱ نمره)

(امتحان هماهنگ فیزیک ۳ ترمی ـ واحدی)

۱ـ اشکال نگارشی (بیان نموده) ۲ـ چندقسمتی بودن ۳ـ عدم تناسب جواب با نمره از اشکال‌های این پرسش است.

به پرسش بعد دقت کنید:

ـ دو صفحه فلزی مربع شکل را به طور موازی در فاصله ۰/۱ میلی‌متر از یکدیگر قرار می‌دهیم و به آن‌ها اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت وصل می‌کنیم. اگر بار ذخیره‌شده در خازن تشکیل شده $۱۰^{-۱۰} \times ۱۷/۷$ کولن باشد،

الف ـ ظرفیت خازن را محاسبه کنید.

ب ـ اندازه‌ی مساحت صفحه‌های آن را تعیین کنید.

(امتحان هماهنگ فیزیک ۳ ترمی ـ واحدی)

در این پرسش فاصله بین صفحه‌ها معقول و عملی به نظر نمی‌رسد ضمن این که ثابت‌های مورد نیاز داده نشده است.

با دقت در پرسش زیر می‌توان فهمید که در این پرسش، اصول پرسش‌های کامل کردنی رعایت نشده است. توجه کنید: جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید:

ـ اگر بارهای الکتریکی دو جسم..... باشد، نیرو بین دو جسم، رانشی و اگر بارهای الکتریکی دو جسم..... باشد، نیرو بین دو جسم ربایشی است.

ـ برای کنترل جریان در مدارهای الکتریکی، از ..... استفاده می‌کنند. این وسیله..... نام دارد.

ـ نیروی وارد بر سیم حامل جریان بر..... و بر..... عمود است.

ـ تغییر..... و ..... در یک پیچه که در میدان مغناطیسی قرار دارد باعث برقراری جریان القایی می‌شود.

(امتحان هماهنگ فیزیک ۳ ترمی واحدی شهریور ۸۱)

اشکال‌ها از این قرارند:

۱ـ در یک پرسش دو جای خالی داده شده است.

۲ـ در قسمت آخر، جاهای خالی در ابتدای جمله آمده است.

۳ـ هر قسمت مربوط به موضوع آموزشی مجزایی است در صورتی که در هر پرسش باید یک هدف آموزشی دنبال شود.

۴ـ در بعضی موارد استفاده از علامت نگارشی (،) لازم نبوده است.

به پرسش زیر خوب دقت کنید.

اگر پایانه‌ی مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را به زمین وصل کنیم پایانه‌ی منفی آن چند ولت خواهد شد؟ (۰/۷۵)

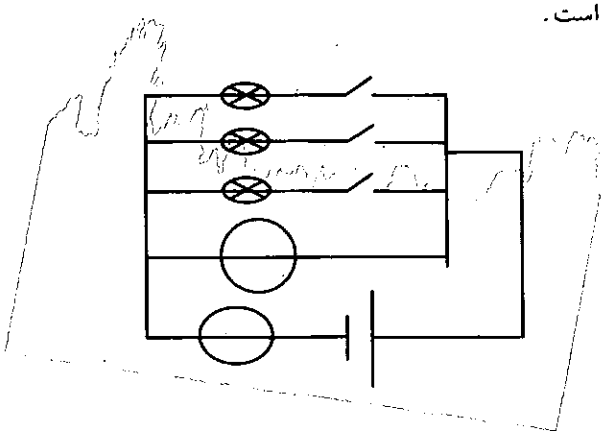
(امتحان هماهنگ فیزیک ۳ ترمی واحدی شهریور ۸۱)

معلوم نیست چرا ۰/۷۵ نمره برای آن در نظر گرفته شده است؟ زیرا کافی است دانش‌آموز جواب دهد (۱۲۷-). با مراجعه به راهنمای تصحیح معلوم شد باید دانش‌آموزان با دلیل، چرایی پاسخ را شرح دهند در صورتی که از صورت پرسش چنین چیزی برداشت نمی‌شود.

پرسش زیر بیشتر به یک پرسش آزمایشگاهی شبیه است تا پرسش پایانی، توجه کنید:

در شکل زیر: تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم وصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند چه تغییری می‌کنند.

البته این موارد نمونه بودند و موارد از این قبیل بسیار فراوان است. از بارزترین اشکال‌ها متناسب نبودن نمره با پاسخ پرسش است.



مدل سازی سلول عصبی

با مدارهای الکتریکی

محمدرضا خوش بین خوش نظر
skhoshbin@yahoo.com

شکل ۱ ـ تصویری از یک سلول عصبی

مقدمه

معمولاً مدرسان فیزیک از نبود مثال‌های ملموسی از کاربردهای مطالب درسی فیزیک رنج می‌برند و دانش‌آموزان نیز عملاً می‌پندارند که مطالب فیزیک صرفاً به درد کتاب‌های درسی می‌خورند. علم بین رشته‌ای علوم اعصاب دارای مثال‌های خوبی از کاربردهای فیزیک در علم زیست‌شناسی است که می‌توانند در کلاس‌های درس مطرح شوند. پیش‌تر در مقاله‌ای [۱] به تشریح مبانی این علم پرداخته‌ام. در این‌جا ضمن مروری سریع بر یکی از آن مباحث، نشان می‌دهم که چگونه می‌توان با استفاده از مبحث ساده‌ی مدارهای الکتریکی به تشریح یکی از رفتارهای سلول عصبی پرداخت.

جدول ۱ . غلظت‌های یونی در داخل و خارج سلول عصبی*

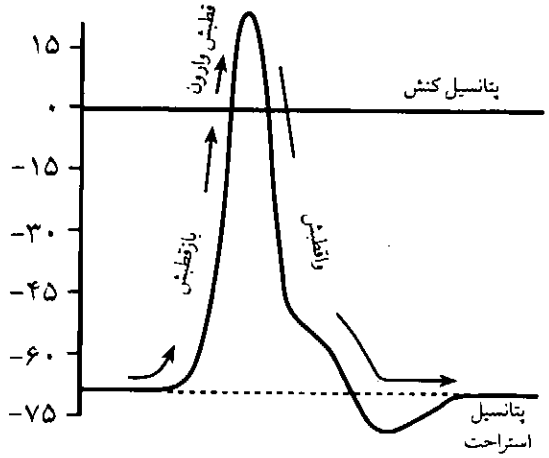
نوع یون	غلظت داخل سلول (mM)	غلظت خارج سلول (mM)
K^+	۴۰۰	۲۰
Na^+	۵۰	۴۴۰
Cl^-	۵۲	۵۶۰

* در این جا غلظت آنیون‌های آلی (که با A^- نمایش داده می‌شوند) را نادیده گرفته‌ام، زیرا فقط در داخل سلول هستند و نقشی ندارند.

مروری اجمالی بر فیزیولوژی غشاء تحریک‌پذیر یک سلول عصبی

در داخل یک سلول عصبی (شکل ۱) غلظت K^+ بسیار زیاد و غلظت Na^+ و Cl^- بسیار کم است و این امر در بیرون سلول برعکس می‌شود (جدول ۱) [۲]. غشاء این سلول نسبت به یون‌های K^+ و Cl^- تراواست ولی در نبود یک محرک عصبی نسبت به Na^+ صدبار کم‌تر تراواست و بنابراین این تنها K^+ و Cl^- هستند که در نبود یک محرک عصبی، از طریق غشاء سلول پخش می‌شوند و میزان نفوذ Na^+ بسیار کم است. بدیهی است که یون‌های K^+ و Cl^- در خلاف جهت هم و به طرف ناحیه‌های با غلظت‌های پایین پخش می‌شوند، یعنی K^+ به طرف خارج و Cl^- به طرف داخل سلول عصبی.

ولی این روند حرکتی بالاخره در جایی متوقف می‌شود. زیرا پس از مدتی بر روی غشاء بار مثبت فراوان و در داخل آن بار منفی فراوان جای می‌گیرد و بدین ترتیب میدان الکتریکی بزرگی از بیرون سلول به طرف داخل آن برقرار می‌شود. می‌دانیم که ذره‌ی باردار مثبت در جهت میدان و ذره‌ی باردار منفی در خلاف جهت میدان شتاب می‌گیرند. بنابراین این میدان الکتریکی که خود زاییده‌ی حرکت بارهای K^+ و Cl^- است پس از مدتی از ادامه‌ی این روند جلوگیری می‌کند و در اینجاست که وضعیت استراحت رخ می‌دهد؛ به پتانسیل دو سر غشا در این حالت، پتانسیل استراحت (RP)[۱] می‌گویند. حال اگر محرکی، سلول عصبی را تحریک کند Na^+ نقش مهمی را بازی خواهد کرد. در این وضعیت تراوایی غشا نسبت به Na^+ که در حالت عادی ۱۰۰ برابر کمتر از دوتای دیگر بود افزایش می‌یابد و هزار بار تراواتر می‌شود و بدین ترتیب پتانسیل داخل سلول از حدود ۷۰-۶۵ میلی‌ولت به حدود ۳۰mV ـ ۱۵+ افزایش می‌یابد (مرحله‌ی واقطبش[۲]). البته در این مرحله، غشا نسبت به K^+ نیز تراوا می‌شود ولی این تراوایی نسبت به تراوایی به Na^+ ناچیز است. ولی تراوایی برای Na^+ بسیار زود فرو می‌افتد و با ادامه‌ی تراوایی نسبت به K^+، پتانسیل غشا به طرف پتانسیل استراحت خود حرکت می‌کند. البته این پتانسیل در وهله‌ی نخست حتی منفی‌تر از پیش می‌شود (اَبَر قطبش[۳]) و سپس با سازوکاری که



شکل ۲

در این جا به آن پرداخته نشده است (سازوکار ATP[۴]) به پتانسیل استراحت باز خواهد گشت (مرحله‌ی باز قطبش[۵])(شکل ۲).

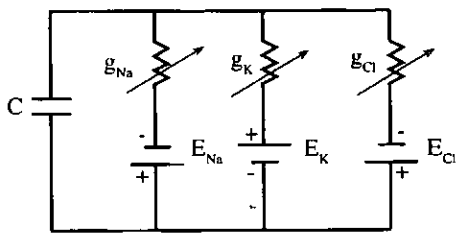
تعادل میان شیب غلظت و نیروی حاصل از میدان الکتریکی یک تعادل انرژی است. معادله‌ای که این تعادل را توصیف می‌کند به معادله‌ی **نرنست**[۶] معروف است. معادله‌ی نرنست، ولتاژ حاصل از تفاوت غلظت‌ها را در صورتی که غشاء فقط به یک یون تراوا باشد به دست می‌دهد[۲]

$$E_x \cong \frac{58mV}{Z} \log \frac{[x_o]}{[x_i]}$$

که در آن Z ظرفیت یونی، $[x_o]$ غلظت در بیرون غشاء و $[x_i]$ غلظت در داخل غشای آن یون است.

مدل‌سازی سلول عصبی با مدارهای الکتریکی

اگر به مبحث قبل به خوبی توجه کرده باشید درمی‌یابید که می‌توان معادل‌سازی‌های زیر را انجام داد. کانال‌های یونی را می‌توان با رساناها یا مقاومت‌هایی جایگزین کرد؛ گرادیان غلظت‌های یونی را که عملاً باعث انتقال یون‌ها در دو سوی غشاء می‌شوند، می‌توان معادل باتری گرفت، و سرانجام دو سر غشاء را که روی دو طرف



(شکل۳)

آن‌ها بارهای منفی و مثبت قرار گرفته‌اند را می‌توان معادل یک خازن در نظر گرفت. پس عملاً یک سلول عصبی را می‌توان با مدار ساده‌ٔ شکل ۳ جایگزین کرد.

توجه کنید که در این جا دقیقاً مانند کتاب‌های علوم اعصاب از رسانندگی‌های ویژه (که عکس مقاومت هستند) به جای مقاومت در مدار استفاده شده است. مقدارهای این رسانندگی‌ها به ترتیب عبارتند از $g_{Cl} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۶}\,S$ و $g_K = ۱۰ \times ۱۰^{-۶}\,S$ و $g_{Na} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۶}\,S$ که S یکای رسانندگی ویژه موسوم به زیمنس است. همین طور Eها همان پتانسیل‌های نرنست هستند که با استفاده از معادله‌ی نرنست و جدول۱ چنین می‌شوند: $E_{Cl} = -۶۹mV$ و $E_K = -۷۵mV$ و $E_{Na} = +۵۵mV$. حال، پایستگی بار (جریان الکتریکی) چنین حکم می‌کند:

$$C = \frac{dV}{dt} = -\sum_i I_i$$

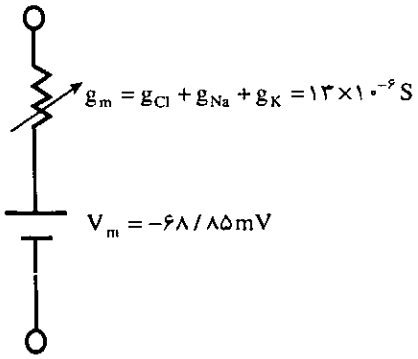
که در آن V پتانسیل دو سر غشاء و $\sum_i I_i$ مجموع جریان‌های یونی است. برای محاسبه‌ی پتانسیل استراحت، با توجه به این که "ثابت=V" است، از معادله‌ی بالا داریم:

$$۰ = -\sum I_i = -g_{Na}(V - E_{Na}) - g_K(V - E_K) - g_{Cl}(V - E_{Cl})$$

که در آن از قانون اهم استفاده کردیم. از آن‌جا برای پتانسیل استراحت خواهیم داشت:

$$V = \frac{g_{Na}E_{Na} + g_K E_K + g_{Cl}E_{Cl}}{g_{Na} + g_K + g_{Cl}}$$

که با گذاشتن مقدارهای عددی به $V=-۶۸/۸۵mV$ می‌انجامد. بنابراین می‌توان در وضعیت استراحت، یک سلول عصبی را با مدار ساده‌ی زیر جایگزین کرد:



توجه کنید که اگر بخواهیم تحریک سلول عصبی را در نظر بگیریم، دیگر dV/dt برابر صفر نخواهد بود و به‌علاوه برای محرک عصبی باید جریان موسوم به $I_{app}(t)$ را به معادله‌ی پایستگی جریان (که حالا وابسته به زمان است) افزود:

$$C = \frac{dV}{dt} = -\sum_i I_i(t) + I_{app}(t)$$

بررسی و حل این معادله خارج از سطح این مقاله است و خواننده‌ی علاقه‌مند می‌تواند به یکی از مراجع [۲] یا [۳] رجوع کند. مدلی که بر مبنای این معادله و حل آن به بررسی رفتار سلول عصبی در حضور محرک عصبی می‌پردازد به مدل **هاچکین ـ هاکسلی**[7] معروف است که مدلی بسیار مشهور در کتاب‌های علوم اعصاب است.

زیرنویس:

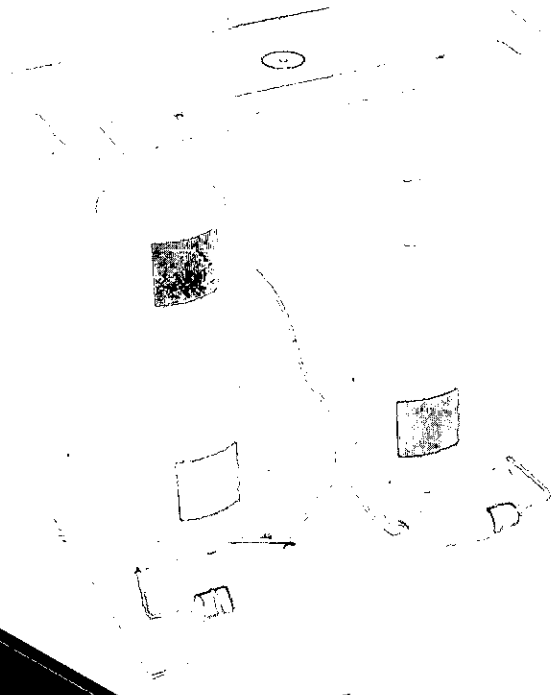
1. Resting potential
2. depolarization
3. hyperpolarization
4. Active Transport Pump
5. Repolarization
6. Nernst
7. Hodgkin-Huxley

منابع:

۱. محمدرضا خوش‌بین‌خوش‌نظر، «درآمدی بر فیزیولوژی اعصاب»، رشد آموزش فیزیک ۶۲، صفحه‌ی ۴۰

2. Eric R..Kandel, James H.Schwartz, Thomas.M.Jessell, "Principles of Neural science", Fourth Edition, McGraw-Hill, 2000.

3. http://diwww.epfl.ch/~gerstner/SPNM/node14.html



قطره چکان کلوین

آرش اعلم صمیمی
بهنام تنکابنی

چکیده:

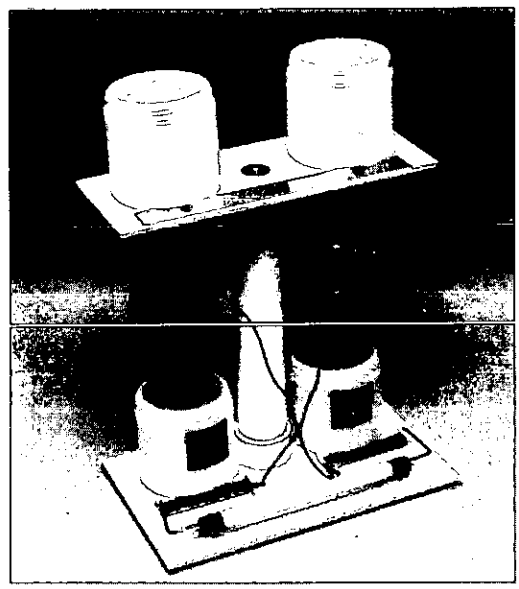
قطره‌چکان کلوین[1] نوعی مولد الکتروستاتیکی است. در این وسیله آزمایشگاهی به دلیل وجود پدیده القاء، یون‌های مثبت و منفی موجود در قطره‌های آب از هم فاصله می‌گیرند و انباشته شدن آن‌ها در دو ظرف جداگانه موجب به وجود آمدن اختلاف پتانسیل بین دو ظرف می‌شود. اختلاف پتانسیل حاصل را می‌توان آشکار ساخت. شگفت آن که این باتری به طور خودکار خود را تغذیه می‌کند. با توجه به این موضوع، اصل پایستگی انرژی کنجکاوی ما را برای شناخت عامل انجام دهنده کار بر می‌انگیزد.

ساخت این وسیله ساده، اما حاوی نکته‌های آموزنده بسیار زیادی است. برای درک این آزمایش آشنایی با مبانی الکتریسیته و مغناطیس ضروری است.

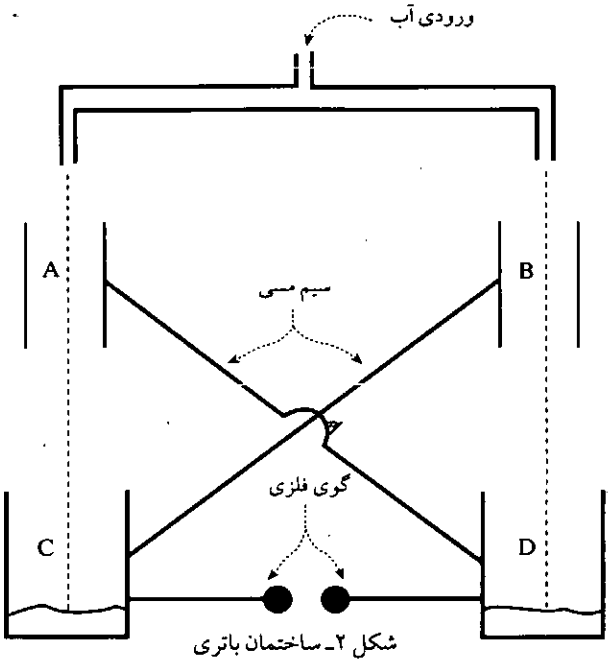
ساخت دستگاه

ساخت این دستگاه آزمایشگاهی بسیار ساده به نظر می‌رسد. تنها وسیله‌های مورد نیاز چند قوطی فلزی، لوله‌های آب، سیم‌های مسی و گوی‌های فلزی است. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد قوطی‌ها با دو قطعه سیم مسی به یکدیگر متصلند و دو سر قوطی‌های A و B بریده شده‌اند.

پس از سوار کردن قطعه‌ها مطابق شکل (شاید هم نه به این سادگی!) کافی است شیر آب را باز کنید. قطره‌های آب از قوطی‌های A و B می‌گذرند و به قوطی‌های C و D می‌ریزند. پس از چند لحظه ناگهان جرقه‌ای بین این دو گوی فلزی مشاهده خواهد شد! و چند لحظه بعد جرقه‌ای دیگر و باز هم... به نظر می‌رسد



شکل ۱



شکل ۲ـ ساختمان باتری

مولد الکتروستاتیکی و یا به عبارتی ساده‌تر یک باتری ساخته‌ایم. اما این باتری چگونه کار می‌کند؟! (شکل ۲)

این باتری چگونه کار می‌کند؟

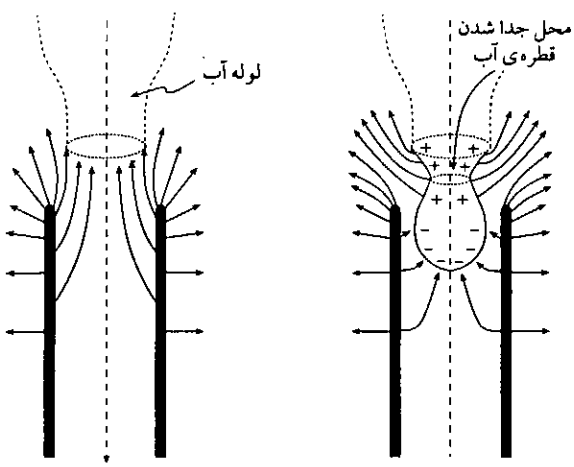
آب دارای PH هفت است و از این رو تعدادی مساوی از یون‌های H^+ و OH^- در آب وجود دارد که به عنوان حامل‌های جریان در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به این که هیچ جسمی در طبیعت به طور کامل خنثی نیست، می‌توان فرض کرد که قوطی A دارای بار مثبت باشد. حال ببینیم چه اتفاقی برای قطره در حال عبور از این قوطی می‌افتد.

با توجه به مثبت بودن بار این قوطی، یون‌های H^+ و OH^- در قطره آب به دلیل القا از یکدیگر فاصله می‌گیرند. قسمت منفی قطره به درون قوطی C می‌افتد و قسمت مثبت آن درون لوله باقی می‌ماند حال قوطی C دارای بار منفی است. (شکل ۳)

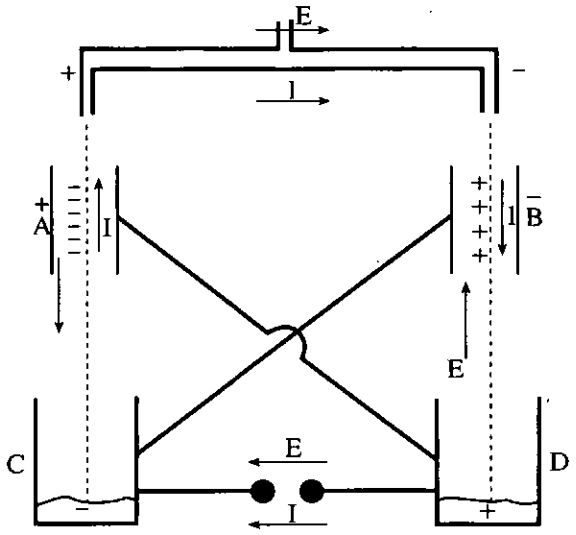
قوطی‌های B و C با سیم به هم متصلند و بنابراین قوطی B نیز دارای بار منفی می‌شود. انتظار داریم برای قطره در حال عبور از قوطی B نیز همین اتفاق بیفتد. این قطره هم به دو قسمت تقسیم خواهد شد با این تفاوت که این بار قسمت رها شده دارای بار مثبت است و قوطی D دارای بار مثبت خواهد بود. اتصال دو قوطی A و D باعث می‌شود که بارهای مثبت قوطی A زیاد شده، القای بیشتری انجام گیرد. در واقع این باتری به گونه‌ای خودکار خود را تغذیه می‌کند.

با ادامه یافتن این فرآیند، اختلاف پتانسیل بین دو گوی فلزی متصل به قوطی‌های C و D افزایش یافته در نهایت جرقه‌ای بین آنها مشاهده خواهد شد.

جریان پیوسته آب را می‌توان جریانی از قطره‌ها در نظر گرفت. در واقع توجیه بالا برای جریان پیوسته آب نیز صادق است.



شکل ۳ـ قطره‌ی آب در حال عبور از قوطی A است. بردارهای رسم شده جهت میدان الکتریکی را نشان می‌دهند.



شکل ۴ـ جهت میدان‌ها و
جریان‌های الکتریکی

چه کسی کار انجام می‌دهد؟

این باتری به طور خودکار خود را تغذیه می‌کند و سپس با زدن یک جرقه تخلیه می‌شود. اصل پایستگی انرژی کنجکاوی ما را برای شناخت عامل انجام کار برمی‌انگیزد. برای پاسخ به این پرسش به بررسی جریان‌ها(I) و میدان‌های الکتریکی (E) در این باتری می‌پردازیم.

از بررسی جریان‌های الکتریکی شروع می‌کنیم. همان‌طور که در بخش قبل توضیح دادیم در قوطی A، قسمت منفی قطره آب (یون‌های منفی) در حال سقوط به قوطی C است. با توجه به حرکت این بارهای منفی به طرف پایین می‌توان نتیجه گرفت که جریان الکتریکی(I)) به طرف بالا است (جهت جریان همان جهت حرکت حامل‌های مثبت یا به عبارتی عکس جهت حرکت حامل‌های منفی تعریف می‌شود). در قوطی B نیز قسمت مثبت قطره آب (یونهای مثبت) در حال سقوط به قوطی D و بنابراین جهت جریان الکتریکی به طرف پایین است:

با توجه به این که طرف چپ لوله آب از طرف راست آن دارای یون‌های مثبت بیشتری شده است، جهت جریان الکتریکی در آن به طرف راست خواهد بود.

جهت جریان الکتریکی بین دو گوی فلزی نیز از مثبت به منفی، یعنی از قوطی D به C است. تا این‌جا جهت جریان‌های الکتریکی در باتری مشخص شد. با توجه به این که جهت میدان الکتریکی همیشه از سمت بارهای مثبت به منفی است، بردارهای میدان الکتریکی را نیز می‌توان به سادگی رسم کرد.

میدان و جریان الکتریکی در لوله آب و در بین دو گوی فلزی هم جهت و در قوطی‌های A و B خلاف جهت یکدیگرند.

در قوطی A یونهای منفی تمایل به حرکت در خلاف جهت میدان الکتریکی دارند. اما نیروی گرانی بر آن‌ها غلبه می‌کند و مانع حرکت‌شان به طرف بالا می‌شود. و بنابراین قطره‌های منفی آب به قوطی C فرو می‌افتند. در مورد قوطی B نیز وضعیت به همین صورت است. در این‌جا نیز نیروی گرانی مانع حرکت یون‌های مثبت در جهت میدان الکتریکی، یعنی به طرف بالا، می‌شود. بدین‌ترتیب قطره‌های مثبت آب به درون قوطی D می‌افتند.

گویا پاسخ پرسش پیش را یافته‌ایم! در واقع این گرانی است که کار انجام می‌دهد.

با انجام این آزمایش به مشاهده‌های جالبی برخوردخواهیم کرد. برای ساخت این وسیله آزمایشگاهی باید در انتخاب قوطی‌ها و کنار هم قراردادن آنها خلاقیت به خرج داد. آیا فکر می‌کنید برای روشن کردن یک لامپ بتوان از این باتری استفاده کرد؟

زیرنویس:

1. Kelvin's Water Dropper

برای مطالعه بیشتر در زمینه قطره چکان کلوین و ژنراتورهای الکتروستاتیکی به سایت WWW.Wikipedia.org مراجعه کنید.

آموزش فیزیک مکانیک، سطحی یا عمیق

محمدحسن علامت‌ساز
دانشکده‌ی فیزیک- دانشگاه صنعتی اصفهان

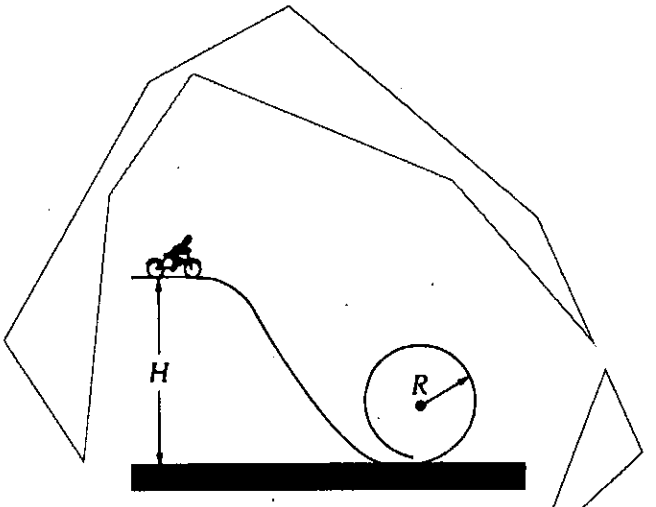
چکیده

با توجه به سابقه‌ی طولانی ارائه درس‌های فیزیک مکانیک و فیزیک پایه ۱ در دانشگاه و براساس اشکال‌های دانشجویان در این درس‌ها، در این مقاله چهار مثال خاص را انتخاب و مورد مطالعه قرار داده‌ام.

مقدمه

با توجه به تدریس فیزیک مکانیک در دانشگاه برای مدت حدود دو دهه و سروکار مستقیم با ورودی‌های دانشگاه در رشته‌های فنی مهندسی، کشاورزی و علوم پایه به تجربه دریافتم که بسیاری از دانشجویان در این درس اشکال‌های مشترکی دارند. اشکال‌هایی که ناشی از کاستی‌ها یا برخی بدآموزی‌های دوران قبل از دانشگاه است. این نوع اشتباه‌ها ممکن است چنان قوی در ذهن دانش‌آموز رسوخ کرده باشند که حتی در دانشگاه هم اگر برخورد مناسبی با آنها صورت نگیرد از ذهن دانشجو زدوده نشوند. به این دلیل به عنوان یک کار ترویجی بر آن شدم چند نمونه از این اشکال‌ها را مطرح و مورد بررسی قرار دهم که می‌تواند برای آموزش‌دهنده و آموزش‌گیرنده فیزیک مکانیک مفید باشد. برخی از این اشکال‌ها چای تأمل بیشتری دارد و مستلزم یک بررسی کمی است که در دستور کار بعدی نگارنده قرار دارد.

با توجه به نوع پرسش‌های دانشجویی و بحث با آنها، براساس برخی ابهام‌ها و اشکال‌های ایشان در این نوشته قسمت‌هایی از چند مسئله را در قالب چهار پرسش مشخص انتخاب کرده‌ام که بعد از ارائه جواب در هر مورد، تصور اشتباه دانشجو و سپس نحوه‌ی برخورد نگارنده با آن مطرح شده است. این نمونه اشکال‌ها در ذهن خیلی از دانشجویان می‌گذرد ولی جسارت طرح آن را در کلاس ندارند و به همین دلیل این نمونه پرسش‌ها معمولاً بعد از طرح موضوع در کلاس و پس از ختم کلاس در تجمع‌های کوچک‌تر و خصوصی‌تر مطرح می‌شوند.



شکل ۱ ـ حرکت یک ذره
در یک حلقه قائم.

پرسش ها

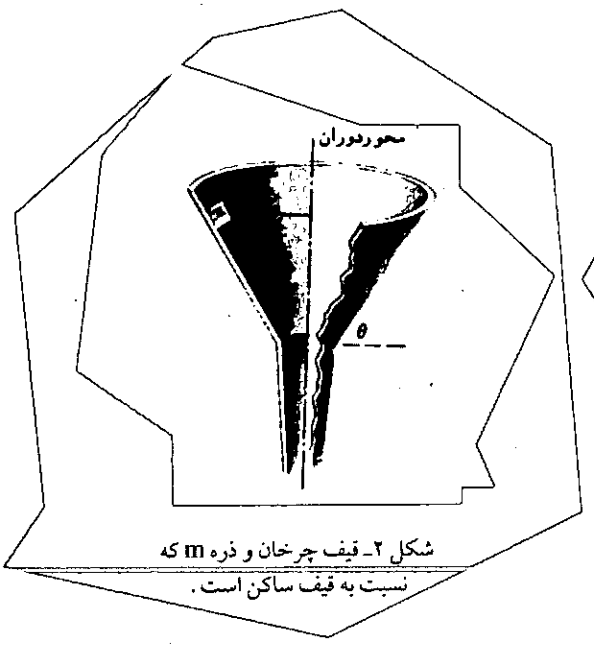
۱ـ ذره‌ای درون حلقه‌ی قائمی، شکل ۱، حرکت دورانی دارد [۱]. نمودار جسم آزاد ذره را در بالاترین نقطه‌ی حلقه رسم کنید.

جواب: $\downarrow N \quad \downarrow mg$

دانشجو سؤال می‌کند اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم به سمت پایین است چرا جسم نمی‌افتد؟ درواقع دانشجو دنبال نیرویی به سمت بالاست که نیروی به سمت پایین را خنثی کند و مانع سقوط ذره شود. برای هدایت دانشجو به این که تصورش غیرواقعی است و نیروی دیگری در کار نیست به جای این که پاسخ مستقیمی به وی بدهم از او می‌پرسم وقتی ماه یا یک ماهواره در حرکت دورانیش به دور زمین بالای سرما می‌رسد چرا روی زمین سقوط نمی‌کند؟ یا یک پرتابه که فقط تحت تأثیر نیروی گرانشی به سمت پایین است چرا در امتداد قائم سقوط نمی‌کند و به حرکتش روی یک مسیر سهمی ادامه می‌دهد؟

اشکال کار دانشجو در عدم درک دقیق قانون ساده‌ی دوم نیوتون، $\vec{F} = m\vec{a}$، و تعریف شتاب لحظه‌ای $\vec{a} = d\vec{v}/dt$ است. به جای این که شتاب $\vec{a}$ باید در امتداد برآیند نیروها باشد دانشجو سرعت جسم را در امتداد برآیند نیروها فرض می‌کند. این در صورتی صحیح است که سرعت اولیه صفر باشد، ولی در حالت کلی شتاب در جهت تغییرات سرعت است نه خود سرعت.

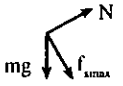
۲ـ قیفی با سرعت زاویه‌ای ثابت حول محور قائمی می‌چرخد و ذره‌ای روی دیواره‌ی داخلی آن قرار دارد [۲]. درحالی که قیف



شکل ۲ـ قیف چرخان و ذره m که
نسبت به قیف ساکن است.

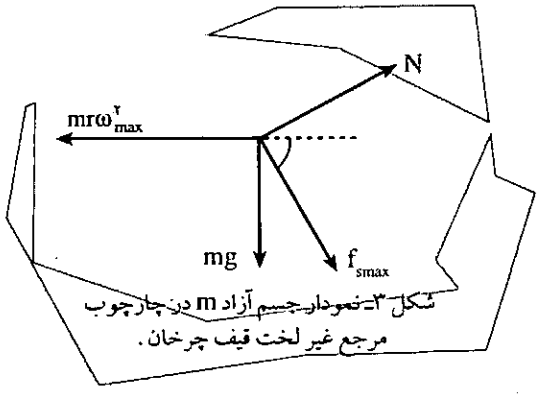
با حداکثر سرعت زاویه‌ای می‌چرخد و ذره همچنان نسبت به قیف ساکن می‌ماند (شکل ۲) نمودار جسم آزاد ذره را رسم کنید.

جواب:

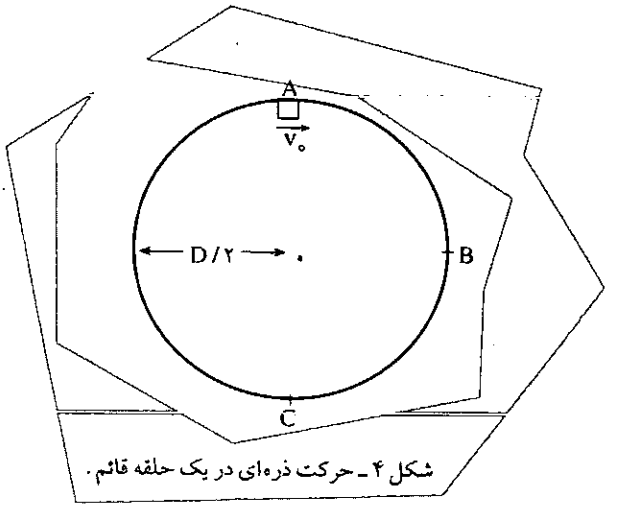


مانند مورد قبلی دانشجو سؤال می‌کند با توجه به این که نیروهای وارد بر ذره هیچ مؤلفه‌ی رو به بالایی در امتداد سطح شیبدار قیف ندارند چه عاملی باعث لغزش رو به بالای جسم در امتداد سطح شیبدار می‌شود؟

در این مورد نیز دانشجو سرعت اولیه ذره را نسبت به ناظر زمینی نادیده می‌گیرد. برای توجیه دانشجو در این مثال می‌توان چارچوب مرجع را طوری انتخاب کرد (چارچوب مرجع غیر لخت قیف) که سرعت اولیه ذره در آن صفر باشد، در این صورت ذره می‌تواند در امتداد برآیند نیروها حرکت کند که با ذهنیت دانشجو سازگار است. به این ترتیب دانشجو علاوه بر این که اثر وجود یا عدم وجود سرعت



شکل ۳ـ نمودار جسم آزاد m در چارچوب
مرجع غیر لخت قیف چرخان.



شکل ۴ ـ حرکت ذره‌ای در یک حلقه قائم.

اولیه را به ترتیب در چارچوب مرجع لخت زمین و غیر زمین لخت قیف مشاهده می‌کند، با توجه به نمودار جسم آزاد در چارچوب اخیر (شکل ۳) متوجه می‌شود که با افزایش سرعت زاویه‌ای نیروی خالصی در امتداد سطح و به سمت بالا به‌وجود می‌آید.

۳ـ ذره‌ای درون یک حلقه‌ی قائم بدون اصطکاک و به قطر D، (شکل ۴)، در حرکت است. اگر سرعت آن در بالاترین نقطه‌ی حلقه (A) برابر V_0 باشد، سرعت آن در پایین‌ترین نقطه‌ی حلقه (C) چقدر است؟

جواب: انرژی مکانیکی پایسته است، یعنی $E_A = E_C$. پس:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgD = \frac{1}{2}mv_C^2 + 0 \Rightarrow v_C = \sqrt{v_0^2 + 2gD}$$

دانشجو معمولاً به جای پایستگی انرژی مکانیکی، از معادله‌ی حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کند و تصادفاً به جواب صحیح می‌رسد که این ناشی از معایب ذاتی تست زدن، بدون توجه به اصول و قانون‌های فیزیکی است. جالب این که بر درستی راه‌حلش نیز اصرار می‌ورزد. به جای پاسخ مستقیم دانشجو را راهنمایی می‌کنم تا شتاب مماسی ذره را در نقطه‌ی B تعیین کند. پس از آن‌که به جواب «g= شتاب مماسی» رسید از او می‌خواهم شتاب شعاعی در نقطه‌ی B را مشخص کند ($= v_B^2 / R$). سپس از او می‌خواهم شتاب برآیند را در نقطه‌ی B رسم کند (شکل ۴). واضح است که شتاب کل از g بیشتر است. حال از او می‌پرسم: اگر سرعت اولیه‌ی v_0 بزرگ‌تر شود چه تأثیری در اندازه‌ی شتاب مماسی و شتاب شعاعی ذره در نقطه‌ی B خواهد داشت؟ وقتی دانشجو مطمئن شد که در نقطه‌ی B شتاب مماسی تغییر نمی‌کند ولی شتاب شعاعی و درنتیجه شتاب کل افزایش می‌یابد، نتیجه می‌گیرم که شتاب در مسیر AB نه ثابت است و نه برابر با g است.

۴ـ جسمی را با سرعت اولیه v_0 به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. شتاب جسم در نقطه‌ی اوج چقدر است؟

جواب: $g = 9/8 m/s^2$.

چون دانشجو تصور می‌کند که در نقطه‌ی اوج جسم برای مدت کوتاهی ساکن است شتاب را صفر می‌انگارد، در حالی که فقط در یک لحظه، نه در یک بازه‌ی زمانی ولو کوتاه، سرعت صفر است. پس قبل و بعد از نقطه‌ی اوج سرعت جسم غیر صفر است و بنابراین حرکت جسم شتابدار است. برای روشن شدن موضوع می‌توان از دانشجو خواست تا روی مثال زیر کار کند.

فرض کنید هلی‌کوپتری با سرعت ثابت v_0 و در امتداد قائم رو به بالا رفتن است و ناظری درون هلی‌کوپتر حرکت این جسم را بررسی می‌کند. از دید وی حرکت‌های این جسم و جسم دیگری که در لحظه‌ی پرتاب جسم اول از هلی‌کوپتر رها شود یکسان‌اند. یعنی از نظر ناظر هلی‌کوپتر هر دو جسم با شتاب ثابت g رو به پایین حرکت می‌کنند و در هر لحظه هر دو هم سرعت‌اند و سرعت هر دو مرتب افزایش می‌یابد. یعنی در لحظه‌ای که ناظر زمین اجسام را در نقطه اوج با سرعت لحظه‌ای صفر مشاهده می‌کند از نظر ناظر هلی‌کوپتر هیچ اتفاق خاصی نمی‌افتد و هر دو جسم همچنان با شتاب قبلی به سمت پایین در حرکت‌اند.

نتیجه‌گیری

ریشه‌ی اشکال‌های فوق را به طور کلی می‌توان در موارد زیر جستجو کرد: عدم دقت کافی به تعریف‌ها، عدم شناخت و درک قانون‌های ساده‌ی فیزیک، آموزش سطحی مکانیک در بعضی موارد، تأکید نشدن روی برخی مطالب اساسی در دوره‌ی دبیرستان و روش‌های سریع تست‌زنی برای کنکور که بدون توجه به مبانی فیزیکی مسئله، دانش‌آموز سعی می‌کند کورکورانه خود را به جواب برساند درحالی که باید به دانش‌آموز و دانشجو آموزش داد که از فیزیک مسئله شروع کند و در صورت لزوم اجزاء رابطه یا قانون فیزیکی را که به کار می‌برد یک بار برای خودش مرور کند.

منابع:
۱. مسأله ۲۶ فصل ۷ کتاب فیزیک دانشگاهی (مکانیک)، جلد اول، هودسن و نلسون، ترجمه علامت‌ساز و...، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. مسأله ۳۸ فصل ۶ کتاب فیزیک (جلد اول)، هالیدی و رزنیک، ترجمه گلستانیان و...، مرکز نشر دانشگاهی تهران.

ویولن نواز: آلبرت اینشتین

برگرین وایت
ترجمه‌ی نسیم صبا

البرت اینشتین برای مطبوعات عصر خود از دو جهت، دانشمندی پرآوازه بود. یک فعال صلح طلب و یک نوازنده آماتور. این زمینه‌ها در سال ۱۹۷۹، در صدمین سال تولد اینشتین، مورد تأکید قرار گرفت و رسانه‌های مختلف در بیان موفقیت‌های او با یکدیگر رقابت می‌کردند. در این میان نسبیت بیشتر جلوه می‌نمود. فضای نسبتاً کوچکی به اینشتین نوازنده اختصاص داده شده بود.

این گزارش که براساس گفتگوهای انجام شده با افراد مختلفی است که با او در یک گروه موسیقی بوده‌اند، تلاشی در جهت برقراری تعادل در این زمینه است.

درس‌های ویولون اینشتین از سنین خردسالی شروع شد. بنا بر اظهارات خودش، هنگامی که ۱۳ ساله بود با موزارت آشنا و به موسیقی علاقه‌مند شد. وقتی اینشتین نوجوان بود، یک جعبه‌ی ویولون مستعمل، هر جایی که می‌رفت، همراه او بود.

در سال ۱۹۲۱، هنگامی که اینشتین برای اولین بار به امریکا آمد، گزارشگرها، با مردی مهربان، با موهای نامرتب که شلواری اتونکشیده به تن داشت، روبه رو شدند. مردی با سر و وضعی معمولی و با کیف ویولونی در دست. او به نوازنده‌ای حرفه‌ای درحال گردش شباهت داشت.

اینشتین، سالیان زیادی از عمر خود را در برلین گذراند و به شدت درگیر زندگی علمی و فرهنگی آن‌جا شد. او مصاحب نوازندگان بزرگی چون فریتز کریسلرو[1] فیلسوف هنرمند، ارتور اشنابل[2]، شد. او با پدر نظریه کوانتومی، ماکس پلانک، ویولون می‌نواخت.

در زمانی که اشنابل از بزرگترین اجراکننده کارهای پیانو بتهوون بود، خانم اشنابل، خواننده بود. در حقیقت این زوج جوان مدت کوتاهی پس از ازدواج، در مسافرت خود به اروپا، برنامه‌های تک‌نوازی موسیقی ارائه می‌دادند و منتقدی، آنها را تک نوازنده پیانو با صدای بم توصیف کرد.

گفتگوهای اینشتین و اشنابل، چه درباره موسیقی و چه درباره فلسفه، باید جالب بوده باشد. یکی از این دو بتهوون را به عنوان بتهوون خالق می‌شناخت. بنا به گفته شخصی که با اینشتین موسیقی می‌ساخت خلاقیت بتهوون، برای اینشتین دردسرساز بود و او احساس می‌کرد این خلاقیت فوق‌العاده بتهوون بین او و موسیقی فاصله می‌اندازد.

برعکس اینشتین از موزارت خیلی لذت می‌برد و به دوستی گفته بود به نظر می‌رسد که ولفگانگ آمادئوس بزرگ، موسیقی زیبا و روشن خود را اصلاً خلق نکرده بلکه چیزی را که قبلاً وجود داشت کشف کرده است. این اظهارنظر دیدگاه‌های اینشتین نسبت به سادگی غایی طبیعت و توضیح و بیان آن از طریق عبارت‌های ساده ریاضی را نشان می‌دهد.

اگر کسی می‌توانست مسیر سفرهای مربوط به موسیقی اینشتین را دنبال و یا همراهی کنند گان اجرای موسیقی او صحبت کند، با فهرست بلندبالایی از افراد جالب برخورد کند. اما اینشتین در سال ۱۹۵۵ از دنیا رفت و فقط جوان‌ترین یا معمرترین افراد موسیقی مجلسی او جهت اظهارنظر موجودند.

یکی از جالب‌ترین این افراد، **نیکلاس هارسانی**[۳] است که اخیراً به عنوان رهبر ارکستر مجلسی **پیه‌مونت** در دانشکده هنرهای زیبای کارولینای شمالی بازنشسته شد. دکتر هارسانی در سال ۱۹۳۸ زادگاه خود مجارستان را ترک کرد و برای تدریس در مدرسه کروست مینستر واقع در پرینستن، نیوجرسی به این کشور آمد. در این زمان پنج سال از آمدن اینشتین از اروپا به آمریکا برای کار در مؤسسه مطالعات پیشرفته، که این مؤسسه هم در پرینستون قرار داشت می‌گذشت.

قبل از این که هارسانی بوداپست را ترک کند در یک ضیافت شام، خانم جوانی را ملاقات کرد که او هم مثل خودش قصد داشت به زودی به آمریکا بیاید. او فهمید که آن خانم نیز قصد دارد به پرینستون بیاید و در آنجا با جان فون نویمان، ریاضیدان معروف که نظریه‌ی بازی که نقش مهمی در پیشرفت رایانه‌های الکترونیکی در زمان جنگ داشت، ازدواج کند.

در ادامه ماجرا، هارسانی در پرینستون به مهمانی که فون‌نویمان به مناسبت تولد اینشتین ترتیب داده بود، دعوت شد. هارسانی که ویولونیست بود قطعاتی به این مناسبت آماده و در مهمانی اجرا کرد که بلافاصله، اینشتین اسم او را در فهرست افرادی نوشت که در جلسه‌های موسیقی مجلسی که به دلایل مذهبی چهارشنبه شب‌ها در خانه او در خیابان مرسر تشکیل می‌شد شرکت می‌کردند. اینشتین با توجه به شرکت هارسانی در این جلسه‌ها نهایت تلاش خود را می‌کرد که برنامه کاری خود را در این شب برای موسیقی خالی نگه دارد.

سومین عضو گروه، **والتاین بارگمان**[۴]، دانشمند متخصص ریاضی فیزیک بود. دکتر بارگمان یک پیانیست توانا بود، زمانی تصمیم گرفت نوازنده‌ای حرفه‌ای شود. دکتر هارسانی، یک رهبر ارکستر فعال، در پرینستون به عنوان کارگردان موسیقی و رهبر ارکستر پرینستون و سمفونی ترنتون و مادیسون و گروه آواز تک نفره معروف بود.

او از اینشتین خواست که نایب رئیس سمفونی پرینستون شود. ابتدا اینشتین در قبول آن تردید داشت و می‌گفت: چه اتفاقی می‌افتد اگر رئیس بمیرد؟ اما بعداً اینشتین این مسئولیت را پذیرفت و از سال ۱۹۵۲ تا زمان مرگش در این پست خدمت کرد.

اینشتین چگونه ویولون‌نوازی بود؟ نظرات در این باره بسیار است. هارسانی صدای موسیقی اینشتین را دقیق ولی بدون حس توصیف کرد. او تصدیق می‌کند که اینشتین، ادبیات موسیقی را حداقل تا قرن حاضر می‌دانست. هارسانی اظهار کرده است که اینشتین هرگز به باروک گوش نداده است. دکتر بارگمان توضیح می‌دهد: اغلب آماتورها، خارج می‌نوازند اما اینشتین این گونه نبود او روش خوب و آهنگ موسیقی خوشایندی داشت.

پیانیست معروف، **آرتور بالسام**[۵] یک بار با اینشتین موسیقی اجرا کرد. بعدها از او درباره نوازندگی دانشمند بزرگ پرسیدند او به دوستانش گفت: او نسبتاً خوب بود.

جلسه‌های موسیقی خیابان مرسر، اغلب به صورت گروه‌های موسیقی سه نفره با دو ویولون و پیانو بود. هارسانی می‌گوید او گاه گاهی به اینشتین پیشنهاد می‌کرد که یک سلو نیز بگیرند ولی اینشتین می‌گفت: نه، اجازه دهید ساده برگزار شود.

بسته به موقعیت، اینشتین و بارگمان عصر را با سونات‌های موزارت و بتهوون به پایان می‌رساندند. هارسانی به خاطر می‌آورد که چطور مردم بعد از کنسرت ارائه شده توسط اشنابل یا دیگر دوست قدیمی اینشتین به پشت صحنه هجوم می‌آوردند. اینشتین راجع به هارسانی رهبر ارکستر سخت‌گیر و بی‌نقص، می‌گفت: تو مثل کروکدیل هستی... تو کار تک تک نوازندگان خود را به ذهن می‌سپاری.

اینشتین در مورد بوداپست، شهر هارسانی می‌گفت: «شهر شما بوداپست، عجب شهر خارق‌العاده‌ای است» بزرگان موسیقی که از این شهر می‌آمده‌اند را ببین! او از **یوجین ارماندی**[۶]، **فریتز رینر**[۷]، **جرج زل**[۸]، **آنتال دوراتی**[۹]، **جرج سولتی**[۱۰] و البته، هارسانی نام می‌برد.

از دیگر دوستان موسیقی مجلسی اینشتین، **دیوید روتمن**[۱۱] بود. او اکنون ۸۴ ساله است و صاحب فروشگاهی در ساوت هلد لانگ آیلند است، که از کلبه تابستانی قدیمی اینشتین در ناسوپوینت خیلی دور نیست. آقای روتمن که یک نوازنده آماتور و علاقه‌مند بود از بزرگان موسیقی انگلیس، **بنیامین بریتن**[۱۲] و **پیتر پیرز**[۱۳]، هنگامی که این دو در طول سال‌های جنگ جهانی دوم، به عنوان صلح طلب به این کشور آمدند، حمایت می‌کرد.

در سال ۱۹۳۹، وقتی اینشتین برای خرید کفش به فروشگاه روتمن آمد، باهم آشنا شدند. این دو علاقه مشترکی به موسیقی داشتند. اینشتین یکی از اعضای جلسه‌های موسیقی شد که بعدازظهرها در منزل دیوید روتمن برگزار می‌شد.

این جلسه‌ها یکی از عالی‌ترین جلسه‌های موسیقی بود. روتمن و اینشتین و دیگران گروه‌های چهارتایی از موسیقی داشتند با آوازهای شوبرت که توسط پیتر پیرز خوانده می‌شد و بنیامین بریتمن در اجرای موسیقی آن، همراهی می‌کرد.

آقای روتمن به خاطر می‌آورد که اینشتین احساس می‌کرد در میان همه نابغه‌های موسیقی هایدن، فوق‌العاده است. در حقیقت اینشتین هرگز اجازه نمی‌داد که این جلسه‌های موسیقی بدون اجرای قطعه‌ای از هایدن به پایان برسد. او می‌گفت: هایدن، یکی از نابغه‌های موسیقی بود که یک سمفونی را در یک بعدازظهر می‌نوشت و ما هنوز آن را اجرا می‌کنیم.

اجراکننده‌های آماتور گروه چهارتایی، مانند دانشمندان، یک

انجمن بین‌المللی را شکل دادند. محل برگزاری، اغلب در اتاق نشیمنی در یک خانه مدرن، در یک خیابان آرام است. شاید پله‌هایی از طبقه دوم به اتاق وجود داشت. بهترین نورپردازی، متمرکزکردن نور روی گروه چهار تایی است وبقیه فضا در سایه‌ای قرار دارد. همسری که موسیقی اجرا نمی‌کرد در آشپزخانه مشغول تهیه ساندویچ یا آماده کردن مقداری نوشیدنی بود. بچه‌های خانه که غالباً مانند بزرگترهای خود، عاشق موسیقی‌اند، وقتی جلسه‌ها طولانی می‌شد نیز، با صورت‌های رنگ پریده، می‌نشستند.

نیکلاس هارسانی از سالهای اقامت خود در پرینستن، خاطره مخصوص شامی را به خاطر می‌آورد که خانم و آقای فرانک ای. تاپلین (آقای تاپلین[14]، حامی معروف هنر، زمانی هیئت مدیره مدرسه موسیقی مارل بورو[15] بود و در حال حاضر مسئول و مدیر اجرائی انجمن اپرا متروپلیتن است) برای شش نفر تدارک دیده بودند و هارسانی و همسرش که خواننده‌ای حرفه‌ای است، در آن شرکت داشتند. بعداز شام، میزبان که پیانیستی ماهر بود خانم هارسانی را در خواندن آوازهای شوبرت، همراهی کرد.

دو نفر دیگر از افراد آن مهمانی، که در انتهای دیگر میز نشسته بودند، دختر جوزف استالین، **سوتانلا آلیلویواونا** و دختر آلبرت اینشتین، **مارگو** بود. هرسینی نقل می‌کند وقتی آواز خوانده شد او مجذوب سوتانلد گردید که به آرامی اشعار آلمانی را زمزمه می‌کرد. این کار سبب شد او مجذوب سوتانلا گردید که به آرامی اشعار آلمانی را زمزمه می‌کرد. این کار سبب شد که او فکر کند دختر جوزف استالین در اشعار رمانتیک آلمانی متبحر است. شور و اشتیاق اینشتین به موسیقی روز به روز بیشتر می‌شد. همسر نادختری اینشتین می‌گوید که اینشتین از زمان کوتاهی که در پراگ به سر برده بود، به طور عمده، صداهای موقرانه کلیسای جامع کاتولیک، سرودهای دسته جمعی کلیساهای پروتستان، صدای موسیقی عزاداری یهودی، سرود روحانی پرطنین هیوسایت، موسیقی ملی و کارهای آهنگ‌سازان چکسلواکی، روسی و آلمانی را به خاطر می‌آورد.

در سال ۱۹۲۹ اینشتین به بلژیک رفت و برای اجرای موسیقی با ملکه الیزابت به کاخ سلطنتی دعوت شد. ملکه قبلی، شاهزاده الیزابت باواریا، یک ویولون‌نواز تند و تیز و حامی هنر بود. او مسابقات معروف بروکسل را سازماندهی می‌کرد.

وقتی اینشتین به لیدن در هلند رفت خیلی اوقات با دوست علمی قدیمی خود، **پاول اهرنفست**[16] و فیزیک‌دان و پیانیست ماهر، وینا بورن، مصاحبت داشت. اینشتین و اهرنفست ساعت‌های زیادی را برای ساختن موسیقی، با یکدیگر می‌گذراندند.

در آکسفورد، جایی که اینشتین برای مدت کوتاهی اقامت داشت با خانواده‌ای به نام دنک اقامت داشت که بارها از گروه‌های چهارتایی آهنگ‌سازان و اجراکنندگان موسیقی در تمام سطوح حمایت می‌کردند.

اینشتین در هر جایی دوستی در زمینه موسیقی پیدا می‌کرد. او دوست صمیمی **آدولف بوش**[17] و داماد او، **رادلف سرکین**[18] بود. او دوست نزدیک کاسادسوس و همسرش، گابی بود که هردو پیانیست ماهری بودند که در پرینستون زندگی می‌کردند.

یکی از موقعیت‌های نادری که اینشتین بین مردم موسیقی اجرا کرد، زمانی بود که در پرینستون، انجمن کمک‌های دوستانه امریکا نمایشی را برای جمع‌آوری اعانه برای کودکان آواره انگلیس، ترتیب داد که در آن اینشتین و گابی کاسادسوس موسیقی اجرا کردند.

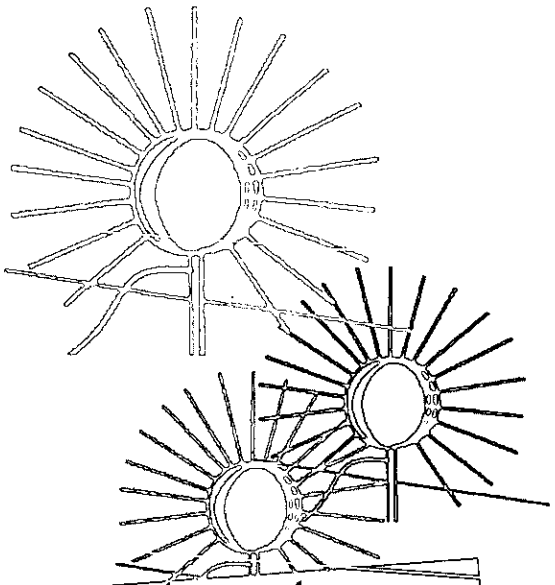
در ۱۷ دسامبر ۱۹۵۵، پس از این که اینشتین از دنیا رفت، نیکلاس هارسانی، سمفونی پرینستون را در اجرای یک کنسرت یادبود، رهبری کرد. رابرت کاسادسوس در قطعه موسیقی تاج‌گذاری (تجلیل از پادشاه) موزارت که در سال ۱۷۹۰ نوشته شده بود، تک‌خوان بود. ارکستر، قطعه موسیقی کریسمس از کرلی وسناتینا (موسیقی مجلس ترحیم) برگرفته از شعر شماره ۱۰۶ بچ از آکتیوس تزاجیکیوس را اجرا کرد. از دید موسیقی‌دان حرفه‌ای، اینشتین یک نوازنده آماتور بود. به عنوان یک ویولون‌نواز، او به طور منظم تمرین می‌کرد، یک نوازنده با دقت و در حد قابل قبولی با استعدادبود. اینشتین به عنوان یک نوازنده ویولون، رفتار غیرمعمول نداشت و کاملاً قابل درک بود. از این منظر، می‌توان او را به عنوان عضو ثابت محافل نوازندگی تصور کرد که در چهارگوشه جهان تشکیل می‌شد. منظره کلی این محافل، دوستان و علاقمندانی هستند که روی سازهای خود خم شده‌اند و بچه‌هایی که این گوشه و آن گوشه، از کسالت خمیازه می‌کشند. معمولاً در پایان این مجالس، یکی می‌گوید «بیائید کمی، از قطعه‌های هایدن را بنوازیم و امشب را به خوشی به پایان برسانیم.»

زیرنویس:

1. Fritz Kreisler
2. Artur Schnabel
3. Nicolas Harsanyi
4. Valentine Bargmann
5. Arthur Balsam
6. Eugene Ormandy
7. Fritz Reiner
8. George Szell
9. Antal Dorati
10. George Solti
11. David Rothman
12. Benjamin Britten
13. Peater Pears
14. Frank Taplin
15. Marlboro
16. Paul & Ehrenfest
17. Adolph
18. Rudolph Serkin

مرجع:

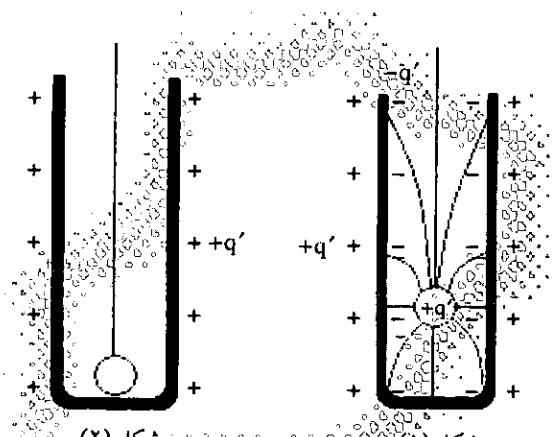
The Physics Teacher. May 2005



مفهوم سطح خارجی در اجسام رسانای باردار

و چند آزمایش با مولد واندوگراف

گردآوری: حسن اتحاد مهرآباد ـ مرضیه روانبخش
ازشهرستان عجب شیر



در کتاب فیزیک (۳) و آزمایشگاه هیچ تعریف جامعی از سطح خارجی جسم رسانا به عمل نیامده است و به همین جهت دانش‌آموزان استنباط های متفاوتی از سطح خارجی جسم رسانا دارند. در اینجا می خواهیم مفهوم سطح داخلی و سطح خارجی جسم رسانا در توزیع بار الکتریکی را توضیح دهیم. قبل از تعریف سطح خارجی در حالت‌های مختلف این موضوع را با استفاده از شکل‌های مربوط بررسی می کنیم.

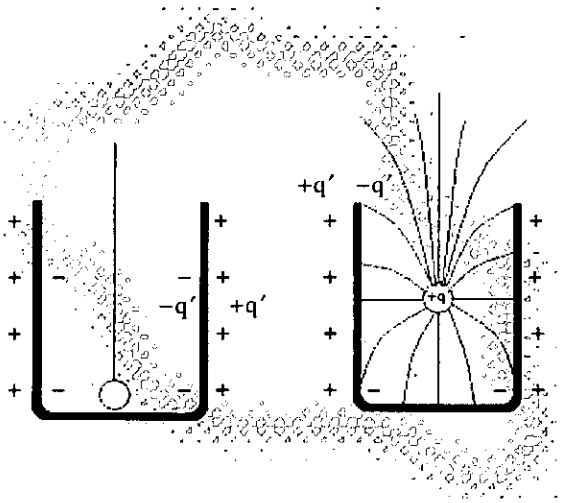
دو استوانه فلزی رسانا یکی با دهانه‌ی گشاد و دیگری با دهانه کوچک (و ارتفاع بلند) را روی دو عدد الکتروسکوپ قرار می‌دهیم و بار $+q$ را به درون آنها وارد می کنیم. در هر یک از استوانه‌ها بعد از تماسِ بار $+q$ به بدنه استوانه‌ها، بار الکتریکی موجود در سطح خارجی آنها را مورد بحث قرار می‌دهیم.

در شکل (۱) بار $(+q)$ در سطح داخلی استوانه، بار $(-q')$ در سطح خارجی آن، بار $(+q')$ القا می کند و چون هیچ خط نیرویی از استوانه تقریباً خارج نشده است، پس $(|+q|=|-q'|)$. و بعد از تماس بار $(+q)$ با سطح درونی آن مطابق شکل (۲) بار $(+q)$ با بار $(-q')$ خنثی شده و بار $(+q')$ که برابر با $(+q)$ است، در سطح خارجی استوانه باقی می‌ماند. و در سطح داخلی آن باری الکتریکی باقی نمی‌ماند.

در شکل (۳) استوانه طوری انتخاب شده است که دهانه آن بزرگ و ارتفاع آن کوچک است و با وارد کردن بار q+ به درون آن بار (q′−) را در سطح داخلی و بار (q′+) را در سطح بیرونی القا می‌کند و چون تعدادی از خطوط نیروی الکتریکی از استوانه خارج شده است، پس ($|+q|>|-q'|$) و بعد از تماس بار (q+) به درون استوانه مقداری از آن با بار (q′−) خنثی می‌شود و بقیه در سطح درونی می‌ماند. پس در این حالت مقداری بار الکتریکی به اندازه ($|-q'|-|+q|$) در سطح درونی جسم رسانا وجود دارد.

اگر استوانه را در بسته انتخاب شود خط‌های نیرو اصلاً نمی‌توانند از استوانه خارج شوند و ($|+q|=|-q'|$) و بعد از تماس، بار القایی با بار گلوله خنثی می‌شود و در سطح بیرونی استوانه بار (q+) باقی می‌ماند.

به طور کلی در هر جسم رسانای باردار به شکل کاواک (یا مشابه آن) مثل استوانه‌ی فاراده (که یک استوانه بسیار بلند و با مقطع باریک است). دو سطح مجزا وجود دارد یکی سطح داخلی که هیچ توزیع باری در این سطح وجود ندارد و دیگری سطح خارجی که تمام بار جسم در این سطح توزیع می‌شود.



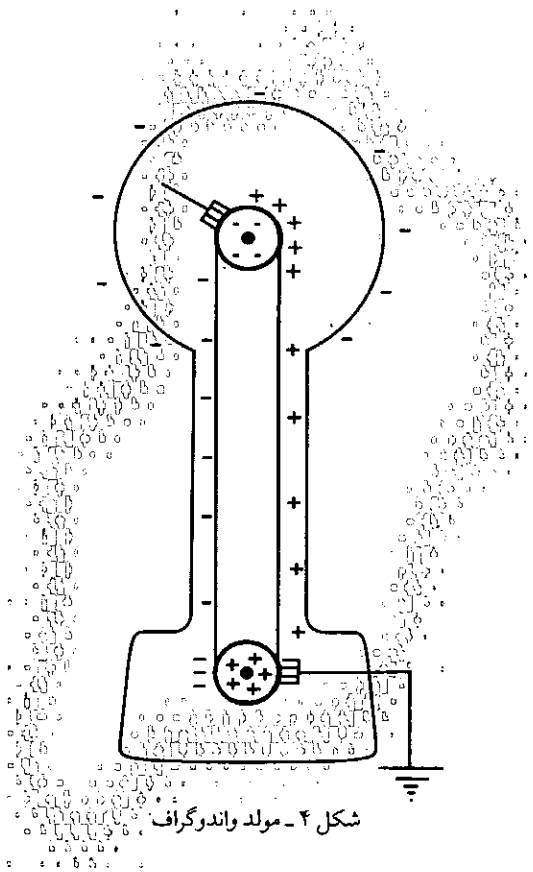
شکل ۳

پس، سطح داخلی هر جسم رسانا عبارت است از سطحی که بار القایی در آن بعد از تماس با عامل القای بار، کاملاً خنثی شود و به اندازه بار القاگر در سطح بیرونی، بار الکتریکی به‌وجود آید. و رساناهایی از نظر توزیع بار دارای سطح داخلی هستند که، دهانه‌ی آنها نسبت به ابعاد جسم بسیار ناچیز باشد.

به طور مثال سطح درونی یک لیوان فلزی معمولی اصولاً نمی‌تواند از نظر توزیع بار دارای سطح داخلی باشد. بلکه همه نقطه‌های آن از نظر توزیع بار سطح خارجی محسوب می‌شود.

مولد واندوگراف

مولد واندوگراف تشکیل شده از یک موتور الکتریکی ـ دو عدد غلتک ـ یک تسمه پلاستیکی و دو شانه و یک کاواک مانند آلومینیمی (شکل ۴).


شکل ۴ ـ مولد واندوگراف

طرز کار

با روشن شدن موتور الکتریکی غلتک پایینی در اثر مالش با تسمه بار (+) پیدا می‌کند و همین طور غلتک بالایی (با توجه به نوع ماده‌اش و قدرت الکترون‌دهی یا الکترون‌گیری) بار (−) پیدا می‌کند و با چرخش مداوم تسمه مقدار این بارها تا حدی افزایش می‌یابد. غلتک پایینی که دارای بار (+) است، بارهای منفی را به دو طریق به طرف خود جذب می‌کند:

۱) جاروبک‌های (شانه‌های) پایینی بارهای (−) را از سطح زمین به طرف غلتک هدایت می‌کنند.

۲) مولکول‌های هوای مجاور به علت پتانسیل زیاد، یونیده می‌شوند و یون‌های (−) هوا به طرف غلتک می‌روند. اما چون این بارهای (−) در سر راه خود به تسمه برخورد می‌کنند در سطح بیرونی تسمه بار (−) جمع می‌شوند و با چرخش تسمه، این بارها به طرف بالا می‌روند.

غلتک بالایی که در اثر لغزش با تسمه دارای بار (−) است به دو طریق بارهای (+) را به طرف خود می‌کشد:

۱) از طریق جاروبک‌های بالایی بار (+) کلاهک را به طرف خود می‌کشد. (و یا

به عبارت دیگر بار (-) تسمه را به کلاهک می‌دهد.)

۲) از طریق یونیده کردن هوای موجود در داخل کلاهک و جذب یون‌های (+) و دفع یون‌های (-) به طرف کلاهک.

بارهای (+) واقع در سطح بیرونی تسمه به همراه تسمه پایین می‌روند و از طریق جاروبک‌های پایینی به زمین هدایت می‌شوند و بارهای (-) ایجاد شده در کلاهک به علت اینکه کلاهک تقریباً به صورت کاواک ساخته شده به سطح خارجی کلاهک منتقل می‌شوند. و در سطح داخلی آن باری نمی‌ماند. و با چرخش مداوم تسمه بار غلتک‌ها افزایش می‌یابد و درنتیجه روند افزایش بار کلاهک زیادتر می‌شود البته مشخص است که این افزایش هم حدی دارد و بعد از مدتی دیگر افزایش باری وجود نخواهد داشت.

چه اصولی را باید رعایت کنیم تا بار مولد واندوگراف بیشینه باشد

۱ـ جاروبک‌ها هنگام چرخش دستگاه با سطح بیرونی تسمه مالش خیلی جزئی داشته باشند.

۲ـ تسمه علاوه بر غلتش روی غلتک‌ها، اندکی لغزش هم داشته باشد (تسمه نه زیاد شل و نه زیاد محکم باشد.)

۳ـ تسمه و غلتک‌ها باید کاملاً تمیز باشند. (می‌توان با الکل آن‌ها را پاک کرد.)

۴ـ پهنای تسمه با پهنای غلتک‌ها یکسان باشد.

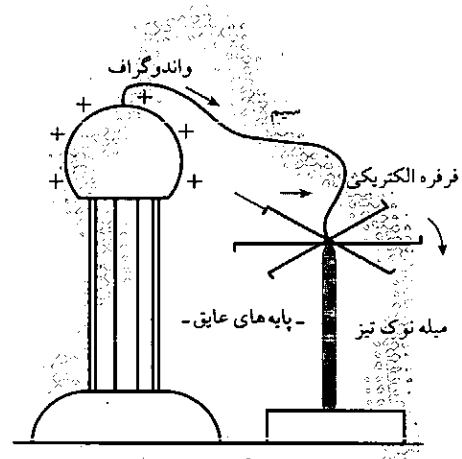
۵ـ تسمه نباید سیاه‌رنگ باشد زیرا امان دارد دارای کربن باشد. و اجسام با ترکیب‌های کربنی می‌توانند رسانا باشند.

۶ـ سرعت چرخش موتور حدالامکان زیادتر باشد.

۷ـ در روزهای گرم و مکان‌های با رطوبت زیاد نتیجه کار دستگاه (مثل سایر آزمایش‌های الکتریسیته ساکن) مناسب نمی‌تواند باشد.

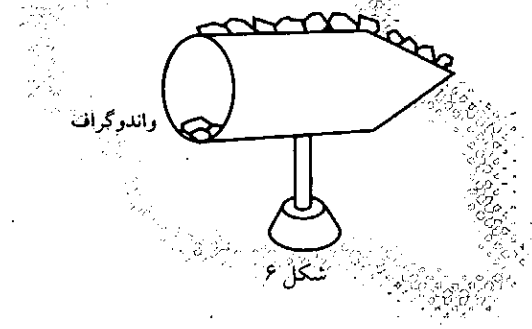
آزمایش‌های جانبی واندوگراف

۱ـ فرفره‌ی الکتریکی: اگر مطابق شکل فرفره‌ای فلزی که با اصطکاک بسیار کمتر روی سوزن نوک تیز می‌تواند بچرخد درست کرده روی کلاهک مولد واندوگراف قرار دهیم بعد از روشن شدن دستگاه در جهت نشان داده شده شروع به چرخش می‌کند. طبق قانون سوم نیوتون وقتی مولکول‌های هوا به نوک تیز فرفره که تراکم بار زیادی دارند برخورد می‌کنند یونیده می‌شوند و نیروی رو به عقبی را ایجاد می‌کنند و باعث چرخش فرفره می‌شوند. (شکل ۵)



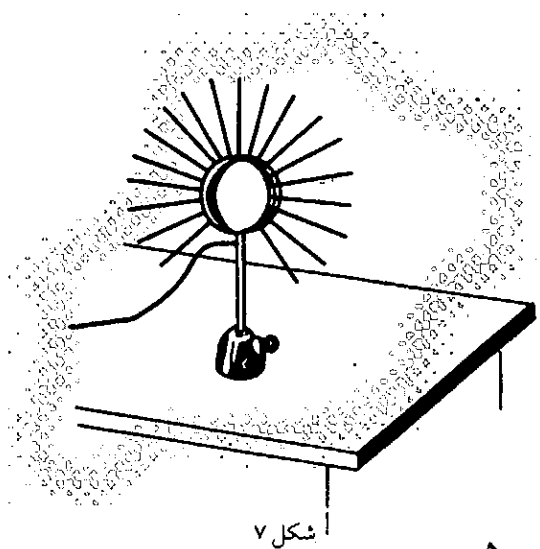
شکل ۵

۲ـ مشاهده چگالی سطحی بار الکتریکی بیشتر در نقطه‌های نوک تیز: اگر چند تکه کاغذ سبک را در روی یک مخروط فلزی قرار دهیم و آن را به مولد واندوگراف وصل کنیم می‌بینیم که تکه کاغذهای واقع در قسمت نوک تیز مخروط بیشتر از همه پرتاب می‌شوند. یعنی تراکم بار در نقاط نوک تیز جسم رسانا بیشتر است. (شکل ۶)

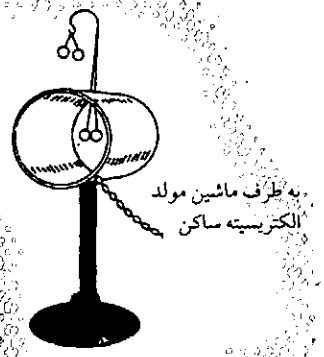


شکل ۶

۳ـ نخ‌های افشان: اگر یک سر چند رشته نخ را در یک فیش فلزی مخصوص محکم کنیم، (و یا نخ‌ها را دور حلقه فلزی وصل کنیم.) و آن را به کلاهک دستگاه وصل کنیم نخ‌ها از هم باز می‌شوند و به صورت شعاعی قرار می‌گیرند زیرا هوای اطراف کلاهک یونیده می‌شود و نخ‌ها را باردار کرده است و هر نخ می‌خواهد از نخ دیگر حداکثر فاصله را داشته باشد (شکل ۷).


شکل ۷

۴ـ گلوله‌های رسانای سبک در استوانه‌ی شفاف: این استوانه با دو قاعده‌ی (بالا و پایین) رسانا می‌باشد گلوله‌های سبک و رسانا در درون آن واقع شده‌اند. وقتی این استوانه به کلاهک دستگاه وصل می‌شود گلوله‌ها شروع به حرکت رفت‌وبرگشت به بالا و پایین می‌کنند زیرا از قاعده‌ی پایینی بار (−) دریافت و به شدت از این قاعده دفع می‌شوند و وقتی به قاعده بالایی می‌رسند، بار الکتریکی خود را به آن می‌دهند و دوباره می‌افتند و این عمل را آن‌قدر تکرار می‌کنند تا دو قاعده بالایی و پایینی هم پتانسیل شوند، و در این حالت گلوله‌ها به حالت معلق در استوانه باقی می‌مانند (شکل ۸).

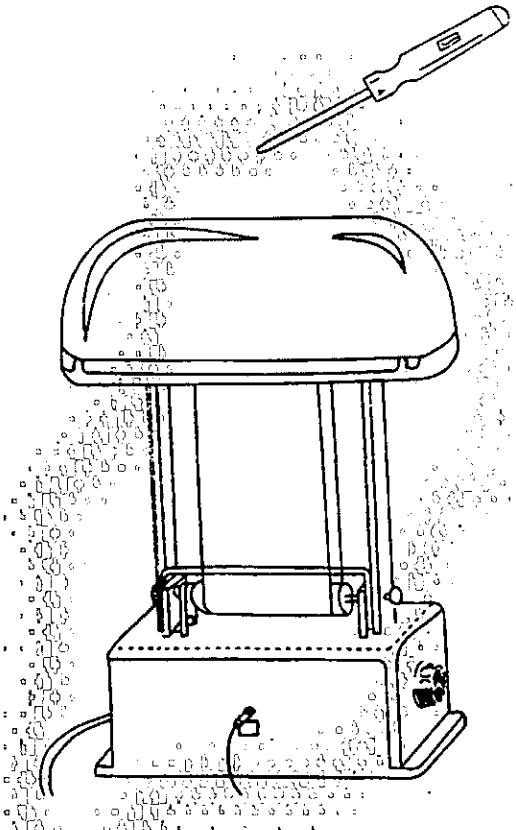


شکل ۹ ـ استوانه فاراده با زوج آونگ‌های داخلی و خارجی

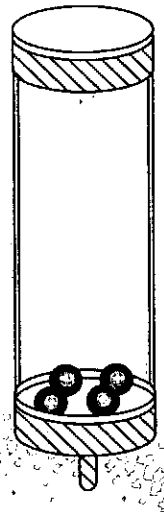
۵ـ استوانه فاراده: با اتصال یک استوانه بلند و باریک به کلاهک دستگاه این استوانه باردار می‌شود اما باری در آن تولید نمی‌شود زیرا گلوله‌های سبک (آونگ دوگانه) واقع در درون استوانه هیچ حرکتی ندارند. اما در سطح خارجی آن، گلوله‌ها (آونگ دوگانه) از هم فاصله گرفته‌اند. یعنی کل بار الکتریکی استوانه در سطح خارجی آن است. و با یک صفحه‌ی آزمون و الکتروسکوپ این نتیجه را می‌توان تأیید کرد (شکل ۹).

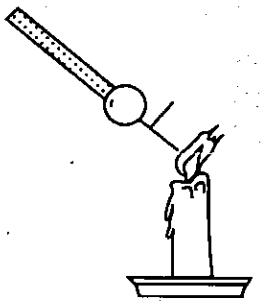
البته این آزمایش را می‌توان به این صورت هم می‌توان انجام داد که استوانه را به طور عمودی به کلاهک وصل کنیم، و وقتی دستگاه روشن است گلوله‌های سبک را عمودی به درون آن بیاندازیم. مشاهده می‌شود که هیچ حرکتی در درون لیوان ندارند. یعنی بار الکتریکی در سطح داخلی لیوان وجود ندارد.

۶ـ روشن و خاموش شدن لامپ نئون (مهتابی) در نزدیکی کلاهک: وقتی یک لامپ نئون را به کلاهک نزدیک می‌کنیم وقتی بار کافی در کلاهک جمع شده باشد، با تخلیه‌ی آن به لامپ یک لحظه روشنایی لامپ دیده می‌شودو بعد خاموش می‌شود (و همین طور با لامپ فازمتر هم می‌توان این آزمایش را انجام داد.) و این عمل مرتباً ادامه پیدا می‌کند (شکل ۱۰).


شکل ۱۰

۷ـ انحراف شعله‌ی شمع: اگر شمع روشن را در مقابل نوک تیز یک میله فلزی وصل شده به کلاهک واندوگراف قرار دهیم، موقع روشن شدن دستگاه شعله شمع

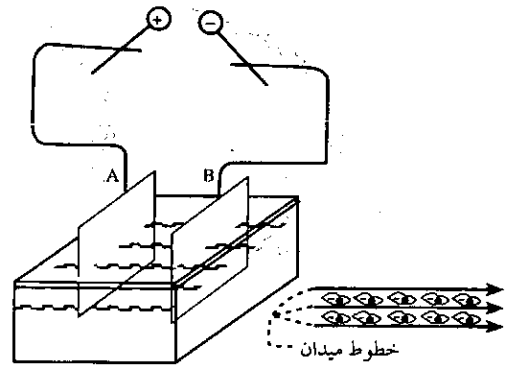

شکل ۸



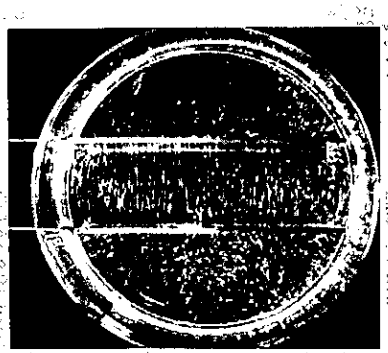
شکل ۱۱

انحراف پیدا می‌کند. با توجه به یونیده شدن بسیار زیاد مولکول‌های هوای اطراف قسمت نوک تیز و دفع یون‌های هم‌نام و جذب یون‌های ناهم‌نام جریانی از هوا در فضای اطراف به وجود می‌آید و شعله‌ی شمع در مجاورت دستگاه خم می‌شود (شکل ۱۱).

۸ـ تولید میدان الکتریکی یکنواخت و مشاهده خط‌های نیرو: اگر درون یک تشت کوچک مقداری روغن گرچک (مایع نارسانا) بریزیم و دو صفحه رسانای موازی را درون این تشت قرار دهیم و روی مایع بین صفحه‌ها مقداری تخم چمن بریزیم با اتصال یکی از صفحه‌ها به کلاهک و صفحه دیگر به فیش پایینی (اتصال به زمین واندوگراف) خط‌های نیروی موازی (که تخم‌های چمن در صف‌های کاملاً مرتب درست کرده‌اند.) را مشاهده می‌کنیم، که بیانگر میدان الکتریکی یکنواخت است (شکل ۱۲). با اندازه‌گیری فاصله و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه با خط‌کش و ولت‌سنج با استفاده از رابطه $E = V / d$ می‌توان شدت میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه را محاسبه کرد.



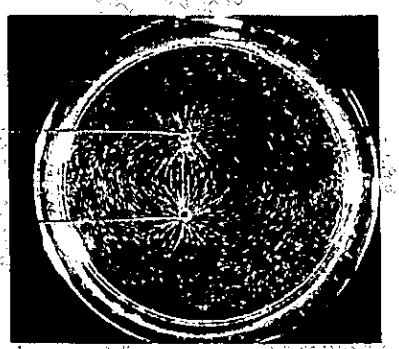
شکل ۱۲ـ الف



شکل ۱۲ـ ب

۹ـ تولید میدان الکتریکی شعاعی حاصل از بار منفرد و مشاهده خط‌های نیرو: در تشت کوچک مقداری روغن گرچک می‌ریزیم. انتهای سیم وصل شده به کلاهک واندوگراف را در آن قرار می‌دهیم و تخم‌های چمن را به اطراف آن می‌پاشیم. با روشن شدن دستگاه خط‌های نیروی الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای منفرد را که به صورت شعاعی است مشاهده می‌کنیم.

۱۰ـ تولید میدان‌های الکتریکی ترکیبی و مشاهده خط‌های نیرو: (میدان الکتریکی حاصل از دو بار همنام و نیز دو بار ناهمنام) اگر در آزمایش مربوط به تولید میدان الکتریکی یکنواخت به جای صفحه‌های موازی از انتهای دو سیم که یک سر آنها به دستگاه واندوگراف (کلاهک و فیش اتصال به زمین) وصل شده، استفاده شود میدان الکتریکی دو بار الکتریکی همنام (و نیز همنام) را می‌توان تولید و خط‌های نیروی آن را مشاهده کرد، و با یک سیم و یک صفحه میدان الکتریکی بین یک بار الکتریکی نقطه‌ای و یک صفحه را می‌توان مشاهده کرد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳

منابع :

۱. دوره‌ی درسی فیزیک جلد دوم، زیر نظر گ. س. لندسبرگ ترجمه لطیف کاشیگر، ناصر مقبلی و مهرانگیز طالب‌زاده، چاپ سوم، ۱۳۷۵، فصل دوم.

۲. مهبانگ شماره ۲، تیرماه ۱۳۸۱.

◆ تهران ـ منطقه ۱۵ آموزش و پرورش ـ آقای **محمد سیاری‌زاده**.

مقاله‌ای با عنوان «نیرو یا انرژی» برای مجله رشد آموزش فیزیک ارسال داشته‌اند. در قسمت‌هایی از آن می‌خوانیم:

۱ـ در لغت‌نامه دهخدا دو صفحه در مورد لغت نیرو مطلب نوشته شده است. معانی چون زور، قوت، توانایی، توان، پهلوانی، نیرومندی، قدرت... برای آن ذکر شده است [... نیرو به جای قوه به معنی Force (فرانسوی و انگلیسی) پذیرفته شده است (لغات فرهنگستان) در اصطلاح فیزیک عاملی که قادر است جسمی را به حرکت درآورد یا از حرکت بازدارد یا سرعت حرکت آن را تغییر دهد].

۲ـ... هنوز اصطلاح‌های غلطی در فرهنگ علوم وجود دارد... از جمله «نیروی محرکه الکتریکی» که درحقیقت کار واحد بار الکتریکی است.

۳ـ قبل از ورود اصطلاح «انرژی» به علم این کمیت فیزیکی را هم نیرو می‌نامیدند مثلاً **هلمهولتز** که به موازات **مایر** و **ژول** قانون پایستگی انرژی را پیدا کرده بود اثر خود را «درباره پایستگی نیرو» نامید.

◆ منطقه تبادکان ـ راهنمایی ۲۲ بهمن ـ خانم **عفت رسول‌زاده خراسانی**

ترجمه‌ای، با عنوان «مردم و صدا در دریا» ارسال داشته‌اند. در آن از سیستم‌های گوناگون صوتی نام برده شده است که یک کشور خارجی برای پیدا کردن زیردریایی‌ها و جنگ زیردریایی به‌کار می‌گیرد. در انتخاب مقاله برای ترجمه باید بیشتر از همه جنبه آموزشی و علمی آن را مورد توجه قرار دهیم.

در آخرین لحظات چاپ این شماره باخبر شدیم که آقای **دکتر جناب** از اساتید و پیشگامان علم فیزیک در ایران، به رحمت ایزدی پیوستند. در شماره‌ی آینده در مقاله‌ای به زندگی و خدمات علمی ایشان خواهیم پرداخت.

معرفی کتاب

کتاب فیزیک
از مجموعه‌ی کتاب‌های دانش روز برای همه

نویسندگان: الکساندر جوزف و دیگران

مترجم: منیژه رهبر

ناشر: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۸۴، ۲۲۵ صفحه، تمام رنگی، ۷۵۰۰۰ ریال

در قسمتی از دیباچه‌ی کتاب آمده است:

سال های تحصیل در دوره‌ی راهنمایی، دبیرستان، و دانشگاه برای دانش‌آموزان و دانشجویان با کشف‌های بسیار زیادی همراه است. این امر به‌خصوص در مورد علوم صادق است که درک هرچه عمیق‌تر آن‌ها دریچه‌ی کاملاً نوینی به جهانی سرشار از شگفتی‌ها به رویشان می‌گشاید: از فیزیک که جهان ما را منسجم نگاه می‌دارد تا حرکت‌های بدن خودمان، جایگاه ما در زیستکره‌ی عظیم‌تر، و خود عناصری که بدن ما را به صورتی که هست تشکیل می‌دهند. اما در بسیاری موارد، عکس این وضع پیش می‌آید، به این صورت که کتاب‌های درسی ملال‌انگیز و محتوای گیج‌کننده‌ی آن‌ها به جای برانگیختن شوقی علمی، این شوق را می‌میرانند.

همچنین در قسمتی از مقدمه‌ی ناشر می‌خوانیم

مجموعه‌ی کتاب‌های «دانش روز برای همه» (Popular Science) از سال ۱۹۷۸ تاکنون هر یک یا دو سال در امریکا به چاپ رسیده است. در سال‌های اخیر هر دو سال یک‌بار این کتاب با اصلاحات و تغییرات ناشی از یافته‌های علمی جدید تجدید چاپ می‌شود. این مجموعه در امریکا برای دانش‌آموزان دوره‌ی (معادل) راهنمایی و دبیرستان تألیف می‌شود، ولی در ایران مخاطبان آن علاوه بر گروه فوق، معلمان، دبیران، دانشجویان، و عموم علاقه‌مندان به یافته‌های علمی هستند.

کتاب درک فیزیک با رویکرد تصویری

نویسنده: بریان آرنولد

مترجمان: روح‌اله خلیلی بروجنی، مریم عباسیان

ناشر: انتشارات مدرسه برهان، ۱۳۸۵، ۲۷۶ صفحه، دو رنگ، ۴۵۰۰۰ ریال

در قسمتی از مقدمه‌ی نویسنده‌ی کتاب می‌خوانیم

فیزیک با نگرشی سنتی، علمی دشوار و مبتنی بر ریاضیات به شمار می‌رود که تنها تعداد کمی از دانش‌آموزان توانا قادر به درک و فهم آن بوده و هستند. پس از چندین سال آموزش به دانش‌آموزانی با قابلیت‌های مختلف، به این نتیجه رسیدم که این برداشت مطلقاً درست نیست. به عقیده‌ی من **درک ایده‌های نهفته در پشت بیشتر مفاهیم فیزیک و کاربردهای آن‌ها در زندگی روزانه برای همه میسر است.** آنچه در این راه به ما به عنوان معلم یاری می‌کند، شیوه و روشی است که برای ارائه‌ی این مطالب به کار می‌بریم. **شیوه‌های آموزش ما می‌تواند درهای درک و فهم فیزیک را برای همه‌ی دانش‌آموزان بدون توجه به توانایی علمی آن‌ها باز یا بسته کند.** این کتاب بر آن است تا با اجتناب از زیاده‌گویی‌های غیرضروری علمی، با استفاده از یک توصیف ساده و روان و حداقلی و با کمک تصاویر مناسب، بستر مناسبی را در جهت درک مفاهیم فیزیک برای عموم دانش‌آموزان فراهم کند.

فیزیک موضوعی هیجان‌انگیز است و بیشترین ارتباط را با دنیای واقعی دارد. امیدوارم این کتاب دری باز کند برای دانش‌آموزانی که پیش از این فکر می‌کردند، دسترسی به این دنیا برای آنان ناممکن است. درک فیزیک با رویکرد تصویری در بیشتر موارد برنامه‌ی تعیین شده در دوره‌ی فیزیک GCSE را پوشش می‌دهد.

سی و هفتمین المپیاد جهانی فیزیک

سنگاپور ـ ۲۰۰۶

مسابقه‌ی نظری

مترجم: روح اله خلیلی بُروجنی
rkhalili@physicist.net

اشاره:

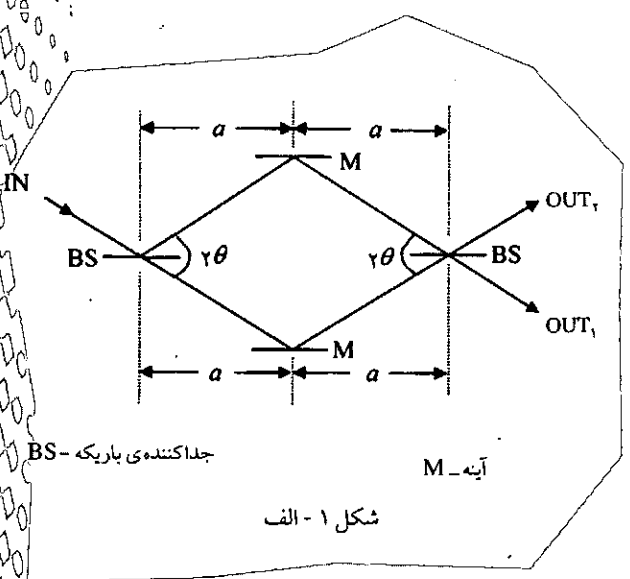
سی و هفتمین المپیاد جهانی فیزیک[1]، در سال ۲۰۰۶ (تیرماه ۱۳۸۵) در سنگاپور برگزار شد. برای آشنایی دبیران محترم فیزیک و دانش‌آموزان علاقه‌مند، پرسش‌ها و پاسخ‌های تشریحی بخش مسابقه‌ی نظری این دوره در ادامه آمده است.

پرسش ۱. گرانی در تداخل‌سنج نوترونی[2]

وضعیت فیزیکی

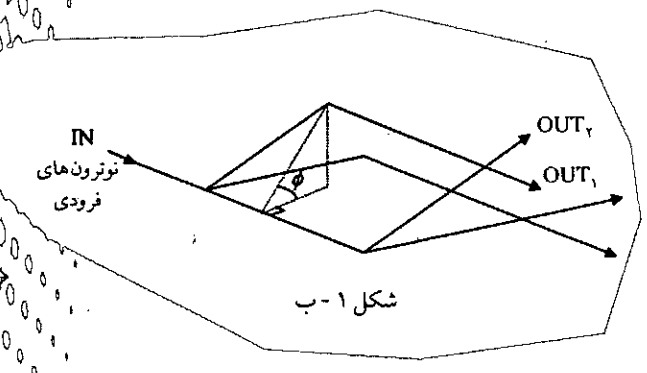
وضعیت آزمایش تداخل‌سنج ـ نوترونی مشهور کوللا، آورهازر و ورنر[3] را در نظر می‌گیریم، اما تا آنجا که می‌توانیم ترتیب جداکننده‌ها و آینه‌های داخل تداخل‌سنج را کامل فرض کنیم. این آزمایش اثر کشش گرانشی را بر روی موج‌های دوبروی نوترون‌ها بررسی می‌کند.

نمایش نمادین این تداخل‌سنج در مقایسه با یک تداخل‌سنج اپتیکی در شکل ۱ ـ الف نشان داده شده است. نوترون‌ها از طریق دو دریچه‌ی ورودی وارد تداخل‌سنج می‌شوند و یکی از دو مسیر نشان داده شده را طی می‌کنند. این نوترون‌ها در یکی از دو دریچه‌ی خروجی OUT_1 یا OUT_2 آشکار ساخته می‌شوند. این دو مسیر سطحی لوزی‌گونه را محصور می‌کنند که اندازه‌ی آن نوعاً در حدود چند cm^2 است.

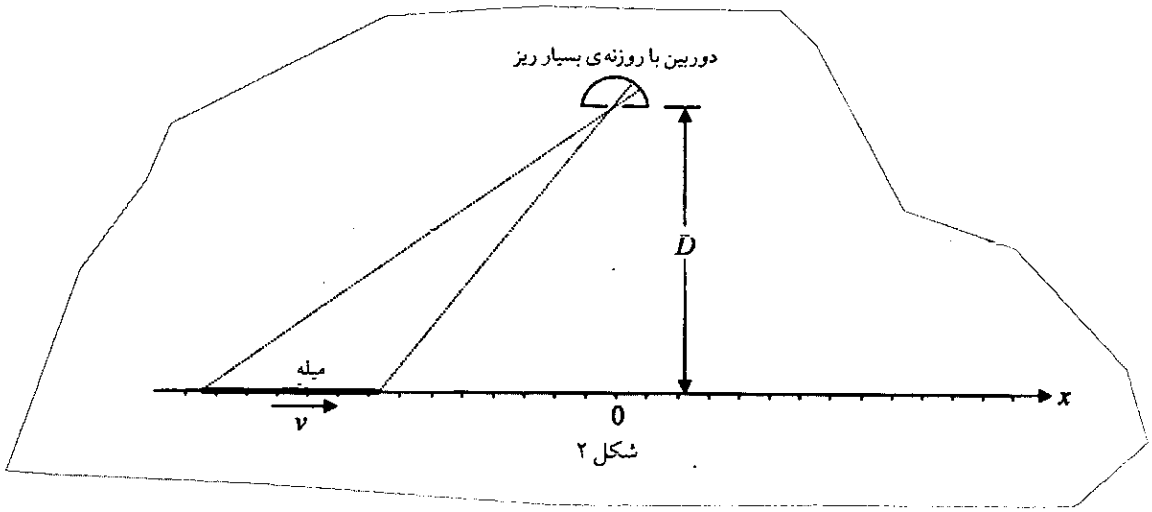


شکل ۱ - الف

امواج دوبروی نوترون (که طول موج آن‌ها از مرتبه‌ی 10^{-10} m است) طوری تداخل می‌کنند، که اگر صفحه‌ی تداخل‌سنج افقی باشد همه‌ی آن‌ها از دریچه‌ی خروجی OUT_1 خارج می‌شوند. اما وقتی تداخل‌سنج حول محور باریکه‌ی نوترون فرودی در زاویه‌ی ϕ کج شده باشد (شکل ۱ ـ ب)، باز توزیع نوترون‌ها بین دو دریچه‌ی خروجی OUT_1 و OUT_2 را مشاهده می‌کند که وابسته به ϕ است.



شکل ۱ - ب



شکل ۲

هندسه

به ازای $\phi = 0°$ صفحه‌ی تداخل سنج افقی است؛ و به ازای $\phi = 90°$ صفحه عمودی است و دریچه‌های خروجی بالاتر از محور کج شدگی قرار دارند.

۱ـ۱ . اندازه‌ی سطح لوزی شکلِ محصور بین دو مسیر تداخل سنج چقدر است؟

۱ـ۲ . ارتفاع دریچه‌ی خروجی OUT_1 بالای صفحه‌ی افقی (محور کج شدگی چقدر است؟

A و H را برحسب a، θ و ϕ به دست آورید.

طول راه نوری

طول راه نوری N_{opt} (یک عدد) نسبت طول راه هندسی (یک فاصله) به طول موج λ است. اگر λ در طول مسیر تغییر کند، N_{opt} با انتگرال گیری λ^{-1} در طول مسیر به دست می‌آید.

۱ـ۳ . اگر تداخل سنج به اندازه‌ی زاویه‌ی ϕ کج شده باشد اختلاف ΔN_{opt} در طول راه نوری دو مسیر چقدر است؟

(پاسخ خود را برحسب a، θ، ϕ، همچنین جرم نوترون M، طول موج دوبروی λ_0 نوترون‌های فرودی، شتاب گرانشی g، و ثابت پلانک h بیان کنید.

۱ـ۴ . پارامتر حجم را به صورت زیر در نظر بگیرید

$$V = \frac{h^2}{gM^2}$$

و ΔN_{opt} را فقط برحسب A، V، λ_0 و ϕ بیان کنید.

مقدار V را به‌ازای $M = 1/675 \times 10^{-27}\,kg$، $g = 9/800\,ms^{-2}$، و $h = 6/626 \times 10^{-34}\,J.s$ به‌دست آورید.

۱ـ۵ . وقتی ϕ از $-90°$ تا $\phi = 90°$ تغییر می‌کند دریچه‌ی خروجی OUT_1 چند چرخه ـ از شدت زیاد تا شدت کم و برگشت به شدت زیاد ـ را تکمیل می‌کند؟

داده‌های تجربی

تداخل سنج در یک آزمایش واقعی با $a = 3/600\,cm$ و $\theta = 22/10°$، و ۱۹/۰۰ چرخه‌ی کامل مشخص شده بود.

۱ـ۶ . اندازه‌ی λ_0 در این آزمایش چقدر بوده است؟

۱ـ۷ . اگر در آزمایش دیگری از همان نوع ۳۰ چرخه‌ی کامل مشاهده شده باشد و از نوترون‌هایی با طول $\lambda_0 = 0/2000\,nm$ استفاده شده باشد، اندازه‌ی سطح A چقدر است؟

راهنمایی :

اگر $|\alpha x| << 1$، می‌توان عبارت $(1+x)^\alpha$ را با $1+\alpha x$ جایگزین کرد.

پرسش ۲ . تماشای میله‌ی در حال حرکت[۴]

وضعیت فیزیکی

دوربینی با روزنه‌ی بسیار ریز، که روزنه‌ی آن در $x = 0$ و به فاصله‌ی D از محور x قرار دارد، با باز شدن روزنه برای مدتی بسیار کوتاه عکس‌هایی از میله می‌گیرد. علامت‌هایی همفاصله در امتداد محور x وجود دارد همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد **طول ظاهری** میله را می‌توان از روی عکس‌هایی که دوربین روزنه‌ای گرفته است تعیین کرد. در عکس، میله **در حال سکون** و طول آن L است. با این همه، میله ساکن نیست و با سرعت ثابت v در امتداد محور x در حال حرکت است.

رابطه‌های بنیادی

عکسی که با دوربین روزنه‌ای گرفته می‌شود بخش کوچکی از میله را در مکان $\bar{x}$ نشان می‌دهد.

۲ـ۱ . مکان واقعی x این بخش از میله در هنگامی که عکس گرفته می‌شود چیست؟ پاسخ خود را برحسب $\bar{x}$، D، L، v و سرعت

نور $c = ۳/۰۰\times۱۰^{۸}\,ms^{-۱}$ بیان کنید.

اگر که به ساده‌تر شدن نتیجه شما کمک می‌کند از تعریف‌های زیر استفاده کنید.

$$\beta=\frac{v}{c}\quad ,\quad \gamma=\frac{۱}{\sqrt{۱-\beta^{۲}}}$$

۲ـ۲ . همین‌طور رابطه‌های معکوس متناظر یعنی، $\tilde{x}$ را برحسب x، D، L، v و c بیابید.

توجه: مکان واقعی، مکان در چارچوبی است که در آن دوربین ساکن باشد.

طول ظاهری میله

در لحظه‌ای که مکان واقعی مرکز میله در نقطه‌ی $x_{۰}$ است دوربین روزنه‌ای یک عکس می‌گیرد.

۲ـ۳ . طول ظاهری میله را روی این عکس برحسب متغیرهای به‌دست آمده تعیین کنید.

۲ـ۴ . یکی از جعبه‌های موجود در ورقه‌ی پاسخ را برای چگونگی تغییر طول ظاهری برحسب زمان علامت بزنید.

عکس متقارن

یک عکس دوربین روزنه‌ای هر دو انتهای میله را در فاصله‌ی مساوی از روزنه نشان می‌دهد.

۲ـ۵ . طول ظاهری میله را روی این عکس تعیین کنید.

۲ـ۶ . مکان واقعی وسط میله در زمانی که این عکس گرفته شده است چیست؟

۲ـ۷ . این عکس تصویر وسط میله را در کجا نشان می‌دهد؟

اولین و آخرین عکس‌ها

وقتی میله خیلی دور و در حال نزدیک شدن است دوربین روزنه‌ای اولین عکس را می‌گیرد، و هنگامی که میله خیلی دور و در حال دور شدن است آخرین عکس گرفته می‌شود. طول ظاهری میله در یکی از عکس‌ها $۱/۰۰m$ و در عکس دیگر $۳/۰۰m$ است.

۲ـ۸ . برای نشان دادن این که طول مشاهده شده در کدام عکس دیده می‌شود یک جعبه را در ورقه‌ی پاسخ علامت بزنید.

۲ـ۹ . سرعت v را تعیین کنید.

۲ـ۱۰ . طول L میله در حال سکون را به‌دست آورید.

۲ـ۱۱ . طول ظاهری میله را از عکس متقارن نتیجه بگیرید.

پرسش ۳ . این پرسش شامل پنج بخش مستقل از هم است. هر بخش تنها جویای مرتبه‌ی بزرگی است، نه مقدار دقیق آن.

دوربین دیجیتال

یک دوربین دیجیتال را با تراشه‌ی مربعی CCD به ابعاد $L = ۳۵mm$ و تعداد (پیکسل $۱MPix = ۱۰^{۶}$) $N_{P} = ۵MPix$ در نظر بگیرید. فاصله‌ی کانونی عدسی این دوربین $f_{۰} = ۳۸mm$ است. عددهای پی‌درپی (۲، ۲/۸، ۴، ۵/۶، ۸، ۱۱، ۱۶ و ۲۲) که بر روی عدسی ظاهر می‌شود مربوط به عدد $F-$ است و با $F\#$ نشان داده می‌شود و به صورت نسبت فاصله‌ی کانونی به قطر دهانه‌ی عدسی D تعریف می‌شود، $F\#=\frac{f}{D}$.

۳ـ۱ . بهترین تفکیک فضایی ممکن Δx_{min} در تراشه‌ی دوربین را که توسط عدسی محدود شده است بیابید. نتیجه‌ی خود را برحسب طول موج λ و عدد $F-$ $(F\#)F$، بیان کنید و مقدار عددی آن را به ازای $\lambda = ۵۰۰nm$ به دست آورید.

۳ـ۲ . تعداد مگاپیکسل N لازم برای این که تراشه‌ی CCD با این تفکیک همساز شود را پیدا کنید.

۳ـ۳ . گاهی، عکاسان می‌کوشند از دوربینی با کوچک‌ترین دهانه‌ی عملی استفاده کنند. فرض کنید که دوربینی با $N_{۰} = ۱۶MPix$ و اندازه‌ی تراشه و فاصله کانونی ذکر شده در اختیار داریم. چه مقداری برای $F\#$ انتخاب شود تا کیفیت تصویر را اپتیک محدود نسازد.

۳ـ۴ . می‌دانیم که چشم انسان تفکیک زاویه‌ای تقریبی $\phi = ۲arc\,min$ دارد و یک چاپگر عکس نوعی با حداقل $۳۰۰dpi$ (نقطه بر اینچ) چاپ می‌کند، در چه فاصله‌ی کمینه‌ی z باید صفحه‌ی چاپ‌شده را از چشم خود نگه دارید تا چشم شما تک‌تک نقطه‌ها را نبیند؟

$(۱inch = ۲۵/۴cm$ و $۱arc\,min = ۲/۹۱\times۱۰^{-۴}\,rad)$

تخم مرغ سفت[۵]

تخم‌مرغی مستقیماً از یخچالی با دمای $T_{۰} = ۴^{\circ}C$ به درون آب جوشان با دمای $T_{۱}$ انداخته می‌شود.

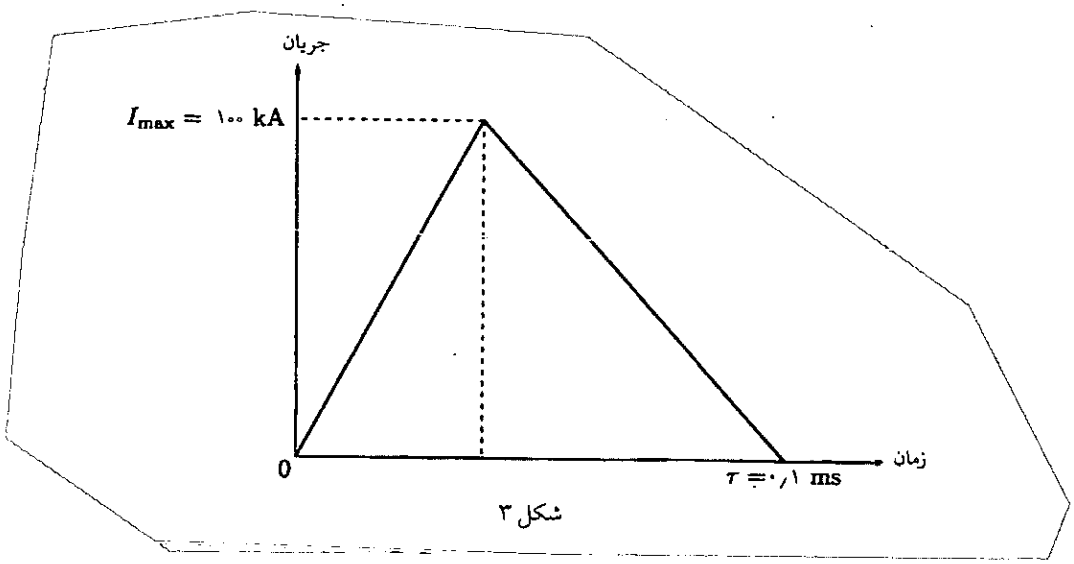
۳ـ۵ . چقدر انرژی U لازم است تا تخم‌مرغ بسته شود؟

۳ـ۶ . جریان گرمای J به درون تخم‌مرغ چقدر است؟

۳ـ۷ . اندازه‌ی توان گرمایی P که به تخم‌مرغ منتقل می‌شود چقدر است؟

۳ـ۸ . چقدر باید تخم‌مرغ را پخت تا کاملاً سفت شود؟

راهنمایی: می‌توان از شکل ساده‌شده‌ی قانون فوریه $J = k\frac{\Delta T}{\Delta r}$ استفاده کرد، که در آن ΔT اختلاف دمای مربوط به Δr، مقیاس طول نوعی مسئله، است. جریان گرمای J برحسب یکای $Wm^{-۲}$ است.



شکل ۳

داده‌ها

$\mu = ۱۰^{۳}\ kgm^{-۳}$: چگالی جرمی تخم‌مرغ

$C = ۴/۲ JK^{-۱}g^{-۱}$: ظرفیت گرمایی ویژه‌ی تخم‌مرغ

$R = ۲/۵ cm$: شعاع تخم‌مرغ

$T_C = ۶۵^{\circ}C$: دمای گرفتن سفیده‌ی تخم‌مرغ (پروتئین تخم‌مرغ)

$k = ۰/۶۴ WK^{-۱}m^{-۱}$: ضریب انتقال گرمایی

(برای حالت مایع و جامد سفیده‌ی تخم‌مرغ یکسان فرض شود)

آذرخش

مدل بسیار ساده‌شده‌ای از آذرخش ارائه شده است. آذرخش ناشی از تجمع بار الکتریکی در ابرهاست. درنتیجه، زیر ابر معمولاً دارای بار مثبت می‌شود و بالا آن دارای بار منفی و زمین زیر ابر دارای بار منفی می‌شود. وقتی میدان الکتریکی نظیر آن از شدت فروشکست هوا فراتر رود، یک تخلیه‌ی الکتریکی ویرانگر رخ می‌دهد: این آذرخش است.

به کمک منحنی ساده‌شده‌ی جریان- زمان شکل ۳ و با توجه به داده‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$h = ۱km$: فاصله‌ی بین پایین ابر و سطح زمین

$E_0 = ۳۰kVm^{-۱}$: میدان الکتریکی فروشکست هوای مرطوب

۳۲×۱۰^{۶} : تعداد کل آذرخش‌ها در سال که به زمین برخورد می‌کند.

$۶/۵\times۱۰^{۹}$: جمعیت کل انسان‌ها

۳ـ۹ . مقدار کل بار Q آزاد شده در آذرخش، چقدر است؟

۳ـ۱۰ . جریان میانگین I بین زیر ابر و سطح زمین در طول آذرخش چقدر است؟

۳ـ۱۱ . فرض کنید انرژی همه‌ی آذرخش‌ها در طول یک سال جمع و به طور یکسان بین همه‌ی مردم تقسیم شود. با سهم خود چه مدت می‌توانید به طور پیوسته یک لامپ ۱۰۰W را روشن نگه دارید؟

رگ‌های مویین[۶]

خون را شاره‌ای چسبنده و تراکم‌ناپذیر با چگالی جرمی μ مانند آب و چسبندگی دینامیکی $\eta = ۴/۵ gm^{-۱}s^{-۱}$ در نظر بگیرید. رگ‌های خون را به صورت لوله‌های راست دایره‌ای به شعاع r و طول L مدل‌سازی می‌کنیم و جریان خون را با قانون پوازوی توصیف می‌کنیم.

$$\Delta P = RD$$

دینامیک شاره‌ها شبیه قانون اهم در الکتریسیته است. در اینجا ΔP اختلاف فشار بین ورودی و خروجی رگ خونی است، $D = Sv$ حجمی است که از سطح مقطع S رگ خون می‌گذرد و v سرعت خون است. مقاومت هیدرولیک R از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$R = \frac{۸\eta L}{\pi r^{۴}}$$

برای گردش خون منظم (جریان از بطن چپ به دهلیز راست قلب)، جریان خون برای مردی که در حال استراحت است $D \approx ۱۰۰ cm^{۳}s^{-۱}$ می‌شود. پرسش‌های زیر را با این فرض‌ها پاسخ دهید که همه رگ‌های مویین به طور موازی به هم متصل شده‌اند، شعاع و طول هر یک از آن‌ها به ترتیب $r = ۴\mu m$ و $L = ۱mm$ است و تحت اختلاف فشار $\Delta P = ۱kPa$ عمل می‌کنند.

۳ـ۱۲ . چند رگ خونی در بدن انسان وجود دارد؟

۳ـ۱۳ . سرعت جریان خون در یک رگ مویین چقدر است؟

آسمان خراش[۷]

دمای بیرونی در پایین آسمان خراشی به ارتفاع ۱۰۰۰m برابر

$T_{bot} = ۳۰^{\circ}C$ است. می‌خواهیم دمای بیرونی T_{top} را در بالای آسمان‌خراش برآورد کنیم. تیغه‌ای از هوا (گاز نیتروژن کامل با ضریب بی‌دررو $\gamma = \frac{۷}{۵}$) به آرامی تا ارتفاع z، که در آن فشار کم‌تر است، بالا می‌رود. فرض کنید که این تیغه به طور بی‌دررو منبسط شود، درنتیجه دمای آن به دمای هوای اطراف فرو افتد.

۳-۱۴. تغییر نسبی دما dT/T با تغییر نسبی فشار dP/P چه رابطه‌ای دارد؟

۳-۱۵. اختلاف فشار dP را برحسب تغییر ارتفاع dz بیان کنید.

۳-۱۶. دما در بالای ساختمان چقدر است؟

داده‌ها

ثابت بولتزمن : $k = ۱/۳۸ \times ۱۰^{-۲۳}\ JK^{-۱}$

جرم یک مولکول نیتروژن : $m = ۴/۶۵ \times ۱۰^{-۲۶}\ kg$

شتاب گرانشی : $g = ۹/۸۰ ms^{-۲}$

زیرنویس:

1. The 37th International Physics Olympiad, Singapore, 2006
2. Gravity in a Neutron Interferometer
3. Collela, Overhauser and Werner
4. Watching a Rod in Motion
5. Hard-boiled egg
6. Capillary Vessels
7. Skyscraper

پاسخ تشریحی

سی و هفتمین المپیاد بین‌المللی فیزیک

مسابقه‌ی نظری

پرسش ۱. گرانی در تداخل سنج نوترونی

هندسه

۱-۱. هر ضلع لوزی طولی برابر $L = \frac{a}{\cos\theta}$ دارد و فاصله‌ی بین ضلع‌های موازی برابر $D = \frac{a}{\cos\theta}\sin ۲\theta = ۲a\sin\theta$ است. حاصل‌ضرب این دو، اندازه‌ی سطح لوزی شکل را به دست می‌دهد.

$$A = LD = ۲a^{۲}\tan\theta$$

۱-۲. ارتفاع دریچه‌ی خروجی $OUT_{۱}$ بالای صفحه‌ی افقی محور کج شدگی برابر است با

$$H = ۲a\sin\theta\sin\phi$$

طول راه نوری

۱-۳. تنها طول هر یک از خط‌های موازی ورودی (IN) و خروجی ۱ ($OUT_{۱}$) برابر L است. با توجه به طول موج دوبروی $\lambda_{۰}$ در طرف ورودی و طول موج $\lambda_{۱}$ در طرف خروجی ۱، داریم

$$\Delta N_{opt} = \frac{L}{\lambda_{۰}} - \frac{L}{\lambda_{۱}} = \frac{a}{\lambda_{۰}\cos\theta}(۱ - \frac{\lambda_{۰}}{\lambda_{۱}})$$

تکانه‌ی متناظر با هر طول موج به ترتیب برابر $h/\lambda_{۰}$ یا $h/\lambda_{۱}$ است و با توجه به پایستگی انرژی داریم

$$\frac{۱}{۲M}(\frac{h}{\lambda_{۰}})^{۲} = \frac{۱}{۲M}(\frac{h}{\lambda_{۱}})^{۲} + MgH$$

در نتیجه

$$\frac{\lambda_0}{\lambda_1}=\sqrt{1-2\frac{gM^2}{h^2}\lambda_0^2 H}$$

با توجه به این‌که عبارت $(gM^2/h^2)\lambda_0^2 H$ از مرتبه 10^{-7} است، با تقریب بسیار خوبی داریم

$$\frac{\lambda_0}{\lambda_1}=1-\frac{gM^2}{h^2}\lambda_0^2 H$$

به این ترتیب داریم

$$\Delta N_{opt}=\frac{a}{\lambda_0\cos\theta}\frac{gM^2}{h^2}\lambda_0^2 H$$

یا

$$\Delta N_{opt}=2\frac{gM^2}{h^2}a^2\lambda_0\tan\theta\sin\phi$$

۱-۴. $$\Delta N_{opt}=\frac{\lambda_0 A}{V}\sin\phi$$

که در آن مقدار عددی کمیت حجم برابر است با

$$V=0/1597\times10^{-13}\,m^3=0/1597\,nm.cm^2$$

۱-۵. وقتی اختلاف راه نوری برای دو پرتو عدد درستی باشد، یعنی $\Delta N_{opt}=0,\pm1,\pm2,\cdots$، تداخل سازنده (بیش‌ترین شدت در خروجی ۱) وجود دارد و هنگامی که این اختلاف نصف عدد درستی باشد، یعنی $\Delta N_{opt}=\pm\frac{1}{2},\pm\frac{3}{2},\pm\frac{5}{2},\cdots$، تداخل ویرانگر (کم‌ترین شدت در خروجی ۱) خواهیم داشت. با تغییر ϕ از $\phi=-90^\circ$ تا $\phi=90^\circ$ داریم

$$\Delta N_{opt}\Big|_{\phi=-90^\circ}^{\phi=90^\circ}=\frac{2\lambda_0 A}{V}$$

در این صورت به ازای هر چرخه داریم $\frac{2\lambda_0 A}{V}$.

۱-۶. داده‌های تجربی

به ازای $a=3/6cm$ و $\theta=22/1^\circ$ داریم

$$A=10/53cm^2$$

در این صورت

$$\lambda_0=\frac{19\times0/1597}{2\times10/53}nm=0/1441nm$$

۱-۷. برای ۳۰ چرخه‌ی کامل و به ازای $\lambda_0=0/2nm$ مساحت نظیر آن برابر است

$$A=\frac{30\times0/1597}{2\times0/2}cm^2=11/98cm^2$$

پرسش ۲. تماشای میله‌ی در حال حرکت

رابطه‌های بنیادی

۲-۱. مکان $\tilde{x}$ روی عکس نشان می‌دهد اگر نور در لحظه‌ای زودتر از لحظه‌ی گرفتن عکس گسیل شده باشد، زمان حرکت نور برابر است

$$T=\sqrt{D^2+\tilde{x}^2}/c$$

در حین سپری شدن زمان T بخش مربوط به میله فاصله‌ی vT را حرکت کرده است، به این ترتیب مکان واقعی x در زمان گرفتن عکس برابر است با

$$x=\tilde{x}+\beta\sqrt{D^2+\tilde{x}^2}$$

۲-۲. با حل معادله‌ی بالا بر حسب $\tilde{x}$ داریم

$$\tilde{x}=\gamma^2 x-\beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x)^2}$$

۲-۳. طول ظاهری میله

به دلایل انقباض لورنتس، طول واقعی میله‌ی در حال حرکت برابر L/γ است، به این ترتیب مکان واقعی دو انتهای میله برابر است با

$$x_\pm=x_0\pm\frac{L}{2\gamma}$$

علامت مثبت برای انتهای جلو و منفی برای انتهای عقب میله در نظر گرفته شود. عکس گرفته شده توسط دوربین روزنه‌ای تصاویر انتهای میله را در مکان‌های زیر نشان می‌دهد.

$$\tilde{x}_\pm=\gamma(\gamma x_0\pm\frac{L}{2})-\beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0\pm\frac{L}{2})^2}$$

در نتیجه طول ظاهری میله $\tilde{L}(x_0)=\tilde{x}_+-\tilde{x}_-$ برابر است با

$$\tilde{L}(x_0)=\gamma L+\beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0-\frac{L}{2})^2}-\beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0+\frac{L}{2})^2}$$

۲-۴. چون میله با سرعت ثابت v حرکت می‌کند، داریم $\frac{dx_0}{dt}=v$ و در نتیجه پرسش این است که وقتی x_0 افزایش می‌یابد آیا $\tilde{L}(x_0)$ افزایش و یا کاهش می‌یابد. در شکل ۴ دو نمودار $\sqrt{D^2+(\gamma x_0\pm L/2)^2}$ بر حسب γx_0 رسم شده است

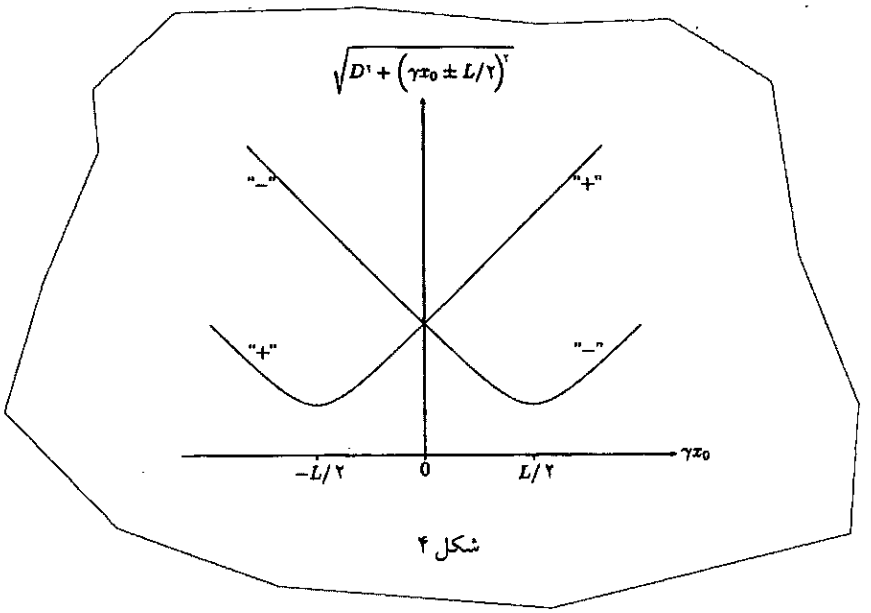
اختلاف بین ریشه‌های مربعی «-» و «+» در عبارت $\tilde{L}(x_0)$ ظاهر می‌شود و این اختلاف به طور آشکار وقتی x_0 افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد. در نتیجه طول ظاهری میله در تمام زمان کاهش می‌یابد.

۲-۵. عکس متقارن

بنا به دلایل تقارن، طول ظاهری میله روی عکس متقارن، برابر طول واقعی میله‌ی در حال حرکت است، زیرا نور از هر دو انتهای میله به طور همزمان گسیل می‌شود و در یک لحظه به دوربین روزنه‌ای می‌رسد. به این ترتیب طول ظاهری میله برابر است

$$\tilde{L}=\frac{L}{\gamma}$$

۲-۶. مکان‌های نقطه‌ی انتهایی ظاهری به صورت $\tilde{x}_-=-\tilde{x}_+$



شکل ۴

هستند، یا

$$0 = \tilde{x}_+ + \tilde{x}_- = 2\gamma^2 x_0 - \beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0+\frac{L}{2})^2} - \beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0-\frac{L}{2})^2}$$

از طرفی

$$\frac{L}{\gamma} = \tilde{x}_+ - \tilde{x}_- = \gamma L - \beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0+\frac{L}{2})^2} + \beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0-\frac{L}{2})^2}$$

در نتیجه از دو رابطه‌ی اخیر خواهیم داشت

$$\sqrt{D^2+(\gamma x_0 \pm \frac{L}{2})^2} = \frac{2\gamma^2 x_0 \pm (\gamma L - L/\gamma)}{2\beta\gamma} = \frac{\gamma x_0}{\beta} \pm \frac{\beta L}{2}$$

محاسبه نشان می‌دهد چه علامت مثبت را انتخاب کنیم و چه علامت منفی را، به یک پاسخ برای x_0 می‌رسیم

$$x_0 = \beta\sqrt{D^2+(\frac{L}{2\gamma})^2}$$

۲-۷ . به این ترتیب تصویر وسط میله روی عکس متقارن در مکان زیر قرار دارد

$$\tilde{x}_0 = \gamma^2 x_0 - \beta\gamma\sqrt{D^2+(\gamma x_0)^2} = \beta\gamma\sqrt{(\gamma D)^2+(\frac{L}{2})^2} - \sqrt{(\gamma D)^2+(\frac{\beta L}{2})^2}$$

که در فاصله‌ی $x_0 - \frac{L}{2\gamma}$ از تصویر انتهای $l = \tilde{x}_+ - \tilde{x}_0$ جلویی میله است،

$$l = \frac{L}{2\gamma} - \beta\gamma\sqrt{(\gamma D)^2+(\frac{L}{2})^2} + \beta\gamma\sqrt{(\gamma D)^2+(\frac{\beta L}{2})^2}$$

یا

$$l = \frac{L}{2\gamma}\left[1 - \frac{\beta L/2}{\sqrt{(\gamma D)^2+(L/2)^2}+\sqrt{(\gamma D)^2+(\beta L/2)^2}}\right]$$

۲-۸ . اولین و آخرین عکس‌ها

در اولین لحظه، مقدار منفی خیلی بزرگی برای x_0 داریم و به این ترتیب طول ظاهری میله روی اولین عکس برابر است با

$$\tilde{L}_{\text{اولین}} = \tilde{L}(x_0 \to -\infty) = (1+\beta)\gamma L = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}L$$

به‌طور مشابه، در آخرین لحظه، مقدار مثبت خیلی بزرگی برای x_0 داریم، به این ترتیب طول ظاهری میله روی آخرین عکس برابر است با

$$\tilde{L}_{\text{اولین}} = \tilde{L}(x_0 \to +\infty) = (1-\beta)L = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}L$$

در نتیجه $\tilde{L}_{\text{آخرین}} < \tilde{L}_{\text{اولین}}$ ، و طول ظاهری در اولین عکس برابر ۳m و در آخرین عکس برابر ۱m است.

۲-۹ . با توجه به رابطه‌های قسمت قبل داریم

$$\beta = \frac{\tilde{L}_{\text{اولین}} - \tilde{L}_{\text{آخرین}}}{\tilde{L}_{\text{اولین}} + \tilde{L}_{\text{آخرین}}} = \frac{3-1}{3+1} = \frac{1}{2}$$

در نتیجه سرعت میله برابر $v = \frac{c}{2}$ است.

۲-۱۰. همچنین داریم

$$\gamma = \frac{\tilde{L}_{\text{اولین}} + \tilde{L}_{\text{آخرین}}}{2\sqrt{\tilde{L}_{\text{اولین}}\,\tilde{L}_{\text{آخرین}}}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1/1547$$

$$L = \sqrt{\tilde{L}_{\text{اولین}}\,\tilde{L}_{\text{آخرین}}} = 1/73\,m$$

۲-۱۱. طول میله روی عکس متقارن به صورت زیر است

$$\tilde{L} = \frac{2\tilde{L}_{\text{اولین}}\,\tilde{L}_{\text{آخرین}}}{\tilde{L}_{\text{اولین}} + \tilde{L}_{\text{آخرین}}} = 1/50\,m$$

پرسش ۳

دوربین دیجیتال

۳-۱. دو عامل، تفکیک دوربین را به عنوان یک ابزار عکاسی محدود می‌کند: پراش توسط دهانه (دیافراگم) و اندازه‌ی پیکسل. برای پراش، تفکیک زاویه‌ای ذاتی θ_R برابر نسبت طول موج λ نور به قطر D دهانه‌ی دوربین است

$$\theta_R = 1/22\frac{\lambda}{D}$$

که عامل استاندارد ۱/۲۲ ناشی از دایره‌ای شکل بودن دهانه است. وقتی عکسی می‌گیریم، شیء به طور معمول در فاصله‌ی نسبتاً دوری از عکاس قرار دارد و تصویر در صفحه‌ی کانونی دوربین، جایی که تراشه‌ی CCD قرار گرفته است، تشکیل می‌شود. آن‌گاه معیار پراش ریلی بیان می‌دارد که دو نقطه‌ی تصویری در صورتی می‌توانند تفکیک شوند که در فاصله‌ای بیش از Δx از هم جدا شده باشند

$$\Delta x = f\theta_R = 1/22\lambda F\#$$

که می‌دهد

$$\Delta x = 1/22\mu m$$

۳-۲. اگر بزرگ‌ترین دهانه‌ی ممکن را انتخاب کنیم (یا کوچک‌ترین مقدار F#=۲) و طول موج نوعی نور روز را $\lambda = 500\,nm$ فرض کنیم: تفکیک دیجیتالی با فاصله‌ی l بین مرکز دو پیکسل مجاور داده می‌شود. برای دوربین ۵MPix این فاصله تقریباً برابر است

$$l = \frac{L}{\sqrt{N_p}} = 15/65\mu m$$

۳-۳. در وضعیت آرمانی باید تفکیک دیجیتالی و نوری را بر هم انطباق دهیم تا هیچ یک از ویژگی‌های تصویر از دست نرود. با برابر قرار دادن تفکیک نوری معین با عبارت تفکیک دیجیتالی خواهیم داشت

$$N = (\frac{L}{\Delta x})^2 \approx 823\,MPix$$

۳-۴. حال می‌خواهیم به ویژگی دهانه‌ی بهینه که نامعلوم است، توجه کنیم. می‌دانیم که باید داشته باشیم $\Delta x \geq l$، یعنی $F\# \leq F_0$ که

$$F_0 = \frac{L}{1/22\lambda\sqrt{N_0}} = 2\sqrt{\frac{N}{N_0}} = 14/34$$

از آن‌جایی که این مقدار F# موجود نیست نزدیک‌ترین مقدار به آن را که تفکیک نوری بزرگ‌تری دارد انتخاب می‌کنیم، یعنی $F_0 = 11$.

تخم مرغ سفت

۳-۵. همه‌ی تخم مرغ باید به دمای بسته شدن برسد. این بدان معناست که افزایش دما برابر است با

$$\Delta T = T_C - T_0 = 65^\circ C - 4^\circ C = 61^\circ C$$

به این ترتیب کم‌ترین مقدار انرژی مورد نیاز برای این که تخم مرغ به طور کامل بسته شود از رابطه‌ی $U = \mu VC\Delta T$ به دست می‌آید که $V = 4\pi R^3/3$ حجم تخم مرغ است. در نتیجه خواهیم داشت

$$U = \mu\frac{4\pi R^2}{3}C(T_C - T_0) = 16768\,J$$

۳-۶. از معادله‌ی ساده شده‌ی جریان گرما می‌توانیم مقدار انرژی‌ای را که از طریق سطح تخم مرغ به درون آن بر واحد زمان جریان یافته است، حساب کنیم. برای به دست آوردن مقدار تقریبی برای زمان فرض می‌کنیم دمای اولیه‌ی مرکز تخم مرغ $T = 4^\circ C$ است. مقیاس طول نوعی $\Delta r = R$ است، و اختلاف دمای مربوط به آن برابر $\Delta T = T_1 - T_0$ است که $T_1 = 100^\circ C$ دمای آب جوشان است. به این ترتیب خواهیم داشت

$$J = k(T_1 - T_0)/R = 2458\,Wm^{-2}$$

۳-۷. گرما از آب جوشان، از طریق سطح تخم مرغ به آن منتقل شده است. در نتیجه

$$P = 4\pi R^2 J = 4\pi kR(T_1 - T_0) \approx 19/3\,W$$

۳-۸. برای به دست آوردن مدت زمان تقریبی τ که در آن تخم مرغ کاملاً سفت می‌شود باید مقدار گرمایی که از همه‌ی راه‌ها به مرکز تخم مرغ جریان یافته است در نظر بگیریم. در این صورت داریم

$$\tau = \frac{U}{P} = \frac{\mu CR^2}{3k}\frac{T_C - T_0}{T_1 - T_0} = \frac{16768}{19/3} = 869\,s \approx 14/5\,min$$

آذرخش

۳-۹ . مقدار کل بار آزاد شده‌ی Q برابر سطح زیر نمودار جریان-زمان شکل ۳ است . با توجه به مثلث شکل بودن این نمودار داریم

$$Q=\frac{I_0\tau}{2}=5C$$

۳-۱۰ . جریان میانگین مورد نظر برابر است با

$$I=Q/\tau=\frac{I_0}{2}=50kA$$

۳-۱۱ . از آن‌جا که زیر ابر دارای بار مثبت و زمین دارای بار منفی می‌شود، وضعیت، مشابه دو خازن موازی عظیم است . مقدار انرژی ذخیره شده در فضای بین صفحه‌های این خازن پیش از آذرخش برابر $QE_0h/2$ است که E_0h اختلاف پتانسیل (ولتاژ) بین زیر ابر و زمین است، و در حین آذرخش این انرژی آزاد می‌شود . به علاوه برای یک آذرخش، انرژی $QE_0h/2=7/5\times10^8\,J$ را به دست می‌آوریم که با جریان آن می‌توانید به مدت زیر یک لامپ ۱۰۰W را روشن نگه دارید

$$t=\frac{32\times10^6}{6/5\times10^9}\times\frac{7/5\times10^8\,J}{100W}\approx10h$$

رگ‌های مویین

۳-۱۲ . با در نظر گرفتن همه‌ی رگ‌ها داریم

$$R_{all}=\frac{\Delta P}{D}=10^7\,Pa.m^{-3}.s$$

با توجه به فرض پرسش، همه‌ی رگ‌ها به طور موازی به هم متصل شده‌اند . شباهت بین قانون‌های پوازوی و اهم، مقاومت هیدرولیک R را برای یک لوله‌ی مویین به صورت زیر به دست می‌دهد

$$\frac{1}{R_{all}}=\frac{N}{R}$$

در این صورت

$$N=\frac{R}{R_{all}}$$

حال به کمک قانون پوازوی برای همه‌ی رگ‌های خونی در بدن انسان، R را حساب می‌کنیم

$$R=\frac{8\eta L}{\pi r^4}=4/5\times10^{16}\,kg.m^{-4}.s^{-1}$$

در نتیجه داریم

$$N=\frac{4/5\times10^{16}}{10^7}=4/5\times10^9$$

۳-۱۳ . اگر سطح مقطع همه‌ی رگ‌های خونی بدن انسان را $S_{all}=N\pi r^2$ بگیریم، با توجه به رابطه‌ی $D=S_{all}v$ داریم

$$v=\frac{D}{N\pi r^2}=\frac{r^2\Delta P}{8\eta L}=0/44mm.s^{-1}$$

آسمان‌خراش

۳-۱۴ . وقتی تیغه‌ی هوا در ارتفاع z بالای زمین است، فشار هوای درون تیغه P(z)، دما T(z) و حجم آن V(z)=Ah(z) است که A مساحت سطح مقطع و h(z) ضخامت تیغه‌ی هواست . با ترکیب قانون گاز کامل (N تعداد مولکول‌ها در تیغه است)

$$PV=NkT$$

و قانون گاز بی‌در رو

$$(PV)^\gamma\propto P^{\gamma-1}\qquad \text{یا}\qquad PV^\gamma=\text{ثابت}$$

داریم

$$P^{\gamma-1}\propto T^\gamma$$

با مشتق‌گیری از این تناسب خواهیم داشت

$$(\gamma-1)\frac{dP}{P}=\gamma\frac{dT}{T}$$

در نتیجه

$$\frac{dT}{T}=(1-\frac{1}{\gamma})\frac{dP}{P}$$

۳-۱۵ . از آنجا که تیغه شتابی ندارد، وزن آن باید با نیروی برآیند ناشی از اختلاف فشار در بالا و زیر تیغه به تعادل برسد . اگر نیروهای رو به پایین را مثبت بگیریم، داریم

$$0=Nmg+A[P(z+h)-P(z)]$$
$$=\frac{PV}{kT}mg+\frac{V}{h}\frac{dP}{dz}h$$

به این ترتیب

$$\frac{dP}{dz}=-\frac{mg}{k}\frac{P}{T}$$

یا

$$dP=-\frac{mg}{k}\frac{P}{T}dz$$

۳-۱۶ . اگر عبارت‌هایی را که در دو قسمت اخیر به دست آوردیم بر یکدیگر تقسیم کنیم، خواهیم داشت

$$dT=-(1-1/\gamma)\frac{mg}{k}dz$$

در نتیجه

$$T_{top}=T_{bot}-(1-1/\gamma)\frac{mgh}{k}$$

برای ساختمانی به ارتفاع $H=1km$ ودمای $T_{bot}=30^\circ C$ داریم

$$T_{top}=20/6^\circ C$$

IN THE NAME OF GOD

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

Roshd

77

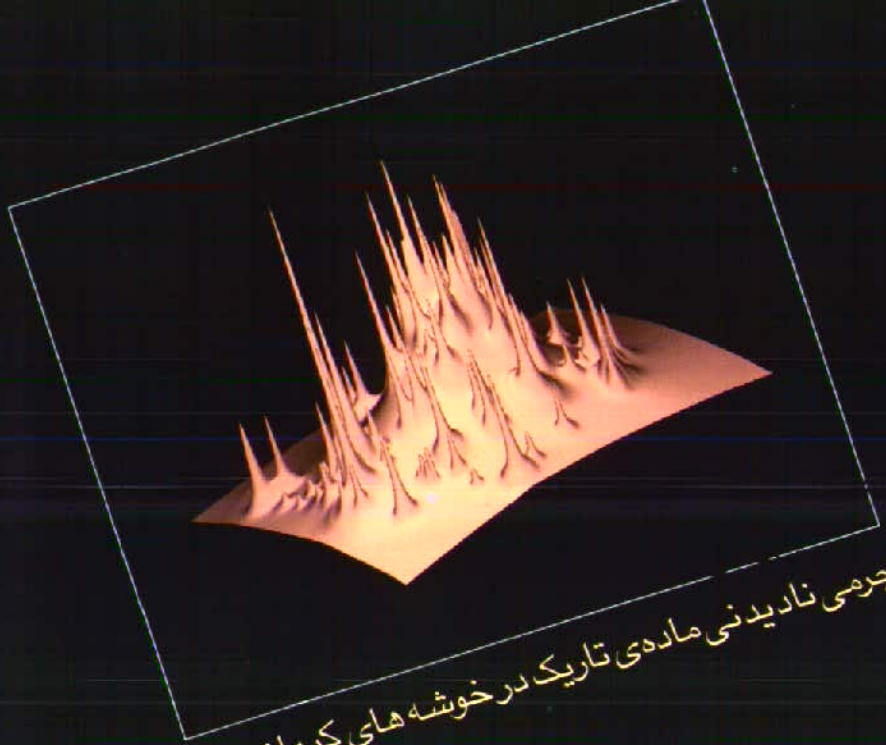
Physics Education Journal

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

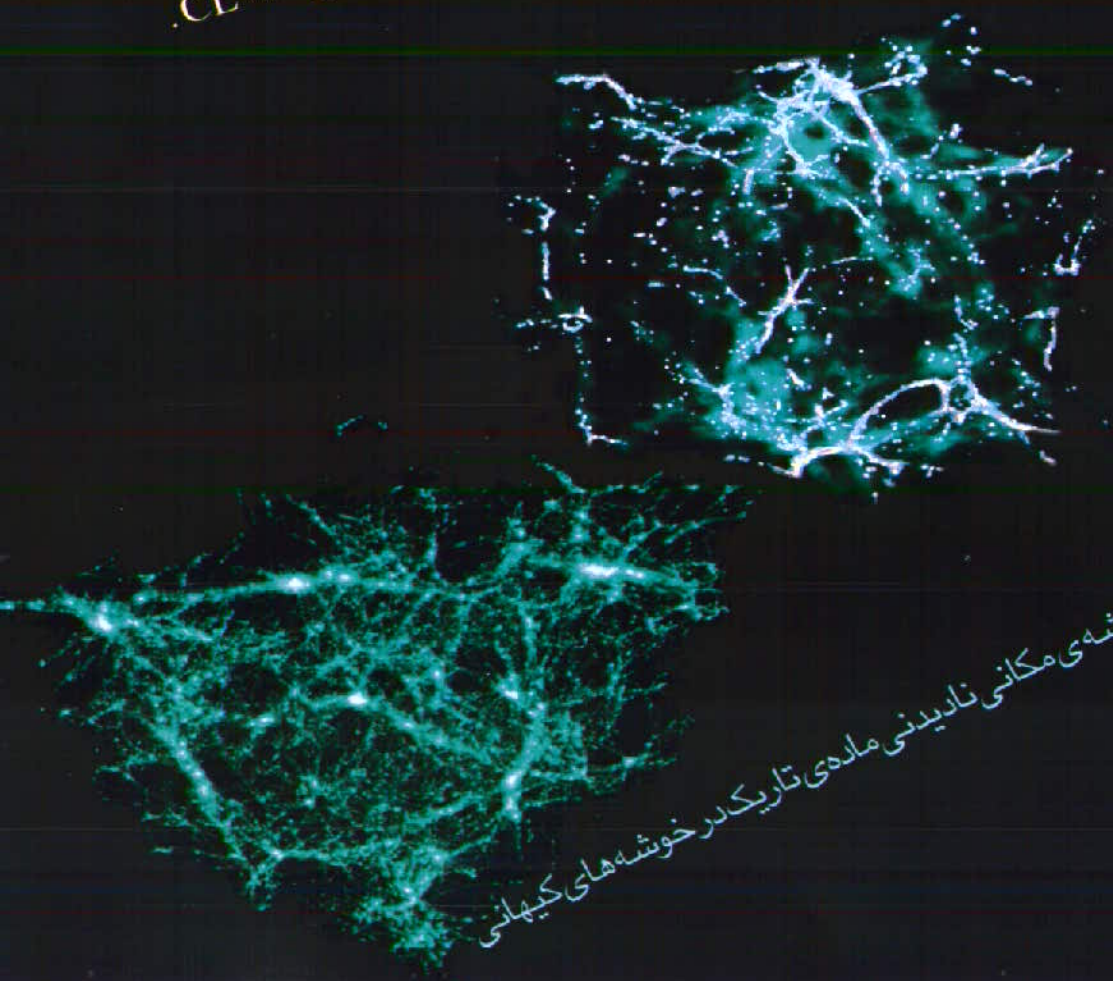
Vol.22 - No.77 - 2006
ISSN : 1606-917X

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

The aim of education is to humanize **2** *by R.Khalili Brojeni*
The Baghdad battery **3**
How to achieve creativity in Physics **4** *by N. Razagh Zadeh*
Physics: Imagination and reality **12** *by F.Wallas*
Limitations of third law of Newton **15** *by S.J. Mehrdad*
Superdrops in cup of tea **16** *by P. Moore*
Carbon nanotubes **18** *by M.Hemmati ghalai*
Geothermal energy **22** *by M. Malek Mohamadi*
Can a spot of light move faster than c? **25**
Physics First: The right. Side-Upscience sequeuce **26** *by G. Ewald et al*
Practical procedures to activate students in physics l **28** *by F. Ebrahimi Badi*
What is the property of standard questions? **32** *by E. Rabei*
Nerve - call modeling by electrical circuits **36** *by M. R.Khoshbin-e-Khoshnazar*
Kelvin's water dropper **39** *by A. Alam Samimi & B. Tonokaboni*
Mechanics education, superficial or profound **42** *by M. Alamat Saz*
Albert Einstein: The violinist **45** *by* P. White
The meaning of outer surface in conductors **48** *by H. Etehad Mehrabad and M. Ravanbakhsh*
With the readers **53**
Book review **54** *by R.Khalili*
Thirty seventh international physics olympiad **55**



توزیع جرمی نادیدنی ماده‌ی تاریک در خوشه‌های کیهانی CL.۰۲۴

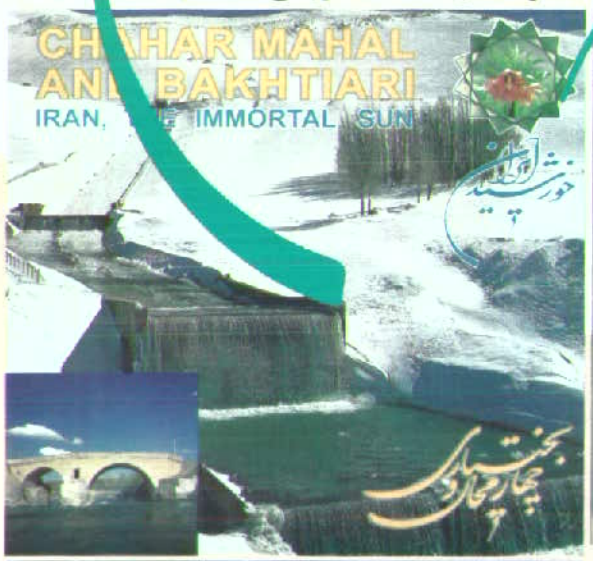


نقشه‌ی مکانی نادیدنی ماده‌ی تاریک در خوشه‌های کیهانی

مجموعه کتاب های

خورشید ایران

زیرنظر
دفتر انتشارات کمک آموزشی (کتاب رشد)



تولید و انتشار یک دوره کتاب تصویری زیر عنوان «خورشید ایران» کاری است سترگ و حرکتی است بزرگ در جهت معرفی چهره ای کامل و مبتنی بر واقعیت استان به استان ایران که سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش مسؤولیت آن را بر عهده دارد و بر آن است که به فضل الهی و با برخورداری از همکاری و تلاش یک گروه عملیاتی ممتاز و استفاده از امکانات لازم و کافی به هدف خود فعلیت بخشد.

دوره ی کتاب خورشید ایران برگی است از دفترقطور نعمت های بی شمار خداوند در سرزمینی که طی تاریخ چند هزار ساله ی خود حامل بار عظیمی از تمدن بشری بوده و امروز چنان ویژگی های ارزشمندی یافته است که می تواند خود را بالنده و پیشرو به جهانیان معرفی کند.

این مجموعه برای کلیه علاقه مندان به حوزه ی «ایران شناسی» و دبیران و معلمان جغرافیا و علوم اجتماعی مفید می باشد.

علاقه مندان می توانند این کتاب ها را از «واحد توزیع و بازرگانی» دفتر انتشارات کمک آموزشی و یا فروشگاه های انتشارات مدرسه تهیه نمایند.

- تلفن واحد توزیع و بازرگانی: ۷۷۳۳۵۱۱۰ و ۷۷۳۳۶۶۵۶-۰۲۱
- تلفن انتشارات مدرسه: ۹-۸۸۸۰۰۳۲۴-۰۲۱