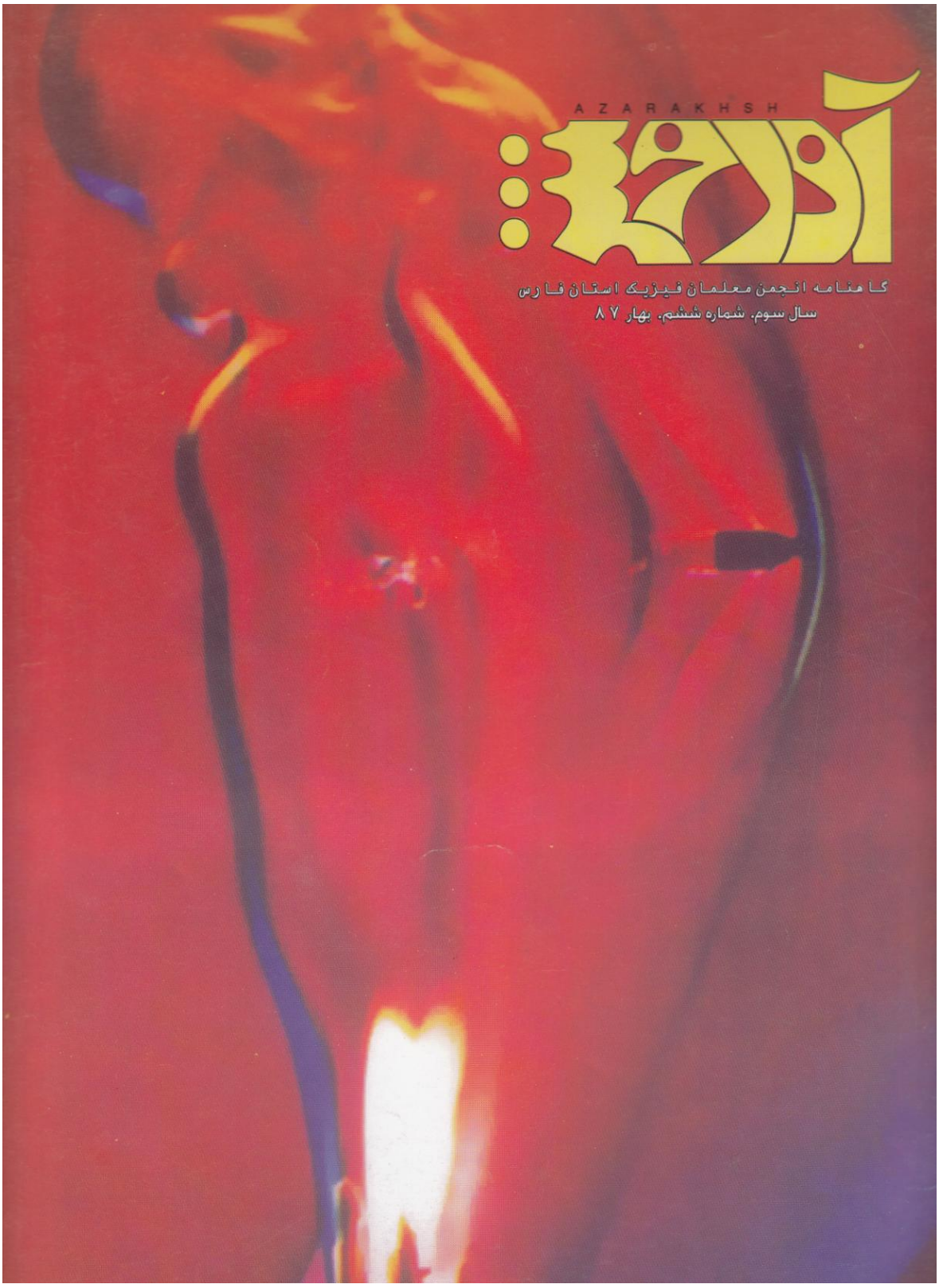
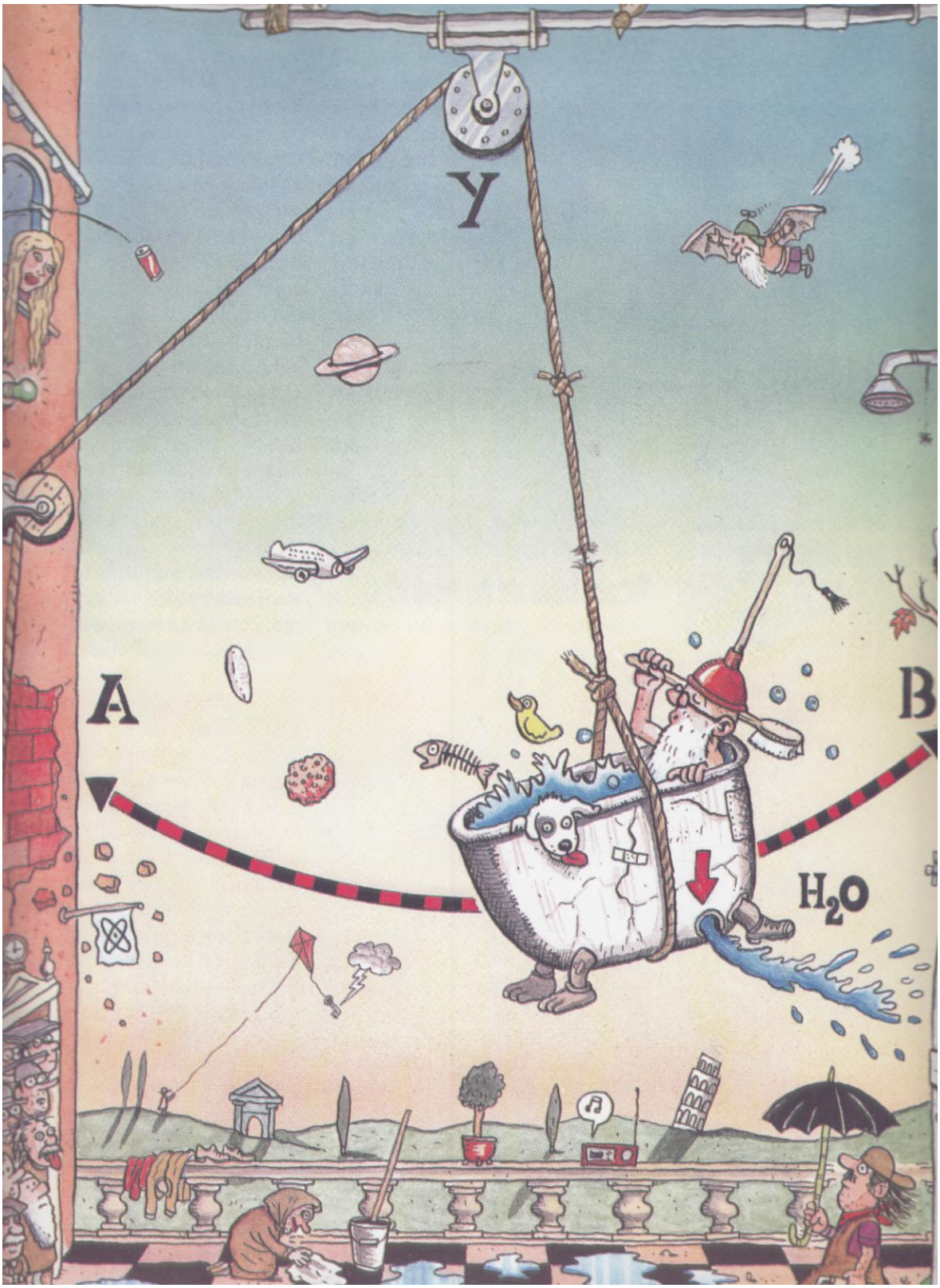


آذرخش

AZARAKHSH

گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس
سال سوم، شماره ششم، بهار ۸۷


Y
A
B
H_2O

سخن سر دبیر ۲

جایزه ی نوبل فیزیک در سال ۲۰۰۷ ۳

نقد و بررسی آزمایش افشار و چالش کوانتم مکانیک ۶

راست بنشینیم، درس خوبی از فیزیک برای خوب نشستن ۸

جایگاه معادلات مکس ول در علم ۱۱

ستارگان نوترونی ۱۳

راکتور اتمی بوشهر به منزله ی یک راکتور شکافت ۱۴

جلوه ای از پدیده ی تشدید ۱۸

یک آزمایش ساده برای تعیین ضریب اصطکاک ایستایی ۱۹

اندازه گیری شعاع زمین در یک روز تعطیلی در کنار دریا ۲۰

مدل ساده ی میدان مغناطیسی زمین ۲۱

وارونگی مغناطیسی ۲۲

به دست آوردن دوره ی نوسان وزنه ی متصل به فنر سنگین ۲۴

اثبات ساده ی $E=mc^2$ به کمک یک آزمایش فکری ساده ۲۵

چند آزمایش جذاب فیزیکی ۲۶

جایگاه و نقش تصویر در کتاب های درسی فیزیک ۲۸

نظریه وحدت در فیزیک ۳۲

نخستین بانوی فیزیکدان ایرانی ۳۳

نقد و بررسی سئوالات امتحانی خرداد ماه ۸۶ ۳۴

دو مسأله ی جایزه دار ۳۶

حل مسایل جامع فیزیک شماره ی پیش ۳۷

آینده ی فیزیک ۴۲

معرفی کتاب ۴۴

اولین گزارش شورای اجرایی جدید انجمن به اعضای انجمن فیزیک ۴۶

AZARAKHSH

آذرخش

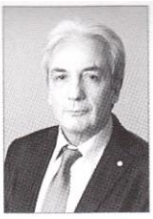
گاهنامه ی انجمن معلمان فیزیک استان فارس
شماره ششم
صاحب امتیاز: انجمن معلمان فیزیک استان فارس
مدیر مسئول : صیاد رزم کن
سردبیر: علی معصومی
گروه نویسندگان:
صیاد رزم کن.حمید مصطفی نژادیان.علی معصومی
مصطفی افشاری پور
آدرس: شیراز. بلوارمدرس. خیابان آزادگان
پژوهشکده معلم . دفتر انجمن فیزیک
تلفن:۴-۷۲۵۰۵۵۳
صندوق پستی:۷۱۶۴۵/۴۱۸

طراح وصفحه آرا: محبوبه براهیمیان
طراحی، لیتوگرافی وچاپ:
روزنامه عصر مردم
تلفن:۲۳۵۹۶۱۰

سخن سردبیر

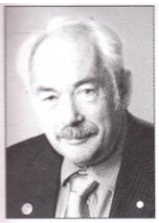
با آن که هنوز هم آن گله گزاری قدیمی ما برجا است، خوشبختانه بهبودی در اوضاع پیدا شده است و یارانی از گوشه و کنار درخواست ما را پاسخ گفته اند، اما هنوز از وضع دلخواه بسیار دوریم و هنوز همچنان چشم به راه یاری های شما و فراهم آمدن امکان بهره گیری از گنجینه پر بار دانش شما همکاران گرامی مان هستیم. در این شماره آقای شهاب زاده نقدی بر آزمایش مشهور افشار درباره اصل مکملی بور و جایگاه آن در مکانیک کوانتومی عرضه شده است. این نقد جای بحث دارد و ما خواهان اظهارنظرهای شما درباره این موضوع هستیم. همچنین دو پرسش جایزه دار مطرح کرده ایم که پاسخ های شما به آنها روشنگر نکته های جالبی خواهد بود. دوستانی که برای ما مطلب می فرستند لطف کنند و جای تصویرهای مربوطه به هر بخش را مشخص کنند و در صورت امکان در آنجا بچسبانند و شماره های آنها را ذکر کنند. مقاله هایی که نام نویسنده و مترجم آنها ذکر نشده است کار گروه نویسندگان مجله هستند. در پایان بار دیگر آرزو می کنیم که سهم شما دوستان در ارائه مطالب نشریه چندین برابر شود و آرزو هم بر جوانان عیب نیست!

سخن سردبیر



آلبر فرت

فرت در هفتم مارس ۱۹۳۸ در کارکاسون فرانسه زاده شده است و در پاریس زندگی می کند. اکنون در دانشگاه پاریس ـ جنوب در اورسه تدریس می کند و دکترای خود را در ۱۹۷۰ از همین دانشگاه دریافت کرده است و پیش از دریافت جایزهٔ نوبل چند جایزهٔ محلی و بین المللی دیگر هم به دست آورده است.



پتر گرونبرگ

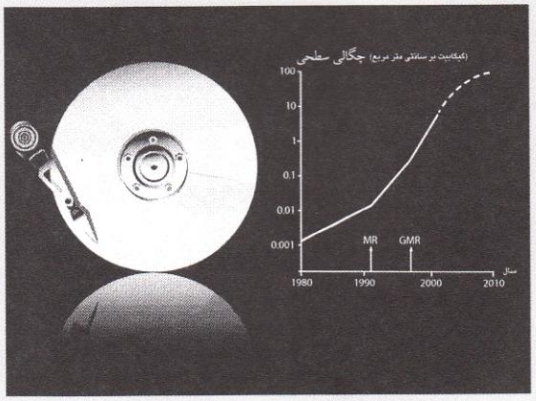
در ۱۸ ماه مه ۱۹۳۹ در پیلسن در جمهوری کنونی چک زاده شده است. پدرش در یکی از اردوگاه های کار اجباری نازی ها در جنگ جهانی دوم درگذشت. در ۱۹۶۹ دکترای خود را از دانشگاه فن آوری دارشتات و فوق دکترای خود را از دانشگاه کارلتون کانادا دریافت کرد.

جایزه ی نوبل فیزیک در سال ۲۰۰۷

جایـزه ی نوبل فیزیک در سـال ۲۰۰۷ برای یافتن مقاومت مغناطیسـی عظیم به آلبر فرت و پتر گرونبرگ داده شـد. کاربردهای این پدیده در فن آوری بازیابی داده ها از لوح فشرده ی سخت، انقلابی ایجاد کرده است. این دسـتاورد در فراهم آوردن حسگرهای مغناطیسی گوناگون و آفریدن نسلی نو از دسـتگاه های الکترونیک نقـش بزرگی دارد و می توان آن را یکی از نخستین کاربردهای فن آوری نانو به شمار آورد.

هدهای پخش بهتر برای تجهیزات جیبی

امروز در جهان فن آوری اطلاعات، سـاختن تجهیزاتی که همواره کوچک تر و کوچک تر می شـوند در دسـتور کار است. گسـترش روزافزون بازار



نمودارهایی که نشان دهنده ی شتاب مینیاتوری شدن هستند، ممکن است تصور نادرستی در مورد این دگرگونی ها ایجاد کنند و کسانی بپندارند که این تحول از یک قانون طبیعی پیروی می کند. در واقع، انقلاب پیگیر فن آوری اطلاعات به اندرکنش ها و برهم کنش های پیچیده ی پیشرفت بنیادی دانش و تنظیم های بسیار ظریف فنی بستگی دارد.

کامپیوترهایـی کـه روز به روز قوی تر و سـبک تر می شـوند به صورت امری بدیهی درآمده اسـت. به ویژه لوح های سـخت ریز می شـوند و آن جعبه ی بزرگ و زمخت زیر میز به تاریخ می پیوندد و کل داده های موجود در آن، در یـک کامپیوتر همراه باریک ذخیره می شـود. با وجود دسـتگاه

می دهد سخن نمی گوید. این روزها بیشینه ی گنجایش لوح های فشرده ی سخت خانگی به حد ترابایت یعنی هزار بیلیون بایت رسیده است.

کمپیوترهـای همراه، پخش کننده هـای موزیک و موتورهـای قدرتمند جستجو همگی نیازمند لوح های فشرده ای هستند که اطلاعات به صورتی فشـرده در آنها ذخیره شـود. این اطلاعات به صـورت حوزه های متفاوت مغناطیسـی نگهداری می شـوند. یک سـوی ویژه ی مغناطیسی شدن به صفرِ دوتایی و سـوی دیگر آن به یکِ دوتایی ربط می یابد. برای دستیابی به اطلاعات، یک هدپخش لوح فشـرده را می نوردد و میدان های مختلف مغناطیسـی شـدن را ثبت می کند. هنگامی که لوح های فشـرده کوچک تر می شـوند، این حوزه های مغناطیسـی هم کوچک می شـوند و میدان مغناطیسـی هر بایت ضعیف تر و خواندن آن دشـوارتر می شود، پس لوح فشـرده ای که داده ها در آن به سـختی درهم چپیده اند نیازمند فن آوری پخش حساس تری می شود.

در حدود سـال هـای پایانی ۱۹۹۰ در زمینه ی هدهـای پخش لوح های سـخت، فن آوری کاملاً جدیدی به صورت معیار درآمد. این نکته در روال شـتابدار مینیاتوری کردن لوح سخت در چند سال اخیر اهمیت حیاتی یافته اسـت و امـروز این فن آوری بر یک پدیده ی فیزیکی اسـتوار اسـت که برندگان جایزه ی نوبل فیزیک امسـال در حدود بیسـت سال پیش به آن پرداختند. آلبرفرت فرانسوی و پتر گرونبرگ آلمانی، به صورت همزمان ولی مستقل از یکدیگر توانستند آنچه را که می توان مقاومت مغناطیسی عظیم (GMR) نامید بیابند.

از لرد کلوین تا فن آوری نانو

در آغاز برای سـاختن هدهای پخش سـیم پیچ های القا به کار می رفت که در آنها میدان مغناطیسـی متغیر باعث القای جریان الکتریکی در سـیم پیچ می شـد. با آن که ایـن فن آوری نمی تواند پا به پای درخواسـت ها برای کوچک کردن لوح های فشـرده پیش برود، هنوز هم سـیم پیچ های القا برای نوشـتن اطلاعات روی لوح به کار می روند ولی برای کار پخش مقاومت های مغناطیسی مناسب تر از آب درآمده اند.

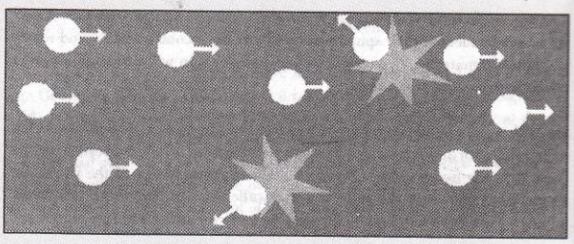
از زمان های بسیار دور می دانستیم که موادی مانند آهن که دارای مقاومت الکتریکی هستند از میدان های مغناطیسی تأثیر می پذیرند. در ۱۸۵۷، لرد کلوین دانشـمند بریتانیایی در یک مقاله نشـان داد که مقاومت رساناها در میدان مغناطیسـی در راسـتای خطوط میدان کاهش و در راستای عمود بر آن افزایش می یابد. این ناهمسـانگردی مقاومت مغناطیسی (MR) موجد

ضرورت درآمد.

بـا امکانات تازه ی تولید لایه های بسـیار ظریف فلزی در مقیاس نانومتر در سال های ۱۹۷۰، شرایط پیش نیاز یافتن پدیده ی GMR فراهم آمد. می دانیم که سـاختارها در ابعاد نانو ویژگی های کاملاً جدیدی نشـان می دهند و این موضوع نه تنها در مورد رسـانایی مغناطیسـی و الکتریکی، که در مورد ویژگی هایی مانند سـختی و کیفیت های شـیمیایی و نورشناختی مواد هم درست است، از این لحاظ فن آوری GMR را می توان نخستین کاربردهای عمده ی فن آوری نانو دانست که امروز در شمار گسترده ای از حوزه های گوناگون رواج دارد.

مقاومت و مغناطیسی شدن

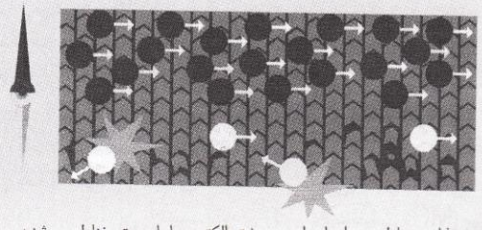
در رسـاناهای فلزی، الکتریسـیته بـا الکترن های آزاد منتقل می شـود و جریان الکتریکی در راسـتای حرکت مسـتقیم الخط الکترن های آزاد که نشان دهنده ی بیشینه ی رسانایی است برقرار می شود. مقاومت الکتریکی عبارت اسـت از انحراف الکترن های آزاد از این مسـیر به خاطر پراکندگی



مقاومت الکتریکی در رسانا حاصل پراکندگی الکترن های آزاد در برخورد با بی نظمی های ساختار ماده و کند شدن پیشروی آنها است.

در اثـر برخورد بـا ناخالصی ها یا بی نظمی های سـاختار ماده. هرچه این پراکندگی بیشتر باشد مقاومت بیشتر است.

در مواد مغناطیسی پراکندگی الکترن ها تابع راستای مغناطیسی شدن است. ارتباط قوی مقاومت و مغناطیسی شدن در مقاومت های مغناطیسی عظیم حاصل چرخش ذاتی الکترون ها اسـت که باعث القای گشتاور مغناطیسی می شـود. این ویژگی کوانتومی اسـپین خوانده می شـود که دو راسـتای مخالف دارد. در ماده ی مغناطیسی بیشتر این گشتاورها هم راستا و موازی هسـتند، اما شـمار اندکی از آنها دارای سـوی مخالف اند. این ناهمترازی علاوه بر مغناطیسـی کردن، باعث می شـود که الکترن های دارای اسپین های مختلف در برخورد با ناخالصی ها و بی نظمی های ساختاری به ویژه در سطوح مشترک بخش ها به میزان های کمتر یا بیشتری پراکنده شوند. آنچه تعیین می کند چه نوع الکترونی بیشتر پراکنده می شود، ویژگی های مادی ماده است.



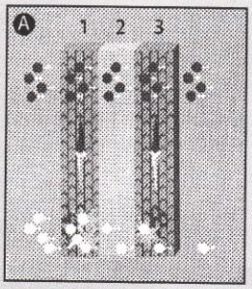
شکل ۳

GMR

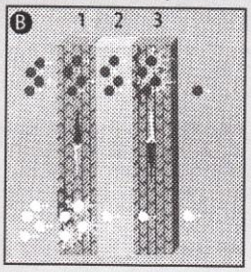
اکنون به نمونه ای از یک دستگاه ساده اشاره می کنیم که در آن GMR می تواند به وجود بیاید. این دستگاه از یک لایه فلز غیرمغناطیسی تشکیل می شـود که در میان دو لایه فلز مغناطیسـی جا داده شده است(شکل ۴). در درون فلز مغناطیسـی به ویژه در سـطح تماس آن با فلز غیرمغناطیسی الکترن هایی که اسپین های متفاوت دارند به گونه ای متفاوت پراکنده می شـوند(۱). موردی را در نظر بگیرید که در آن الکترن هایی که اسپین شان موازی اما مخالف جهت میدان مغناطیسـی باشد بیشتر پراکنده شوند یعنی مقاومت الکتریکی در برابر آنها بیشتر از مقاومت در برابر الکترن هایی باشد که اسـپین آنها با میدان همراسـتا و هم جهت باشـد. هنگامی که الکترن ها به ماده ی غیرمغناطیسـی وارد می شـوند میزان پراکندگی آنها یکسان و مسـتقل از جهت اسپین آنها است(۲). در سـطح مشترک بعدی و درون لایه ی آخر بار دیگر الکترن های دارای اسپین مخالف میدان باز هم بیشتر پراکنده می شوند(۳).

اگر هر دو لایهٔ مغناطیسـی در یک جهت مغناطیس شـده باشـند بیشـتر الکترن ها دارای اسـپین همراستا و همسو هستند و به راحتی درون ساختار بـه پیش می روند و در این صورت مقاومـت کل پایین خواهد بود(A). اما اگر دولایه در دو جهت مخالف مغناطیس شـده باشـند، همه الکترن ها در یکی از دو لایه دارای اسپین های همراستا ولی نا همسو خواهند بود، یعنی الکترن ها نمی توانند به راحتی در سیسـتم بـه پیش بروند و مقاومت بالا خواهد بود(B).

اکنون فرض کنید که این سـاختار به منزله ی هدپخش سـطح یک لوح سـخت را بپیماید: مغناطیس شـدن در لایه ی(۱) متوقف می شود ولی در لایه ی (۲) می تواند آزادانه پیش رود و تحت تأثیر میدان های مغناطیسی متغیر لوح واقع شـود. بدین ترتیب جهت مغناطیسی دو لایهٔ مغناطیسی در هدپخـش متناوباً هم جهت و در جهت مخالـف یکدیگر خواهد بود. یعنی



۴ـ اگر جهت مغناطیسی دولایه ی مواد مغناطیسی با هم یکی باشد الکترن هایی که اسپین آنها همراستا و همسو است بدون هیچ پراکندگی از کل مجموعه می گذرند و مقاومت کل کم خواهد بود.



مقاومت تغییر می کند و جریان الکتریکی هم متغیر خواهد بود. اگر جریان عبارت باشد از علامتی که هدپخش را ترک می کند، جریان قوی با یک و جریان ضعیف با صفر مشخص می شود.

GMR بسیار زود به معیار تبدیل می شود

در میانه سال های ۱۹۸۰، دانشمندانی که در حوزه ی میدان مغناطیسی کار می کردند امکانات تازه ی لایه های با ابعاد نانومتر را دریافتند. آلبر فرت و همکارانش در حدود سی لایه ی متناوب آهن و کرم را که هر کدام ضخامتی در حدود چند ردیف اتم داشتند با هم ترکیب کردند. برای انجام آزمایش ها ناچار بودند در شرایطی نزدیک به خلاء کار کنند و گازهای آهن و کرم در فشار بسیار کم را به کار ببرند. در چنین مجموعه ای اتم ها کم کم به سطوح می چسبند و چندین زیر لایه به هم می پیوندند و سرانجام لایه را به وجود می آورند. همکاران پتر گرونبرگ هم مجموعه ی ساده تری به وجود آوردند که تنها از دو یا سه لایه ی آهن و یک لایه ی کروم در میان آنها تشکیل می شد.

فرت تا حدودی از آن رو که لایه های بیشتری به کار برده بود، مقاومت مغناطیسی بزرگ تری به دست آورد. گروه فرانسوی تغییرات وابسته به مغناطیسی شدن مقاومت تا میزان پنجاه درصد را ثبت کرد در حالی که گروه آلمانی به تغییراتی دست بالا در حدود ۱۰ درصد دست یافت. پدیده ی اساسی و فیزیک زیربنای هر دو مورد یکی بود. هر دو گروه دریافتند که به مشاهده ی پدیده ی کاملاً تازه ای پرداخته اند. تا آن هنگام کسی به تغییراتی بیش از حدود یک درصد در مقاومت مغناطیسی سنتی دست نیافته بود. آلبرفرت مفهوم واقعی مقاومت مغناطیسی را برای توصیف این پدیده ی نو ابداع کرد و در نخستین مقاله درباره ی این موضوع اشاره کرد که این کشف می تواند کاربردهای مهمی داشته باشد. پتر گرونبرگ هم قابلیت عملی این پدیده را دریافت و همراه با نوشتن نخستین مقاله در این باره، یافته ی خود را ثبت کرد.

برای بازرگانی کردن این فن آوری تازه لازم بود یک فرایند صنعتی برای ساختن لایه ها یافته شود. روشی که هر دو گروه با عنوان epitaxi در پیش گرفتند پردردسر و پرهزینه بود و بیشتر به درد کار در آزمایشگاه می خورد و برای روند فن آورانه در مقیاس بزرگ مناسب نبود. یک انگلیسی به نام استوارت پارکین که در آمریکا کار می کرد نشان داد که با بهره گیری از یک فن آوری بسیار ساده تر به نام Sputtering یا پاشیدن اتم با ذره های پرانرژی می توان به همین نتیجه رسید. در عمل آشکار شد که پدیده ی GMR به لایه های بسیار کامل وابسته است و می توان دستگاه های GMR را در مقیاس صنعتی تولید کرد. فرایند صنعتی همراه با حساسیت بالای هدهای GMR نوعی فن آوری آفرید که به زودی پس از تولید نخستین هدهای GMR بازرگانی به صورت فن آوری معیار درآمد.

الکترونیک و اسپین ترونیک جدید

GMR هم گشایشی در کار خواندن اطلاعات بسیار فشرده ی لوح های سخت و تهیه ی حسگرهای مغناطیسی برای کاربردهای دیگر فراهم کرد و هم به صورت نخستین گام در گسترش نوع کاملاً جدیدی از الکترونیک درآمد که اسپین ترونیک خوانده می شود و در آن به جای بار الکتریکی در الکترونیک سنتی، از اسپین الکترن ها بهره گرفته می اسپین ترونیک را فراهم آورد. حفظ جهت اسپین الکترون تنها در فاصله های بسیار کوتاه امکان پذیر است و در لایه های ضخیم جهت اسپین پیش از آن که بتوان از ویژگی های جداگانه ی الکترن های دارای اسپین های مختلف (مانند مقاومت های کم یا زیاد) بهره گرفت، تغییر می کند.

با پیدایش GMR ، دستگاه همسانی با بهره گیری از مواد نارسانای الکتریکی ساخته شد که آنها را به جای فلز غیرمغناطیسی در میان دو لایه ی فلز مغناطیسی جا می دادند. هیچ جریان الکتریکی نباید بتواند از درون لایه ی نارسانا بگذرد ولی اگر این لایه به حد کافی نازک باشد، الکترن می تواند به خاطر پدیدهٔ کوانتومی tunneling از درون آن بگذرد. این پدیدهٔ نورا TMR یا مقاومت مغناطیسی تونلی نام گذاری کرده اند. با TMR تغییرات مقاومت بسیار زیادی حتی به یاری میدان های مغناطیسی بسیار ضعیف ایجاد می شود و این فن آوری در جدیدترین هدهای پخش به کار می رود.

به سوی حافظه ی جهانی

یکی دیگر از کاربردهای اسپین ترونیک که به تازگی شکل گرفته است حافظه ی مغناطیسی عملی با عنوان MRAM است. کامپیوترها برای تقویت و تکمیل لوح سخت که در آن اطلاعات به صورت دائمی ذخیره می شود به حافظه ی کاری ی سریع تری نیاز دارند. این حافظه که معمولاً RAM خوانده می شود، حافظه ی دستیابی کاتوره ای است و کامپیوتر همه ی اطلاعاتی را که باید در هنگام کار پردازش شوند در آن نگهداری می کند. اشکال حافظه های کاری ی استاندارد امروزی در آن است که نمی توانند اطلاعات را به صورت دائمی حفظ کنند. اگر این متن نوشته شود در RAM کامپیوتر ذخیره می شود و اگر برق قطع شود یا کسی پیش از ایمن کردن ذخیره دستگاه را خاموش کند، متن از دست می رود. تنها با فشردن کلید Save می توان اطلاعات را به صورت مطمئن روی لوح سخت ذخیره کرد.

نکته ی مهم در مورد MRAM آن است که می توان TMR را هم برای خواندن و هم برای نوشتن اطلاعات به کار برد و از این راه نوعی حافظه ی مغناطیسی کامپیوتر را ایجاد کرد که سریع و به راحتی دسترس پذیر باشد. پس MRAM را می توان به منزله ی حافظه ی کاری در برابر لوح سخت کند به کار گرفت ولی لازم است که دائمی هم باشد یعنی به وجود برق وابسته نباشد، یعنی می توان آن را به صورت حافظه ی جهانی درآورد که جانشین RAM سنتی و لوح سخت شود. فشرده بودن این گونه دستگاه ها ممکن است در دستگاه های کامپیوتر بسیار کوچکی که در وسایل گوناگون از اجاق آشپزخانه گرفته تا اتومبیل به کار می روند سودمند باشند.

یافتن پدیده ی GMR درها را بر یک حوزه ی فن آوری کاملاً جدید یعنی اسپین ترونیک گشود که در آن هم بار الکتریکی و هم اسپین الکترن کاربرد می یابد. روزی فن آوری در حال شکل گیری نانو یکی از پیش نیازهای GMR بود، اکنون اسپین ترونیک هم به نوبه ی خود نیروی پیش برنده ی گسترش سریع فن آوری نانو شده است. این حوزه ی پژوهش نمونه ی بسیار روشنگری است از درهم تافتگی علوم بنیادی و فن آوری های نو و چگونگی تقویت شدن هر یک به

نقد و بررسی آزمایش افشار و چالش کوانتم مکانیک جدید

احمدرضا شهاب زاده
دبیر فیزیک ناحیه ی ۲ شیراز

در سال ۲۰۰۳ یک جوان ایرانی به نام پروفسور شهریار صدیق افشار از استادان دانشگاه هاروارد آمریکا، آزمایشی را ارائه داد که پایه های کوانتم مکانیک را لرزاند و به زعم وی بر اصل مکملی بور خط بطلان کشید.
در واقع اصل مکملی بور همان طور که خود پروفسور بور می گوید رابطه ی تنگاتنگی با مکانیک کوانتمی دارد. پس آیا آزمایش افشار باعث نقض مکانیک کوانتمی شده است؟ آیا زمان آن رسیده است که احتمال ها و شایدهای مکانیک کوانتمی را کنار بگذاریم و به سراغ یک نظریه ی عینی تر برویم؟

اصل عدم قطعیت:

براساس این اصل که مکانیک کوانتمی بر آن استوار شده است، اندازه گیری دقیق و هم زمانِ مکان و سرعت یک ذره امکان پذیر نیست. زیرا برای شناسایی و تعیین دقیق مکان هر ذره مانند الکترون باید فوتونی با طول موج تقریبی ابعاد الکترون به آن بتابانیم. همین موضوع سبب ایجاد اختلال در سرعت الکترون خواهد شد. شاید به عنوان اولین چاره چنین به نظر برسد که طول موج فوتون تابشی را بلندتر انتخاب کنیم تا بتوانیم اختلال ایجاد شده را کاهش دهیم، اما باید دانست که با این کار دقت لازم را برای تعیین مکان الکترون را از دست می دهیم.

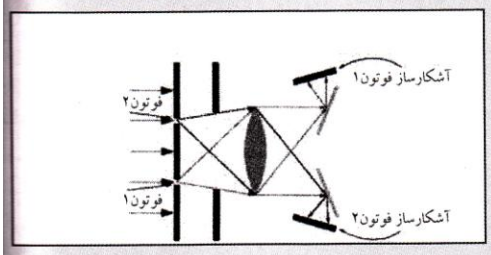
$$\Delta X.\Delta P \geq \frac{h}{2\pi}$$

بر این اساس همیشه برای تعیین حدود مشخصات ذرات ریزی مانند الکترون ها و اتم ها و مولکول ها با تعدادی از شایدها و احتمال ها روبرو هستیم. وجود همین احتمال ها و عدم یقین ها باعث شد تا دانشمندان برجسته ی قرن بیستم مانند اینشتین نتوانند مکانیک کوانتمی را بپذیرند.
به نظر اینشتین برای هر پدیده ی فیزیکی باید علت معلوم و معینی وجود داشته باشد تا بتوانیم با بررسی وضعیت کنونی آن رفتار آینده را برایش پیش بینی کنیم. (جبرِ نیوتنی)
اما وجود شایدها و اگرها در مکانیک کوانتمی دیدگاه علیت را در هم ریخته بود به طوری که اینشتین در مخالفت با این شایدها و احتمال ها اظهار داشت
«خداوند در خلق جهان هرگز تاس نمی ریزد»

مسایلی مانند طیف اتم ها و مولکول ها و ساختار هسته اتم و رفتار کوارک ها و... پاسخ های بسیار دقیق و منطبق بر واقعیت داده است. مکانیک کوانتمی آنقدر توانایی دارد که می تواند، رفتار اجزای بزرگ مانند یک توپ تنیس یا حرکت زمین را نیز پیش بینی کند، پس از این نظر مکانیک کوانتمی یک نظریه ی کامل است.

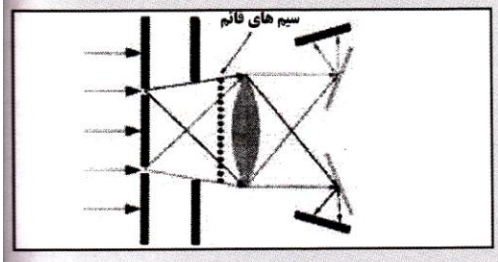
شرح آزمایش افشار و نتایج آن:

افشار برای نشان دادن تناقض در اصل مکملی بور، دستگاهی شبیه به آزمایش یانگ به کاربرد منبع نوری به کار رفته در این آزمایش یک لیزر تک فام است و به جای صفحه ی دوشکافی معمولی از یک صفحه کدر که دو سوراخ کوچک در آن ایجاد شده بود، برای شکافتن دامنه و دستیابی به دو چشمه ی هم فاز و هم دامنه و هم فرکانس استفاده کرد.
پس از عبور نور از حفره ها یک عدسی همگرا نور عبوری از حفره ها را جمع آوری می کرد و به آشکارسازهایی مجزا می رساند. طرح واره ای از چینش دستگاه افشار در شکل ۱ نشان داده شده است. در این دستگاه پرتو نوری که از حفره ی ۱ عبور کرده به آشکارساز ۱ می رسد. بر این اساس از دیدگاه ناظری که در محل صفحه تصویر قرار دارد نور به صورت جریانی از ذرات به نظر می رسد که از یک حفره ی مشخص آمده است.



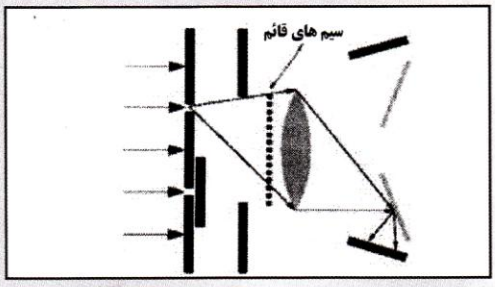
شکل ۱

به علت ایجاد تداخل امواج نورانی حاصل از دو حفره ی نوری، الگوی تداخلی به شکل دایره های متحدالمرکز تاریک و روشن متوالی به جای نوارهای تاریک و روشن در آزمایش معمولی یانگ مشاهده می شود که آنها را فرانژهای تداخلی می نامند. تداخل ویرانگر امواج در محل فرانژهای تاریک باعث شده که در آنجا نتوان لکه ی روشنی را دید، و این همان مناطقی هستند که فوتون های رسیده به آنها بسیار اندک هستند. (در حالت ایدآل فوتونی به این نقاط نرسیده است.)
پروفسور افشار به طور ابتکاری یک توری از سیم های نازک را قبل از عدسی قرار داد و ترتیب سیم های آن را طوری تنظیم کرد که سایه سیم ها در محل فرانژهای تاریک قرار می گرفت.



شکل ۲

خواهد رفت و تنها یک روشـنایی زمینه با شدت کم مشاهده خواهد شد. اما وجود توری در آزمایش افشـار باعث شد که طرح فرانژهای روشن و تاریک با وجود بسته شدن یک حفره نیز هنوز هم برقرار بماند البته واضح است که شدت روشنایی کاهش یافته است.



شکل ۳

بور در رابطه با اصل عدم، قطعیت اصل مکملی خود را چنین بیان می کند: «در هر زمان تنها یکی از جنبه های موجی یا ذره ای نور را می توان نشان داد و امکان ظهور هم زمان هر دو رفتار نور در یک زمان و در یک آزمایش وجود ندارد.» در آزمایش هایی مانند اثر فوتو الکتریک یا طول موج کامپتون که نور با اتم ها یا مولکول ها مواجه می شـود رفتار ذره ای از خود نشـان مـی دهد. رفتار موجی نور نیز در آزمایش هایی مانند تداخل یانگ یا پراش فرنل که ابعاد دستگاه خیلی بزرگ تر از طول موج نور است، جلوه می کند. بنابراین رفتارهای موجی و ذره ای متناقض هم نیسـتند بلکه مانند دو روی یک سکه مکمل یکدیگر هستند.

اما پروفسـور افشار براسـاس آزمایش بالا ادعا کرد که اصل مکملی نقض شـده اسـت، زیرا جنبه های موجی و ذره ای نور با هم آشکار شده است. از یک طرف جریانی از ذرات که از حفره ۱ خارج شده و به آشکارساز ۱ رسیده اند تأییدی بر نظریه ی ذره ای انتشـار نور اسـت و از طرف دیگر پراش نور هنگام عبور از توری و تشـکیل سـایه در محل فرانژهای تاریک تأییدی بر نظریه ی موجی نور است.

دلایلـی بـرای صحـت اصـل مکملـی و مـردود دانسـتن نظریه ی پروفسور افشار:

شاید اولین دلیل را بتوان از نوشته های بور نتیجه گرفت. بور می گوید «ما همواره با یک انتخاب مواجه هستیم

۱ـ دنبال کردن مسیر ذرات

۲ـ مشاهده ی آثار تداخلی» آزمایش افشار به هیچ یک از دوراهی که بور به آن اشاره می کند منجر نمی شود، نه صرفاً مسیر ذرات را دنبال می کند و نه آن که صرفاً به مشـاهده ی آثار تداخلی می پردازد. در آزمایش یانگ به جای ذرات منفرد، با یک آنسـامبل یـا گروه ناهمگن از فوتون ها مواجه می شویم که براساس معادله ی موجشان بین صفحه ی شکاف ها و صفحه ی آشکارساز منتشر شده اند. بنابراین صحبت از یک فوتون منفرد و یا فوتون های مجزایی که از یک حفره ی مشـخص خارج شده و به یک آشکارساز معین رسـیده اند، نمی تواند صحیح باشد بلکه باید درخصوص امواج نوری بحث کرد. در آزمایش افشـار نیز رفتار فوتون های مجزا مورد توجه نیست بلکه مانند همیشه آماری از فوتون ها براساس مکانیک کوانتمی مورد توجه قرار می گیرد.

دلیل دوم:

اصل مکملی به آشکار نشدن هم زمان و هم مکان جنبه های موجی و ذره ای هر پدیده اشاره دارد. در آزمایش افشار جنبه ی موجی (پدیده ی پراش) هنـگام عبور نور از تـوری و جنبه ی ذره ای هنگام عبور نور از عدسـی و رسیدن فوتون ها به آشکارساز مورد توجه قرار گرفته، پس هم زمانی و هم مکانی وجود ندارد.

دلیل سوم:

تعدادی از اساتید دانشگاه های معتبر مانند:

Bill Unruh, Professor of physics at University of British Columbia

Lubos Motl, Assistant Professor of physics at Harvard University

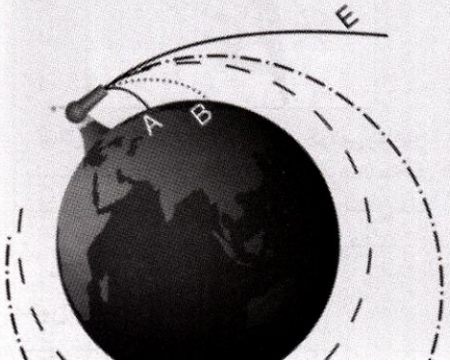
Ruth Kastner, Committee on History and philosophy of Science, University of Maryland

Aurelien Drezet, University of Graz Institut of Experimental physics, Austria

به این موضوع اشاره می کنند که: به کارگیری آینه های نیمه نقره اندودی که در مجاورت آشکارسـازها وجود دارند، اطلاعات فازی مربوط به این که کـدام فوتون از کدام حفره عبور کـرده را مخدوش می کنند پس اظهارنظر قطعی امکان پذیر نیست.

نتیجه گیری:

هـر یـک از تئوری هـای فیزیک کـه برای توجیـه یکـی از پدیده های عالـم طبیعـی عنـوان شـده ممکـن اسـت روزی بـا طـرح آزمایش یا آزمایـش هایـی مـردود شـوند و یا بـرای تکمیـل آنها مطالـب جدیدی اضافـه شـود. امـا چنانچـه بحـث بـالا نشـان داد مکانیـک کوانتمـی هنـوز هـم یک تئـوری بی نقـص بـرای توجیه پدیـده هـای طبیعی و بخصوص ساختارهای ریز یا فوق ریز است.



راست بنشینیم

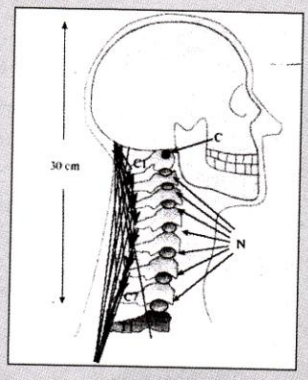
درس خوبی از فیزیک برای خوب نشستن

نویسنده: جیوزپه کولیچا، بخش آموزش فیزیک دانشگاه لودویگ ماکزیمیلیان، مونیخ
ترجمه: سیامک خادمی و سیاوش خادمی
۱ـ گروه فیزیک دانشگاه زنجان
۲ـ سازمان تأمین اجتماعی استان بوشهر

خلاصه: در اینجا مدل ساده شده ای برای نیروها و گشتاورهائی وارد بر مهره های گردنی ستون فقرات در حالت سکون ارائه می شود. این مدل فشارهای وارد بر مهره های گردن را، براساس قوانین بیومکانیک، در وضعیت های مختلف تخمین می زند. به این طریق امکان آموزش استاتیک با استفاده از بیولوژی فراهم می گردد.

حالت خمیدگی طولانی مدت و عدم استراحت مهره های گردن از عوامل خطرسازی است که موجب صدمه و درد در ناحیه گردن می شود. زیرا حالت خمیدگی سر به سمت جلو با افزایش فعالیت ماهیچه های پشت گردن و افزایش فشار بر مهره های گردنی همراه است.

برای درک وضعیت گردن، شناخت مفهوم نیرو و گشتاور و ارتباط آنها با تعادل مهم است. در اینجا در مورد نیرو و گشتاورهایی که به گردن وارد می شوند، با مدلی ساده شده توضیح داده می شود تا دانشجویانی که اطلاعات زیادی از ریاضی و فیزیک ندارند نیز بتوانند مفاهیم مکانیکی آن را درک کرده و با به کارگیری توصیه هایی ساده از دردهای گردنی که از وضعیت نامناسب گردن ناشی می شود جلوگیری کرده و یا آن را کاهش دهند.

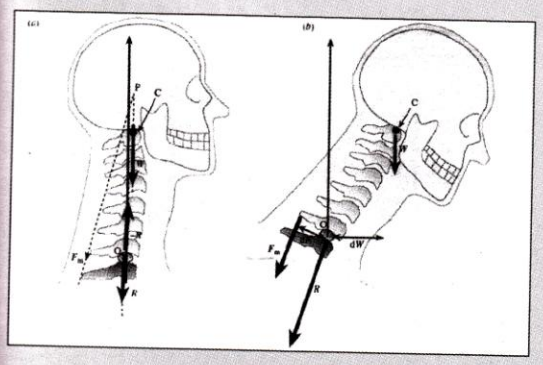


شکل ۱: مدل سر و مهره های گردنی. ماهیچه های پشت گردن با کابل هایی که به مهره ها متصل هستند نشان داده شده است. پیکان های نشان داده شده جهت نیروها را نشان می دهند.

ستون مهره ها

ستون مهره های گردن شامل هفت مهره می باشد که بالاترین

بالاتر از مهره سینه ای T۱ قرار دارد. این مهره ها توسط دیسک هایی که بین مهره ها قرار دارد، از یکدیگر جدا شده اند (شکل۱). این دیسک ها قرصی شکل و دارای بافت هایی غضروفی هستند. این دیسک ها دارای یک هسته N هستند که در مرکز مایعی غلیظ قرار دارند. دیسک ها چندین درجه آزادی برای حرکت مهره ها ایجاد می کنند و نیرو را از مهره بالایی به مهره های پایین تر منتقل می کنند. همچنین به عنوان جذب کننده ی ضربات حرکتی عمل کرده و علاوه بر تقسیم نیرو از تماس مستقیم مهره به مهره نیز جلوگیری می کنند. مقطع مهره های گردن [در شکل ۱] نشان می دهد که ستون مهره های گردنی به سمت جلو تحدب دارد. در وضعیت قائم این خمیدگی دارای قوسی با زاویه ۳۴ درجه است به گونه ای که C۱ و T۱ در یک راستا قرار می گیرند (۱). مسئول تعادل مکانیکی مهره های ستون فقرات، ماهیچه ها و دیسک ها می باشند. به طوری که ماهیچه ها ۸۰ درصد و دیسک ها ۲۰ درصد تعادل مهره ها را برعهده دارند (۲). بیش از ۲۰ جفت ماهیچه ی گردنی کنترل حرکت و تعادل را در سر و گردن برعهده دارند. عکس العمل این ماهیچه ها با اندازه ها و اختلاف زمانی متفاوت، در جهات مختلف به گونه ای عمل می کنند که بهترین حالت را برای وضعیت حرکت سر و گردن ایجاد نماید. علاوه بر نیروهای فعال، نیروهای غیر فعال ناشی از کشش ماهیچه ها نیز [به مهره ها] اعمال می گردد(۳ و ۴).



شکل ۲: نیروی تعادل و حاصل نیروی R در الف) حالت نشستن مناسب و ب) حالت خمیده با زاویه ۳۰ درجه

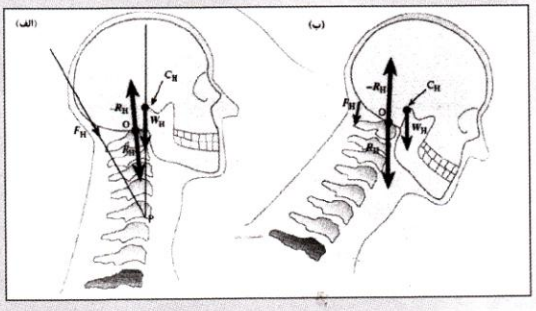
مجموعهٔ عضلات گردن بسیار پیچیده اند، با این وجود برای اهداف آموزشی [برای نمونه] فردی با قد ۱/۷۸ متر و وزن ۸۰ کیلوگرم را در نظر بگیرید. از دیدگاه آناتومی ماهیچه راست کننده گردن با فاصله ۴ سانتی متر(۵) از مرکز دیسک بین مهره ای قرار داشته و وزن سر و گردن نیز ۶ کیلوگرم در نظر گرفته می شود (۸ درصد وزن بدن). طول سر و گردن حدود ۳۰ سانتی متر و مرکز ثقل آن در فاصله ۱۴ سانتی متری (۴۷٪) از رأس سر و ۱۶ سانتی متری (۵۳٪) از مهره C۷ قرار دارد.

بار و فشار بر مهره تحتانی گردن

نیروهایی که بر مهره های گردن اعمال می شوند عبارتند از: وزن سر و گردن W، نیروی کشیدگی تاندون ها F_m و نیروهای عکس العمل R-. در وضعیت تعادل جمع جبری همه ی نیروها و گشتاورهای آنها برابر با صفر است

$$\sum_i F_i = o \quad \text{و} \quad \sum_i (F \times d_i) = o$$

همچنین گشتاوری که از وزن سر و قسمت های بالاتر از هر مهره گردن بر روی دیسک بین مهره ای به وجود می آید باید با گشتاوری که از کشش ماهیچه ها و تاندون ها ایجاد می شود در تعادل باشد. برای تخمین بار وارده بر دیسک بین مهره های C۷-T۱ دانش آموزان می توانند بردار نیروهای وارده را بر روی عکس های رادیولوژی که از گردن گرفته شده، رسم نمایند. هسته دیسک به عنوان تکیه گاه عمل کرده و ماهیچه های متصل به مهره های بالاتر که مسئول ایجاد تعادل در قسمت های بالاتر گردن می باشند، در نظر گرفته نمی شوند. عملکرد کلی ماهیچه هایی که نیرو را به C۷ منتقل می کنند با بردار نشان داده شده است. نیروهای وارده به مهره ها به طریقی عمل می کنند که اثر گشتاور ناشی از رباط ها قابل اغماض شود (این اثر تنها در حالت خمیدگی به جلو اهمیت دارد). در وضعیت قائم (شکل ۲ الف) وزن سر و گردن W به مرکز تعادل c که در نزدیکی محور عمودی که از مفصل می گذرد، وارد می شود.



شکل ۳: نیروها و حاصل نیروی R_H برای حالت تعادل سر الف) برای حالت مناسب و ب) برای حالت خمیده.

در حالت تعادل [در وضعیت قائم] خطوط نیروی W، و نیروی عکس العمل -R در نقطه p به هم می رسند [(شکل ۲ الف)]. برای دانش آموزان آسان خواهد بود که با توجه به وضعیت تعادل ابتدا اندازه را تخمین زده و با رسم بردار نیروها، نیروی R [،برایند نیروها،] را به دست آورند. اگرچه تخمین جهت نیروی F_m خیلی دقیق نیست، لیکن تفاوت های فردی موجود تغییر چندانی در اندازه ، که برای برقراری تعادل لازم است، ایجاد نمی کند. بنابراین نیروی برآیند R از عملکرد W و F_m بر دیسک C۷-T۱، همان وزن سر و گردن می باشد که برابر با ۶۰N می باشد. با افزایش خمیدگی مهره های گردن، dW که فاصله افقی مرکز جرم سر و گردن، C، از مفصل است افزایش یافته و در نتیجه گشتاور نیروی ماهیچه ای نیز برای حفظ تعادل زیادتر می شود (شکل ۲ب). با مقادیر W=۶۰N، dF=۴cm و dW=۸cm نیرویی برابر با

$$F_m = 120\text{N}$$

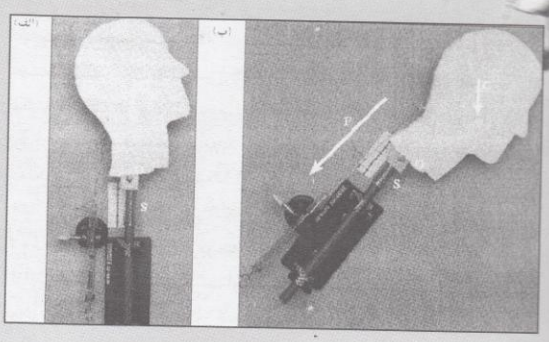
برای تعادل لازم است. در این صورت برایند نهایی نیروی اعمال شده

$$R = W + F_m$$

اندازه ای برابر با ۱۷۰ نیوتن خواهد داشت. در نتیجه وضعیت خمیدگی، فشار وارد بر مهره های گردن را تا چند برابر وزن سر و گردن افزایش می دهد.

میزان فشار بر مهره فوقانی

این مدل که براساس عملکرد کلی ماهیچه های گردن مورد بررسی قرار گرفته است، با احتساب وزن بخش بالایی هر مهره می تواند برایند نیروی وارد بر مهره مورد نظر را تخمین بزند. جرم سر تقریباً ۶ درصد از وزن بدن را تشکیل می دهد و تقریباً برابر با ۵kg می باشد. مرکز جرم سر C_H در ناحیه ای قرار دارد که به زین ترکی مشهور است. به علت موقعیت فیزیولوژیکی ماهیچه ها، در وضعیت قائم، جهت ماهیچه هایی که نیروی F_H را اعمال می کنند از پشت سر به طرف جلو و به سمت مهره C۱ می باشد(شکل ۳ الف). با توجه به فاصله ی افقی W_H و F_H از محل اتصال مهره ها، برای تعادل گشتاورها، گشتاور نیروی لازم جهت حفظ تعادل حدود ۱۵ نیوتن است. نیروی برایند R_H وارد شده در مفصل O نیز با جمع نیروهای و از طریق رسم بردارای نیروها برابر با ۷۰N نیوتن به دست می آید. نقطه P مکانی است که در حالت تعادل تمامی نیروها از جمله نیروی عکس العمل $-R_H$ به هم می رسند. افزایش خمیدگی گردن به میزان ۳۰ درجه فاصله W_H از مفصل را دو برابر نیروی را به ۳۰N و بار نهایی R_H بر مفصل را به ۸۰N افزایش می دهد.



شکل ۴: تعادل نشان داده شده در یک مدل چوبی (الف) حالت نشستن صاف و ب) حالت خمیده

مدل مکانیکی

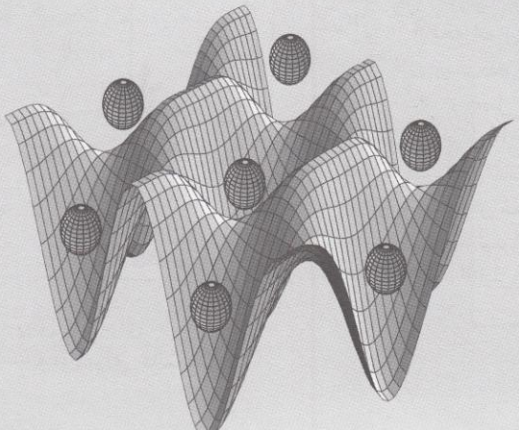
برای نشان دادن این که خمیدگی، فشار بر مهره های گردن را افزایش مـی دهد می توانیم مدل دو بعدی سـر و گردن را از جنس چوب تهیه کنیم (شکل ۴). مدل که بر روی فنر (S) قرار دارد، می تواند حول تکیه گاه (O) که در پایه ی آن قرار دارد بچرخد. در حالت قائم (شکل ۴ الف) مرکز جرم در نزدیکی خط عمودی که از تکیه گاه می گذرد قرار داشته و برای حفظ تعادل هیچ نیرویی نیاز ندارد و تنها وزن مدل W بر فنر وارد می شـود. در حالت خمیده (شکل ۴ ب) گشـتاور نیروی F برای ایجاد تعادل با گشـتاور نیروی W لازم اسـت. در این صـورت نیروی برایند نهایی F+W را که بر فنر اعمال می شود می توان مشاهده کرد.

وضعیت نشستن

بسیاری از افراد زمان زیادی را در حالت نشسته می گذرانند. نشستن در حالت خمیده مثلاً در مقابل صفحات نمایشـگر رایانه که به شـکل یک عادت درآمده، می تواند عاملی بسـیار مهـم و خطرناک برای دردهای گردنی باشـد. چنین حالتی در زمان رشـد کـودکان و نوجوانان ممکن اسـت به تغییر شکل و یا بد شکلی سـتون مهره ها بیانجامد. در شکل ۵ وضعیت های مناسـب و نامناسب نشسـتن در مقابل نمایشگر رایانه نشـان داده شده است. وضعیت مناسـب نمایشگر باید به گونه ای باشد که راسـتای مشـاهده افقی و میزان خمیدگی به جلو ناچیز باشـد. باید توجه داشـت که در این وضعیت نبایـد تأثیر عوامل دیگر در محیط کار را نادیده گرفت.

شکل ۵:
a) شیوه ی نشستن درست
b) شیوه ی نشستن نادرست و خم کردن سر به جلو

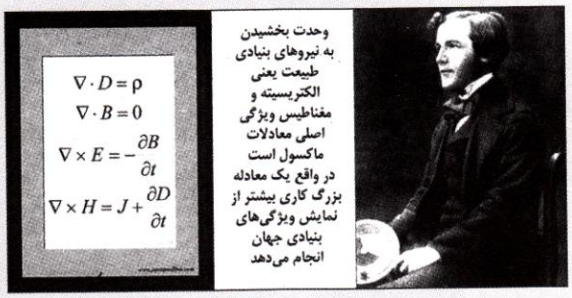
نباید فراموش کرد که همیشـه تحرک بر سـکون و بی حرکتی ترجیح داده می شـود و کار بایسـتی به گونه ای باشـد که اجازه تحرک را به ماهیچـه های گردن بدهـد. امروزه مدیران و معلمـان باید روش ها و راهکارهای عملی بیشتری را از لحاظ ساختاری و سازمانی طراحی کنند تا نیرو و فشـار وارده به ستون مهره ها را کاهش داده و امکان بیشتری برای تحرک به وجود آورند.



جایگاه معادلات مکس ول در علم

زیباترین معادله

رابرت پی. کریز



وحدت بخشیدن به نیروهای بنیادی طبیعت یعنی الکتریسیته و مغناطیس ویژگی اصلی معادلات ماکسول است در واقع یک معادله بزرگ کاری بیشتر از نمایش ویژگی‌های بنیادی جهان انجام می‌دهد

معـادلات الکترومغناطیس مکس ول در نظرخواهی مجله «فیزیکز ورلد» که دو سال قبل آن را برگزار کرده است، عنوان بزرگ ترین معادله ی تاریخ علم را به دسـت آورده است. در این نظرخواهی از فیزیک پیشه ها و ریاضی پیشه ها خواسـته شـده بود، علاوه بر نام بردن بهترین معادله توضیح دهند که چرا آن را انتخاب کرده اند. رابرت پی. کریز ضمن تحلیل نتایج این نظرخواهی، در مقاله زیر سعی کرده است جایگاه و نقش معادلات در علم را توضیح دهد.

اولین قدم برای تعیین بهترین معادله ی تاریخ علم، این اسـت که بدانیم چه نوع روابط ریاضی را می توان معادله نامید. فرمول ها، قضایا و معادلات گونه هـای متفاوتی از روابط ریاضی هسـتند که در علم بـه کار می روند. به طور کلی منظور از فرمول، رابطه ای اسـت که از قواعد مشخص پیروی می کند. به این معنا

$$E = mc^2$$

یـک فرمـول اسـت، اما $E^2 = mc$ تنهـا یک سـری نماد ریاضـی بی معناست.

از طرف دیگر، قضیه نتیجه ای اسـت که از اصول پایه اثبات می شود. برای مثال قضیه ی فیثاغورث یکی از شـناخته شده ترین قضایاست. معادله نیز به طور کلی یک فرمول است که رابطه ی واقعیت های مشاهده شده را بیان می کند، ضمن این که نشـان می دهد آنها به طور تجربی درسـت هستند. با این حال این تقسـیم بندی ها زیاد دقیق و مشخص نیستند. بسیاری از معادلات کلاسـیک فیزیک (مانند معادله ی شرودینگر) نتایج به دست آمده از شواهد تجربی نبوده اند، بلکه نتایج اسـتنتاج بر اسـاس معـادلات دیگر و اطلاعات جانبی هسـتند. بنابراین چنین معادلاتی بیشتر شبیه قضایا هستند و در طرف مقابل قضایا هم می توانند به دلیل داشـتن محتـوای تجربی، معادله ـ مانند باشند برای همین طبقه بندی هر دوی آنها با عنوان معادله معنادار است.

سادگی و کارآیی

در قـدم بعدی مسـأله ی دیگـری که وجـود دارد، معیار بزرگـی و اهمیت یک معادله اسـت. بسـیاری از افراد تحـت تأثیر سـادگی و زیبایی ۲=۱+۱ را به عنوان بزرگ ترین معادله پیشـنهاد داده اند. از نظر آنها درسـت اسـت کـه معـادلات دیگر کارهای مهم تـری انجام می دهند و حـاوی اطلاعات مهـم تـری برای فهم جهان هسـتند اما اهمیـت زیبایی و سـادگی از همه ی اینها بیشـتر اسـت. برای این که چنین معادله ای ساخته شود روش های خلاقانـه ی بسـیاری باید بـه کار گرفته شـود. برای نمایـش دادن واقعیت فیزیکی، کلیت ها باید دارای نام و نماد شوند.

معیار مهم دیگر برای یک معادله، قدرت یگانگی بخشـی آن اسـت. در واقع

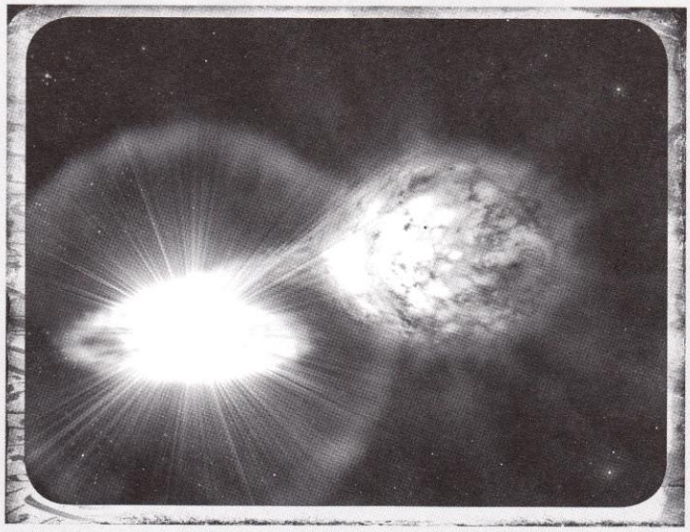
مسیر جدیدی در علم سوق می دهند. آنها نظم جدیدی به مفاهیم می بخشند و تعریف جدیدی ارائه می دهند، و مفاهیمی که با هم در ارتباط هستند عرضه می کنند. چیزهایی که پیشتر کسی فکر نمی کرد با هم در ارتباط باشند، مثل نـور و موج، انـرژی و جرم، احتمال و مکان. به همین دلیل بسـیاری از افراد معادلاتی را بزرگ می دانند که دو مفهوم جدا در زمینه های متفاوت را به هم مربوط کند، مانند پل زدن میان کمیت های مشاهده پذیر و مشاهده ناپذیر یا مفاهیم انتزاعی و عینی. معادله ی بولتزمن مثالی از این نوع معادلات است. یکی دیگر از معیارهای اهمیت و بزرگ بودن یک معادله، کاربردی بودن آن و تأثیرش روی زندگی انسـان است. برای مثال معادلات اقتصادی، معادلات ساده الکتریکی مانند قانون اهم (V=IR)، معادلات پایه ای مکانیک مثل کار حاصلضرب نیرو و جابه جایی است.

معادلات مکس ول

بـا توجه بـه این که معیارهـای متنوعی مـی تواند برای اهمیـت و بزرگی یـک معادله وجود داشـته باشـد، هر کـدام از این معیارها منجـر به انتخاب معادلـه ی متفاوتـی می شـود. امـا به نظر می رسـد معـادلات مکس ول بـزرگ تریـن معـادلات تاریخ علـم هسـتند. این معـادلات کـه از چهار معادله ی کوچک تشـکیل شـده اند، توصیف می کنند که میدان های الکترو مغناطیسـی چگونه در زمان و مکان تغییر می کننـد. معادلات مکس ول به رغم سـادگی ظاهری، الکتریسـیته و مغناطیس را وحدت داده اند. همچنین هندسـه، توپولـوژی و فیزیـک را به هم مرتبـط کرده اند. به عنـوان اولین معـادلات میـدان، این معادلات راه هایـی را برای فیزیکدانان بـاز کرده اند که چگونگی برخورد با مسـایل طبیعت را به آنها نشـان می دهد. این اولین گام برای یگانگی بخشـیدن بـه نیروهای بنیادی طبیعت یعنی الکتریسـیته و مغناطیـس بود. پـس از آن فیزیکدانان به دنبال یگانگی بخشـیدن نیروی گرانـش و نیروی هسـته با دو نیـروی پیشـین رفتند، یعنی کوشـیدند این چهـار نیـرو را با یک معادلـه ی واحد توصیف کنند، هدفـی که همچنان به دنبال آن هسـتند و شـاید اگر روزی بتوانند به آن برسـند، آن معادله عنوان بـزرگ تریـن معادلـه ی تاریخ علـم را از آن خـود کند اما سـئوالی که در پایـان باقی می ماند، این اسـت کـه اصلا بزرگ ترین و مهـم ترین معادله چـه اهمیتی دارد: مـا معادلات را به عنـوان ابزارهایی بـرای فهم جهان به کار مـی بریـم و دیگر به خـود طبیعت به عنوان یک مسـأله ی اصیل نگاه نمـی کنیم. همه چیـز را از میان معادلات می بینیم و با شـیفتگی، دنباله رو این نقل قول مشـهور گالیله شـده ایم که: «کتاب طبیعت به زبان ریاضیات نوشـته شده اسـت». مسـلماً این گزاره درسـت نیسـت، این ما هستیم که کتـاب طبیعـت را به زبـان ریاضیات نوشـته ایم و مـدام آن را بازنویسـی

ستارگان نوترونی

پروفسور باربارا ـ رایدن
مترجم: پریچهر عبداللهی



مقدمه مترجم

«اندکی دانش، انسان را از خدا دور می گرداند، اما دانش بسیار، انسان را به خدا برمی گرداند.»
لویی پاستور

بشـر از دیرباز علاقه داشت که به رموز طبیعت پی ببرد و اسرار کائنات را درک کند. علاقه به کشف حقیقت سبب شد که همواره با کنجکاوی به آسـمان بالای سرش بنگرد، و بداند در آسمان ها چه می گذرد و چه قوانینی بر کهکشان ها و اجرام سماوی حاکم است، استمرار و پافشاری بشر در این عرصه سبب پیدایش علم نجوم و اختر فیزیک گردیده است. در نتیجه ی اکتشافات عظیم پیرامون این علم، بشر سر تعظیم در مقابل قدرت پروردگار فرود آورده است.

در ایـن میان سـتارگان نوترونی یک آزمایشـگاه جالـب طبیعی برای بررسی پدیده های اختر فیزیکی می باشند.

مقالـه ی حاضر تحت عنوان سـتاره نوترونی اثر خانم پروفسـور باربارا ـ ریـدن، از دانشـگاه Ohio State می باشـد کـه در تاریخ پنجم فوریه ۲۰۰۳ ارائه نموده است، تحقیقات و پژوهش های ایشان منجر به دسـتیابی اطلاعاتی در مورد ستاره ی نوترونی گردیده است که ترجمه این مقاله می تواند اسـتفاده دانشـجویان و دانش آموزان علاقه مند به مطالب اختر فیزیکی قرار گیرد.

۱ـ بیشـتر سـوپرنوآهای نوع II؛ یک ستاره ی نوترونی بی نهایت چگال، باقی می گذارند:

بـرای یـادآوری، سـوپرنوآی نـوع II هنگامـی اتفاق مـی افتد، که هسته ی آهنی ستاره ی فوق العاده حجیمی به چگالی هسته اتمی (چند

هـای فوق العاده بالا، پروتون و الکترون به یکدیگر جوش می خورند و به نوترون تبدیل می شوند. مطابق با رابطهٔ

$$e^- + P \rightarrow n + neutrino$$

نزدیک به 10^{57} نوترینو در هسـتهٔ آهنی سـاخته می شـود. در ضمن همچنـان که پروتـون (P) به نوترون (n) تبدیل می شـود، نوترینوها نزدیک به بیشتر از بیلیون، تریلیون تریلیون تریلیون... انرژی سوپرنوآ را حمل می کنند. (فوتون ها تنها یک نتیجه ی فرعی ضعیف از سـوپرنوآ هستند.)

بعد از این جسـت و خیزها، هسـته ی ستاره، همانند کره ای از نوترون های به هم فشـرده آرام و ساکت می شود، که به نام ستاره ی نوترونی شـناخته می شـود. سـتاره نوترونی می تواند به صورت هسته ی اتمی همگن یکنواخت فرض شود، (شامل نزدیک 10^{57} نوترون) که جرم آن بین یک تا سـه برابر جرم خورشـیدی در کره ای با شعاع بین ۵ تا ۲۰ کیلومتر فشـرده است. با حساب این منظر، ستاره ی نوترونی به بزرگی کمربند اطراف کولومبوس اسـت. علاوه بر وجود چگالی شگفت انگیز، ستارگان نوترونی دارای خصوصیات شگفت انگیز دیگری هستند:

چرخش سریع:
بیـش از ۱۰۰۰ چرخش در ثانیه، قابل مقایسـه بـا یک چرخش در ماه برای خورشید.

مغناطیس قوی:
بیـش از یک تریلیون گاوس، قابل مقایسـه با متوسـط مغناطیس یک گاوس برای خورشید. (۰/۵ گاوس برای زمین)

به شدت داغ:
یک میلیون ۱۰۰۰۰۰۰ کلوین در سـطح، قابل مقایسه با ۵۸۰۰ کلوین

سطح ستاره ی نوترونی هرجایی نیست که شما بخواهید آن را ببینید. شتاب گرانشی آن ۱۰۰ بیلیون g است. (یعنی این که صد بیلیون برابر شتاب گرانشی سطح زمین است) سرعت فرار از سطح ستارهٔ نوترونی، نصف سرعت نور است. (یعنی ۱۵۰۰۰۰km/s، در مقابل سرعت ناچیز ۱۱km/sبرای زمین)

در سطح ستاره ی نوترونی، شما به طور همزمان، به وسیله ی گرمای شدید هم بخار می شوید و هم به وسیله ی نیروی گرانشی قوی بر سطح صاف آن فشرده می شوید.

۲) ستارهٔ نوترونی یک جسم فشرده است که به وسیلهٔ فشار تبهگنی ـ نوترونی نگه داشته می شود:

نوترون ها، مانند الکترون ها باید از قوانین مکانیک کوانتمی پیروی کنند. مخصوصاً آنها باید از اصل طرد پائولی پیروی کنند.

موجودیت ستارگان نوترونی به طور دقیق اولین بار در ۱۹۳۳ تنها یک سال بعد از کشف نوترون پیش بینی شد.

الکترون در چگالی 1ton/cm^3 تبهگن است، و فشار تبهگنی ـ الکترونی تولید می کند.در نتیجه در چگالی ۴×۱۰^{۸} ton/cm3 نوترون ها، تبهگن هستند و فشار تبهگنی ـ نوترونی تولید می کنند.

ساختار داخلی ستاره ی نوترونی نامعلوم است. (ما چیز زیادی درباره ی چگونگی رفتار این چگالی های بالای شگفت انگیز نمی دانیم.) یک مدل فرضی شبیه زیر است.

همان طور که حد بالایی برای جرم کوتوله ی سفید وجود دارد، حد بالایی هم برای جرم ستاره ی نوترونی وجود دارد. جرم کوتوله ی سفید نمی تواند $M \rangle ۱/۴ \mathrm{M}_{\text{خورشید}}$ باشد. زیرا در این جرم، فشار تبهگنی ـ الکترونی کافی، برای جلوگیری از فروپاشی نیست. جرم ستاره نوترونی نمی تواند $M \rangle ۳ \mathrm{M}_{\text{خورشید}}$ باشد: زیرا در این جرم، فشار تبهگنی ـ نوترونی کافی، برای جلوگیری از فروپاشی نیست. (اندازه ی جرم بالاتر برای ستارگان نوترونی نسبتاً نامعلوم است) اگر ماده ی چگال بسیار فشرده تر از آن باشد که تبدیل به ستاره ی نوترونی یا کوتوله ی سفید شود، زمان سیاه چاله است. بی گمان قوانین مکانیک کوانتمی وجود ستاره ی نوترونی را پیش بینی می کند. ولی ما چگونه می توانیم آنها را کشف کنیم، یعنی اثبات کنیم که واقعاً وجود دارند؟

خوب ستارگان نوترونی ممکن است کوچک باشند اما داغ هستند، از این رو به مقدار کافی تابش جسم سیاه تولید می کنند.

$$R = 15\text{km} = 0.00002\ \mathrm{R}_{\text{خورشید}}$$

$$T = 1.000.000\text{k} = 170\ \mathrm{T}_{\text{خورشید}}$$

بنابراین:

$$L = (0.00002)^2 (170)^4 L_{\text{خورشید}} = 0.3\ \mathrm{L}_{\text{خورشید}}$$

در دمای ۱۰۰۰۰۰۰ کلوین طول موج ماکزیمم نشر شده ۲/۹ نانومتر می باشد که در محدوده ی پرتو X قرار می گیرد. ما می توانیم به وسیله تحقیق بر روی منابع پرتو X، بر روی ستارگان نوترونی داغ تحقق کنیم. هرچند که بیشتر نورهای نشر شده از ستارگان نوترونی در محدوده طول موج پرتو X قرار دارند، نزدیک ترین ستاره ی نوترونی می تواند در ناحیه ی طول موج مرئی باشد.

۳ـ چرخش سریع؛ مغناطیس قوی ستارگان نوترونی یک باریکه ی تابشی را نشر می کند:

ستارگان نوترونی می توانند تابش جسم سیاه داشته باشند، ولی صرفاً جسم سیاه کروی نیستند، بلکه ستاره هستند.

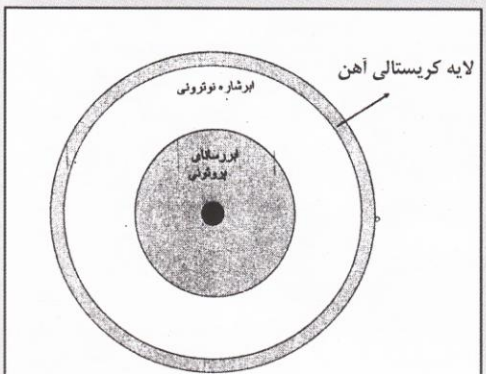
ستارگان نوترونی راه های بیشتری برای نشر تابش الکترومغناطیسی دارند. میدان مغناطیس قوی و چرخش سریع ستاره ی نوترونی آن را به یک مولد الکتریکی توانا تبدیل می کند. (اینجا روی زمین مولدهای الکتریکی معمولی به وسیله ی چرخش یک سری مغزی آهنربایی، که سیم هایی دور آن را گرفته اند، کار می کنند. نکته ی ضروری این است که شما نیاز دارید که میدان مغناطیسی حرکت کند.)

میدان الکتریکی تولیدی به وسیله ی چرخش مغناطیسی ستاره ی نوترونی آنقدر قوی است که بتواند ذرات باردار (مثل الکترون) را روی سطح ستاره ی نوترونی از هم جدا کند.

این ذرات باردار در امتداد خطوط میدان مغناطیسی قطب های شمال و جنوب جریان می یابند. (به خاطر داشته باشید هنگامی که من بر روی میدان مغناطیسی خورشید بحث می کردم، این نکته را خاطرنشان کردم که ذرات باردار به جای عمود بودن بر خطوط میدان مغناطیسی، با سهولت بیشتری در امتداد آنها حرکت می کنند.) ذرات شتابدار، به طور پیوسته باریکه های پرشدت اما باریک از دو قطب تولید می کنند. فقط اگر یکی از این باریکه های نور به سوی ما باشد ما می توانیم آن را ببینیم درست مثل وقتی که نوری را از یک فلش دوربین می بینیم که به سوی ما جهت گیری کرده است.

منطبق نبودن قطب های مغناطیسی بر روی قطب های گردش ستاره ی نوترونی، دقیقاً همانند زمین، یک عامل بغرنج است. بنابراین باریکه های تابشی از قطب های مغناطیسی تحت یک زاویه نسبت به محور چرخشی ستاره ی نوترونی می باشند؛ زمانی که ستاره ی نوترونی می چرخد، باریکه ها در اطراف یک مخروط نوسان می کنند. اگر یک باریکه در برابر موقعیت ما در فضا رفت و برگشت کند، ما یک فلش نور کوتاه می بینیم. (معمولاً این موضوع به عنوان «اثر فانوس دریایی» شناخته می شود. اگر شما در شب کنار ساحل دراز کشیده باشید، یک فانوس دریایی را می بینید که نور چشمک زن نشر می کند. دلیل این امر این نیست که در فانوس دریایی یک لامپ است که روشن و خاموش می شود، بلکه به این دلیل است که در داخل آن نورافکنی است که دور تا دور می چرخد. زمانی که باریکه ی نور از نورافکن در برابر موقعیت شما رفت و برگشت می کند، شما یک فلش نور کوتاه می بینید.)

ستارگان نوترونی که باریکه های الکترومغناطیسی تابش می کنند، در مقابل ما رفت و برگشت می کنند، پولسار (Pulsar) نامیده می شوند.



رآکتور اتمی بوشهر به منزله ی یک رآکتور شکافت

صفیّه رضایی

دبیر مراکز تربیت معلم شیراز
و دانشگاه پیام نور

رآکتور بوشهر
یک رآکتور شکافت

رآکتور هسته ای بوشهر از نوع رآکتورهای شکافت است. مهندسی رآکتور هسته ای یک رشته ی تخصصی پیچیده است و توضیح آن به صورت خلاصه حق مطلب را ادا نمی کند. با این حال بررسی خواص کلی و گروه بندی رآکتورها آموزنده خواهد بود. با این همه قسمت های مهم یک رآکتور را به اختصار شرح می دهیم.

۱ـ سوخت یا ماده شکافت پذیر (در رآکتور هسته ای بوشهر، سوخت هسته ای از نوع دی اکسید اورانیوم غنی شده با غنای ۴/۰۲٪، ۳/۶۲٪، ۲/۴٪، ۱/۶٪ است.)

۲ـ کندساز: برای کند کردن نوترون ها و رساندن آنها به حالت گرمایی (در رآکتوری که از نوترون های تند استفاده می شود، کندساز وجود ندارد) در رآکتور هسته ای بوشهر از آب به عنوان کند کننده ی نوترون و خنک کننده استفاده می شود. این آب، آب سبک تحت فشار است که با فشار ۱۵۷bar و دمای ۲۹۱ درجه سانتی گراد وارد رآکتور می شود.

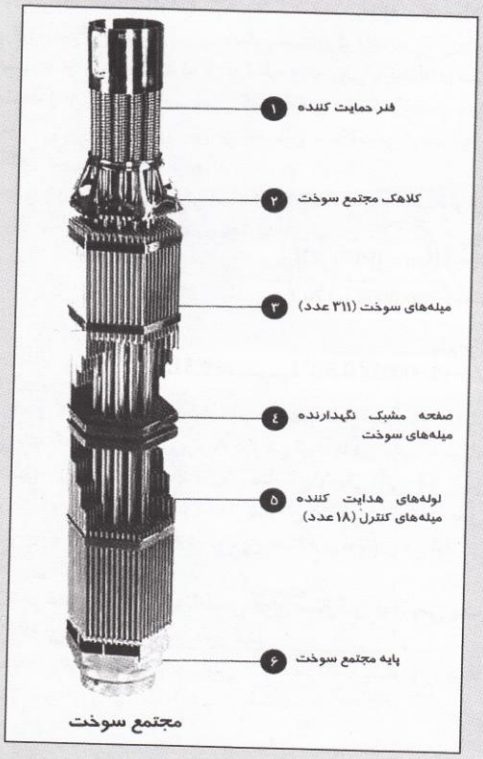
۳ـ بازتابنده، که قلب رآکتور (عناصر سوخت به علاوه کندساز) را احاطه می کند، تا نشت نوترون ها و لذا اندازه ی بحرانی قلب رآکتور را کاهش دهد.

۴ـ محفظه ی نگهداری برای جلوگیری از فرار شکافت پاره های پرتوزا، که بعضی از آنها به صورت گاز هستند.

۵ـ حفاظ: برای جلوگیری از خروج نوترون ها و پرتوهایی که ممکن است منجر به آسیب های زیست شناختی افراد و کارکنان رآکتور شود [در رآکتور هسته ای بوشهر حفاظ متشکل از یک پوسته از جنس فولاد کربنی است که با فولاد ضد زنگ پوشش داده شده است و درون آن قلب رآکتور ـ سپر حرارتی و نوترونی ـ نگهدارنده قلب و محافظ کانال های هادی قرار گرفته و توسط درپوش رآکتور بسته می شود].

۶ـ سرد کننده: برای خارج کردن گرما از قلب [شکافت اورانیوم غنی شده در رآکتور منبع تولید انرژی به صورت گرمایی است. در رآکتور هسته ای بوشهر این انرژی گرمایی توسط آب که در یک مسیر بسته جریان دارد به مولدهای بخار منتقل می شود. برای چگالش بخار خروجی از توربین، آب دریا به عنوان خنک کننده در یک مدار کاملاً مجزا به کندانسور هدایت می شود و پس از برداشت گرما از طریق یک کانال روباز به دریا هدایت می شود].

۷ـ سیستم کنترل: که با استفاده از آن می توان سطح قدرت را کنترل کرد و در خلال کار معمول رآکتور آن را ثابت نگاه داشت. [در رآکتور هسته ای بوشهر برای کنترل واکنش هسته ای از اسید بوریک محلول در آب به همراه میله های کنترل که به محرک های سستم کنترل و حفاظت متصل است استفاده می شود].



مجتمع سوخت

۸ـ سیستم های اضطراری: سیستم های متنوعی هستند که وقتی کار سیستم های کنترل و سرد کننده با اختلال مواجه شود، راکتور را از کار می اندازند. اولین و شاید مهم ترین رده بندی اصلی آن است که به چه منظوری راکتور مورد استفاده قرار می گیرد، و تقریباً می توان سه گروه را تعریف کرد.

۱ـ تولید قدرت (راکتور هسته ای بوشهر)

۲ـ تحقیقات (راکتورهای مینیاتوری دانشگاه تهران)

۳ـ تبدیل

راکتورهای قدرت برای استخراج انرژی جنبشی شکافت ـ پاره ها که به صورت گرما ظاهر می شود طرح ریزی شده اند و در آنها انرژی گرمایی به صورت انرژی الکتریکی درمی آید. مثلاً این عمل از طریق جوشاندن آب و هدایت بخار حاصل به طرف توربین و گردش آن صورت می گیرد. بنابراین در طراحی راکتورهای قدرت به جزییات ترمودینامیکی بازده ماشین های گرمایی به همان اندازه باید توجه کرد که به مسایل مهندسی هسته ای آن. هزینه ی مجتمع سوخت کسر نسبتاً کوچکی از هزینه یک راکتور قدرت را تشکیل می دهد. زیرا اکثر هزینه های راکتور به حفاظ و محفظه نگهداری و وسایل تولید الکتریسیته مربوط می شود. بنابراین سوخت راکتورهای قدرت بزرگ از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. مثلاً ساختن ده راکتور که قدرت هر یک برابر ۱۰۰MW باشد، خیلی پرهزینه تر از یک راکتور با توان ۱۰۰۰MW است. [ژنراتور نیروگاه هسته ای بوشهر با قدرت خروجی ۱۰۰۰MW و ولتاژ خروجی ۲۷KV است].

با این حال باید توجه داشت که این پسماندهای گرمایی هیچ ربطی به ماهیت هسته ای منبع قدرت ندارد. برطبق قانون دوم ترمودینامیک هر ماشین گرمایی ۱۰۰۰MW باید مقدار قابل توجهی از گرما را در ناحیه محدودی تخلیه کند. به علاوه چون نیروگاه هسته ای نسبت به نیروگاه سوخت فسیلی با بازده ترمودینامیکی نسبتاً پایین تری کار می کند، گرمای بیشتری را تخلیه می کند.

راکتورهای تحقیقاتی معمولاً برای ایجاد نوترون به منظور تحقیق در زمینه هایی نظیر فیزیک هسته ای یا فیزیک حالت جامد طراحی می شوند. این راکتورها عموماً در سطح قدرت پایین، در گستره ۱۰MW کار می کنند. ویژگی طراحی اساسی راکتورهای تحقیقاتی می تواند شامل این موارد باشد: شار زیاد نوترون (شار $10^{13}\ sn/cm^2/s$ متداول است)، سهولت در دسترسی به نوترون ها (بسیاری از راکتورهای تحقیقاتی دارای کانال های مخصوص باریکه نوترون هستند که به ناحیه قلب آن هدایت می شوند تا امکان تحقیق در خارج از حفاظ فراهم شود. مثلاً برای استفاده در دستگاه پراش نوترون در مطالعه ساختار بلورها) و کیفیت خوب طیف نوترون (ستون گرمایی عبارت از قطعه ای از گرافیت با ضخامت کافی است که نزدیک قلب قرار دارد تا نوترون های تند را حذف کند و اجازه دهد که نمونه های کوچک واقع در درون آن در معرض تابش نوترون های با طیف گرمایی نسبتاً خالص قرار گیرند) [راکتور مینیاتوری دانشگاه تهران از این نوع است].

راکتور مبدل راکتوری است که با کارایی زیاد ماده غیرقابل شکافت را با نوترون های گرمایی را به ماده شکافت پذیر با این نوترون ها تبدیل می کند. مشخصاً مبدل هایی که معمولاً به کار می روند عبارت اند از راکتورهایی که u۲۳۸ را به pu۲۳۹ و Th۲۳۲ را به u۲۳۳ تبدیل می کنند.

پلوتونیم: pu توریم: Th اورانیوم: u

انواع سوخت

متداول ترین سوخت های به کار رفته عبارتند از اورانیوم طبیعی (۰/۷۲ u۲۳۲. این دو سوخت اخیر را از پردازش شیمیایی ماده بارور خارج شده از راکتورهای زاینده یا مبدل به دست می آورند.

اورانیوم غنی شده که به عنوان متداول ترین سوخت معرفی و در راکتورهای قدرت به کار می رود، با تحمل هزینه زیاد و با استفاده از فرآیندهایی که نسبت به اختلاف جرم کوچک بین u۲۳۵ و u۲۳۸ حساسیت دارند، تولید می شود. یکی از این فرآیندها عبارت است از پخش گازی که در آن گاز اورانیوم هگزافلوراید (UF_6) از یک سد متخلخل عبور داده می شود. ضریب پخش گاز با ریشه دوم جرم آن نسبت عکس دارد و ایزوتوپ های سبک تر کمی سریع تر پخش می شوند. این امر به خاطر میانگین سرعت بالاتر آن در مخلوطی از u۲۳۵ و u۲۳۸ در حال تعادل گرمایی است. (میانگین انرژی های جنبشی با هم مساوی است، در نتیجه مولکول سبک تر سرعت بیشتری دارد.) غنی سازی پس از یک بار عبور از میان سد خیلی کوچک و از مرتبه ۰/۴ درصد غنای قبلی به طور نسبی است. (یعنی مقدار اولیه ۰/۷۲ درصد u۲۳۵ تبدیل می شود به ۱/۰۰۴×۰/۷۲ درصد) و لذا افزایش غنا بسیار اندک است و این فرآیند باید هزاران مرتبه تکرار شود تا u۲۳۵ با غنای بالا (تقریباً خالص) قابل تهیه باشد. pu۲۳۹ و u۲۳۵ خیلی غنی شده، مواد شکافت پذیر مورد نیاز بمب ها هستند. در حالی که در انواع مختلف راکتورها اورانیوم با ۲ تا ۳ درصد غنی شدگی به کار می رود.

کندساز:

کندساز ایده آل باید:

۱ـ ارزان و فراوان باشد

۲ـ از نظر شیمیایی پایدار باشد

۳ـ جرمی تقریباً معادل یک واحد داشته باشد. (تا بیشینه مقدار انرژی را در برخورد با نوترون جذب کند).

۴ـ مایع یا جامد باشد تا چگالی آن قابل توجه گردد.

۵ـ سطح مقطع گیراندازی نوترون آن کمترین مقدار ممکن را داشته باشد.

کربن در شکل گرافیت می تواند نیازمندی های ۱ و ۲ و ۴ و ۵ را تأمین کند و برای جبران افت نسبتاً کم انرژی نوترون در هر برخورد باید مقدار کندساز را افزایش دهیم. آب معمولی نیازمندی های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ را تأمین می کند ولی پروتون های موجود در آب سطح مقطع زیادی برای گیراندازی نوترون دارند.

$$(n+p \longrightarrow d+r)$$

به خاطر کوچک بودن سطح مقطع گیراندازی در راکتورهای با آب سنگین (D_2O) می توان از اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت استفاده کرد. جذب نوترون اضافی در راکتورهای با کندساز آب سبک مستلزم استفاده از اورانیوم غنی شده است. (مانند راکتور هسته ای بوشهر، این نیروگاه به صورت چند گن که در آن سوخت و کندساز به طور جداگانه در کنار هم قرار دارند طراحی شده است).

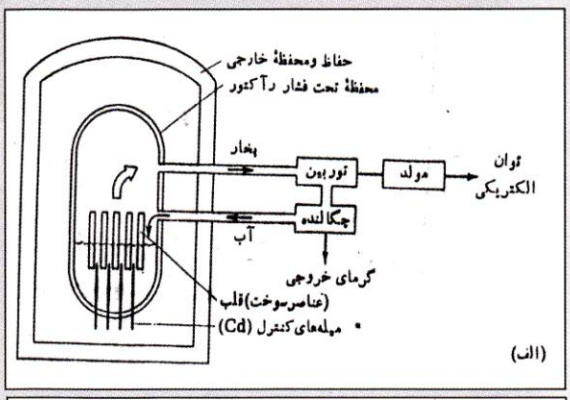
خنک کننده

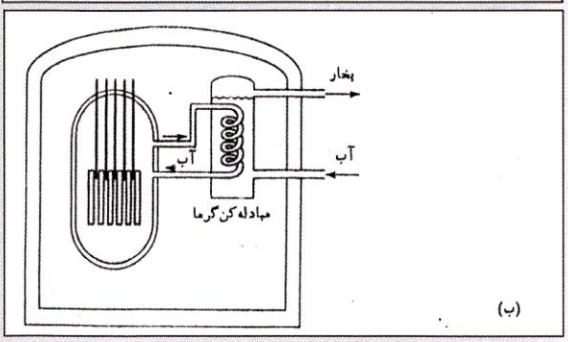
خنک کننده یک عنصر ضروری هر راکتور است، زیرا بدون آن گرمای ایجاد شده قلب راکتور را ذوب می کند. در طراحی راکتورهای قدرت یکی از جنبه هایی که توجه به آن ضرورت اساسی دارد قابلیت خنک کننده در انتقال مؤثر انرژی گرمایی است. مواد خنک کننده می توانند به صورت گاز

که از ظرفیت گرمایی بالایی برخوردار هستند. چون بخار ظرفیت گرمایی کمی دارد، در راکتورهایی که از آب به عنوان خنک کننده استفاده می شود، فشار را در سطح بالایی، (از مرتبه ۱۰۰ اتمسفر) نگه می دارند تا آب در دماهای بالاتر از نقطه جوش معمولی در حالت مایع بماند. این راکتورها به نام راکتورهای آب تحت فشار معروف اند. (راکتور هسته ای بوشهر نیز از این نوع است که آب با فشار ۱۵۷bar و در دمای ۲۹۱ درجه سانتی گراد وارد راکتور می شود و پس از برداشت حرارت از قلب راکتور با حرارت ۳۲۱ درجه سانتی-گراد به سمت مولدهای بخار هدایت می شود. در این راکتور از آب معمولی در دو مدار جداگانه هم به عنوان کندساز هم به عنوان خنک کننده استفاده می شود).

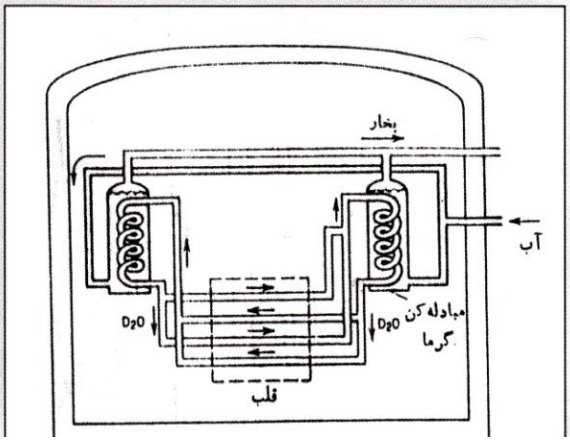
در راکتورهای آبی تحت فشار، خطر تغییر شار نوترونی در قلب راکتور توسط کندساز را از طریق تبادل گرما بین آب با فشار بالا که در داخل قلب جریان دارد و یک خط تولید مجزا که برای راه اندازی مولدهای الکتریکی در نظر گرفته می شود از بین می برد. در راکتورهایی که با آب سبک کندسازی می شود باید از اورانیوم غنی شده استفاده کرد. غنی سازی متداول برای این راکتورها حدود ۲ تا ۳ درصد است. بیشتر راکتورهای موجود در آمریکا در طراحی اصلی برای استفاده از آب سبک ساخته می شوند. زیرا دسترسی به اورانیوم غنی شده در این کشور نسبتاً آسان است.

در کانادا به لحاظ داشتن اورانیوم طبیعی و نیز توانایی تولید آب سنگین، راکتورهای قدرت با D_2O کندساز می شوند. اکثر راکتورهای قدرت در انگلستان از نوع راکتورهایی هستند که با گاز خنک می شوند و کندساز آنها گرافیت است.

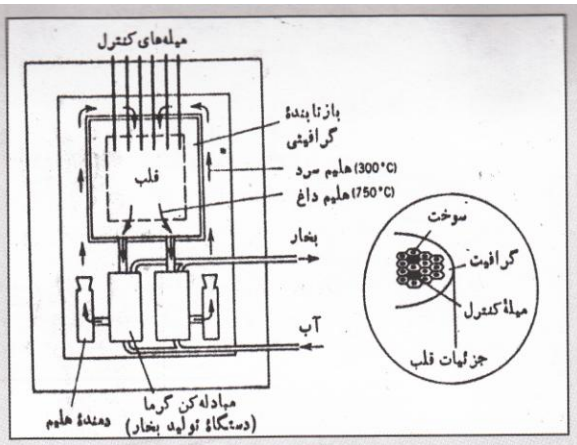




نمودار سادهٔ راکتورهای آب جوشان (الف) و آب تحت فشار (ب)، قلب راکتور از تعدادی میله های محتوی قرص های اکسید اورانیوم در محفظه ای فلزی (آلیاژ زیر کونیم یا فولاد زنگ نزن) تشکیل شده است. میله های کنترل کادمیم می توانند وارد قلب شوند و نوترون ها را جذب کنند تا سطح توان را ثابت نگاه دارند. راکتور آب جوشان همراه با تجهیزات تولید برق نشان داده شده است. بسیاری از جزییات، از جمله سیستم خنک کنندهٔ قلب در مواقع مهم و اضطراری، نشان داده نشده است.



نمودار طرح وارهٔ راکتور اورانیم ـ دوتریم کانادا (CANDU)، مدار بسته ای از خنک کننده پس از عبور از قلب گرما را در مبادله کن به آب معمولی منتقل می سازد، و بخار تولید شده به توربین انتقال می یابد. تحت فشار قرار دارد تا در حالت مایع باقی بماند.



نمودار طرح وارهٔ راکتور خنک شده با گاز، برای خارج کردن گرما گاز هلیم را از قلب راکتور عبور می دهند، و سپس هلیم داغ را برای تولید بخار به کار می برند. در سمت راست شکل بعضی جزییات قلب نشان داده شده است. عناصر سوخت به صورت میله های شش گوش محتوی مادهٔ قابل شکافت هستند که در داخل کندساز گرافیتی قرار دارند، و کانالی هم برای جریان گاز در نظر گرفته شده است. قلب با بازتابندهٔ گرافیتی احاطه شده است.

شرح فرایند عملیاتی

علی رغم پیچیدگی فن آوری یک نیروگاه هسته ای از نوع نیروگاه بوشهر، فرایند عملیاتی نیروگاه کاملاً ساده است. فرایند تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه هسته ای را می توان به طور ساده به سه مرحله کاملا مجزا تقسیم نمود که در سه مدار مستقل شامل مدار اول، مدار دوم و مدار خنک کننده انجام می پذیرد.

مدار اول:

شکافت اورانیوم غنی شده در راکتور منبع تولید انرژی به صورت گرمایی است. این انرژی گرمایی توسط آب مدار اول که در یک مسیر بسته (چهار حلقه) جریان دارد به مولدهای بخار منتقل می شود. مولد بخار یک مبدل حرارتی است. آب مدار اول درون لوله های u شکل فولادی آن جریان دارد و آب مدار دوم در یک سیکل کاملاً مجزا با گردش در اطراف این لوله ها، ضمن برداشت حرارت به بخار تبدیل می شود. آب مدار اول پس از خروج از مولد بخار توسط پمپ مدار اول برای برداشت مجدد گرما به راکتور بازگردانده می شود.

مدار دوم:

در مدار دوم، بخار تولید شده در مولد بخار به توربین هدایت شده و در آن جا به انرژی مکانیکی تبدیل می شود (چرخش توربین به طور مستقیم ژنراتور نیروگاه را به حرکت درآورده، که منجر به تولید انرژی الکتریکی می شود). سپس بخار خروجی از توربین، به وسیله کندانسور به آب تبدیل شده و مجدداً برای تکمیل و تکرار این چرخه به مولد بخار بازگردانده می شود.

مدار خنک کننده

برای چگالش بخار خروجی از توربین، آب دریا به عنوان خنک کننده، در یک مدار کاملاً مجزا از مدار دوم توسط پمپ های سیر دوار به کندانسور هدایت می شود و پس از برداشت گرما، از طریق یک کانال روباز به طول ۴۰۰ متر و به دنبال آن چهار تونل ۱۲۰۰ متری در زیر بستر دریا، در عمق ۷ متری به دریا باز می گردد.

نقش اصلی راکتور در نیروگاه هسته ای تولید انرژی گرمایی است. فرایندی که در این راکتور سبب تولید گرما می شود شکافت هسته ای نام دارد. شکافت، فرایندی است که در طی آن یک هسته اتم سنگین به دو یا چند هسته کوچک تر تبدیل می شود و ضمن این عمل مقداری انرژی به صورت گرما و تابش ساطع می گردد.

در نیروگاه هسته ای با آب سبک، فرایند شکافت غالباً توسط نوترون های حرارتی انجام می گیرد. هسته اورانیوم ۲۳۵ پس از جذب نوترون ناپایدار شده، به دو یا چند جز به نام شکافپاره تقسیم می شود. علاوه بر شکافپاره ها، دو تا سه نوترون به علاوه مقداری انرژی و ذرات آلفا، بتا و تابش گاما نیز در هر شکافت به دست می آید (نوترون های آزاد شده به طور متوسط دارای انرژی ۲Mev بوده که برای انجام شکافت هسته اورانیوم ۲۳۵ بایستی انرژی جنبشی خود را از دست داده، با اتم های محیط خود به تعادل حرارتی دست یابند؛ یعنی انرژی آنها به چند صدم ev برسد. این عمل در نتیجه برخوردهای متوالی نوترون با هسته اتم های هیدروژن مولکول های آب درون راکتور صورت می گیرد).

به این طریق، یک عمل شکافت می تواند منجر به شکافت های دیگری شود که آنها هم به نوبه خود شکافت های دیگری را به دنبال خواهند داشت. به این واکنش که به صورت زنجیره ای ادامه می یابد، واکنش شکافت زنجیره ای گویند. لازم به ذکر است که پایدار ماندن واکنش زنجیره ای در قلب راکتور مستلزم وجود جرم بحرانی در قلب راکتور است.

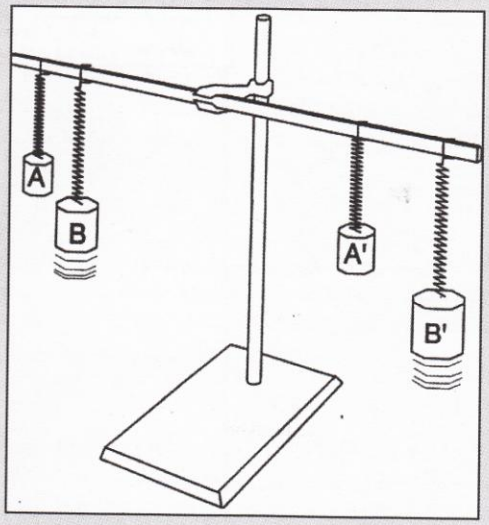
انرژی آزاد شده از فرایند شکافت به گرما تبدیل می شود. حرارت تولید شده توسط آب مدار اول برداشت شده، به آب مدار دوم انتقال می یابد و در مدار دوم برای تولید بخار و چرخاندن توربین مورد استفاده قرار می گیرد.

تنظیم مقدار انرژی آزاد شدهٔ در یک راکتور هسته ای با تعداد شکافت هایی که اتفاق می افتد، کنترل می گردد.

این عمل با کنترل کردن تعداد نوترون هایی که برای انجام عمل شکافت موجود می باشد صورت می گیرد. هرچه تعداد چنین نوترون هایی کمتر باشد، تعداد شکافت ها نیز کمتر است. یکی از روش های رسیدن به چنین کنترلی، این است که ماده ای را در راکتور قرار دهند که به آسانی نوترون ها را جذب کند. بنابراین با تنظیم مقدار این ماده در راکتور، تعداد نوترون های موجود برای عمل شکافت می تواند به میزان مطلوب تنظیم شود.

جلوه ای از پدیدهٔ تشدید

می توان با کاربرد وسایل دم دست وسیله ی ساده ای برای نمایش پدیده ی تشدید فراهم کرد و به یاری آن نقش این پدیده را در ارتباط های راه دور نشان داد. با بهره گیری از یک پایه و گیره و خط کش و چهار فنر همسان، دو وزنه ی ۰/۵ کیلوگرمی و دو وزنه ی یک کیلوگرمی و چند گیره ی کاغذ می توان چنین وسیله ای را طبق شکل زیر آماده کرد.



خط کش را با گیره چنان به پایه متصل می کنیم که پهنای آن در راستای قائم و خودش در راستای افقی قرار بگیرد. خط کش باید اندکی آزاد باشد به طوری که حرکت در یک سر آن در سر دیگرش احساس شود ولی لق نخورد. فنرها را در دو سوی نقطه ی اتکا نزدیک به دو سر خط کش متصل و وزنه ها را به آنها آویزان کنید. لازم نیست که محل آویز فنرها دقیق یا کاملاً متقارن باشد.

ثابت فنرها یکسان است اما چون جرم وزنه های یک کیلوگرمی دو برابر جرم وزنه های نیم کیلوگرمی است بسامد نوسان آنها $\frac{\sqrt{2}}{2}$ برابر بسامد نوسان وزنه های نیم کیلوگرمی است بنابراین در میان آن دو فرکانس هماهنگ مشترکی وجود ندارد ولی هر فنر با جفت خودش هم بسامد می شود.

برای آغاز کار در حالی که یک سر خط کش را با دست نگاه داشته اید یکی از وزنه ـ فنرها را به نوسان درآورید و سر خط کش را رها کنید. دانش آموزان می بینند که تنها یکی از وزنه ها در سر دیگر به نوسان در می آید. در حالی که وزنه ی دیگر کاملاً ساکن می ماند.

می توان پرسش مشهور لویز اپستاین را مطرح کرد که: «آیا محدودیت تلگراف عبارت است از ناتوانی در فرستادن بیش از یک پیغام در یک زمان از طریق یک سیم؟» اپستاین دستگاه مشابهی برای پاسخ دادن به این پرسش و روشن کردن نقش تشدید در ارتباط های از راه دور آماده کرد. می توانید پیش از آغاز کلاس نیمی از دستگاه را در یک سمت بپوشانید و نیم دیگر را در معرض دید دانش آموزان بگذارید و از آنان بپرسید آیا می توان تنها یکی از وزنه ـ فنرها را به حالت تحریک و نوسان درآورد؟ بگذارید آنان درباره ی این امکان و دلایل آن بحث کنند سپس با اجرای آزمایش بحث را به سنجش انتقال نوسان در خط کش یک متری به یاری پدیده ی تشدید بکشانید و نتیجه گیری کنید که با همین پدیده می توان پیغام های چندگانه را در نظام های ارتباط از راه دور با رادیو و دیگر دستگاه ها به فاصله های بسیار زیاد منتقل کرد. توضیح دهید که در نظام تلگرافی، نقطه و خط صرفاً تپ های ولتاژ نیستند بلکه علایم نوسانی هستند که دوره ی آنها برای نقطه کوتاه و برای خط طولانی است و تنها گیرنده ای که با بسامد ارسالی کوک شده باشد می تواند آنها را دریافت کند.

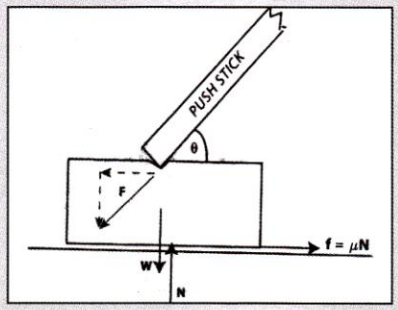
می توان با استفاده از تنها یک مجموعه ی وزنه ـ فنر در هر طرف خط کش و تغییر اندک جرم یکی از وزنه ها (در حدود ۲٪) پدیدهٔ ضربان را نشان داد که طی آن مجموعه ها در دو سوی خط کش متناوباً به نوسان درمی آیند و ساکن می شوند.

Ric Blacksten, physics Teacher, vol۰.۳۲. Dec ۱۹۹۴

یک آزمایش ساده
برای تعیین ضریب اصطکاک ایستایی

برای انجام این آزمایش تنها یک خط کش مدرج با یک نقاله و جسم هایی که باید ضریب اصطکاک میان آنها به دست آید لازم است. روش معمول برای تعیین ضریب اصطکاک که در آن یک جسم را روی یک سطح شیبدار با زاویهٔ شیب متغیر قرار می دهند و با تغییر زاویه برای آن که جسم با سرعت ثابت از سطح به پایین بلغزد برای تعیین ضریب اصطکاک لغزشی رابطه ی $\mu_k = \tan\theta$ مناسب است اما با آن نمی توان ضریب اصطکاک ایستایی را به دقت به دست آورد. این محدودیت هم به یکدست نبودن سطح و هم به گذار غیر خطی از ناحیه ی اصطکاک ایستایی به ناحیه ی اصطکاک لغزشی و برعکس مربوط می شود. برای یافتن ضریب اصطکاک ایستایی، باید ابتدا زاویه θ_k (یعنی زاویه ای که جسم را به آغاز حرکت وا می دارد) و سپس زاویه ی θ_s (یعنی زاویه ای که با حرکت جسم به سوی پایین مخالفت می کند) یافته شود. این دو زاویه با هم برابر نیستند و در آزمایش های گوناگون اندازه های گوناگونی برای آنها به دست می آید.

اکنون آزمایشی را در نظر بگیرید که در آن یک قطعه جسم با یک قطعه چسب بر کف اتاق به پیش رانده می شود.



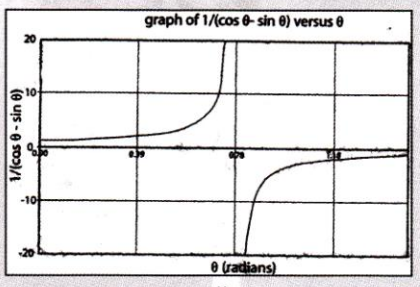
شکل ۱: آزمایش با قطعه چوب برای راندن جسم (در این شکل ضخامت جسم برای بهتر دیده شدن زیاد در نظر گرفته شده است و دندانه یا گودی برای جا گرفتن انتهای چوب را می توان با چاقو ایجاد کرد یا حتی از آن چشم پوشید)

نیروی لازم برای راندن جسم بر کف اتاق با سرعت ثابت طبق رابطه ی زیر به زاویه ای که چوب با کف اتاق می سازد بستگی دارد:

$$F = \frac{\mu w}{\cos\theta - \mu \sin\theta}$$

که در آن F نیرو، μ ضریب اصطکاک ایستایی یا لغزشی میان جسم و کف و W وزن جسم است.

در شکل ۲ تغییرات نیروی F برحسب زاویه Θ به ازای یکای وزن و $\mu = ۱$ نمایش داده شده است.



شکل ۲: برای به دست آورن μ_s باید زاویه ای را یافت که با آن نیروی زیادی برای به حرکت درآوردن جسم لازم باشد.

در وضعیت بحرانی، مخرج کسر در رابطهٔ (۱) صفر می شود و نیروی F به سوی بی نهایت میل می کند. در این حالت راستای چوبی که جسم را به حرکت در می آورد خیلی به عمود بر سطح نزدیک است. در این حالت زاویه را θ_c می نامیم.

شکل ۲ وضعیتی را که در آن θ_c مشخص می شود به روشنی نشان می دهد و برای این مورد خاص $\theta_c = ۴۵^\circ$ و:

$$Cos\theta_c - \mu Sin\theta_c = o \Rightarrow \mu = \frac{۱}{\tan\theta_c}$$

در یک آزمایش با آلومینیوم روی آلومینیوم و چرم روی چدن هم با روش کاربرد سطح شیبدار و هم با این روش نتایج بسیار نزدیکی به دست آمده است:

در آزمایش آلومینیوم روی آلومینیوم:

آزمایش با قطعه چوب $\mu_s = ۰/۳۸ \pm ۰/۰۷$

آزمایش با سطح شیبدار $\mu_s = ۰/۳۶ \pm ۰/۱۳$

در آزمایش چرم روی چدن:

آزمایش با قطعه چوب $\mu_s = ۰/۵۳ \pm ۰/۰۴$

آزمایش با سطح شیبدار $\mu_s = ۰/۵۱ \pm ۰/۲$

یک دشواری در انجام این آزمایش آن است که سطح کف اتاق یکنواخت نیست.

پیوست:

برآیند نیروها در راستای قائم صفر است پس:

$$W - N + F\sin\theta = o \Rightarrow N = W + F\sin\theta$$

برآیند نیروها در راستای قائم هنگامی که جسم با سرعت ثابت در حرکت است صفر است پس:

$$F\cos\theta - \mu N = F\cos\theta - \mu(W + F\sin\theta) = o$$

$$\Rightarrow F = \frac{\mu W}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$$

Mark Kinsler, Physics Teacher, vol.44 Feb. 2006

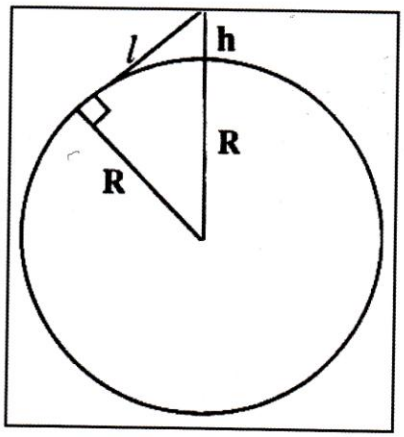
اندازه گیری شعاع زمین در یک روز تعطیلی در کنار دریا

زاکاری اچ. لی وین
بخش فیزیک دانشگاه ایالتی اوهایو، کلومبوس

آیـا می توان از قلهٔ پایک در کلرادو، ایالت کانزاس را دید؟ یا می توان در یک روز در خلیج فلوریدا دو بار غروب خورشـید را دید؟ پرسش های جالبی است ولی تنها با یک خودکار، و یک فرمول ساده و اندکی تخیل می توان بدانها پاسخ داد.

فاصله تا افق

یـک سـوم از شـرق کلرادو کـه بـه انـدازهٔ ۲۵۰ کیلومتر به سـوی غـرب تا مرز کانـزاس ادامه دارد هنوز بخشـی از جلگه های بزرگ به شـمار مـی آید. پس از آن



کوه هایی که از بخش کلرادو سر بر می آورند و صخره ای ایجاد می کنند که بر شرق مشرف است. من یک بار با تله کابین تا بالای قله ی پایک رفته ام که ارتفاعی برابر با ¾ کیلومتر از سطح دریا دارد در حالی که ارتفاع جلگه از سطح دریا تنها یک کیلومتر اسـت. در بالای کوه، هوا آنقدر رقیق اسـت که مجبور می شوید از یک مغازهٔ خرت و پرت فروشی اکسیژن بخرید. راهنمای ما می گفت اوضاع آن قدر خوب است که می شـود همهٔ کانزاس را دید. هیجان انگیز بود! من پیشتر کلرادو و نبراسکاو میسوری و اوکلاهما ار دیده بودم ولی کانزاس چیز دیگری بود.

فیزیک به داد من رسید. همان گونه که در تصویر دیده می شود فاصله تا افق را می توان با دانستن ارتفاع بیننده و شعاع زمین تعیین کرد. تعیین شعاع زمین را هم با بهره گیری تعریف متر مربوط به روزگار انقلاب فرانسه مشخص کرد که طبق آن فاصله ی استوا تا قطب 10^7 متر است. بر این پایه شعاع زمین

$$R=\frac{4\times10^7}{2\pi}=6366km$$

به دست می آید. ارتفاع بیننده روی قله نسبت به جلگه $4/3-1=3/2km$ است. در مثلث بزرگی که یک گوشه ی آن بیننده و گوشه ی دیگر آن مرکز زمین و گوشه ی سوم آن افق است، L فاصلهٔ بیننده تا افق، خط دید بر سطح زمین مماس و مرکز زمین درسـت به فاصله ی R پایین آن اسـت. مثلث قائم الزاویه اسـت و خط واصل میان بیننده و مرکز زمین وتر آن است به طول R+h که در آن h ارتفاع بیننده است. طبق اصل یوتاگوراس (فیثاغورث)

$$(R+h)^2=R^2+L^2 \qquad (1)$$

$$L=(2RH+h2)^{\frac{1}{2}}=(2\mathrm{Rh})^{\frac{1}{2}}$$

یا

$$h\langle\langle R$$

چون

در قلهٔ پایک

$$L=(2\times6366^{km}\times303)^{km\frac{1}{2}}=205^{km}$$

با این ترتیب انگار نمی توان کانزاس را دید، ولی از قضای روزگار اتمسـفر مانند یک عدسی عمل می کند و خط افق را ۱۰ درصد آن سوتر می برد.

شعاع زمین

پانزده سـال بعد من در خلیج لانگ بوت فلوریدا منتظر دیدن غروب خورشـید بودم بالکن اتاق من در هتل در طبقه سـیزدهم ۴۰ متری نسـبت به سـطح خلیج مکزیک ارتفاع داشت. یک روز به همراهانم گفتم ما می توانیم با سرعت به اتاق هتل برویم و دو بار غروب خورشید را ببینیم.

می توانیم با کاربرد برابری (۱) فاصله ی افق تا نقطه ی توقف خود در ساحل (۲ متر بالاتر از سـطح آب دریا) یعنی $5^{km}=(2\times6366^{km}\times0/002^{km})^{\frac{1}{2}}$ و تا اتاق هتل $23^{km}=(2\times6366^{km}\times0/004^{km})^{\frac{1}{2}}$ را به دست آوریم.

پس فاصلهٔ میان این دو افق 18^{km} است.

نقطه ی روی افق با چه سرعتی حرکت می کند؟ برای سادگی و حذف روابط مثلثاتی فرض می کنیم در اسـتوا اعتدال باشد. تقریب در اینجا برابر با ۲۰٪ است. با یادآوری چند واقعیت سـاده یعنی این که زمین کروی اسـت و روزی یک بار به دور خود می چرخد و تعریف متر، سـرعت افق $40000^{km/day}$ یا $5046^{km/s}$ می شود و خورشید در اتاق هتل ۳۹ ثانیه بعد از روی زمین غروب می کند.

این اطلاعات مقدماتی اسـت: یعنی با توجه به شـعاع زمین فاصله ی زمانی میان دو غروب را پیش بینی می کند. در یک روند معکوس می توان شـعاع زمین را به دسـت آورد. ΔL یعنی فاصلهٔ میان دو افق را به صورت

$$\Delta L=(2R)^{\frac{1}{2}}(H^{\frac{1}{2}}-h^{\frac{1}{2}}) \qquad (2)$$

نوشـت که در آن H بلندی سـاختمان و h ارتفاع بیننده نسـبت به سـطح آب دریا اسـت. اگـر طول یـک روز را به T و فاصلهٔ میـان دو غروب را بـه t نمایش دهیم

$$\Delta L=\frac{2nRt}{T}$$

به دست می آید.

نقطهٔ افق باید روزی یک بار روی محیط زمین یعنی $2\pi R$ و سرعت آن ثابت باشد. با ترکیب این دو رابطه خواهیم داشت:

$$R=\frac{(H^{\frac{1}{2}}-h^{\frac{1}{2}})^2T^2}{2n^2t^2} \qquad (4)$$

تأثیـر اتمسـفر بـه صورت عدسـی در هتل خیلـی کوچک تـر از تأثیـر آن در قله ی پایک است و تفاوت ضریب شکست از ارتفاع سطح دریا تا بالای ساختمان تنها $\frac{1}{1000000}$ است و در نتیجه زاویه ی تصحیح چیزی در حدود ۱٪ است.

محاسـبات ما بهترین محاسـبات نیسـت. ما با دیدن غروب پاهایمان را شستیم و به سوی آسانسور دویدیم و از سالن تا اتاق و بالکن دویدیم و چهار دقیقه و پنج ثانیه بعد یک بار دیگر غروب را دیدیم. بنابراین شـعاع زمین دست کم 150^{km} قطری و شاید هم کمی بیشتر باشد.

Zachary Levine, Physics Teacher, vol.31 oct.1993

مدل ساده ی میدان مغناطیسی زمین

ترجمه: زهرا درجه- دبیر زمین شناسی ناحیه ۱ شیراز

مقدمه:

مقالــه ی حاضر به منظور راهنمای تدریس مغناطیســی زمین برای اســتفاده در کلاس های فیزیک مقدماتی در دبیرســتان و دانشــگاه تهیه شــده اســت. مغناطیس زمیــن موضوع قابل توجه بســیاری از دانشــجویان است اما توضیح درباره ی آن در کلاس های مقدماتی، اغلب با اشکال مواجه می شود. مدل ارائه شده در این مقاله، در واقع پیشــنهادی اســت در مورد چگونگی استفاده از اصول کلی مربوط به الکتریسیته و مغناطیس برای توضیح نیروی مغناطیسی زمین. شواهد زیادی مبنی بر ســابقه ی ســه بیلیون ساله ی مغناطیس زمین وجود دارد و اگــر عاملی برای حفظ آن وجود نداشــت فقط تا حدود پانزده هزار ســال می توانست پایدار بماند. در مورد پایداری مغناطیس زمین فرضیــه های زیادی تاکنون مطرح شــده که قابل قبــول ترین آنها فرضیه ژئودینام است.

ساختمان درونی زمین شامل چندین بخش مجزا با درجه حرارتی در حدود ۵۰۰۰ درجه سانتی گراد و فشار تقریبی دو میلیون اتمسفر است. ترکیب هســته داخلی آن شامل آهن جامد است اما هسته خارجی به علت فشار کمتر، حالت مایع دارد. رسانایی این مایع همچنین نیروی کوریولیس ناشــی از چرخش زمین، چرخش گرداب مانندی را در این بخش مایع ایجاد نموده و موجب تولید نیروی مغناطیســی در آن می شود. به عبارت دیگر چرخش آهن مایع زمین را به صورت یک دینام درمــی آورد (ژئودینام). البته توضیح کامل نیروی مغناطیســی زمین بایســتی از طریق حل مسئله هیدرودینامیک مغناطیسی صورت گیرد که برای کلاس های فیزیک مقدماتی ســنگین اســت. اما این مدل ســاده که براساس ســه عامل عمده در مورد الکتریسیته و مغناطیس ارائه شــده اســت، برای توضیح ژئودینام در ایــن کلاس ها، کارایی بیشتری دارد.

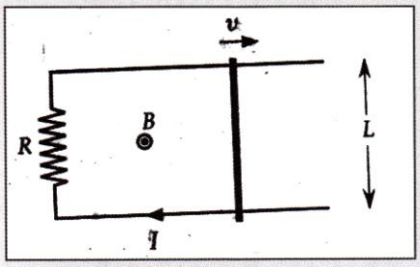
سه مسأله در الکتریسیته و مغناطیس

مسأله ی اول، نیروی محرکه ی(ε) ناشی از حرکت یک جسم رسانا در یک میدان مغناطیسی است. مطابق شکل (۱) سیمی U شکل به طور عمود بر میدان مغناطیســی B قرار دارد. میله ای فلزی به طول L در امتداد این ســیم با ســرعت V حرکت می کند. در این صورت می توان نوشت:

$$\varepsilon = VBL \quad (۱)$$

با توجه به قانون اهم، رابطه ی بالا را برحسب مقاومت R و شدت جریان I به صورت زیر درمی آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{VBL}{R} \quad (۲)$$



شکل ۱

مســأله ی دوم، نیرویی است که بر سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیســی وارد می شــود. (نیروی لورنتس). هرگاه سیمی به طول L که حامل جریان I اســت در یک میدان مغناطیسی B قرار بگیرد، نیرویی مطابق رابطه ی (۳) بر آن وارد می شود.

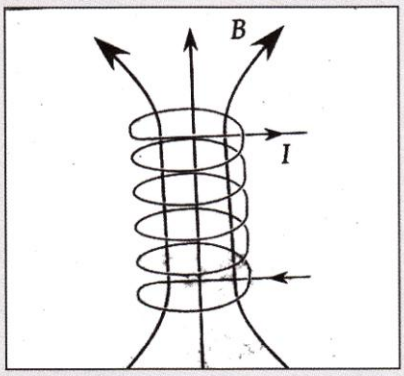
$$F=IBL \quad (۳)$$

مســأله ی سوم، مطابق شکل (۲) میدان مغناطیسی که به وسیله ی سیم لوله ی حامل جریان طبق رابطه ی (۴) ایجاد می شود.

$$B = \mu_0 nI \quad (۴)$$

کــه در آن μ_0 ضریــب تراوایــی خــلاء و n تعداد حلقه های موجود در یکای طول سیم لوله است.

در کلاس هایی با پایه ی تحلیل ریاضی، این رابطه را می توان از

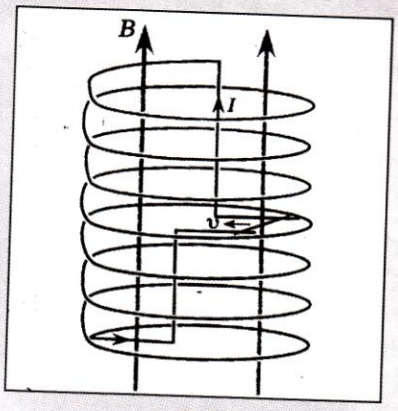


شکل ۲

قانون آمپر به دست آورد. در کلاس هایی که پایه ی ریاضی نداشته باشند معمولاً بدون اثبات ارائه می شوند.

اگر شــدت جریان القایی در مسأله ی (۱) را همان شدت جریانی در نظر بگیریم که از ســیم لولهٔ مسأله ی سوم می گذرد، یک دینامو ی

خودالقا به وجود می آید (شکل ۳).



شکل ۳

به عبارت دیگر، میدان مغناطیسی القایی در داخل سیم لوله همان میدان مغناطیسی است که نیروی محرکه ی القایی را به وجود می آورد. مدار شکل (۱) را در داخل سیم لوله شکل (۲) قرار می دهیم و مقاومت شکل (۱) را جایگزین مقاومت سیم لوله در شکل (۲) می سازیم. انرژی به وسیله ی نیرویی که باعث حرکت میله با سرعت ثابت می شود فراهم می گردد. این نیرو مساوی و در خلاف جهت نیروی لورنتس در مسأله ی (۲) است. با ترکیب معادلات (۲) و (۴) می توان B و V و I را برحسب F و L و R و n به دست آورد.

$$B = \sqrt{\frac{\mu_0 nF}{L}} \quad (۵)$$

$$V = \frac{R}{\mu_0 nL} \quad (۶)$$

$$I = \sqrt{\frac{F}{\mu_0 nL}} \quad (۷)$$

توان اعمال شده به وسیله ی نیروی F از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$P = FV = \frac{FR}{\mu_0 nL} \quad (۸)$$

این توان همان توان تلف شده در مقاومت است (RI^2)

بحث و نتیجه گیری

در مدل ژئودینام، یک میدان مغناطیسی ایستا وجود دارد که هیچ باتری یا آهنربای دائمی آن را به وجود نیاورده است. آنچه برای برقراری یک میدان مغناطیسی ضروری است یک رسانا و نیرویی است که آن را به حرکت در آورد. این ساختار اصلی یک ژئودینام است. Rikitake مدلی مشابه اما واقع بینانه تر را در این مورد مطرح می کند. مدل او براساس یک دیسک چرخان است. (تا هنگامی که گشتاور اعمال می شود، دیسک می تواند دوران کند. در حالی که میله ی رسانا سرانجام به لبه ی سیم لوله می رسد.) البته شکل هندسی استوانه و دینامیک دیسک چرخان،به ریاضیات مشکل تری برای اثبات این مسأله نیاز دارد که ورای کلاس فیزیک مقدماتی است. مدل ما نمی تواند منشأ میدان مغناطیسی زمین را توضیح دهد. دستگاه مورد بررسی سیستمی خود آغاز نیست، وقتی که میدان مغناطیسی موجود باشد دینامو آن را در اختیار می گیرد اما هنگامی که میدان مغناطیسی وجود نداشته باشد، دینامو نمی تواند در ابتدا میدانی را به وجود آورد. ما دینامویی را بررسی می کنیم که در آن رسانا در حرکتی پایدار باشد، اما چنین حرکتی در مورد مواد درون هسته ی زمین کمی دور از ذهن است. در واقع آشوبی در مقیاس کوچک هم می تواند در این امر مهم باشد. زیرا ما فقط حرکت پایداری را مورد بررسی قرار داده ایم. از طرف دیگر این مدل نمی تواند واژگونی قطبین مغناطیسی زمین را که هر نیم میلیون سال یک بار اتفاق می افتد، توضیح دهد. Rikitake دو دینام جفتی را مورد بررسی قرار داد و نشان داد که تأثیر متقابل غیرخطی آنها می تواند موجب واکنش های نامنظم از جمله واژگونی ظاهری مغناطیسی گردد. در این مدل عدم هماهنگی دیگری نیز در رابطه با چسبندگی مواد درون هسته ی خارجی زمین مشاهده می شود. سرانجام مدل ما نمی تواند سرچشمه ی بنیادی میدان مغناطیسی و نیروی (F) وارد بر رسانا را توضیح دهد. این نیرو احتمالاً از جریان های همرفتی درون هسته ی خارجی زمین سرچشمه می گیرد. این نیرو ناشی از گرمای درونی زمین به علت واپاشی هسته ای مواد پرتوزا و تحت تأثیر دوران کره ی زمین است.

در ساختار شکل (۳) نیز مشکلاتی وجود دارد. به عنوان مثال اگر سیم لوله شامل ۱۰ دور سیم مسی شماره ۵ (با قطر 5mm) یا یک متر سیم حلقه شده با همین قطر باشد، مقاومت سیم پیچ $0/03\Omega$ و شماره ی حلقه ها در واحد طول (n) برابر با ۱۰ دور در هر متر خواهد بود. طبق رابطه ی (۶) سرعت برابر با 2500m/s به دست می آید. در چنین سرعتی، سیم در زمان کمتر از یک میلی ثانیه از یک طرف سیم لوله به طرف دیگر آن می رسد. اگر نیروی اعمال شده در این دینامو را 100N فرض کنیم، با استفاده از معادلات ۵ الی ۸، جریانی برابر 8/2KA و میدان مغناطیسی به شدت ۰/۰۳۵ تسلا با توان 250KW را خواهیم داشت.

علی رغم این ابهام ها و مانع ها، این مدل به طور گسترده ای مورد توجه محققان علوم زمینی قرار گرفته است. حسن این مدل قابل استفاده بودن برای دانش آموزان و دانشجویان کلاس های فیزیک مقدماتی است زیرا شامل موضوعاتی است که برای آنها شناخته شده و قابل تجزیه و تحلیل است.

در این مدل، قوانین مهم و اصلی فیزیک از جمله قانون اهم، نیروی لورنتس، قانون آمپرو قانون فارادی (نیروی محرکه ی القایی) با هم به کار گرفته شده است تا بتواند خاستگاه میدان مغناطیسی زمین را توضیح دهد.

Jeanie Watt and Bradly Roth, Physics teacher, vol.45 March 2007, P:168-170

وارونگی مغناطیسی

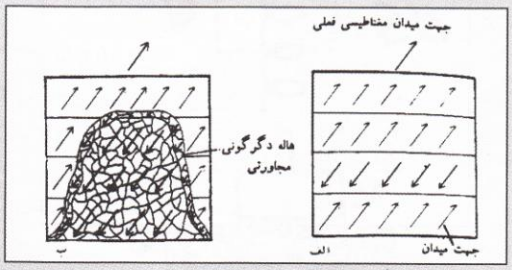
زهرا درجه- گروه آموزشی زمین شناسی ناحیه یک شیراز

کره ی زمین را میدان مغناطیسی فرا گرفته است. این میدان تقریباً هم ارز میدانی است که اگر آهنربایی میله ای در مرکز وجود داشت و محور آن نسبت به محور چرخش زمین اندکی جابجایی داشت، پدید می آمد.

میدان مغناطیسی زمین به چند طریق با زمان تغییر می کند اما محور مغناطیسی در محدوده ای به شعاع چند درجه در پیرامون محور چرخش باقی می ماند. هر یک از سه پارامتر قابل اندازه گیری میدان مغناطیسی زمین یعنی شدت، میل و انحراف در طول زمان تغییر می کنند. تغییرات شدت روزانه که ظاهراً به دلیل تأثیر نیروی گرانشی خورشید، بر روی ذرات باردار اتمسفر است به ندرت به بیش از ده تا بیست گاما می رسد. فعالیت های خورشیدی اغلب باعث توفان های مغناطیسی می شود که تغییرات زیاد حتی تا هزار گاما را در میدان مغناطیسی زمین ایجاد می کند. این تغییرات نیز عمر کوتاهی داشته و بیش از چند روز نمی پایند. علاوه بر این تغییرات کوتاه مدت، به نظر می رسد تغییرات طولانی مدتی با منشأ داخلی نیز وجود داشته باشد که به آنها تغییرات قرنی می گویند. از زمان اولین اندازه گیری توسط گوس (۱۸۳۰) تاکنون شدت میدان مغناطیسی حدود شش درصد کاهش یافته است. در صورتی که این سرعت کاهش را ثابت فرض کنیم در ۲۰۰۰ سال دیگر میدان مغناطیسی زمین به صفر خواهد رسید. این سرعت تغییر برای یک پدیده جهانی در مقایسه با بیشتر فرایندهای زمین شناسی، سرعتی بالاتر به حساب می آید.

در تاریخ گذشته ی زمین به دفعات شدت میدان مغناطیسی کاهش یافته و پس از آن دوباره افزایش یافته است. موضوع قابل توجه در این مورد تنوع تغییرات است. مطالعه ی میدان مغناطیسی زمان های گذشته نشان می دهد که قطب های مغناطیسی هرچند مدت یک بار جابجا شده اند به طوری که جهت شمال عقربه قطب نما پس از هر معکوس شدن ۱۸۰ درجه تغییر داشته است.

بررسی دیرینه ی مغناطیس سنگ های متعلق به زمان های مختلف نشان داد که در یک توالی از سنگ های رسوبی، جهت میدان مغناطیسی در برخی از



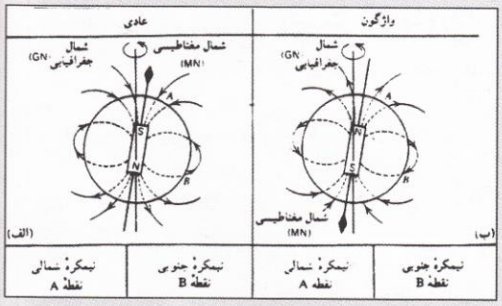
شکل ۲۲ـ۲۳ واژگون شدن قطبین مغناطیسی زمین. الف) در یک توالی از سنگ های رسوبی یا آتشفشانی برخی از لایه ها ممکن است قطبیت واژگون از خود نشان دهند. ب) سنگ های آذرین ممکن است میدان مغناطیسی باقیمانده ای با حالت قطبی مخالف سنگ هایی که در آن نفوذ کرده اند داشته باشند. در صورتی که دمای دگرگونی مجاورتی به اندازهٔ کافی زیاد باشد، کانی های موجود در هاله ی دگرگونی تا بالاتر از نقطه ی کوری حرارت دیده و در زمان سرد شدن هم جهت با میدان مغناطیسی جدید زمین قرار می گیرند.

لایه ها برعکس لایه های دیگر و میدان مغناطیسی کنونی زمین اندازه گیری شده است. همچنین مغناطیس پسماند حرارتی در یک توالی از گدازه ها و مطالعه ی مغناطیسی چندین هاله ی دگرگونی نیز نتایج مشابهی را به همراه داشه است.

این نشانه ها زمین شناسان را به این نتیجه رهنمون شد که میدان مغناطیسی زمین هرچند مدت یک بار واژگون شده و در حقیقت، محل قطب های آن عوض می شود. واژگون شدن حالتی نامنظم و محدوده ای از ۲۵۰۰۰ تا چندین میلیون سال دارد. به نظر می رسد که شدت میدان به آهستگی کاهش یافته تا هنگام واژگون شدن به صفر برسد. کاهش تدریجی میدان مغناطیسی زمین در زمان حاضر نیز احتمالاً در همین راستا می باشد. در این واژگونی، محور مغناطیسی در همان وضع خود باقی می ماند اما قطب شمال جای خود را با قطب جنوب عوض می کند به طوری که آرایش خطوط نیروی مغناطیسی در فضا به همان شکل باقی می ماند.

با توجه به این که تغییرات دراز مدت میدان مغناطیسی زمین تا حد معقولی با حرکت های هم رفتی در هسته ی بیرونی سیال سازگار می باشد، این واژگونی را شاید بتوان برحسب حرکت های پیچیده مربوط به فلز مذاب در حال چرخش در هسته بیرونی که رسانای الکتریسیته است تبیین نمود. اما این تغییرات با جریان های الکتریکی در بخش جامد درون زمین سازگار نیست. زمان نسبتاً کوتاهی که برای یک واژگونی لازم است برحسب چرخش یک سیال آسان تر قابل درک است تا مواد جامد.

میدان مغناطیسی زمین در هر نقطه با شدت و راستای آن معین می شود. راستا با توجه به مختصات جغرافیایی و زاویه میل نسبت به سطح افق معین می گردد.



شدت و زاویه میل برحسب فاصله از قطب های مغناطیسی تغییر می کند. زمین شناسان و ژئوفیزیکدانان ضمن مطالعه خواص مغناطیسی و با تعیین زاویه انحراف و میل در طی چند هزار سال گذشته، برای تخمین سن ظروف گلی توانستند با باستان شناسان همکاری کنند. زیرا واژگونی های قطب میدان زمین نیز از آن نوع تغییراتی هستند که می توان آنها را برحسب مقیاس زمانی مدرج نمود.

فهرست منابع

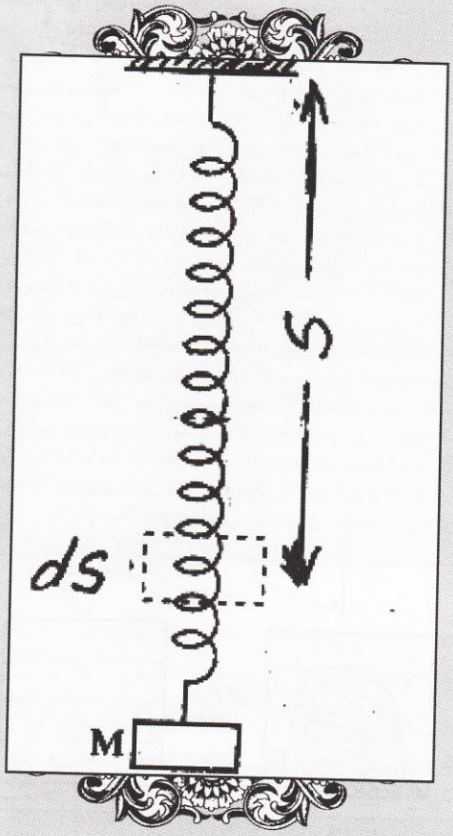
۱ـ معماریان، حسین. محمد صداقت، زمین شناسی فیزیکی (جلد دوم)، انتشارات دانشگاه پیام نور ۱۳۶۹

۲ـ شفیعی، سیروس، حسن مدنی، زمین شناسی عمومی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۱۳۷۳.

به دست آوردن دوره ی نوسان وزنهٔ متصل به فنر سنگین

در این نوشـته با چند رابط ی سـاده نشـان می دهیم که چرا در محاسـبه ی دوره ی نوسان وزنه ی متصل به فنر سنگین باید علاوه بر جرم وزنه $\frac{۱}{۳}$ جرم فنر را هم در نظر گرفت.

برای نشان دادن این موضوع طول فنر را در حالت عادی به حرف l و طول بخش بسیار کوچکی از آن را به ds و فاصله ی این بخش بسیار کوچک از انتهای فنر را به S نشان می دهیم. اگر جرم کل فنر m باشد جرم یکای طول آن $\frac{m}{\ell}$ و جرم ds برابر با: $dm=\frac{m}{\ell}ds$ خواهد بود. همچنین اگر جابه جایی انتهای آزاد فنر نسبت به انتهای دیگر آن را به x نمایش دهیم جابه جایی نسبت به واحد فاصله از آن انتها $\frac{x}{\ell}$ و جابجایی ds برابر با $x'=\frac{x}{\ell}s$ می شود. اگر از دو طرف این رابطه مشتق بگیریم خواهیم داشت: $V'=\frac{dx'}{dt}=\frac{s}{\ell}\frac{dx}{dt}$



انرژی جنبشی این بخش از طول فنر از رابطهٔ

$$dk=\frac{۱}{۲}dmV'^{۲}=\frac{۱}{۲}(\frac{m}{\ell}ds)(\frac{s}{\ell}\frac{dx'}{dt})^{۲}=\frac{m}{۲\ell^{۳}}(\frac{dx}{dt})^{۲}S^{۲}ds$$

به دست می آید. اگر از دو طرف رابطه برحسب فاصله ی s در یک لحظه ی معین انتگرال بگیریم، با توجه به ثابت بودن $\frac{dx}{dt}$ در لحظه ی معین، خواهیم داشت:

$$\int_{۰}^{k}dk=\frac{m}{۲\ell^{۳}}(\frac{dx}{dt})^{۲}\int_{۰}^{\ell}s^{۲}ds$$

$$\Rightarrow K=\frac{m}{۲\ell^{۳}}(\frac{dx}{dt})^{۲}[\frac{۱}{۳}s^{۳}]_{۰}^{\ell}=\frac{m}{۶\ell^{۳}}(\frac{dx}{dt})^{۲}\ell^{۳}$$

$$\Rightarrow K=\frac{m}{۶}(\frac{dx}{dt})^{۲}$$

انرژی مکانیکی مجموعه ی وزنه و فنر عبارت است از:

$$E=U+K'+K$$

که در آن U انرژی پتانسـیل، K' انرژی جنبشـی وزنه و k انرژی جنبشی فنر است.

$$E=\frac{۱}{۲}Kx^{۲}+\frac{۱}{۲}m(\frac{dx}{dt})^{۲}+\frac{۱}{۶}m(\frac{dx}{dt})^{۲}$$

$$E=\frac{۱}{۲}Kx^{۲}+\frac{۱}{۲}(m+\frac{۱}{۳}m)(\frac{dx}{dt})^{۲}$$

با مشتق گیری از دو طرف این رابطه:

$$o=kx\frac{dx}{dt}+(m+\frac{۱}{۳}m)\frac{dx}{dt}\frac{d^{۲}x}{dt^{۲}}$$

$$\Rightarrow o=kx+(m+\frac{۱}{۳}m)\frac{d^{۲}x}{dt^{۲}}$$

که همان رابطهٔ آشـنای F=-Kx است با ریشهٔ $x=A\sin(\omega t+\Theta_{۱})$ که در آن

$$\omega=\sqrt{\frac{K}{m+\frac{۱}{۳}m}}$$ و $$T=۲\pi\sqrt{\frac{m+\frac{۱}{۳}m}{K}}$$

ساده ی

$E = MC^2$

به کمک یک آزمایش فکری ساده

محسن علیایی
کارشناس ارشد فیزیک اتمی
دبیر فیزیک ناحیه ۲

در فیزیک آزمایش هایی که ممکن است به راحتی قابل انجام نباشند ولی انجام آنها از نظر اصول فیزیک مانعی نداشته باشد آزمایش ذهنی یا فکری نامیده می شود. قبل از طراحی این آزمایش فکری باید چهار فرض ساده ی فیزیکی را مدنظر داشته باشیم.

۱ـ قانون پایستگی انرژی و قانون پایستگی اندازه ی حرکت برای ما محرز شده است (مربوط به اوایل قرن بیستم)

۲ـ $K = \frac{1}{2}MV^2$ و $P=MV$ چون $(\frac{V}{C})^2 \ll 1$ پس انرژی جنبشی ذره می باشد (مربوط به قرن هجده)

۳ـ پدیده ی دوپلر را به خوبی می دانیم (مربوط به اوایل قرن نوزده) یعنی اگر از یک منبع ساکن موجی (مکانیکی یا غیر مکانیکی) مثلاً با سرعت C و بسامد V گسیل شود مشخصات آن از دید ناظری که با سرعت V به منبع نزدیک یا از آن دور می شود با ضریب $(1+\frac{V}{C})$ یا $(1-\frac{V}{C})$ تغییر می کند.

۴ـ تابش های الکترو مغناطیسی متشکل از بسته های کوچک انرژی به اسم فوتون هستند که خواص ذره ای دارند. تابشی با بسامد υ از ذراتی با انرژی $h\upsilon$ و اندازه حرکت $\frac{h\upsilon}{C}$ تشکیل شده که h و C مقادیر ثابت هستند.

فرض کنید که یک منبع ساکن داریم (لخت) اگر همزمان دو فوتون گسیل شود و منبع نیز ساکن باقی بماند باید طبق قانون پایستگی اندازه ی حرکت، دو فوتون در خلاف جهت هم حرکت کنند و بسامد هر دو υ و انرژی هر دو آنها $h\upsilon$ می باشد.

طبق قانون پایستگی انرژی به اندازه ی $\Delta E = 2h\upsilon$ از انرژی منبع کاسته شده است. حال فرض کنیم که شخصی در یک دستگاه پریم دار با سرعت یکنواخت در جهت حرکت یکی از فوتون ها در حال دور شدن از منبع ساکن اولیه باشد قانون بقای اندازه ی حرکت از دید ناظر پریم دار به صورت زیر است:

$$P'_i = P'_f + (\frac{h\nu}{C})(1+\frac{V}{C}) - \frac{h\nu}{C}(1-\frac{V}{C})$$

اندازه ی حرکت فوتون همجهت با ناظر در حال حرکت	اندازه حرکت منبع ساکن پس از ساطع شدن دو فوتون از نظر ناظر در حال حرکت	اندازه حرکت فوتون در خلاف جهت حرکت ناظر	اندازه حرکت اولیه منبع ساکن از نظر ناظر در حال حرکت

بنابراین تغییر اندازه ی حرکت

$$\Delta P' = P'_i - P'_f = (\frac{2h\nu}{C^2})V$$

منبع ساکن قبل و بعد از ساطع شدن فوتون ها ساکن است. بنابراین منبع در چارچوب مرجع پریم دار باید با سرعت V در حال حرکت باشد. با توجه به فرض های گفته شده داریم:

$$\Delta m = \frac{2h\nu}{C^2} \quad \Delta P' = (\frac{2h\nu}{C^2})V$$

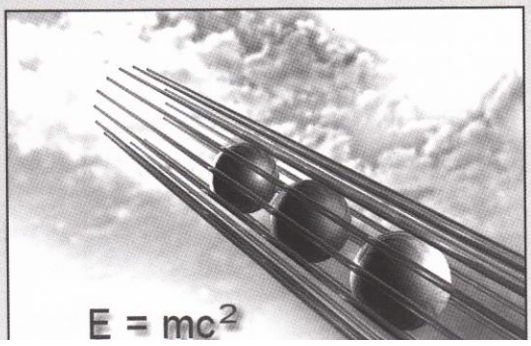
$$E'_i = E'_f + h\nu(1+\frac{V}{C}) + h\nu(1-\frac{V}{C})$$

پس:

$\Delta E' = 2h\nu = \Delta E$ یعنی کاهش انرژی دو منبع در دو چارچوب یکسان است پس:

$$\frac{2h\nu}{C^2} \times C^2 = \Delta MC^2$$

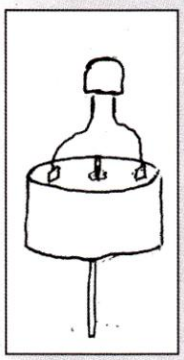
نتیجه این که: $E = MC^2$



چند آزمایش جذاب فیزیکی

طراح و تهیه کننده: نعمت اله مختاری دبیر فیزیک ناحیه ی ۳ شیراز

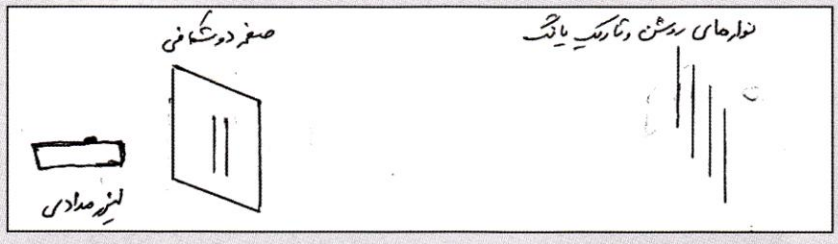
۱ـ مواد الکترومغناطیسی



می دانیم اساس پیشرفت و تکنولوژی امروزی بر جریان الکتریسیته یا برق نهاده شده است. اکثر دانش آموزان مایلند بدانند برق چگونه تولید می شود و نیروگاه های برق چگونه عمل می کنند.
با این وسیله دانش آموز با اساس کار و ساختمان اصلی مولدهای تولید برق آشنای می شود و در واقع می تواند مولد برقی در مقیاس کوچک را در دست خود گرفته و توسط آن و به کمک انرژی ماهیچه ای خود برق تولید کند. این وسیله تشکیل شده است از یک آرمیچر که به پایانه های آن یک لامپ دیودی متصل شده است. با چرخاندن محور آرمیچر ولتاژی در دو پایانه آرمیچر ایجاد شده که باعث روشن شدن لامپ می شود. با این وسیله موضوعات متعددی از قبیل: تبدیل انرژی ها به یکدیگر، اساس کار مولدهای الکترومغناطیس، کارکرد دیود و دیود نوری و... قابل بحث و بررسی می باشد.

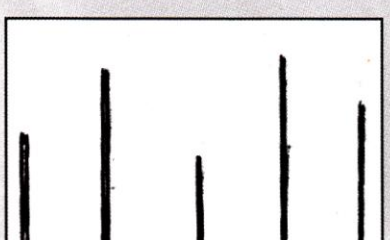
۲ـ آزمایش یانگ با وسایل ساده

با این وسیله یکی از آزمایش های مهم فیزیک یعنی آزمایش یانگ و اثبات موجی بودن نور را می توان به سادگی هرچه تمام تر برای دانش آموزان فراهم نمود به طوری که دانش آموزان به خوبی تداخل امواج نوری و تشکیل نوارهای روشن و تاریک حاصل از آن را بر روی پرده یا دیوار کلاس مشاهده کنند و حتی بتوانند با اندازه گیری مقادیر لازم، طول موج نور مورد نظر (در اینجا نور لیزر مدادی) را با استفاده از فرمول $\lambda = \frac{xd}{nD}$ به دست آورند. این وسیله از یک لامپ لیزر مدادی معمولی و یک صفحه دو شکافی (از جنس ورق آلومینیمی نازک موجود در بازار) تهیه شده است.



۳ـ میله های تشدید

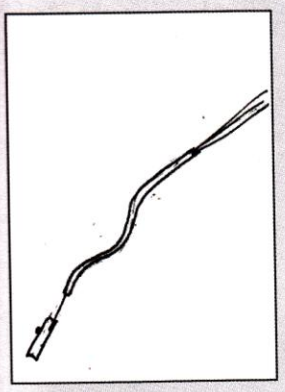
یکی از پدیده های جالب فیزیکی پدیده ی تشدید است. می دانیم هنگامی که بسامد طبیعی دو یا چند جسم با یکدیگر یکسان باشند در شرایطی با به نوسان درآمدن یکی از این اجسام بقیه نیز به نوسان درخواهند آمد. از آنجا که شرط اصلی پدیده ی تشدید، یکسان بودن بسامد طبیعی اجسام می باشد در ساده ترین حالت برای ایجاد این پدیده یعنی تشدید، می توان از دو یا چند آونگ هم طول به عنوان اجسام با بسامدهای طبیعی یکسان استفاده کرد که در فیزیک پیش دانشگاهی نیز این آزمایش آورده شده است.



وسیله ابتکاری حاضر از بسیاری جنبه ها کار را برای نمایش و آموزش این پدیده ها آسان تر و سریع تر کرده است. این وسیله از میله های یک قفس پرنده یا چیزی شبیه آن ساخته شده که طول برخی از آنها یکسان بریده شده است. هنگامی که یکی از این میله ها را با انگشت کمی منحرف کرده و رها می کنیم آن میله به ارتعاش درمی آید و هم زمان با آن همه میله های یکسان و مشابه آن (یعنی هم طول با آن) به نوسان در می آیند.

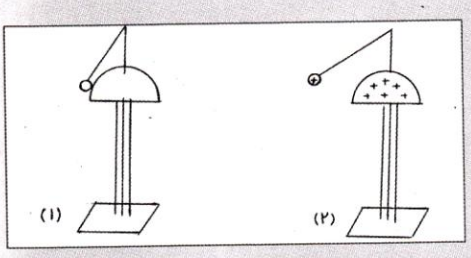
۴ـ فیبر آموزشی نوری

فن آوری فیبر نوری، فن آوری مهم و نسبتاً نوپایی است و دانش آموزان به طور عملی و ملموس کمتر با آن آشنایی دارند. این وسیله می تواند این نقیصه را تا حدود زیادی جبران کند. با این وسیله دانش آموز می تواند به سهولت نحوه ی بازتاب نور درون لوله های شیشه ای خمیده را که اساس کار فیبرهای نوری است تجربه کند. این میله ها همان میله های شیشه ای معمولی توپر و مستقیمی است که توسط شعله آتش خم های مناسبی به آن داده شده است. هنگامی که نور لیزر به انتهای یکی از آنها تابیده شود نور مسیر خمیده میله را بدون خارج شدن از آن طی کرده و در انتهای دیگر لوله ظاهر می شود.



۵ـ آزمایش ابتکاری و ملموس در مورد عملکرد برق گیر

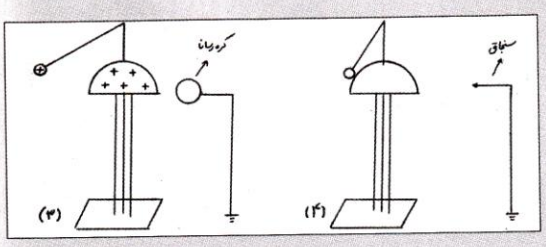
می دانیم که برق گیر یک میله رسانای نوک تیز است که در بالاترین نقطه ساختمان نصب شده و توسط کابل ضخیمی به اعماق مرطوب زمین متصل می شود و بدین وسیله ساختمان را در مقابل خطرات صاعقه در امان نگه می دارد. می توان با آزمایشی اولاً اهمیت نوک تیز بودن برق گیر و ثانیاً اهمیت اتصال آن به زمین را به خوبی به دانش آموزان به نحو ملموس و عملی نشان داد. در واقع در این آزمایش دانش آموز خود همانند یک برق گیر عمل خواهد کرد و بار الکتریکی موجود در کلاهک و ان دو گراف را به طور تدریجی (و نه ناگهانی) و بدون ایجاد جرقه و شوک الکتریکی تخلیه می کند.



مراحل این آزمایش به صورت زیر است:

۱ـ یک آونگ الکتریکی سبک را به میله ای عایق آویزان کرده و انتهای میله را بر روی کلاهک وان دوگراف قرار می دهیم. مطابق شکل (۱)

۲ـ کلاهک وان دوگراف را توسط چرخاندن غلتک و تسمه آن باردار می کنیم. در این حالت هم کلاهک و هم آونگ متصل به آن دارای بارهای هم نوع شده در نتیجه آونگ به دلیل سبک بودن از کلاهک دور می شود. مطابق شکل (۲)



۳ـ اکنون یک جسم رسانای نسبتاً بزرگ مانند کره یا کاسه فلزی را از فاصله کمی دور به کلاهک وان دو گراف نزدیک می کنیم مشاهده می شود نزدیک کردن این رسانای نسبتاً بزرگ به کلاهک وان دوگراف تأثیری در کاهش یا تخلیه بار آن نداشته و آونگ همچنان از کلاهک دور می ماند، مگر این که این رسانای فلزی را خیلی خیلی نزدیک به کلاهک وان دو گراف کنیم که در این حالت با ایجاد جرقه نسبتاً شدیدی بار کلاهک به طور ناگهانی تخلیه شده و در نتیجه آونگ بر روی کلاهک سقوط می کند. ایجاد جرقه در این آزمایش نمایشگر ایجاد صاعقه در مقیاس کوچک است. (شکل ۳)

۴ـ اکنون همین آزمایش را با یک سنجاق یا میله فلزی نوک تیز انجام می دهیم. به این ترتیب که سمت تیز سنجاق را از فاصله کمی دور به کلاهک نزدیک می کنیم با کمال تعجب مشاهده خواهیم کرد حتی با وجود فاصله نسبتاً دور سنجاق از کلاهک وان دو گراف بار آن بدون ایجاد هیچگونه جرقه ای تخلیه شده و آونگ بر روی کلاهک سقوط می کند. با این آزمایش اهمیت نوک تیز بودن برق گیر به نمایش گذاشته می شود. شکل (۴)

۵ـ اکنون برای آن که اهمیت اتصال به زمین برق گیر به زمین نشان داده شود ته سنجاق را در یک قطعه عایق مانند یونولیت یا کائوچو فرو کرده و آزمایش اخیر را تکرار می کنیم. مشاهده خواهیم کرد در این حالت حتی اگر نوک سنجاق را به کلاهک وان دو گراف تماس دهیم بار آن تخلیه نمی شود. در حقیقت در آزمایش های اخیر بدن نقش اتصال به زمین برق گیر را ایفا می کرده است و چون در اینجا اتصال برق گیر به زمین به دلیل وجود یونولیت عایق قطع شده است نمی تواند عمل تخلیه بار را انجام دهد.

جایگاه و نقش تصویر در کتاب های درسی فیزیک

مجید رعنایی پور- دبیر فیزیک شهرستان خرامه

چکیده:
طبیعت و جهان هستی ساخته و پرداختهٔ پروردگاری است که زیباترین تصاویر عالم خلقت در آن متجلی است. هر کدام از این تصاویر، نشانگر قدرت و علم بی پایان خالق هستی است، که ما را متوجه او می کند.
جملهٔ معروفی است که می گوید: «یک تصویر ممکن است باارزش تر از هزاران کلمه باشد، اما هزاران کلمه ممکن است نتوانند ویژگی های یک تصویر را بیان کنند.»
علم فیزیک که در حال حاضر قلمرو وسیعی از جهان هستی را دربر گرفته، قرن ها قبل با تفکر و تدبر بشر در تصاویر زیبای طبیعت و عالم خلقت، شکل گرفته است. به گونه ای که بیشترین ارتباط و تعامل با دنیای واقعی را باید در شاخه های مختلف این علم جستجو کرد.
در یک تصویر ساده فیزیکی ممکن است حقایق بیشماری نهفته باشد؛ حقایقی را که می توان آنها را در شکل دید و خواند.
به گفتهٔ کارشناسان علم فیزیک، با استفاده از یک توصیف ساده و روان و با کمک تصاویر مناسب، می توان بستر مناسبی را در جهت درک مفاهیم فیزیک برای عموم دانش آموزان فراهم آورد و فرآیند یاددهی و یادگیری را تسهیل نمود.
همچنین وجود یک عکس و یا تصویر در کنار یک متن باعث جان بخشیدن به نوشته ها و ایجاد انگیزه و جذابیت برای فراگیران می شود.
بهترین جایگاه این تصاویر، کتاب های درسی فیزیک مدارس هستند که از آنها می توان به منظور آموزش بهتر مفاهیم فیزیک بهره برد.
در این مقاله با مطالعهٔ کتاب های درسی علوم و فیزیک مقاطع مختلف تحصیلی به بررسی کمی و کیفی جایگاه تصویر در این کتاب ها پرداخته شده است. و در ادامه از آسیب شناسی به کارگیری نادرست از تصویر سخن به میان آمده و در پایان چند پیشنهاد در زمینهٔ به کارگیری مناسب از تصویر در کتاب های درسی فیزیک ارایه شده است.

مقدمه:

یا رب این آیینه حُسن تو چه جوهر دارد
که درو آه مرا قوت تأثیر نبود
سر ز حیرت به می و میکده ها برکردم
چو شناسای تو در صومعه یک پیر نبود
نازنین تر ز قدت در چمن ناز نرسدت
خوش تر از نقش تو در عالم تصویر نبود
حافظ

پیش از اختراع حروف الفبا و از حدود ۳۵ هزار سال پیش، بشر برای ثبت وقایع یا رساندن مطالب خود، از کشیدن تصویر استفاده می کرد. در واقع تصویرنگاری، خود نوعی نوشتن بود که به تدریج گسترش و تکامل یافت.
با یک تصویر ساده می توان به حقایقی از زندگی انسان ها در هزاران سال پیش دست یافت. به عنوان مثال تصویر فوق که از کاوش های باستان شناسی در کشور مصر به دست آمده، نشان می دهد که مصریان قدیم به ورزش و بازی کردن علاقه داشته اند.
بخش قابل توجهی از پیشرفت و گسترش علوم مختلف، از جمله نجوم، قرن ها توسط دانشمندان و محققان صورت گرفته است.
در سرگذشت زندگی «ارشمیدس» آمده هنگامی که این دانشمند بزرگ، دایره هایی برای حل مسئله ای روی زمین رسم کرده بود، یک سرباز رومی به قصد خراب کردن آنها به این عالم شهیر نزدیک شده؛ و چون با اعتراض ارشمیدس مواجه می شود، توسط این سرباز به قتل می رسد.
در عصر حاضر به کمک دوربین های مختلف عکاسی، دقیقه به دقیقه تصاویر مختلفی از پدیده ها و رویدادهای علمی تولید می شود؛ که بسیاری از آنها در کتب درسی، مجلات و سایر نشریات علمی و پژوهشی مورد استفاده قرار می گیرد. قرار گرفتن این عکس ها در کنار یک متن باعث جان بخشیدن به نوشته ها می شود.
این مقاله نیز در همین راستا با بررسی های انجام شده بر روی کتاب های علوم تجربی دورهٔ ابتدایی و راهنمایی (بخش مربوط به فیزیک) و همچنین کتاب های فیزیک دورهٔ دبیرستان به نگارش درآمده است؛ که شامل نکات ارزنده و مثبتی از چگونگی به کارگیری تصویر در این کتاب ها از لحاظ کمی و کیفی می باشد.
امید است که این تلاش بتواند قدم مثبتی در راه همگانی کردن آموزش فیزیک برای عموم باشد.

فیزیک و تصویر

طبیعت و جهان هستی ساخته و پرداختهٔ پروردگاری است که زیباترین تصاویر عالم خلقت در آن متجلی است. هر کدام از این تصاویر، نشانگر قدرت و علم بی پایان خالق هستی است، که ما را متوجه او می کند.
در آیه ۲۴ سورهٔ حشر، خداوند متعال خود را تصویرگری مقتدر می خواند.
هُوَ اللهُ الْخَالِقُ الْبَارِئُ الْمُصَوِّرُ لَهُ الْاَسْمَاءُ الْحُسْنَى يُسَبِّحُ لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالاَرْضِ وَ هُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ
«اوست خدایی که آفریننده، پدید آرنده و تصویرگر است. برای او نام های نیکوست. و آنچه در آسمان ها و زمین است به تسبیح او مشغولند و او مقتدر و حکیم است.»
بابا طاهر عریان، شاعر گرانقدر همدانی در همین زمینه چنین سروده است:

به صحرا بنگرم صحرا ته وینم — به دریا بنگرم دریا ته وینم
به هرجا بنگرم کوه در و دشت — نشان روی زیبای ته وینم

دانشمندان و علمای علم فیزیک به کمک تصاویر زنده و بدیع طبیعت توانستند به کشف و رمز بسیاری از پدیده ها دست پیدا کنند.
در قرن شانزدهم میلادی با پیدایش اتاق تاریک که براساس مفاهیم علم فیزیک ساخته شد، تحول عظیمی در زمینهٔ علم تصویرگری و عکاسی به وجود آمد. این وسیلهٔ ساده منجر به ساخت دوربین های عکاسی فعلی و بسیار پیشرفته شد که به کمک آن، محققان و پژوهشگران عرصه های مختلف توانستند تصاویر ناب و منحصر به فردی از پدیده ها و موضوعات مختلف تهیه کنند.
فیزیک دانان نیز از این ابزار بهره برده و تاکنون توانسته اند از کوچک ترین ذرات تا دورترین کهکشان ها عسکبرداری کنند.
یک تصویر را می توان نمایش فشرده ای از یک مفهوم دانست که بدون وجود آن، درک و فهم بسیاری از موضوعات، مشکل و یا حتی غیرممکن خواهد بود.

حقایقی را که می توان آنها را در شکل دید و خواند.

آسیب شناسی

نادیـده گرفتن نقـش تصویر در آمـوزش فیزیک به معنـی نادیده گرفتن بسیاری از ایده ها و مطالب اساسی فیزیک است. اما با توجه به وجود ضعف هایی در نظام آموزشی، متأسفانه در زمینه به کارگیری تصویر در کتاب های درسی فیزیک آسیب هایی به چشم می خورد؛ که در اینجا به سه مورد آن اشاره می شود:

۱ـ وجـود تصاویر فقط به منظور پر کردن کتاب های درسـی نیسـت. اما متأسـفانه اغلب دانش آموزان به شکل ها و تصاویر به دیدهٔ تفنن نگاه می کنند و اگر در صفحه ای از کتاب یک شکل ببینند، نفس راحتی می کشند و با خود می گویند: این صفحه هم که شکل است و خواندنی نیست؛ چرا که اغلب عادت کرده اند مطالب را حفظ کنند و از نظر آنها شکل ها و تصاویر، حفظ کردنی نیسـتند و جزء سئوالات امتحانی هم که نمی باشند پس مهم نیسـتند، غافل از ایـن که در علوم امروزی و به ویژه فیزیک، شـکل ها و تصاویر اهمیت بسیار بسزایی در یادگیری دارند.

۲ـ یکی دیگر از آسیب های عمده که بر کتاب های درسی از جمله فیزیک وارد شده، جزوه شدن کل مطالب درس توسط بعضی از معلمان است. دانش آمـوزان نیز با مطالعهٔ این جزوه ها کـه حتی یک مورد تصویر در آنها دیده نمی شود، خود را بی نیاز از کتاب درسی می بینند. این عمل در واقع نوعی بی توجهی به اهداف آموزشی است که زحمات نویسندگان و مؤلفان کتاب های درسی را به هدر می دهد.

۳ـ با بررسی کتاب های درسی مشاهده می کنیم که با افزایش سن دانش آموزان، اکثر محتوای کتاب های درسـی به متون صرف تبدیل می شود و دیگر خبری از تصاویر در پایه های بالاتر نیست و این موضوع برای دانش آموزانی که شـکل ها و تصاویر تاکنون بخشـی از سیستم آموزشی شان را تشکیل می داده دشوار است.

در سـال های اخیر اسـتفاده از تصاویر و عکس های رنگی در کتاب های درسـی و کمک درسی رشـد قابل ملاحظه ای پیدا کرده است. در واقع هر تصویر به عنوان بخشی از مواد آموزشی محسوب شده، که در انتقال کامل یا بخشی از یک موضوع نقش مؤثری دارد و باعث جان بخشیدن به نوشته ها می شود. مؤلفان کتاب های درسی فیزیک نیز در سراسر جهان با اهداف تقریبـاً یکسـانی از تصاویر و عکس ها در متن این کتاب ها اسـتفاده می کنند.

با توجه به این که آموزش فیزیک از کلاس اول ابتدایی شروع می شود، با مطالعه و بررسـی های انجام شده روی کتاب های علوم تجربی و فیزیک مدارس و دقت در تصاویر گنجانده شـده در آنها، می توان اهداف زیر را از آوردن تصاویر در این کتاب ها استخراج کرد:

۱ـ تسهیل، تسریع و تثبیت در فرآیند یاددهی و یادگیری
۲ـ برقراری ارتباط بین فراگیران و موضوع درس
۳ـ درک بهتر مفاهیم
۴ـ ایجاد روحیهٔ خودباوری، خلاقیت و مشارکت در فراگیران
۵ـ ایجاد انگیزه و تفکر در فراگیران
۶ـ ایجاد نوعی آزمایشگاه مجازی
۷ـ جذاب کردن مطالب درسی
۸ـ فراهم کردن تجارب مثبت در فراگیران
۹ـ آشنایی با کاربردهای علم فیزیک در صنعت و تکنولوژی
۱۰ـ همگانی کردن آموزش فیزیک

الف: دوره ی ابتدایی

در تمام کشورها، آموزش علوم پایه از جمله فیزیک، از همان دوران ابتدایی و کودکی شـروع می شـود. با توجه به این که در این دوره، روش آموزش عمدتاً تجسـمی و شهودی است، مشـاهده می کنیم، اکثر صفحات کتاب های درسی مملو از تصاویر با حداقل متن است. در واقع در این دوره با زبان تصویر و عکس با دانش آموزان سخن گفته می شود.

دانـش آموزان در این مقطع بسـیاری از مفاهیم اصلی فیزیک را به کمک عکس ها و تصاویر سـاده در کتاب های علـوم تجربی خود یاد می گیرند. اگـر تصویر را از متن این کتاب ها حـذف کنیم عملاً چیزی از کتاب باقی نمی ماند.

از جملـه ویژگی های بـارز تصاویر در کتاب های علـوم تجربی این دوره عبارتند از:

۱ـ تصاویر به صورت عکس و با کمک دوربین های عکاسـی تهیه شـده است.

۲ـ اندازه این تصاویر بزرگ بوده و بیشتر فضای صفحه را پر کرده است.

۳ـ در عکس ها و نقاشـی ها به فضای ساد و رنگ های متنوع توجه ویژه شده است.

۴ـ حضـور خود دانش آموزان در بیشـتر تصاویر به عنـوان آزمایش کننده کاملاً مشهود است.

۵ـ تقویت صفاتی نظیر مشارکت، مشاهده، دقت در فراگیران از ویژگی بارز این تصاویر است.

جدول(۱) جایگاه تصویر را در این دوره نشان می دهد.

کلاس	تعداد صفحات فیزیک	تعداد تصاویرمربوط‌به‌فیزیک	نسبت‌تصویربه صفحه
اول	۳۰	۵۰	۱/۶۶
دوم	۵۰	۷۵	۱/۵
سوم	۳۶	۶۰	۱/۶۶
چهارم	۳۸	۴۵	۱/۱۸
پنجم	۳۶	۶۰	۱/۶۶
کل دوره	۱۹۰	۲۹۰	۱/۵۲

ب: دوره ی راهنمایی

در دوره ی سـه سـاله ی راهنمایی، کتاب های علـوم تجربی منبع اصلی یادگیری مفاهیم فیزیک اسـت. وجـود تصاویر در کتاب های علوم تجربی این دوره، به منزله ی بخشی از متن درسی برای درک بهتر موضوع درس است.

با توجه به جدول(۲) متوجه می شویم که تعداد تصاویر در این دوره نسبت بـه مقطع ابتدایی کاهش چندانی نداشـته ولی چنـد ویژگی خاص دارد که عبارتند از:

۱ـ انـدازهٔ تصاویر کوچک تر شـده و بیشـتر فضای صفحـه با متن های نوشتاری پر شده است.

۲ـ تعداد تصاویر نقاشی شده از عکس های طبیعی بیشتر است.

۳ـ کار گروهی و مشارکت دانش آموزان در عکس ها و تصاویر به چشم نمی خورد.

کلاس	صفحه اختصاص یافته به فیزیک	تعداد تصویر	نسبت تصویر به صفحه
اول	۶۴	۸۱	۱/۲۶
دوم	۵۲	۷۸	۱/۵۰
سوم	۷۲	۹۳	۱/۳۰
کل دوره	۱۸۸	۲۵۲	۱/۳۴

جدول (۲) جایگاه تصویر را در این دوره نشان می دهد.

ج: دوره متوسطه و پیش دانشگاهی

در این دوره با تخصصی شدن درس فیزیک، آموزش این علم با استفاده از کتاب های اختصاصی فیزیک صورت می گیرد. در این کتاب ها شیوهٔ آموزش عمدتاً به صورت متن نوشتاری است و از تصویر و عکس های طبیعی استفادهٔ کمتری شده است. اما در عوض، تعداد زیادی اشکال ترسیمی، نظیر آینه ها، عدسی ها، مدارهای الکتریکی و نمودار در کتاب های فیزیک این دوره به چشم می خورد که در واقع جزیی از متن نوشتاری درس هستند و بدون آنها متن درس ناقص خواهد بود.

جدول(۳) دوره‌ی متوسطه

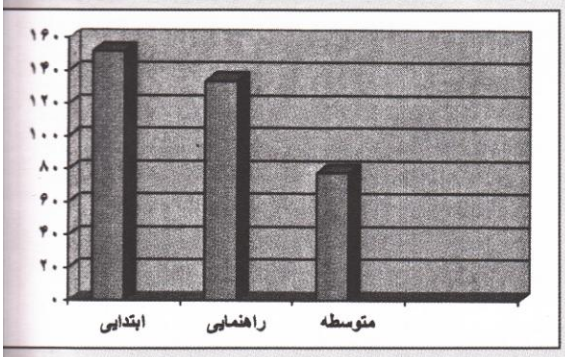
کلاس	تعداد صفحات	تعداد شکلها	نسبت تصویر به صفحه
اول	۱۶۴	۱۴۵	۰/۹۱
دوم	۱۷۶	۱۵۰	۰/۶۴
سوم	۲۰۲	۲۰۵	۰/۴۵
پیش دانشگاهی	۲۷۶	۱۵۰	۰/۵۴
کل دوره	۸۱۸	۶۵۰	۰/۷۹

جدول(۳) دورهٔ متوسطه

مقطع	تعداد صفحات	تعداد شکل	نسبت شکل به صفحه
ابتدایی	۱۹۰	۲۹۰	۱/۵۲
راهنمایی	۱۸۸	۲۵۲	۱/۳۴
متوسطه	۸۱۸	۶۵۰	۰/۷۹
کل دوره‌ها	۱۱۹۶	۱۱۹۲	۰/۹۹

جدول (۴) مقایسه دوره ها

با توجه به این جدول متوجه می شویم که تقریباً به ازای هر صفحه یک شکل (عکس، نمودار، نقاشی، رسم) وجود دارد، که همین موضوع از اهمیت نقش شکل و تصویر در آموزش فیزیک حکایت دارد.



نمودار فوق روند نزولی تصاویر را با افزایش سن دانش آموزان نشان می دهد.

نتیجه گیری و پیشنهاد

از آنچه گفته شد نتیجه می گیریم که بخشی از فرآیند آموزش فیزیک به کمک عکس ها و تصاویر صورت می گیرد. این نوع آموزش فراگیران را ملزم می سازد که بعضی از توانایی ها و مهارت ها را بیاموزند. تحقیقات نشان می دهد که وجود تصاویر مناسب در کنار مطلب درسی بر سرعت یادگیری می افزاید؛ که این امر در مورد دانش آموزان دورهٔ ابتدایی و راهنمایی قابل توجه است.

در سال های اخیر با توجه به پیشرفت سریع علوم و گسترش فناوری اطلاعات، مشاهده می کنیم که تصویرسازی در کتاب های درسی فیزیک از رشد قابل ملاحظه ای برخوردار بوده است. اما با همهٔ این محاسن، تغییر و بازنگری در محتوای این کتاب ها و نوع عکس ها تصاویر به کار گرفته شده ضروری به نظر می رسد.

در ادامه چند پیشنهاد به منظور بهبود وضعیت به کارگیری تصویر در کتاب های درسی ارایه می شود.

۱ـ از آنجا که محتوی برنامه های درسی متشکل از اجزایی از جمله تصویر نیز می باشد، لذا گزینش تصاویر مناسب و منطبق با متن درس، به منظور انتقال هرچه بهتر پیام و کمک به امر یادگیری از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۲ـ تصاویر باید از ابهام و پیچیدگی به دور باشند و اصول سادگی در آنها رعایت شود.

۳ـ تصاویر باید به گونه ای انتخاب شوند که در فراگیران ایجاد انگیزه و تفکر نمایند.

۴ـ توأم کردن متن با تصویر بخصوص در مقطع متوسطه امری ضروری به نظر می رسد.

۵ـ یکی از عوامل مؤثر در فرایند آموزش فیزیک زیباشناسی است؛ استفاده از تصاویر زیبا و جذاب باعث جلب توجه دانش آموزان شده و لذت بیشتری از درس می برند.

۶ـ تصاویر انتخابی باید روحیه خلاقیت، مشارکت و کار گروهی را تقویت نماید.

۷ـ طراحی روی جلد و پشت جلد کتاب برای جلب نظر دانش آموزان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بنابراین انتخاب بهترین و زیباترین تصویر برای جلد کتاب امری ضروری به نظر می رسد.

۸ـ برگزاری جشـنواره تصویرسـازی کتاب های درسـی فیزیک، مشکل مسـئولان امر را برای انتخـاب بهترین تصاویر تا حـدود زیادی برطرف خواهد کرد.

۹ـ بـه کارگیـری تصاویر متحرک اینترنتی و انیمیشـن های فیزیکی در کلاس درس و در کنـار تصاویـر ثابت کتاب های درسـی گام مهمی در برقراری ارتباط بین فناوری و کتاب های درسی خواهد بود.

با ایجاد این تغییرات مثبت، می توان کتاب های درسی فیزیک را به کتاب هایی خوش نما تبدیل کرد، و گام بزرگی به سوی یادگیری آسان و شوق انگیز فیزیک برداشت.

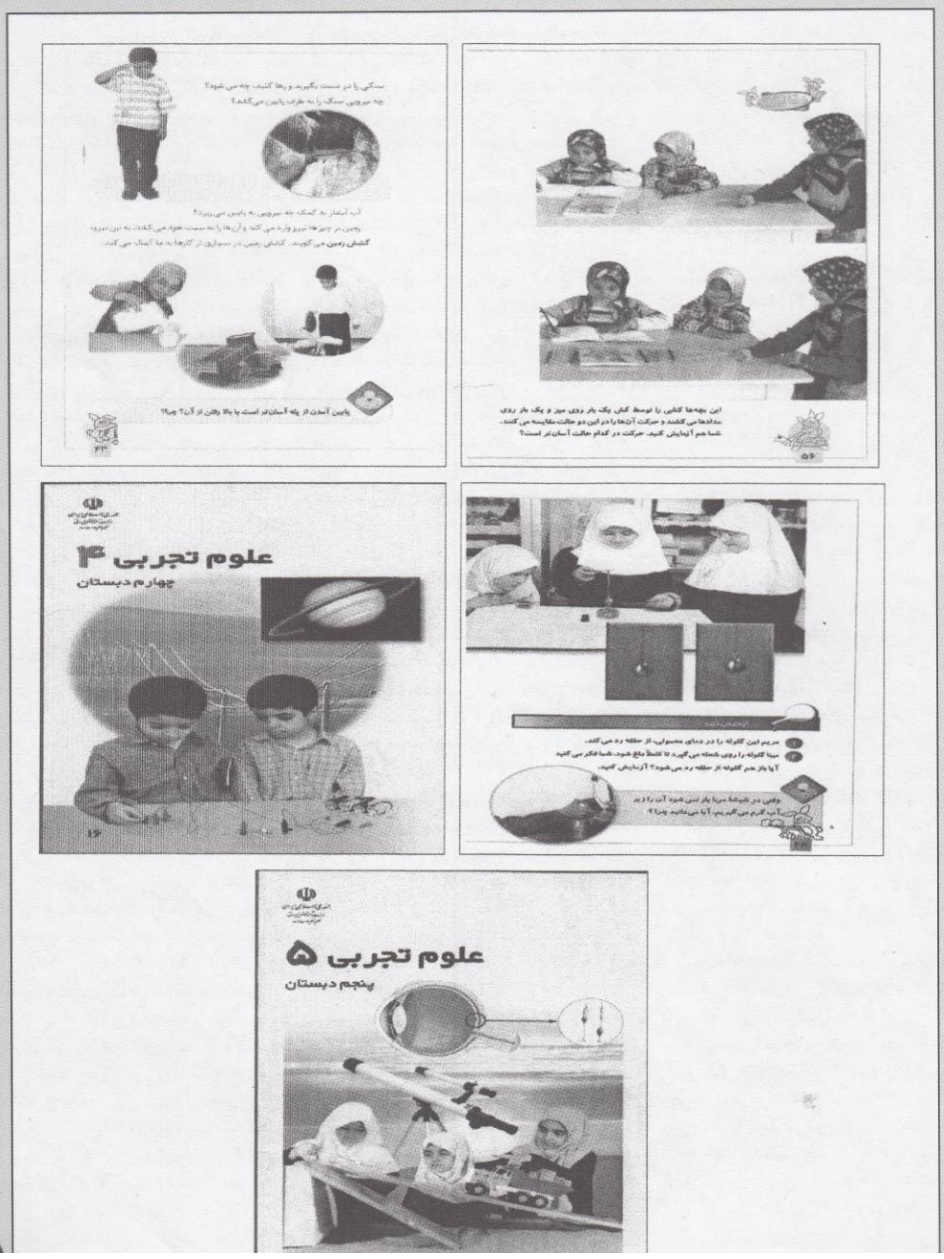
منابع:

۱ـ کتاب های علوم تجربی دورهٔ ابتدایی و متوسطه

۲ـ کتاب های فیزیک دورهٔ متوسطه و پیش دانشگاهی

۳ـ کتاب های راهنمای معلم علوم و فیزیک

۴ـ کتاب درک فیزیک با رویکرد تصویر نوشـته بریان آرنولد. مترجم روح الله خلیلی بروجنی، انتشارات مدرسه برهان، ۱۳۸۴



نظریهٔ وحدت در فیزیک

دکتر عزیزالله عزیزی-بخش فیزیک-دانشگاه شیراز

همه نیروهای شناخته شده طبیعت را می توان براساس چهار نیروی بنیادی طبیعت بنا نهاده و توضیح داد. نیروهای بنیادی و برخی از آثار مستقیم آنها را می توان چنین برشمرد:

۱ـ نیروی گرانشی (سقوط اجسام، حرکت ماه و ماهواره ها به دور زمین، حرکت سیارات به دور خورشید، ساختار کهکشان ها و خوشه های کهکشانی و...)

۲ـ نیروی الکترومغناطیسی (ساختار اتم ها و مولکول ها و جامدات و مایعات، امواج الکترومغناطیسی و...) توضیح این که، هر دو نیروی الکتریکی و مغناطیسی منشأ واحدی دارند و نیروی مغناطیسی از حرکت بارهای الکتریکی نشأت می گیرد (تک قطبی مغناطیسی نداریم).

۳ـ نیروی ضعیف (قرار گرفتن الکترون و پروتون در نوترون و...)

۴ـ نیروی قوی (تشکیل پروتون از کوارک ها، قرار گرفتن پروتون ها و نوترون ها در هسته اتم ها و...)

اگر این نیروها را در مقیاس مناسبی با هم مقایسه کنیم، می توان آن ها را از ضعیف تر به قوی تر چنین برشمرد: نیروی گرانشی، نیروی ضعیف، نیروی الکترومغناطیسی و نیروی قوی. نیروی گرانشی و نیروی الکترومغناطیسی دارای برد بلند هستند یعنی دامنه اثر آنها تا بی نهایت ادامه دارد، در حالی که دو نیروی دیگر دارای برد کوتاه هستند (در حدود ابعاد هسته).

نیروی گرانشی را می توان مسئول ساختار کیهانی (مقیاس بزرگ) دانست، در حالی که نیروی الکترومغناطیسی در مقیاس اتمی تا ابعاد یک سیاره عمل می کند (زندگی روزمره ما بیشتر وابسته به این نیرو است). دو نیروی دیگر در ابعاد زیر اتمی کار می کنند.

نظریه ی سنتی نیرو تنها در ابعاد ماکروسکپیک کارآیی دارد و در ابعاد میکروسکپیک نظریه ی میدان های کوانتومی جایگزین آن می شود. چون برد نیروهای ضعیف و قوی، که بهتر است آنها را بر همکنش های ضعف و قوی بنامیم، بسیار کوتاه است، تنها با نظریه ی میدان های کوانتومی توصیف می شوند. در نظریه میدان های کوانتومی عامل اثر دو جسم بر یکدیگر گسیل و دریافت ذراتی (کوانتاهایی) است که آنها را واسطه می نامیم. مثلا ذره ی A مرتباً ذرات واسطه را گسیل می کند و ذره ی B اگر آنها را دریافت کند، با آنها اندرکنش می کند و همچنین ذره ی B ذرات واسطه را گسیل می کند و ذره ی A آنها را دریافت می کند و با آنها اندرکنش می کند. لذا اندرکنش دو ذره A و B توسط این ذرات واسطه صورت می گیرد. نظریه ی میدان های کوانتومی چگونگی این مکانیزم را بیان می کند. دو برهمکنش بلند برد الکترومغناطیسی و گرانشی توسط همین واسطه ها، یعنی فوتون و گراویتون، صورت می گیرد.اگر بخواهیم خط سیر تاریخی تحول مکانیک را مرور کنیم، می توان آن را چنین بیان کرد (به عنوان نمونه، مثالی از موفقیت هر نظریه در

زمان، انقباض طول) و مکانیک کوانتومی (تونل زنی) ⇐ مکانیک کوانتومی نسبیتی (پادذره)⇐ نظریه میدان های کوانتومی (تولید زوج). زیباترین نظریه ای که به لحاظ نظری و انطباق با تجربه تاکنون پرداخته شده است، نظریه الکترودینامیک کوانتومی (QED) است.

با توجه به مرتبه ی بزرگی دو برهمکنش الکترومغناطیسی و ضعیف و حضور ذرات باردار در هر دو برهمکنش، نظریه ای پرداخته شد که الکتروضعیف نامیده شد. این سرآغاز وحدت دو نیروی بنیادی طبیعت در قالب یک نظریه ی واحد بود. به این ترتیب در محدوده ای از انرژی ها رفتار دو برهمکنش الکترومغناطیسی و ضعیف قابل تمیز نیست و در انرژی های پایین تر از آن رفتارها به دو دسته ی الکترومغناطیسی و ضعیف قابل تفکیک هستند. ذرات Z و W و فوتون ها واسطه ی برهمکنش الکتروضعیف هستند. تلاشی مشابه تلاش قبل منجر به خلق نظریه ی کرومودینامیک کوانتومی (QCD) گردید که توسط آن برهمکنش کوارک ها و هادرون ها توضیح داده می شود. در این نظریه، گلوان ها واسطه ی برهمکنش هستند.

علاقه و تلاش فیزیکدانان برای متحد کردن سه برهمکنش کوانتومی در محدوده انرژی های بالا افزایش یافت و حدود سه دهه از طرح ایده های جدید برای وحدت نیروها می گذرد. نظریه وحدت برهمکنش های الکتروضعیف و قوی را وحدت بزرگ (GUT) می نامند. بدین ترتیب در محدوده ای از انرژی های بالا رفتار سه برهمکنش قابل تمیز نیست و تنها در انرژی های پایین تر رفتارها تفکیک می شوند.

این سئوال مطرح است که گرانش چه می شود؟ جالب است اشاره شود که نظریه ی وحدت برهمکنش های گرانشی با الکترومغناطیس بسیار زودتر از جدی شدن تئوری وحدت نیروها مورد مطالعه قرار گرفته بود. حالا با سه برهمکنش کوانتومی و یک برهمکنش غیرکوانتومی (گرانش) روبرو هستیم و تاکنون همه تلاش ها برای کوانتومی کردن نظریه گرانش به نتیجه نرسیده است.یکی از نظریاتی که در سه دهه ی گذشته با پشتکار و تلاش صدها فیزیکدان در سراسر عالم جهت نیل به هدف وحدت ساخته و پرداخته شده، نظریه ی ریسمان است. از این نظریه که به لحاظ ساختار ریاضی بسیار پیچیده تر از نظریات ماقبل خود است، جواب هایی که دلالت بر وجود فوتون و گراویتون دارند استخراج می شوند. ولی تاکنون نتوانسته ایم مدل استاندارد و یا نظریه گرانش را از آن بیرون بکشیم. یکی از ویژگی های این نظریه این است که در آن ذرات موجود در نظریه، بدون بعد (نقطه ای) نیستند، بلکه به صورت یک ریسمان یک بعدی هستند (دارای طول هستند) و این باعث غنای نظریه، و البته پیچیدگی زایدالوصف آن شده است.نظریات دیگری نیز وجود دارند که نگرش آنها به مسئله ی وحدت با نگرش های قبلی متفاوت است. در نظریه های متداول وحدت تلاش بر ساختن نظریه

سطوح بالاتر را مستقیماً از نظریه ی جدید استخراج کنیم. سئوالی که امروزه مطرح است، این است که آیا می توان گرانش را کوانتومی کرد؟ یعنی آیا اساساً ایده ی کوانتومی کردن گرانش ایده ی درستی است؟ اگر بخواهیم از بالا به پایین برویم اساساً باید چنین بیندازیم که چون سه برهمکنش از چهار تا با نظریه ی میدان های کوانتومی وحدت یافته اند، پس آن یکی نیز باید به این سه ملحق شود.

اگر گرانش را مسئول ساختار فضا ـ زمان بدانیم، تکلیف ما با کوانتومی کردن فضا ـ زمان چیست؟ در حالی که در نظریه میدان های کوانتومی، فضا و زمان دو پارامتر پیوسته و از قبل موجود هستند و تحول ها همه نسبت به فضا ـ زمان سنجیده می شوند. نظریه ی ریسمان نیز چنین است، هم کوانتومی است و هم فضا ـ زمان در آن پارامترهای پیوسته و از قبل موجود هستند.

در نظریه های جدیدتری چون Lop Quantum Gravity (LQG) یا Dynamical Cellular Network (DCN) اساساً تفکر از بالا به پایین کنار گذاشته شده و سعی در بنا کردن نظریه ای زیرین بدون الگو گرفتن از مدل های موجود است. در این نظریات، از یک زمینه ی ریاضی محض شروع کرده و سعی بر آن است که فضا ـ زمان، ذرات و کوانتوم مکانیک از آن استخراج شود. در این نظریات همه چیز از جنس ریاضیات هستند.

همانگونه که می دانیم، یک نظریه ی فیزیکی با محک تجربه مهر تأیید می خورد. نظریه هایی همچون QED، الکتروضعیف و QCD به خوبی با تجربه در توافقند و لذا به عنوان نظریه هایی فیزیکی شناخته شده اند. اما نظریه ی وحدت بزرگ، مدل های ماورای استاندارد، نظریه ی ریسمان و یا نظریات جدید دیگر هنوز محک تجربه نخورده اند و صحت و سقم آنها در پرده ی ابهام است.

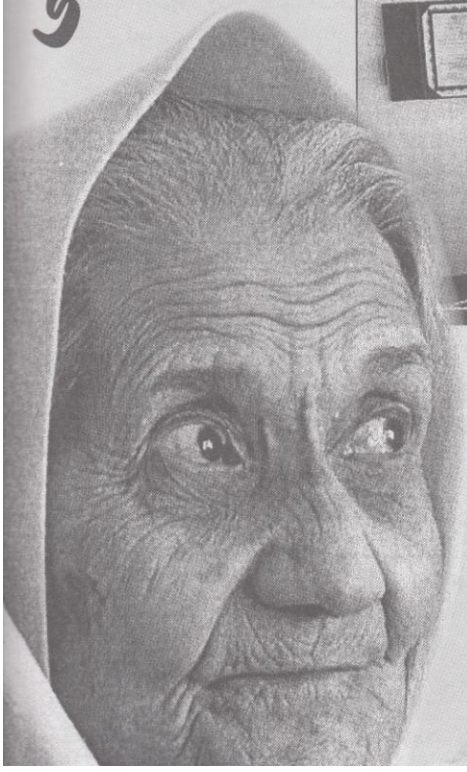
برای تجربه کردن نظریه های میدان های کوانتومی، آزمایشگاه های مجهز، عظیم و بسیار گران قیمت لازم هستند. برای برپا کردن هر کدام از این آزمایشگاه ها، مثل Fermi Lab، SLAC، LEP و CERN (اخیراً LHC)، صدها میلیون دلار هزینه شده و هزینه نگهداری و تأمین برق هر کدام از آنها ماهیانه میلیون ها دلار برآورد می شود. برای محک زدن نظریه های جدید هنوز آزمایشگاهی در نظر گرفته نشده است. لذا تأیید این نظریه ها از روش های متعارف آزمایشگاهی بعید به نظر می رسد.یکی از شاخه های ترکیبی نظریه های میدان های کوانتومی و گرانش، نظریه ی کیهانشناسی است. براساس این نظریه جهان آغازی دارد و برای تاریخ جهان از بدو خلقت تا امروز سناریویی نوشته می شود (نظریه مهبانگ). مسلماً در این سناریو آغاز جهان باید به گونه ای شروع شود که جهان امروز را نتیجه دهد. با تنظیم دقیق پارامترها در نظریه های دخیل و یا وارد کردن یک نظریه ی جدید، می توان سناریوی جدیدی نوشت و در آزمایشگاه بزرگ کیهانی آن را آزمود. شاید

نخستین بانوی فیزیکدان ایرانی

نخستین بانوی استاد فیزیک ایران بعد از بنیانگذاری نخستین رصدخانه و تلسکوپ خورشیدی تاریخ نجوم ایران، فارغ التحصیل از دانشگاه سوربن پاریس و ۳۰ سال تدریس در دانشگاه هم اکنون با خیالی آسوده و خاطراتی خوش بر روی تخت آسایشگاه سالمندان، تنها افتخار خود را تربیت دانشجویان موفق (استادان امروز) می داند. آلینوش طریان در سال ۱۲۹۹ در خانواده ارمنی در تهران متولد شد. وی در خرداد سال ۱۳۲۶ با درجه لیسانس فیزیک از دانشکده علوم دانشگاه تهران فارغ التحصیل و در مهرماه همان سال به سمت کارمند آزمایشگاه فیزیک دانشکده علوم استخدام شد و یک سال بعد به عنوان متصدی عملیات آزمایشگاهی در دانشکده علوم منصوب شد. پس از تلاش بی نتیجه برای متقاعد کردن استادش (دکتر حسابی) برای کمک به اعزام وی به خارج از کشور، با هزینه شخصی خود به بخش فیزیک اتمسفر دانشگاه پاریس رفت.

دانشنامه دکترای دولتی را از دانشگاه علوم پاریس در سال ۱۹۵۶ میلادی (۱۳۳۵ شمسی) دریافت کرد وبه دلیل خدمت به کشورش پیشنهاد کرسی استادی دانشگاه سوربن را رد کرد و به ایران بازگشت و با سمت دانشیار فیزیک رشته ترمودینامیک در گروه فیزیک مشغول به کار شد.

در سال ۱۳۳۸ دولت فدرال آلمان غربی بورس مطالعه رصدخانه فیزیک خورشیدی را در اختیار دانشگاه تهران قرار داد و وی برای این بورس انتخاب شد و از فروردین سال ۱۳۴۰ به مدت ۴ ماه به



آلمان رفت و بعد از انجام مطالعات به ایران بازگشت.

۳ سال بعد در تاریخ ۹ خرداد ۱۳۴۳ به مقام استادی ارتقا پیدا کرد و بدین ترتیب او اولین فیزیکدان زن است که در ایران به مقام استادی رسید. در تاریخ ۲۹ آبان سال ۴۵ عضو کمیته ژئوفیزیک دانشگاه تهران انتخاب شد و در سال ۴۸ رسماً به ریاست گروه تحقیقات فیزیک خورشیدی مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران منصوب شد و در رصدخانه فیزیک خورشیدی که خود وی در بنیانگذاری آن نقش عمده ای داشت، فعالیت خود را آغاز کرد. وی که اولین کسی بود که در ایران درس فیزیک ستاره ها را تدریس کرد، در سال ۵۸ تقاضای بازنشستگی داد و به افتخار بازنشستگی نائل شد.

منبع: اینترنت

نقد و بررسی سئوالات امتحانی خرداد ماه ۸۶

◆◆◆◆◆ مجید وکیل زاده دبیر فیزیک دبیرستان های شیراز

۱ـ فیزیک ۳ و آزمایشگاه رشته ریاضی فیزیک (امتحان نهایی ۳/۱۰/ ۸۶)

در دقایق اولیه برگزاری این امتحان غیرمعمولی بودن آن از نظر شکل ظاهری سئوالات و عدم رعایت طرح سئوالات از ساده به دشوار (سئوال های ۲ و ۳) کاملاً مشخص گردید. بدون تردید آشفتگی فکری و نگرانی دانش آموزان در شروع امتحان اثر منفی خود را حتی برای جواب دادن به سئوالات متوسط و ساده خواهد گذاشت بنابراین تغییر بارم و یا حذف بعضی از سئوالات نمی تواند این اثر منفی را جبران کند. پس از برگزاری امتحان، اعتراض های وسیع در سراسر کشور این انتظار را برای دبیران و به ویژه دانش آموزان ایجاد کرده بود که امتحان دیگری برگزار شود اما متأسفانه فقط به تغییر بارم بعضی از سئوال ها اکتفا شد. در تغییر بارم توجهی به ریز بارم ها نشد. در نتیجه در تصحیح برگه ها روش های متفاوتی مشاهده گردید. به عنوان مثال در برگه جدید راهنمای تصحیح برای سئوال ۷ آمده است:

$$\Delta u = \Delta v.q \Rightarrow \Delta V = (V_B - V_A)q \Rightarrow$$
$$\Delta V = -22 \times 2 \Rightarrow \Delta U = -44\mu J$$

(۰/۲۵) نمره

ملاحظه می شود که نوشتن فرمول و جاگذاری و محاسبه و نتیجه گیری فقط ۰/۲۵ نمره دارد، حال چگونه مصحح برگه این ۰/۲۵ نمره را لحاظ کند، آیا فقط برای نوشتن فرمول یا جاگذاری مقدار کمیت ها. جالب توجه است که همکاران ارجمند، ریز بارم سئوال ۱۵ را نیز در نظر بگیرند:

$$\bar{\varepsilon} = -A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$
$$\bar{\varepsilon} = -۴۰۰ \times ۱۰^{-۴} \frac{-۰/۴}{۰/۰۸}$$
$$\bar{\varepsilon} = ۰/۲V$$

(در جمع ۱/۲۵ نمره)

با توجه به این که مراحل جوابگویی به این دو سئوال کاملاً مشابه می باشد، برای یکی (۰/۲۵ نمره) و برای دیگری (۱/۲۵ نمره) در نظر گرفته شده است.

سئوال ۹ این مجموعه سئوالات دارای دو قسمت الف و ب است و دانش آموزان اگر از چاله الف این سئوال عبور کنند به درون چاه قسمت ب می افتند که تعداد خانه ها را به درستی شمارش کرده و در سطح هر خانه ضرب کنند. به راستی که این مجموعه سئوالات بازی کودکانه مار و پله کان را تداعی می کند که پس از گذارهای متوالی از سئوال های معمولی گرفتار نیش سئوال های آنچنانی می گردی.

در بخشنامه مدیرکل سنجش و ارزشیابی تحصیلی وزارت آموزش و پرورش بیان می شود:

۱ـ هیچگونه اشکال علمی و محتوایی بر سئوالات وارد نبوده و کلیهٔ سئوالات از کتاب درسی و محتوای آن بوده است.

۲ـ سئوالات امتحانی براساس بارم بندی ارسالی توسط دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی طراحی شده است.

با توجه به این دو بند بخشنامه می بایست بیان می شد که کلیه اعتراض ها بی مورد و غیرمنطقی است، اما در بند ۳ بیان می شود که تعدادی از سئوالات به نظر اکثریت حاضر در جلسه از سطوح یادگیری بالاتری برخوردار هستند.

متناقض بودن بند ۳ با بند ۱ این بخشنامه کاملاً مشخص است. سئوال این است که تا سقف چند نمره می توان سئوالاتی را در این سطوح یادگیری بالاتر طرح کرد؟ آیا منطقی است از کتاب درسی و محتوای آن طوری سئوال طرح کرد که بیشتر دانش آموزان را دچار نگرانی و آشفتگی فکری کند.

امیدواریم و تقاضا داریم با توجه بیشتر مسئولین و طراحان سئوال های امتحان نهایی در آینده شاهد تکرار این نمونه سئوال نباشیم.

۲ـ فیزیک ۲ پیش دانشگاهی رشته ریاضی (آزمون هماهنگ کشوری ۸۶/۲/۲۷)

در این آزمون یک سئوال به صورت زیر طرح گردیده است:

سئوال: تاکنون یک کپه زغال روشن را مشاهده کرده اید، شدت تابشی در کدام ناحیه ها بیشتر است؟ توضیح دهید.

و جوابی که طراح سئوال در راهنمای تصحیح مطرح کرده به صورت زیر است:

جواب سئوال: لابه لای زغال ها (فضاهای خالی) شدت تابشی از جاهای دیگر بیشتر است زیرا این فضاهای خالی نزدیک تر به طرحواره یک جسم سیاه است و جسم سیاه بیشترین شدت تابشی را دارد.

در یک مرکز آموزش پیش دانشگاهی از ۱۰۰ نفر دانش آموز فقط ۱ نفر به این سئوال جواب تقریباً صحیح داده است که آن هم به گفته خود دانش آموز شانسی و بدون اطمینان کامل بوده است. بنابراین این سئوال را نه به عنوان سئوال دشوار بلکه می بایست به عنوان یک سئوال سلیقه ای و مبهم در نظر گرفت. زیرا درک جسم سیاه در مبحث الکترومغناطیس برای دانش آموزان پیش دانشگاهی مشکل است و اگر بتوانند جسم سیاه را با مثالی تعریف و بیان کنند کافی است. با بررسی جواب هایی که دانش آموزان برای این سئوال داده اند بیان حافظ «چون ندیدند حقیقت، ره افسانه زدند» در نظر می آید. در این مورد سه نمونه جواب طنزگونه برای این سئوال بیان می گردد.

جواب ۱: شدت تابشی در وسط کپهٔ زغال قرار دارد زیرا خاکسترها روی آن می ریزند و از سرد شدن آن جلوگیری می کند.

جواب ۲: در قسمت روی سطح آن بیشتر است زیرا در این قسمت گرما و انرژی در روی نوارها و ترازهای بالاتری قرار می گیرد و در این حالت طول موج بیشتر است و سطح روی زغال بیشتر است و تراز بالاتر بر راستای انتشار نیز عمود است.

جواب ۳: در مرکز آن زیرا هنگامی که زغال را روشن می کنیم امواج الکترومغناطیس (آتش) در مدت زمان یک ثانیه در سطح زغال می سوزد وقتی زغال ها روی هم انباشته شده آتش در سطح آن می سوزد و در سطح و بالای آن شعله زیاد است.

هرچند بارم این سئوال ۰/۵ نمره در نظر گرفته شده ولی به هر حال لازم است به ویژه در سئوالات نهایی و هماهنگ کشوری از طرح سئوال های سلیقه ای و مبهم جلوگیری شود. این نوع ابهام در پاسخگویی وقتی پیش می

آید که طراح سوال فقط به مورد خاصی از جواب که در نظر خودش است توجه داشته باشد در حالی که اگر بیشتر بررسی شود مشخص می گردد که با فرمی که سئوال طرح شده است پاسخ های منطقی دیگر نیز می بایست پذیرفته شود و اگر دانش آموز مطالعه کافی را داشته باشد، با زمینه علمی پاسخ های دیگر را مطرح می کند و در صورتی که مطالعه در حد کم انجام گرفته باشد پاسخ های حاشیه ای و غیرمنطقی نیز شاهد خواهیم بود. در واقع می توان نتیجه گرفت که اگر طرح سئوال به صورت شفاف و مشخص انجام نشود زمینه ی بیراهه رفتن دانش آموزان در پاسخگویی به وسیله طراح سئوال ایجاد می شود و بالطبع اعتراض های منطقی و یا غیرمنطقی را پس از برگزاری امتحان در پی خواهد داشت. در این مورد یک ماجرای واقعی و نمونه ی بسیار جالبی که مربوط به یکی از دانشمندان صاحب نام فیزیک می باشد مطرح می گردد که شاهد مثال خوبی برای این نوع اشکال ها در طراحی سئوال می باشد.

این سئوال یکی از سئوالات امتحان فیزیک در دانشگاه کپنهاگ بود.

سئوال: «توضیح دهید که چگونه می توان با استفاده از یک فشارسنج ارتفاع یک آسمان خراش را اندازه گرفت؟»

یکی از دانشجویان چنین پاسخ داد: «به فشارسنج یک نخ بلند می بندیم، سپس فشارسنج را از بالای آسمان خراشی طوری آویزان می کنیم که سرش به زمین بخورد. ارتفاع ساختمان مورد نظر برابر با طول نخ به اضافهٔ طول فشارسنج خواهد بود».

پاسخ مطرح شده از نظر استاد تصحیح کننده سئوالات چنان مسخره می آمد که استاد بدون تأمل دانشجو را مردود اعلام کرد. اما پس از اعلام نتایج دانشجو اصرار داشت که پاسخ او کاملاً درست است و درخواست تجدیدنظر در نمره ی خود کرد. به خاطر اصرار زیاد دانشجو، یکی از اساتید دانشگاه به عنوان رسیدگی کننده به اعتراض دانشجو تعیین شد و قرار شد که تصمیم نهایی را این استاد بگیرد.

نظر استاد این بود که پاسخ دانشجو در واقع درست است، ولی نشانگر هیچگونه دانشی نسبت به اصول علم فیزیک نیست. پس تصمیم گرفته شد که دانشجو احضار شود و در طی فرصتی شش دقیقه ای پاسخی شفاهی ارایه دهد که نشانگر حداقل آشنایی او با اصول علم فیزیک باشد.

دانشجو در پنج دقیقه اول ساکت نشسته بود و فکر می کرد. استاد مورد نظر به او یادآوری کرد که زمان تعیین شده در حال اتمام است. دانشجو گفت که چندین روش به ذهنش رسیده است ولی نمی تواند تصمیم گیری کند که کدام یک بهترین می باشد. استاد به او گفت که عجله کند و دانشجو پاسخ داد: «روش اول این است که فشارسنج را از بالای آسمان خراش رها کنیم و مدت زمانی که طول می کشد به زمین برسد را اندازه گیری کنیم. ارتفاع ساختمان را می توان با استفاده از این مدت و فرمولی که روی کاغذ نوشته ام محاسبه کرد». دانشجو بلافاصله افزود «ولی من این روش را پیشنهاد نمی کنم چون ممکن است فشارسنج خراب شود».

«روش دیگر این است که اگر خورشید می تابد طول فشارسنج و سپس طول سایهٔ آن را اندازه گیری کنیم و آنگاه طول سایهٔ ساختمان را نیز اندازه گیری کنیم و با استفاده از نتایج و یک نسبت هندسی ساده ارتفاع ساختمان را محاسبه کنیم، رابطه ی این روش را نیز روی کاغذ نوشته ام».

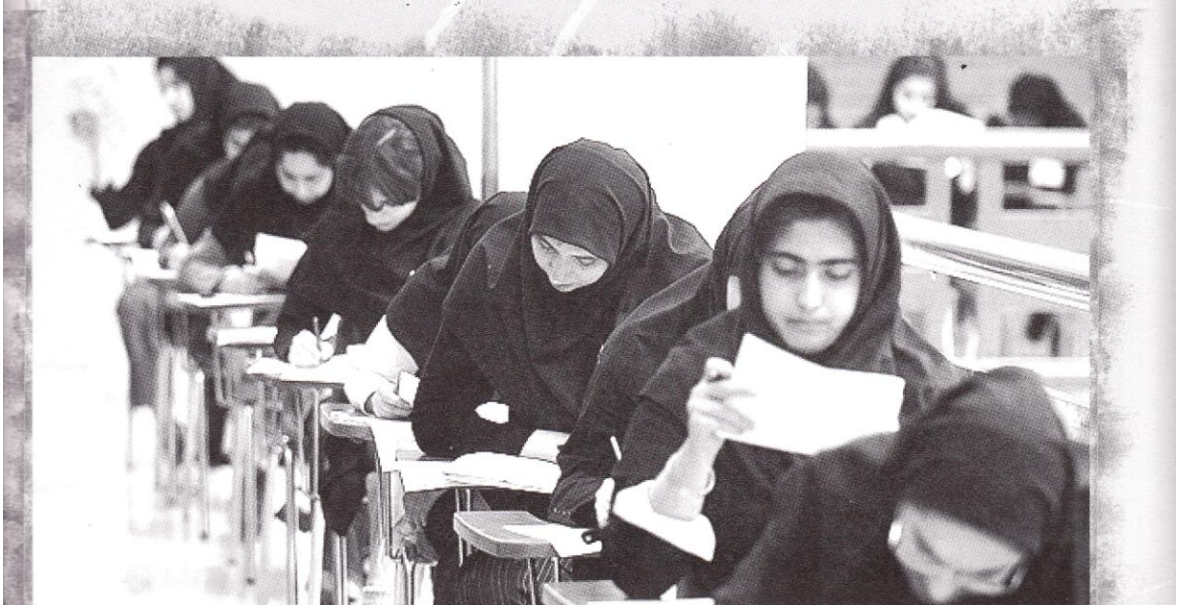
«ولی اگر بخواهیم با روش علمی تر ارتفاع ساختمان را اندازه بگیریم می توانیم یک نخ کوتاه را به انتهای فشارسنج ببندیم و آن را مانند آونگ ابتدا در سطح زمین و سپس در پشت بام آسمان خراش به نوسان درآوریم. سپس ارتفاع ساختمان را با استفاده از اختلاف نیروی گرانش دو سطح به دست آوریم. من رابطه های مربوط به این روش را که بسیار طولانی و پیچیده می باشند را در این کاغذ نوشته ام.

ها! یک روش دیگر که چندان هم بد نیست: اگر آسمان خراش پله اضطراری در بیرون و کنار ساختمان داشته باشد می توانیم با استفاده از فشارسنج سطح بیرونی ساختمان را پشت سر هم علامت گذاری کرده و بالا برویم و سپس با استفاده از تعداد علامت ها و طول فشارسنج ارتفاع ساختمان را به دست بیاوریم.

ولی اگر شما خیلی سرسختانه دوست داشته باشید که از خواص مخصوص فشارسنج برای اندازه گیری ارتفاع استفاده کنید، می توانید فشار هوا را در سطح زمین و سپس در بالای ساختمان اندازه گیری کنید و سپس با استفاده از اختلاف فشارهای اندازه گیری شده ارتفاع ساختمان را به دست آورید.

ولی بدون شک بهترین راه این می باشد که به سرایدار آسمان خراش مراجعه کنیم و به او بگوییم که اگر دوست دارد صاحب این فشارسنج زیبا بشود می تواند ارتفاع آسمان خراش را به ما بگوید تا فشارسنج را به او بدهیم!

دانشجویی که داستان او را خواندید نیلز بور بود! فیزیکدان دانمارکی؟!



دو مسأله ی جایزه دار

از آغاز انتشار مجله ی آذرخش برآن بودیم که با ارائه ی تعدادی مسأله ی فیزیک برای حل، سرگرمی مناسبی را برای همکاران فراهم کنیم. علی رغم این که این مسایل می تواند منبع مناسبی برای طرح در کلاس باشد، متأسفانه تاکنون همکاری مناسبی از جانب دبیران فیزیک دریافت نکرده ایم. ضمنا برای این که حل مسایل فیزیک مطرح شده در اختیار همکاران گرامی قرار بگیرد در هر شماره با درج مجدد مسایل به حل آنها هم اقدام کردیم. برای جلب همکاری دبیران محترم فیزیک از این شماره یک یا دو مسألهٔ جالب فیزیک را برای حل مطرح می کنیم. همکاران محترم می توانند با ارسال حل دقیق مسایل فیزیک از جایزه ی مناسبی که برای این منظور در نظر گرفته ایم برخوردار شوند.

مسأله ی ۱

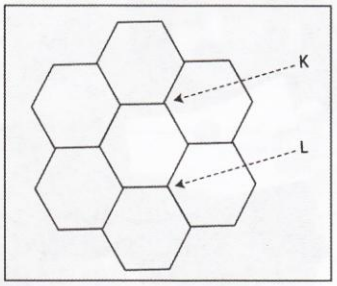
مطابق شکل درون جلد، به انتهای طناب بسیار سبکی، مخزن مکعبی شکل به طول ضلع $2a$ بسته شده است. مخزن را از مایعی به جرم M_0 پر می کنیم. در زیر مخزن سوراخ کوچکی است که مایع با آهنگ ثابت r از آن فرو می ریزد. در لحظه ی t ارتفاع مایع درون مخزن l و طول آونگ که به طور نسبی از مرکز جرم لحظه ای دستگاه اندازه گیری می شود است. از جرم مخزن صرفنظر می شود و آونگ را آونگی ساده در نظر می گیریم.

الف: دوره ی نوسانات کم دامنه ی آونگ را برحسب تابعی از زمان بیابید.

ب: نمودار تغییرات دوره ی آونگ را برحسب زمان رسم کنید.

پ: اگر جرم مخزن را M_0 بگیریم (هم جرم با مایع درون آن) چه تغییری در جواب مسأله روی می دهد؟ مرکز جرم مخزن را بر مرکز هندسی آن منطبق می گیریم.

مسألهٔ ۲



شکل زیر قسمتی از یک مدار نامحدود را که از سیم رسانا ساخته شده است نشان می دهد. مقاومت هر ضلع، شش ضلعی منظم R است. در صورتی که مقاومت معادل میان دو نقطه ی K و L برابر با 10Ω باشد، مقاومت R چند اهم می شود؟

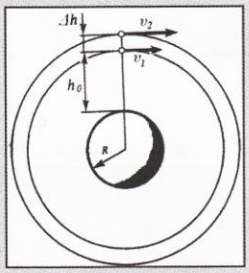
حل مسایل جامع فیزیک شمارهٔ پیش

ترجمه ی: صیاد رزمکن
منبع: QUANTUM

۱ـ ضریب شکست جو سیاره ی مشخصی برحسب ارتفاع از سطح آن طبق رابطه ی $n = n_o - \alpha h$ کاهش می یابد که در آن h ارتفاع از سطح سیاره است. ارتفاع h را طوری بیابید که پرتوهای نور در این ارتفاع بتوانند در مسیری دایره ای سیاره را دور بزنند.

حل: در جو سیاره ای که ضریب شکست n با افزایش ارتفاع، کاهش می یابد، پرتو نور در راستای خط مستقیم سیر نمی کند. هر جبهه ی موج $V = \frac{c}{n}$ با جهت خود را تغییر می دهد و منحرف می شود زیرا طبق رابطه ی افزایش ضریب شکست، سرعت سیر نور کاهش می یابد.

مطابق شکل (۱) Δh عرض کانالی است که نور در مسیر دایره ای سیاره را دور می زند. حال دو پرتو مشخص را در نظر بگیرید. پرتویی که در ارتفاع ثابت h_o قرار دارد، سیاره را در مدت زمان زیر دور می زند:



شکل ۱

$$t = \frac{2\Pi(R + h_o)}{V_1} = 2\Pi(R + h_o) \times \frac{n_o - \alpha h_o}{C}$$

پرتوی دیگری که در ارتفاع $\Delta h << h_o$ از پرتوی اول قرار دارد، سیاره را در ارتفاع $h_o + \Delta h$ در همان مدت زمان قبلی دور می زند.

$$t = \frac{2\Pi(R + h_o + \Delta h)}{V_2} = 2\Pi(R + h_o + \Delta h) \times \frac{n_o - \alpha(h_o + \Delta h)}{C}$$

با فرض اینکه $\Delta h << h_o$ می توان نوشت:

$$h_o = \frac{1}{\alpha}(\frac{n_o}{} - R)$$

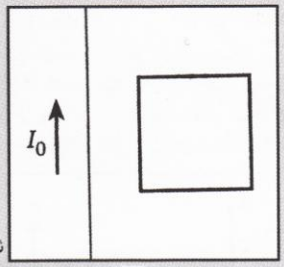
این فرایند را شکست دایره ای می نامند. بررسی ها نشان می دهد که این رویداد ممکن است مثلاً در آتمسفر (جو) سیاره ی زهره امکان پذیر باشد.

۲ـ لوله ی آزمایش پر از آبی را در مخزنی که محتوی آب جوشان است وارد می کنیم. آیا آب درون لوله می جوشد؟ در صورتی که مقداری تولوئن را در آب بریزیم چه روی می دهد؟ (تولوئن مایع سبکی است که با آب مخلوط نمی شود و نقطهٔ جوش آن ۱۱۱ درجه ی سلسیوس است.)

حل: واضح است که فرآیند جوش به گرمای بدون وقفه ی چشمه ی گرمایی نیاز دارد. وقتی که آب درون لوله تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد گرم می شود، انتقال گرما متوقف می شود. بنابراین آب درون لوله نمی جوشد. وقتی تولوئن به آب درون لوله اضافه می شود، وضع جالبی به وجود می آید. در این صورت شاهد پدیده ی جالب «جوش در سطح جدایی دو مایع» خواهید بود.

عمل جوش در سطح جدایی دو مایع وقتی آغاز می شود که مجموع فشارهای جزیی بخار سیر شده با فشار هوای خارج برابری کند. بدیهی است که فشار بخار آب سیر شده کمتر از فشار جو است و در نتیجه دما از ۱۰۰ درجه ی سانتی گراد کمتر است. بنابراین با اضافه کرده تولوئن به آب درون لوله قبل از این که دمای خود آب به ۱۰۰ درجه سانتی گراد برسد فرآیند جوش در سطح جدایی دو مایع شروع می شود. دمای جوش در سطح جدایی دو مایع کمتر از نقطه ی جوش هر کدام از دو مایع است.

۳ـ سیمی به قطر d_o را به شکل قاب مربعی شکل درمی آوریم و مجاور سیم راست و بلندی که حامل جریان I_o است قرار می دهیم (مطابق شکل ۲)



شکل ۲

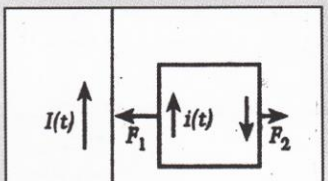
وقتی که جریان قطع شود، تکانه ی P_o بر قاب وارد می شود. جهت این تکانه چگونه است؟ در صورتی که شدت جریان در سیم راست $I = 3I_o$ و قطر سیم $d_1 = 2d_o$ باشد، چه تکانه ای بر قاب وارد می شود؟

حل: با کاهش جریان، قاب در یک میدان مغناطیسی متغیر با شار $\Phi(t)$ که متناسب با شدت جریان I(t) در سیم است قرار می گیرد. $\Phi(t) \sim I(t)$

نیروی محرکه ی حاصل جریانی به شدت $i(t) = -\frac{1}{R}\frac{\Delta\phi(t)}{\Delta t}$ در قاب القاء می کند که در آن R مقاومت قاب است. چون $R \sim \frac{1}{d^2}$ است می توان نوشت:

$$i(t) \sim \frac{\Delta I(t)}{\Delta t} d^2$$

ضلع چپ قاب تحت تأثیر میدان مغناطیسی سیم راست قرار می گیرد و نیروی آمپری زیر بر آن وارد می شود (مطابق شکل ۳)



$$F_1 \sim I(t)i(t) \sim I(t)\frac{\Delta I(t)}{\Delta t}d^2 = -\frac{\Delta[I^2(t)]}{\Delta t}d^2$$

به همین ترتیب نیروی مشابه F_2 بر ضلع سمت راست قاب وارد می شود. برآیند نیروهای وارد بر قاب متوجه چپ است و از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$F = F_1 - F_2 \sim \frac{\Delta[I^2(t)]}{\Delta t}d^2$$

بنابراین در بازه ی زمانی Δt، قاب تحت تأثیر تکانه ی زیر قرار می گیرد:

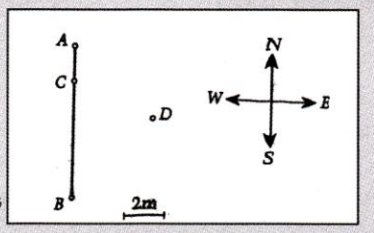
$$\Delta P = F\Delta t \sim \Delta[I^2(t)]d^2$$

تکانه ی کلی که در خلال تغییرات شدت جریان در سیم راست از مقدار اولیه ی I به صفر وارد می شود برابر است با: $P \sim I^2 d^2$

در حالت نخست این تکانه برابر و به طرف چپ است. در حالت بعد، قاب تکانهٔ زیر را دریافت می کند.

$$P_1 = [\frac{I_1 d_1}{I_o d_o}]^2 P_o = 36P_o$$

۴ـ دو ورزشکار که در نقاط A و B ایستاده اند یک طناب لاستیکی را در دست دارند. با دادن علامتی ورزشکار A با سرعت $V_o = 1m/s$ به طرف مشرق و ورزشکار B با شتاب ثابتی به سمت جنوب به حرکت درمی آیند. شتاب ثابت را چنان بیابید تا گره موجود در نقطه ی C در طناب به نقطه ی D برسد. در شکل (۴) مقیاس طول نشان داده شده است.



شکل ۴

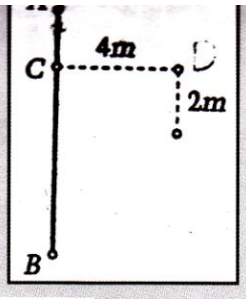
حل: در جریان حرکت، طناب در هر لحظه به طور یکنواخت کشیده می شود. بنابراین نسبت فواصل گره C از دو سر طناب بدون تغییر باقی می ماند. شکل (۵) نشان می دهد که در ابتدا این نسبت برابر است با:

$|AC| : |CD| = 1 : 4$ بدیهی است که جابه جایی گره C به سمت مشرق به وسیله ی جابجایی ورزشکار A تعیین می گردد. این جابجایی، در هر لحظه $\frac{4}{5}$ جابجایی دونده ی A است و می توان نوشت: $\Delta X = \frac{4}{5}\Delta S_x = \frac{4}{5}V_o t$ که در آن ΔX و ΔS_x به ترتیب جابه جایی C و دونده ی A و V_o سرعت این دونده است. با توجه به مقیاس داده شده در شکل (۴) نقطه ی D به اندازه‌ی $\Delta X = 4$ متر به طرف شرق جابجا شده است. بنابراین گره پس از مدت زمان

$$t = \frac{5}{4}\frac{\Delta X}{V_o} = 5$$

ثانیه از شروع حرکت دو ورزشکار از نقطهٔ D می گذرد.

جابه جایی گره به سمت جنوب (ΔY) در هر لحظه از روی جابه جایی

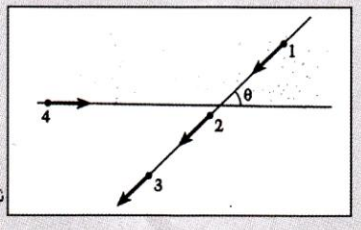


شکل ۵

دونده ی B (ΔS_y) تعیین می شود. $(\Delta Y = \frac{1}{5}\Delta S_y)$. با توجه به شکل و مقیاس ارائه شده $\Delta Y = 2$ متر است. بنابراین اگر شتاب حرکت دونده ی B را با a نشان دهیم می توان نوشت:

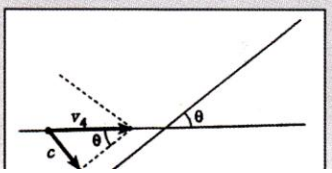
$$\Delta S_y = 5\Delta Y = \frac{1}{2}at^2$$
$$\Rightarrow a = 2\frac{\Delta S_y}{t^2} = \frac{20}{25} = 0/8 m/s^2$$

۵ـ چهار هواپیمای جت در یک رزمایش شرکت دارند. سه هواپیمای ۱ و ۲ و ۳ مطابق شکل زیر یکدیگر را تعقیب می کنند. هواپیمای چهارم در راستایی در حرکت است که با امتداد حرکت سه هواپیمای دیگر زاویه ی $\theta = 30^\circ$ می سازد. هیچ کدام از سرعت ها معلوم نیست. به فرض آن که خلبان های هواپیماهای ۱ و ۲ و ۳ به طور همزمان صدای هواپیمای ۴ را بشنوند و خلبان هواپیمای ۱ وقتی صدای هواپیمای ۴ را بشنود که فاصله ی دو هواپیما سه برابر حداقل فاصله ای باشد که هواپیمای ۴ به هنگام نزدیک شدن به هواپیمای ۱ به دست می آورد، آیا هواپیمای ۱ با سرعت فراصوت در پرواز است؟



شکل ۶

حل: ابتدا سرعت هواپیمای چهارم را تعیین می کنیم. تنها وقتی صدای هواپیمای چهارم به طور همزمان به هواپیماهای ۱ و ۲ و ۳ می رسد که این هواپیما با سرعتی فراصوت $V_4 > C$ در حرکت باشد (C سرعت انتشار صوت در محیط است). حال با توجه به آنکه امواج ضربتی با امتداد حرکت، زاویه ی $\theta = ArC\sin\frac{V_4}{C}$ می سازد و جبهه ی موج باید موازی با مسیر حرکت باشد مطابق شکل (۷) سرعت هواپیمای چهارم از رابطهٔ $V_4 = \frac{C}{Sin\theta}$ به دست می آید. حال به هواپیماهای ۱ و ۴ برمی گردیم. در دستگاه مقایسه هواپیمای ۱، هواپیمای ۴ با سرعت $V_4 - V_1$ به هواپیمای ۱ نزدیک می شود. با توجه به شکل (۸) $Sin\alpha = \frac{1}{3}$ است و می توان نوشت:

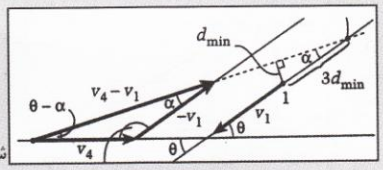


$$\frac{V_1}{Sin(\theta-\alpha)}=\frac{V_4}{Sin\alpha}$$

یا

$$\frac{V_1}{Sin(\theta-\alpha)}=\frac{C}{Sin\theta Sin\alpha}$$

بـا حـل معادلهٔ فـوق و جایگزینـی مقادیر عـددی می تـوان دریافت که $V=1/1C$ است.



شکل ۸

۶ـ حبـاب صابونـی از گاز نیتروژن در دمای اتاق پر شـده اسـت. قطر این حباب چقدر باشـد تا شروع به بالا رفتن کند. کشش سطحی محلول صابون $\partial=0/04N/m$ است. از جرم صابون صرفنظر کنید.

حل: با چشـم پوشی از جرم حباب صابون، وقتی که چگالی گاز درون حباب با چگالی هوای پیرامون آن برابری کند، حباب شروع به بالا رفتن می نماید $(\rho_N=\rho_a)$ بـا توجه به معادلات حالت بـرای دو گاز هیدروژن و هوا می توان نوشت:

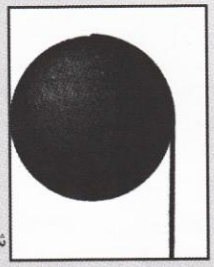
$$\rho_N=\frac{(P_o+4\partial/d)\mu_N}{RT}\quad \text{و}\quad \rho_a=\frac{P_o\mu_a}{RT}$$

که در آن P_o فشار هوا، μ_N و μ_a به ترتیب جرم مولی هیدروژن و هوا، R ضریب ثابت عمومی گازها، T دمای مطلق هوای درون اتاق و d قطر حباب است. با برابری چگالی ها داریم:

$$d=\frac{4\mu_N\partial}{P_o(\mu_a-\mu_N)}\quad P_o=10^5\ P_a\mu_N=28g/mol$$

$$\mu_a=29g/mol\Rightarrow d\cong 9\times10^{-5}m$$

۷ـ انتهای ریسمانی به طول L به قسمت بالایی کره ای به شعاع R چسبیده اسـت. (مطابق شکل ۹) در لحظه ی مشخصی ریسمان رها می شود. شتاب ریسمان را در این لحظه بیابید. از اصطکاک چشم پوشی کنید.


شکل ۹

حل: تنها نیرویی که سـبب شـتاب گرفتن ریسمان می شود، نیروی گرانش اسـت. بنابراین باید مؤلفه ی نیروی گرانش را در امتداد سطح کره به دست آورد. مطابق شکل (۱۰) ریسمان را به قطعات کوچک $\Delta\ell$ تقسیم می کنیم. در این صورت مؤلفهٔ نیروی در امتداد مماس بر سطح کره برای قطعهٔ کوچک $\Delta\ell$ برابر است با:

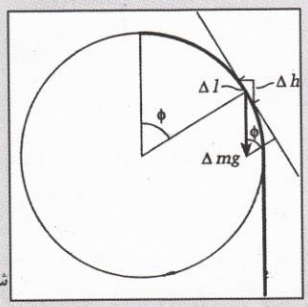
$$\Delta F=\Delta mg\sin\Phi=\frac{M}{L}\Delta\ell g\sin\Phi$$

که در آن M جرم ریسمان و L طول آن است. با توجه به شکل (۱۰) میتوان نوشـت: $\Delta\ell Sin\Phi=\Delta h$ که در آن Δh، اختلاف بین ارتفاع های انتهایی این دو قطعه است. پس: $\Delta F=\frac{M}{L}g\Delta h$ بنابراین نیروی کل شتاب دهنده ی ریسمان برابر است با:

$$F=\sum_{i=1}^{N}\Delta F_i=\frac{M}{L}g\sum_{i=1}^{N}\Delta h_i=\frac{M}{L}gH$$

که در آن $H=L-R(\frac{\Pi}{2}-1)$ و $L\geq\Pi\frac{R}{2}$ است. پس شتاب وارد شده برابر است با:

$$a=\frac{F}{M}=g[1-\frac{R}{L}(\frac{\Pi}{2}-1)]$$



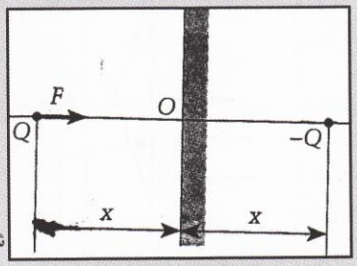
شکل ۱۰

همان طوری که انتظار می رود اگر طول L به سـمت ∞ میل کند در این صورت شتاب a به سمت g میل خواهد کرد. در حالت خاصی که $L=\frac{\Pi R}{2}$ باشد، H=R است و شتاب ریسمان $a=\frac{F}{M}=\frac{2}{\Pi}g$ خواهد بود.

۸ـ یک نقطهٔ مادی به جرم M که حامل بار Q است از فاصله ی L نسبت به صفحه ای رسـانا و محدود رها می شـود. پس از چه مدت زمان این ذره به صفحه می رسد؟ از نیروی جاذبه صرف نظر می شود. (راهنمایی از روش تصویر آینه ای استفاده کنید.)

حل: ذره ی باردار سبب القای بار الکتریکی بر روی صفحه ی رسانا می شود. در اثر این عمل صفحه ی باردار، ذره ی باردار را جذب می کند. تأثیر بارهای توزیع شده معادل جاذبه ای است که بار تصویری Q -که در همان فاصلهٔ L از صفحه قرار دارد بر بار نقطه ای Q وارد می سـازد (شکل ۱۱). با توجه‌به قانون کولن، نیروی جاذبه ی وارد بر ذره که در فاصله x از صفحه قرار دارد از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$F=K\frac{Q^2}{(2x)^2}=\frac{KQ^2}{4x^2}$$



شکل ۱۱

بـه جـای حـل معادلـه ی بالا، مناسـب تر اسـت که ایـن مسـأله را به مسـأله ی آشـنایی که می دانیـم چگونه حل می شـود، تبدیل نمود.

فرض کنید که همچو نیرویی با منشـأ گرانشـی بر ذره وارد می شـود. منشـأ این نیروی جاذبه ی گرانشـی جرم M است که در نقطه ی O روی صفحه قرار دارد. با برابری نیروها می توان نوشت:

$$F=\frac{GmM}{x^2}=\frac{KQ^2}{4x^2}\Rightarrow M=\frac{Fx^2}{Gm}=\frac{KQ^2}{4mG}$$

حال حرکت ذره به وسیله ی قانون سوم کپلر توجیه می شود. به عنوان یک محاسبه ی مقدماتی، مداری دایره ای به شعاع L و مرکز O را در نظر می گیریم و دوره ی گردش (T_o) ذره به دور جرم M را می یابیم. با برابری نیروی مرکزگرا با نیروی گرانش داریم:

$$F_c=m\frac{4\Pi^2}{T_o^2}L=G\frac{mM}{L^2}\Rightarrow T_o=2\Pi\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$$

مسـیر حرکت ذره را می توان به صورت یک بیضی بسیار باریک شده در نظر گرفت که نصف قطر بزرگ آن $a=\frac{L}{2}$ و نصف قطر کوچک تر آن $b<<a$ است (در وضع اولیه ی ذره، کانون ها در نقطه O و روی صفحه قرار دارند.)

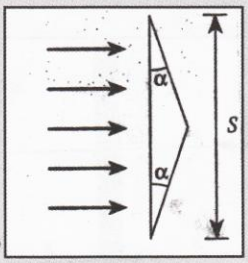
برای محاسبه ی دوره ی مسیر بیضوی (T) با نصف قطر بزرگ کافی اسـت قانون سـوم کپلر را بـا دوره ی گردش مدار دایره ای با شـعاع $a_o=L$ مقایسه کنیم:

$$T=T_o(\frac{a}{a_o})^{\frac{3}{2}}=T_o\sqrt{(\frac{\frac{L}{2}}{L})^3}=\frac{1}{2\sqrt{2}}T_o$$

بدیهی است که مدت زمان لازم برای رسیدن ذره به صفحه برابر نصف دوره ی گردش است. یعنی می توان نوشت:

$$t=\frac{1}{2}T=\frac{1}{4\sqrt{2}}T_o=\frac{\Pi}{2\sqrt{2}}\sqrt{\frac{L^3}{GM}}=\frac{\Pi}{\sqrt{2}}\times\frac{L}{Q}\sqrt{\frac{Lm}{K}}$$

۹ـ مطابق شـکل زیر پرتوهای نور موازی به طور عمود به سـطح یک منشـور فرنل می تابد. پرتوهای شکسـته شـده به وسـیله ی دو نیمه ی منشور با هم تداخل می کنند. در چه فاصله ی بیشینه ای از منشور پدیـده ی تداخل قابل مشـاهده اسـت؟ فاصله ی دو رأس منشـور از هم s=۴cm و ضریب شکست شیشه ی منشور n=۱/۴ و زاویه ی رأس منشور $\alpha=0/001$ رادیان است.

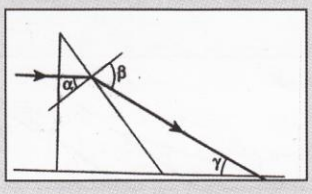


شکل ۱۲

حل: با توجه به شکل (۱۳) و این که زاویه ها بسیار کوچکند می توان نوشت:

$$\frac{Sin\alpha}{Sin\beta}=\frac{1}{n}\Rightarrow Sin\beta=nSin\alpha,\beta\cong n\alpha$$

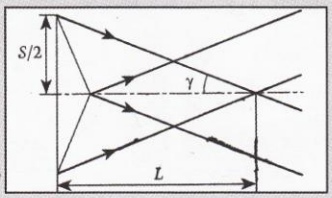
$$\gamma=\beta-\alpha\cong(n-1)\alpha$$



شکل ۱۳

طرح تداخل را می توان در ناحیه ای که شـعاع های شکسـت به هم می رسند مطابق شکل (۱۴) ملاحظه نمود. بنابراین می توان نوشت:

$$L=\frac{\frac{S}{2}}{\tan\gamma}\cong\frac{S}{2\gamma}\cong\frac{S}{2(n-1)\alpha}\cong 50\,m$$



شکل ۱۴

۱۰ـ یک طرف صفحه ی فلزی نازک به وسیله ی خورشید نورانی می شـود. وقتی که دمای هوا T_o باشـد دمای قسمت نورانی صفحه T_1 و دمای طرف دیگر آن T_2 اسـت. اگر این صفحه را با صفحه ی دیگری بـه ضخامت دو برابر جانشـین کنیم، دمای طرف دوم صفحه ی فلزی چقدر خواهد بود؟

حـل: هر طرف صفحه ی فلزی گرما از دسـت می دهد، بنابراین توان کل گسیل شده برابر است با:

$$P=a(T_1-T_o)+a(T_2-T_o)$$

که در آن a ضریب ثابتی اسـت. همین توان به وسـیله ی صفحه از خورشـید دریافت می گردد. برای صفحه ای بـا ضخامت دو برابر می توان نوشت:

$$P'=a(T_2-T_o)+a(T_4-T_o)$$

در تعادل گرمایی، گرمایی که از هر سطح مقطع قائم صفحه و از قسمت روشن آن به طرف تاریک انتقال می یابد درست برابر گرمایی است که از طرف تاریک صفحه به وسیله هوا جذب می گردد، پس داریم:

$$a(T_2-T_o)=K\frac{T_1-T_2}{d}$$

که در آن K ضریب تناسـب و d ضخامت صفحه است. برای صفحه ای با ضخامت دو برابر رابطه به صورت زیر در می آید:

$$d(T_۴ - T_۰) = K\frac{T_۳ - T_۲}{۲d}$$

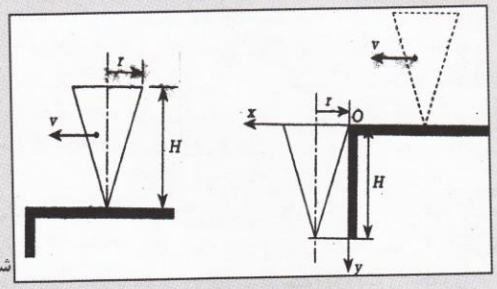
با توجه به معادلات بالا دمای طرف دیگر صفحه ی فلزی برابر است با:

$$T_۴ = T_۰ + \frac{(T_۱ + T_۲ - ۲T_۰)(۲T_۱ - T_۲ - T_۰)}{۲(T_۱ - T_۰)}$$

$$T_۴ = T_۰ + \frac{(T_۲ - T_۰)(T_۱ + T_۲ - ۲T_۰)}{۲(T_۱ - T_۰)}$$

۱۱ـ فرفره ای مخروطی حول محورش به طور سریع روی میز صافی می چرخد. این فرفره با چه سرعتی رو به جلو حرکت کند (V) تا در جریان سقوط از لبه ی میز به میز برخورد نکند. محور دوران قرقره قائم است و اندازه ی آن در شکل (۱۵) مشخص شده است.

حل: مسیر حرکت فرفره به هنگام افتادن از لبه ی میز، سهمی است. (دوران فرفره صرفاً پایداری وضع قائم محور قرقره را سبب می شود.)



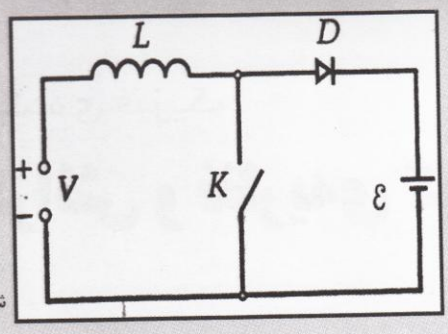
شکل ۱۵

مؤلفه ی افقی سرعت فرفره (V_x) برابر سرعت انتقال آن در امتداد میز (V) است وضعیت قائم فرفره برحسب زمان از رابطه ی $Y = \frac{۱}{۲}gt^۲$ به دست می آید. فرفره وقتی به لبهٔ میز برخورد نمی کند که در مدت زمان سقوطش از ارتفاع H در زمان θ جابجایی افقی آن بزرگ تر یا مساوی r باشد یعنی می توان نوشت:

$$V_x\theta = V\theta \geq r, \theta = \sqrt{\frac{۲H}{g}} \Rightarrow V \geq \sqrt{\frac{r^۲ g}{۲H}}$$

۱۲ـ برای شارژ کردن یک باتری به نیروی محرکه ی $\varepsilon = ۱۲$ ولت با ولتاژ V=۵ ولت مداری مطابق شکل (۱۷) ترتیب می دهیم. در این مدار از یک القاگر به ضریب خودالقایی L=۱ هانری و دیود D و کلید K که در بازه های زمانی مساوی $t_۱ = t_۲ = \%۱$ ثانیه باز و بسته می شود، استفاده می کنیم. شدت جریان متوسطی (I_m) که باعث شارژ باتری می شود چقدر است؟

حل: برای محاسبه ی این شدت جریان متوسط، باید بار الکتریکی ارسالی به باتری در یک دوره را محاسبه نماییم. وقتی که کلید K مسدود می شود، سیم پیچ (القاگر) به طور مستقیم به منبع وصل می گردد و اختلاف پتانسیل دو سر آن V می شود. این بدان معناست که



شکل ۱۶

شدت جریان در القاگر برحسب زمان به طور خطی افزایش می یابد زیرا به هنگام بسته شدن کلید جریانی در القاگر برقرار نبوده است. بنابراین می توان نوشت:

$$I = \frac{V}{L}t$$

به هنگام باز شدن کلید شدت جریان برابر است با:

$$I_۰ = \frac{V}{L}t_۱$$

پس از باز شدن کلید، دیود باعث برقراری جریان به طرف باتری می شود. نیروی محرکه ی دو سر القاگر برابر تفاضل ولتاژ دو سر منبع و اختلاف پتانسیل دو سر باتری یعنی $V - \varepsilon$ است. چون نیروی محرکه، حالا در خلاف جهت است، شدت جریان در القاگر برحسب زمان به طور خطی کاهش می یابد و می توان نوشت:

$$I = I_۰ - \frac{\varepsilon - V}{L}t$$

چون آهنگ کاهش شدت جریان وقتی که کلید باز است بیشتر از آهنگ افزایش شدت جریان به هنگام بسته شدن کلید است، شدت جریان قبل از این که کلید بسته شود و دیود قطع گردد به صفر می رسد. از طرف دیگر تا مادامی که $I \rangle ۰$ باشد، باتری شارژ می شود و زمان شارژ $t_۲$ از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$\frac{\varepsilon - V}{L}t_۲ = I_۰ = \frac{V}{L}t_۱ \Rightarrow t_۲ = \frac{V}{\varepsilon - V}t_۱$$

بار الکتریکی که در زمان از باتری می گذرد برابر است با:

$$\Delta q = I_{av}t_۲ = \frac{۱}{۲}I_۰\frac{V}{\varepsilon - V}t_۱ = \frac{۱}{۲}\frac{V^۲t_۱^۲}{L(\varepsilon - V)}$$

بنابراین شدت جریان متوسطی که باعث شارژ باتری می شود از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$I_{av} = \frac{\Delta q}{t_۱ + t_۲} = \frac{V^۲t_۱^۲}{۲L(\varepsilon - V)(t_۱ + t_۲)} \cong ۸/۹mA$$

آینده ی فیزیک

گرانش و نظریه‌ی کوانتوم

یوجین وایگز

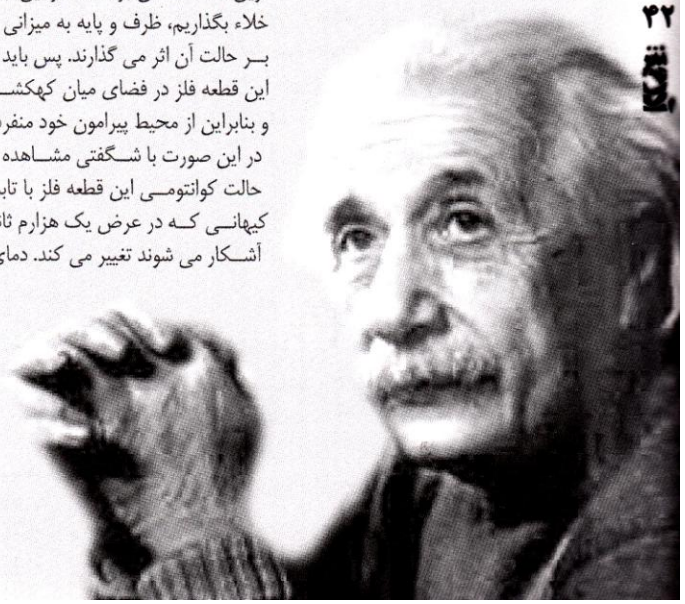
امروز دشـواری بزرگ فیزیک در آن اسـت که نظریه ی مشـترکی ندارد که هم نسبیت عام و هم نظریه ی کوانتوم را دربر بگیرد. نسبیت عام پدیده هـای کلان را توصیف می کند در حالی که نظریه ی کوانتومی با پدیده های خرد سر و کار دارد. این جدایی در فیزیک غریب است. این دوگانگی در بیشتر موارد مزاحمتی به وجود نمی آورد، چون فیزیک امروزی بر کیهان خرد تمرکز دارد و در ایـن مورد نادیده گرفتن گرانش باعث خطایی که به موضوع مرتبط باشـد نمی شـود. دیگر نیروها 10^{38}بار توانمندتر از گرانش هستند و این عدد، عدد بسـیار بزرگی است. در نسبیت عام، تانسور متریک، کمیت پایه است. هنوز هم رابطه ی تانسـور متریک بـا نظریه ی کوانتوم معمایی است. در فیزیک اتمی کسی با چگونگی اندازه گیری تانسـور متریک کار ندارد. در واقع تانسور متریک در مقیاس خرد اندازه گیری پذیر نیست، برای شناخت تانسور متریک باید فاصله ی میـان دو نقطه ی زمـان ـ مکان را اندازه گیری کـرد. ولی چگونه می توان دو رویداد زمان ـ مکانی را مشـخص کرد؟ مـی توان بـه برخوردهای جرم های نقطه ای اندیشـید ولـی این نکته در مکانیک کوانتومی معنایی ندارد.

هنوز هـم رفتـار کوانتومـی گرانش بـه آزمایش درنیامده اسـت ولی پذیرفته ایم که امواج گرانشـی وجود دارنـد و تردید نداریم که رفتارهای کوانتومی هم نشـان می دهند که ثابـت پلانک در آن نقش دارد. چند بار ادعا شده است که نظریه ی کوانتومی گرانش تدوین شده است ولی شواهد قانع کننده ای درباره ی آنها ارائه نشده است.

می تـوان بـا یک نمونـه نشـان داد کـه نظریه ی کوانتومـی محض را نمی توان در مورد اجسـام کلان به کار بسـت. یک قطعه ی یک سـانتی متر مکعبـی تنگسـتن را در نظر بگیرید. تنگسـتن در دماهای معمولی بخار نمی شود و می توان آن را تا دماهای بسـیار پایین سرد کرد تا حالت آن به ساده ترین حالت ممکن برسـد. اگر این جسم را در اتاق خلاء بگذاریم، ظرف و پایه به میزانی قابل ملاحظه بـر حالت آن اثر می گذارند. پس باید تصور کرد که این قطعه فلز در فضای میان کهکشـان ها جا داده و بنابراین از محیط پیرامون خود منفرد شـده است. در این صورت با شـگفتی مشـاهده می شـود که حالت کوانتومـی این قطعه فلز با تابش امواج خرد کیهانـی کـه در عرض یک هزارم ثانیـه در هر جا آشـکار می شوند تغییر می کند. دمای تابش زمینه در حدود ۳ کلوین است و در هر ثانیه 10^{13}فوتون به هر سانتی متر مکعب تنگستن برخورد می کند و تابـش کیهانی زمینه از کل کیهـان تأثیر می پذیرد! این افت و خیز در مواردی که تنها خواص کلان بررسـی می شـوند عملاً بی اهمیت است ولـی اوضاع خراب تر از آن اسـت کـه از لحاظ فلسفی خرسند کننده باشد.

بزرگ ترین دسـتاورد نیوتن یافتـن تمایز میان شـرایط آغازی و قانون حرکت بود. حالت آغازی ممکن اسـت آن قدر پیچیده باشد که نتوانیم آن را دقیقاً بشناسیم. بنابر نظریه ی نیوتن با دانستن شـرایط آغازی می توان با کاربرد قانون حرکت، آینده ی جسـم را تعیین کـرد (کپلر از این نکته آگاهی نداشت و می خواست با کاربرد یک قانون سـاده قطر مدار سـیارات را به دست آورد.) ولی شرایط آغازی تنها در صورتی می تواند کل آینده ی جسـم را از پیش تعیین کند که جسم کاملاً از محیط پیرامون خود مستقل باشد.

مکانیـک کوانتومی ما را به محاسـبه ی خواص فلزی مانند چگالی یا دمـای تبخیر فلز قادر می کنـد ولی صحبت کردن درباره ی تابع موج یک قطعـه فلز چندان معنایی نـدارد، حتی اگر فرض کنیم که جسـم در شـرایط آغـازی محض قرار دارد کـه می توان آن را با یک تابع موج توصیف کرد، افت و خیز از محیط، آن را به یک ماتریس چگالی تبدیل می کند. اشیای کلان را نمی توان از محیـط پیرامون منفرد کـرد و این نکته حیطه ی اعتبـار نظریه ی امـروزی کوانتوم را محدود می کند. فیزیک باید بتواند اشـیای غیرمنفرد را هـم توصیف کند. چه چیزهایی را باید خرد و چه چیزهایـی را بایـد کلان در نظـر گرفت؟ و مرز میان این دو رده از پدیده ها کجا اسـت؟ تدوین نظریه ای کـه هر دو جهان خرد و کلان را دربر بگیرد کار بسیار جذابی است. این نظریه ی یگانه سـاز تا حدودی علّی خواهد بود ولی دقیقاً قطعی و جبـری نخواهد بود. اگر حالـت آغازی با یک بردار معین در فضای هیلبرتی مشـخص شود، با گذشت زمان به ماتریس چگالی (مثبت و معینی) بدل خواهد شـد. آشـکار اسـت که جزییات این گـذار میان فیزیـک کلان و فیزیک خـرد باید روشن شود. اگر چنین شود، فیزیک امروزی دچار دگرگونی ریشـه ای خواهد شد. نظریه ی جدید دقیقاً قطعـی و جبری نخواهد بود ولی می دانیم که نتیجه ی بازی ورق پیش بینی ناپذیر است و



هم صدق می کند.
عالم در اثر ضعف نیروی گرانش، بزرگ است و در نتیجه ی این وضع تابع موج شیئی کلان را نمی توان یکسره از محیط پیرامون منفرد ساخت. (البته با مقداری تقریب که برای فیزیکدان ها امری یاری رسان است می توان کار انفراد را سامان داد) معمولاً در درس ها و سخنرانی ها از این نکته یاد نمی شود ولی باید به آن توجه کرد.

فیزیک و زندگی

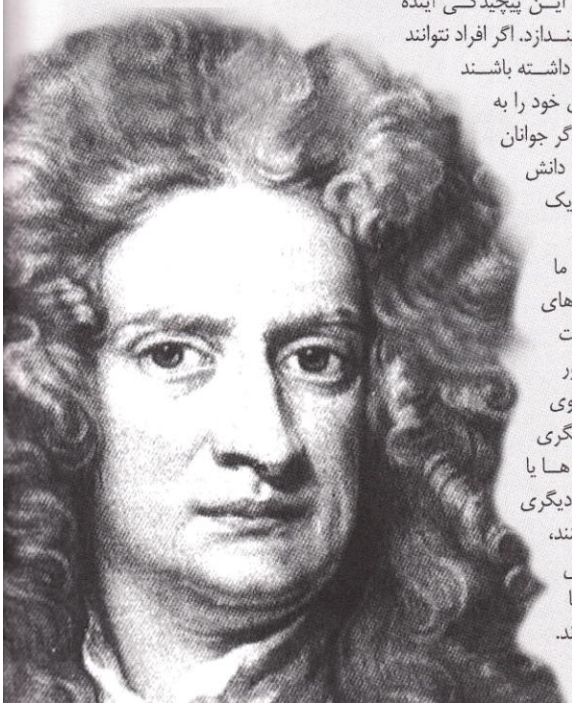
فیزیک امروزی نمی تواند پاره ای از پدیده ها را توضیح دهد و یکی از آنها زندگی است. این وضعیت مانند آن است که فیزیکدان ها نتوانند گرانش را در نظر بگیرند و به همان اندازه هم غریب است. گرانش وجود دارد و زندگی هم وجود دارد و آدم ها اندیشه و شادی و آرزو دارند. در گذشته می گفتند آدم ها هم تابع قانون های فیزیک هستند و عواطف را در نظر نمی گیرند. این امر مرا به یاد جمله ای در یک کتاب درسی فیزیک صد سال پیش می اندازد: «شاید چیزی به نام اتم وجود داشته باشد ولی وجود آن به فیزیک ربطی ندارد.» پاره ای از دانشمندان می گویند که عواطف ممکن است بر روی روح اثر بگذارند ولی حرکت دست ها و پاها به آنها ربطی ندارد. ولی به دشواری می توان انسان را صرفاً نوعی ماشین دانست. آگاهی ممکن است به همان گونه که گرانش بر رویدادها اثر می گذارد بر پیشامدها اثر بگذارد. این گفته بدان معنا است که چیزی در شکل دادن به جهان آینده ی ما نقش مؤثری بر عهده دارد که فیزیکدان ها به آن علاقه ای ندارند، همان گونه که صد سال پیش به اتم علاقه ای نداشتند.

محدودیت های ذهن انسان

می توان گفت که ذهن آدمی هم مانند ذهن جانوران محدودیت هایی دارد. می توان چیزهایی به یک سگ یاد داد اما مثلاً جدول ضرب در ردیف این چیزها نیست. سگ به جدول ضرب علاقه ای ندارد. با وجود محدودیت های ذهن آدمی امیدواریم که شناخت زندگی در چنبره ی این محدودیت ها و بیرون از حوزه ی علایق فیزیکدان ها قرار نگیرد.
شاید در آینده همان گونه که می توانیم رفتار گازها و اتم ها را توضیح دهیم، بتوانیم رفتار ذهن آدمی را هم توضیح دهیم. ما از یک قطعه ی کوچک تنگستن بزرگتریم و به شدت همواره تحت تأثیر محیط پیرامون خود هستیم، در نتیجه نمی توان رفتار ذهن انسان را با معادلات دقیقاً قطعی و جبری توصیف کرد.
شاید فیزیک امروزی برای توصیف یک باکتری کفایت کند (که در این صورت باکتری دیگر موجود زنده دانسته نمی شود). اما اگر بکوشیم پیچیدگی واقعی زندگی و آگاهی را دریابیم، نظریه ای که به کار می بریم با تابع موج مختص کار نخواهد کرد. شاید گذار میان زندگی و نازندگی، پیوسته باشد. شاید برای تدوین نظریهٔ زندگی، کشف مرز میان عالم های کلان و خرد کار مناسبی باشد.

آینده فیزیک

سگی که دیگر گرسنه نیست دراز می کشد و می خوابد، اما انسان وقتی گرسنه نیست به کارهای دیگر می پردازد. از این رو باید خدا را شکر کرد که فیزیک به مرحله ی تکامل نرسیده است و هنوز کارهایی برای ما برجا مانده است.
از سوی دیگر، فیزیک مرتباً پیچیده تر و پیچیده تر و یادگیری آن مدام دشوارتر می شود. برای فیزیکدان امروزی دانستن کل فیزیک تقریباً ناممکن است. شاید این پیچیدگی آینده ی دانش را به خطر بیندازد. اگر افراد نتوانند دیدی کلی از فیزیک داشته باشند ممکن است علاقه ی خود را به آن از دست بدهند و اگر جوانان مستعد نتوانند دیگر دانش بیاموزند، پیشرفت فیزیک به پایان می رسد.
شاید کسانی از این که ما هنوز پیامی از تمدن های نقاط دیگر عالم دریافت نکرده ایم بسیار دلخور باشند. به احتمال قوی سیارات مسکونی دیگری هم هست که آدم ها یا موجودات هوشمند دیگری در آنها زندگی می کنند، از این رو جای شگفتی است که تاکنون با ما تماس نگرفته اند. فاصله های کیهانی بسیار عظیم اند و نباید انتظار دیدار مستقیم با این موجودات را داشت. ولی شاید ارتباط از راه دور ممکن باشد. این اندیشه که تنها یک زمین و یک نژاد علاقمند به علم وجود داشته باشد عجیب است.
دو توضیح ممکن برای روشن کردن این چیستان موجود است: یکی این که شاید این آدم ها یا موجودات دیگر در دانش و فن آوری آن قدر پیش رفته اند که با دست یافتن بر جنگ افزارهای مرگ آور یکدیگر را و شاید کل سیاره ی خود را نابود کرده اند. اگر تکامل هوش و ذهن بر همین روال باشد، در خاموشی آنها جای شگفتی نیست.
دیگر این که با پیشرفت دانش به رفاه و شیوه های خرسند کننده ی زندگی دست یافته باشند و زندگی لوکس تنبلشان کرده باشد و یکسره از کتاب خواندن و مطالعه ی فیزیک دست برداشته باشند. شاید هم حس کرده باشند که فیزیک بیش از اندازه پیچیده است و در نتیجه آن را خسته کننده دیده و علاقه ی خود را بدان از دست داده باشند.
امیدوارم این نتیجه گیری نادرست باشد و داستان ما پایانی ناخوشایند نداشته باشد. کسی چه می داند؟



معرفی کتاب

سرگذشت فیزیک نوین

نوشته: میشل بیزونسکی

ترجمه: لطیف کاشیگر

نشر: فرهنگ معاصر

هدف کتابی که پیش روی شماست، سرگذشت فیزیک نوین و بیشتر شناساندن فیزیک معاصر است نه فهماندن آن. فیزیکی که با صفاتی مانند دشوار، پیش بینی نشدنی، گستاخ و واکنشگر شناخته شده است. وانگهی این سخن ها تازه نیست. تاریخ فیزیک سرگذشتی پر از پیکار و نفی و اثبات است و پر از شاهراه ها و بن بست هاست. تصویر «علم خاص» از آن، فقط بیان سلطه ی گذرای یک جهان نگری است (سلطه ی کیفیت در اندیشه ی ارسطو، سپس مکانیک، انرژی، الکتریسیته، نسبیت و کوانتوم). دقیق تر که نگاه کنیم، می بینیم که مفاهیم آن از میان دودلی ها سر بر آورده اند. بیشتر، پیروانش بوده اند که بر آنها جامه ی تقدس پوشانده اند. آنچه فیزیک در پی آن است به هیچ وجه آن چیزی نیست که در آموزش آن ارائه می کنند؛ حتی می شود گفت که نفی آن است. با گذشت زمان، پیچیدگی نه تنها کاهش نمی یابد، بلکه رو به افزایش است: طبیعت مقاومت می کند. با وجود این، در این سرگذشت با ثابت هایی نیز برخورد می کنیم. فیزیکدانان به فرضیه های جسارت آمیز، ضد شهودی و برخلاف عقل سلیم گرایش دارند. آنان با بی اعتنایی به طبیعت نمی نگرند، آن را به پرس و جو می کشند، می چلانند، بیش از اندازه ساده می کنند. همچنین، در فرو کاست نظریه های پیشین شهره اند (این کار را «پیشرفت» می گویند)، می کوشند توصیف جهان را زیر پرچم مفهومی یکتا وحدت بخشند (آن را «بر ساخت یا سنتز» می گویند). هرگاه از چنین کاری نتیجه بگیرند، پیش از همه خود فیزیکدانان شگفت زده خواهند شد و خواهند گفت مگر چنین چیزی شدنی است.

نرم و نازک

مادهٔ نرم، پژوهشی، آموزشی

نوشته: پیرژیل دوژن و ژاک بادوز

ترجمه: ماندا فرهادیان

نشر: فرهنگ معاصر

این کتاب، گزارش سفرهایی است به دبیرستان های فرانسه و سرزمین های ماورای بحار آن تا مارتینیک فرانسه. از مدت ها پیش در این فکر بودم که برای دانش آموزان دبیرستانی صحبت کنم، اما میسر نمی شد: از قضا من مدیر یکی از جاهایی هستم که در فرانسه با اندکی طمطراق به آنها مدرسه ی عالی (Une grand ecole) می گویند: «انستیتوی فیزیک و شیمی پاریس». اگر به مدیر

دبیرستانی پیشنهاد می کردم که برای شاگردانش سخنرانی کنم، شاید این جواب موجه را می داد که این کار نوعی تبلیغ پنهانی برای مؤسسه ام محسوب می شود و چنین دیداری را توصیه نمی کرد.
اما از قضای روزگار، کمیته ی نوبل مرا به دریافت جایزه ی نوبل مفتخر کرد. به همین دلیل از اواخر سال ۱۹۹۱ مرتباً برای صحبت در دبیرستان ها دعوت شده ام: بیشتر وقت ها این دعوت به ابتکار مستقیم خود دانش آموزان بوده است، گاهی زیر چتر حمایتی انجمن های دانش آموزی، باشگاه های علمی و نظایر آنها و گاهی هم به تشویق چند معلم پیشرو.
از همان اولین مدرسه هایی که بازدید کردم لذت تمام عیاری را در خود احساس کردم. لذتی علی رغم تدارکات مفتضح: سالن هایی با دستگاه هایی صوتی نه چندان مناسب، پروژکتورهای گته گنده، پرده های نمایشی که چندان بزرگ تر از تمبر پست نبودند، که البته چیزهایی جزئی اند، اما وقتی با یک یا دو فرار جوانِ مشتاق، در گوشه ای دور افتاده روبه رو هستی، جزییاتی با اهمیت اند.
لذتی تمام عیار، زیرا به رغم همهٔ مشکلات، با اولین کلمات سکوت خاصی حکمفرما می شد. هیجان را می شود احساس کرد. بعد از سخنرانی رسمی، زمان پرسش و پاسخ فرا می رسید که بحث و گفتگوی واقعی بود. شروع کار (به خصوص وقتی مسئولان مدرسه هم حضور داشتند) بدون استثناء سخت بود. اما با کمی سیخ زدن، اولین جرقه ها می زد و طولی نمی کشید که خودتان را در وسط آتش بازی می دیدید: یکی دو ساعت پرسش بی وقفه!

نقدی بر کتاب تاریخ آموزش فیزیک در ایران

تألیف آقای اسفندیار معتمدی
نویسنده: حمید مصطفی نژاد

کتاب شامل هشت فصل است که غیر از فصل اول که نگاهی گذرا به فیزیک کلاسیک و نوین دارد و فصل ششم که در رابطه با پیشکسوتان آموزش فیزیک است و تا حدودی فصل هفتم کتاب که نگاهی به تاریخچه ی نهادهای مربوط به فیزیک از جمله انجمن معلمان علوم تجربی و انجمن های علمی، آموزشی معلمان فیزیک و شرکت صنایع آموزشی است بقیهٔ فصل های کتاب موضوعات انتزاعی است که شکل عام دارد و به نوعی تاریخچه ی آموزش در ایران را شامل می شود.
به عنون مثال در فصل دوم گرچه عنوان فصل برنامه ریزی درسی فیزیک است اما بیشتر مطالب برای همه ی رشته ها عمومیت دارد مثل تأسیس سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی یا هدف های آموزش در دوره ی متوسطه و یا فصل سوم که نگاهی دارد به تأسیس دارالمعلمین عالی که بعداً به دانشگاه تربیت معلم تبدیل شد. فصل چهارم نیز قسمت هایی جنبه ی عام دارد و قسمت های دیگر نیز به آموزش فیزیک اختصاص دارد که بیشتر مطالب آن قابل تعمیم به سایر رشته ها است.
در این کتاب یادی از مدرسین اولیه ی فیزیک در ایران مثل دکتر محمود حسابی، دکتر کمال الدین جناب، دکتر ابوالقاسم قلمسیا، احمد آرام، اصغر نوروزیان و... شده است که ذکر فداکاری های این انسان های برجسته و دشواری های سر راه آنها که در واقع با کوفتن ناهمواری ها راه را برای آموزشی علوم هموار کردند و نقشْ بسیار برجسته ای در رشد علم و صنعت این کشور داشته اند می تواند سرمشقی برای معلمان امروز باشد.
جای خالی معلمان استان های غیر از تهران و تا حدودی اصفهان در این کتاب کاملاً مشهود است در حالی که پیشکسوتان زیادی در دورترین نقاط کشور در آموزش فیزیک نقش داشته اند که بعضاً به دیار باقی شتافتند و شاید این به خاطر آن باشد که حاشیه ها تا حدودی بر متن غلبه کرده.
در رابطه با انجمن های علمی نیز تاریخچه ی چندانی بیان نشد گرچه در رابطه با اتحادیه ی انجمن های علمی معلمان فیزیک کشور مفصل بحث شده و علاوه بر ذکر اعضای شورای اجرایی اول و دوم و سوم این اتحادیه اساسنامه ی آن نیز ذکر شده که ذکر اساسنامه چندان ضروری به نظر نمی رسد و در واقع آنچه در دسترس بوده مورد استفاده قرار گرفته که می شد با فراخوانی از تمامی انجمن های اطلاعاتی از آنها گرفت و در تألیف کتاب استفاده کرد که امیدواریم این کار در چاپ های بعدی مورد عنایت قرار گیرد.
ذکر نام مؤلفین اولیه و دشواری های معادل گزینی برای واژه های خارجی نیز جالب است. اولین کتاب درسی فیزیک در ایران فیزیک نمساوی است که نویسندهٔ آن اتریشی است و استاد توپخانه ی دارالفنون بوده (این هم یکی از ثمرات کار امیر کبیر در تأسیس دارالفنون) و نخستین مدرسه ی متوسطه در ایران ۴۷ سال پس از دارالفنون تأسیس شده است.
نخستین معلم فیزیک ایرانی که کتابی به نام دوره ی علم فیزیک نوشته محمدعلی فروغی است که مدتی نیز نخست وزیر بوده و بیشتر به عنوان سیاستمدار و فیلسوف و ادیب مشهور است (خدا خیرش بدهد که به داد فیزیک نیز رسیده)
با همه ی مطالبی که گفته شد تألیف این کتاب کار ارزشمندی است و به مؤلف محترم که تألیف متعددی نیز دارند خسته نباشید می گوییم و آنچه بیان شده فقط برای توجه بیشتر و رفع نواقص در چاپ های بعدی است. خواندن این کتاب را به همکاران ارجمند توصیه می کنیم.

اولین گزارش شورای اجرایی جدید انجمن به اعضای انجمن فیزیک

مجید وکیل زاده

همکاران ارجمند عضو انجمن معلمان فیزیک استان فارس
با سلام و عرض ادب و سپاس به شما همکاران گرانقدری که با شرکت گسترده خود و انتخاب اعضای شورای اجرایی و بازرسان انجمن در مجمع عمومی جمعه ۸۶/۳/۱۱ زمینه دلگرمی و تلاش بیشتر کادر اجرایی انجمن را در دوره جدید فراهم نمودید.
امیدواریم که هر یک از شما عزیزان همواره در جهت کارایی بیشتر انجمن همکاری کرده و به ویژه با تلاش در جهت افزایش تعداد اعضای انجمن و همچنین در پرداخت به موقع حق عضویت آنها باعث شوید که شورای اجرایی از نظر همیاری نیروی انسانی و ذخیره مالی تقویت گردد.
لازم است به اطلاع شما برسانیم که پس از مجمع عمومی خرداد ماه ۸۶ جلسات شورای اجرایی در دوره جدید در جهت برنامه ریزی برای افزایش روند پیشرفت کاری انجمن تشکیل گردید که حاصل آن ایجاد تغییراتی در تعداد کمیته ها و شرح وظایف آنها می باشد که موارد آنها در زیر مطرح می گردد، قبل از آن متذکر می شویم که اعضای شورای اجرایی از شرکت و فعالیت شما اعضای محترم انجمن در کمیته مورد علاقه خود استقبال کرده و دست همکاری شما را به گرمی می فشارند.
۱ـ با توجه به این که تعداد کمیته ها و همچنین موارد شرح وظایف آنها در دو دوره گذشته زیاد و غیر قابل کنترل و رسیدگی بود با تصویب شورای اجرایی انجمن عناوین کمیته ها و موارد شرح وظایف آنها تقلیل پیدا کرده و در هر کمیته یک نفر به عنوان مسئول کمیته و دیگران به عنوان اعضای کمیته فعالیت می کنند.
الف) کمیته هیئت تحریریه نشریه و انتشارات مصطفی افشاری پور ۰۹۱۷۳۰۱۳۴۵۲
ب) کمیته گردهمایی و بازدیدهای علمی فریبا اسماعیلی ۰۹۱۷۳۰۰۵۴۶۴
پ) کمیته آموزش و پژوهش و تحقیق آقای بختیاری
ت) کمیته روابط عمومی و آمار و اطلاعات مصطفی انصاری ۰۹۱۷۷۰۶۰۶۷۰
ضمناً خزانه دار انجمن آقای عبدالحمید خادمی می تواند در صورت نیاز کمیته مالی انجمن را نیز تشکیل دهد.
۲ـ مسئول کمیته وظایف مربوطه را بین اعضاء تقسیم و مشخص می کند و هر عضو در محدوده وظیفه مطرح شده برنامه ریزی و فعالیت کرده و مسئول کمیته در هر جلسه شورای اجرایی گزارش پیشرفت وظایف و برنامه ریزی های منظم کمیته را ارایه داده و در مورد اعتراض به عملکرد و یا کم کاری کمیته از طرف هر یک از اعضای شورای اجرایی پاسخگو می باشد.
۳ـ مسئول کمیته در تغییر اعضای کمیته و دعوت از افراد جدیدی که می توانند فعالیت کافی را در پیشبرد وظایف کمیته داشته باشند اختیار کامل را دارا خواهد بود.
۴ـ مسئول کمیته جلساتی را با کلیه اعضای کمیته تشکیل می دهد و در این جلسات هماهنگی لازم برای پیشبرد وظایف کمیته صورت می گیرد و گزارش برنامه های انجام شده و برنامه های در دست اقدام کمیته در هر سال تا پایان اسفندماه به شورای اجرایی ارایه می شود.

گزارش برگزاری همایش دانش آموزی فیزیک استان فارس

(نمایشگاه آزمایش های جذاب فیزیکی)

همایش دانش آموزی فیزیک استان فارس هر ساله توسط ناحیهٔ یک شیراز برگزار می شود (در واقع هر کدام از نواحی چهارگانهٔ شیراز مسئولیت برگزاری یکی از چهار همایش استانی دانش آموزی فیزیک، زیست شناسی، ریاضی، شیمی را برعهده دارند)
امسال این همایش برای هماهنگی با همایش دانش آموزی فیزیک کشوری و ایجاد تحول در نحوهٔ برگزاری همایش های دانش آموزی به شکل نوین به صورت فیزیک سرا از تاریخ ۸۶/۲/۱ لغایت ۸۶/۲/۷ در محل دائمی نمایشگاه های بین المللی فارس سالن نرگس به مساحت ۳ هزار متر مربع در ۷۰ غرفه با ۴۸۰ آزمایش در ۱۰ شاخهٔ الکترومغناطیس، نور، گرما و ترمودینامیک، هوا فضا و نجوم، الکترونیک، مکانیک، فشار، الکتریسیته، مکانیک سیالات، موج و فرا صوت برگزار گردید.
بیش از ۸۰۰ دانش آموز با دیدن آموزش های لازم جهت توضیح آزمایش ها برای دانش آموزان بازدید کننده و خانواده ها در مدت ۷ روز برگزار ینمایشگاه با برنامه ریزی قبلی برای بازدید دختران و روزهای زوج برای بازدید پسران و روز جمعه برای بازدید خانواده ها اختصاص یافته بود.
در مدت ۷ روز برگزاری نمایشگاه آزمایش های جالب فیزیکی بالغ بر ۶ هزار نفر از آن بازدید کردند. این همایش (نمایشگاه) توسط پژوهسرای دانش آموزی ناحیهٔ ۱ و به همت سازمان آموزش و پرورش فارس و مدیریت آموزش و پرورش ناحیهٔ ۱ شیراز و با همکاری گروه آموزشی فیزیک ناحیهٔ یک و انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک فارس برگزار گردید.
در اینجا لازم است از زحمات بی شائبهٔ تمامی دست اندرکاران همایش اعم از دبیران فیزیک نواحی چهارگانهٔ شیراز، مسئولین پژوهش سرای دانش آموزی ناحیهٔ یک و بخصوص آقای سید سعید سبحانی سرگروه محترم فیزیک ناحیهٔ یک و عضو شورای اجرایی انجمن معلمان فیزیک فارس و طراح این همایش که با تلاش شبانه روزی و تقبل ضرر و زیان مادی و معنوی باعث شدند اولین نمایشگاه آزمایش های جذاب فیزیکی با موفقیت برگزار شود تشکر و قدردانی نماییم.
امید آن که با رفع نواقص احتمالی که در انجام هر کار تازه ای اجتناب ناپذیر

کنفرانس دو سالانهٔ آموزش فیزیک ایران

یازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک کشـور در شـهر همدان از تاریخ ۱۳ لغایت ۱۵ آذرماه ۱۳۸۶ برگزار شد. در این کنفرانس فضای مناسبی ایجاد شـد تا صاحب نظران و دبیران فیزیک سراسـر کشـور با ارایهٔ مقالات و تجـارب علمی و عملی خـود ضمن پرداختن به مشـکلات و تنگناها به راهکارهایـی جهت بهبـود کمی و کیفی آموزش فیزیک و ارتقاء سـطح حرفه ای و مهارتی دست یابند.

در این راستا غرفه های نمایشگاهی آزمایش هـای فیزیک با بیشـترین درخشـش در جهت رفـع نیازمندی های دبیران گرامی به ابتکار اتحادیهٔ انجمن های علمی آموزشـی معلمان فیزیک ایران (عامفا) و انجمن علمی

آموزشـی معلمان فیزیک اسـتان فارس و با هماهنگ سازی همه جانبهٔ تمامی استان ها در غیر تکراری بودن آزمایش ها برپا شد.

بـه منظور هدایـت و نظم و نظـارت در تجربه اندوزی هـای مراجعین آزمایشـگر کتابچـه ای حاوی فهرسـت بیـش از ۳۵۱ کار عملی جالب دبیران فیزیک کل کشـور در اختیار شـرکت کنندگان محترم در همایش قرار گرفت. البته این کتابچه توسط آقای سید سعید سبحانی از انجمن فیزیک فـارس هماهنگ، تدوین و تهیه شده بود.

دسـتاورد این سـفر برای اسـتان فارس کسـب ۷ مقام اول و ۲ مقام دوم کشـوری از ۱۰ شـاخهٔ رقابتی کشـوری برای سـازمان آموزش و پرورش استان فارس بوده است که منجر به بیش از ۱۰ تقدیرنامه برای دسـت اندرکاران کوشـا و دلسـوز صرفاً فارس گردیده است.

انجمن معلمان فیزیک فارس ضمن تبریک این موفقیت ارزشمند به همهٔ همکاران گرامی بخصوص همکاران عزیزی که در کسب این موفقیت ها سعی و تلاش مؤثری داشتند به مسئولین استان توصیه می کند ضمن تقدیر و ترغیب شایسته از این همکاران شرایطی را فراهم کنند تا از این توانمندی های استان در جهت رشد آموزش فیزیک استان بیشتر بهره برداری شود.

در این کنفرانس از دبیران فیزیک برگزیده سال ۱۳۸۶ ایران تجلیل شد که از استان فارس نیز آقای محمد رحیمی دبیر و سرگروه محترم فیزیک منطقهٔ ارسنجان جزء ۳ نفر دبیر برگزیدهٔ کشوری (از طرف انجمن فیزیک ایران) مورد تقدیر قرار گرفت.

گزارش گردهمایی دبیران فیزیک استان (در تاریخ ۸۶/۳/۱۱)

این گردهمایی توسـط انجمن علمی، آموزشی معلمان فیزیک استان فارس با همکاری گروه آموزشی فیزیک استان برگزار شد.

در این گردهمایی بیش از ۴۰۰ نفر از دبیران فیزیک اسـتان حضور داشتند و از سـاعت ۸ صبح روز ۸۶/۳/۱۱ با پذیرش همکاران شـروع و در ساعت ۸/۳۰ با پخش سـرود جمهوری اسلامی و تلاوت آیات قرآن مجید به طور رسمی آغاز به کار کرد.

در این جلسـه پس از خوشـامدگویی رئیس انجمن جنـاب آقای مصطفی نژادیـان، آقای اسـتادنژاد دبیـر محترم شـیمی تحت عنوان شـیوه های سـخنرانی نمودنـد و پـس از آن اسـتاد ارجمند جنـاب آقای دکتـر احمـد نخلـی اسـتاد پیشکسـوت فیزیک دانشـگاه هـای تهـران و رئیـس کمیتهٔ غارشناسـی سـازمان انرژی اتمی ایران پیرامون استفاده از دانش هسته ای در قسمت های مختلف علوم و تکنولوژی و صنعت سخنرانی ۲ ساعته ای ایراد نمودند که بسیار مورد توجه حاضرین قرار گرفت.

پـس از آن آقـای کریمی سـرگروه محترم فیزیک اسـتان در رابطـه با فعالیـت های گـروه فیزیک بیاناتـی ایراد

اعضای شـورای اجرایی و بازرسـان انجام گرفت که نتایج آن به شـرح زیر می باشد:

۱ـ آقای سید سعید سبحانی با ۲۳۲ رأی
۲ـ آقای مجید وکیل زاده با ۱۹۷ رأی
۳ـ آقای محسن علیایی با ۱۸۸ رأی
۴ـ خانم صفیه رضایی با ۱۸۷ رأی
۵ـ خانم فریبا اسماعیلی با ۱۸۶ رأی
۶ـ آقای نعمت الله مختاری با ۱۸۴ رأی
۷ـ آقای مصطفی افشاری پور با ۱۷۵ رأی
۸ـ آقای محمدجعفر یزدانی با ۱۷۴ رأی
۹ـ آقای مصطفی انصاری با ۱۵۸ رأی
۱۰ـ آقای عبدالحمید خادمی با ۱۰۱ رأی
۱۱ـ آقای فرهاد اسماعیلی با ۹۶ رأی به عنوان اعضای اصلی و
۱ـ خانم صرافی مقدم با ۸۸ رأی
۲ـ آقای نیک بخت با ۵۹ رأی
۳ـ آقای فلاح زاده با ۵۸ رأی
۴ـ آقای اکبری و آقای مسـروری بـا ۴۹ رأی به عنوان اعضای علی البدل انتخاب شـدند و همچنین آقای حمید مصطفی نژادیان با ۲۲۴ رأی و آقای غلامحسـین بهمنی بـا ۱۶۵ رأی به عنوان بازرسـان اصلـی و آقای علی صحراییان به عنوان بازرس علی البدل انتخاب شدند.

در جلسـهٔ بعدازظهـر ابتدا آقای صیاد رزمکن دبیر پیشکسـوت فیزیک و از اعضای شـورای اجرایی اول و دوم تحت عنوان مدل در فیزیک سـخنرانی نمودند و پس از آن آقای روح الله خلیلی بروجنی در رابطه با اهداف آموزش فیزیک به مدت ۲ ساعت سخنرانی نمودند که با پرسش و پاسخ همراه بود. به دنبال آن چند آزمایش جالب توسـط آقایان مختاری و یزدانی انجام شـد که مورد توجه حضار قرار گرفت و جلسه طبق برنامه در ساعت ۱۸ به پایان رسید.

آمار شرکت کنندگان:

ناحیه یک ۵۹ نفر، ناحیه دو ۴۵ نفر، ناحیه سـه ۳۹ نفر، ناحیه چهار ۳۳ نفر، شهرستان ها ۲۱۰ نفر، متفرقه ۲۰ نفر.

در اینجا لازم اسـت از مسئولین سازمان به خصوص معاونت های پشتیبانی (آقـای اصنافی) و پژوهش و برنامه ریزی (آقای افسـری) کارشناسـی امور ادامـه تحصیل کارکنان و متعهدین خدمت و کارشـناس آموزش متوسـطه (آقای شـاعلی) و دسـت اندرکاران مرکز تربیت معلم سلمان فارسی (آقایان همتـی و نجفـی و هنرور و شـهیدی و کارگران زحمـت کش به خصوص آقای مهدی پور) و کارشناسـی روابط عمومی سـازمان (آقـای فرامرزی و همکارانشـان) به خاطر همکاری های ارزشمندی که با انجمن فیزیک برای برگزاری این همایش داشتند تشکر و قدردانی نماییم. اجرکم عندا...

گزارش همایش فیزیک و زندگی زاهدان

همایش فیزیک و زندگی از طرف بنیاد علمی فیزیک و زندگی زاهدان با همکاری دانشگاه سیستان و بلوچستان از تاریخ ۲۵ـ۲۷ مهرماه سال جاری در دانشگاه سیستان و بلوچستان برگزار شد.

از طرف انجمن فیزیک استان فارس تعداد ۱۵ نفر از دبیران فیزیک استان که تمایل خود را برای شرکت در این همایش اعلام کرده بودند به این همایش اعزام شدند.

در مدت برگزاری همایش غرفه ی آزمایش های جذاب فیزیکی از طرف دفتر فیزیک و پژوهشکده ی معلم و انجمن معلمان فیزیک فارس با مساعدت اتحادیه ی عامفا برپا شد که بسیار مورد استقبال شرکت کنندگان در همایش قرار گرفت.

استقبال از غرفه ی فارس به حدی بود که از طرف دانشگاه تقاضای تداوم آن را برای چند روز پس از پایان همایش داشتند که امکان پذیر نبود و در تماس های مکرر بعدی خواهان برپایی مجدد غرفه برای دانشجویان را در زمان مناسبی داشتند که اجابت این خواسته هنوز میسر نگردیده

نکته ی قابل تقدیر همکاری بسیار صمیمانه مسئولین و کارکنان دانشگاه بود که علی رغم عدم همکاری آموزش و پرورش استان سیستان و بلوچستان کمال مساعدت را با برپا کنندگان همایش داشتند.

در پایان ضمن آرزوی موفقیت برای مسئولین بنیاد فیزیک و زندگی خصوصاً سرکار خانم مودی از کلیه ی همکاران شکرت کننده از استان فارس در این همایش که با همدلی باعث ارائه ی غرفه ای جذاب شدند خصوصاً آقایان سید سعید سبحانی و محمود صدیقی کمال تشکر را داریم.