



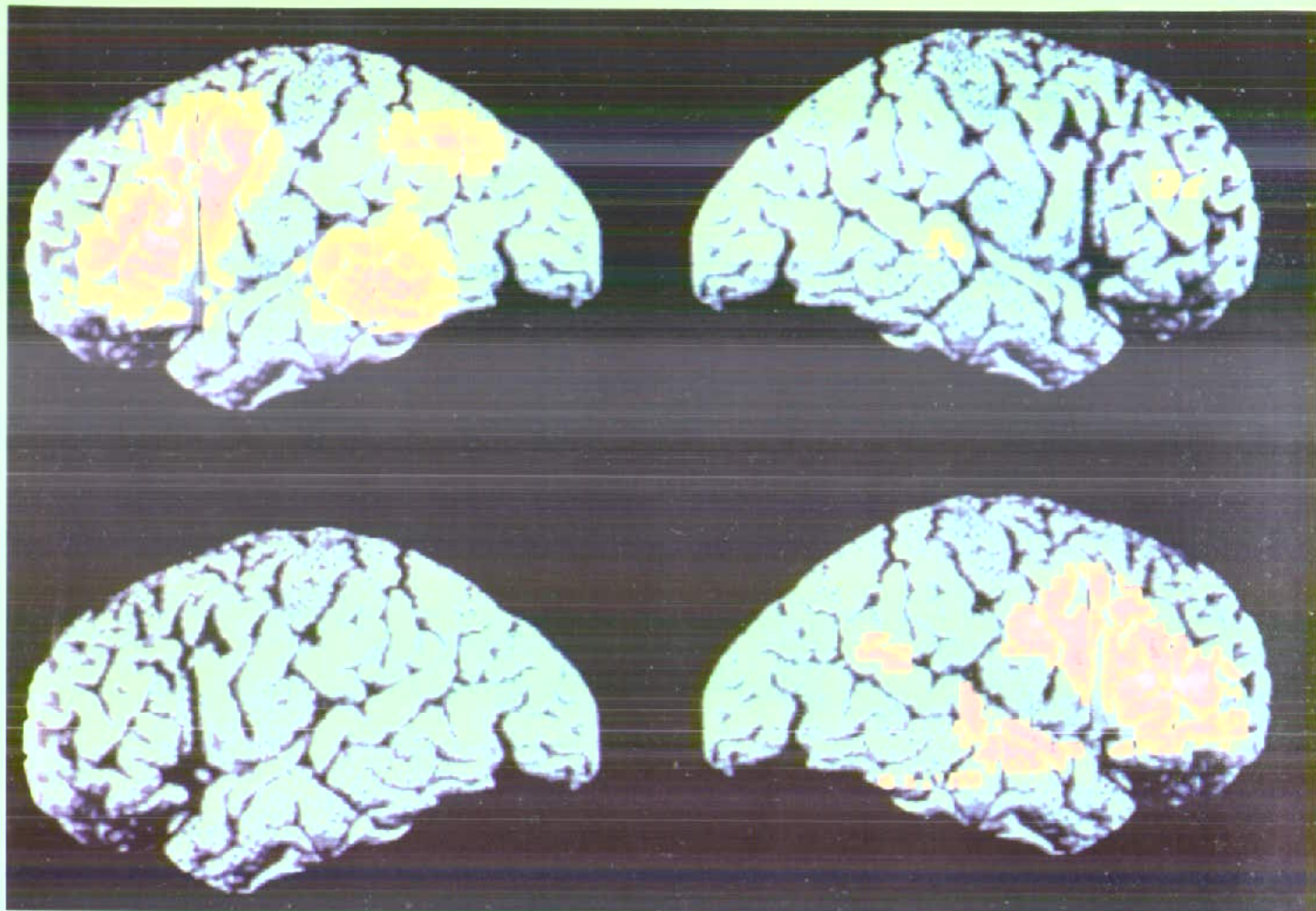
رشد

۵۶

آموزش فیمبر

سال سیزدهم - بهاء، ۱۵۰ تومان





▲ تصاویری که با استفاده از روش تصویرگیری باگسیل پوزیترون (PET) از مقایسه یک فعالیت مغزی خاص گرفته شده است. تصاویر بالایی مربوط به فعالیت مغز یک نفر راست دست و تصاویر پایینی مربوط به همان فعالیت برای شخصی چپ دست است که نشان می دهد دو طرف مخالف مغز در این فعالیت دخیل اند.



آموزش



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک آموزشی
دوره انتشار: بهار ۱۳۸۰

پیش گفتار (شوق زیستن) ♦ ۲

طرح آموزشی کاربردی کار ریبرنگر ♦ شاهرخ لقای / ۷

جهان از دیدگاه فیزیک ♦ سیدمسجد سجادی / ۱۲

تدریس فیزیک ریاضیاتی برای همه دانش آموزان ♦ استوارت برکی / ۱۷

نقدی بر کتاب فیزیک ۱ و تحقیقی در مورد کتاب فیزیک ۲ ♦ اسماعیل عالی / ۱۸

فرآیند خفقتاشی ♦ محمدرضا خوش بین خوش نظر / ۲۲

اپرورسانی ♦ پترلیند نلد / ۲۴

معادله سطح آزاد مایع ♦ محمود رضای بالف / ۲۹

سلسله هزارساله ای از متفکران ♦ جیدرانی یکناس / ۳۰

هنگامی که شتاب حرکت کمتر از g است ♦ باگ مریت / ۳۲

نصبتین برآورد شعاع زمین ♦ روح الله خلیلی / ۳۳

بخش نامه ها ♦ غلامحسین رجایی املی / ۳۵

نقض ظاهری قانون سوم ♦ محمدرضا خوش بین خوش نظر / ۳۷

به کارگیری قوانین نیوتون در ♦ جهانگیر ریاضی / ۳۷

با یک مثال ساده فرضی با حدود ♦ / ۳۹

آزمایش های ساده خواص شارها ♦ اصغر نوروزیان / ۴۰

فیزیک لامپهای الکترونی ♦ دان مک اسپاک، کری کاتز، گریفون آندرسون / ۴۳

بیست و هشتمین المپیاد بین المللی فیزیک / ۵۰

در حاشیه آموزش فیزیک اثر دوپلر و آزمون سراسری دانشگاهها ♦ / ۵۹

رفیای یک معلم ♦ اوزن دگر - تورین باهر / ۶۲

♦ دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجلات را نیز منتشر می کند:

رشد کودک (ویژه پیش دبستان و دانش آموزان کلاس اول دبستان) رشد نوآموز (برای دانش آموزان کلاس دوم و سوم دبستان) رشد دانش آموز (برای دانش آموزان کلاس چهارم و پنجم دبستان) رشد نوجوان (برای دانش آموزان دوره راهنمایی) رشد جوان (برای دانش آموزان دوره متوسطه) مجلات رشد معلم، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش معارف اسلامی، آموزش شیمی، آموزش زبان و ادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی، آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش تاریخ، آموزش تربیت بدنی (برای دبیران، آموزگاران، دانشجویان تربیت معلم، مدیران مدارس و کارشناسان آموزش و پرورش)

♦ مجله رشد آموزش فیزیک نوشته ها 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 باشد، می پذیرد. ♦ 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 حاشیه مطلب نیز مشخص شود. ♦ نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد. ♦ مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز ضمیمه مقاله باشد. ♦ در منتهای ارسالی باید تا حد امکان از معادله های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود. ♦ زیر نویسها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه مورد استفاده باشد. ♦ مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است. ♦ آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبنی نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسشهای خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است. ♦ مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان زاده

سر دبیر: دکتر منیژه رهبر

مدیر داخلی: احمد احمدی

طراح گرافیک: پروانه هادی پور

هیأت تحریریه:

احمد احمدی - روح الله خلیلی - بروجنی

محمدعلی سعادت بخت - منیژه رهبر

سید جعفر مهرداد

نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵

تلفن امور مشترکین: ۸۸۴۹۱۸۶

تلفن دفتر مجله: ۹-۸۸۴۱۱۶ داخلی: ۲۷۱

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

تیراژ: ۶۵۰۰ نسخه

شرح تصویر روی جلد: طوطی های رنگین کماتی
پرهای درخشان دارند. هر رنگ مناظر یا یک طول موج
در طیف الکترومغناطیسی است که از خورشید به این
پرندگان می ناید.

شوق

زیست‌شناسی



روح الله خلیلی بروجنی*
rkhalili @ Physicist. net

شورای مرکزی آموزش و پرورش زاین که به منزله نهاد مشورتی وزارت آموزش و پرورش و ورزش این کشور است، گزارشی تحت عنوان «الگوی برای آموزش و پرورش زاین در قرن بیست و یکم» منتشر ساخته است. در این گزارش بسیار مفصل خط مشی های آموزش و پرورش برای قرن بیست و یکم زاین تعیین شده است. قبل از بیان چکیده این گزارش، در ابتدا با ذکر چند موضوع نگاهی اجمالی داریم به تحولاتی که در حوزه تعلیم و تربیت در چند دهه گذشته در جهان رخ داده است. توجه به آنها ما را با «شوق زیستن» به عنوان هدف نهایی آموزش و پرورش زاین برای ورود به قرن بیست و یکم آشناتر می سازد.

با رشد سریع جمعیت پس از جنگ جهانی دوم و افزایش تراکم دانش آموز در بسیاری از کشورهای جهان بویژه در دهه شصت میلادی. در سال ۱۳۵۰/۱۹۷۱ یک هیئت ۷ نفری به سرپرستی ادگار فور^۱ و به پیشنهاد رنه ماهو مدیرکل وقت یونسکو تشکیل شد. این هیئت موظف شد «هدف های جدید آموزش و پرورش را، با توجه به تغییرات سریع در دانش و جوامع، نیازهای توسعه، آرزوهای فردی و ضرورت تسریع در صلح و تفاهم بین المللی» تعیین کند و پیشنهادهایی در مورد «روشهای فکری، انسانی و مالی مورد نیاز برای رسیدن به آن هدفها» ارائه دهد. این کمیسیون پس از تلاش های فراوان در گزارش خود با عنوان «آموختن برای زیستن»^۱ که در سال ۱۳۵۱/۱۹۷۲ به چاپ رسید، توانست مفهوم آموزش در طول عمر را، در زمانی که نظامهای آموزشی سنتی با چالش های زیادی مواجه شده بودند، به خوبی تثبیت نماید.

همچنین در سال ۱۳۷۰/۱۹۹۱ نانزدیک شدن به سده بیست و یکم^۲ کنفرانس عمومی یونسکو از فدریکو مایور

مدیرکل وقت یونسکو تقاضا کرد «کمیسیون بین‌المللی برای تعمیق روی آموزش و پرورش و یادگیری در قرن بیست و یکم» را تشکیل دهد. به همین جهت مدیرکل یونسکو از ژاک دلور^۱ خواست که ریاست این کمیسیون که متشکل از یک گروه چهارده نفری از شخصیت‌های برجسته آموزشی از چهار گوشه جهان با سوابق متنوع فرهنگی و تخصصی بود، را به عهده بگیرد.

کمیسیون بین‌المللی آموزش و پرورش برای قرن ۲۱ کار خود را به طور رسمی از ابتدای سال ۱۳۷۲/۱۹۹۳ شروع کرد. این کمیسیون توانست از منابع ارزشمند و تجربیات بین‌المللی موجود به خوبی استفاده و در تهیه توصیه‌ها و انجام وظایف خود به طور مستقل عمل کند. گوناگونی بسیار زیاد در وضعیتها، مفاهیم و ساختارهای آموزشی و همچنین گستردگی کمی اطلاعات موجود و عدم امکان بررسی عمیق آنها با توجه به محدودیت زمانی کمیسیون در ارائه گزارش، از جمله مشکلاتی بود که در مقابل کار کمیسیون قرار داشت. در نتیجه این کمیسیون ناگزیر شد که به طور انتخابی عمل کند و اموری را که برای آموزش و پرورش در سده ۲۱ اساسی تر به نظر می‌رسیدند، یعنی گرایشهای جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی از یک سو و سهمی که سیاستهای آموزشی می‌توانند در آن داشته باشند، از سوی دیگر، بیرون کشیده شوند.

به منظور توانمند ساختن کمیسیون در نزدیک شدن به وظیفه خود از زاویه هدفهای یادگیری (هم فردی و هم اجتماعی)، شش محور بررسی به شرح زیر انتخاب شد:

آموزش و فرهنگ، آموزش و شهروندی، آموزش و پیوستگی اجتماعی، آموزش و پرورش، کار و استخدام، آموزش و توسعه، علم و پژوهش.

این شش محور با سه محور دیگر که به طور مستقیم‌تری به عملکرد نظامهای آموزشی مربوط می‌شد تکمیل گردید، که عبارتند از:

فن آوری‌های ارتباطی، معلمان و تدریس، امور مالی و مدیریت.

فعالیت‌های این کمیسیون در سال ۱۳۷۴/۱۹۹۶ همزمان با پنجاهمین سالگرد تأسیس یونسکو به پایان رسید و در همان سال در کتابی با عنوان «یادگیری: گنج درون»^۵ منتشر شد.

در این کتاب پیشنهاد می‌شود که «تکیه بر ۴ ستون بنیادین که زیربنای آموزش و پرورش نوین را تشکیل می‌دهند، تمامی جوامع را قادر خواهد ساخت به سوی آرمانشهری عزیمت کنند که در آن هیچ یک از استعدادها که همچون گنجینه‌ای در نهاد هر انسانی نهفته است، بی استفاده باقی نماند. این چهار ستون عبارتند از: یادگیری برای زیستن^۶، یادگیری برای دانستن^۷، یادگیری برای انجام دادن^۸ و یادگیری برای با هم زیستن^۹».

در این گزارش هم چنین نقش محوری معلمان و نیاز به اصلاح مهارتهای حرفه‌ای و وضعیت و شرایط کاری آنها مورد توجه قرار گرفته است و بر این نکته نیز تأکید شده است در جهانی که به طور فزاینده تحت سیطره فن آوری‌ها قرار می‌گیرد، باید راههایی در نظر گرفته شود که بتوان از این فن آوری‌ها هم برای خدمت به آموزش و پرورش استفاده کرد و هم افراد را برای کسب مهارت در زندگی و کار آینده آماده نمود. از طرفی انجام گفت و گوهای گسترده و افزایش مسؤلیت و مشارکت دست‌اندرکاران در همه سطوح، عنصری بسیار مهم در نوسازی آموزش و پرورش خواهد بود.

ژاک دلور سرپرست کمیسیون بین‌المللی آموزش و پرورش برای سده ۲۱ در گفتگویی که با مجله پیام یونسکو^{۱۱} داشته است، برخی دیگر از دست‌آوردهای این کمیسیون را چنین بازگو می‌کند:

◆ تکیه بر ۴ ستون بنیادین که زیربنای آموزش و پرورش نوین را تشکیل می‌دهند، تمامی جوامع را قادر خواهد ساخت به سوی آرمان شهری عزیمت کنند که در آن هیچ یک از استعدادها که همچون گنجینه‌ای در نهاد هر انسانی نهفته است، بی استفاده باقی نماند. این چهار ستون عبارتند از: یادگیری برای زیستن، یادگیری برای دانستن، یادگیری برای انجام دادن و یادگیری برای با هم زیستن.

◆ آموزش و پرورش ابزاری است قدرتمند برای هدایت ما به سوی آینده.



«... در آستانه سده بیست و یکم، آینده جامعه بشری تأمل و بحث های شدیدی را برانگیخته است. هر چند پیشرفت دانش، به ویژه علم و فن آوری، امید پیشرفتهای بسیاری را برای جامعه انسانی در آینده برانگیخته است، اما رویدادهای اخیر هر آن به ما گوشزد می کنند که جهان معاصر در معرض چه خطرهای گاه بسیار جدی و چه انحرافهایی قرار دارد و تا چه اندازه در برابر تعارضها آسیب پذیر است. بنابراین آموزش و پرورش یک ضرورت است، ضرورتی آرمان گرایانه».

پیشرفت جامعه انسانی وابستگی شدیدی به آموزش و پرورش دارد. به علاوه، آموزش و پرورش یکی از قدرتمندترین سلاحهایی است که ما برای ساختن آینده از آن برخورداریم یا اگر بخواهیم متواضعانه تر سخن بگوییم، آموزش و پرورش ابزاری است قدرتمند برای هدایت ما به سوی آینده.

وظیفه اصلی کمیسیون بین المللی یونسکو برای آموزش و پرورش در قرن ۲۱ پاسخ به این پرسش بود که: چگونه آموزشی می تواند نقشی پویا و سازنده در پرورش افراد جوامع برای سده بیست و یکم ایفا کند؟

در واقع این همان پرسشی است که نزدیک به ۲۰ سال پیش، کمیسیون دیگری به ریاست ادگار فور با انتشار گزارشی تحت عنوان گویای آموختن برای زیستن، آن را مطرح کرد. گزارشی که هنوز هم موضوع روز است. هدف کمیسیون ۱۹۹۳ نیز ارائه حقایقی به تصمیم گیرندگان بود تا در تعیین خط مشی های آموزشی به آنان یاری رساند و بخشی را دامن زند که از محدوده جهان آموزش و معلمان فراتر رود و والدین، کودکان، مدیران مؤسسه ها و مسؤولان اتحادیه ها و انجمن هایی را که در برگیرد که می توانند برای هرچه مؤثرتر کردن نقش آموزش و پرورش تلاش کنند.

و اما توجه به آنچه تاکنون به اختصار به آن پرداختیم، می تواند زمینه مناسبی برای درک ما از «شوق زیستن» به عنوان هدف نهایی آموزش و پرورش ژاپن برای ورود به قرن بیست و یکم فراهم سازد. در گزارش «الگوی برای آموزش و پرورش ژاپن در قرن بیست و یکم» و هدف کلی آن «شوق زیستن» می خوانیم:

برای مقابله با معضلاتی همچون تأکید بر رقابت در امتحانات ورودی، زورگویی و رفتار قلدرمابانه دانش آموزان و خودداری آنان از حضور در کلاسهای خود، تعیین چنین هدفی برای آموزش و پرورش قرن آینده، ضروری است.

مطابق این گزارش «شوق زیستن» یکی از عوامل بسیار ضروری برای فعالیت های خلاق است و افق های جدیدی را بر روی روند بین المللی شدن جامعه و رشد جامعه اطلاعاتی می گشاید. «شوق زیستن» را به اشکال مختلف می توان بیان کرد. عباراتی مانند «زندگی انسان کامل» یا «مهارت های عملی مورد نیاز انسان» و یا «خرید لازم برای زندگی». به طور کلی همه این عبارات را و اصطلاحات را، می توان در سه نکته خلاصه کرد:

● «شوق زیستن» به معنای اندوختن دانش نیست، بلکه تواناییها و سننات ضروری است که هر فرد با کسب آنها، قادر است صرف نظر از تغییرات آینده جامعه، مشکلات را شناسایی کرده، خود را در بوتة آزمایش قرار داده، قضاوت کند، مستقل عمل کند و بهترین راه حل ها را ارائه دهد.

○ منظور از اصطلاح «شوق زیستن» داشتن روحیه ای است که در عین برخورداری از قوه عقل و استدلال از احساسات انسانی نیز بهره مند باشد و تحت تأثیر زیبایی و شگفتیهای جهان خارج قرار گیرد. چنین فردی در عین آن که، برای عدالت و انصاف اهمیت فوق العاده ای قائل است. از بی عدالتی نیز بیزار است. این فرد، به زندگی ارجح می نهد و به حقوق بشر به دیده احترام می نگرد. این اصطلاح به معنای پرورش قلبی مهربان و سرشار از عشق و محبت نسبت به دیگران و به معنای توانایی همدردی با دیگران است.

◆ منظور از اصطلاح «شوق زیستن» داشتن روحیه ای است که در عین برخورداری از قوه عقل و استدلال از احساسات انسانی نیز بهره مند باشد و تحت تأثیر زیبایی و شگفتیهای جهان خارج قرار گیرد. چنین فردی در عین آن که، برای عدالت و انصاف اهمیت فوق العاده ای قائل است، از بی عدالتی نیز بیزار است.

● «شوق زیستن» را می توان به برخورداری از بدن سالم و داشتن انگیزه های ضروری برای ادامه زندگی سرشار از تحرک و نیرومندی نیز، تعبیر کرد.

این گزارش همچنین خاطر نشان می سازد که «شوق زیستن» با مفاهیمی که از آن استنباط می شود، با فعالیت های متنوعی همراه است که شامل روابط کودک و والدین در محیط خانه و در جامعه، بازی با دوستان و معاشرت با سایر افراد جامعه است. شرکت در برنامه های سازمان یافته مدرسه نیز، جزئی از این فعالیت ها و روابط متقابل کودک و جامعه است.

موضوع دیگری که در این گزارش مطرح شده است، اجرای طرح پنج روز آموزش در هفته است که به احتمال زیاد در آغاز قرن بیست و یکم در مدارس ژاپن، به اجرا در می آید. شایان ذکر است که اجرای این طرح مستلزم تجدیدنظر در برنامه های آموزشی این کشور است. به همین جهت شورای برنامه های آموزشی که نهاد مشاوره ای وزارت آموزش و پرورش، فرهنگ و ورزش ژاپن است، رسماً در سال ۱۳۷۵/۱۹۹۶ تشکیل جلسه داد و هم اکنون سرگرم بررسی طرح اصلاح ضابطه برنامه های آموزشی است و بدون شک تجدیدنظر در رشته های درسی، بر هدف «شوق زیستن» استوار خواهد بود.

* گروه فیزیک دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی

زیر نویس ها و پیوستها

۱- نخست وزیر و وزیر پیشین آموزش و پرورش فرانسه. در ضمن آقای مجید رهنما وزیر پیشین علوم و آموزش عالی ایران، نیز یکی از افراد این کمیسیون بوده است.

2. Learning to be

این کتاب در سال ۱۳۵۴ از طرف یونسکو با همکاری انتشارات امیرکبیر ترجمه و منتشر شده است.

۳- در سده بیست و یکم که در آستانه آن قرار داریم با توجه به مقتضیات آن، اکثر کشورهای جهان با تنشهای زیادی روبه رو خواهند شد. تنشهایی بین جهانی شدن و محلی ماندن، همگانی شدن و انفرادی ماندن، سنت گرایی و نوگرایی، ملاحظاتی کوتاه مدت و بلندمدت، رقابت و برابری فرصت ها، توسعه نامحدود دانش و ظرفیت محدود بشر در جذب آنها، ارزشهای اخلاقی و مادیات.

به همین جهت یادگیری در طول زندگی و تبدیل افراد جامعه به یادگیرندگان مادام العمر می تواند یکی از راههای رویارویی با چالشهای قرن بیست و یکم به حساب آید. بی مناسبت نیست اشاره ای هم داشته باشیم به ابتکار ریاست محترم جمهور جناب آقای خاتمی در ارائه طرح گفتگوی تمدنها و پذیرش سال ۲۰۰۱ به عنوان سال گفتگوی تمدنها از سوی سازمان ملل، که می تواند در کاهش این تنشها نقش به سزایی داشته باشد.

۴- رئیس سابق کمیسیون اتحادیه اروپا

5. Learning: The Treasure Within

۶- چکیده پرمغزی از کل محتوای گزارش تحت عنوان نکته های برجسته (Highlights) نیز منتشر شد. این چکیده در بهمن سال ۱۳۷۵ توسط پژوهشکده تعلیم و تربیت ترجمه و منتشر شده است.

7. Learning to be.

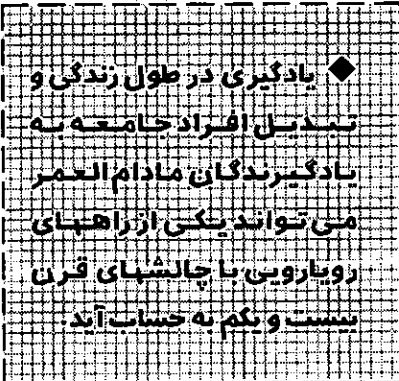
8. Learning to know

9. Learning to do.

10. Learning together

۱۱- پیام یونسکو، شماره ۳۱۱ - تیرماه ۱۳۷۵

12. Education: The Necessary Utopia.



طرح آموزشی کاربردگرا

شاهرخ نقابی

تلویزیون، ویدئو، کامپیوتر، مجلات، شهربازی ها، امکانات صنعتی و کشاورزی محیط و ... در کیفیت و کمیت آموخته های خودانگیزنده نقش بسزائی دارد.

ثابت شده است که کلیه بازی های کودکانه، هدفمند بوده و در جهت رشد قوای جسمی و فکری وی قرار می گیرد.

ب. یادگیری های سازمان یافته:

مبنا و بنیاد هر یادگیری سازمان یافته، یادگیری های خودانگیزنده است. بدیهی است اگر کودکی را از تولد در اطافی محصور کرده و او را به دور از تجربیات یادگیری خودانگیزنده نگه داریم، این کودک در سن دبستان به هیچ وجه نمی تواند همسان با دیگر همسالان در یادگیری های سازمان یافته شرکت جوید.

یادگیری ها را به دو طریق می توان سازماندهی کرد؛

۱) سازماندهی آموزشی جمعی (۲) سازماندهی

آموزشی فردی

۱. سازماندهی آموزشی جمعی:

سازماندهی، مراحل و محتوای آموزش و نحوه ارزیابی آن توسط تشکیلات آموزشی جامعه صورت می گیرد و در مراکز آموزشی وابسته به اجرا درمی آید.

نوع و سطح این آموزش ها وابسته به سطح تمدن و فرهنگ جامعه بوده و تلاش دارد تا فرد را در جهت نیازهای اجتماع سوق دهد. گرچه ممکن است این آموزش ها با

مقدمه:

امروزه اندیشمندان تأیید می کنند که آنچه انسان در یک بازی جمعی می آموزد، یادگیری های کاربردی و ماندگارتری را به همراه دارد.

علت آن است که در حین بازی، شرایط هیجان انگیزی حاصل می شود که طبق نظریه گشتالت، فرد به حل مسئله پیروزی می پردازد. پیداست که فرد، جهت کسب پیروزی، از کلیه قوای جسمی و فکری خویش بهره می جوید و در این مسیر از خلاقیت ها و نوآوری هایی بهره می برد که در شرایط عادی بسیار کندتر صورت می پذیرد. از طرفی می توان یادگیری های انسان را به دو دسته زیر تقسیم نمود؛ الف) یادگیری های خودانگیزنده ب) یادگیری های سازمان یافته

الف. یادگیری های خودانگیزنده:

انسان مغز دارای سیستم هایی است که کودک را به صورت خودکار، در جهت یادگیری سوق می دهد. این یادگیری ها در حین بازی های کودکانه حاصل می شود و زیربنای یادگیری های بعدی وی قرار می گیرد. کودک این نوع یادگیری را به صورت خودانگیزنده و باعلاقه پی می گیرد. این نوع یادگیری ها سبب می شود تا فرد خود را با محیط تطبیق دهد و از قانونمندی های جهان آگاه شود. نوع و سطح یادگیری ها به امکانات محیط وابسته است. رادیر.



خواست ها و نیازهای فرد تطابق مناسبی نداشته باشد.

۲. سازماندهی آموزشی فردی:

سازماندهی، مراحل و محتوای آموزش از طرف خود فرد و در جهت نیل به اهداف خاص صورت می گیرد.

هدف تحقیق:

این تحقیق با این هدف پیش می رود که بتواند «سازماندهی آموزشی جمعی» را به «یادگیری های خودانگیز» (روش بازی) نزدیک ساخته و فرد را با موقعیت های واقعی محیط و اجتماع مواجه سازد.

هدف آن است که فراگیر به روش بازی درگیر مسائل تجربی شود و در پایان آموزش، فراگیر آموخته هایی کاربردی کسب کند.

این تحقیق بر این نظریه استوار است که از کلیه امکانات محیط و جامعه در جهت آموزش بهره گرفته و فراگیر را در شرایط مهیج بازی یا مسابقه دستخوش تغییر رفتار مطلوب سازد.

بیان مسئله:

همه دست اندرکاران و کارشناسان در کشور در یک موضوع اتفاق نظر دارند و آن اینکه آموخته های دانش آموزان رشته های نظری، کاربردی نیست و دانش آموزان پس از فراغت از تحصیل نمی توانند آن را در موقعیت های واقعی محیط به کار گیرند. از طرفی این آموخته ها، شدیداً فرار بوده و اغلب این آموخته ها، فرایند تغییر رفتار ماندگار را به همراه ندارد.

آموخته ها در اغلب موارد پس از یکی دو سال فراموش می شود. مفاهیم علوم تجربی (فیزیک، شیمی و زیست) و علوم اجتماعی تقریباً به دور از جایگاه خود و فقط در کلاس های درس ارائه می شود و دانش آموز نمی تواند رابطه منطقی و پیوسته ای میان آموخته ها و موقعیت های واقعی برقرار نماید. حتی دروس آزمایشگاهی با وجود اینکه تجربی است، تقریباً می توان گفت به گونه ای طراحی شده که با موقعیت های واقعی فاصله دارد. از طرفی روش های آموزش تصویری، کامپیوتری، سنتی و امثال آن به صورتی جداگانه مورد استفاده قرار می گیرد و سازماندهی مناسبی از روش های موجود صورت نگرفته است.

نقش بسیار ارزشمند بازی ها در فرایند آموزش مورد توجه قرار نگرفته است. بازی ها به لحاظ شرایط مهیجی که می توانند برای فراگیر ایجاد نمایند، می توانند نقشی ارزشمند و ماندگار در آموزش داشته باشند.

در نظام آموزشی فعلی کشور سنجش و ارزشیابی نقش و جایگاه واقعی خود را به دست نیاورده است و صرفاً در پایان آموزش و صرفاً به عنوان ملاک ارتقاء و اخذ مدرک مورد استفاده قرار می گیرد. در حالی که طبق نظریات مورد توافق بین المللی ارزشیابی باید در خدمت آموزش قرار گیرد و جزئی از فرایند یادگیری محسوب شود. از طرفی میان شاخه های مختلف علم به لحاظ تاریخی تقدم و تأخیری موجود است که اگر این تقدم و تأخر در سازماندهی آموزشی مورد توجه قرار نگیرد منجر به تغییر رفتار مطلوب در فراگیری نمی شود. مثلاً بشر به لحاظ تاریخی، مکانیک و مکانیک شاره ها را ابتدا فهم نمود و قانونمندی های آن را کشف کرد و سپس با قیاسی مناسب مفاهیم الکتریسته و مغناطیس را سازماندهی کرد. این رفتار تاریخی بشر باید در سازماندهی، مراحل و محتوای آموزش مورد توجه قرار گیرد.

به طور خلاصه:

۱. آموخته های دانش آموزان شاخه های نظری کاربردی نیست.
۲. این آموخته ها موجبات تغییر رفتار ماندگار را فراهم نمی کند. به عبارتی آموخته ها فرار و موقتی است.
۳. آموخته های کلاسی در پیوند تنگاتنگ با محیط و موقعیت های واقعی نیست.
۴. دروس آزمایشگاهی می تواند به موقعیت های واقعی محیط نزدیک تر شود و با دروس مربوط تلفیق گردد.
۵. آموزش تصویری، کامپیوتری و ... از یک تلفیق و سازماندهی مناسب برخوردار نیست.
۶. نقش ارزشمند بازی در امر آموزش مورد توجه قرار نگرفته است.
۷. سنجش به عنوان ابزار یادگیری به کار نمی رود بلکه فقط ملاک ارتقاء محسوب می شود.
۸. در طول یک دوره درسی تقدم و تأخر مناسبی میان مباحث وجود ندارد.

طرح آموزشی کاربردگرا:

برای پاسخ به مشکلاتی که در مقدمه بیان نمودیم طرح زیر را ارائه می‌کنیم.

پیشنهاد ۱: ساعات فیزیک و آزمایشگاه فیزیک در یک روز به صورت متوالی ارائه شود.

مراحل طرح:

مرحله اول: سؤالاتی در سطح دانش، درک و فهم و کاربرد از متن کتاب درسی تهیه و قبل از تدریس در اختیار دانش آموز قرار می‌گیرد. دانش آموزان ابتدا انفرادی در منزل پاسخ را آماده می‌کنند و سپس در ۱۵ دقیقه اول کلاس درس پاسخ‌ها را با اعضای گروه هماهنگ می‌کنند. دبیر پس از جمع‌آوری پاسخ‌ها ضمن بررسی پاسخ‌های هر گروه، توجه دانش آموزان را به فیلم آموزشی یا نرم افزار کامپیوتری جلب می‌کند. در این مرحله عمق دید و فهم دانش آموزان گسترش می‌یابد (اجرای بازی آموزشی کامپیوتری در این مرحله مفید است) و دبیر اشکالات دانش آموزان را درمی‌یابد (با مطالعه پاسخ سؤالات).

در پایان این مرحله دبیر نکات و اشکالات عمومی را توضیح می‌دهد.

زمان این مرحله یک زنگ ۹۰ دقیقه‌ای پیشنهاد می‌شود.

پیشنهاد ۲: پیشنهاد می‌شود مرکزی تشکیل

شود تا فیلم‌های آموزشی موجود در صدا و سیما و فیلم‌های درسی آموزشی آموزش و پرورش و مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها جمع‌آوری شود و پس از طبقه‌بندی و استانداردسازی، به مدارس معرفی شود. همچنین طبقه‌بندی و سازماندهی مناسبی از نرم افزارهای آموزشی کامپیوتری به عمل آید.

مرحله دوم: در این مرحله دانش آموزان را به فضای تجربه می‌بریم. این مرحله را می‌توان به صورت گردش علمی، بازی آموزشی یا ارائه تئاتر توسط دانش آموزان و امثال آن ارائه نمود.

به کار بردن امکانات آزمایشگاهی و ارائه آن به صورت بازی می‌تواند در این مرحله بسیار سودمند باشد و اساساً ضروری است.

پیشنهاد ۳: مرکزی در آموزش و پرورش

تأسیس شود تا برای هر بخش کتاب درسی، بازی‌ها و برنامه‌هایی متنوع را پیشنهاد و سازماندهی

کند. (براساس مرحله دوم طرح فوق) معلم در انتخاب یک یا چند برنامه براساس امکانات مدرسه و شهر محل تدریس آزاد باشد، ضمن آن که هر دبیر خود نیز موظف گردد طراح بازی‌ها و روش‌های جدیدی باشد که آموزش را کاربردی نماید.

مرحله پایانی (مرحله سوم): در کلاس درس به محیط مناسب، با طرح سؤالاتی در حد ترکیب و قضاوت و نظریه، دانش آموزان را در یک بحث گروهی سازمان یافته شرکت می‌دهیم. از آنان می‌خواهیم، نظریه پرداز می‌کنند و براساس برداشت‌های خود ارائه طریق کنند و از خود روش و نظریه بدهند.

پیشنهاد ۴: انسان مفاهیمی مانند شماره‌ها را

با تجربه مستقیم می‌تواند درک کند و قوانین حاکم بر آن را با دستگاه‌های حسی دریابد. اما، مفاهیمی مانند الکتریسته و مغناطیس را نه با تجربه مستقیم بلکه به کمک ابزارهای اندازه‌گیری درمی‌یابد.

درواقع این مفاهیم (الکتریسته و مغناطیس) در سطحی بالاتر از شماره‌ها هستند.

پیشنهاد می‌شود در کتاب درسی فیزیک کلیه مفاهیمی که به تجربه مستقیم مرتبط است، ابتدا تدریس و ارائه شود سپس مفاهیمی مانند الکتریسته و مغناطیس که با تجربه ابزاری سروکار دارد، ارائه شود.

نقش ارزشیابی:

همچنان که در متن طرح بیان شد، ارزشیابی در سه مرحله انجام می‌شود:

- ۱- بررسی پاسخ سؤالات مقدماتی
- ۲- ارزشیابی و امتیازاتی که در حین بازی یا گردش علمی، دانش آموز کسب می‌کند.
- ۳- ارزشیابی و نمره‌گذاری پاسخ‌هایی که دانش آموزان در سطح ترکیب و قضاوت در مرحله سوم طرح ارائه می‌کند.

مدلهای مرحله دوم

۱- مدل گردش علمی:

نظریه: این مدل به دانش آموز کمک می‌کند تا تجارب روزمره را با نظریه‌های علمی پیوند دهد. یعنی بتواند با انواع حرکت بخصوص حرکت‌های یکنواخت و حرکت باشتاب ثابت بصورت علمی برخورد کند و آموخته‌های خود را با

واقعیت و تجربه پیوند زند.

مثال: برای فصل حرکت، یک گردش علمی به یک شهر بازی را پیش بینی می کنیم.

سرعت متوسط:

در مسیر حرکت از دانش آموز می خواهیم با توجه به تابلوهای کیلومتر شمار کنار جاده و ساعت مچی خود، سرعت متوسط اتومبیل را، بدست آورد. با توجه به رابطه $(\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t})$ از او می خواهیم اندازه گیری و محاسبه خود را چند بار تکرار کند. از دانش آموز می خواهیم نمودار $\Delta x = \bar{v} \Delta t$ را رسم نماید.

سرعت لحظه ای:

برای مفهوم سرعت لحظه ای از دانش آموز می خواهیم به عقربه سرعت شمار اتومبیل توجه کند. در این حالت راننده سعی می کند سرعت اتومبیل را متغیر سازد.

از دانش آموز می خواهیم سرعت اتومبیل را بخواند. دانش آموز دچار مشکل می شود. به کمک دوربینی که قبلاً تهیه کرده ایم از عقربه در یک لحظه خاص عکس می گیریم. ابتدا درجه سرعت دوربین را روی ۳۰ می گذاریم و عکس می گیریم. عمل عکس گرفتن را با ۶۰ و ۱۲۵ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ تکرار می کنیم در جلسات بعد عکس ها را در اختیار دانش آموزان قرار می دهیم تا مقایسه کنند و مفهوم سرعت لحظه ای را در ذهن خود تعمق بخشند.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

شتاب متوسط: اتومبیل را از حالت سکون به حرکت درمی آوریم. بچه ها به ساعت مچی خود توجه می کنند. یکی از بچه ها در فاصله زمانهای مساوی سرعت اتومبیل را از روی کیلومتر شمار به تقریب می خواند و برای بچه ها اعلام می کند. بچه ها اعداد را یادداشت می کنند. این آزمایش را چند بار تکرار می کنیم (توسط دانش آموزان مختلف). دانش آموزان باتوجه به رابطه $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ شتاب اتومبیل را به دست می آورند و با استفاده از اعداد نمودار $v = \bar{a}t + v_0$ را رسم می کنند.

جهت شتاب:

هنگامی که سرعت اتومبیل در حال افزایش است از دانش آموزان می خواهیم بگویند که در چه جهتی راننده می شوند (در داخل صندلی)؟ هنگام ترمز چطور (به کدام سمت پرتاب می شوند)؟ وقتی اتومبیل دنده عقب حرکت می کند (حرکت شتابدار) به کدام سمت راننده می شوند؟ وقتی در حرکت دنده عقب ترمز می زند چطور؟ این آزمایش را در هنگام دور زدن یک میدان نیز تکرار می کنیم، دانش آموزان در این مرحله مفهوم سرعت و شتاب را با تجربیات حسی مستقیم خود دریافت می کنند و با مفاهیم نظری پیوند می زنند.

حرکت تند شوونده و کند شوونده:

در این مرحله از دانش آموزان می خواهیم، بگویند وقتی اتومبیل از حالت سکون شروع به حرکت می کند علامت سرعت و شتاب را باتوجه به جهت حرکت ارزیابی کنند و در این حال به کدام سمت راننده می شوند.

این عمل را به صورت دیگر تکرار می کنیم. راننده در حال حرکت با دنده عقب است، از دانش آموزان می خواهیم دوباره باتوجه به جهت حرکت، جهت سرعت و شتاب را ارزیابی کنند. آن گاه از آنان می خواهیم بگویند حاصل ضرب av مثبت است یا منفی؟ سپس نامگذاری می کنیم و می گوئیم هرگاه $av > 0$ (حاصل ضرب سرعت در شتاب مثبت باشد) حرکت تند شوونده است.

آزمایش را به صورت دیگر انجام می دهیم. از راننده می خواهیم در حال حرکت به جلو ترمز کند و یا در حال حرکت به سمت عقب ترمز کند، دانش آموزان را هدایت می کنیم تا علامت سرعت و علامت شتاب را ارزیابی کنند.

انواع حرکت:

در شهر بازی ضمن شرکت در برخی از بازی های از پیش تعیین شده، از دانش آموزان می خواهیم، انواع حرکت را طبقه بندی کنند. در این بازی ها توجه دانش آموزان را به اندازه و جهت شتاب جلب می کنیم. دانش آموزان را چنان هدایت می کنیم که حرکت های باشتاب ثابت را از حرکت های باشتاب متغیر جدا سازند.



حرکت باشتاب ثابت:

در بازی سرسره از دانش آموزان می خواهیم نوع حرکت خود را ارزیابی کنند. سپس سرعت متوسط خود را با توجه به طول سرسره و زمان حرکت خود به دست آورند.

توجه دانش آموزان را به رابطه $v = \frac{1}{2}at^2$ جلب کند و در آنجا می خواهیم بر اساس اندازه گیریهای طول سرسره و زمان حرکت خود شتاب را به دست آورند، آنگاه از آنها می خواهیم، یک گلوله کروی فلزی را در سرسره به حرکت در آورند و شتاب آن را نیز به دست آورند. باشتاب حرکت خود مقایسه کنند.

از آنها می خواهیم در مورد علت تفاوت این دو شتاب تحقیق کنند. در این مرحله با توجه به امکانات مدرسه می توانیم کرومومتر نیز به همراه داشته باشیم (البته ساعت بعضی از دانش آموزان کرومومتر ۰/۰۱ دارد)

آن گاه به روش گالیله حرکت بر سطح شیبدار را با حرکت در راستای قائم قابل مقایسه می کنیم، از دانش آموزان می خواهیم، تفاوت و شباهت حرکت گلوله بر سطح سرسره با سقوط آزاد را پیدا کنند. در کلیه موارد بالا از دانش آموزان خواسته می شود هر آزمایش را چند بار تکرار کنند و نتایج اندازه گیری و محاسبات خود را یادداشت کنند و برای هر آزمایش نمودار رسم کنند.

دبیر در هر آزمایش نتایج محاسبات و اندازه گیریها و پاسخهای کتبی را جمع آوری می کند.

در کل این گردش علمی دانش آموزان نیز از دبیر سؤال می کنند. از آنها می خواهیم پرسشهای خود را روی برگه ها یادداشت کنند و سپس با بحث گروهی و تجربه پاسخ را ارائه می کنیم، ضمن آنکه این سؤالات نیز به عنوان یک مخزن سؤال باید توسط دبیر طبقه بندی شود.

۲- مدل بازی:

نظریه: در این طرح ما خود را محدود به گردش علمی نمی کنیم بلکه بسته به نوع بحث و امکانات، یکی از مدل های گردش علمی، بازی یا آزمایشگاه و یا امثال آن را به کار می گیریم.

یکی از دستاوردهای روش رفتار گریبان این بود که نشان دادند تکرار به مثابه تقویت کننده یادگیری است. نقش تمرین و تکرار در فرایند یادگیری غیر قابل انکار است. مشکل

یادگیری تنها این نیست که با تجربه پیوند ندارد بلکه مشکل آن است که این پیوند مکرر نیست و لذا این پیوند تقویت نمی شود.

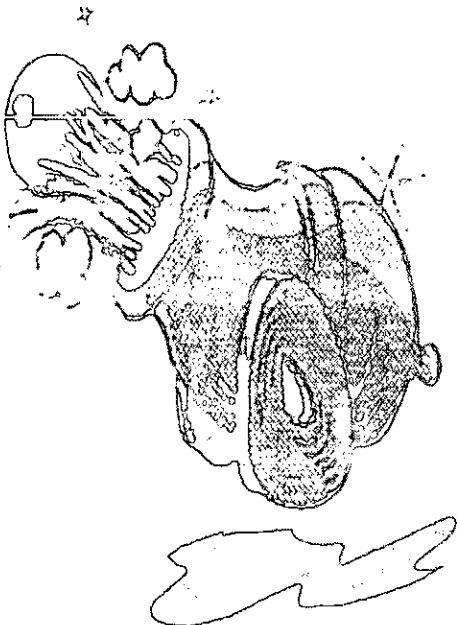
بازی، این امکان را فراهم می سازد تا دانش آموز با انگیزه درونی به تکرار یادگیری و در نتیجه به تقویت آن بپردازد. می توان بازی های تکرار شده به سه دسته تقسیم کرد. به عنوان یک ابزار آموزشی مورد بهره برداری هر یک در یک دسته در صورت جالب بودن به یک بازی کوچک - بازی مبتدل شود.

بازی ها به لحاظ شرایط مهیجی که ایجاد می کنند می توانند یک مدل گشتالتی محسوب شود.

مثال: حرکت پرنای

الف) یک لوله (لوله آب، قوطی آلومینیم و امثال آن) را به شکل صفحه بعد تیار می دهیم و مدرج می سازیم. سپس فنری را درون لوله قرار می دهیم به طوری که یک اهرم بتواند از طریق شیار فنر را جمع کند.

این مجموعه را به کمک یک نقاله فلزی و سه پایه تکمیل می کنیم، آنگاه یک توپ کوچک با ضریب جهندگی زیاد را (شیطانک بازی) در دهانه لوله قرار می دهیم. حال اگر فنر را به کمک اهرم جمع کرده و رها سازیم شیطانک پرتاب می شود.



نمایش برای دانش آموز بازیگر تجربه حسی مستقیم و در نتیجه یادگیری خودپو را به همراه دارد.

مثال: بخش هایی مانند نیروها یا کار و انرژی برای دبیران خلاق و هنرمند می تواند سوژه مناسبی باشد.

۴- مدل آزمایشگاه:

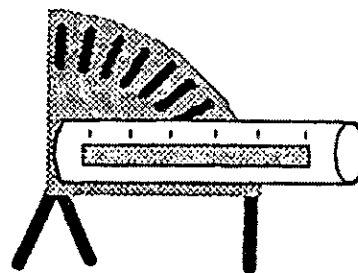
تئوری: این مدل به دانش آموز کمک می کند تا ایده های علمی خود را بصورت عملی درآورد یعنی بتواند ایده خود را به تولید و تجربه برساند، بتواند تفکر و خلاقیت را به ساخته های جدید مادی مبدل سازد.

مثال: پس از مرحله گردش علمی دانش آموزان را به آزمایشگاه می بریم. امروزه در آزمایشگاه های کشور ما وسایل مختلفی جهت تفهیم سرعت و شتاب طراحی گردیده و مورد استفاده دانش آموزان است. می توان این مرحله را، با توجه به امکانات و کتاب آزمایشگاه فیزیک به انجام رساند. اما آنچه که ما می خواهیم این است که از دانش آموز بخواهیم بر اساس مدل های موجود در آزمایشگاه و خلاقیت خود و امکانات موجود در منزل یا محیط زندگی یک یا چند وسیله آزمایشگاهی طراحی نموده، به دبیر ارائه کند. این ابزارهای ساخته شده می تواند ملاک ارزیابی دبیر از دانش آموز باشد.

۵- مدل «تست، سؤال، مسئله»

در هر مرحله از مراحل فوق پس از پایان یک روز تدریس اساس سؤالاتی که دانش آموزان پرسیده اند و سؤالاتی که دبیر بر اساس اهداف آموزشی طراحی نموده است تست ها یا مسائلی در اختیار دانش آموزان قرار می دهد تا آنها در منزل بصورت گروهی یا انفرادی پاسخ سؤالات، تست یا مسائل را تهیه کنند و جلسه بعد به دبیر ارائه نمایند. دبیر آنها را پای تخته حل نمی کند بلکه از همان سؤالات یک آزمون به عمل می آورد. (در حدود ۱۵ دقیقه) این مرحله را بصورت یک مسابقه برگزار می کند. هدف این مسابقه آن است که دانش آموز انگیزه کافی برای یادگیری مسائل و پرسش ها را داشته باشد.

در پایان هر فصل یک آزمون کلی برگزار می گردد. این آزمون باید بر اساس حیطه شناختی بلوم طراحی گردد. ارزیابی پایانی بهتر است حدود ۳۰٪ کل نمره یک دانش آموز باشد.

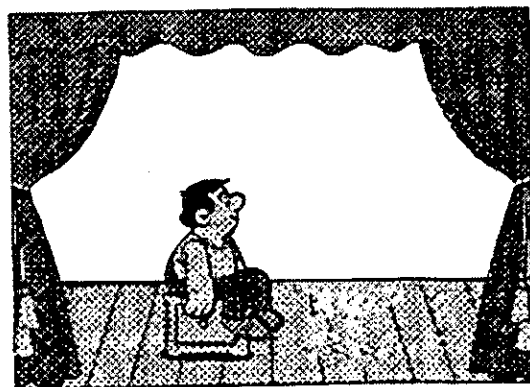


روش بازی:

دانش آموزان را به دو گروه تقسیم می کنیم، هر دانش آموز را در یک مستطیل $۱/۵ \times ۱/۵$ (یک و نیم در یک و نیم) قرار می دهیم.

گروه اول با توجه به فاصله باید سرعت اولیه و زاویه خاصی، به وسیله خود بدهند و شلیک کنند. هر گاه یک شیطانک به یکی از مستطیل ها برخورد کند آن عضو حذف می شود، به این ترتیب بازی ادامه می یابد.

باید هر شلیک با محاسبات همراه باشد. یعنی سرعت اولیه (با توجه به X فنر) و زاویه پرتاب (با توجه به مقاله) معین باشد و نتیجه یعنی محل برخورد باید یادداشت شود. تمامی این یادداشت ها به عنوان روش ارزیابی فعالیت های دانش آموز توسط دبیر (داور) مورد توجه قرار خواهد گرفت.



۳- مدل نمایش:

تئوری: نمایش به لحاظ جنبه سرگرم کننده و جذابیت خود می تواند خاطره انگیز باشد و هر صحنه نمایش تداعی گر یک هدف آموزشی می گردد.

جهان از دیدگاه فیزیک

تهیه و تنظیم از: سیدمحمد سهرابی
دبیر فیزیک منطقه بویین میاندشت

مقدمه

معروف است که ارسطو جهان را شامل چهار عنصر آب، خاک، هوا، و آتش می دانست. آب و خاک گرانی^۱ و تمایل به سوی پایین را نشان می دادند و هوا و آتش سبکی و تمایل به سوی بالا را مشخص می کردند.

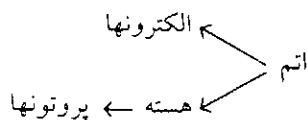
این تصویر از جهان گرچه در ابتدای قرن بیست و یکم ابتدایی و ناقص بنظر می رسد، اما لااقل از لحاظ سادگی بیانگر این موضوع است که انسان از ابتدا وجود ذراتی بنیادی^۲ را که سازنده همه اجسام عالم باشند، فرض مسلم دانش بشری می دانسته است.

مسئله ای که فیزیکدانان را در نیمه قرن بیستم به فکر فرو برده بود شبیه به همان مشکلی بود که قبلاً شیمیدانان را شگفت زده کرده بود. آن موقع معلوم شده بود که مواد نظیر نمک طعام، نترات پتاسیم، کوارتز و آب ترکیبی از عناصرند، چندی نگذشت که شیمیدانان فراگرفتند که چگونه ترکیبهای جدید را به وجود آورند و از مقررات و قواعدی آگاه شدند که روش مفیدی پیش پای آیندگان می نهاد. به نظر می رسد که در قلمرو زیر اتمی نیز قواعد مشخصی وجود دارد که نحوه برهم کنش ذرات بنیادی متعدد را مشخص می کند. این قواعد نظیر فیزیک اتمی طرح طبقه بندی شده ای را پیشنهاد می کند که حیوانات باغ وحش ذرات بنیادی را به صورت خانواده، دسته بندی می کند.

هر پیشرفت در فیزیک ذرات زیر اتمی وسیله دستیابی عمیق تر به کنه جهان و پدیده های فیزیکی را فراهم می آورد. این مقاله در مورد جهان هستی و ذرات تشکیل دهنده آن به رشته تحریر درآمده است.

تصویر ذرات تشکیل دهنده جهان در ابتدای قرن بیستم

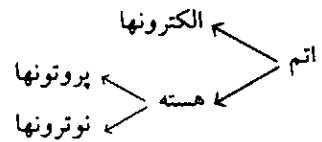
در سال ۱۹۱۱ میلادی فیزیکدان انگلیسی ارنست رادرفورد^۳ طی آزمایشی^۴ نشان داد که اتمهای^۵ ماده خود دارای ساختار درونی هستند. آنها دارای یک هسته فوق العاده کوچک با بار مثبت اند که در اطراف آنها تعدادی الکترون در حرکت اند. به این ترتیب ساختار اتم به صورت زیر در نظر گرفته شد.



شکل (۱): تصویری از اتم تا سال ۱۹۱۱ میلادی

بار مثبت درون هسته را متشکل از پروتون^۶ در نظر گرفتند. اما در سال ۱۹۳۲ میلادی یکی از همکاران رادرفورد به نام چادویک^۷ کشف کرد که هسته شامل ذره دیگری نیز هست. چون این ذره بدون بار بود نام نوترون^۸ به معنی خنثی بر آن نهادند. تا حدود سی سال پیش پروتونها، نوترونها و الکترونها ذرات بنیادی انگاشته می شدند، اما بررسی های به عمل آمده روی برخورد پروتونها با یکدیگر یا با الکترونها در سرعتهای بالا نشان داد که در حقیقت این ذرات (نوترونها و پروتونها) به طور کلی نوکلئونها (خود از اجزاء کوچکتری تشکیل شده اند که توسط فیزیکدان آمریکایی برای گلیمان^۹ کوآرک نامیده شدند.





شکل (۲): تصویر از اتم تا حدود سال ۱۹۷۰ میلادی

بدهد. چندین نوع کوآرک متفاوت شناسایی شده‌اند. این کوآرکها بالا^{۱۱} (u)، پایین^{۱۲} (d)، شگفت یا عجیب^{۱۳} (s)، دلربا یا افسون^{۱۴} (b)، ته^{۱۵} (c) و سر^{۱۶} (t) نامیده شده‌اند. علاوه بر این همان طوری که قبلاً ذکر شد هر کوآرک دارای رنگهای مختلفی است.

علاوه بر کوآرکها، پادکوآرکها نیز در تشکیل ذرات شرکت دارند که با خط بالای سرشان آنها را نمایش می‌دهند. مثلاً کوآرک بالا را با u و پادکوآرک بالا را با \bar{u} نمایش می‌دهند. پادکوآرکها دارای پادرنگ هستند. یعنی اگر u دارای رنگ قرمز باشد \bar{u} رنگ پادقرمز دارد به طوری که $u\bar{u}$ دارای رنگ سفید می‌شود. کوآرکها دارای سه رنگ آبی، قرمز و سبز هستند و پادکوآرکها سه پادرنگ پاد آبی، پاد قرمز و پاد سبز دارند. اگر نوکلئونی از سه کوآرک تشکیل شده باشد باید رنگ حاصل بدون رنگ (یا سفید) باشد. مثلاً پروتون از دو کوآرک بالا u و یک کوآرک پایین d تشکیل شده است.

سفید = سبز + قرمز + آبی $p=uud$
یا نوترون از دو کوآرک پایین d و یک کوآرک بالا u تشکیل شده است.

سفید = سبز + قرمز + آبی $n=udd$
در زیر جدول کوآرکها و پادکوآرکها و رنگها آورده شده است.

پاد آبی \bar{u}	پاد سبز \bar{d}	پاد قرمز \bar{s}	آبی u	سبز d	قرمز s
\bar{u}	\bar{d}	\bar{s}	u	d	s
\bar{d}	\bar{u}	\bar{c}	d	u	c
\bar{s}	\bar{c}	\bar{b}	s	c	b
\bar{c}	\bar{b}	\bar{t}	c	b	t
\bar{b}	\bar{t}		b	t	
\bar{t}			t		

جدول (۱): کوآرکها و پادکوآرکهای شناسایی شده

مزون پيون مثبت و منفي (π^+ و π^-) که در هنگام تأثیر نیروهای هسته‌ای قوی تبادل می‌شوند و توسط یوکاوا^{۱۷} پیشنهاد شدند با مدل کوآرکی بصورت زیر بیان می‌شوند.

$$\pi^+ \equiv u\bar{d} \quad \pi^- \equiv d\bar{u}$$

واکنشهای هسته‌ای را نیز توسط کوآرکی می‌توان توصیف کرد. مثلاً

$$n + p \rightarrow n + n + \pi^+ \quad udd + uud \rightarrow udd + udd + u\bar{d}$$

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + p + \bar{p} \quad d\bar{u} + uud \rightarrow d\bar{u} + uud + uud + u\bar{u}\bar{d}$$

منشأ این نامگذاری عجیب را باید در یکی از آثار اسرارآمیز جیمز جویس^{۱۸} جستجو کرد. ظاهر آگلماں علاقه زیادی به آثار این نویسنده معروف داشته است. این اسمی است که گلماں به این ذرات نسبت داده است. در داستان آقای جویس بنام بیداری فینگان، قهرمان داستان خود را مارک (سلطانی از افسانه‌های قرون وسطی) می‌داند که برادرزاده اش ترستان زرش ایزوله بوده است. مارک با کشتی به دنبال ایزوله روان می‌شود. مرغان دریایی بالای سر آنها به پرواز درآمده و کینه توزانه فریاد می‌زنند مستر مارک کوآرکها شیطان‌اند. گلماں ظاهر آخواست است وجود این ذرات را با تردید خاطر نشان کند. او به خاطر مطالعاتش بر روی کوآرکها جایزه نوبل سال ۱۹۶۹ را دریافت کرد.

گرچه کوآرکها را اجزاء تشکیل دهنده همه نوکلئونها و ذرات جهان هستی می‌دانند اما واقعیت آن است که هنوز شاهدهی بر مشاهده حتی یک کوآرک تنها در دست نیست. چرا چنین است؟ چرا نوکلئونها را به تنهایی می‌توان آشکار کرد اما در مورد کوآرکها آشکار سازی به سختی انجام می‌شود؟ این پرسش باعث شده است که به کوآرکها نوع جدیدی از ویژگی به نام رنگ را نسبت دهند. البته ابعاد کوآرکها بسیار کوچکتر از طول موج نور مرئی است و اصلاً هیچ رنگی به معنای متداول ندارند و این اصطلاحات عناوینی بیش نیستند. اکنون به اهمیت رنگ پی می‌بریم. رنگ نوع جدیدی از ویژگی است که برخلاف نیروی الکترومغناطیسی وقتی فاصله میان کوآرکها کم است نسبتاً ضعیف است ولی چون فاصله زیاد شود عملاً بسیار قوی و جاذب می‌شود، این امر دشواری جدا کردن کوآرکها از یکدیگر و ایجاد کوآرکهای مجزا را توضیح می‌دهد. اما اینکه نیروی جاذبه مورد بحث تا فواصل نامتناهی مؤثر باشد و در نتیجه موجب شود که کوآرکها مطلقاً در نوکلئون محصور بمانند یا اینکه این نیرو در فاصله زیاد اما متناهی می‌تواند از بین رود و در نتیجه کوآرکها می‌توانند آزادانه حرکت کنند، مسئله‌ای است که هنوز حل نشده است.

ترکیب کوآرکها باید طوری باشند که رنگ سفید را

خواص کوآرکها و پادکوآرکها در جدول زیر آورده شده است.

تقسیم ذرات از لحاظ نوع برهم کنش بین آنها

نام	نشانه	بار الکتریکی	اسپین
بالا	\bar{u}, u	$-\frac{2}{3}e, \frac{2}{3}e$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$
پایین	\bar{d}, d	$\frac{1}{3}e, -\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$
شگفت	\bar{s}, s	$\frac{1}{3}e, -\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$
افسون	\bar{c}, c	$-\frac{2}{3}e, \frac{2}{3}e$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$
ته	\bar{b}, b	$\frac{1}{3}e, -\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$
سر	\bar{t}, t	$-\frac{2}{3}e, \frac{2}{3}e$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$

جدول (۲): خواص کوآرکها

۱- هادرونها^۱: ذراتی هستند که از طریق نیروهای هسته ای قوی برهم کنش انجام می دهند. هادرونها به دو دسته تقسیم می شوند.

الف) مزونها که اسپین درست صفر دارند. بار الکتریکی آنها e یا $-e$ و یا صفر است و جرم آنها اندکی بیشتر از لپتونهاست^۱ مانند π^+ و π^- و π^0 و η و k^+ و k^- ب) باریونها^۲ که اسپین نیم صحیح دارند. یعنی اسپین آنها مضرب فردی از $\frac{1}{2}$ است. جرم آنها نسبت به مزونها بسیار بیشتر است مانند پروتون p ، نوترون n ، و Σ^+ و Σ^0 و Σ^- و Λ^0 و Ξ^0 و Ξ^- .

۲- لپتونها: ذرات بنیادی دیگری که شناسایی شده اند لپتونها هستند. برهم کنش بین لپتونها از طریق نیروهای هسته ای ضعیف صورت می گیرد. لپتونها دارای جرم بسیار ناچیزی هستند. شش لیتون تاکنون شناخته شده اند.

شگفتی

آزمایش نشان داده است که ایجاد برخی از باریونها و مزونها در مدت زمانی صورت می گیرد که مشخص کننده برهم کنش متقابل قوی است ولی تلاش آنها در مدتی

صورت می گیرد که مشخص کننده، برهم کنش ضعیف است. چون فیزیکدانان از مشاهده این آثار در شگفت مانده بودند این ذرات را ذرات شگفت نام نهادند. دیری نباید که معلوم شد این رفتار آنها معلول وجود خاصیت بار مانند دیگری بنام شگفتی است. ذرات دارای عدد کوآنتومی شگفتی هستند. در زیر تعدادی از این ذرات آورده شده اند. کسی منفی Ξ^- و کسی صفر Ξ^0 و سیگما منفی Σ^- و سیگما صفر Σ^0 و سیگما مثبت Σ^+ و Λ^0 .

ذرات شگفت به دو دسته تقسیم می شوند

- ۱- هیبرونها^۱: این ذرات اسپین $\frac{1}{2}$ دارند و جرمشان از نوکلئونها بیشتر است، هیبرونها، فرمیون^۲ هستند.
- ۲- کائونها^۲: این ذرات اسپین صحیح دارند و جرمشان از نوکلئونها کمتر است، کائونها، بوزن^۲ هستند.

دلربایی

در سال ۱۹۷۴ ذره نامتعارف دیگری بنام مزون J/ψ کشف شد و معلوم شد که در حدود ۱۰۰۰ مرتبه بیش از طول عمر J/ψ را چنین می دانند که این ذره حاوی یک کوآرک و یک پادکوآرک با خاصیت بار ماندنی بنام دلربایی است. دلربایی دو کوآرک ذکر شده برابر ولسی مختلف علامه است. این نام را شلدون گلاشو استاد دانشگاه هاروارد و جیمز بیورکن استاد دانشگاه استنفورد بر آن نهادند. به این ترتیب J/ψ دارای دلربایی پنهانی است با آنکه خود دارای دلربایی صفر است ولی از کوآرکهای دلربا

نام	نشانه	بار الکتریکی	اسپین
الکترون	e	-۱	$\frac{1}{2}$
نوترینو الکترون	ν_e	۰	$\frac{1}{2}$
میون	μ	-۱	$\frac{1}{2}$
نوترینو میون	ν_μ	۰	$\frac{1}{2}$
تار	τ	-۱	$\frac{1}{2}$
نوترینو تار	ν_τ	۰	$\frac{1}{2}$

جدول (۳): لپتونها

ساخته شده است.

آزمایشگران بعد از سال ۱۹۷۴ ذراتی یافتند که دارای دلربایی آشکار بودند. حال می توان از مدل کوآرکی نتایج زیر را گرفت.

۱- هر باریون یا پاد باریون از سه کوآرک تشکیل شده اند.

$$P = uud, \quad \bar{P} = \bar{u}\bar{u}\bar{d}$$

$$n = udd, \quad \bar{n} = \bar{u}\bar{d}\bar{d}$$

۲- هر مزون از یک کوآرک و یک پاد کوآرک تشکیل

$$\text{شده است. } \pi^+ \equiv u\bar{d}, \quad \pi^- \equiv d\bar{u}$$

۳- برهم کنش های قوی و الکترومغناطیسی نمی توانند خواص انفرادی کوآرک را تغییر دهند یعنی نمی توانند رنگ کوآرک را تغییر دهند.

۴- برهم کنش ضعیف در طبیعت نقش یکتایی دارند زیرا می توانند شخصیت کوآرکها را عوض کند و رنگ آنها را تغییر دهند یعنی رنگها فقط در برهم کنش های قوی و الکترومغناطیسی پایسته اند.

می دانند. نیروی ضعیف، قبل از واقع تلاشی، چندان اثری در ساختمان هسته ندارد. اما مانند شکافی ریز در یک ناقوس چدنی هستند که اثری در طنین ناقوس ندارند ولی سرانجام

نام برهم کنش	عامل برهم کنش	حامل برهم کنش	نسبت
گراشی	جرم	گراویتون	10^{-20}
الکترومغناطیس	بار الکتریکی	فوتون	10^{-2}
قوی	رنگ	گلوئون	۱
ضعیف	بار ضعیف	ذرات	10^{-12}

موجب شکستن و تکه تکه شدن آن می شوند.

برهم کنش بین ذرات

برهم کنش بین ذرات از چهار طریق انجام می شود.

۱- برهم کنش گراشی که بین تمام ذرات وجود دارد و عامل این برهم کنش جرم ذرات است. گرایش نخستین نیرویی بود که درک ریاضی آن حاصل شد. حامل این برهم کنش گراویتون می باشد که ذره ای است با اسپین ۲، نظریه گرایش نیوتون به این مفهوم انجامید که قطعات گوناگون ماده، حتی در صورتی که از هم فاصله داشته باشند، بر یکدیگر نیرو وارد می کنند. این نیرو ضعیف ترین نیروی جهان هستی است.

۲- برهم کنش الکترومغناطیسی که بین ذرات باردار وجود دارد و عامل برهم کنش بار الکتریکی ذرات است. حامل این برهم کنش ذرات بدون جرمی بنام فوتون است که اسپین یک دارد. الکتریسته و مغناطیس گرچه نیروهایی هستند ناآشنا تر از گرایش ولی از دیرباز آنها را می شناسیم.

۳- برهم کنش هسته ای قوی که تقریباً صدبار قویتر از برهم کنش الکترومغناطیسی است. عامل برهم کنش را خاصیت بار ماندی بنام رنگ می دانند. یک واکنش هسته ای به ازاء هر اتم یک میلیون مرتبه بیشتر از یک واکنش شیمیایی انرژی رها می کند. حامل این برهم کنش ذره ایست بنام گلوئون^{۲۵} با اسپین یک. این نیرو قویترین نیروی طبیعت است.

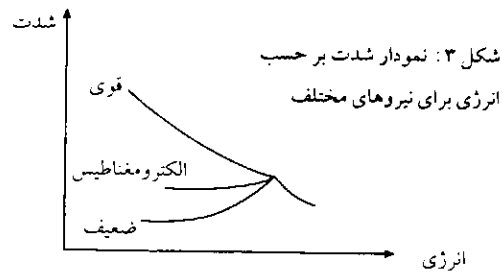
۴- برهم کنش هسته ای ضعیف که عامل واپاشی هسته هاست عامل برهم کنش را ذراتی بنام Z^+ و Z^- و

وحدت بزرگ

در مورد نیروهای طبیعت تصور بر این است که در هنگام مهبانگ^{۲۶} تمامی نیروهای موجود یکسان بوده اند. بیشتر فیزیکدانان امیدوارند سرانجام نظریه واحدی بیابند که بتواند هر چهار نیرو را بعنوان وجوه مختلف یک نیروی واحد توصیف کند. اخیراً تلاشهای موفقی برای وحدت دو نیروی الکترومغناطیسی و هسته ای ضعیف توسط محمد عبدالسلام و استیون و اینبرگ انجام شده است. این دو دانشمند که در سال ۱۹۷۹ موفق به اخذ جایزه نوبل شدند، نیروی الکترومغناطیس و هسته ای ضعیف را در یک پیکربندی واحد بنام الکتروضعیف وحدت بخشیدند. آنها اعتقاد داشتند که در انرژیهای بسیار زیادتر از 100 GeV دو نیروی فوق رفتار یکسانی داشته اند و سه ذره W^+ و W^- و Z^0 که عامل برهم کنش ضعیف هستند به همراه فوتون که عامل برهم کنش الکترومغناطیس است رفتار مشابهی نشان می دادند. از لحاظ شهودی این موضوع شبیه به دوران چرخ نیوتون است. اگر چرخ نیوتون را با انرژی و سرعت زیاد بچرخانیم تمام قسمتهای آن سفید به نظر می رسد اما به محض آنکه انرژی اندکی کم شود چرخ نیوتون به صورت هفت رنگ مجزا قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش دیده می شود.

اگر در ابتدای مهبانگ چهار نیروی جهان هستی یکسان بوده اند چه عاملی باعث شده است که بعد از مدتی آنها از یکدیگر جدا شده و به صورتهای مختلفی جلوه کنند؟

اما یک موضوع روشن است و آن این است که ذرات بنیادی هر چه زیاد شوند و با هر تنوعی که داشته باشند و پدیده‌های مختلف فیزیکی، بیانگر یک وحدت و یک روح واحد در ورای این تنوع هستند، یک وحدت بزرگ که برای درک آن باید توانایی علمی خود را افزایش دهیم. در غیر این صورت جهان را پر از تنوع و بی هدف خواهیم دید و مانند کسی که در یاد دادن قوانین نیوتون به یک سگ ناتوان است از درک وحدت بزرگ جهان عاجز خواهیم بود.



شکل ۳: نمودار شدت بر حسب انرژی برای نیروهای مختلف

واژه نامه	
Gravity	(۱) گرانی
Elementary Particles	(۲) ذرات بنیادی
Ernest Rutherford	(۳) ارنست رادرفورد
	(۴) در طی این آزمایش ذرات آلفا به ورقه نازک طلا تابانده و نسبت ذرات برگشتی و عبوری محاسبه می شدند.
Atom	(۵) اتم
Proton	(۶) پروتون
Chadwick	(۷) چادویک
Nutron	(۸) نوترون
Murray Gell-Man	(۹) موری گلمان
James Joyce	(۱۰) جیمز جویس نویسنده ایرلندی
up	(۱۱) بالا
down	(۱۲) پایین
strange	(۱۳) شگفت
charmed	(۱۴) دلربا
bottom	(۱۵) ته
top	(۱۶) سر
	(۱۷) یوکاوا: فیزیکدان ژاپنی که مدل مزونی را برای نیروهای هسته‌ای قوی پیشنهاد کرد.
Hadron	(۱۸) هادرون به معنی سنگین
Lepton	(۱۹) لپتون به معنی سبک
Baryon	(۲۰) باریون
Hyperon	(۲۱) هیرون
	(۲۲) فرمیون Fermion ذراتی هستند که اسپین آنها نیم صحیح است
Kaon	(۲۳) کائون
Boson	(۲۴) بوزون
	ذراتی هستند که اسپین صحیح دارند
Gluon	(۲۵) گلوئون به معنای چسب
Big Bang	(۲۶) مهبانگ

منابع و مأخذ

- دوره درسی فیزیک، گ. س. لندسبرگ، ترجمه لطیف کاشیگر، ناصر مقبلی، مهرانگیز طالب زاده، جلد سوم، ناشر مؤسسه انتشارات فاطمی.
- فیزیک پایه، فرانک. ج. بلت، ترجمه ناصر مقبلی، جلد چهارم، ناشر مؤسسه انتشارات فاطمی.
- کوارکها و لپتونها، جرالد فاینبرگ، فرانک کلوپس، جوگش پانی، استیون واینبرگ، ترجمه م. حیدری خواجه پور، نشر گسترده.
- فیزیک ذرات بنیادی، ال. جی. تاسی، ترجمه مهدی بارزی، حسین بقایی، ناشر مرکز نشر دانشگاهی.
- جهان، جوسپ کلپچک، ترجمه بهزاد قهرمان، ناشر معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.
- تاریخچه زمان، استیون و هاوکینگ، ترجمه محمدرضا محبوب، ناشر شرکت سهامی انتشار.
- رشد آموزش فیزیک، شماره ۴۸، سال دوازدهم، پاییز ۷۷.

نظریه رایج در این مورد نظریه تقارن شکسته شده است. طبق این نظریه در هنگام مهبانگ که دما فوق العاده زیاد بود این نیروها همگی مثل هم بوده اند و تمام این نیروها با شدتی برابر و به صورت عکس مجذوری بوده اند اما وقتی جهان سرد شد مانند چرخ نیوتون ذرات حالت‌های مختلفی را از خود نشان دادند. بعضی از ذرات باردار شدند لذا اولین عدم تقارن در بار الکتریکی ذرات ظاهر شد و در حالی که دیگر ذرات بدون بار باقی ماندند. بنابراین بعضی از ذرات تحت تأثیر نیروی الکترومغناطیسی قرار گرفتند و بعضی دیگر تحت تأثیر نیرو گرانش. بدیهی است که می توان مدلهای مختلفی برای جهان یافت که شرایط اولیه متفاوتی داشته باشند و در ضمن همه آنها قوانین جهان را توضیح دهند. حال این مسئله پیش می آید که از بین انبوه مدلهایی که می توان برای منشاء جهان پیشنهاد کرد کدامیک را باید در نظر گرفت؟ اگر در ابتدا جهان هستی بر حسب تصادف و بدون هیچ انگیزه‌ای ایجاد شده است پس چرا اکنون جهان هستی با توجه به تقارن‌های موجود اینقدر زیباست؟ این تقارنها از جهان چه می خواهند؟ چرا شکل ریاضی قانون گرانش نیوتون که نیروی بین دو جرم را مشخص می کند با شکل ریاضی قانون کولن که نیروی بین دو بار الکتریکی را مشخص می کند یکسان است؟ چرا تولید یک الکترون در تبدیل انرژی به جرم با تولد یک پوزیترون همراه است؟ چرا ...

آیا نمی توان گفت در وادی تنوع زیاد ذرات و نیروهای شناخته شده، ذرات بنیادی و نیروی بنیادی عالم چون پادشاهی بر اریکه قدرت تکیه زده اند و دست ما از رسیدن به آنها قاصر است؟ چه عاملی می تواند ما را به آنها برساند؟ درست مانند دژی محکم که برای تسخیر آن احتیاج به انرژی زیادی داریم. برای رسیدن به ذرات و نیروهای بنیادی نیز به انرژیهای زیاد احتیاج داریم. به عبارت دیگر اینکه کدام نیروها و ذرات بنیادی هستند بستگی به انرژی و قدرت نفوذ ما به درون ذرات دارد. زمانی اتم را و زمانی پروتون و نوترون را ذرات بنیادی می دانستند، در حال حاضر کوارکها و لپتونها را ذرات بنیادی می دانند و در آینده ...



تدریس فیزیک ریاضیاتی برای همه دانش آموزان

نمادگذاری علمی در جایگذاریهای ساده کردیم، مانند یافتن چگالی زمین، تعیین بسامد نور آبی با استفاده از طول موج، و غیره کردیم. بخش جبری مسئله فیزیک همیشه وقتی حل می شود که به دانش آموزان نشان دهیم که چگونه مقادیر متغیرها را در فرمول قرار دهند، به شرطی که آنها بتوانند آنها را در هنگام استفاده از ماشین حساب شناسایی کنند. بخش مشکل یافتن یک مقدار متغیر با استفاده از جبر است. در بیشتر کتابهای درسی فقط چند مسئله از هر نوع وجود دارد، و اغلب مثالی نیست که دانش آموزان با استفاده از آن روش حل مسئله را بیاموزند. من اغلب تعدادی مسائل بسیار بنیادی به دانش آموزان می دهم. با استفاده از فرمول $v = \frac{d}{t}$ سه مسئله برای به دست آوردن v ، دو تا سه مسئله برای به دست آوردن d ، و دو تا سه مسئله برای تعیین t به آنها می دهم، و اغلب استفاده از نمادگذاری علمی را مطرح می کنم.

بدون شک کلید موفقیت درس ریاضی برای تمام دانش آموزان فیزیک نقش مری است. متوجه شده ام که حتی اگر معلم مثالی را روی تخته سیاه حل کند، فقط تعداد کمی از دانش آموزان متوجه می شوند که برای استفاده از این مثال چه باید بکنند. تعداد کمتری برای درخواست کمک به معلم مراجعه می کنند؛ تعدادی نیز کار دیگران را رونویسی می کنند. اما اگر معلم به سراغ تک تک شاگردان برود، تقریباً در تمام کلاسهای فیزیک اغلب دانش آموزان خواهند توانست خودشان یا به کمک دیگران حل کنند. با ابتکار عمل معلم و برهم کنش مداوم او با بیشترین تعداد ممکن دانش آموزان، در پایان دوره اغلب دانش آموزان یاد می گیرند که چگونه مسائل فیزیک پایه را حل کنند.

در هر دبیرستان تعدادی دانش آموز وجود دارد که نامزدهای خوبی برای دوره های تحصیلی بالاتر هستند، اما آنها به یک دوره ریاضی حل مسئله نیاز دارند. در کلاسهای من تعداد زیادی دختران جوان می توانستند فیزیک ریاضیاتی دبیرستان را به خوبی انجام دهند. بدون شک دوره ای که من شرح آن را دادم بسیار مقدماتی است، اما لاقلاً این دوره یک شکل حقیقی فیزیک است که به دانش آموزان این امکان را می دهد که به پیش بروند و متوجه گذشت زمان نشوند. لازم نیست که علاقه دانش آموزان را با وارد کردن معادله ها و ریاضیات پیشرفته در دروس دبیرستان «بالا ببریم». کوشش مداوم معلم سبب پر بار شدن زندگی دانش آموزان می شود؛ این امکان وجود دارد که بعضی از آنها فیزیکدانهای حرفه ای شوند.

مرجع:

من برای مدت ۲۳ سال فیزیک و سایر موضوعهای علمی و ریاضی را در دبیرستانهای شیکاگو تدریس می کردم. در سالهای ۱۹۷۰ بر طبق یک موافقت نامه کلی یکپارچه سازی قرار شد که بجز برای شاگردان بسیار ضعیف، همه دانش آموزان دبیرستانی که در آنجا تدریس می کرد به مدت چهار سال علوم و ریاضیات بخوانند. دانش آموزان دبیرستان من شاگردانی فقیر و افریقایی تبار بودند که اغلب آنها زمینه ضعیفی در خواندن و ریاضی داشتند.

در بسیاری موارد، دبیران از آموزش معادله ها و ریاضیات به دانش آموزان با زمینه ضعیف دست کشیده بودند. اما من حق انتخاب نداشتم. بنابراین، روشی برای تدریس درس فیزیک با رهیافت حل مسئله برای همه نوع دانش آموزان از متوسط تا ممتاز ابداع کردم. من این روش را که در زیر شرح خواهم داد به طور موفقیت آمیز برای همه دانش آموزان به کار برده ام.

روش کار نسبتاً ساده است: (۱) ماشین حسابهای ساده را در اختیار همه دانش آموزان کلاس قرار دهید؛ (۲) از تمرینها و روشهای کاربرد فرمولهای بنیادی در مسائل ساده فیزیک استفاده کنید؛ (۳) معلم را وادار کنید که در کلاس قدم بزند و به دانش آموزان کمک کند تا روشهای حل مسائل بنیادی فیزیک را یاد بگیرند.

معمولاً اولین مشکل آن است که دانش آموزان کسرها، اعشاری ها، یا تقسیم را نمی دانند و به رغم خواندن درس جبر در این درس ضعیف اند. اما با یک ماشین حساب ساده می توان به راحتی بر این مشکل غلبه کرد. همین طور برای مسائلی با تقسیمهای طولانی مانند $I = \frac{V}{R}$ در رابطه $I = \frac{V}{R}$. ماشین حساب مانع از آن می شود که برای مرور ریاضیات پایه کلاس را به گروههای مختلف تقسیم کنید.

همین طور متوجه شدم که اگر تمرینهایی در مورد نمادگذاری علمی به دانش آموزان بدهم، بسیاری از آنها می توانند مسائل را حل کنند. در یک روز به آنها مجموعه ای از مسائل با مجموعه ای نمادگذاریهای علمی ضربی دادم، مانند ۲۰ تا ۲۵، که دانش آموز می تواند آن را دستی یا به کمک ماشین انجام دهد. در روز بعد به آنها تمرین تقسیم دادم، و از توانهای مثبت و منفی ۱۰ در ضرب هم استفاده کردم. یک روز را نیز صرف جمع و تفریق نمادهای علمی کردم. چند تمرین کافی نیست، بلکه باید دوره ای را صرف هر ضرب، تقسیم، جمع و تفریق کرد، همین طور تبدیل اعداد معمولی به نمادهای علمی سرانجام ثمربخش خواهد بود. دانش آموزان در صورتی نمادگذاری علمی را به خاطر می سپارند که تمرینهای زیادی در این مورد بکنند. همین طور یک روز را صرف استفاده از توابع با

نقدی بر کتاب فیزیک (۱) و تحقیقی

در مورد کتاب فیزیک (۳) نظام جدید

اسماعیل سالمی

دبیر دبیرستانهای کرمانشاه

نهایت در سال تحصیلی ۷۹-۷۸ وزارت تصمیم گرفت که نظام آموزشی را به صورت سالی واحدی اجراء نماید و در سال جاری نیز دروس سال اول دبیرستان به صورت سالی واحدی ارائه گردید. دروس علوم پایه (فیزیک، شیمی و زیست شناسی) با آزمایشگاه ادغام شدند و به صورت یک درس - واحد ارائه شدند. این دروس همراه آزمایشگاه روی هم دارای یک آزمون و یک نمره واحد در لیست نمرات خواهند بود.

حقیر وقتی کتابهای درسی جدید فیزیک، شیمی و زیست شناسی سالی واحدی را دیدم خیلی متأثر شدم که کتاب فیزیک نسبت به دو درس شیمی و زیست شناسی در سطح پائین تری تألیف و گردآوری شده است و در تهیه و تدوین آن با توجه به هدفهای کلی (هدفهای دانشی، مهارتی و نگرشی) دروس علوم دقت لازم مبذول نشده است. وقتی به اسامی مؤلفین محترم و شورای محترم برنامه ریزی توجه کردم اسامی عزیزانی را دیدم که از این استادان گرانقدر انتظار بیشتر و بهتری می رفت. اگر هدف مؤلفان محترم تألیف یک کتاب فیزیک عمومی بوده است می توانستند از تجربه استادان مرحوم؛ جعفر سیروس غنیاء استفاده کنند (کتاب فیزیک سال سوم ادبیات و علوم انسانی نظام قدیم) که بسیار جالب تر از این کتاب فیزیک (۱) بود. در سخنی با همکاران دبیر عنوان شده است که «کتاب فیزیک (۱) پس از تألیف و بررسی جهت بررسی و اظهار نظر در اختیار تعدادی از صاحب نظران در نقاط مختلف کشور قرار داده شد و نظرهای اصلاحی آنها در کتاب اعمال گردید.»

تا آنجا که حقیر تحقیق کرده ام این کتاب قبل از تألیف توسط کسی بررسی نشده است و اگر فرض بر این باشد که صاحب نظرانی کتاب را بررسی کرده اند سؤال این است که: صاحب نظران گرامی چه نظرهای اصلاحی ارائه نموده اند؟ این صاحب نظران چگونه انتخاب شده اند؟ آیا بهتر نبود عناوین این کتاب به صورت جزوه قبل از چاپ به تمام مناطق

۱. نقد کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه سال اول دبیرستان از قدیم الایام آموزش علوم یک طرح بنیادی در نظام آموزش و پرورش کشور ما محسوب شده و می شود. در چند دهه اخیر هیچ یک از موضوعات درسی به اندازه درس علوم دچار تغییر و دگرگونی نشده است. اگر چه محتوای درس علوم تجربی خود به خود به علت پیشرفت دانش بشری جدیدتر می شود اما آنچه که باید کارشناسان دفتر برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی و متخصصان شورای برنامه ریزی کتابهای درسی توجه خود را به آن معطوف نمایند این است که چه چیزهایی را باید به دانش آموزان آموزش داد تا در زندگی آینده برای آنان مفید واقع گردد؟

در بسیاری از موارد تشخیص اینکه آموزش چه چیزی ضروری است کاری بس مشکل است. حقیر نیز مانند استادان بزرگوار مؤلف و برنامه ریز معتقدم که اگر کیفیت آموزش علوم در جامعه ما از وضعیت مطلوبی برخوردار شود دانش آموزان از چرخه آموزش، پیشرفت و هماهنگی و همگامی با توسعه علمی - صنعتی دور نمی مانند و می توانند پایه پای توسعه جهان، دانش و صنعت معومات خود را توسعه دهند.

نقد حاضر حاصل بررسی فردی یک دبیر فیزیک است که چندان دقیق و موثکافانه نیست و به صورت اجمالی مطرح می گردد. امید است که بررسی حاضر انگیزه ای باشد برای سایر همکاران تا به نقد و بررسی کامل تر و علمی تر کتب درسی پردازند و همچنین نواقص و کمبودها و لغزشهای این نقد را نیز بر طرف نمایند. وزارت آموزش و پرورش پس از تغییر نظام آموزشی به ترمی بار مالی زیادی را صرف تأمین وسایل کمک آموزشی جهت تجهیز و تکمیل آزمایشگاهها و ساخت کیت های آموزشی، تشکیل دوره های آموزش ضمن خدمت در تهران و مراکز استانها و ... نمود و این برای دولت کریمه اسلامی گران تمام شد و در نهایت این نظام پس از چند سال شکست خورد و در

آموزش و پرورش سراسر کشور ارسال می شد و منتخبی از دبیران فیزیک باتجربه هر منطقه نظرات خود را ارائه می دادند و سپس مؤلفین محترم نظرات ارائه شده را در تدوین کتاب اعمال می کردند؟

در تدوین یک کتاب باید علاوه بر پی ریزی پایه خوبی در زمینه اصول فیزیک کلاسیک و حل مسائل، کاربردهای عملی، نظریه های جدید و موضوعات تاریخی و فلسفی را نیز مد نظر قرار داد. علاوه بر مجموعه جامعی از مسائل در انتهای هر فصل مثالهای حل شده متعددی در سرتاسر کتاب گنجانند و جدول های پیشنهادی یکاها، نسبتهای مثلثاتی و ثابتهای فیزیکی در انتهای کتاب به صورت پیوست به چاپ رسانند. صفحه بندی کتاب باید طوری باشد که ظاهر صفحات باعث شلوغی کتاب نشود و دانش آموزان بتوانند مطالب را به هم پیوسته بخوانند، یادداشت بردارند و اجزای مختلف هر فصل را از هم تمیز و تشخیص دهند. طرح مسائل از آسان به مشکل باشد و از هر بخش کتاب سؤال طرح شود. تدوین کتاب باید طوری باشد تا دانش آموزان با روشهای مطالعه و تحقیق دانشمندان علم فیزیک در زمینه مورد نظر حتی به طور محدود آشنا شوند و تفکر علمی و حس جستجوگری برای کشف رابطه علی در پدیده های مورد مشاهده، در ایشان تقویت گردد.

در تألیف کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه کمتر به مطالب فوق توجه شده است و به موارد زیر نیز عنایتی نشده است:

(۱) به نیازهای فرهنگی و بومی مناطق مختلف کشور کمتر توجه شده است.

(۲) دربارهٔ واژه ها و اصطلاحاتی که برای اولین بار به کار برده می شوند توضیحاتی در متن یا پاورقی نیامده است و تصاویر و نقشه های مبهم در کتاب آمده است که در فهم درس اشکال ایجاد می کند. مانند شکل روی جلد، شکل های صفحه یک و صفحه ۱۹ و واژه های دمانگاشت، بازه زمانی و گرانیگاه.

(۳) به سیر تاریخی علم فیزیک و سرگذشت بزرگان و دانشمندانی که در تکامل آن نقش مؤثر داشته اند توجه نشده است.

(۴) بعضی از مسائل و پرسشهای کتاب به صورت واضح بیان نشده است که این در تثبیت یادگیری تأثیر منفی می گذارد.

مانند قسمت ب تمرین ۱ صفحه ۱۸، قسمت پ تمرین ۷ صفحه ۱۸، قسمت ب تمرین ۳ صفحه ۳۸، قسمت ج تمرین ۵ صفحه ۶۹، پاسخ دهید ۶ صفحه ۸۱، قسمت ب

تمرین ۲ صفحه ۹۷ و اعداد تمرینهای ۶ و ۷ صفحه ۹۸. این پرسشها و تمرینها طوری تنظیم شده اند که ناظر به اهداف آموزشی مورد نظر نمی باشند.

(۵) در پایان کتاب فهرستی از منابع و مآخذ مفید جهت استفاده دبیران ارائه نشده است و همچنین منابع و مآخذ مورد استفاده در تدوین کتاب فیزیک (۱) مشخص نشده اند.

(۶) در مقدمه کتاب هدف از تدوین و تألیف مطالب «تحقیق کنید، تمرین، پاسخ دهید، تمرینهای فصل، طراحی کنید، آزمایش کنید، مطالعه آزاد، فن آوری و کاربرد، بسازید و ترسیم کنید» توضیح داده نشده است.

در صورتی که در کتاب زیست شناسی سالی واحدی این موارد به طور مفصل توضیح داده شده اند. رنگ آمیزی بخشهای فوق هر چند متن کتاب را ظاهر آریبا کرده است اما تأثیری در افزایش توان ذهنی و یادگیری دانش آموزان ندارد.

(۷) بعضی مطالب تألیف شده در متن ها اشکال دارد که لازم است در چاپ های بعدی به آنها توجه شود. مانند تعریف گرما در صفحه ۲۸ که جهت انتقال گرما را بیان نمی کند، در قانون اهم صفحه ۶۲ اشاره به ثابت بودن دما و رساناهای فلزی نشده است جسمی که بار الکتریکی ندارد (صفحه ۴۲) بهتر است جسم خنثی بیان شود، مفهوم بازه زمانی در صفحه های ۲۴ و ۵۷ بیان نشده است، در

تمرین ۱ صفحه ۱۸ قسمت پ سرعت دو چرخه سوار مشخص نیست، تعریف کولن (صفحه ۵۷) نامفهوم است، در صفحه ۸۲ کتاب آمده است: در آینه تخت همواره فاصله شی تا آینه برابر فاصله شی تا تصویر است، که اشتباه است.

(۸) در متن کتاب کمیت ها و واحدهای آنها با علامت اختصاری نمایش داده شده اند. آیا بهتر نیست در آخر کتاب واژه نامه فارسی انگلیسی چاپ شود؟

(۹) میزان ۳ ساعت تدریس در هفته برای این درس با توجه به انجام کارهای عملی و تراکم تعداد دانش آموزان کلاس ها کم است.

موارد مثبت که در تدوین کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه در نظر گرفته شده است عبارتند از:

کتاب شامل ۵ فصل و ۱۲۸ صفحه است که قسمتهای کوتاهی از آن به صورت مطالعه آزاد است، این حجم کتاب برای یک سال تحصیلی مناسب و مفید است. قطع کتاب نسبت به کتاب فیزیک (۱) گذشته بسیار جالب و مناسب است.

پیشنهادها:

الف) فصل اول کتاب تحت عنوان انرژی است. انرژی یکی از مباحث بخش مکانیک است که مفاهیمی مانند کار، نیرو، وزن و جرم در فهم آن نقش مؤثری دارند. هرچند دانش آموزان اول دبیرستان در کتاب های علوم تجربی دوره راهنمایی با این مفاهیم که پیش آشنا شده اند ولی قبل از بحث انرژی یادآوری مفاهیم فوق لازم و ضروری است. (ب) قبل از بحث انرژی در یک بخش کوتاه مانند فیزیک سال اول نظام قدیم ضرورت دارد که دورنمایی از فیزیک و اهمیت اندازه گیری در علوم، اشاره به کمیت ها و هدف از اندازه گیری، تعیین یکاها و تبدیل یکاها گنجانده شود. (پ) درباره واژه ها و اصطلاحات دمانگاشت و بازه زمانی و ... و تصاویر و نقشه های مبهم روی جلد و صفحات ۱ و ۱۹ در متن یا پاورقی توضیح مفید داده شود. (ت) در پایان هر فصل به سیر تاریخی علم فیزیک و سرگذشت دانشمندان فیزیک مانند نیوتون، انیشتین، ژول، اهم، دکارت، کولن و ... توجه شود. (ث) در انتهای کتاب فهرستی از منابع و مآخذ مفید جهت استفاده دبیران و دانش آموزان، منابع و مآخذ مورد استفاده در تألیف کتاب فیزیک (۱)، جدول های پیشوند یکاها و ثابتهای فیزیکی چاپ شود.

ج) در مقدمه کتاب راجع به بند ۶ موارد نقد توضیح داده شود.

چ) در پایان کتاب واژه نامه فارسی - انگلیسی چاپ شود.

۲. ارزیابی پیرامون کتاب فیزیک (۳) سال سوم نظام جدید اهداف کلی تحقیق: چون در نظام آموزشی رایج در کشور ما کتاب درسی خود یک ابزار مهم آموزشی می باشد و شامل محتوای برنامه آموزشی است لذا محتوای کتاب درسی باید بر اساس اصول برنامه ریزی درسی تهیه و تدوین شود. در این تحقیق تلاش بر این بود که پاسخی برای سؤالات زیر یافت:

تمهیداتی برای خود ارزیابی، توجه به نیازهای روزمره دانش آموزان، توجه به توان ذهنی و فکری دانش آموزان، حجم کتاب و علاقه دانش آموزان به مباحث فیزیک (۳). روش تحقیق: این تحقیق با تهیه سؤالات و پاسخنامه مربوط و توزیع آن در سه دبیرستان عادی (دو دبیرستان پسرانه و یک دبیرستان دخترانه) که در هر دبیرستان دو کلاس سال

سوم تجربی و ریاضی این درس را گذرانده بودند به انجام رسید. کل دانش آموزانی که مورد تحقیق قرار گرفتند ۱۴۴ نفر (۸۴ پسر و ۶۰ دختر) بودند.

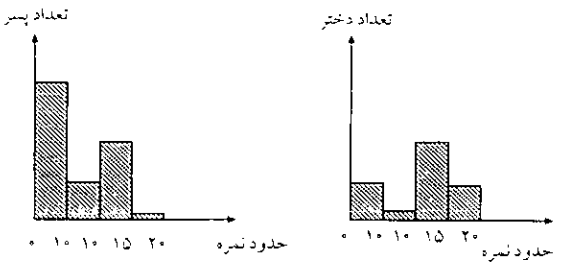
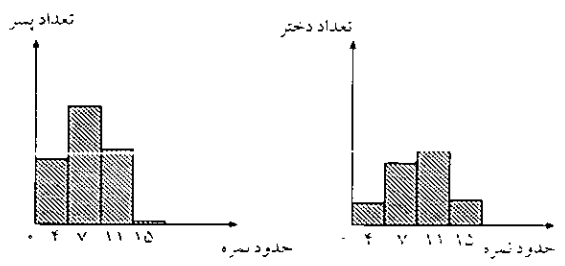
ریز سؤالات و نتایج آن به قرار زیر بودند:

۱) میزان علاقه مندی شما به درس فیزیک تا چه اندازه است؟ از نتایج سؤال می توان نتیجه گرفت که هرچند دانش آموزان رشته ریاضی فیزیک و تجربی هستند و درس فیزیک جزء دروس اختصاصی آنها می باشد اما به دلیل ضعف ریاضی و اینکه یک ترم در میان فیزیک مطالعه می کنند لذا کمتر از ۵۰ درصد (حدود ۴۲٪) به درس فیزیک علاقه مندند.

۲) در علاقه مندی خود به درس فیزیک نقش دبیر را چه اندازه می دانید؟

نتایج هر دو گروه دختر (۸۲٪) و پسر (۶۲٪) نشان می دهد که تأثیر و نقش دبیر در علاقه مندی به درس فیزیک بسیار زیاد است. در این مورد پیشنهاد می شود که برای دبیران محترم فیزیک شرایطی فراهم شود تا بتوانند جذابیتهای لازم را برای کلاس درس فراهم آورند.

۳) نمره پایان ترم شما در درس فیزیک (۳) چقدر است؟ اکثریت نمره گروه پسرها بین ۴ تا ۷ و اکثریت نمره گروه دخترها بین ۷ تا ۱۱ بود (نمودار ستونی نتیجه حاصل است).



۴) نمره کلی شما در درس فیزیک (۳) چقدر است؟

اکثریت نمره گروه پسران بین ۱۰ (۵۲٪) گروه پسرها در ترم اول ۷۷-۷۸ از این درس نمره قبولی نگرفته اند. اکثریت نمره

گروه دختران ۱۰ تا ۱۵ بود (۱۱٪ گروه دخترها در ترم فوق از این درس افتاده بودند). نمودار ستونی نتیجه حاصل است.

۵) به طور کلی مطالب کتاب فیزیک (۲) را چگونه ارزیابی می کنید؟

عالی خوب متوسط ضعیف

۶۴٪ خوب - ۲۳٪ متوسط - ۸٪ عالی - ۵٪ ضعیف.

از نتایج سؤال چنین برمی آید که مطالب کتاب نسبتاً خوب است.

۶) آیا حجم مطالب کتاب فیزیک (۳) کافی است؟

زیاد است کافی است کم است

۶۰٪ کافی است - ۲۹٪ زیاد است.

با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که حجم کتاب

برای مدت یک ترم تحصیلی و ۴ ساعت تدریس در هفته کافی است.

۷) مطالب کتاب فیزیک (۳) تا چه اندازه نیازهای آموزشی

شما را تأمین می کند؟

از نظر ۶۰٪ پاسخ دهندگان مطالب کتاب چندان جذاب و

جالب نیستند و بعضی مطالب مانند بحث خازنها ارتباطی با سایر

مطالب فیزیک (۳) ندارد. پیوستگی مطالب کتاب رعایت نشده است

مثلاً اگر بحث القاگر بعد از قانونهای القای الکترومغناطیسی و

بحث جریان متناوب در فصل سوم بعد از توصیف حرکتی نوسانی

آورده می شد بهتر بود و...

۸) مشکل ترین فصل کتاب فیزیک (۳) به نظر شما کدام است؟

هر دو گروه فصل چهارم (فیزیک جدید) را مشکل ترین فصل کتاب دانسته اند.

پیشنهاد می شود که مؤلفین محترم در موضوعات فصل

چهارم تغییراتی ایجاد کنند. قسمت فرمول ریدبرگ و طیف های

اتمی برای دانش آموزان جذاب نیست.

۹) شما بیشتر به کدام قسمت از فیزیک علاقه مندید؟

هر دو گروه بیشتر به مفاهیم و مسائل علاقه مندند.

۱۰) به کدامیک از مباحث فیزیک (۳) علاقه مندید؟

از نظر هر دو گروه حرکت نوسانی و موج و الکترومغناطیس.

۱۱) مشکل درسی شما بیشتر به کدام عامل مربوط بوده است؟

الف) زیاد بودن مطالب درسی

ب) سخت بودن مسائل

پ) کم کاری خود

ت) نحوه تدریس دبیر

ث) برنامه امتحانی

ج) سخت بودن امتحان پایان ترم

از نتایج سؤال چنین برمی آید که گروه پسران عامل

اصلی مشکل درسی خود را نحوه تدریس دبیر و سپس

کم کاری خود و سخت بودن امتحان پایان ترم دانسته اند.

اما گروه دختران عامل اصلی مشکل درسی خود را کم کاری

خود و در مرحله دوم برنامه امتحانی و سخت بودن امتحان

پایان ترم دانسته اند.

۱۲) بارم بندی فصل های فیزیک (۳) به صورت: فصل

اول ۵/۵ نمره - فصل دوم ۳ نمره - فصل سوم ۲ نمره و فصل

چهارم ۴/۵ نمره است. آیا به نظر

شما این بارم بندی مناسب است؟

اگر جواب منفی است موارد

پیشنهادی خود را بنویسید؟

حدود ۹۰ درصد اظهار

داشته اند بارم فصل سوم کم و

بارم فصل چهارم زیاد است.

پیشنهاد می شود که بارم بندی

به شرح زیر تغییر کند:

فصل اول ۵/۵ نمره - فصل

دوم ۳/۵ نمره - فصل سوم ۳

نمره - فصل چهارم ۳ نمره.

	الف	ب	پ	ت	ث	ج
گروه دختران	۱	۱۱	۲۴	۵	۱۴	۱۳
گروه پسران	۸	۲۲	۳۱	۳۳	۷	۲۹
درصد فراوانی گروه دختران	۰٫۰۱	۱۸	۴۰	۰٫۰۸	۲۳	۲۱
درصد فراوانی گروه پسران	۰٫۰۹	۲۶	۳۶	۳۹	۰٫۰۸	۳۴

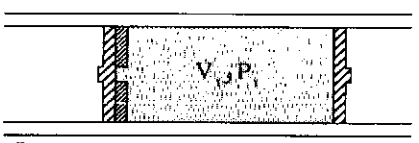
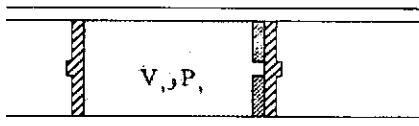
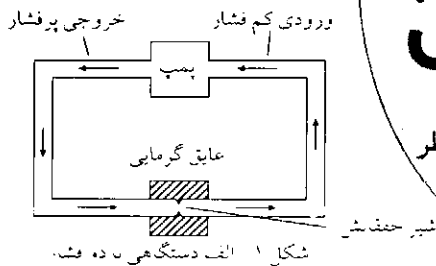
اسماعیل سالمی - دبیر

دبیرستانهای کرمانشاه

فرآیند خفقانشی*

محمدرضا خوش بین خوش نظر

فرآیند خفقانشی ثابت باقی می ماند.



دمای یک شاره ممکن است بر اثر فرآیند خفقانشی بشدت افت کند؛ که این امر در واقع اساس کار سردکن ها و دستگاه های تهویه مطبوع است؛ اما همیشه چنین نیست و دمای یک شاره گاهی ممکن است طی فرآیند خفقانشی بدون تغییر بماند و یا حتی افزایش یابد. رفتار یک شاره در فرآیند خفقانشی را ضریبی موسوم به ضریب ژول-تامسون بیان می کند که به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H$$

بنابراین: ضریب ژول-تامسون میزان تغییرات دما نسبت به فشار، طی یک فرآیند «آنتالپی-ثابت» است. باید توجه داشت که طی یک فرآیند خفقانشی، اگر:

$$\mu = \begin{cases} < 0 & \text{دما افزایش می یابد.} \\ = 0 & \text{دما ثابت می ماند.} \\ > 0 & \text{دما کاهش می یابد.} \end{cases}$$

یک نگاه دقیق به تعریف این معادله، روشن می سازد که ضریب ژول-تامسون، شیب خطوط H - ثابت روی نمودار T - P را نشان می دهد. این نمودارها را می توان خیلی ساده از اندازه گیری دما یا فشار به تنهایی و طی فرآیندهای خفقانشی به دست آورد. یک شاره در یک فشار و دمای معین T_1 و P_1 واداشته می شود که از یک جدار متخلخل عبور کند تا دما و فشارش به T_2 و P_2 برسد. آزمایش را برای اندازه های مختلف جدار متخلخل تکرار می کنیم و از هر کدام یک T_2 و P_2 به دست می آوریم. با رسم دماها

در بخش مطالعه آزاد

کتاب فیزیک پیش دانشگاهی

رشته ریاضی - فیزیک به نحوه

کار یخچال ها اشاره مختصری

شده است. از آن جا که بررسی

کامل و دقیق کار یک یخچال

مستلزم آشنایی با فرآیندی موسوم به

فرآیند خفقانشی است. این مقاله به

مرور این فرآیند می پردازد.

در پدیده خفقانشی، شاره ای که ابتدا در فشار ثابت و

زیادی است، پس از عبور از یک جدار متخلخل یا مجرای

باریک (شیر سوزنی یا شیر خفقانشی)، بدون انتقال گرما

به محیطی که فشار آن پایین است، وارد می شود. شکل

۱. الف شاره ای را نشان می دهد که با پمپ به محیط

پرفشاری منتقل شده و پس از عبور از گلوگاهی باریک، به

لوله ورودی پمپ که فشار آن کم است، وارد می شود. هر

جزء از شاره در جریان دائمی خود، دستخوش فرآیند

خفقانشی می شود. فرض کنید که مقداری شاره نظیر شکل

۱. ب، بین یک ستون و یک دریچه خفقانشی محبوس شده

و پیستون دیگری در طرف مقابل روی دریچه قرار گرفته

باشد. دو پیستون را به طرف راست حرکت می دهیم؛ به

طوری که همواره P_1 ، فشار سمت چپ و P_2 فشار سمت

راست، ثابت بماند و نیز P_1 بیش تر از P_2 باشد. پس از

آن که همه شاره به طرف راست منتقل شد، دستگاه به

وضعیت نشان داده شده در شکل ۱. ج درمی آید. کار انجام

شده روی دستگاه برابر با تفاضل کار دریافتی از پیستون

طرف چپ و کار انجام شده روی پیستون طرف راست

است. هرگاه V_1 و V_2 به ترتیب حجم های ابتدایی و نهایی

شاره باشند، چون شاره کم فشار از صفر تا V_2 تغییر حجم

داده و فشار آن ثابت و برابر P_2 است، کار انجام شده در این

قسمت برابر با $P_2(V_2 - 0)$ می شود. از طرف دیگر، شاره

پرفشار از V_1 تا صفر تغییر حجم داده و فشار آن ثابت و برابر

P_1 است. بنابراین، کار انجام شده آن برابر با $P_1(0 - V_1)$

است و در نتیجه W یعنی کار کل دستگاه، برابر با

$W = P_2 V_2 - P_1 V_1$ می شود. چون فرآیند بی دررو است

$(Q = 0)$ ، طبق قانون اول ترمودینامیک خواهیم داشت:

$$U_2 - U_1 = 0 - (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

و یا:

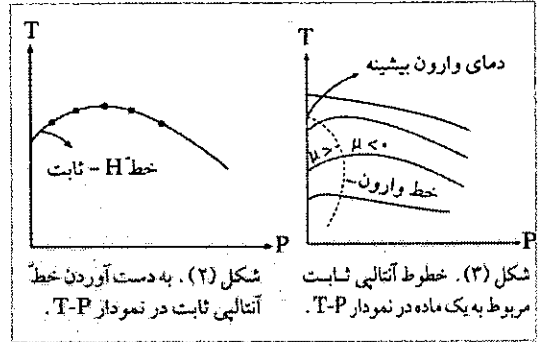
$$U_2 + P_2 V_2 = U_1 + P_1 V_1$$

$U + PV$ را آنتالپی دستگاه می نامند. بنابراین نتیجه

می گیریم که آنتالپی (که آن را با نماد H مشخص می کنند) در



بر حسب فشارها، یک خط H - ثابت در نمودار T-P به دست می آید (شکل (۲)).



شکل (۲). به دست آوردن خط مربوط به یک ماده در نمودار T-P. شکل (۳). خطوط آنتالپی ثابت مربوط به یک ماده در نمودار T-P. آنتالپی ثابت در نمودار T-P.

با تکرار آزمایش برای مقادیر مختلف ورودی فشار و دما می توانیم یک نمودار T-P برای یک ماده مطابق شکل (۳) رسم کنیم. بعضی از خطوط آنتالپی - ثابت در نمودار T-P از یک نقطه با شیب صفر یا ضریب ژول - تامسون صفر عبور می کنند. خطی که از این نقاط عبور می کند، خط وارون نامیده می شود و دما در نقطه ای که یک خط آنتالپی - ثابت با خط وارون تقاطع دارد، دمای وارون نامیده می شود. دما در تقاطع خط $P=0$ و قسمت بالایی خط وارون، دمای وارون بیشینه نامیده می شود. توجه داشته باشید که شیب های خطوط H - ثابت در طرف راست خط وارون، منفی ($\mu < 0$) و در سمت چپ آن، مثبت ($\mu > 0$) هستند. یک فرآیند خفقانشی در طول یک خط آنتالپی ثابت، در جهت کاهش فشار، یعنی از راست به چپ پیش می رود. بنابراین، دمای شاره تاهنگامی که فرآیند خفقانشی در طرف راست خط وارون قرار دارد، افزایش می یابد. اما برای آن فرآیندهای خفقانشی ای که در طرف چپ خط وارون واقع اند، دمای شاره کاهش می یابد. با توجه به این نمودار، کاملاً روشن است که خنک سازی به وسیله فرآیند خفقانشی ممکن نیست مگر آن که شاره زیر دمای وارون بیشینه خود باشد. این موضوع برای موادی که دمای وارون بیشینه آنها بسیار کم است، مشکل به وجود می آورد. برای مثال، دمای وارون بیشینه هیدروژن 68°C - است. بنابراین، اگر بخواهیم سرمای بیش تری را با فرآیند خفقانشی ایجاد کنیم، باید هیدروژن را تا زیر این دما سرد کنیم.

برای یک فرآیند H - ثابت $dH = 0$ است. پس می توان این رابطه را به شکل زیر مرتب کرد:

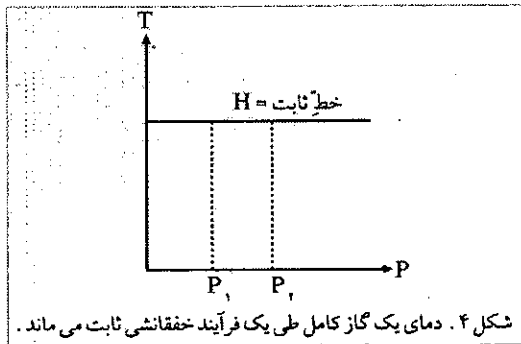
$$\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = -\frac{1}{C_p} \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \right]$$

بنابراین، ضریب ژول - تامسون را می توان با دانستن ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت و رفتار P-V-T ماده به دست آورد. یک مثال از به کارگیری رابطه بالا، محاسبه ضریب ژول - تامسون یک گاز کامل است. برای یک گاز

کامل $V = \frac{RT}{P}$ است و بنابراین $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{R}{P}$ می شود. با جای گذاری این رابطه در رابطه بالا خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{-1}{C_p} \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \right] = \frac{-1}{C_p} \left[V - T \frac{R}{P} \right] \\ &= \frac{-1}{C_p} (V - V) = 0 \end{aligned}$$

این نتیجه، غیر منتظره نیست؛ زیرا آنتالپی گاز کامل فقط به دما بستگی دارد: $H=H(T)$. بر اساس آن، دما باید ثابت بماند؛ مگر این که آنتالپی تغییر کند. از آن جا که در صورت تغییر آنتالپی، فرآیند خفقانشی نیست. بنابراین، از یک فرآیند خفقانشی نمی توان برای سرد کردن گاز کامل استفاده کرد.



شکل ۴. دمای یک گاز کامل طی یک فرآیند خفقانشی ثابت می ماند.

مراجع

۱. درآمدی بر ترمودینامیک مهندسی شیمی، ترجمه محمد سلطانه،
۲. فیزیک دانشگاهی، ترجمه فضل الله فروتن،
۳. مبانی ترمودینامیک کلاسیک، ترجمه مهندس ملک زاده، مهندس کاشانی حصار، مهندس معتمدی.

پانویس:

۱. اثبات این رابطه بسیار ساده است. ولی لازمه آن، دانستن روابط چهارگانه ماکسول است که بررسی این روابط، خارج از حد این مقاله است. خواننده علاقه مند می تواند به یکی از مراجع ۱ یا ۳ مراجعه کند.

♣ Throttling

$$dH = C_p dT + \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \right] dp$$

ابریسانایی



کنجکاو ی صرفاً آزمایشگاهی و اسباب بازی فیزیک دان ها به درآید.

در سال های بعد معلوم

شد که پیشرفت در این زمینه کند است، و کشفیات جدید با موانع جدیدی همراه است.

یک بار دیگر، همچون گذشته معلوم شد که ابررسانایی بیش از آن که

تصور می شد، شگفتی آفرین و دارای ویژگی های گوناگون و متنوعی است.

اولین شگفتی، خود کشف بود که در سال ۱۹۱۱ توسط کامرلین اونس (شکل ۱) و دستیارش جیلس هولست در دانشگاه ایان در هانن اتفاق افتاد. آنها می دانستند که مقاومت الکتریکی فلزات با پایین آمدن دما کاهش می یابد، و حتی این امکان را نیز پیش بینی می کردند که اگر دما به صفر مطلق برسد مقاومت الکتریکی به تدریج ممکن است به صفر برسد. اما، آنها نمی توانستند چیزی را که واقعاً مشاهده کردند حدس بزنند، زیرا وقتی مقداری جیوه را تا دمای حدود ۴٫۲ کلوین، دمایی که قبلاً کسی به آن نرسیده بود، سرد کردند مقاومت الکتریکی ناگهان از میان رفت.

معلوم شد که از بین رفتن مقاومت دقیقاً چیزی است که ابررساناها را شگفت آفرین می سازد. این مواد همچنین دارای ویژگیهایی مغناطیسی هستند، که به هیچ ماده دیگر شباهت ندارد. از یکسو، می توانند میدان های مغناطیسی بینهایت شدیدی تولید کنند، و از سوی دیگر، می توانند

نوشته: پتر لیند نفلد^۱ - استاد دانشگاه ایالتی روتگرز در نیوجرسی امریکا
مترجم: عبدالحسن بصیره، عضو هیأت علمی دانشگاه کردستان
نقل از: مقاله تخصصی کتاب هالیدی - رزنیک - واکر چاپ چهارم ۱۹۹۳

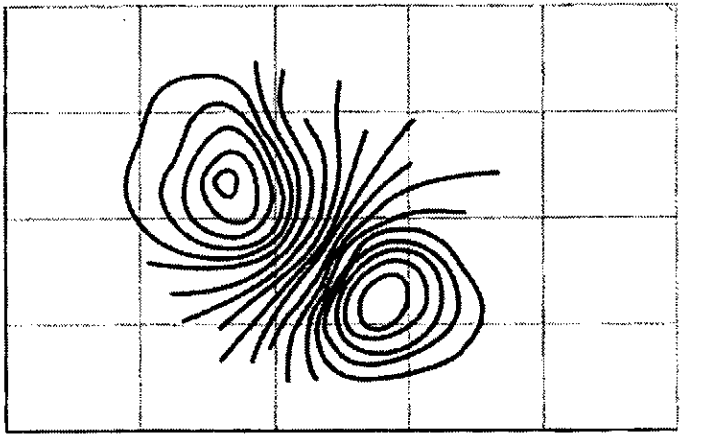
در اوائل سال ۱۹۸۷ تمام روزنامه ها گزارش هایی را درباره تحولی در ابررسانایی منتشر کردند. برای اولین بار این پدیده در دماهایی بالاتر از دمای نیتروژن مایع مشاهده شده بود. نیتروژن مایع به اشکال گوناگون و ارزان تر از شیر یا ارزان تر از یک نوشابه توصیف شد.

م. ک. و. در آزمایشگاهش در دانشگاه آلاباما دقیقاً نشان داده بود که اکسید تیریم باریم مس در این دماهای بی سابقه خاصیت ابررسانایی دارد. از او پرسیده شده بود که چقدر طول می کشد تا این ماده جدید کاربردهای گسترده یابد. او فکر کرد که یک یا دو سال زمان کافی خواهد بود. سرانجام، سه چهارم قرن پس از کشف ابررسانایی زمان آن فرارسیده بود که ابررسانایی وارد دنیای فناوری شود و از یک

شکل ۱ - کامرلین اونس اولین کسی بود که هلیوم را مایع کرد. این موفقیت به او این امکان را داد که آزمایش هایی را در چند درجه بالاتر از صفر مطلق انجام دهد، و همین امر به کشف ابررسانایی انجامید.

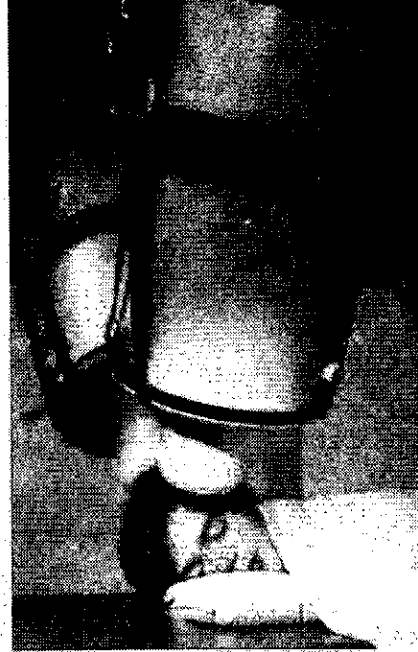


(شکل ۱)



ب- نمودار، میدان مغناطیسی تولید شده توسط شخصی را نشان می دهد که در حال شنیدن صدای ۶۰۰ هرتز است. خطوط میدان مغناطیسی مجاور ۱۰ft با هم اختلاف دارند. این آزمایش، که در دانشگاه نیویورک انجام شده است، امکان تشخیص بخشی از فعالیت مغز را هنگام شنیدن، فراهم ساخته است.

شکل ۲- الف- ابزارهای تداخل کوانتومی ابررسانای غوطه ور در هلیوم مایع میدان های مغناطیسی حاصل از فعالیت مغز را آشکار می سازند.



سیملوله ابررسانا مزیت فوق العاده ای است.

کاملین اونس بلافاصله متوجه امکان تولید میدان های قوی بدون گرمای بی مصرف شد، اما آرزوهایش با اولین آزمایشها بر باد رفت. زیرا در ابررساناهایی که در آن زمان می شناختند ابررسانایی با میدان های مغناطیسی کمتر از ۱/۰ تسلا از میان می رفت.

امروزه می دانیم که مغناطیس و ابررسانایی دشمنان طبیعی یکدیگر هستند. ویژگی های ماکروسکوپی (بزرگ مقیاس) مغناطیسی تابع الکترون هایی است که موازی و هم خط هستند، در حالی که برای ابررسانایی باید اسپین جفت الکترون ها در خلاف جهت یکدیگر قرار گیرد. یک میدان مغناطیسی گشتاوری بر یک الکترون اعمال می کند که آن را

و مدار می کند تا اسپین خود را با میدان هم خط کند. بنابراین طبیعی است که این امر جفت های ابررسانا را به هم می ریزد و سبب تخریب ابررسانایی می شود.

امروزه اغلب آزمایشگاه های بزرگ و بسیاری از آزمایشگاه های کوچک فیزیک دارای مغناطیس های ابررسانا هستند. این مغناطیس ها در اغلب شتابدهنده های توانمند ذرات به کار می روند، و تحقق وسایل همجوشی مغناطیسی برای تولید

شکل ۳- رکورد سرعت ۳۲۱ مایل در ساعت را یک قطار پروازی مغناطیسی در سال ۱۹۷۹ در ژاپن به دست آورد. این قطار به دلیل دافعه موجود بین مغناطیس های ابررسانا و میدان مغناطیسی القا شده در ریل های آهنی بدون تماس با زمین حرکت می کند.

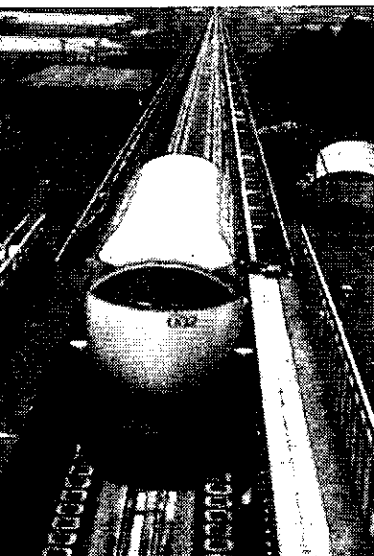
میدان های ضعیف غیر قابل تصور را اندازه گیری و کنترل کنند و مورد استفاده قرار دهند.

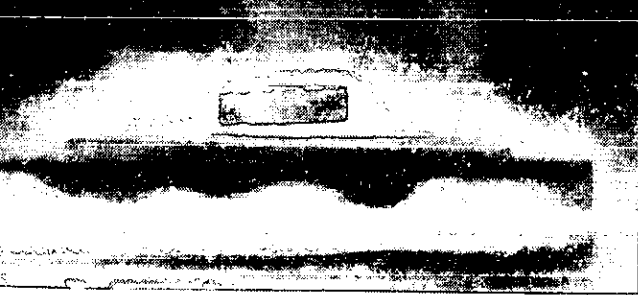
به رغم هزینه قابل ملاحظه و پیچیدگی مسئله سرمایه، استفاده از هر دو میدان مغناطیس قوی و ضعیف حتی قبل از آنکه ابررسانایی در دماهای بالا کشف شده باشد. گسترش یافته بود. گستره این کاربردها از مغناطیس های ابررسانایی شتابدهنده آزمایشگاه ملی فرمی که ذرات بنیادی را تا انرژی های بالا* شتاب می دهد تا «Squids» را که میدان های مغناطیسی تولید شده در مغز انسان را ثبت می کنند، در برمی گیرد (شکل ۲).

آهنرباها و کاربردهای بزرگ مقیاس

یک آهنربای دائمی بدون هیچگونه انرژی ورودی میدان مغناطیسی تولید می کند، زیرا هر الکترونی خود یک آهنربای دائمی کوچکی است. دلیل اینکه ما اغلب از ویژگی های مغناطیس ماده آگاه نیستیم این است که میدان های مغناطیسی الکترون های مختلف به دلیل سمتگیری های مختلف شان اغلب یکدیگر را خنثی می کنند.

در آهن و دیگر مواد «مغناطیسی»، الکترون ها می توانند به خط شوند، اما حتی در بهترین شرایط می توانند میدان هایی فقط در حدود ۲ تسلا تولید کنند. برای میدان های قوی تر، از عبور جریان های الکتریکی ثابت از سیملوله ها استفاده می کنند. مقداری از انرژی به کار رفته با آهنگ I^2R وات به صورت گرما تلف می شود (که I جریان الکتریکی و R مقاومت الکتریکی سیم پیچ است). باید از روش های کم و بیش استاندارد برای جلوگیری از این اتلاف گرما استفاده کرد. مسلماً صفر کردن R با استفاده از





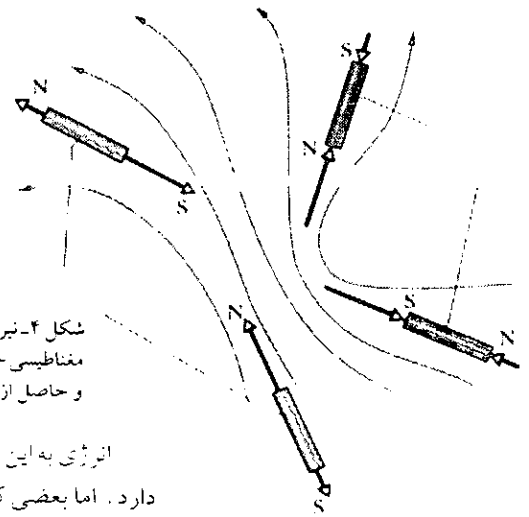
شکل ۵- نمونه ای از یک ابر رسانای اکسید باریم ایتیم مس که در بالای یک آهنربای دائمی شناور است.

اگر خطوط میدان و اگر باشند، در این صورت قطب جنوب در میدان قوی تر خواهد بود و شیئی دوباره به سمت میدان قوی تر به عقب کشیده خواهد شد. یک آهنربای کوچک میدانی دارد که در نزدیکی آن قوی تر است و این دو میدان همدیگر را جذب می کنند (شکل ۴).

در یک ابر رسانا، مغناطش در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی است. این حالت را دیامغناطیسی می نامند. می توانیم ظهور این پدیده را با در نظر گرفتن یک استوانه یا سیملوله بسته از سیم کاملاً رسانا اما بدون یک چشمه جریان، یا حداقل بدون هیچگونه جریان اولیه ای، ببینیم. ما یک شیئی مغناطیس شده برای شروع کار نداریم، اما جریان، و در نتیجه مغناطش را می توان طبق قانون فاراده القا کرد.

اگر سیملوله را در ناحیه ای قرار دهیم که میدان مغناطیسی در آنجا وجود دارد، افزایش شار مغناطیسی درون سیملوله یک نیروی محرکه القایی و در نتیجه یک جریان القایی و یک میدان مغناطیسی القایی به وجود می آورد. بنابه قانون لنز، میدان القایی در جهتی است که با تغییر در شار درون سیملوله مخالف می کند، و در این حالت مخالف با جهت افزایش میدان خارجی درون سیملوله ابر رساناست. نیروی محرکه القایی به محض آنکه سیملوله ساکن شود و میدان درون آن از افزایش باز ایستد، از میان می رود. در یک سیملوله ساخته شده از سیم معمولی، جریان و میدان مغناطیسی آن نیز دیگر وجود نخواهند داشت. ولی در یک سیملوله کاملاً رسانا، یا روی سطح یک استوانه از جنس یک ماده کاملاً رسانا، جریان حتی بدون یک نیروی محرکه القایی ادامه خواهد یافت، چون مقاومت صفر است و به هیچگونه انرژی ورودی نیازی نیست.

در یک میدان همگرای خارجی، اکنون قطب مخالف، یعنی قطب جنوب، در میدان قوی تر قرار گرفته است. نتیجه این خواهد شد که نیروی برآیند به سوی ضعیف ترین قسمت میدان است. بنابراین در میدان سیملوله یا آهنربای دیگر، ماده دیامغناطیسی دفع خواهد شد.



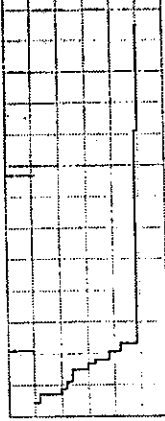
شکل ۴- نیروهای موجود در یک میدان مغناطیسی حاصل از یک آهنربای دائمی و حاصل از مغناطیس های ابر رسانا

انرژی به این مغناطیس ها بستگی دارد. اما بعضی کاربردهایی نیز وجود دارد که تا قبل از ظهور ابر رسانایی حتی قابل تصور هم نبودند. یکی از این کاربردها، توسعه قطارهای پروازی مغناطیسی یا به تعبیری «پرواز الکترومغناطیسی» است که گاهی به این نام تخیلی نامیده می شود. این پرواز فقط در فاصله بسیار کمی بالاتر از سطح زمین صورت می گیرد، در حدی که قطار را از تماس با ریلها باز دارد، به این ترتیب اصطکاک بین آنها از میان می رود و لاجرم بزرگترین مانع در دستیابی به سرعت های زیاد بر طرف می شود (شکل ۳).

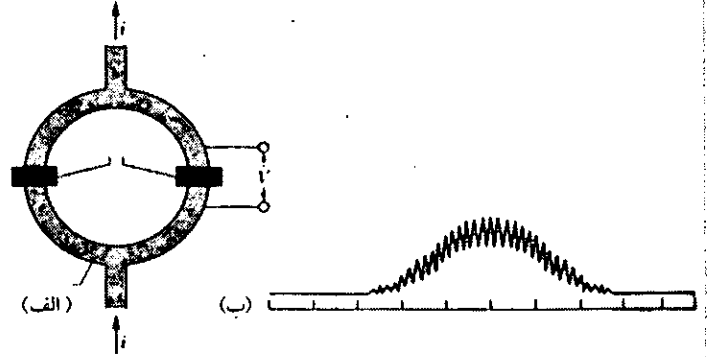
نیروهای وارد بر آهنرباها و ابر رساناها

یک آهنربای میله ای، یک الکترون، یا یک حلقه یا سیملوله حامل جریان را در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دهید. هر یک از این اشیاء یک قطب شمال و یک قطب جنوب دارند. بر قطب شمال نیرویی در جهت میدان مغناطیسی، و بر قطب جنوب نیرویی با اندازه برابر اما در جهت مخالف وارد می شود. بنابراین، نیروی خالصی وجود ندارد. بجز در مواردی که شیئی (قرار گرفته در میدان یکنواخت) قبلاً با میدان به خط شده باشد، گشتاوری بر آن وارد، می شود که محور شمال - جنوب (شیئی را) موازی با میدان می سازد. (اگر چه ما اصطلاح قطب ها را به کار می بریم، ولی بحث از نیروهای وارد بر جریان ها کاملاً با آن هم ارز است و منجر به همان نتیجه می شود).

ولی اگر میدان یکنواخت نباشد وضعیت کاملاً فرق خواهد کرد. برای مثال، فرض کنید که خطوط میدان همگرا باشند که نشانگر آن است که جایی که خطوط به هم فشرده ترند میدان قوی تر است. در این صورت مثل قبل گشتاوری وجود خواهد داشت، اما وقتی قطب شمال در امتداد میدان است در یک میدان قوی تر از قطب جنوب قرار دارد. نتیجه نهایی این خواهد شد که تمام شیئی (مغناطیس، سیملوله، یا الکترون) به سمت قوی ترین قسمت میدان کشیده می شود.



شکل ۷ - بالاترین دماهای گذار به ابررسانایی (برحسب کلوین) از سال ۱۹۱۱ تا سال ۱۹۹۱.



شکل ۸ - الف - نمودار طرح وار یک SQUID دو پیوند گاهی. ب - داده های حاصل از مدار شامل یک SQUID دو پیوند گاهی. نمودار، تغییرات جریان را بر حسب میدان مغناطیسی نشان می دهد. هر جرعه تغییر شاری برابر با یک کوانتوم شار را نشان می دهد.

نمی تواند به طور پیوسته افزایش یابد، بلکه جریان حلقه چنان تغییر خواهد کرد که شار را ثابت نگهدارد. هر چند، پیوندگاه نمی تواند جریان بیشتر از یک مقدار بسیار کوچک را تحمل کند. وقتی جریان به این مقدار رسید، پیوندگاه بلافاصله از ابررسانا بودن بازمی ایستد و اجازه می دهد که شار درون حلقه به طور ناپیوسته تغییر کند. در شرایط مناسب، این تغییر می تواند درست برابر یک کوانتوم شار در یک گام باشد. با شمارش تعداد گام ها، شار درون سیملوله، و بنابراین، خود میدان مغناطیسی را نیز می توان با دقت بسیار زیادی تعیین کرد.

حلقه ای که شامل یک یا چند پیوندگاه جوزفسون برای آشکارسازی یا اندازه گیری شار باشد «ابزار تداخل کوانتومی ابررسانا» یا «SQUID» نامیده می شود (شکل ۶).

تغییر ناپیوسته و پله ای شار همچنین پایه ای برای کاربرد ابزار پیوندگاه جوزفسون به عنوان حافظه و اجزای پردازنده کامپیوترهای دیجیتال است. به دلیل خاصیت ابررسانایی آنها و نبود اتلاف گرما، آن ها را می توان بسیار نزدیک به هم قرار داد.

مواد

پس از کشف ابررسانایی در جیوه در سال ۱۹۱۱، عناصر دیگری از همان ردیف از جدول تناوبی را یافتند که ابررسانا بودند. قلع، ایندیم، سرب، و تالیم با گذار از دمای (T_c) در گستره $۲/۴$ کلوین برای تالیم تا $۷/۲$ کلوین برای سرب پیشگام بودند. تمام اینها در آزمایشگاه کامرلین اونس کشف شدند که تنها جایی بود که هلیوم مایع و در نتیجه دماهای کم در دسترس بود. در ۱۹۲۳ تورنتو و بعد در ۱۹۲۵ برلین به این باشگاه انحصاری پیوستند، و والتر مایسنر و همکارانش به زودی توانستند ابررسانایی را در بخش دیگری از جدول تناوبی، و در میان «عناصر گذاری» که شامل نیوبیم بود کشف کنند، به طوری که این عنصر در دمای $T_c = 9/2k$ با بالاترین دمای گذار ابررسانا می شد. پیشرفت های بعدی وقتی میسر

برای یک ابررسانا باید گامی فراتر رویم. وقتی یک ابررسانا در یک میدان مغناطیسی از بیش از دمای T_c تا کمتر از آن سرد شود، تغییری در شار خارجی به وجود نمی آید، بنابراین قانون فاراده نیز مغناطش القایی را پیش بینی نخواهد کرد. در نتیجه ابررسانا دیامغناطیسی می شود. این پدیده را که اولین بار در سال ۱۹۳۳ مایسنر و اوچسنفلد نمایش دادند، اثر مایسنر می نامند. این اثر نشان می دهد که خصوصیات یک ابررسانا را به سادگی نمی توان با گفتن اینکه یک رسانای کامل است، توصیف کرد. شکل ۵ خاصیت دیامغناطیسی را نشان می دهد، که دفع یک ابررسانا به وسیله یک آهنربای دائمی است.

کوانتس شار و کاربردهای کوچک مقیاس

کاربرد ابررساناها برای ردیابی و آشکارسازی میدان های مغناطیسی بینهایت کوچک به دو پدیده مربوط می شود، یکی «کوانتس شار» و دیگری «تونل زنی جوزفسون»، که دومی به نام کاشف آن برایان جوزفسون نامیده شده است، که این اثر را زمانی که هنوز دانشجوی دانشگاه کمبریج در انگلستان بود، پیش بینی کرد.

درست مانند کوانتس بار الکتریکی که هر بار مضرب صحیحی از بار الکترون، e ، $(1/6 \times 10^{-19})$ کولن است، شار مغناطیسی درون یک حلقه ابررسانا نیز چنین است. کوانتوم شار برابر است با $\frac{h}{2e}$ (که h ثابت پلانک است)، و مقدار آن $T \cdot m^2$ 2×10^{-15} است. این مقدار بسیار کوچک شار و حتی کسر کوچکی از آن را نیز می توان با اثر جوزفسون آشکارسازی کرد.

آنچه را که جوزفسون نشان داد آن بود که جفت الکترون ها در یک جریان ابررسانا می توانند از یک سد عایق نازک عبور کنند («تونل بزنند»). حلقه ای از یک ماده ابررسانا با چنین سدی یا «پیوندگاه تونلی» هنوز می تواند ابررسانا باشد. حال فرض کنید بخوایم شار مغناطیسی درون حلقه را افزایش دهیم. چون شار کوانتیده است

شد که مشخص شد که بعضی ترکیبات فلزی حتی می توانند در دماهای بالاتری نیز ابررسانا شوند. در سال ۱۹۴۰ رکود این روند برای Nb_3C با دمای $T_c = 10/1 k$ ثبت شد، و در ۱۹۵۴ برای Nb_3S_2 با دمای $T_c = 18 k$ اتفاق افتاد. در سال ۱۹۷۳ ترکیب Nb_3O_7 با دمای $T_c = 23/2 k$ تا ۱۴ سال جایگزین نخست را به خود اختصاص داد. تا اینکه در سال های ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ کشفیات ابررسانایی شگفت انگیزی در ترکیبات اکسید مس رخ داد که اولین بار مولر و بدنورز در سوئیس با دمایی در حدود ۳۵k با اکسید باریم لانتانیم مس و بعدها وو، چو و دیگر همکارانشان در دمایی نزدیک به ۹۱k با اکسید باریم یتیم مس به انجام رسید (شکل ۷). بلافاصله پس از آن با اکسیدهای بیسموت و تالیوم در دماهایی بیش از ۱۲۵ k این روند ادامه یافت، همان طور که با دیگر اکسیدها و ترکیبات مشابه در دماهای گذار پایین تر نیز این کار به خوبی پیگیری شد.

همراه با روند پیشرفت در دمای T_c ، در میدان های مغناطیسی «بحرانی» نیز تحولی به وجود آمد که در آن ها ابررسانایی تداوم داشت و بنابراین می توانستند با آهنرباهای ابررسانا تولید شوند.

بلافاصله بعد از زمان هیجان انگیز کشف اکسیدهای ابررسانا در ۱۹۸۶، معلوم شد که مقادیر بالای دمای گذار و میدانهای مغناطیسی بحرانی در حدی نیستند که آن ها را وارد کاربردهای دنیای فناوری کند. آن ها ترد و شکننده هستند و به سادگی نمی توانند به شکل سیم یا سیملوله در آیند. ساختارشان کاملاً پیچیده است، و برای گسترش آن ها به روش های جدیدی برای ساخت با ترتیب بلوری و خلوص خاص مورد نیاز است. ویژگی های آن ها به شدت ناهمسانگرد است یعنی در جهت های بلورنگاری مختلف کاملاً متفاوت اند. از همه مهم تر آنکه چگالی های جریان نسبتاً کوچک سبب کاهش یا تخریب کامل خصوصیت ابررسانایی در آن ها می شود. برای غلبه بر این موانع، تحقیقات گسترده ای در بسیاری از کشور به طور پیگیری آغاز شده است. ابررسانایی هنوز موضوعی پرهیجان است و تاکنون فقط بخشی از انتظارات محقق شده است.

نظریه

تا سال ۱۹۷۵ درک بنیادی ابررسانایی از خاطر کسی نگذشته بود. مسائل بسیاری به صورت تجربی درک شده

بودند، اما حتی چشم اندازی برای شروع نظریه ای بر پایه ویژگی های اتمی و الکترونی وجود نداشت.

شناخت دلیل این مشکل به قدر کافی ساده است. باید درمی یافتند که چگونه الکترون ها به رغم نیروی دافعه کولنی می توانند این چنین به هم جفت شوند. سرانجام سازوکار هوشمندانه این پدیده را باردین (Bardeen)، کوپر (Cooper) و شریفر (Schrieffer) «BCS» کشف کردند. نظریه آنها رفتار ابررساناها را چنان خوب و با جزئیات کامل توصیف می کرد، که این باور به وجود آمد که بجز برای بعضی جزئیات در این زمینه موضوع جالب توجهی برای فیزیکدانان باقی نمانده است. این اولین بار نبود که حوزه ای از تحقیق و پژوهش روبه افول اعلام می شد در حالی که در واقع وارد عصر کشفیات و نوآوری های بدیع و غیر قابل پیش بینی می شد.

سازوکار BCS برای واقعیت استوار است که الکترون های دارای بار منفی در شبکه ای از یون های باردار مثبت در حرکت اند. یون های مثبت جذب مسیبر یک الکترون می شوند. الکترون دیگر که قبل از رسیدن یون ها به موقعیت تعادل خود از این مسیر می گذرد وارد محیطی می شود که بر اثر عبور از الکترون اول مختل شده است، و بدین طریق دو الکترون به طور غیر مستقیم یکدیگر را جذب می کنند.

نظریه BCS این امکان را فراهم می سازد که ترازمندی بسیار ظریف بین دو گرایش مخالف را که در شرایط درست می تواند به ابررسانایی بینجامد، بشناسیم. جزئیات و محاسبات دقیق کمی ویژگی های ابررساناهایی را که تا آن زمان کاملاً شناخته شده بودند، توصیف می کنند. در ۳۰ سال پس از آن کشفیات بسیار اندکی به چیزهای قبلی افزوده شده و هیچ گونه افزایشی در دمای گذار گزارش نشده. گمان می رفت که قوانین فیزیک مانعی در برابر مقادیر بالاتر T_c ایجاد کرده باشند، و مقاله هایی در این زمینه نوشته شد که نشان می داد امکان بهبود و پیشرفت بیشتر غیرممکن است.

این عصر به طور غیرمنتظره ای در سال ۱۹۸۶ با کشف رده جدیدی از مواد پایان یافت. آزمایش های انجام شده درباره کوانتس شار نشان داد که ابررسانایی در مواد جدید کماکان به زوج الکترون ها (زوج های کوپر) که در حقیقت اساس نظریه BCS است، بستگی دارند. هر چند به نظر

معادله سطح

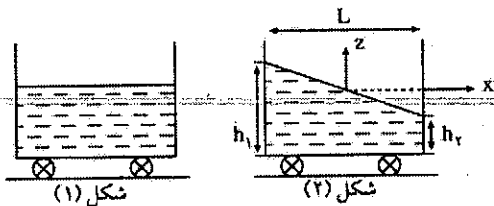
آزاد مایع

محمود رضائی بالف
دبیر آموزش و پرورش
شهرستان آمل

مقدمه: در فیزیک پیش دانشگاهی مبحث شماره ایستا آمده است که هرگاه نیروی وارد بر شماره دارای مؤلفه ای مماس بر سطح شماره باشد، شماره در مقابل آن مقاومت نمی کند و روان می شود زیرا شماره ها اصطکاک ایستایی ندارند.

در این مقاله می خواهیم معادله سطح آزاد آب درون ظرفی که روی یک سطح افقی یا شتاب a_x در جهت محور x در حال حرکت است را بدست آوریم.

مطابق شکل (۱) ظرف آب ساکنی را در نظر می گیریم که در اثر یک نیروی افقی شتاب a_x پیدا می کند و سطح مایع بصورت شکل (۲) در می آید.



اکنون معادله دیفرانسیل جهت یافتن فشار در هر نقطه را می نویسیم

$$dp = \left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)dx + \left(\frac{\partial p}{\partial z}\right)dz$$

$$dp = \rho a_x dx + \rho a_z dz = \rho(a_x dx - g dz)$$

در این رابطه P فشار، ρ چگالی مایع، a_x شتاب افقی و $a_z = -g$ شتاب عمودی است با انتگرال گیری از رابطه بالا داریم

$$P = \rho(a_x x - gz) + C \quad (1)$$

با توجه به شرط مرزی که در $X=0$ و $Z=0$ داریم $P=P_0$ مقدار $C=P_0$ بدست خواهد آمد بنابراین رابطه (۱) را به صورت زیر بازنویسی می کنیم.

$$P = \rho(a_x x - gz) + P_0 \quad (2)$$

$$P - P_0 = \rho(a_x x - gz)$$

اگر $P=P_0$ باشد معادله سطح آزاد آب برابر است با:

$$0 = \rho(a_x x - gz) \Rightarrow a_x x - gz = 0 \Rightarrow a_x x = gz$$

اگر رابطه (۳) را بصورت $\frac{a_x}{g} = \frac{z}{x}$ بنویسیم و با توجه به

شکل (۲) که $z = h_2 - h_1$ و $x=L$ است نتیجه می گیریم که

$$\tan \theta = \frac{a_x}{g} = \frac{h_2 - h_1}{L}$$

مرجع:

- ۱- کتاب فیزیک پیش دانشگاهی
- ۲- کتاب مسائلی در مکانیک سیالات ویرگزیده ۱۲ کتاب مترجمین مهندسان سید مهدی تقیپایان - مهندس مهدی مفتاح هللی

نمی رسد سازوکار BCS (جذب الکترون ها از طریق شبکه یونی) بتواند دماهای گذار مشاهده شده را توجیه کند.

یک بار دیگر طبیعت نشان داد که رازهای نهان و غیر قابل پیش بینی دارد و دوست دارد که این رازهای نهان را مقتصدانه و با صرفه جویی خاصی در اختیار کنجکاوان مستعد و مشتاق قرار دهد تا با پیگیری و تلاش برای کشف این رازها به تفحص بپردازند.

* پتر لیندفلد دارای درجات علمی در مهندسی برق و مهندسی فیزیک از دانشگاه برنیش کلمبیا و دکترای فیزیک از دانشگاه کلمبیا است. از زمان فارغ التحصیلی تا کنون که استاد فیزیک است در دانشگاه روتگرز مشغول به تدریس بوده است. تحقیقات و نوشته های او عمدتاً در زمینه فیزیک مواد و ابررسانایی است، علاوه بر آن در زمینه تدریس فیزیک نیز فعال است. او عضو انجمن فیزیک امریکاست و در سال ۱۹۸۹ مدال رابرت میلیکان را از مؤسسه معلمان فیزیک امریکا دریافت کرد. لیندفلد برای کتاب کوچکی درباره «تابشهای پرتوزا و آثار زیست شناختی آن» و برای کارهایش در زمینه گرماسنج خورشیدی و بعضی عکسهایش، جایزه های متعددی گرفت.

* "SQUID" مخفف عبارت "Superconducting Quantum Interference Device" یعنی «ابزار تداخل کوانتومی ابررسانا» است.

* دمایی که در آن جسم از حالت عادی به حالت ابررسانایی (یا برعکس) می رود، دمای بحرانی یا دمای گذار (T_c) نامیده می شود. دمای گذار برای فلزات مختلف متفاوت است. مثلاً برای جیوه $4/2\text{ k}$ و برای سرب $7/2\text{ k}$ است.

هزار ساله ای از متفکران و



جیدرانی بیگنامی
مترجم: منیره رهبر

علم یا به عبارت بهتر تفکر، در سپیده دم دومین هزاره میلادی در جهان اسلام شکوفا شد. عبدالله بن سینا (۹۸۰-۱۰۳۷) هزاره دوم را با نخستین کار فلسفی خود در سال ۱۰۰۱ افتتاح می کند. در مدت ۳۰ سال پس از آن، وی پنج کتاب قانون خود را به وجود می آورد که مشهورترین و معتبرترین کتاب پزشکی تا قرن هفدهم است، و به ۸۰ صورت مختلف ترجمه و تجدید چاپ منتشر شده است. ۲۰۰ سال اول هزاره تحت سیطره متفکران التقاطی اسلامی است، دانشمندی هم چون عمر خیام (۱۰۵۰-۱۱۲۶) که علاوه بر علاقه مندی به علم و دانش، نویسندگان و شاعران برجسته ای نیز بودند.

فردریک دوم در سال ۱۹۱۵ در محل تلاقی فرهنگ جهان اسلام و مسیحیت متولد شد. وی پرتو جدیدی از نور معرفت، تفکر، و هنر را از ایتالیای جنوبی به جهان تاباند. اما در همان سالهایی زندگی می کرد که جنگهای صلیبی در جریان بود. این جنگها که بسیار مقدس، بسیار خونین، و فوق العاده سودآور بودند مثالی از کارهای عبث نظامی و سیاسی بی سابقه اند که به مدت چند قرن ادامه داشتند. در نقطه مقابل برخوردهای تعصب آمیز جنگ جویان صلیبی باید از سفرهای مارکوپولو (۱۲۵۴-۱۳۲۴) به شرق نام برد. مارکوپولو سفیری با تمایلات خردگرایانه بود. طرفه اینکه شکست و نیزی ها در جنگ با مردم جنوا باعث شد دستان سفر ۲۴ ساله او به شرق در اختیار ما قرار گیرد.

شرح این سفرها هنگامی نوشته شد که او در زندان جنوا در شرایط رنج آور محبوس بود.

مرگ مارکوپولو در سال ۱۳۲۴ قرن دشواری را برای متفکران رقم زد، زیرا ارتباط این متفکران را در این زمان مرگ سیاه (طاعون) قطع کرد. اما تفکر بنیادی در سال ۱۳۰۰ به مدارس عظیمه اگسٹورد، کبریج، و مدرسه فیزیک پاریس شکوف شد. به عنوان یک سوسه ارتباط بد بیست ذکری از آلبرت ساکسونی (۱۳۲۵-۱۳۹۸)، اسقف هالبرشتات به میان آوریم. وی که تا سال ۱۳۶۲ در پاریس استاد بود، اولین رییس دانشگاه وین شد و یک حلقه ارتباطی بین غرب و شرق اروپا به وجود آورد. سالهای ۱۴۰۰ را با یک صنعتگر آغاز می کنیم. یوهانس گوتنبرگ (۱۳۹۸-۱۴۶۸) که زرگر و فردی بسیار با مطالعه بود از روشهای فلزکاری برای اختراع حروف چاپ استفاده کرد.

این صنعت که برای پاسخگویی به نیاز روزمره دفترداران تجارتی به وجود آمده بودند، به زودی چهره جهان را همان اندازه دگرگون ساخت که رایانه در پنج قرن پس از آن.

یک فاصله هفت ساله بهای اندکی است که باید برای وارد کردن میکل آنژ (۱۴۷۵-۱۵۶۴) به سلسله مورد نظر خود پردازیم. میکل آنژ مظهر فردی است که رنسانس را به بهترین وجه در اروپا عینیت می بخشد. او که هنرمند، نویسنده، معمار، و یک کالبدشناس ماهر بود بارقه ای از بصیرت خود در مورد زیبایی را برای همگی ما به ارث گذاشته است. بینش سیاسی او شهرت کمتری دارد، اما وی کسی بود که چند بار به پاپها «نه» گفت بدون اینکه این کار برای او پیامدهای منفی داشته باشد. جالب است که او در همان روزی درگذشت که گالیلئو گالیله (۱۵۶۴-۱۶۴۲) متولد شد. ماروشهای نوین علمی را مدیون گالیله و توانایی او در بیان این روشها به بهترین وجه هستیم. مردی که گمان می کنیم ظاهراً از اعتقادات خود به صورت شفاهی توبه کرد، اما آنها را کنار نگذاشت.

ایزاک نیوتون (۱۶۴۲-۱۷۲۷) در آخرین روزهای سال ۱۶۴۲ یا اولین روزهای ۱۶۴۳ متولد شد. در بین جنبه های مختلف نبوغ وی، گام واقعاً سترگ توجه دادن به این نکته بود که قوانین طبیعی که ما در اطراف خود مشاهده می کنیم برای سیارات، ستارگان، و کل عالم نیز صادق است. وقتی نیوتون درگذشت، امانوئل کانت



(۱۷۲۴-۱۸۰۴) طفلی سه ساله بود. او که در قرن در حال تحول هجدهم در اروپا زندگی می کرد فلسفه ای را به وجود آورد و توسعه داد که تفکر ما را برای همیشه تغییر داد. از سال ۱۸۶۴ تا ۱۹۵۵ دو رشته موازی وجود داشته است. یکی از آنها با ریاضی دان نروژی نیل آبل (۱۸۰۲-۱۸۲۹) آغاز می شود. وی که در نهایت فقر و ناتوانی در ۲۶ سالگی به واسطه ابتلای به بیماری سل در گذشت راه را برای ریاضی دانهای ۵۰۰ سال پس از خود هموار ساخت. درست پس از مرگ آبل، بزرگترین فیزیکدان نظری قرن نوزدهم یعنی جیمز کلارک ماکسول (۱۸۳۱-۱۸۷۹) متولد شد.

وی علاوه بر وحدت بخشیدن به الکتریسته و مغناطیس در میدان الکترومغناطیسی، اولین عکس رنگی را نیز به وجود آورد. سرانجام، در سال درگذشت ماکسول، آلبرت اینشتین (۱۸۷۹-۱۹۵۵) به دنیا آمد که بزرگترین متفکر نظری قرن بیستم است.

رشته دیگر با چارلز داروین (۱۸۰۹-۱۸۸۲) آغاز می شود که نظریه تکامل را مدیون او هستیم. این نظریه فقط با کار کوپرنیک و گالیله قابل مقایسه است. پس از مرگ داروین، الکساندر فلمینگ (۱۸۸۱-۱۹۵۵) فردی بود که با کار بخت یارانه خود (که به خوبی شناخته شده است) گامی بزرگ به پیش برداشت.

این سلسله هزار ساله را با آندرو وایلز (متولد ۱۹۵۳) ریاضی دان به پایان می بریم. وی اخیراً آخرین قضیه فرما را اثبات کرد و باعث خوشحالی دانشمندان و مورخان شد. وی با این کار اتصالی را محکم کرد که به مدت سه قرن بازمانده بود.

Nature / March 2000

مرجع:

زیر نویس

• معادله $x^n + y^n = z^n$ که در آن x, y, z و n اعداد صحیح مثبت هستند، هیچ جوابی برای $n > 2$ ندارد. به رغم اینکه فرما مدعی اثبات این قضیه بود (اثباتی که او به چاپ نرساند)، هیچ ریاضی دانی برای مدت ۳۰۰ سال موفق به حل آن نشده بود.

شرح شکل. ابن سینا (بالا) با شاگردان خود و وایلز (راست) که برهان خود را به نمایش می گذارد.

پالک : هویت
مترجم : احمد توحیدی

کمتر از صاف است - سقوط ناآزاد ، هنگامی که شتاب حرکت

اگرچه پر و سکه در خلاء با سرعت‌های مساوی سقوط می‌کنند، اما آنها در هوا سرعت‌های متفاوتی دارند. چگونه می‌توان قوانین نیوتن را در مورد سقوط اجسام در هوا به کار برد؟

پاسخ این است که قوانین نیوتن را می‌توان در مورد همه اجسام به کار برد هر چند آنها به طور آزاد و یا در حضور نیروهای مقاوم می‌سقوط کنند. اگرچه شتاب حرکت در این دو حالت کاملاً متفاوت است، اما باید به خاطر داشته باشیم که مفهوم برآیند نیروها مهم‌تر است. در خلاء یا در حالت‌هایی که بتوان از مقاومت هوا چشم‌پوشی کرد برآیند نیروهای وارد بر جسم در حال سقوط وزن آن است. زیرا وزن جسم تنها نیروی موجود است. اما در حضور مقاومت هوا برآیند نیروها کمتر از وزن جسم و برابر با تفاوت وزن جسم و نیروی مقاومت هوا است.

نیروی مقاومت هوا که بر جسم در حال سقوط اثر می‌کند به دو عامل بستگی دارد.

اول، سطح جلوی جسم که هنگام سقوط در مقداری هوا به پیش می‌رود. هرچه سطح جسم بزرگتر باشد نیروی مقاومت هوا هم بیشتر است.

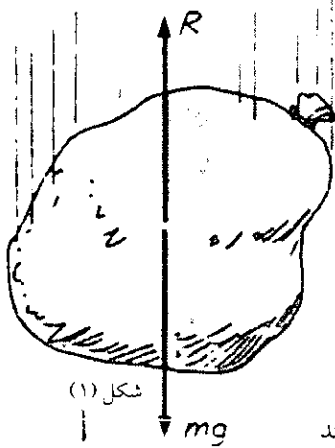
دوم، سرعت جسم در حال سقوط - یعنی هرچه سرعت زیادتر باشد جسم در ثانیه با تعداد بیشتری از ملکولهای هوا مواجه خواهد شد و نیروی برخوردی ملکولها بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر، نیروی مقاومت هوا بیشتر می‌شود. بنابراین مقاومت هوا به اندازه و سرعت جسم در حال سقوط بستگی دارد.

نیروی مقاومت هوا در بعضی حالت‌های سقوط بسیار مؤثر و در دیگر حالتها مؤثر نیست. مثلاً، نیروی مقاومت هوا در هنگام سقوط یک پر مهم است. زیرا سطح جلوی پر به نسبت بسیار بزرگتر از وزن کم آن است. پیش از آنکه نیروی رو به بالای مقاومت هوا نیروی

رو به پایین وزن پر را خنثی کند پر سرعت زیادی ندارد. پس از مدتی برآیند نیروها پر بر صفر و حرکت آن بدون شتاب می‌شود. هنگامی که شتاب حرکت

پایان یابد، در اصطلاح فیزیک می‌گویند سرعت پر به سرعت حد خود رسیده است (شکل (۱)).

یک چتر باز نمایشی را در نظر بگیرید. هنگام سقوط با افزایش مقدار سرعت مقاومت هوا هم افزایش می‌یابد تا برابر وزن چتر باز شود. وقتی که این اتفاق روی دهد برآیند نیروهای وارد بر چتر باز صفر می‌شود و حرکت او دیگر شتابدار نیست و به سرعت حد خود رسیده است. برای هر مقدار سرعت حد حدود چند سانتیمتر در ثانیه است اما برای یک چتر باز حدود ۲۰۰ کیلومتر در ساعت است. یک چتر باز نمایشی می‌تواند با تغییر جهت بدن خود مقدار سرعتش را تغییر دهد. در حالی که سر او رو به پایین یا پاهایش رو به پایین باشد با مقدار هوای کمتری مواجه می‌شود. نیروی مقاومت هوا هم کمتر شده و در نتیجه سرعت حد بزرگتری پیدا می‌کند. اگر چتر باز در هوا شبیه سنجاب پرنده پرواز کند سرعت حد کوچکتری خواهد داشت و اگر چتر نجات او باز شود سرعتش به کمترین مقدار خود می‌رسد. زیرا بخش بزرگی از نیروی مقاومت هوا به علت افزایش سطح چتر نجات است



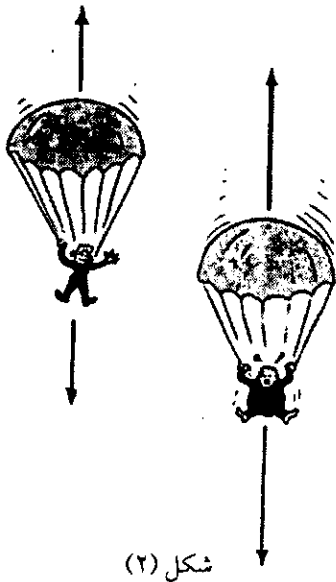
مرد و زن چتربازی را در نظر بگیرید که با هم از یک ارتفاع معین رو به زمین سقوط می کنند (شکل ۲). فرض کنید وزن مرد دو برابر وزن زن باشد و چترهای هر دو در ابتدای سقوط باز و هم اندازه یکدیگر باشند. با هم اندازه بودن چترها، نیروی مقاومت هوا هم برای هر دو یکسان است. کدامیک زودتر به زمین می رسند مرد سنگین یا زن سبک؟

پاسخ این است هرکس که با سرعت بزرگتری حرکت کند زودتر به زمین می رسد. یعنی آن کس که در هنگام سقوط سرعت حد بزرگتری به دست آورده است. در ابتدا فکر می کنیم چون اندازه چترها با هم برابر است لذا نیروی مقاومت هوا هم برای هر دو یکسان است. بنابراین هر دو با هم به زمین می رسند. اما این اتفاق روی نمی دهد. زیرا نیروی مقاومت هوا به مقدار سرعت هم بستگی دارد. هنگامی که نیروی مقاومت هوا در مقابل چتر زن با وزنش برابر شود سرعت زن به سرعت حد می رسد. در این زمان نیروی مقاومت هوا در مقابل چتر مرد مساوی وزنش نیست. چون مرد و زن بیشتری دارد او باید با سرعت بزرگتری سقوط کند تا نیروی مقاومت هوا مساوی وزنش شود. بنابراین سرعت حد برای فرد سنگین تر بزرگتر است در نتیجه مرد زودتر از زن به زمین می رسد.

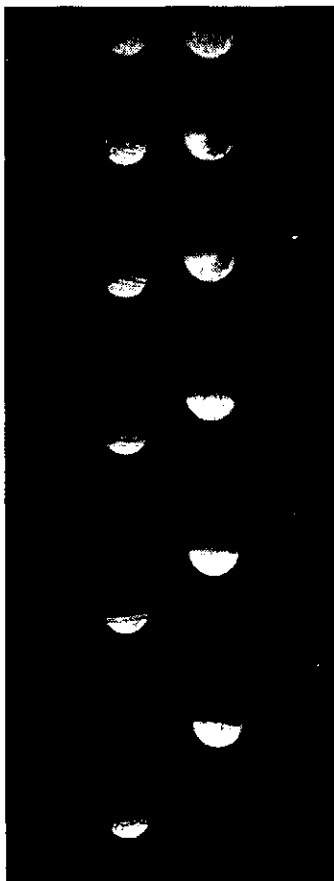
یک جفت توپ تنیس را در نظر بگیرید یکی معمولی و توخالی و دیگری با ساچمه های آهنی پر شده. اگر آنها را از بالای سرتان همزمان رو به پایین رها کنید، می بینید که در یک زمان به سطح زمین برخورد می کنند. اگر آنها را از ارتفاع بیشتری مثلاً، از بالای یک ساختمان رو به پایین بیندازید توپ سنگینتر زودتر به زمین برخورد می کند. چرا؟ در حالت اول توپها در این سقوط کوتاه مدت مقدار سرعت بزرگی به دست نمی آورند. نیروی مقاومت هوا نسبت به وزن توپها حتی برای توپ معمولی هم بسیار کوچک است. بنابراین تفاوت بسیار کم در زمان سقوط آنها قابل توجه نیست. اما هنگامی که ارتفاع بیشتر است مقدار سرعت هم بیشتر و در نتیجه مقاومت هوا هم بیشتر است. چون هر دو توپ اندازه یکسانی دارند بنابراین در هر لحظه هر یک از توپها با مقاومت هوای یکسانی مواجه می شوند. مقدار نیروی مقاومت هوای یکسان برای توپ عادی ممکن است نسبت به وزن آن زیادی باشد اما برای توپ سنگین نسبت به وزنش کم است. مثلاً، شتاب حرکت جسمی به وزن ۲ نیوتن به علت نیروی مقاومت هوا برابر با یک نیوتن به $\frac{g}{3}$ می رسد. اما شتاب حرکت جسمی به وزن ۲۰۰ نیوتن در اثر همین نیروی مقاومت هوا به مقدار بسیار کمی تغییر می کند. بنابراین شتاب حرکت دو توپ با مقاومت هوای یکسان متفاوت است.

در اینجا این نکته آموزشی را به خاطر بسپاریم هرگاه شتاب حرکت جسمی را بررسی می کنیم و معادله دوم نیوتن را به کار می بریم، شتاب با نسبت برآیند نیروهای وارد بر جسم بر جرم جسم برابر است. برای توپهای تنیس در حال سقوط، برآیند نیروهای وارد بر توپ معمولی با افزایش نیروی مقاومت هوا به طور قابل توجهی کاهش می یابد در حالی که برآیند نیروهای وارد بر توپ دیگر (حاوی ساچمه های آهنی) تنها کمی کاهش پیدا می کند.

با افزایش نیروی مقاومت هوا برآیند نیروها و در نتیجه شتاب حرکت کاهش می یابد. هنگامی که مقدار نیروهای وارد بر جسم با وزن جسم برابر شود برآیند نیروها و در نتیجه شتاب حرکت صفر می شود.



شکل (۲)



شکل (۳)

1. When Acceleration is Less Than -Nonfree-Fall

2. Paulg. Hewitt, Conceptual Physical Science, Second Edition, 1999, P. 41-43

نخستین برآورد شعاع زمین

روح اله خلیلی پروچی
akhalil@Physicist.net

آورد، که با اندازه گیری های دقیق امروزی یعنی حدود 40000 km برای محیط زمین نزدیک است. [۳]. به دلیل فاصله زیاد خورشید از زمین از تو مستن فرض کرده بود که پرتوهای نور خورشید به طور موازی به زمین می رسند (شکل ۲).
به دلیل جدیدالتألیف بودن کتاب فیزیک (۲) و آزمایشگاه دو دوره تأمین مدرس برای این درس در تابستان سال گذشته (۱۳۷۹) برای حدود ۱۳۰ نفر از دبیران سراسر کشور برگزار شد.

مراجع و بی نوشت ها:

- [۱]. تاریخ علم کمبریج، کالین ا. رنان، نشر مرکز، ۱۳۶۶
- [۲]. حدود ۵۰۰ سال پیش از میلاد، یکی از فیلسوفان مشهور یونان به نام فیثاغورس، با مقایسه زمین و شکل ماه به کروی بودن زمین نظر داد. همچنین اندیشمند دیگر یونانی به نام ارسطو که حدود ۳۰۰ سال پیش از میلاد زندگی می کرد به هنگام ماه گرفتگی مشاهده کرد سایه زمین بر روی ماه به شکل منحنی است و نتیجه گرفت باید زمین کروی باشد.
- [۳]. مقداری که اراتوستن برای ابعاد زمین به دست آورد در زمان خودش پذیرفته نشد. در حدود ۱۵۰ سال پس از اراتوستن، اخترشناس دیگر یونانی، به نام پوزیدونیوس (Posidonius) از اهالی فامیه (Apamea) کار اراتوستن را تکرار کرد، اما نتیجه ای که به دست آورد در حدود ۲۹۰۰۰ کیلومتر برای محیط زمین بود. به طوری که بطلمیوس برای محاسبات خود رقم کوچکتر را پذیرفت. و در سراسر قرون وسطی نیز همین رقم پذیرفته شد. کریستوف کلم، نیز رقم کوچکتر را پذیرفت و تصور می کرد که باطن مسیری برابر ۴۸۰۰ کیلومتر به طرف مغرب، به آسیا خواهد رسید. شاید اگر او اندازه واقعی زمین را می دانست، هرگز به چنان جسارتی دست نمی زد. در سالهای ۲۳-۱۵۲۱ میلادی ناوگان ماژلان با دور زدن زمین، اندازه ای که اراتوستن برای محیط زمین به دست آورده بود را تأیید کرد.

زیر نویس ها:

1. Eratosthenes
 2. Cyrene
- کورنیه در قدیم شهری در مغرب کشور مصر بوده است و امروز معروف به شحط در شمال کشور لیبی است.
3. Cyene
- سده شهبی در مصر بوده است که امروزه به آسیان معروف است

در تابستان سال گذشته در حین برگزاری دوره تأمین مدرس فیزیک (۲) و آزمایشگاه تعدادی از دبیران محترم شرکت کننده در دوره، درباره یکی از فعالیت های مندرج در فصل سوم کتاب مذکور، یعنی روش اراتوستن در اندازه گیری محیط زمین خواهان اطلاعات بیشتری بودند. آنچه در ادامه می آید به شرح این روش می پردازد.

مطابق آنچه در برخی از کتاب های تاریخ علم آمده است [۱]، نخستین اندازه گیری و برآورد اندازه محیط زمین را در حدود ۲۴۰ سال پیش از میلاد دانشمندی برجسته به نام اراتوستن مدیر کتابخانه اسکندریه و از اهالی شهر کورنه انجام داد.

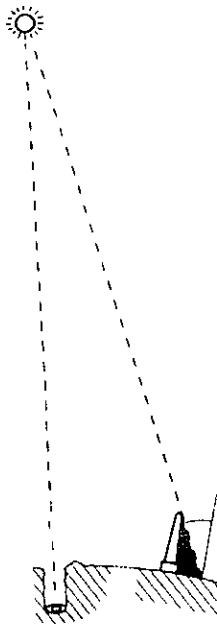
در ظهر اعتدال بهاری (روز اول تابستان)، در شهر سوئنه^۲ خورشید در ست در بالای سر (سمت الرأس) قرار داشت به طوری که می شد ته چاه عمیقی که در آن شهر واقع بود مشاهده کرد و اشیاء دارای سایه نبودند. ولی در همان موقع از روز، در شهر اسکندریه، خورشید در بالای سر نبود و اشیاء دارای سایه بودند (شکل ۱). همین موضوع اراتوستن را به تفکر واداشت به طوری که ایشان نظر دانشمندان قبل از خود، مبنی بر کروی بودن زمین را پذیرفت [۲]، و در پی آن شد که محیط کره زمین را برآورد کند.

اراتوستن با اندازه گیری زاویه پرتوهای خورشید باراستای برجی که در اسکندریه بود، مقدار 7° و $12'$ را به دست آورد، که این مقدار معادل $\frac{1}{50}$ محیط دایره یعنی 360° است.

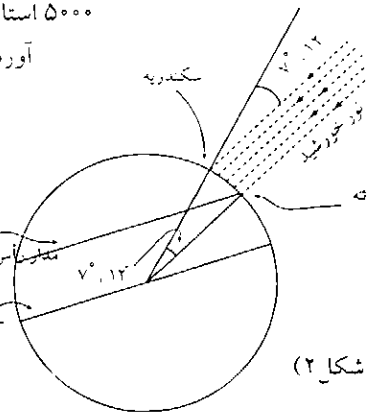
اراتوستن گروهی را مأمور اندازه گیری فاصله بین اسکندریه و سوئنه کرد. این گروه پس از انجام این کار عدد ۵۰۰۰ استادیوم را برای فاصله بین این دو شهر به دست آوردند. اراتوستن با ضرب عدد 50° در 5000 مقدار

250000 استادیوم را برای محیط زمین به دست آورد. استادیوم یکی از یکه های

قدیمی است که در یونان باستان از آن استفاده می شد، به طوری که هر استادیوم تقریباً برابر ۱۷۰ متر خط استوا است. بنابراین اراتوستن محیط کره زمین را سراسر 42600 km به دست



(شکل ۱)



(شکل ۲)



بخش نامه‌ها

با عرض سلام خدمت سردبیر محترم مجله رشد فیزیک. آموزش و پرورش، اساس توسعه هر کشور است. هرگاه این ساختار بتواند با قدرت اندیشه و تفکر پویا راهی به سوی کمال یابد و بتواند ضعف‌های آشکار و پنهان خود را برطرف سازد، می‌توان امیدوار بود که آینده کشور را از لحاظ دارا بودن نیروهای اندیشمند و متخصصانی نوآور، بیمه کرده است. سؤال اساسی این است که آموزش و پرورش چه نقشی می‌تواند در توسعه کشور ما داشته باشد؟ ضعف‌های عمده این سیستم ناکارآمد چیست؟ معلم چه نقشی در این آشفتگی بازار آموزشی دارد؟ آیا اجرای طرح نظام جدید در قالب‌های ترمی - واحدی یا سالی - واحدی و حذف کامل نظام قدیم توانست جوابگوی معضلات ریشه‌ای آموزش این دیار باشد؟ سؤالاتی از این دست، نیاز به یک تحقیق همه‌جانبه و گسترده دارد که در این مقاله نمی‌گنجد؛ ولی من قصد دارم نشان دهم که بخشی از این ضعف‌های آموزشی، در روش ارتباط آموزش و پرورش با دبیر و ارتباط دبیر با دانش‌آموز ریشه دارد.

اینجانب، دانشجوی رشته فیزیک هستم و بنا بر علاقه‌ای که به تدریس دارم، تغییرات کتاب‌های فیزیک دبیرستانی را به طور پی‌گیر دنبال می‌کنم. کتاب فیزیک ۱ برای سال اول دبیرستان که در سال ۱۳۷۸ با تغییر و تحولاتی بسیار چشمگیر ارائه شد، مرا بر آن داشت تا در مورد این کتاب بیش‌تر مطالعه کنم. از نکات قوت این کتاب می‌توان به آزمایش‌های بسیار ساده و ابتدایی که هر دانش‌آموز با کم‌ترین وسایل ضروری قادر به انجام آن است، اشاره کرد. همچنین توانمندی این کتاب در طرح استفاده‌های عملی فیزیک در زندگی روزمره، از جمله نکاتی

است که با توجه به آن می‌توان به نیت مسئولان آموزشی کشور برای هر چه کاربردی‌تر شدن علم در جامعه پی‌برد. این تغییر و تحولات در شیوه نگارش کتاب الهام می‌کند که روش سنتی تدریس در این کشور متحول شود و شکل تازه‌ای به خود گیرد. با این وجود، جای بسی تعجب است که با توجه به زحمات مؤلفان در تدوین این کتاب، چرا اقدامی برای اطلاع‌رسانی به دبیران محترم برای توجیه اهداف مورد نظر کتاب صورت نگرفته است؟ متأسفانه، مشاهده می‌شود که در بیش‌تر نقاط، نه تنها به اهداف مورد نظر کتاب توجه نمی‌شود، بلکه با توجه به عنوان فصل و بدون در نظر گرفتن محتویات هر فصل، کتاب همان مطالب قدیمی و با همان روش سنتی تدریس می‌شود. جای بسی تأسف است که مشاهده می‌شود حتی در بعضی نقاط، خود کتاب و نحوه نگارش آن نیز مورد نقدی یک‌جانبه قرار می‌گیرد. این امر حکایت از آن دارد که مسئولان آموزش و پرورش حل مشکل آموزشی را تنها در بهسازی کتاب دانسته‌اند و به فکر چگونگی دریافت مطالب کتاب توسط دبیر و دانش‌آموز نبوده‌اند. بنابراین، به عنوان یک شهروند که به چگونگی دانش‌اندوزی برادران و خواهران کوچک‌تر از خود علاقه دارد و به عنوان کسی که خود چوب نظام جدید آموزشی را با تمام وجود خورده‌ام، خواهشمندم مسئولان آموزشی کشورمان «آموزش و پرورش، دبیر و دانش‌آموز» را همچون زنجیری پیوسته بدانند که ارتباط و پیوسته بودن این زنجیر، تنها به کمک ارتباطی همیشگی بین این سه جزء امکان پذیر است. عدم ارتباط یک جزء با جزء دیگر، پیامدهای ناگواری در پی دارد که برای نمونه، از کتاب فیزیک ۱ در متن یاد شده است.

نقض ظاهری قانون سوم نیوتون در برهم کنش های الکترومغناطیسی

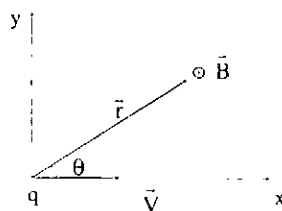


با توجه به جهت و اندازه نیروهای \vec{F}_1 و \vec{F}_2 در شکل ۲. به نظر می رسد قانون سوم نیوتن و به تبع آن قانونهای بقای تکانه (خطی و زوایه ای) و انرژی نیز اعتبار خود را از دست داده اند.

نقض ظاهری این قوانین مربوط به ناهمزمانی کنش و واکنش است. از آنجائیکه قانون بقای تکانه در صورتی معتبر است که یک ناظر لخت به طور همزمان، تکانه های \vec{P}_1 و \vec{P}_2 را اندازه بگیرد، در نتیجه هرگاه \vec{P}_1 و \vec{P}_2 همزمان اندازه گیری نشده باشد و یکی از آنها مربوط به زمان قبلی باشد، قانون بقای تکانه معتبر نیست. برای برقراری مجدد اصل بقای تکانه باید پذیریم که در برهم کنش های الکترومغناطیسی حامل های انرژی وارد معرکه می شوند و بخشی از تکانه خطی را با خود می برند. همچنین برای برقراری مجدد اصل بقای تکانه زاویه ای و اصل بقای انرژی باید تکانه زاویه ای و انرژی مشخصی را به حامل های انرژی نسبت دهیم. این حامل های انرژی را از آنجائیکه قابل رویت نیستند، فوتون مجازی می نامند و آنها را در نمودارهای فاینمن با نماد \sim نشان می دهند. جالب آنکه هرچند با حضور این فوتونهای مجازی باید تکانه و انرژی پابسته بماند، ولی این پایستگی به طور همزمان قابل دستیابی نیست. غیر قابل مشاهده بودن فوتونهای مجازی، امکان نقض پایستگی انرژی و تکانه را در بازه زمانی گسیل و جذب فوتون مجازی فراهم می سازد. تا زمانی که انرژی ΔE و تکانه $\Delta \vec{P}$ ی قرض شده در رویداد گسیل - جذب در بازه های زمانی و فضایی ای که با اصل عدم قطعیت هایزنبرگ سازگارند پس داده نشود، نقض این دو قانون با نظریه کوانتومی سازگار است. از این رو انرژی کل دستگاه، در بازه زمانی Δt می تواند از انرژی دو بار ورودی بیشتر باشد.

یکی از نکات جالب در برهم کنش های الکترومغناطیسی نقض ظاهری قانون سوم نیوتن است. به عبارت دیگر، نیروهای وارد بر دو بار در حال حرکت لزوماً به دارای اندازه برابر و نه در جهت مخالف هم هستند. برای نشان دادن این موضوع، مثال بسیار ساده شده زیر را در نظر بگیرید: دو بار الکتریکی q_1 و q_2 با سرعتهای v_1 و v_2 نسبت به ناظری لخت، یکی در راستای y و دیگری در راستای x حرکت می کنند. نیروی وارد از طرف بار q_1 بر بار q_2 طبق رابطه لورنتس برابر با $\vec{F}_2 = q_2(\vec{E}_1 + \vec{v}_2 \times \vec{B}_1)$ و نیروی وارد از طرف بار q_2 بر بار q_1 طبق همان رابطه برابر با $\vec{F}_1 = q_1(\vec{E}_2 + \vec{v}_1 \times \vec{B}_2)$ خواهد بود. که در آنها \vec{E}_1 ، \vec{E}_2 ، \vec{B}_1 و \vec{B}_2 میدانهای الکتریکی و مغناطیسی ناشی از بار q_1 در محل بار q_2 و \vec{E}_2 و \vec{B}_2 میدانهای الکتریکی و مغناطیسی ناشی از بار q_2 در محل بار q_1 است. برای رسم نیروها کافی است که جهت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی را بدانیم. جهت میدان الکتریکی بنا به تعریف در امتدادی است که بار مثبت شتاب می گیرد. و برای تعیین جهت میدان مغناطیسی می دانیم که میدان مغناطیسی یک ذره باردار در حال حرکت (غیر نسبیتی) از رابطه $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \vec{r}}{r^3}$ به دست می آید.

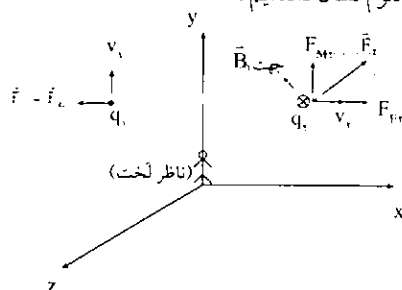
در نتیجه، راستای \vec{B} بر \vec{r} و \vec{v} عمود است (شکل ۱).



شکل ۱. میدان مغناطیسی ناشی از بار متحرک $+q$ در نقطه اختیاری P در یک لحظه از زمان \vec{r} و \vec{v} در صفحه xy قرار دارد و در نتیجه \vec{B} بر صفحه xy عمود و به طرف خارج $(+z)$ است.

بنابراین جهت نیروهای مغناطیسی و الکتریکی وارد بر دو بار مسئله ساده شده ما مطابق شکل ۲ خواهد بود. اگرچه بر هم کنش در یک زمان خاص جایگزیده نیست، با وجود این برای سهولت، نیروها را در یک زمان معلوم نشان داده ایم.

شکل ۲. بر هم کنش الکترومغناطیسی بین دو بار الکتریکی در حال حرکت در مسئله ساده شده ما. $F_{E_{12}}$ ، $F_{E_{21}}$ ، $F_{B_{12}}$ و $F_{B_{21}}$ به ترتیب نیروی الکتریکی وارد بر بار q_1 ، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 و نیروی مغناطیسی وارد بر بار q_1 است.



مرجع

- فیزیک عمومی. جلد دوم. میدانها و امواج. نوشته مارچلو آلسنو و ادوارد جی فین. صفحه های ۱۴۲ تا ۱۴۶. ترجمه لطیف کاشیگر. مرکز نشر دانشگاهی. چاپ اول ۱۳۶۴.

به کارگیری قوانین نیوتون در حل مسائل دینامیک

می شوند. الگویی که در زیر ارائه می شود، شیوه ای برای دستیابی به اصولی است که بتوان در حل مسائل دینامیک «به طور کلی» از آنها استفاده کرد. در این روش، تأکید بر یک نگرش کلی و جامع برای تمام مسائل دینامیک است و از ارائه کلیشه های مشخص خودداری می شود. چرا که معتقدیم: «هر گاه دانش آموز به نگرش جامع در یک زمینه علمی دست یابد، با تعمیم اصول به دست آمده از این نگرش، می تواند هر مسأله مشخص را حل و بررسی کند.

جایگاه قوانین نیوتون در تحلیل مسائل

کم تر اتفاق می افتد که یک دانش آموز در حل مسائل دینامیک ابتدا به این پرسش پاسخ دهد که: «کدام یک از قوانین نیوتون، ناظر بر این رویداد است؟»
یعنی دانش آموز به استناد شرایط اولیه مسأله، بتواند تشخیص دهد که کدام قانون را باید به کار گیرد. در خیلی از موارد بدون درک خلاق، از رابطه $\vec{F} = m\vec{a}$ استفاده می شود. بحث بر سر این است که: «آیا دانش آموز در استفاده از این رابطه، توجه کافی دارد که این همان قالب ریاضی قانون دوم نیوتون است؟»

آیا توجه دارد که چرا این قانون حاکم است؟
برای رسیدن به مرحله استفاده آگاهانه و علمی از قوانین نیوتون در حل یک مسأله دینامیک، الگوی زیر پیشنهاد می شود.

چگونه مسائل دینامیک را با استفاده از قوانین نیوتون بررسی کنیم!

بررسی و حل هر مسأله دینامیک، در واقع پاسخ به دو پرسش اساسی است:

۱. جسم مورد نظر، تحت تأثیر چه نیروهایی قرار دارد و معیار تشخیص این نیروها چیست؟
۲. با توجه به نیروهای مؤثر بر جسم، کدام یک از قوانین نیوتون وضعیت دینامیکی جسم را توصیف می کند؟ پاسخ درست و اصولی به این دو پرسش، همان دستیابی به حل مسأله است.

دستیابی به «نگرش جامع» به طبیعت و پدیده های آن، و بازتاب آن در آموزش خلاق مفاهیم، روندی است که مستلزم کار مستمر، درازمدت و پیگیر می باشد. یکی از شیوه های مؤثر در این راستا، تأکید بر «استفاده صحیح از قوانین در تحلیل مسائل فیزیک است». این تأکید باید به گونه ای باشد که در این اندیشه که: «بدون درک قوانین ناظر بر یک رویداد، تحلیل علمی آن رویداد غیرممکن است» بتدریج در ذهن دانش آموز نهادینه شود. انتظار این است که دانش آموز در بررسی یک مسأله فیزیک، پس از تجسم «فضایی رویداد»، یعنی محیطی که مسأله مورد بحث در آن اتفاق می افتد، بتواند به این پرسش پاسخ دهد که: «این پدیده حاصل کدام برهم کنش هاست و چه قوانینی بر آن حاکم می باشد.»

در آموزش ما، معمولاً قوانین فیزیکی به شکل عبارات کلیشه ای در قالب محفوظات در ذهن دانش آموز شکل می گیرد و به جرأت می توان گفت که در اکثر موارد، برداشت خلاق و کاربردی از آنها نمی شود. در نهایت، قوانین ذکر شده در قالب روابط ریاضی (فرمول ها) به خاطر سپرده می شود تا در مورد حل مسائل، با جایگزین کردن داده های اولیه، یک مسأله حل شود.

اگر به این روند حل مسأله فیزیک توجه کنیم، دانش آموز درگیر برداشت خلاق و پویا از قوانین فیزیکی حاکم بر رویداد نمی شود. به بیان دیگر، رویداد و قوانین حاکم بر آن را احساس نمی کند و این همان عدم درک صحیح از جایگاه «قوانین فیزیک» در درک خلاق از مفاهیم است.

بررسی و حل مسائل «دینامیک ذره» یکی از موضوع های مطرح شده در مکانیک «فیزیک (۴) رشته ریاضی و فیزیک (۱) پیش دانشگاهی رشته تجربی» است که دانش آموزان برای درک مفاهیم آن عموماً با مشکل مواجه

۱. معیار تشخیص نیروهای وارد بر جسم چیست؟
 برای تشخیص نیروهای وارد بر جسم باید معلوم شود که: جسم با چه اجسامی بر هم کنش دارد. تعیین اجسامی که جسم با آنها بر هم کنش دارد، همان تشخیص نیروهای وارد بر جسم است. در این مرحله، دانش آموز باید توجه کند و بیاموزد که: «چگونه خود را به جای جسم قرار دهد، اطراف را نگاه کند تا بر هم کنش هر را بر وجود خود احساس کند و بتواند تشخیص دهد که این بر هم کنش ها بین کدام اجسام بوده و قانون ناظر بر آنها چیست.»
 برای سهولت درک مطلب، چند نیرو را که در مسائل دینامیک با آنها بیش تر برخورد داریم، مطرح می کنیم:
 نیروی گرانش: بر هم کنش بین کره زمین و جسم؛
 نیروی واکنش تکیه گاه (R): بر هم کنش تکیه گاه و هر جسم متکی.
 نیروی کشش نخ (T): بر هم کنش بین ریسمان و جسم متصل به آن و ...

و شرایط اولیه بهره گرفته و با تشخیص بر هم کنش ها و استفاده از قوانین نیوتون می تواند مسأله را بررسی و حل کند. مشکل بسیاری از دانش آموزان نبود مسیر درست اندیشیدن به یک مسأله دینامیک است.

مسأله: بسته ای به وزن 20 نیوتون روی سطح افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک ایستایی سطح و بسته $\mu_s = 0.4$ و ضریب اصطکاک جنبشی آن $\mu_k = 0.2$ است.

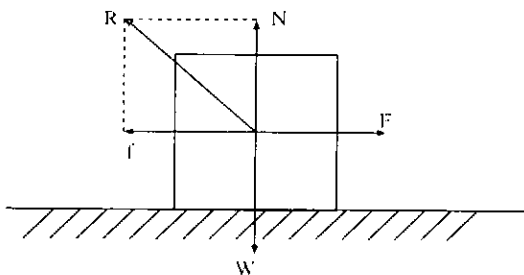
(۱) اگر نیروی افقی $5 - 10$ نیوتون وارد شود، نیروی اصطکاک چند نیوتون است؟

(۲) کم ترین نیروی لازم برای به حرکت درآوردن بسته چه قدر است؟

(۳) کم ترین نیروی لازم که بسته را با سرعت ثابت به حرکت درآورد، چه قدر است؟

(۴) اگر نیروی افقی $F = 10$ (N) بر جسم اثر کند، نیروی اصطکاک و شتاب جسم را حساب کنید.

حل: با توجه به الگوی مورد بحث، ابتدا نیروهای وارد بر جسم را مشخص می کنیم:



W نیروی گرانش (بر هم کنش کره زمین با جسم)،
 نیروی F ، نیروی R واکنش تکیه گاه با جسم (دارای دو مؤلفه افقی f و قائم N است).

(۱) برای تشخیص این که کدام قانون نیوتون وضعیت جسم را توصیف می کند، باید مشخص شود که تحت اثر این نیروها، جسم ساکن در آستانه حرکت یا دارای حرکت است. برای این منظور، بیشینه اصطکاک ایستایی (حداقل نیروی لازم برای آن که جسم در آستانه حرکت قرار گیرد) محاسبه می شود.

$$f_{\max} = \mu_s \cdot N \rightarrow f_{\max} = \mu_s \cdot W$$

$$= (0.4)(20) \rightarrow f_{\max} = 8 \text{ (N)}$$

$$\left. \begin{array}{l} f_{\max} = 8 \text{ (N)} \\ F = 5 \text{ (N)} \end{array} \right\} \rightarrow F < f_{\max} \rightarrow \text{جسم ساکن می ماند}$$

۲. کدام قانون نیوتون وضعیت دینامیکی جسم را توصیف می کند؟

از دیدگاه دینامیکی، تمام پدیده های طبیعت بر اساس یکی از قوانین نیوتون توصیف می شوند. پس باید آموخت که در چه شرایطی: الف) قانون اول نیوتون؛ ب) قانون دوم نیوتون؛ وضعیت جسم را توصیف می کند.

الف) قانون اول نیوتون چه شرایط دینامیکی را توصیف می کند؟ به طور کلی، تعادل دینامیکی یعنی شرایطی که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشند ($\sum F = 0$)، به وسیله قانون اول نیوتون توصیف می شود. این وضعیت می تواند برای:
 (۱) جسم ساکن؛ (۲) جسم در آستانه حرکت؛ (۳) جسم دارای حرکت یکنواخت بر خط راست، صادق باشد.
 به این ترتیب، محدوده کاربرد قانون اول نیوتون مشخص می شود.

ب) کاربرد قانون دوم نیوتون چیست؟ نبود تعادل دینامیکی، یعنی شرایطی را که برآیند نیروهای وارد بر جسم مخالف صفر باشد، گستره کاربرد قانون دوم را مشخص می کند.

دانش آموز با به کارگیری مستمر این شیوه، به خصوص تأکید بر استفاده صحیح از قوانین دینامیک، بتدریج می آموزد که اصولاً چگونه با مسأله دینامیک برخورد کند. نقطه آغاز تفکر در مورد مسأله چیست و چگونه از اطلاعات

با یک مثال ساده فرضی با حدود بزرگی نیروی الکتریکی بیشتر آشنا شویم.

○ فرض کنید الکترونها و پروتونهای یک گرم هیدروژن را جدا کرده و پروتونها را در قطب شمال و الکترونها را در قطب جنوب زمین قرار دهیم. اندازه نیرویی که از طرف این بارها به یکدیگر وارد می شود، چقدر است؟ (پیش از دیدن جواب مسئله، پاسخ آن را حدس بزنید!)
● برای حل این مثال در ابتدا باید ببینیم، یک گرم هیدروژن شامل چه تعداد اتم است.

(واحد جرم اتمی) × (جرم اتمی هیدروژن) = جرم یک اتم هیدروژن

$$= 1/0080 \times 1/66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 1/67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

تعداد اتم در یک گرم هیدروژن = $\frac{1 \text{ gr}}{\text{جرم یک اتم هیدروژن}}$

$$= \frac{10^{-3} \text{ kg}}{1/67 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= 5/99 \times 10^{23} \text{ عدد}$$

از طرفی مطابق قانون کولن داریم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$r = 2 \times (\text{شعاع زمین})$$

$$= 2 \times 6/38 \times 10^6 \text{ m} = 1/28 \times 10^7 \text{ m}$$

$$|q_1| = |q_2| = (\text{تعداد اتم در یک گرم}) \times (\text{واحد بار الکتریکی})$$

$$= 5/99 \times 10^{23} \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$= 9/58 \times 10^4 \text{ C}$$

با جای گذاری داریم:

$$F = \frac{9 \times 10^9 (9/58 \times 10^4)^2}{(1/28 \times 10^7)^2}$$

$$= 5/32 \times 10^5 \text{ N}$$

همانطور که ملاحظه می شود اندازه نیروی حاصل خیلی بزرگ است. به عبارت دیگر این نیرو معادل وزن جسمی به جرم ۶۰ تن است!

منبع - اینترنت

اصطکاک از نوع ایستایی و قانون اول نیوتون، وضعیت دینامیکی جسم را توصیف می کند.

$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \rightarrow f_s - F = 0 \rightarrow f_s = F = 5(N)$$

(۲) کم ترین نیروی لازم برای به حرکت درآوردن جسم؛ جسم در آستانه حرکت قرار دارد. پس قانون اول نیوتون وضع دینامیکی جسم را توصیف می کند (اصطکاک از نوع ایستایی و بیشینه است).

$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \rightarrow F - f_{\max} = 0 \rightarrow F = f_{\max}$$

$$= \mu_s \cdot N = 0/4 \times 20 = 8(N)$$

(۳) کم ترین نیرو برای آن که جسم با سرعت ثابت حرکت کند:

چون با سرعت ثابت بر خط راست حرکت می کند، پس قانون اول نیوتون وضع را توصیف می کند. (اصطکاک جنبشی است).

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F - f_k = 0 \rightarrow F = f_k = \mu_k \cdot N$$

$$= \mu_k \cdot w = 0/2 \times 20 \rightarrow F = 4(N)$$

(۴) وقتی $F = 10(N)$ اثر کند، $F > F_{\max}$ پس جسم تعادل دینامیکی ندارد؛ یعنی قانون دوم نیوتون وضع را توصیف می کند. (اصطکاک جنبشی است).

$$\Sigma F_x = ma_x \rightarrow F - f_k = ma_x \rightarrow$$

$$10 - 4 = 2a_x \rightarrow a_x = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

نتیجه گیری

استفاده درست از قوانین نیوتون در بررسی مسائل، توانایی تجزیه و تحلیل مسائل دینامیک را بالا می برد. در نهادهای کردن روش درست اندیشیدن به مسائل دینامیک، نقش معلم اهمیت بسیار دارد.

پیشنهاد می شود که: دو پرسش اساسی:

الف) نیروهای وارد بر جسم کدامند؟

ب) کدام قانون نیوتون وضع جسم را توصیف می کند؟ از جانب معلم در مقابل هر مسأله دینامیک از دانش آموز مطرح شود. تلاش دانش آموز در جهت پاسخگویی به این دو پرسش، گامی اساسی در جهت نهادینه شدن «استفاده از قوانین دینامیک» در حل مسائل است.

آزمایش های ساده

خواص فشارها

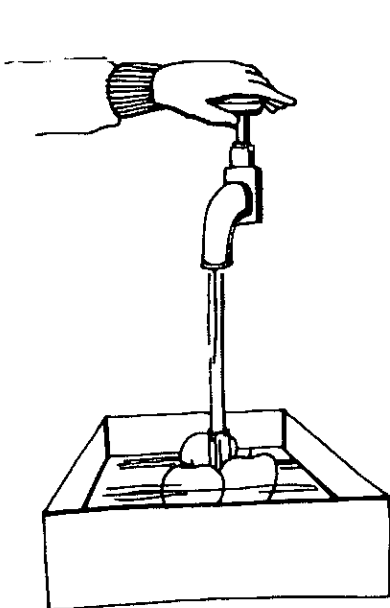
حال تماس است، کاهش می دهد. فشار جو در پشت بادکنک و پشت جریان آب، آن دو را به یکدیگر می چسباند. کشش دست شما به طرف بالا باید نیروی ناشی از فشار قسمت بالایی جریان آب و وزن آبی را که به زیر بادکنک می چسبد، خنثی کند.

مرد خردمند هنرپیشه را
عمر دو پایست در این روزگار
تا به یکی تجربه اندوختن
در دگر تجربه بردن به کار

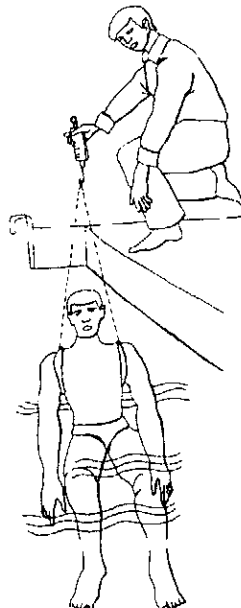
آزمایش ۲
رسمانی به طول ۳ متر را به صورت حلقه در آورید و مطابق شکل ۲ از سینه و زیر بغل های دوست شناورتان بگذرانید. حال اگر در یک استخر شنا، وقتی هوای تنفس را بیرون رانده و کاملاً در آب فرو رفته بایک نیرو سنج فنی وزنش را اندازه بگیرید، می بینید که بسیار کم است. با این روش، وزن چند نفر دیگر را اندازه بگیرید. خواهید دید که

آزمایش ۱

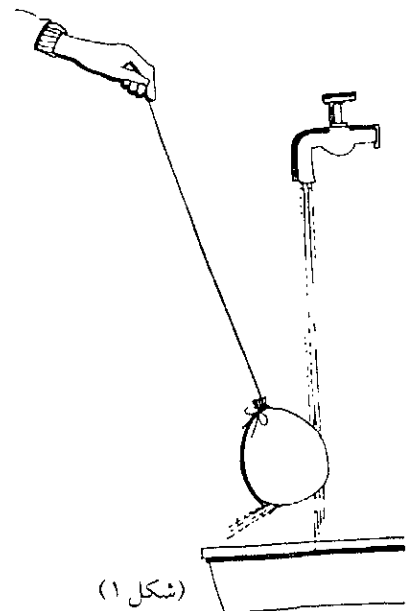
بادکنکی را پر از هوا کنید و دهانه آن را با نخ به طول تقریبی یک متر ببندید. سپس آن را مانند آونگ به نوسان در آورید و بگذارید تا با آبی که از یک شیر می ریزد، تماس پیدا کند. جریان آب، بادکنک را نگه می دارد؛ البته قسمتی از جریان آب را هم از زیر بادکنک منحرف می کند. شما کشش آب را خوب احساس می کنید (شکل ۱). (جریان سریع آب، فشار بین خود و کناره بادکنک را که با آن در



(شکل ۳)



(شکل ۲)



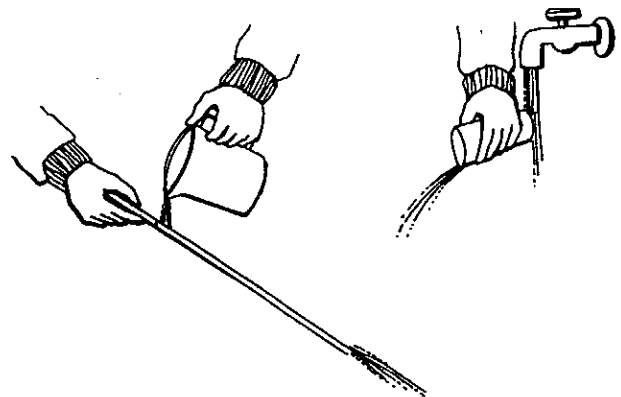
(شکل ۱)

بعضی، در داخل آب اصلاً وزن ندارند و بقیه در حدود نیم تا ۲/۵ کیلوگرم جرم دارند. (بنا به قانون ارشمیدس: هر جسمی که در شاره‌ای فرو رود، نیرویی از طرف شاره به طرف بالا بر جسم اثر می‌کند که با وزن شاره جا به جا شده، برابر است. از طرف دیگر، یک لیتر آب، یک کیلوگرم جرم دارد. پس اگر حجم شخصی ۶۰ لیتر و جرم او ۶۰ کیلوگرم باشد و کاملاً وارد آب شود، نیروی ارشمیدس برابر وزن شخص از طرف پایین به طرف بالا خواهد بود که نیروی وزن شخص را خنثی می‌کند.)

آزمایش ۳

سه عدد سیب را که تقریباً مشابه یکدیگر هستند، زیر شیر آب قرار دهید. آنها را طوری باهم جا به جا کنید تا جریان آبی که از شیر می‌ریزد، در فضای بین آن سه سیب وارد شود. می‌بینید که جریان آب آنها را کنار هم نگه می‌دارد (شکل ۳).

می‌دانید که قضیه برنولی این گونه بیان می‌شود: در جایی که جریان شاره (مایعات یا گازها) سریع‌تر است، فشار کم‌تر است. جریان آب شیر در فضای بین سیب‌ها سریع‌تر است. پس فشار کم‌تری بر آنها وارد می‌سازد؛ درحالی که فشار جو در کنار خارجی سیب‌ها بر آنها فشار وارد می‌آورد و آنها را به هم می‌چسباند.



(شکل ۴)

آزمایش ۴

یک میله فلزی، مثلاً میله پرده را با یک دست از قسمت بالایی آن به طور کج بگیرید و از قسمت بالایی آن به آرامی آب بریزید. می‌بینید که آب به میله می‌چسبد و به طرف پایین آن سرازیر می‌شود (شکل ۴). چپ.

در قسمت دوم آزمایش، ته لیوانی را به جریان آبی که از شیر خارج می‌شود، تماس دهید و آن را مطابق شکل ۴ (راست) به طور مایل نگه دارید. می‌بینید که آب به لیوان می‌چسبد و به نظر می‌آید که آب از داخل لیوان جریان پیدا می‌کند.

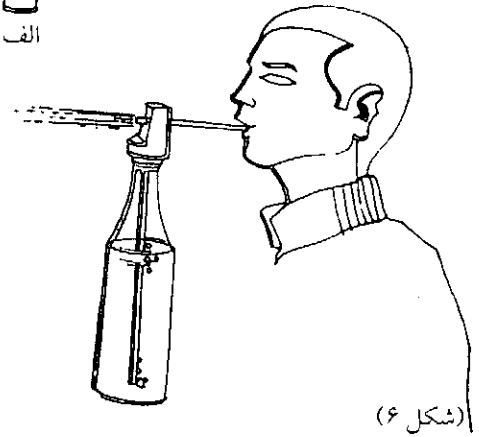
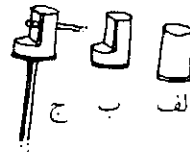
(در قسمت اول، آب به میله فلزی می‌چسبد. این چسبندگی، آب را تا آخر میله هدایت می‌کند. در قسمت دوم هم چسبندگی آب و شیشه و نیروی جاذبه زمین باعث هدایت آب می‌شود و خطای دید باعث می‌شود شما تصور کنید که آب در درون لیوانی جریان پیدا می‌کند؛ زیرا چشم عادت کرده است که جریان آب را از داخل لیوان ببیند و نه از جدار خارجی آن).

آزمایش ۵

درون یک بطری که تا نصف دارای آب است و از چوب پنبه آن لوله باریکی تا ته بطری عبور کرده است، بشدت بدمید. بلافاصله فوران آب را از لوله باریک خواهید دید (شکل ۵).



(شکل ۵)



(شکل ۶)

به جای چوب پنبه می‌توانید لوله‌ها را با یک مفتول، مطابق شکل ۷ مقابل هم نگه دارید. (بنابه قانون برنولی هر چه سرعت شاره هوا بیش تر باشد، فشار اطراف خود را کم تر می‌کند و فشار جو داخل بطری، آب را در لوله قایم بالا می‌برد و جریان سریع هوا، آب را به ذرات بسیار کوچک تقسیمه می‌کند.)

(وقتی درون بطری بشدت می‌دمید، فشار هوا در بالای آب داخل بطری را زیاد می‌کنید و این فشار باعث می‌شود که آب در لوله بالا برود و به صورت فواره از بطری خارج شود.)

آزمایش ۷

توپ پینگ پونگی را در داخل قیفی بگذارید و از لوله قیف بدمید. می‌بینید که توپ از قیف خارج نمی‌شود. حال قیف را برگردانید و با انگشت، توپ را در داخل آن نگه دارید. بعد بدمید و انگشتتان را دور کنید. می‌بینید تا وقتی که در آن می‌دمید، توپ نمی‌افتد.

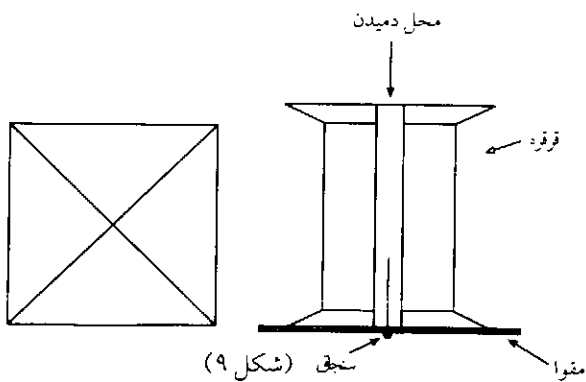
(چون هوا با فشار از قیف خارج می‌شود. پس فشار آن در اطراف توپ کم می‌شود و فشار هوای خارج، توپ را بر قیف فشار می‌دهد. شکل ۸)

آزمایش ۶

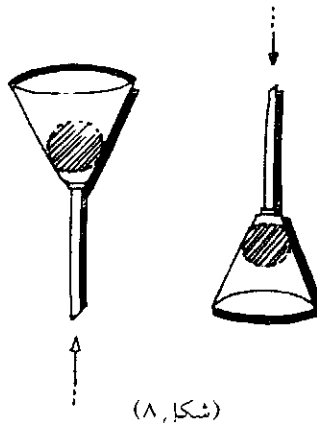
یک چوب پنبه بزرگ را به شکل A ببرید (شکل ب - ۶). در هر بازوی A یک سوراخ ایجاد کنید. دو لوله باریک از آنها عبور دهید. دهانه لوله‌ها باید بسیار باریک باشد. آنها را در سوراخ‌ها طوری وارد کنید که انتهای لوله دومی، مقابل وسط انتهای لوله اول قرار گیرد (شکل ۶ - ج). یک بطری را از آب پر کنید. لوله دوم را وارد آن کنید؛ به طوری که چوب پنبه روی دهانه بطری قرار بگیرد و از لوله اولی بشدت بدمید. فشار هوا، آب را مانند عطرباش به گرد تبدیل خواهد کرد (شکل ۶ - د).

از یک صفحه مقوایی نازک، مربعی به ضلع ۷ سانتیمتر ببرید و با رسم اقطار آن، مرکز مربع را پیدا کنید. سپس یک سنجاق ته گرد از این نقطه بگذرانید و سر آن را با یک قطعه نوار چسب در مرکز بچسبانید. بعد سوزن را وارد سوراخ فرقره نخ خالی بکنید و درون آن، در حالات مختلف بدمید. صفحه مقوایی با دمیدن شما دور نمی‌شود.

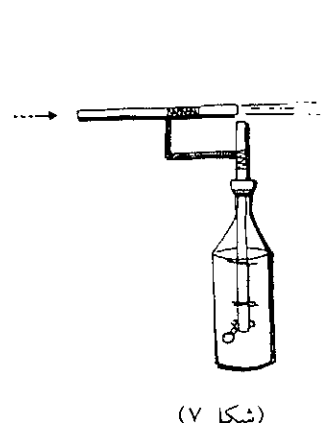
(مطابق قانون برنولی، هوا بین فرقره و صفحه مقوایی به سرعت می‌گذرد و فشار کم می‌شود؛ ولی فشار جو از پشت صفحه، آن را به طرف فرقره فشار می‌دهد و مانع از دور شدن آن می‌شود شکل ۹).



(شکل ۹)



(شکل ۸)



(شکل ۷)

فیزیک لامپهای

التهابی

دان مک ایساک، گری
کانر، گزیدون آندرسون
مترجم: پروین غفاریان

لامپها به کار می‌رود، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در این زمینه حاصل شد.

ساخت لامپهای التهابی بسیار اقتصادی و بی‌خطر است، اگرچه کارایی انرژی آنها از سایر فن‌آوریهای روشنایی کمتر است^۱. لامپهای فلوروسان با بخار جیوه کارایی بیشتری دارند. اما، ایالتهای بسیاری مقررات محدود کننده‌ای برای دورریزی این لامپها وضع کرده‌اند. در حال حاضر، کارآمدترین چشمه‌های روشنایی تجاری (برحسب نسبت انرژی خروجی در ناحیه مرئی به انرژی ورودی) لامپهای قوس سدیم با فشار زیاد هستند.

فن‌آوری روشنایی التهابی

التهاب وقتی رخ می‌دهد که گرم کردن مقاومتی الکتریکی اتمهایی را تولید کند که به صورت گرمایی برانگیخته شده‌اند. بخشی از انرژی جنبشی گرمایی به حالت‌های الکترونی درون فلز منتقل می‌شود. این حالت‌های برانگیخته الکترونی با گسیل فوتون به حالت پایه برمی‌گردند. وقتی تابش کافی در ناحیه طیف مرئی گسیل شود به طوری که بتوانیم جسم را با نور مرئی خودش بینیم، می‌گوییم که جسم ملتهب است. در یک جسم جامد،

اندکی بیش از یک قرن پیش، اساس تولید نور مصنوعی بر مبنای انتشار پرتوهای بود که بر اثر سوختن سوخت‌های فسیلی، گیاهان، روغنهای حیوانی، مومها و چربیها تولید می‌شدند. همچنین فتیله‌ای وجود داشت که میزان مصرف سوخت را کنترل می‌کرد. پیشرفت مهم در این زمینه نوری بود که از گاز ذغال سنگ و گاز طبیعی به دست می‌آمد. زیرا دمای زیاد باعث می‌شد که نور بیشتر و سفیدتری به دست آید. اما، اختراع لامپ الکتریکی التهابی در سال ۱۸۷۰ کاملاً برخلاف چیزی بود که قبلاً وجود داشت. امروزه، روشنایی تقریباً به طور کامل از چشمه‌های الکتریکی به دست می‌آید. در ایالات متحده در حدود $\frac{1}{4}$ برق مصرفی صرف روشنایی می‌شود که نیمی از آن را لامپهای التهابی تولید می‌کنند. بنابراین، درک ویژگیهای الکتریکی و اپتیکی لامپها، موضوع آموزشی مناسبی در کلاسهای فیزیک پایه است.

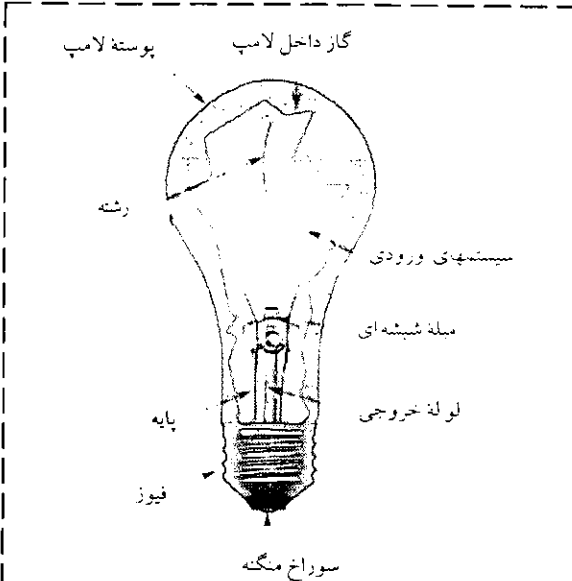
اولین لامپهای التهابی دارای رشته کربنی بودند که در یک حباب شیشه‌ای در خلاء قرار داشت و دو انتهای رشته از کلاهک پلمب شده‌ای خارج و به منبع تغذیه الکتریکی متصل می‌شد. با استفاده از رشته‌های فلزی، به ویژه رشته‌هایی که از تنگستن ساخته شده بود و اکنون نیز در

ترازهای انرژی الکترون یک طیف تابش تقریباً پیوسته و غیر گسسته دارند.

یک جسم جامد برای اینکه نور مرئی گسیل کند باید تا دمای بیش از 850°K گرم شود. این عدد را با 6600°K که دمای میانگین نور سپهر خورشید است مقایسه کنید، این دم مخلوط نوری آفتاب و طیف مرئی برای چشم ما را معین می کند. در حال حاضر نمی توان با هیچ رشته ای مخلوط نوری خورشید را به دست آورد، زیرا هیچ ماده ای را در اختیار نداریم که بتوان آن را تا این دما گرم کرد و همچنان جامد باقی بماند. در میان تمام فلزات خالص شناخته شده، تنگستن دارای بالاترین نقطه ذوب (3680°K) و کمترین آهنگ تبخیر (فشار بخار) است. کربن می تواند دماهای بالاتر را بدون آنکه ذوب شود تحمل کند. ترکیبها و آلیاژها (معمولاً کاربیدها و نیتريد های فلزی) دارای دماهای ذوب بالاتر و فشار بخار کمتر هستند، اما این مواد شکننده اند و در دماهای زیاد از هم جدا می شوند.

نقطه ذوب بالا و فشار بخار کم تنگستن آن را فلز مطلوبی می سازد، اما فشار تبخیر حدود دمای بیشینه مفید را به 3000°K محدود می سازد. حفظ دمای بیش از 2900°K در لامپهای انتهایی استاندارد مشکل است، که به توزیعهای تابشی می انجامد که در پیوست ۱ آمده است. در این دماها، فقط بخش کوچکی از انرژی تابشی در ناحیه طول موجهای مرئی است - کمتر از ۱۰٪، و بخش عمده انرژی باقیمانده در طول موجهای فروسرخ (IR) تابش می شود. در نتیجه رشته های انتهایی برای تولید نور مریئی کاملاً کم بازده هستند، و نور آنها کاملاً زرد متمایل به سرخ است. رشته های با دمای کم (2500°K تا 2700°K) مخصوصاً در ناحیه قرمز طیف غنی هستند و پوست صورت در نور آنها قرمز رنگ به نظر می رسد، که باعث می شود مردم سلامت تر جلوه کنند. رشته های با دمای بیشتر (2800°K تا 2900°K) در ناحیه طول موجهای آبی غنی ترند، و شگفت اینکه به لحاظ نوری «خنک تر» خوانده می شوند.

این دمای رشته ها، اگر چه به لحاظ گسیل نور با حالت ایده آل فاصله بسیار دارند، اما هنوز بسیار زیادند (در حدود 3000°K یا 5000°F)، و احتمالاً داغ ترین پدیده ای است در تمام طول عمرمان به طور نزدیک با آن مواجه می شویم، مگر اینکه به جوشکاری اشتغال داشته باشیم. حصول به این دماها و حفظ آنها نیاز به نور آوریهای فنی بسیار دارد (شکل ۱).



شکل ۱- قسمت های مختلف یک لامپ خانگی استاندارد ۶۰ وات و ۲۲۰ V

حباب لامپ - از شیشه سود آهکی ساخته شده بیشترین دمای کار - 400°C

گاز داخل لامپ - معمولاً آرگون است تا تبخیر را به تعویق اندازد یا مقداری نیتروژن برای ممانعت از قوس زدن - با همرفت جریان می یابد.

لوله خروجی - در پایه لامپ امتداد یافته است و برای تخلیه، وارد کردن گاز، و پر کردن آن قبل از مهر و موم کردن به کار می رود. پایه - از آلومینیم و برنج ساخته شده است، به لامپ چسبانیده می شود؛ از بین رفتن چسب اولین علامت گرم شدن بیش از اندازه لامپ است.

سوراخ منگنه - نقطه اتصالی است که سیم داغ الکتریکی به آن لحیم می شود. سیم جریان برگشتی به بخش مارپیچی پایه لحیم می شود. فیوز - برای محافظت مدار خانگی به کار می رود. اگر رشته جرقه بزند ذوب می شود.

میله شیشه ای - بادگمه که سیمی را که داخل آن است نگه می دارد. سیمهای ورود جریان - از سه بخش فلزی جوش داده شده ساخته شده اند که جریان را به رشته دارد و از آن خارج می کنند، از پلمپهای شیشه ای رد می شوند که آنها را پرس ساقه می نامند. سیمها طوری طراحی می شوند که با ضریب انبساط شیشه هماهنگ باشند.

رشته پیچ خورده تنگستن طوری طراحی شده است که دمای 3000°K (5000°F) را حفظ و با نور زرد / نارنجی بدرخشد. این رشته را گیره های مکانیکی متصل به سیمهای ورودی نگه می دارد.

سازندگان لامپهای روشنایی اندازه گیری بازده یا کارایی لامپهای روشنایی را که به صورت نور مری تولید شده است برحسب لومن به ازای هر وات (LPW) توان الکتریکی مصرف شده تعریف می کنند. یک میله تنگستن که تا نقطه ذوب گرم شده باشد دارای بالاترین اثربخشی نظری LPW ۵۲ است. لامپهای عملی که در استودیوها به کار می روند به LPW ۳۳ می رسند، برای لامپهای خانگی استاندارد w - ۶۰ با طول عمر ۱۰۰۰ ساعت این مقدار LPW ۱۴/۵ و یا ۸۷۰ لومن کل است.

نگاهی به لامپ روشنایی

پوشش شیشه ای لامپ روشنایی طوری طراحی شده است که فلز را از بخار آب و اکسیژن بیرون رشته محافظت کند زیرا در غیر این صورت فلز در عرض چند ثانیه اکسیده می شود. لامپهای خانگی معمولاً از شیشه سود آهکی ساخته می شوند. در دماهای بیشتر می توان از سیلیس و پیرکس (بورو سیلیکات) استفاده کرد تا دوام لامپ و شفافیت فرابنفش را بهبود بخشید. طراحی مکانیکی رشته ظرفیت و حلقه حلقه به صورتی است که تا حد امکان با زیاد شدن مساحت سطح و نسبت ظاهری گرما را نگه دارد (شکل ۲).

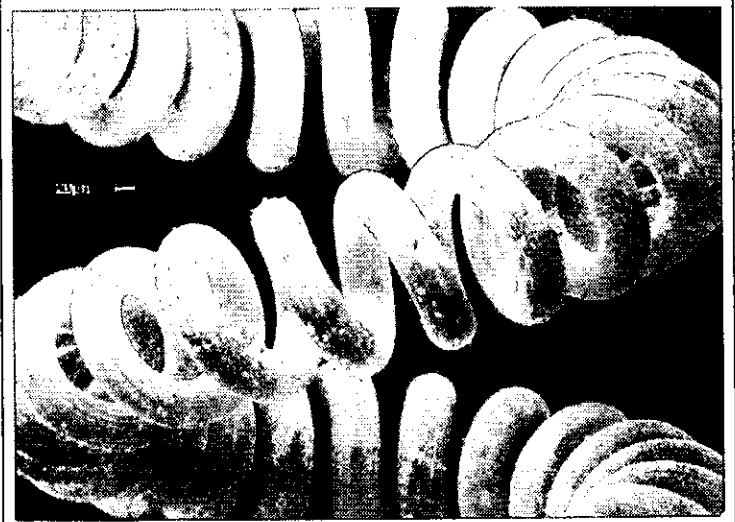
سیمهای مولیبدن که رشته را نگه می دارند و جریان را به آن هدایت می کنند استحکام خود را در دماهای زیاد حفظ می کنند. ضوابط الکتریکی ملی تصریح دارد که محل لحیم سیمهای اتصال باید به قسمت انتهایی لامپ (دگمه برنجی انتهایی لامپ) باید دارای یک قسمت فیوز باشد و سپس به اتصال «داغ» ac متصل شود. بازگشت آن از طریق قسمت آلومینیومی ماریچی پایه است. تمام لامپهای خانگی جدید بیشتر از ۲۵w دارای فیوز داخلی هستند. اگر این لامپها به طور صحیح نصب شده باشند، قسمت گرم دارای فیوز است (در نتیجه جریان از پریشهای قطبیده برای لامپها استفاده می کند)

یک پوشش ظرفیت داخلی از جنس پودر سیلیکا که به صورت الکتروستاتیکی به وجود آمده است پوشش استاندارد نامیده می شود و نور درخشان رشته را بر اثر پراکندگی های^۱ در تمام جهتها پخش می کند. در لامپهای با دمای زیاد می توان از یک بازتابنده اضافی برای خنک نگه داشتن پایه با جلوگیری از گرم شدن تابشی و محدود کردن جریان همرفتی «گاز درونی» از پایه استفاده کرد.

در اغلب لامپهای جدید از آرگون به عنوان یک گاز بی اثر، با مقدار کمی نیتروژن برای جلوگیری از ایجاد قوس استفاده می شود. وزن مولکولی زیاد آرگون و رسانندگی گرمایی اندک آن تبخیر تنگستن را به

تعویق می اندازد و رشته را عایق بندی می کند، در نتیجه حصول به دماهای زیاد ممکن می شود. گاز بهتر کریپتون بسیار گرانبهاست، و فقط برای لامپهای مخصوص با عمر زیاد به کار می رود (مثلاً، لامپهای چراغ راهنمایی). قرار دادن رشته به صورت عمودی برای هم خط کردن آن با جریانهای چرخنده در گاز داخل لامپ باعث می شود که دمای مناسب رشته حفظ شود. فشار گاز داخل لامپ در حدود ۸۰٪ فشار جو در حالت سرد است، که در هنگام کار تا فشار جو زیاد می شود، در نتیجه فشار وارد بر جاب شیشه ای کاهش می یابد. لامپهای کمتر از ۲۵w نیاز به گاز

شکل ۲ - تصویر رشته فنی شکل یک لامپ ۶۰ وات که با میکروسکوپ الکترونی روشی (SEM) گرفته شده است (با بزرگنمایی ۵۰۰). پیچ دادن رشته یک کار فنی شگفت انگیز است؛ به خوانندگان توصیه می شود که یک لامپ را بشکنند و رشته آن را با استفاده از یک ذره بین به دقت بررسی کنند.



داخلی ندارند، یک خلاء نسبی بدون اکسیژن و بخار آب برای آنها کافی است.

در طراحی سستی لامپهای روشنایی بیشینه کردن دمای رشته، طول عمر، یکپارچگی مکانیکی، و کارایی مورد نظر است. زمانی خواهد رسید که کارایی سیستمهای لامپ رشته ای به واسطه پوششهای بازتابنده جدید از مقدار بیشینه نظری تجاوز کند. این پوششها (که انرژی IR را به داخل حباب بازمی تاباند تا رشته را گرمتر کند) در دست بررسی هستند، و هنگامی که انرژی IR کافی به طول موجهای مرئی تبدیل شد، بیشینه کارایی نظری برای ذوب تنگستن را پشت سر خواهیم گذاشت.

پیچ‌های رشته

تولید انبوه رشته‌های التهابی برای کار در دمای متجاوز از ۲۵۰۰k به صورت خودکار یک موفقیت جالب در فن آوری است. در آوردن تنگستن شکننده به صورت سیم نیاز به فرایند ویژه‌ای دارد که در آن آرایش یا پتاسیم، پرس کردن و کلوخه سازی شمشهای تنگستن، سپس شکل دادن، روان سازی، و سپس به شکل سیم در آوردن دخیل است. حلقه‌های رشته را با پیچاندن رشته‌های ظریف تنگستن دور یک سیم مولیبدن که میله خوانده می‌شود و بازپخت مجموعه در یک کوره پر از گاز هیدروژن می‌سازند. بازپخت تنشهای داخلی را از میان می‌برد و اجازه می‌دهد که سیم برای بار دوم حول یک میله از جنس فولاد ضد زنگ پیچیده شود و به اندازه مورد نظر بریده شود. پس از بازپخت مجدد رشته در داخل اسید قرار داده می‌شود تا میله مولیبدن داخلی حل شود. این رشته اکنون آماده نصب با اتصال مکانیکی به دو سیمی است که داخل حباب شده‌اند.

رشته به تدریج خراب می‌شود، و لامپها بر اثر تبخیر تنگستن از سطح رشته و رسوب در سطح داخلی حباب شیشه‌ای تیره می‌شوند. در لامپهای متداول با حبابهای قائم (که سازندگان آنها را حباب شکل A می‌نامند)، جریانهای همرفتی در گازهای داخل لامپ آنها را به بالای حباب هدایت می‌کنند تا در آنجا انباشته شوند و لامپ را تیره کنند. تنگستن در محلهایی که دمای لامپ بیشتر است تبخیر می‌شود و یک چرخه فرار گرمایی به وجود می‌آورد. چون در نقاط گرم رشته تبخیر سریع تر صورت می‌گیرد،

محلهایی که در آنها رشته نازک تر شده است دارای مقاومت الکتریکی بیشتر و در نتیجه دمای بالاتری خواهد بود که تبخیر محلی را تشدید می‌کند.

در شروع کار، رشته‌های تنگستن به قدری خنک‌اند که «جریان ورودی» اولیه^۱ باز بیش از جریان کار لامپ است، که باعث می‌شود پیچ‌های مجاور نیروی مغناطیسی شدیدی به یکدیگر وارد کنند. این تنشهای گرمایی و مکانیکی این اطمینان را به وجود می‌آورد که بیشتر لامپهای خراب خانگی در ثانیه‌های اول پس از روشن شدن از وضعیت خنک از بین بروند یا «بسوزند». لامپهای فرو سرخ گرانبها از جنس کوارتز با پیش گرم کردن با ولتاژ کم در مرحله شروع به کار با این اثر مقابله می‌کنند.

چرخه‌های هالید تنگستن

تیره شدن لامپ به واسطه رسوب تنگستن تبخیر شده را می‌توان با وارد کردن مقدار اندک گازهایی چون برم یا ید تقلیل داد. این هالوژنها با بخار تنگستن یک چرخه وابسته به دما تشکیل می‌دهند که در آن هالید تنگستن در دماهای کمتر (در داخل حباب لامپ) تشکیل می‌شود. هالید تنگستن در دماهای بالاتر رشته تجزیه می‌شود. چرخه‌های هالید اتمهای تنگستن را از گاز داخل لامپ و حباب سیلیسی به رشته منتقل می‌کند. در حالی که تیره شدن به مقدار زیادی کاهش می‌یابد، ولی تنگستن به صورت یکسواخت به نازک‌ترین بخشهای رشته منتقل نمی‌شود - تنها هالوژنی که از عهده این کار برمی‌آید فلورور است، که هنوز به طور ایمن قابل کنترل نیست.

رشته‌های لامپ هالوژنی نه تنها می‌توانند با دمای بیشتر و با کارایی بالاتر کار کنند، بلکه باید در دماهای زیادتر کار کنند تا چرخه‌های هالوژن را آغاز و حفظ کنند. بنابراین، برای لامپهای هالوژنی، یکی حباب کوچک لوله ای از جنس سیلیس مذاب (یک کوارتز نابلورین) در دماهای تا ۱۲۰۰۰°C (برحسب نوع لامپ و توان آن)، با گاز داخلی در فشار زیاد (تا حدود پنج اتمسفر) کار می‌کند. با اطمینان از عمر زیاد لامپ، رشته‌های هالوژنی باید حداقل ۲۰ دقیقه قبل از آغاز چرخه‌های گاز هالوژن و تولید همرفت در گاز داخل آن کار کنند. در مقایسه با لامپهای غیرهالوژنی که حباب آنها از جنس شیشه سود آهکی است نوعاً در دماهای ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰°C کار می‌کنند، خطرات آتش سوزی و انفجار برای

این لامپها بسیار بیشتر است.

لامپهای هالوژنی معمولاً تغییر جهت را تحمل نمی کنند زیرا بستگی شدیدی به جریانهای گاز همرفتی دارند. لامپهای هالوژنی سفیدتر و داغ تر (معمولاً ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ K) از لامپهای معمولی هستند، و کارایی آنها بیشتر (۱۰ تا ۱۲٪ انرژی طیفی در طول موجهای مرئی) است. لامپهای هالوژنی در چراغهای جلو اتومبیلها و لامپهای پروژکتور برای استفاده در عکاسی به صورت استاندارد به کار می روند.

آزمایشی برای دانش آموزان

یک اندازه گیری ساده می تواند تأثیر شدید دما بر مقاومت ویژه تنگستن را نشان دهد. مقاومت یک لامپ ۶۰ وات را با یک اهم متر اندازه بگیرید. ولتاژ داخلی با یک باتری ۱/۵ ولتی تأمین می شود. مقاومت این لامپ در حدود ۱۸۵Ω است. به هر حال، توجه کنید که وقتی لامپ در یک مدار ۲۲۰V به کار می رود، مقاومت آن برابر $R = \frac{(220V)^2}{60} = 810$ است. افزایش جریان وقتی لامپ روشن می شود در حدود ۵ آمپر است.

پیوست ۱. منحنیهای گسیل لامپ رشته ای

برای محاسبه بخشی از نور که در طول موجهای مرئی گسیل می شود، رشته را با یک تابشگر جسم سیاه نظری مقایسه می کنیم. آهنگ گسیل انرژی جسم از طریق تابش الکترومغناطیسی با سطح آن و توان چهارم دمای آن متناسب است: $P_r = \sigma \epsilon A T^4$ ، که در یکاهای SI، P_r توان تابنده بر حسب وات، ϵ گسیلندگی (برای تابشگر کامل نظری یا جسم «سیاه» داریم $\epsilon = 1$)، جسم A مساحت سطح جسم بر حسب متر مربع، T دمای آن سطح بر حسب کلوین است.

در یک طول موج به خصوص λ ، تابشی که یک تابشگر کامل جسم سیاه گسیل می کند از قانون تابش پلانک به دست می آید:

$$I(\lambda T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{-hc/\lambda kT} - 1}$$

که در آن T دما (بر حسب K)، h ثابت پلانک، c سرعت نور، و k ثابت بولتزمن ($1/3 \times 10^{-23} J/K$) است. $I(\lambda/T)$ را موجودیت طیفی می نامند، که شار توان به ازای واحد سطح و واحد طول موج است، در نتیجه یکای آن در دستگاه SI عبارت است از w/m^2 . شکل ۱ طیف $I(\lambda/T)$ تابشگر جسم سیاه کامل را در سه دمای مختلف نشان می دهد که با دمای کار لامپهای تنگستن ۶۰۰ و ۷۰۰ و ۱۵۰ وات متناظر است.

فقط بخش کوچکی از نور لامپ در طول موجهای مرئی (۳۹۰ تا ۷۸۰ nm) گسیل می شود که منطقه سایه دار در شکل ۱ است. این بخش با محاسبه مساحت $A(T)$ زیر منحنی در ناحیه مرئی و تقسیم آن بر چگالی تابشی کل $I(T)$ در هر دمای $I(T)$ برای سه لامپ به صورت عددی محاسبه شده است. $I(T)$ از قانون استفان - بولتزمن به دست می آید:

$$I(T) = \int_0^\infty I(\lambda/T) d\lambda = \sigma T^4$$

که در آن σ ثابت استفان - بولتزمن ($5/67 \times 10^{-8} w/m^2 \cdot T^4$) است. در این محاسبه دو ایده ال سازی انجام شده است: اولاً تراگسیلندگی حباب شیشه ای را نادیده گرفته ایم، تأثیر آن بر نور مرئی ناچیز است. بخشی از نور که در گستره مرئی گسیل می شود در حدود ۱۰٪ است. ثانیاً، با نظر گرفتن تنگستن به عنوان

مراجع:

1. See, for instance, OSRAM Sylvania publications: Engineering Iletin IN002 (Incandescent Lamp MManufactre); Engineering Iletin IN003 (Incandescent Lamps); Engineering Iletin 0-349 (Tngsten Halogen Lamps); and the 1996 catalogs for Light Products and Large Lamps. See also the General Electric publication Incandescent Lamps.
2. E. Hecht, Optics (Addison Wesley 1987), p. 539.
3. A standard General Electric 60-w 120 VAC lammpp filament starts as a 53.3-cm length of tungsten wire having a 46-micronn (4.6×10^5 m) diameter. It is first wound into a coil of 1130 turns 8.3 cm in length over a molybdenum mandrel and then coiled a final time to 2 cm in length around a teal mandrel.
4. Underwriter Laboratories refuses to certify halogen torchiere (floor standing) lamps over 300 W as safe. <http://gopher.fiu.edu/orges/ehs/halogen.htm> suggests that consumers replace bulbs over 300 W in such lamps. For further safety, high-wattage halogen lamps should also have glass bbulbb shields.
5. B. eri in Light and Color of all Laps (General Electric publication).
6. Handboo of Cheistry and Physics, 75th ed. (Cheical Rubber Company, Bboca Raton 1994), p. 10-269.

اپتیکی مدل ۸۶۲۲C کارخانه Leeds and Northrup اندازه گیری شد.

در آذرسنج اپتیکی، تصویر جسمی که اندازه گیری دمای آن مورد نظر است بر روی تصویر یک رشته ایده آل در داخل آذرسنج می افتد. یک فیلتر قرمز عرض نوار طول موجها را به $65/0 =$ میکرون محدود می کند. اپراتور دستگاه جریان رشته استاندارد را تغییر می دهد تا روشنایی آن مانند جسم مجهول شود. بدین دلیل، دمای اندازه گیری شده را اغلب دمای روشنایی می گویند. عقربه تنظیم جریان طوری مدرج شده است که مستقیماً «دمای مؤثر جسم سیاه» را بدهد.

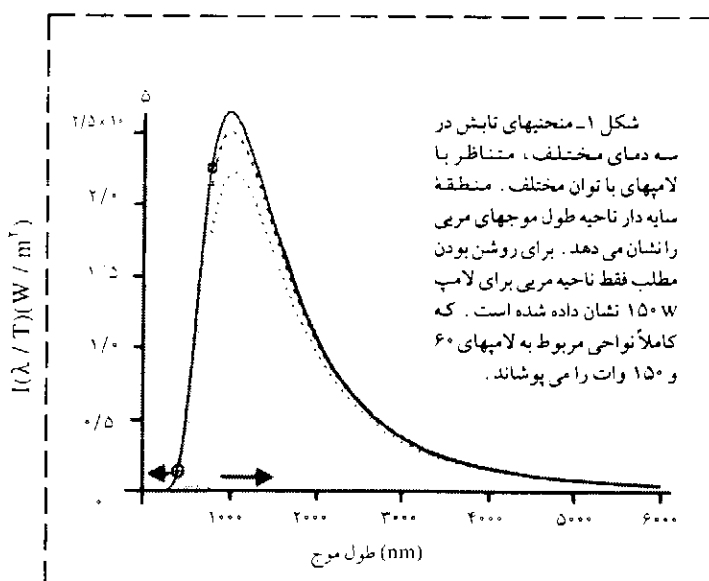
معمولاً، جسم مورد نظر یک جسم سیاه واقعی نیست و برای تعیین دما باید تصحیحات لازم را انجام داد. در واقع، این پرسش را مطرح می کنیم که «یک جسم خاکستری (جسم سیاه ناکامل) با گسیلمندی ϵ باید در چه دمایی باشد

جسم سیاه گسیلمندی ϵ را نادیده گرفته ایم که تابع هر دوی طول موج و دماست. گسیلمندی تنگستن مقدار گسیل را به میزان قابل توجهی کم می کند (بیش از ضریب دو در ناحیه مرئی) و بیشینه $I(\lambda/T)$ را اندکی به طرف طول موجهای کوتاهتر جابه جا می کند. اما، چون طیف ϵ برای تنگستن، در دماهای کار لامپ تقریباً مستقل از T است، طیف $I(\lambda/T)$ برای تنگستن رفتاری چون جسم سیاه در دمایی متفاوت دارد. به علاوه، نسبت $\frac{A(T)}{I(T)}$ هنوز برای تنگستن واقعی نزدیک 10% است، زیرا انتقال به آبی $I(\lambda/T)$ به واسطه ϵ کوچک است.

پیوست ۲- ویژگیهای الکتریکی و اپتیکی لامپ التهابی
 ما مشخصات جریان-ولتاژ را برای یک لامپ التهابی «شفاف» GE ۶۰-W را اندازه گرفتیم تا نشان دهیم چگونه

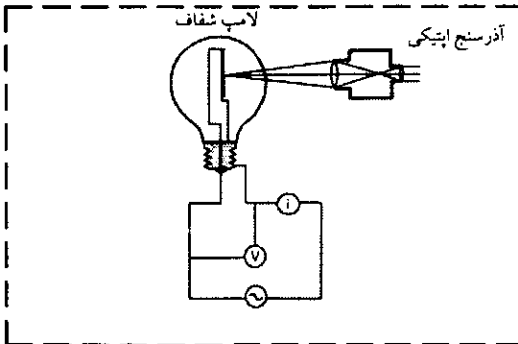
توان (w)	دما (k)	چگالی شار مرئی $A(T)$ ($10^3 w/m^2$)	شار تابشی کل $I(T)$ ($10^3 w/m^2$)	% گسیل دو منطقه مرئی $A(T)/I(T)$
۶۰	۲۸۰۰	۳/۳۸۹	۳/۴۹	۹/۷
۱۰۰	۲۸۷۰	۴/۱۲۴	۳/۸۵	۱۰/۷
۱۵۰	۲۹۰۰	۴/۴۷۴	۴/۰۱	۱۱/۲

جدول ۱- مشخصات لامپ در طول موجهای مرئی، که با استفاده از قانون تابش پلانک و قانون استفان-بولتزمن (با فرض $\epsilon=1$) محاسبه شده است.



مقاومت لامپ بر اثر گرم شدن لامپ به میزان قابل ملاحظه افزایش می یابد. حباب شفاف لامپ همچنین این امکان را برای ما فراهم ساخت تا دمای رشته را به طور همزمان با یک آذرسنج اندازه بگیریم. آرایش دستگاه اندازه گیری در شکل نشان داده شده است. جریان متناوب 60 HZ توسط یک واریاک به لامپ داده شد که امکان تغییر ولتاژ را از 0 تا 140 V فراهم می ساخت. مولتی متر دیجیتالی (Tektronix (DMSOL) به طور همزمان ولتاژ و جریان ورودی به لامپ را اندازه می گرفت. دمای رشته با استفاده از یک آذرسنج

راه صورت عددی برای دماهای تصحیح شده رشته به صورتی که در جدول II نشان داده شده است حل کرد. نتیجه اندازه گیریهای ما و تصحیحات به کار رفته به واسطه گسیلمندی مؤثر در جدول داده شده است. با افزایش زیاد ($\times 14/4$) مقاومت رشته بین دمای اتاق و نقطه کار لامپ توجه کنید.



مرجع:

The Physics Teacher, Dec 1999, PP 520 _ 525

تا روشنایی آن در $\lambda = 0.65 / \mu\text{m}$ برابر جسم سیاه در دمای T_B شود؟ پاسخ از قانون توزیع پلانک به دست می آید. با مساوی قرار دادن روشنایی جسم خاکستری با جسم سیاه معادل به دست می آوریم

$$\frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT_B} - 1}$$

این معادله را می توان حل کرد و دمای واقعی تصحیح شده T برای جسم خاکستری را با معلوم بودن دمای روشنایی T_B که با آذرسنج اندازه گرفته شده است و مقدار گسیلمندی ϵ چشم به دست می آورد. یک مشکل کوچک در این آزمایش کاهش روشنایی رشته به میزان تقریباً ۸٪ به علت اتلاف ۴٪ در هر سطح به واسطه بازتاب است. اما این موضوع را می توان به صورت کاهش گسیلمندی مؤثر چشمه به حساب آورد.

مرجع ۶ گسیلمندی تنگستن را در 0.65 میکرون و دماهای نزدیک به 2900K به مقدار $\epsilon = 0.420$ به دست می دهد. ما گسیلمندی مؤثر یک رشته در حباب شیشه ای را به صورت زیر محاسبه کردیم

$$\epsilon_{\text{eff}} = (0.92)(0.420) = 0.386$$

با معلوم بودن ϵ_{eff} ، T_B ، و مقادیر ثابت، می توان معادله

ولتاژ rms (ولت)	جریان rms (آمپر)	توان (وات)	مقاومت رشته (اهم)	دمای ظاهری جسم سیاه T_B (کلوین)	دمای تصحیح شده رشد T (کلوین)
۰	۰	۰	۱۶/۸۵	-	۲۹۷
۷۰/۲۷	۰/۳۷۱۰	۲۶/۰۷	۱۸۹/۴	۲۲۲۳	۲۴۵۹
۷۹/۹۹	۰/۳۹۷۶	۳۱/۸۰	۲۰۱/۲	۲۲۷۸	۲۵۲۶
۹۰/۰۰	۰/۴۲۳۴	۳۸/۱۱	۲۱۲/۶	۲۳۷۳	۲۶۴۴
۱۰۰/۰۴	۰/۴۴۷۹	۴۴/۸۱	۲۲۳/۶	۲۴۶۸	۲۷۶۲
۱۰۹/۹۷	۰/۴۷۱۰	۵۱/۸۰	۲۳۳/۵	۲۵۶۳	۲۸۸۲
۱۱۹/۹۵	۰/۴۹۳۱	۵۹/۱۵	۲۴۳/۳	۲۵۸۸	۲۹۱۳

جدول II - مشخصات جریان - ولتاژ - مقاومت - دمای یک لامپ رشته ای ۶۰ وات

بیست و هشتمین

المیاد بین المللی فیزیک

مسابقه نظری

پنجشنبه، هفدهم ژوئیه ۱۹۹۷ - کانادا

مدت: ۵ ساعت

مترجم: روح الله خلیلی بروجنی
rkhalili @ physicist.net

سؤال نظری ۱

الف- یک جرم کوچک به انتهای یک فنر ایده‌ال بدون جرم آویزان است و با بسامد طبیعی f در راستای قائم نوسان می‌کند. اگر طول فنر را نصف کنیم و جرم را به انتهای آن ببندیم، بسامد جدید نوسان، f' ، چقدر می‌شود؟
ب- شعاع یک اتم هیدروژن در حالت پایه (شعاع بور) برابر $a = 0.0529 \text{ nm}$ است. شعاع یک اتم هیدروژن میونی، a' ، چقدر است؟ در این اتم الکترون توسط یک یون با بار مشابه زلی با جرم 207 برابر الکترون جایگزین شده است. فرض کنید جرم پروتون خیلی بیشتر از جرم میون و الکترون است.

ج- دمای متوسط زمین $T = 287 \text{ K}$ است. اگر فاصله بین زمین و خورشید ۱٪ کاهش می‌یافت. دمای متوسط زمین، T' ، چقدر می‌شد؟

د- در یک روز، هوا خشک و چگالی آن $\frac{1}{25} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است. روز بعد رطوبت افزایش یافته و به اندازه ۲٪ جرم هوا، بخار آب به آن افزوده شده است. اگر فشار و دما مانند روز قبل باشد، چگالی هوا، ρ' ، چقدر شده است؟

جرم مولکولی متوسط هوای خشک: $28.8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

جرم مولکولی آب: $18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

فرض کنید هوا گاز کامل است.

ه- اگر توان خروجی یک چرخبال (هلی کوپتر) برابر P باشد می‌تواند پرواز کند. اگر یک چرخبال دیگر درست نسخه بدل این چرخبال با $\frac{1}{4}$ مقیاس (در همه ابعاد خطی) باشد، توان مکانیکی لازم، P' ، برای پرواز آن چقدر است؟

سؤال نظری ۲

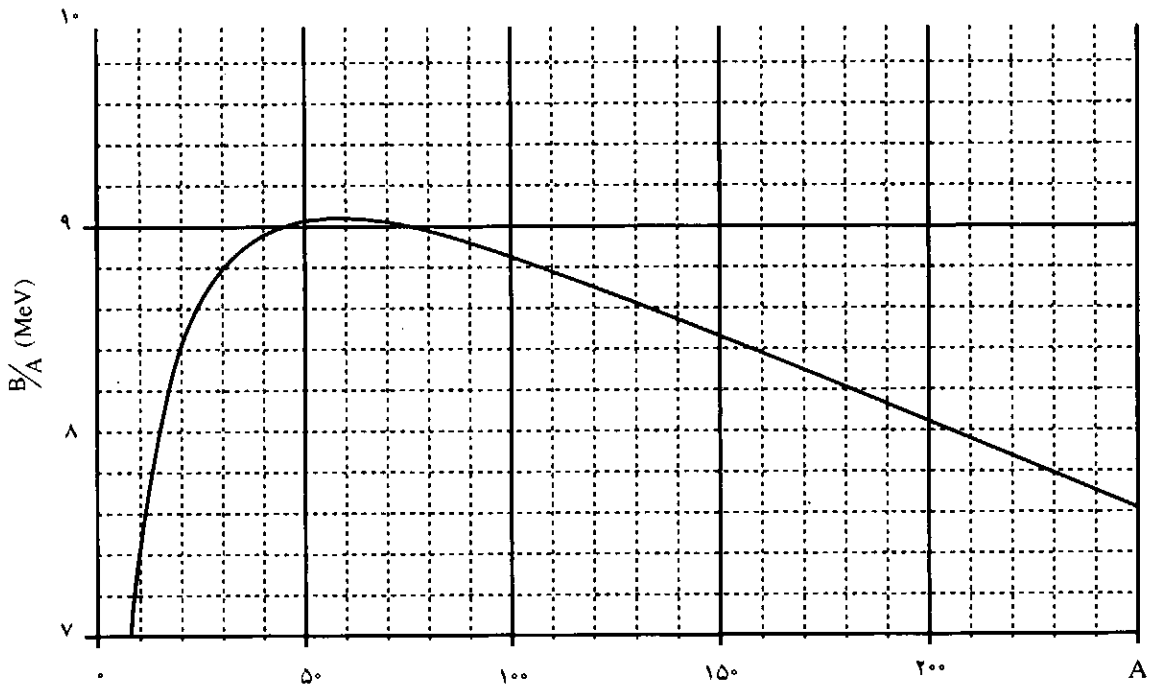
جرمهای هسته‌ای و پایداری

در این سؤال همه انرژی‌ها بر حسب MeV میلیون الکترون ولت داده شده‌اند. $r = 1.6 \times 10^{-14} \text{ m}$ ، اما برای حل این مسئله نیازی به دانستن آن نداریم. M جرم هسته‌ای با Z پروتون و N نوترون ($A = Z + N$ عدد جرمی) برابر است با مجموع جرم نوکلئونهای (پروتون و نوترون)

آزاد منهای انرژی بستگی $\frac{B}{c^2}$.

$$Mc^2 = Zm_p c^2 + Nm_n c^2 - B$$





۵۹
 ۵۸
 ۵۷
 ۵۶
 ۵۵
 ۵۴
 ۵۳
 ۵۲
 ۵۱
 ۵۰
 ۴۹
 ۴۸
 ۴۷
 ۴۶
 ۴۵
 ۴۴
 ۴۳
 ۴۲
 ۴۱
 ۴۰
 ۳۹
 ۳۸
 ۳۷
 ۳۶
 ۳۵
 ۳۴
 ۳۳
 ۳۲
 ۳۱
 ۳۰
 ۲۹
 ۲۸
 ۲۷
 ۲۶
 ۲۵
 ۲۴
 ۲۳
 ۲۲
 ۲۱
 ۲۰
 ۱۹
 ۱۸
 ۱۷
 ۱۶
 ۱۵
 ۱۴
 ۱۳
 ۱۲
 ۱۱
 ۱۰
 ۹
 ۸
 ۷
 ۶
 ۵
 ۴
 ۳
 ۲
 ۱
 ۰

در نمودار بالا، بیشینه مقدار $\frac{B}{A}$ برای یک مقدار معین

A ، بر حسب A رسم شده است. هر چه $\frac{B}{A}$ بزرگتر باشد، معمولاً هسته پایدارتر است.

صفر برای هسته با N زوج و Z فرد یا N فرد و Z زوج.

برای هسته با N زوج و Z زوج.

و مقادیر ضرایب آن برابر است با:

$$a_v = 15.1 \text{ MeV}; a_s = 16.1 \text{ MeV}; a_c = 0.72 \text{ MeV}$$

$$a_m = 23.5 \text{ MeV}; a_p = 33.5 \text{ MeV}$$

(i) رابطه ای برای تعداد پروتون هسته Z_{\max} با بزرگترین انرژی بستگی بر حسب عدد جرمی A به دست آورید. (فقط برای این قسمت از جمله δ صرف نظر کنید.)

(ii) مقدار Z برای هسته با $A = 200$ با بزرگترین $\frac{B}{A}$ ،

چقدر است؟ (جمله δ را در نظر بگیرید.)

(iii) سه هسته با $A = 128$ را که در جدول زیر آمده است در نظر بگیرید. معلوم کنید که کدامیک از لحاظ انرژی پایدارند و کدامیک انرژی کافی برای واپاشی در فرایندهای زیر را دارند.

Z_{\max} را با استفاده از قسمت (i) تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

الف - بیشتر از یک عدد جرمی معین A ، انرژی بستگی هسته ها به اندازه کافی کوچک است به طوری که هسته ها به طور مداوم ذره های آلفا ($A=4$) گسیل می کنند. با فرض خطی بودن این منحنی در بیش از $A=100$ ، A را برآورد کنید.

در این مدل فرض کنید:

● هسته اولیه و نهایی، هر دو بر روی این منحنی قرار دارند.

● انرژی بستگی کل ذره α از $B_p = 28.3 \text{ MeV}$ به دست می آید. (این مقدار را نمی توان از روی منحنی به دست آورد)

ب- انرژی بستگی هر هسته اتم با Z پروتون و N نوترون ($A = Z + N$) از رابطه نیمه-تجربی زیر به دست می آید:

$$B = a_v A - a_s A^{\frac{1}{3}} - a_c \frac{Z^2}{A} - a_m \frac{(N-Z)^2}{A} - \delta$$

که مقدار δ برابر است با:

در تکمیل کردن جدول لطفاً:

- فرآیندهایی را که از نظر انرژی مجازند، علامت نزدیک.
- فرآیندهایی را که از نظر انرژی مجاز نیستند را علامت بزنید.
- فقط گذارهای بین این سه هسته را در نظر بگیرید.

فرآیندهای واپاشی

- (۱) واپاشی β^- ؛ گسیل الکترون از هسته.
- (۲) واپاشی β^+ ؛ گسیل پوزیترون از هسته.
- (۳) واپاشی $\beta^-\beta^-$ ؛ گسیل دو الکترون به طور همزمان از هسته.
- (۴) گیراندازی الکترون؛ گیراندازی یک الکترون اتم به وسیله هسته.

انرژی جرم سکون یک الکترون (و پوزیترون)

$$m_e c^2 = 0.51 \text{ MeV}$$

برای یک پروتون $m_p c^2 = 938.27 \text{ MeV}$ ؛ و برای

یک نوترون $m_n c^2 = 939.57 \text{ MeV}$ است.

توجه: در ${}^A_Z X$ ؛ X نماد شیمیایی است.

سئوال نظری ۳

هواپیمای خورشیدی

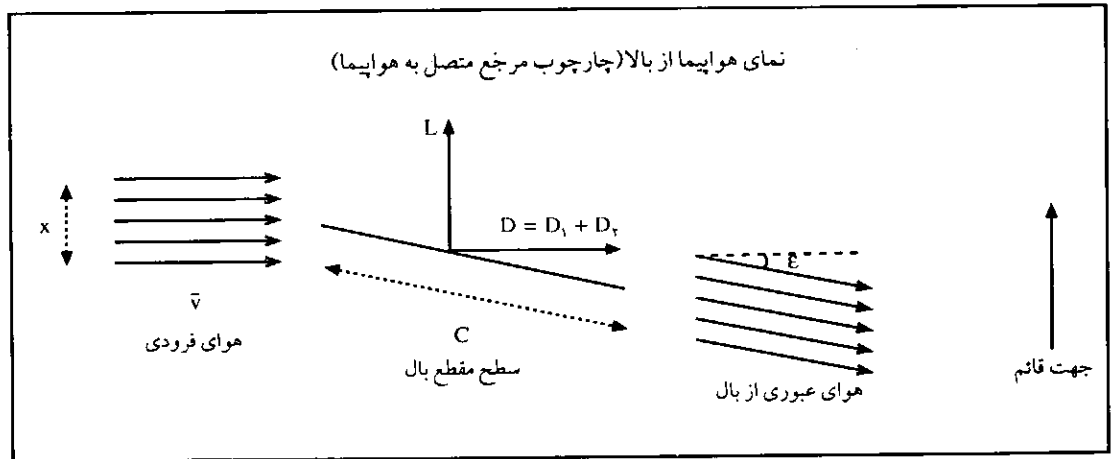
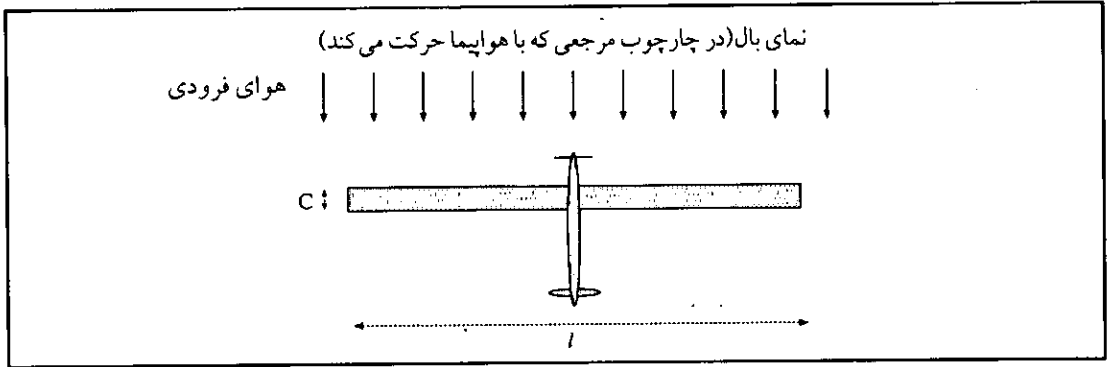
می خواهیم هواپیمای طراحی کنیم که تنها با استفاده از انرژی خورشیدی بتواند پرواز کند. یکی از کارآمدترین

انواع طرحها پوشاندن کامل سطح روی بال با سلولهای خورشیدی است. انرژی الکتریکی حاصل، پروانه هواپیما را به حرکت درمی آورد. بال هواپیما را به صورت یک صفحه مستطیل شکل به طول l و عرض (پهنای) e در نظر بگیرید؛ مساحت بال $A = l \cdot e$ و نسبت اضلاع آن $A = \frac{l}{e}$ است. با در نظر گرفتن یک لایه هوا به ارتفاع x و طول l که با تغییر اندکی در سرعت با زاویه کمی به طرف پائین منحرف می شود، می توانیم یک ایده تقریبی برای نمایش بال هواپیما به دست آوریم. می توانیم با استفاده از سطوح کنترل مقدار بهینه ای برای پرواز انتخاب کنیم. اگر $x = \frac{l}{4}$ باشد، این مدل ساده به واقعیت نزدیک است و می توانیم فرض کنیم که چنین است. جرم کل هواپیما M است، و هواپیما با سرعت v نسبت به هوای اطراف به طور افقی پرواز می کند.

در محاسبات زیر جریان هوا را فقط در اطراف بال در نظر بگیرید.

تغییر جریان هوا بر اثر چرخش پروانه هواپیما را نادیده بگیرید. الف) تغییر تکانه هوایی را که از کنار بال هواپیما می گذرد را در نظر بگیرید. ولی فرض کنید که با تغییر تکانه، سرعت تغییر نمی کند. رابطه ای برای نیروی بالابر L و نیروی کشش افقی D وارد بر بال بر حسب ابعاد بال، v و چگالی هوا به دست آورید.

واپاشی $\beta^-\beta^-$	گیراندازی الکترون	واپاشی β^+	واپاشی β^-	فرآیندها/ هسته ها
				${}^{128}_{52} I$
				${}^{128}_{52} Xe$
				${}^{128}_{55} Cs$



پرواز ۵۴

ج) در پاسخنامه، نمودار توان p بر حسب سرعت پرواز v را رسم کنید. سهم هر یک از نیروهای کشش را در توان لازم نشان دهید. رابطه ای (بر حسب M, f, A, S و g) برای توان کمینه P_{min} ، پیدا کنید.

د) اگر سلولهای خورشیدی بتوانند انرژی کافی تولید کنند به طوری که موتور الکتریکی و پروانه هواپیما توان مکانیکی $l = 10$ وات به ازای هر متر مربع از مساحت بال بوجود آورند، بیشترین بارگیری بال یعنی $\frac{Mg}{S}$ را بر حسب

$\left(\frac{N}{m^2}\right)$ برای این توان و سرعت پرواز v حساب کنید. فرض کنید:

$$A = 10, f = 0.004, p = 1/25 \frac{kg}{m^2}$$

فرض کنید جهت جریان هوا همیشه موازی صفحه نمودار جانی است. ۱- یک نیروی کشش افقی اضافی D_p به دلیل اصطکاک هوایی که روی سطح بال جریان دارد به وجود می آید. کم شدن سرعت هوا به کندی صورت می گیرد، $(v \ll 1\%)$ از رابطه زیر به دست می آید:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{f}{A}$$

که مقدار f مستقل از آن است.

ب) رابطه ای (بر حسب M, f, A, S و g شتاب گرانشی زمین) برای سرعت پرواز v به دست آورید که متناظر با کمترین توانی باشد که لازم است تا هواپیما با ارتفاع و سرعت ثابت پرواز کند. جمله های بزرگتر از (f) را نادیده بگیرید. رابطه تقریبی زیر می تواند برای زاویه های کوچک مفید باشد.

$$1 - \cos \epsilon \approx \frac{\sin^2 \epsilon}{2}$$

پاسخ مسائل مسابقه نظری بیست و هشتمین المپیاد بین المللی فیزیک کانادا - ۱۹۹۷



پاسخ سؤال نظری ۱:

الف) طول اصلی فنر را l و ثابت آن را k فرض کنید.
 f ، بسامد نوسان جرم m که به انتهای فنر بسته شده است از
 رابطه زیر به دست می آید:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

k ، ثابت فنر به این معنی است که نیروی F لازم است تا
 کشش x ایجاد شود:

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

با وجود نیروی F فاصله نقطه میانی فنر هنگامی که
 کشیده شده است برابر $\frac{\Delta x}{2}$ است.

بعلاوه ثابت فنر برای نصف طول فنر از رابطه زیر
 به دست می آید:

$$k' = \frac{F}{\frac{\Delta x}{2}} = 2k$$

در نتیجه بسامد نوسان جرم متصل به فنری که طول آن
 نصف شده است برابر است با:

$$f' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{2} f$$

ب) روش اول با استفاده از کوانتیده بودن تکانه
 زاویه ای:

طول موج دوبری یک ذره برابر است با:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

با استفاده از اصل دوبری (برای حالت زمينه) داریم:

$$2\pi r = \lambda$$

بنابراین:

$$pr = mvr = h$$

(این رابطه را می توان با توجه به کوانتیده بودن تکانه
 زاویه ای به طور مستقیم به دست آورد.)

بنابر مدل بور و نیروی جانب مرکز ناشی از جاذبه
 الکتروستاتیکی داریم:

$$m \frac{v^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{ke^2}{m}}$$

$$\sqrt{ke^2 mr} = h \Rightarrow r \propto \frac{1}{m}$$

بنابراین شعاع اتم هیدروژن میونی به صورت زیر به
 دست می آید:

$$a_1 = \frac{a}{2} = 0.256 \text{ nm}$$

روش دوم با استفاده از تحلیل ابعادی

شعاع اتم هیدروژن، r ، در حالت زمینه به کمیت های زیر بستگی دارد:

● جرم ذره مداری. (جرم هسته در مقایسه با جرم ذره مداری خیلی بزرگتر است، به همین جهت آن را ایستا در نظر می گیریم، در نتیجه شعاع اتمی به جرم هسته بستگی ندارد.)

● نیروی الکتریکی بین ذره مداری و هسته. این نیرو به بار هسته q_n ، بار ذره مداری q و ثابت ϵ_0 بستگی دارد.

● n . زیرا تکانه زاویه ای همانطور که در بالا نشان دادیم، کوانتیده است. بنابراین:

$$r = Ah^n m^{\beta} q_n^{\gamma} q^{\delta} \epsilon_0^{\delta}$$

که در آن A یک ثابت بدون بُعد است. معادله ابعادی برابر است با:

$$[D] = [M]^{\alpha+\beta-\delta} [D]^{2\alpha-2\delta} [Q]^{2\gamma+2\delta} [T]^{2\delta-\alpha}$$

در این رابطه $[D]$ بعد فاصله، $[M]$ بعد جرم، $[Q]$ بعد بار و $[T]$ دارای بعد زمان است. با فرض $\gamma = r_1 + r_2$ ، داریم:

$$\alpha + \beta - \delta = 0$$

$$2\alpha - 2\delta = 1$$

$$\gamma + 2\delta = 0$$

$$2\delta - \alpha = 0$$

با حل این معادله ها داریم:

$$\alpha = 2; \beta = -1; \gamma = -2; \delta = 1$$

در نتیجه شعاع با عکس جرم ذره مداری متناسب است:

$$r \propto \frac{1}{m}$$

بنابراین شعاع اتم هیدروژن میونی برابر است با:

$$a_{\mu} = \frac{a_0}{207} = 0.1256 \text{ pm}$$

(ج) اگر توان خورشیدی خروجی P و شعاع مدار زمین R باشد، دمای T با مساوی قرار دادن تابش ورودی و خروجی به دست می آید:

$$(1-r) \frac{P}{4\pi R^2} \times \pi R_E^2 = 4\pi R_E^2 \epsilon \sigma T^4$$

که در آن r ضریب بازتاب زمین نسبت به تابش خورشید (سپیدی)، R_E شعاع زمین و σ ثابت بولتزمان است.

توان خروجی خورشید P و متوسط شعاع مدار زمین R است. گسیل مندی تابعی است از دما (دمای اولیه را نمی دانیم)، اما انتظار داریم تغییر دما کوچک باشد.

با توجه به اینکه $T \propto \sqrt{\frac{1}{R}}$ است، با کاهش شعاع به اندازه یک درصد، دمای T به اندازه 0.5% درصد، یعنی $1/4K$ ، افزایش می یابد. بنابراین:

$$T' = 288 / 4K$$

(د) معادله گاز کامل برای N مولکول به صورت $PV = NKT$ است. روشن است اگر حجم، فشار و دمای دو گاز یکسان باشد، تعداد مولکولهای آنها برابر است. به علاوه چگالی هر گاز با جرم مولکولی متوسط آن گاز متناسب است.

در اینجا از زیرنویس های d ، m و w به ترتیب به جای «خشک»، «مرطوب» و «آب» استفاده شده است.

برای هوای خشک، با جرم مولکولی متوسط m_d داریم:

$$\rho = \rho_d = m_d \frac{N_d}{V} = \frac{m_d P}{KT}$$

برای هوای مرطوب، با جرم مولکولی متوسط m_m داریم:

$$\rho_m = m_m \frac{N_m}{V} = \frac{m_m P}{KT}$$

برای جرم M از هوای خشک داریم:

$$N_d \propto \frac{M}{28/18}$$

برای جرم M' از هوای مرطوب داریم:

$$N_m \propto 0.02 \frac{M'}{18} + 0.98 \frac{M'}{28/18}$$

$$N_m = N_d$$

$$\frac{\rho_m}{\rho_d} = \frac{M'}{M} = \frac{1}{28/18 \left[\frac{0.02}{18} + \frac{0.98}{28/18} \right]} = 0.9881$$

$$\rho' = \rho_m = 0.9925 \rho_d = 1.2352 \text{ Kg/m}^3$$

(ه) P ، توان مکانیکی لازم برای معلق ماندن چرخبال

برابر است با:

$$P = Tv$$

در این رابطه T نیروی رانشی رو به پایین ناشی از حرکت

پره های پروانه چرخبال است که برابر با وزن چرخبال (W) است.



$$-0.64A - 38/4 - 0.1 + 25 > 0$$

$$A > \frac{13/5}{0.64} = 211$$

قسمت (ب)

(I) چون A ثابت است فقط دو جمله مانده به آخر را که به Z بستگی دارند را در نظر می گیریم.

$$\frac{dB}{dZ} = 2Za_p A^{-1/2} - \frac{a_n}{A} (-4A + 8Z)$$

$$Z_{max} = \frac{4a_n}{2a_p A^{-1/2} + \frac{a_n}{A}} = \frac{A}{2 \left(1 + \frac{a_n A^{1/2}}{4a_p} \right)}$$

$$Z_{max} = 79/25$$

(II) جمله کامل برای معادله دیفرانسیل در قسمت (الف) برابر است با:

$$\frac{dB}{dZ} = -2Za_p A^{-1/2} - \frac{a_n}{A} (-4A + 8Z) \pm 2a_p A^{-1/2}$$

جمله آخر مثبت است اگر با تغییر Z به Z+1 هسته از زوج-زوج به فرد-فرد تبدیل شود؛ و منفی است اگر عکس آن باشد. توجه کنید در این حالت A مثبت است. درباره جمله آخر چه می توانیم بگوییم؟

Z_{max} باید یک عدد صحیح باشد، و اعداد زوجی مطلوب ماست که بزرگتر از عدد فرد [79/25] باشند، بنابراین ما می توانیم مقدار $Z_{max} = 80$ را حدس بزنیم. برای آزمون این موضوع، بیاید سه جمله آخر را برای مقادیر مختلف Z محاسبه کنیم:

$$77 \rightarrow 979/241$$

$$78 \rightarrow 975/915$$

$$79 \rightarrow 976/295$$

$$80 \rightarrow 975/341$$

$$81 \rightarrow 978/993$$

$$82 \rightarrow 979/512$$

$$83 \rightarrow 984/637$$

این تأیید می کند که $Z_{max} = 80$ است؛ این یک هسته زوج-زوج است.

(III) تنها سه جمله آخر معادله را در نظر بگیرید، اگر A ثابت باشد سایر آنها نیز ثابت اند. مجموع این سه کمیت را X می نامیم. برای پی بردن به اینکه این هسته پایدار است لازم

و ۱، سرعت ستون هوایی است که زیر چرخبال جریان دارد. پره های پروانه چرخبال سرعت ۱ را به هوایی که با آهنگ $\frac{dm}{dt}$ جریان دارد می دهد، و سطحی که این پره ها جاروب می کنند برابر A است. بنابراین داریم:

$$T = v \frac{dm}{dt}; dm = \rho A v$$

$$W = T = \rho A v^2$$

اگر اندازه چرخبال را با مکعبی به ابعاد L توصیف کنیم، داریم:

$$W \propto L^2; A \propto L^2$$

$$v \propto \sqrt{\frac{W}{A}} \propto \sqrt{L}$$

در نتیجه

$$p = Wv \propto L^{5/2}$$

بنابراین توان چرخبالی با اندازه نصف برابر است با:

$$p' = 0.1884 p$$

پاسخ سؤال نظری ۲:

جرمهای هسته ای و پایداری

قسمت (الف)

۱- فرآیند واپاشی آلفا با صورت زیر است:

$${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha$$

هم چنین معیار انرژی برای انجام واپاشی به صورت زیر است:

$$m_A - m_{A-4} - m_\alpha > 0$$

چون تعداد و نوع نوکلئونها در واپاشی حفظ شده

است، ما تنها به انرژی بستگی توجه می کنیم:

$$-B_A + B_{A-4} + B_\alpha > 0$$

اگر بنویسیم $\frac{B}{A} = a + bA$ ، که در آن a و b ثابت هایی

هستند که از نمودار به دست می آیند، خواهیم داشت:

$$-A(a + bA) + (A-4)(a + b(A-4)) + B_\alpha > 0$$

$$-8bA - 4a + 16b + B_\alpha > 0$$

با توجه به نمودار یک تقریب خطی خوب در بالای

$A=100$ به قرار زیر است:

$$\frac{B}{A} = (9/6 - 0.0080A) MeV$$

و این بدین معنی است که $a = 9/6 = MeV$ و

$b = 0.0080 MeV$ ، و شرط بالا به صورت زیر درمی آید:



است اختلاف X بین هسته های همسایه را پیدا کنیم و این اختلاف را با انرژی لازم برای هر فرآیند واپاشی مقایسه کنیم.

(۱) واپاشی $n \rightarrow p + e^-$ ؛ باید:

$$X > -1/30 + 0/51 = -0/79 \text{ MeV}$$

باشد.

(۲) واپاشی β^+ ؛ $p \rightarrow n + e^+$ ؛ باید:

$$X > 1/30 + 0/51 = 1/81 \text{ MeV}$$

باشد.

(۳) واپاشی دوتایی $(\beta^+ \beta^-)$ ؛ $2n \rightarrow 2p + 2e^-$ ؛ باید:

$$X > 2(-1/30 + 0/51) = -1/58 \text{ MeV}$$

باشد.

(۴) گیراندازی الکترون؛ $e^- + p \rightarrow n$ ؛ باید:

$$X > 1/30 + 0/51 = 0/79 \text{ MeV}$$

پاسخ سؤال نظری ۳:

هوایمایی با توان خورشیدی

F نیروی لازم برای تغییر سرعت Δv یک شاره با

آهنگ شارش $\frac{dm}{dt}$ از رابطه زیر به دست می آید:

$$\vec{F} = \Delta v \frac{dm}{dt}$$

در این مورد آهنگ شارش برابر است با:

$$\frac{dm}{dt} = x \rho v = \frac{\pi}{4} l^2 \rho v$$

مؤلفه عمودی Δv برابر است با:

$$\Delta v \text{ عمودی} = v \sin \epsilon$$

و مؤلفه افقی Δv برابر است با:

$$\Delta v \text{ افقی} = v(1 - \cos \epsilon)$$

اکنون می توانیم رابطه ای برای نیروی بالابر L و نیروی

کشش D به صورت زیر بنویسیم:

$$L = \frac{\pi}{4} \rho v^2 l^2 \sin \epsilon$$

$$D_1 = \frac{\pi}{4} \rho v^2 l^2 (1 - \cos \epsilon)$$

استفاده از تقریب هایی بجای سینوس و کسینوس مجاز است.

۱- توان لازم برای نگه داشتن هوایمایی در حال پرواز

به طور مستقیم و مسطح برابر است با:

$$P = Dv = (D_1 + D_2)v$$

D_2 نیروی افقی مقاومت هوا (نیروی مالشی مقاومت

هوا) برابر است با آهنگ تغییر اندازه حرکت هوایی که از

اطراف بال بر اثر مالش جریان می یابد:

$$D_2 = v_1 \frac{dm_1}{dt} - v_2 \frac{dm_2}{dt}$$

چون هیچ چشمه یا منبع [جریان هوا] در بال نیست،

هوایی که به داخل بال جریان می یابد $\left(\frac{dm_1}{dt}\right)$ باید برابر

هوایی باشد که از بال خارج می شود $\left(\frac{dm_2}{dt}\right)$:

$$\frac{dm_1}{dt} = \frac{dm_2}{dt} = \frac{dm}{dt} = x \rho v$$

با جای گذاری $v_1 = v$ و $v_2 = (v - \Delta v)$ داریم:

$$D_2 = vx \rho v - (v - \Delta v)x \rho v$$

$$= x \rho v^2 - x \rho v^2 + v \Delta v x \rho$$

$$= x \rho v \Delta v$$

$$= \frac{\pi l}{4} \rho v \Delta v$$

$$= \frac{\pi f}{4A} \rho v^2 l^2$$

این نیروی مقاومت هوا الزاماً در طول سطح بال است؛

هرگاه بال دارای یک زاویه انحراف باشد، مؤلفه افقی آن

برابر است با حاصل ضرب این نیرو در کسینوس زاویه

انحراف:

$$\frac{\pi f}{4A} \rho v^2 l^2 \cos \epsilon = \frac{\pi f}{4A} \rho v^2 l^2 \left(1 - \frac{\epsilon^2}{2}\right)$$

$$= \frac{\pi f}{4A} \rho v^2 l^2 + O(\epsilon^2 f)$$

نیروی کل مقاومت هوا $D = D_1 + D_2$ وابسته به زاویه

انحراف ϵ و ضریب مقاومت هوا f است:

$$D = \frac{\pi}{4} \rho v^2 l^2 \left[(1 - \cos \epsilon) + \frac{f}{A} \right]$$

$$= \frac{\pi}{4} \rho v^2 l^2 \left(\frac{1}{2} \sin^2 \epsilon + \frac{f}{A} \right)$$

نیروی D را می توانیم بر حسب جرم، سرعت و ابعاد

بال هوایمایی بیان کنیم. برای پرواز افقی نیروی بالابر هوایمایی

برابر وزن هوایمایی است.

د) با مقایسه این توان و توان موجود،

$$P_{\text{مربوط}} = IS = P, \text{ داریم:}$$

$$\left[\frac{mg}{S} \right]^{\frac{1}{2}} = l \left[\frac{rA}{\lambda} \right]^{\frac{1}{2}} \frac{(\pi\rho)^{\frac{1}{2}}}{f^{\frac{1}{2}}}$$

$$\frac{Mg}{S} = l^2 \frac{rA}{\lambda} (\pi\rho)^{\frac{1}{2}}$$

جواب های عددی برابر است با:

$$\frac{Mg}{S} = 35/6 \text{ V/m}$$

$$l = 8/6 \text{ m/s}$$

$$L = mg = \frac{\pi}{4} \rho v^2 l^2 \text{Sin}\epsilon$$

$$\text{Sin}\epsilon = \frac{4mg}{\pi\rho v^2 l^2}$$

توان را می توانیم نسبت به v یا l کمینه کنیم؛ در اینجا ما را انتخاب می کنیم:

$$P = Lv = \frac{\pi}{4} \rho v^3 l^2 \frac{1}{l} = \frac{1}{4} \frac{(\pi mg)^2}{(\pi\rho v^2 l^2)}$$

$$= \frac{\pi}{4} \rho v^2 l^2 \frac{f}{A} + \frac{2(Mg)^2}{\pi\rho v^2 l^2}$$

$$\frac{dp}{dv} = \frac{3\pi}{4} \rho v l^2 \frac{f}{A} - \frac{2(Mg)^2}{\pi\rho v^3 l^2} = 0$$

سرعت پرواز با کمترین توان برابر است با:

$$v = v_0 : v_0^3 = \frac{\lambda(Mg)^2 A}{3\pi^2 \rho^2 l^2 f} = \frac{\lambda}{3A f} \left(\frac{Mg}{\pi\rho S} \right)^2$$

ج) نمودار توان بر حسب سرعت به صورت زیر است:

$$P_{\text{min}} = \frac{\pi}{4} \rho v_0^3 l^2 \left[\frac{f}{A} + \frac{1}{2} \frac{(\pi Mg)^2}{(\pi\rho v_0^2 l^2)^2} \right]$$

$$= \frac{\pi}{4} \rho v_0^3 l^2 \left[\frac{f}{A} + \frac{(\pi mg)^2}{2(\pi\rho l^2)^2} \frac{3\pi^2 \rho^2 l^2 f}{\lambda(mg)^2 A} \right]$$

$$= \pi\rho v_0^3 l^2 \frac{f}{A} = \pi\rho v_0^3 S f$$

با جای گذاری مقدار v_0 داریم:

$$P_{\text{min}} = \pi\rho S f \frac{\lambda^{\frac{3}{2}} (mg)^{\frac{3}{2}}}{(3A f)^{\frac{3}{2}} (\pi\rho S)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \left(\frac{\lambda}{3A} \right)^{\frac{3}{2}} f^{\frac{1}{2}} \frac{(mg)^{\frac{3}{2}}}{(\pi\rho S)^{\frac{3}{2}}}$$

با عرض پوزش

قسمت های (ب) و (ج) مربوط

به مسئله سوم المپیاد بین المللی

۱۹۹۶ است، که در شماره ۵۵

مجله جا افتاده است.

ب) یک جرم نقطه ای (جرم m) از مایع روی سطح

زمین در نظر بگیرید (در صفحه P). در چارچوب

مرجع، بر آن نیروی گریز از مرکز و نیروهای گرانشی

از طرف ماه و زمین وارد می شود. انرژی پتانسیل

متناظر با این سه نیرو را بنویسید.

اشاره: هر نیروی $F(r)$ ، که نسبت به چند مبدا

به طور شعاعی باشد، برابر است با منفی مشتق انرژی

پتانسیل $V(r)$ که دارای تقارن کروی است:

$$F(r) = -V'(r)$$

ج) برآمدگی جزر و مدی، h ، را به طور تقریبی

بر حسب کمیت های M ، M_m و ... به دست آورید.

اختلاف بین بیشترین و کمترین جزر و مد در این مدل

بر حسب متر چقدر است؟

برای $a \ll 1$ a خیلی کوچکتر از یک) می توانید

از تقریب زیر استفاده کنید:

$$\frac{1}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\theta}} \approx 1 + a\cos\theta + \frac{1}{2}a^2(3\cos^2\theta - 1)$$

سازمان
آموزش
پرورش

هسته	وایابی β^-	وایابی β^+	گیراندازی الکترون	وایابی $\beta^+ \beta^-$
$^{128}_{53}I$		○	○	
$^{128}_{54}Xe$	○	○	○	○
$^{128}_{55}Cs$	○			○

در حاشیه آموزش فیزیک

اثر دوپلر و آزمون سراسری

دانشگاهها

سید جعفر مهرداد

از طرفی یکی از مؤلفین در کتابی تحت عنوان راهنمای جامع فیزیک پیش دانشگاهی عنوان نموده است چون تغییر در طول موج ظاهری فقط به علت حرکت منبع صوت ایجاد می شود و به حرکت شنونده بستگی ندارد بنابراین

$$\lambda_o = \frac{V + V_s}{f_s} = \frac{V + \frac{1}{5}V}{f_s} = \frac{6}{5} \frac{V}{f_s}$$

$$\lambda_o = \frac{6}{5} \lambda_s \Rightarrow \left[\frac{\lambda_s}{\lambda_o} = \frac{5}{6} \right]$$

بدین صورت وجود تناقض بین جواب های فوق باعث گردید تا این موضوع را به صورت جدی بررسی کنیم.

در این نامه پس از شرح و محاسبه مفصل و به دست آوردن رابطه های تازه دیگر برای پاسخ به تست مذکور نتیجه گرفته شده است که «جواب به دست آمده با هر دو جواب ارائه شده متفاوت است».

درباره پرسش مذکور ملاحظات زیر قابل ذکر و توجه است.

آقای فرهاد جوینی دبیر دبیرستان شاهد شهرستان قائم شهر در نامه ای به دفتر انتشارات کمک آموزشی مرقوم داشته اند:

«... در کنکور سراسری سال ۷۰ در رشته ریاضی فیزیک سوالی در زمینه اثر دوپلر طرح شده است که به شرح زیر می باشد.

منبع صوتی با سرعت $\frac{1}{5}$ سرعت صوت و شنونده با سرعت $\frac{1}{2}$ سرعت صوت از هم دور می شوند نسبت طول موج منبع صوت به طول موج صوتی که شنونده دریافت می کند کدام است؟

$$(1) \frac{19}{24}$$

$$(2) \frac{19}{25}$$

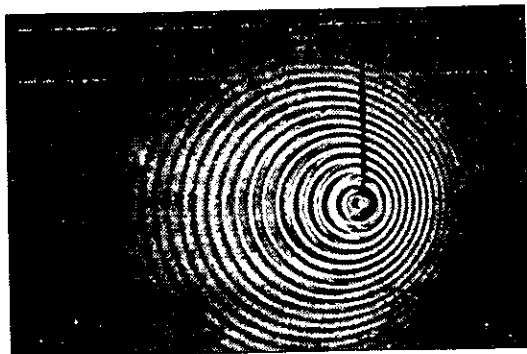
$$(3) \frac{24}{19}$$

جوابی که برای این تست توسط عده ای از همکاران داده شده است استفاده از رابطه های $\frac{f_o}{V - V_o} = \frac{f_s}{V - V_s}$ و

$$\lambda_o = \frac{V}{f_o} \text{ و } \lambda_s = \frac{V}{f_s} \text{ می باشد در نتیجه}$$

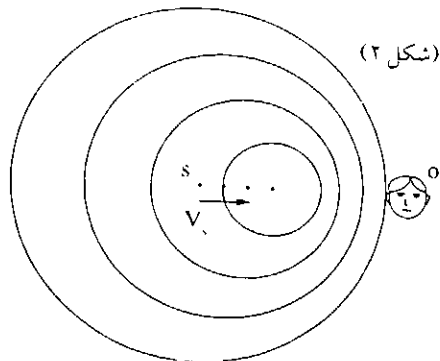
$$\frac{\lambda_s}{\lambda_o} = \frac{f_o}{f_s} = \frac{V - \frac{1}{5}V}{V - (-\frac{1}{5}V)} = \frac{19}{24}$$

[بنابراین گزینه ۱ درست است. مجموعه پرسشها و پاسخهای تشریحی درس فیزیک و مکانیک سازمان سنجش آموزش کشور نیز همین راه حل را اختیار کرده و «تذکار»ی به آن افزوده است که این محاسبات و نتیجه گیری در صورتی درست است که بتوانیم برای صوتی که شنونده می شنود طول موج مستقلی تعریف کنیم]



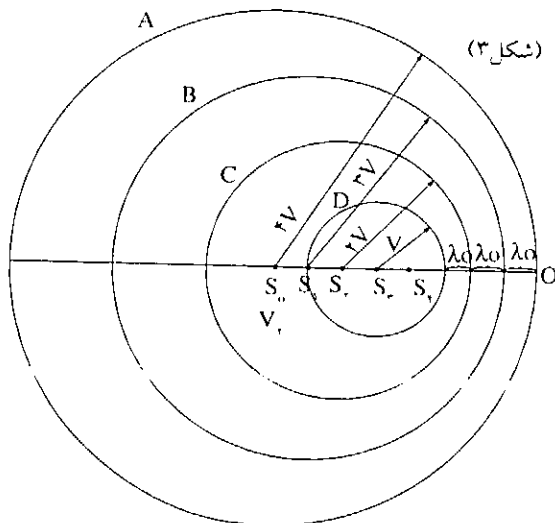
(شکل ۱)

در شکل ۱ اثر دوپلر در تشکک موج دیده می شود. انتهای پایین میله قائم مرتعش مانند یک منبع موج عمل می کنند. این منبع ضمن تولید امواج دایره ای بر سطح آب، با سرعت V_1 به طرف راست در حرکت است. در طرف راست قله های موج به هم نزدیکتر و طول موج کوچکتر و در طرف چپ قله های موج از هم دورتر و طول موج بزرگتر است.



(شکل ۲)

شبهه این اثر دوپلر در تشکک موج برای امواج صوتی نیز روی می دهد. مطابق شکل ۲ ناظر ۰ نسبت به هوا ساکن و چشمه صوت S با سرعت V_1 به ناظر نزدیک می شود در این صورت λ_0 طول موج صوتی که شنونده دریافت می کند نسبت به طول موج واقعی کمتر و در نتیجه بسامد آن بیشتر است. منظور از طول موج واقعی $\lambda_1 = \frac{V}{f_1}$ است که V سرعت انتشار صوت در هوای ساکن و f_1 بسامد منبع صوت است. سرعت انتشار صوت در یک محیط با جنس محیط و شرایط فیزیکی آن بستگی دارد و با حرکت چشمه صوت تغییر نمی کند. بسامد صوتی که چشمه صوت گسل می کند فقط از ویژگیهای حرکت نوسانی منبع نوسان است. برای توضیح بیشتر اثر دوپلر به شکل ۳ توجه می کنیم.



(شکل ۳)

مطابق این شکل منبع صوت با سرعت V_1 در لحظه های $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ ثانیه به ترتیب در $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ قرار دارد. هنگامی که منبع به S_6 می رسد جبهه های موجی که در لحظه های t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 ثانیه فرستاده شده اند به ترتیب روی کره های A و B و C و D با شعاعهای $Vt_1, Vt_2, Vt_3, Vt_4, Vt_5$ هستند. سرعت انتشار صوت در هوا فرض شده است. بدین ترتیب شنونده σ جبهه های موجی را دریافت می کند که به هم نزدیک شده اند.^۱

به طور کلی در مدت زمان t منبع صوت مسافتی برابر $V_1 t$ و موج صوتی مسافتی برابر $V t$ می پیماید. بنابراین جبهه موج در این مدت مسافت $S_0 O = (V t - V_1 t)$ را پیموده است. از طرف دیگر هرگاه بسامد نوسان منبع را f_1 فرض کنیم در مدت t تعداد تعداد موجی که به وسیله منبع فرستاده می شود برابر $f_1 t$ است. چون λ_0 (طول موجی که شنونده σ دریافت می کند) مسافت انتشار مربوط به یک موج است بنابراین $S_0 O = (f_1 t) \lambda_0$ خواهد شد نتیجه می گیریم

$$(f_1 t) \lambda_0 = (V t - V_1 t)$$

$$\lambda_0 = \frac{V - V_1}{f_1}$$

$(V - V_1)$ سرعت موج نسبت به چشمه صوت است. بدین ترتیب نتیجه می شود که اگر ناظر نسبت به هوا ساکن باشد و چشمه صوت به ناظر نزدیک شود طول موج کمتر و در نتیجه بسامد بیشتر می شود.

۳- هرگاه مطابق شکل ۳ شنونده ساکن در سمت چپ منبع صوت باشد. با استدلالی مانند حالت قبل نتیجه می گیریم

$$\lambda_0 = \frac{V}{f_0} = \frac{V + V_1}{f_1}$$

و معنی آن این است که اگر ناظر نسبت به هوا ساکن باشد و چشمه صوت از ناظر دور شود طول موج بزرگتر و در نتیجه بسامد صوتی که به وسیله شنونده دریافت می شود کمتر است. $(V + V_1)$ سرعت موج نسبت به چشمه صوت را نشان می دهد.



دریافت شده به وسیله شنونده است. هرگاه چشمه صوت و شنونده هر دو در یک جهت حرکت کنند $V' = V - V_o$ و

$$\lambda_o = \frac{V - V_s}{f_s} \text{ است. بنابراین داریم:}$$

$$f_o = \frac{V'}{\lambda_o} = \frac{V - V_o}{(V - V_s) / f_s} = \frac{V - V_o}{V - V_s} f_s$$

اگر شنونده به طرف چشمه صوت حرکت کند

$$V' = V + V_o \text{ و بسامد ظاهری } f_o = \frac{V + V_o}{V - V_s} f_s \text{ است.}^2$$

می توانیم رابطه پیشین f_o را در حالت کلی به کار ببریم و جهت سرعت صوت به طرف ناظر (V) را مثبت فرض و علامت V_o و V_s را در مقایسه با V معلوم کنیم.

بدین ترتیب در حالت کلی خواهیم داشت

$$\lambda_o = \frac{V - V_o}{f_o} = \frac{V - V_s}{f_s}$$

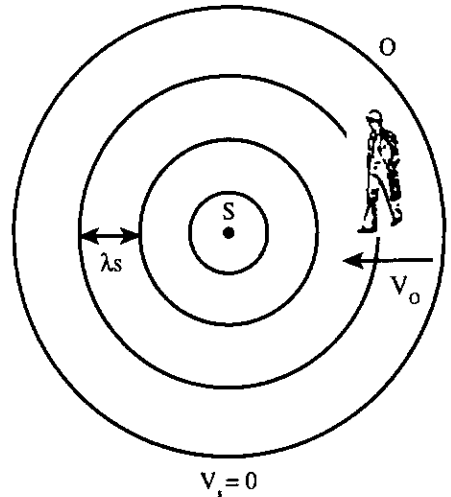
بنابراین در پاسخ پرسش کنکور استفاده از رابطه

$$\lambda_o = \frac{V}{f_o} \text{ درست نیست.}$$

روشن است که نسبت بسامد واقعی صوت منبع به

بسامد موج صوتی که شنونده دریافت می کند یعنی $\frac{f_s}{f_o}$ برابر

$$\frac{\lambda_s}{\lambda_o} = \frac{5}{6} \text{ ولی } \frac{24}{19} \text{ است.}$$



(شکل ۴)

مطابق شکل ۴ ناظر O با سرعت V_o به سوی چشمه صوت S که نسبت به هوا ساکن است می رود ($V_s = 0$). بسامد صوت حاصل از این منبع f_s و طول موج صوت آن در هوای آرام λ_s فرض می شود. هرگاه $V_o = 0$ و $V_s = 0$ باشد شنونده صوتی با بسامد f_s و طول موج λ_s را دریافت می کند. هنگامی که چشمه صوت ساکن ($V_s = 0$) و ناظر با سرعت V_o به سوی آن حرکت می کند سرعت موج نسبت به ناظر $(V + V_o)$ است و طول موج دریافت شده توسط ناظر بدون تغییر باقی می ماند. ولی بسامد صوت دریافت شده افزایش می یابد و رابطه زیر را خواهیم داشت.

$$\frac{V + V_o}{f_o} = \frac{V}{f_s} = \lambda_o$$

سمت چپ رابطه λ_o طول موج صوت دریافت شده و سمت راست رابطه λ_s را نشان می دهد.

هرگاه چشمه صوت نسبت به هوا ساکن باشد و ناظر از چشمه دور شود باز هم طول موج صوت دریافت شده ثابت می ماند ولی بسامد آن کم می شود و داریم:

$$\frac{V - V_o}{f_o} = \frac{V}{f_s}$$

۵- هرگاه چشمه صوت و شنونده هر دو در حال حرکت باشند می توانیم بسامد ظاهری صوتی را که شنونده

دریافت می دارد از رابط $f_o = \frac{V'}{\lambda_o}$ پیدا کنیم. V' سرعت

امواج صوت نسبت به شنونده و λ_o طول موج صوت

301105

زیر نویس

1. SERWAY, PHYSICS, 1992, P, 465

2. NELKON, Advanced level physics, 1977, P, 581, 584

۳- همان ص ۵۸۴

4. Borowitz, ESSENTIALS OF PHYSICS, P, 360

روئای یک معلم

مدرّس: منیژه رهبر
اواز دگر: نورهان باجر

سازمان
آموزش
و تربیت
مدرّس

استیون چو، برنده جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۹۷، در سال ۱۹۶۶ از دبیرستان گاردن سیتی در لانگ آیلند نیویورک فارغ التحصیل شد. ضمیمی است که این پرسش برای هر معلم مطرح می شود که «آیا چیز بخصوصی در مورد تحصیلات مقدماتی یک برنده جایزه نوبل وجود دارد؟» نویسندگان این مقاله سه دهه قبل همراه با تام ماینر، در این مدرسه که یک محیط آموزشی بسیار ممتاز بود، تحصیل می کردیم.

کلاس درس فیزیک در این دبیرستان دو قسمت شده بود که یک قسمت آن به محل نشستن دانش آموزان اختصاص داشت و نیمه دیگر میز لوازم آزمایشگاهی بود. در دیوار عقبی هر تئلاس پنج اتاقک کوچک وجود داشت. به عنوان مثال، در یکی از کلاس ها اتاقک #۱ محل قرار گرفتن ایستگاه رادیویی مدرسه بود، در اتاقک #۲ محفظه ای برای رشد بلور مربوط به آزمایشگاه های بل قرار داشت، اتاقک #۳ باغچه ای کوچک برای کشت آبی بدون خاک بود، و در اتاقک #۴ گالوانومتری دیواری قرار داشت، و بالاخره اتاقک #۵ محل وسایل الکترونیکی بود. وسایل موجود در آزمایشگاه های فیزیک مخصوصی از وسایل تجارتي و وسایلی بود که در مدرسه ساخته شده بود. «آزمایشگاه بل تلفن نیوجرسی»، جعبه های وسایل علمی را که دانشمندان این آزمایشگاه طراحی کرده بودند به صور رایگان در اختیار دانش آموزان می گذاشت. «آزمایشگاه بل تلفن» با این مشارکت خود در آموزش علوم، مدلی برای جامعه تجارتي بود. در اواخر سال های «۱۹۶۰» «بل تلفن» همراه با انستیتیوی «پلی تکنیک بروکلین» مهندسان و معلمان را از سراسر آمریکا گرد هم آورد تا یک برنامه درسی دوره متوسطه با توجه به مباحث مهندسی را طراحی کنند (ECCP). هدف از این برنامه درسی آماده ساختن دانش آموزان برای انقلاب فن آورانه بود. یک کلاس مربوط به کارهای عملی، که دانش آموزان گاردن سیتی در آن شرکت داشتند، در طول سال تحصیلی در صبح روزهای شنبه تشکیل می شد.

دانش آموزان و معلمان وسایل ارزان قیمت بسیاری را چون نمایش تشدید مکانیکی با استفاده از یک موتور چرخ

خیاطی متصل به یک دستگاه وزنه و فنر ساخته بودند. در مرکز یک اتاق یک آونگ شش فوتی فوکو قرار داشت. فعالیت های آزمایشگاهی، ۵۷٪ وقت دانش آموزان فیزیک را در هر هفته به خود اختصاص می داد. در سطوح پیشرفته تر. آزمایشگاه، فیزیک شامل دستگاه های پیچیده تر بود و اغلب آزمایش ها بعد از وقت مدرسه انجام می شد. کتاب های درسی متفاوت و سطح بالا بودند. کتاب فیزیک برای دبیرستان تام ماینر کتاب برگزیده اواسط سال های شصت بود، و ورود کتاب درسی PSSC (۲) تأثیر عمیق و هیجان انگیزی بر برنامه درسی مدارس متوسطه داشت. یک سری فیلم بخشی از برنامه را تشکیل می داد. این کتاب غنی شده و وسایلی همراه آن، نقش مؤثری در تجدیدنظر در برنامه درسی مدارس نیویورک در سال ۱۹۷۸ داشتند.

تام ماینر یک معلم استثنایی بود. او مواظب بود که از روش های «جعبه سیاه» اجتناب کند، و می خواست که دانش آموزان با رهیافتی عملی متوجه رویدادها شوند. او یک کلاس فیزیک مختص دختران تشکیل داد و طی سالیان متمادی سهم مؤثری در مجله مخصوص انجمن معلمان داشت. شاید بزرگ ترین لذت ما در این سال ها شرکت در گردهمایی های سالانه انجمن معلمان فیزیک امریکا، ملاقات با سایر معلمان، و سازنده وسایل آزمایشگاهی بود. سیستم حامی معلمان و دانش آموزان دبیرستان گاردن سیتی. از سال ها قبل به منابع دانشگاه ها، کالج ها، و صنایع دسترسی داشت. برای فعال سازی این سیستم، تمام جامعه مشکل از دولت، صاحبان صنایع، و هیئت مدیره مدرسه باید به صورت فعالی مشارکت می داشتند. بودجه ما به دقت تنظیم می شد، اما هرگز کمک مالی لازم برای فعالیت های مختلف از معلمان دریغ نمی شد، و ما از آزادی موجود برای کاربرد روش های خلاق و جدید در کلاس درس و آزمایشگاه ها لذت می بردیم. از این محیط سازنده، نماینده سازنده ای برای فیزیک دبیرستان در قرن آینده به دست می آید، که شاید به برنده جایزه نوبل فیزیک دیگری بیانجامد. قهرمانان، تعهد ما نسبت به اهدافمان مستحکم می سازند.



۱۵ اکتبر ۱۹۹۷ استیون چو جایزه نوبل فیزیک خود را دریافت می‌دارد.

گزیده‌هایی از مصاحبه با استیون چو

فیل پونس: استاد چو، چه عاملی شما را در درجه اول به فیزیک علاقه مند ساخت؟

استیون چو: خُب، این سؤال خوبی است، عوامل مختلفی وجود داشتند. قبل از هر چیز من خوش شانس بودم. معلم فیزیک دبیرستان من عالی بود، این دبیرستان گاردن سیتی در لانگ آیلند نیویورک بود، و من ابتدا فیزیک مقدماتی، و سپس فیزیک پیشرفته تر را خواندم. این درس مطلقاً بی نظیر بود، در واقع در سطح کشور ممتاز بود. من در یک محیط علمی رشد کردم. برادر بزرگتر من در آن زمان در کالج فیزیک می‌خواند. و بعد البته سادگی و زیبایی ذاتی فیزیک نیز، مؤثر بود. این موضوع چیزی فراتر از کلمات است. چیزی وجود دارد که به کمک آن می‌توانید طبیعت را در نظر بگیرید و آن را به کمک مدل‌های ریاضی توصیف کنید. و مدل‌های ریاضی این امکان را برای شما فراهم می‌سازند که به نتیجه‌گیری‌های با ابعاد وسیع برسید، و شما می‌توانید این نتیجه‌گیری‌ها را با رفتن به آزمایشگاه بیازمایید. کل ساختار پیشرفت، بدین ترتیب جذاب به نظر می‌رسد.

مراجع

The Physics Teacher vol 38, oct 2000 pp 444 - 445

زیرنویس:

1) ECCP

Engineering Concepts Curriculum Projects

دوره‌ای که اصول مهم مهندسی را برای دوره دبیرستان بیان می‌کند.

2) PSCC

Physical Science Study Committee

دوره فیزیک سال اول که توسط گروهی از معلمان MIT در سال ۱۹۵۶ تألیف شده است.

3) Tom Miner:

«فیزیک برای دختران»

Phys Teach. 1, 167 (oct 1963)

۴) برای مثال به غرور و تعصب یک معلم فیزیک از تام ماینر

Phys Teach 18, 411 (sept. 1980)

و یا جایزه بلیکان برای سال ۱۹۸۰ همان نشریه صفحه ۴۱۰ مراجعه کنید.

برگه اشتراک مجلات آموزشی رشد

نام خانوادگی:

تاریخ تولد:

میزان تحصیلات:

تلفن:

نشانی کامل پستی:

استان:

شهرستان:

خیابان:

کوچه:

پلاک:

کد پستی:

مبلغ واریز شده:

شماره رسید بانکی:

تاریخ رسید بانکی:

مجله درخواستی:

امضاء:

شرکت انتشارات کمک آموزشی

۱- واریز حداقل مبلغ ۱۰.۰۰۰ ریال به عنوان پیش پرداخت به حساب

شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سرخه حصار، کد ۳۹۵ در وجه

شرکت افست و ارسال رسید بانکی به همراه برگه تکمیل شده

اشتراک به نشانی دفتر انتشارات کمک آموزشی.

۲- شروع اشتراک از زمان وصول برگه درخواست اشتراک است.

بدیهی است یک ماه قبل از اتمام مبلغ پیش پرداخت، به مشترک جهت

تجدید اشتراک اطلاع داده خواهد شد.

جایزه انجمن فیزیک ایران

به دبیر برگزیده ۱۳۸۰

انجمن فیزیک ایران هر دو سال یک بار جایزه ای به یک دبیر یا چند دبیر فیزیک که از میان دبیران سراسر کشور برگزیده می شوند، اهداء می کند.

مهمترین معیارهای مورد توجه

- * ایجاد علاقه و انگیزه برای یادگیری فیزیک
- * ابتکار و نوآوری در آموزش فیزیک
- * انجام فعالیتهای فوق برنامه در فیزیک
- * کوشش در اعتلای کیفیت آموزش فیزیک
- * داشتن سوابق علمی و شغلی ارزنده
- * استفاده از وسایل کمک آموزشی و فناوری جدید (مانند رایانه، اینترنت ...) در آموزش فیزیک

انجمن فیزیک ایران از دبیران فیزیک که خود را واجد شرایط می دانند، یا از دانش آموزان، دانشجویان و دست اندرکاران آموزش و پرورش که دبیر فیزیک واجد شرایطی را می شناسند درخواست می کند، با تکمیل برگه معرفی و ارسال آن به دفتر انجمن فیزیک، انجمن را در انتخاب دبیر برگزیده سال ۱۳۸۰ یاری دهند.

دبیرخانه انجمن جایزه پس از دریافت برگه معرفی، پرسشنامه های مربوط را جهت تکمیل به دبیران معرفی شده ارسال خواهد کرد. نشانی دفتر انجمن فیزیک ایران: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۱۳۱۱، تلفن: ۸۹۵۰۳۸۳، دورنگار: ۸۹۵۶۴۸۱

برگه معرفی

جایزه دبیر فیزیک برگزیده سال ۱۳۸۰

نام و نام خانوادگی دبیر فیزیک خانم / آقای

نشانی کامل پستی دبیر فیزیک (برای ارسال پرسشنامه):

شماره تلفن: کد تلفن:

نام و نام خانوادگی و شغل معرف:

نشانی کامل پستی:

شماره تلفن: کد تلفن:

معرف محترم، معیارهای شما برای این معرفی چیست؟ (در صورت لزوم می توانید از پشت این برگه برای توضیحات بیشتر استفاده کنید.)

تاریخ

امضاء

تذکر

- ① برندگان دوره های قبل نمی توانند نامزد شوند.
- ② یک بار معرفی یک نامزد کفایت می کند، و نیازی به ارسال برگه های معرفی متعدد برای معرفی یک نفر نیست.
- ③ از نسخه های تکثیر شده این برگه می توانید استفاده کنید.

انجمن فیزیک ایران

دبیر فیزیک

