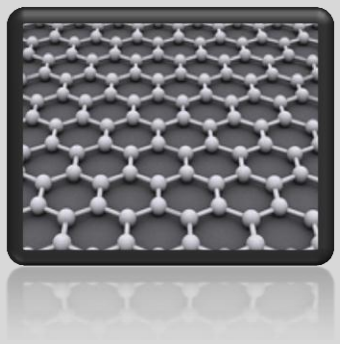
برندگان جایزه ی فیزیک نوبل ۲۰۱۰

برندگان جایزه‌ی فیزیک نوبل ۲۰۱۰

جایزه‌ی نوبل فیزیک سال ۲۰۱۰ به دو دانشمند روسی تبار به نام‌های آندره گایم و کنستانتین نوو سلوف داده شد که اکنون در دانشگاه منچستر انگلستان کار می‌کنند. هر دو دانش آموخته‌ی نهاد فیزیک و فن‌آوری مسکو هستند و جایزه را به خاطر " آزمایش‌های مرز شکن بر روی ماده‌ی دو بعدی گرافن " برده‌اند.



گرافن: شبکه‌ی اتمی بی نقص

برگه‌ی نازکی از کربن معمولی به ضخامت یک اتم در پس جایزه‌ی نوبل فیزیک امسال جا دارد. آندره گایم و کنستانتین نووسلف نشان داده‌اند که کربن با چنین شکل تخت دارای آن‌گونه خواص استثنایی است که به جهان فیزیک کوانتومی‌تعلق دارند.

گرافن شکلی از کربن و ماده‌ی کاملا تازه‌ای، نازکتر و قوی‌تر از همه ماده‌ها است. رسانایی الکتریکی آن به خوبی رسانایی مس و رسانایی گرمایی آن از همه ماده‌های شناخته شده بیشتر است. تقریبا کاملا شفاف است و در عین حال چنان فشرده و چگال است که حتی کوچکترین اتم گاز یعنی اتم هلیوم نمی‌تواند از آن بگذرد.

تصویر۱.گرافن. شبکه‌ای تقریبا کاملی به ضخامت یک اتم تشکیل شده از اتم‌های کربن که در یک طرح شش ضلعی شبیه تورهای مرغدانی به هم متصل شده‌اند.

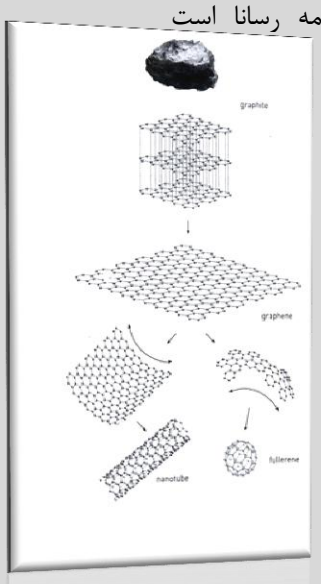
مقاله‌ای که در اکتبر ۲۰۰۴ در مجله‌ی *science* درباره‌ی گرافن چاپ شد در سراسر جهان غوغا برپا کرد. از یک سو خواص عجیب گرافن به دانشمندان فرصت می‌دهد تا بنیان‌های نظری فیزیک را بیازمایند و از سوی دیگر انواع گسترده‌ای از کاربردها مانند آفریدن ماده‌های جدید و وسایل الکترونیک نوآورانه را در اختیار جامعه قرار می‌دهد.

بار دیگر ماده‌ی بنیادی کل زندگی روی زمین یعنی کربن ما را غافلگیر می‌کند.

مداد، کاغذ و نوار چسب

ساده‌ترین راه به دست آوردن گرافن معجزه‌آسا از گرافیت معمولی است که مغز مدادهای شما را تشکیل می‌دهد. گرافن از اتم‌های کربنی تشکیل می‌شود که به صورت ساختاری همانند شانه‌ی کندوی عسل به ضخامت یک اتم در یک شبکه‌ی تخت به هم متصل شده‌اند. هر میلی‌متر گرافیت در برگیرنده‌ی سه میلیون لایه گرافن است که بر روی هم قرار گرفته‌اند. این لایه‌ها چندان محکم به هم نپیوسته‌اند و بنابراین به راحتی از هم جدا می‌شوند. هر کس که چند سطری با مداد نوشته باشد. این تجربه را از سر گذرانده است و ممکن است در هر بار در واقع یک لایه‌ی گرافن روی کاغذ جا داده باشد.

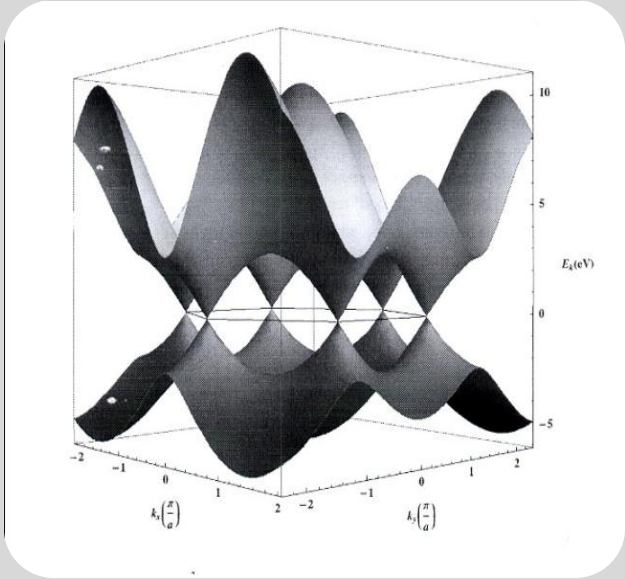
آندره گایم و کنستانتین نووسلوف برای کندن برگه‌های گرافیک از یک قطعه‌ی بزرگ از نوار چسب بهره گرفتند. در آغاز برگه‌هایی که بر می‌داشتند از چندین لایه‌ی گرافن درست شده بود، ولی با تکرار این فرآیند توانستند برگه‌های نازک‌تری به دست بیاورند. گام بعدی یافتن قطعه‌های بسیار ریز گرافن در میان لایه‌های گرافیت و دیگر تراشه‌های کربنی بود. در این‌جا به اندیشه‌ی درخشان دیگری رسیدند: دانشمندان منچستر برای دیدن حاصل کار پیچیده‌ی خود تصمیم گرفتند.این برگه‌ها را به یک ورقه‌ی سیلیکون اکسید شده که ماده‌ی کاری استاندارد صنعت تولید نیمه رسانا است بچسبانند.



هنگامی‌که این ورقه را در زیر میکروسکوپ استاندارد جا دادند رنگین کمانی مانند آنچه در روغن شناور بر سطح آب‌ایجاد می‌شود، مشاهده کردند و توانستند شمار لایه‌های گرافن موجود در برگه‌ها را تعیین کنند. ضخامت لایه‌ی اکسید سیلیکون هم برای دیدن گرافن اهمیت داشت. در زیر میکروسکوپ، گرافن به صورت یک ماده‌ی بلورین واقعا دوبعدی در دمای اتاق دیده شد. گرافن شبکه منظم کاملی از کربن دو بعدی یعنی دارای درازا و پهنا است. یکای بنیادی این طرح از شش اتم کربن تشکیل می‌شود که به شیوه‌ای شیمیایی به هم پیوسته‌اند.

در انتظار کشف

البته گرافن همواره وجود داشته است، مهم پیدا کردن آن است. شکل‌های طبیعی دیگری از کربن هم پیش از آن‌که دانشمندان به شیوه‌ی شایسته‌ای آن‌ها را مشاهده کنند وجود داشته است. نخست لوله‌های نانو و سپس کره‌های تو خالی کربن یا فولرنس (نوبل شیمی۱۹۹۶). گرافن به دام افتاده در گرافیت درانتظار رهایی بود (شکل ۲).



کسی فکر نمی‌کرد این کار ممکن باشد.

بسیاری از دانشمندان فکر می‌کردند که نمی‌توان این مواد نازک را منفرد ساخت: چون این مواد در دمای اتاق چروک می‌شدند و به صورت لوله در می‌آمدند یا حتی به کلی ناپدید می‌شدند، ولی گروهی هم با وجود شکست، تلاش‌های پیشین برای دستیابی بر آن‌ها می‌کوشیدند. قبلا برگه‌های نازکی به ضخامت کمتر از ۱۰۰اتم و حتی برگه‌های شفافی از کربن به دست آورده بوده‌اند.

یکی از راه‌های به دست آوردن گرافن از گرافیت وارد کردن مواد شیمیایی به میان لایه‌های اتم، برای سست کردن پیوند میان آن‌ها و جدا کردن آن‌ها بود. یک روش دیگر خراشیدن لایه‌هایی از گرافیت بود. همچنین می‌شد سیلیکون را از بلورهای کار باید سیلیکون با گرما جدا کرد. در دماهای بسیار بالا لایه‌های نازک کربن بر جا می‌ماند. تکنیک‌های مختلف رشد دادن اپی تاکسی (رشد دادن بلور روی ماده‌ی بلورین و تعیین جهت‌گیری آن‌ها) که برای‌ایجاد انواع مواد نیمه رسانا به کار می‌رفت،آینده‌دارترین روش تولید گرافن برای کاربرد در صنعت الکترونیک بود. تا امروز لوله‌هایی از صفحاتی به پهنای ۷۰ سانتی‌متر هم به دست آمده است.

تصویر ۳: مانند یک ورقه ابریشم. ورقه‌های تاخورده‌ی گرافن روی یک ورقه‌ی سیلیکون. تصویر حاصل از اسکن میکروسکوپ الکترونی با بزرگ نهایی ۵۰۰۰ برابر.

در جهان ناسازنماها

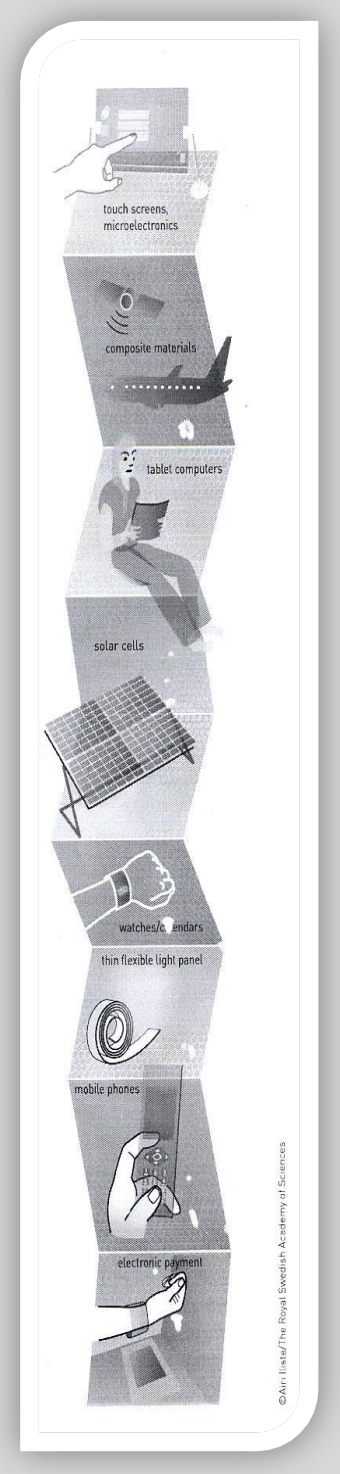
آندره گایم و کنستانتین نووسلوف تنها توانستند برگه‌های بسیار نازکی از این ماده‌ی جدید به دست بیاورند و با وجود اندازه‌ی بسیار ریز آن ماده توانستند پژوهش درباره‌ی دو ویژگی برجسته‌ی گرافن را آغاز کنند که هر دو بر خواص الکتریکی آن تأثیر بسیار داشتند. ویژگی نخست، ترکیب تقریبا کامل گرافن است. ترتیب عاری از خطا حاصل پیوند محکم اتم‌های کربن است که در عین حال آنقدر انعطاف‌پذیر است که می‌توان شبکه را کشید و سطح آن را ۲۰ درصد بیشتر کرد. ساختار شبکه هم سفر دوربرد الکترون‌ها را بدون ایجاد اغتشاش و تلاطم در گرافن امکان‌پذیر می‌کند. الکترون‌ها در رساناهای عادی مانند توپ پینگ پنگ جهش می‌کنند و این جهش کارکرد رسانا را کاهش می‌دهد.

ویژگی دیگر گرافن آن است که الکترون‌های آن مانند ذرات نور یعنی فوتون‌های بی جرم عمل می‌کنند، که در خلاء بدون کند شدن حرکت با سرعت ۳۰۰ملیون متر در ثانیه سفر می‌کنند. الکترون‌های گرافن نیز چنان رفتار می‌کنند که انگار جرم ندارند و با سرعت ثابت یک میلیون متر در ثانیه حرکت می‌کنند. این نکته امکان پژوهش پدیده‌هایی را فراهم می‌آورد که معمولا به شتاب دهنده‌های بزرگ ذرات نیاز دارند.

گرافن به دانشمندان فرصت می‌دهد تا برخی از تأثیرهای کوانتومی شبح مانند را که تاکنون تنها به صورت نظری درباره‌ی آن‌ها بحث شده است آزمون کنند. یکی از این پدیده‌ها یکی از گونه‌های تونل، کلاین است که اوسکار کلاین فیزیکدان سوئدی آن را در ۱۹۲۹ صورت‌بندی کرد. پدیده‌ی تونل در فیزیک کوانتومی‌توضیح می‌دهد که چگونه ذرات می‌توانند گاهی از مانع بگذرند. هرچه مانع بزرگتر باشد، بخت ذرات کوانتومی‌برای گذاشتن از آن کمتر می‌شود، اما در گرافن گاهی الکترون‌ها چنان حرکت می‌کنند که گویی اصلا مانعی در کار نیست.

جهان‌های رویایی

کاربردهای عملی گرافن مانند توانایی آن در رسانش مورد توجه واقع شده است. پیش‌بینی می‌شود که ترانزیستورهای گرافنی اساسا بسیار سریع‌تر از ترانزیستورهای سیلیکونی ساخته شوند. برای سریع‌تر شدن تراشه‌های کامپیوتری و افزایش کارایی باید آن‌ها را کوچکتر ساخت. سیلیکون برای کارکرد خود از لحاظ اندازه محدودیت دارد. ولی محدودیت برای گرافن بسیار کمتر است. چند سال پیش‌تر ترانزیستور گرافنی عرضه شد که سرعت آن به اندازه نوعی سرعت همتای سیلیکونی آن بود. ما در آستانه‌ی نوعی کوچک‌سازی هستیم که کامپیوترهای آینده را بسیار کاراتر خواهد کرد. البته اکنون کامپیوترهای گرافنی به صورت رؤیا مطرحند، ولی بالاخره مانیتورهای شفافی به ضخامت صفحات کاغذ ساخته خواهند شد که می‌توان آن‌ها را لوله کرد و در کیف دستی جا داد. گرافن بسیار شفاف (تا تقریبا ۹۸٪) و در عین حال رسانای الکتریسیته است و برای تولید پرده‌های تماسی شفاف، صفحات سبک و حتی سلول‌های فوتوالکتریک مناسب است. با افزودن تنها ۱٪ گرافن به پلاستیک می‌توان آن را به رسانای الکترونیک تبدیل کرد یا ایستادگی گرمایی آن را $۳۰^{\circ}c$ افزایش داد و در عین حال آن را سخت‌تر کرد. این انعطاف‌پذیری می‌تواند زمینه‌ای باشد برای تولید مواد بسیار محکمی‌که سبک، کشسان و نازک باشند و در آینده ماهواره‌ها و هواپیماها و اتومبیل‌ها را با آن‌ها ساخت.



کامل بودن ساختار گرافن آن رابرای تولید حسگرهای حساس نسبت به کمترین میزان آلودگی مناسب می‌سازد و می‌توان حتی یک مولکول تنهای جذب شده در سطح گرافن را کشف کرد.

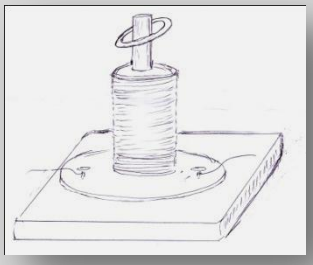
بازی جدی

فهرست موارد کاربرد گرافن بلند است. فعالیت‌های آرام ناپذیری که در پی کشف آن آغاز شده است در آینده ثمر خواهد داد. هر دو برنده‌ی جایزه نوبل مدتها با هم کار کرده‌اند. کنستانتین نووسلوف ۳۶ ساله در مقام دانشجویی دکترا در هلند با آندره گایم کار کرده است و با او به انگلستان رفته است. هر دو درس فیزیک خود را در روسیه آغاز کرده‌اند و اکنون هر دو استاد دانشگاه منچسترند.

بازیگوش بودن یکی از ویژگی‌های آن‌هاست. آن‌ها با وسایل و خرده‌ریزهای دم‌دست،چیزهای تازه‌ای می‌ساختند، حتی چیزهایی که به کاربردشان فکر نمی‌کردند. هفت سال پیش آنان ابرچسبی نواری ساختند که به هموارترین و صاف‌ترین صفحات هم می‌چسبید. آندره گایم در سال ۱۹۹۷ موفق شد قورباغه‌ای را در میدان مغناطیسی آویزان نگاه دارد و جایزه‌ی نوبل Ig سال ۲۰۰۰ را برای" ابتدا خنداندن و سپس به اندیشه واداشتن مردم" ببرد.

آزمایش تامسن با حلقه و سیم پیچ

در مورد آزمایش حلقه و سیم پیچ پرسش آن است که در یک چهارم نخست دوره‌ی نوسان جریان متناوب حلقه رانده می‌شود، بنابراین در یک چهارم دوم دوره که جهت جریان طبق قانون لنز در حلقه وارون می‌شود باید کشش روی بدهد، ولی در عمل می‌بینیم که حلقه در بالا می‌ماند. چرا ؟



جواب : هنگامی‌که حلقه در برابر سیم لوله‌ای قرار می‌گیرد که جریان متناوب با معادله‌ی $I=I_m\ sin\omega t$ از آن می‌گذرد تغییر شار سیم لوله طبق قانون لنز جریانی را در حلقه بوجود می‌آورد که با عامل بوجود آورنده‌ی خود مخالفت می‌کند.

می‌دانیم که نیروی محرکه‌ی القائی در حلقه به اندازه‌ی $\frac{\pi}{۲}$ رادیان نسبت به جریان آهن ربای الکتریکی اختلاف فاز دارد و خود جریان در سیم لوله نیز به خاطر مقاومت ظاهری آن نسبت به نیروی محرکه‌ای که به آن متصل است نیز $\frac{\pi}{۲}$ رادیان اختلاف فاز دارد

$$\varepsilon = - L \frac{di}{dt} \varepsilon = - L\ \omega cos\omega t = - L \sin(\omega t + \frac{\pi}{۲})$$

پس می‌توان گفت در حالت کلی جریان حلقه و جریان سیم لوله همواره به اندازه‌ی π اختلاف فاز دارند به شرط آن‌که مقاومت سیم لوله نسبت به $L\ \omega$ کوچک و ناچیز باشد. به این ترتیب جریان‌ها در هر حال در جهت مخالف یکدیگرند و بطور متقابل یک دیگر را دفع می‌کنند. اگر مقاومت حلقه ناچیز باشد شار کل عبوری از حلقه تقریباً ثابت می‌ماند و یعنی کاهش شار ناشی از کاهش جریان در سیم لوله به وسیله‌ی جریان القائی در حلقه جبران می‌شود و این بدان معنی است که جریان‌ایجاد شده در حلقه همیشه در خلاف جهت جریان در سیم لوله است و این دو همواره‌یک دیگر را دفع می‌کنند

سیم لوله $\varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t \rightarrow I = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

سیم لوله $\phi = BA = \mu .nIA = \mu .nA\, I_m sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

حلقه $\phi = -\mu .nAI_m \omega cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ $\quad \mathcal{E} = -N\frac{d\phi}{d\tau}$

$\mathcal{E} = -\mu .nAI_m \omega sin(\omega t)$

در حلقه $I = -\frac{\mu nA\omega}{R} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

حلقه $I = -I_m sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

سیم لوله $I = I_m sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

اگر نمودار هر دو را رسم کنیم ملاحظه می‌شود که جریان‌های القائی همواره در خلاف جهت هم قرار دارند و نیروی بین حلقه و سیم لوله همواره دافعه است و تنها در لحظاتی بسیار کوتاه که جریان صفر می‌شود حلقه در اثر نیروی گرانش در آستانه‌ی سقوط قرار می‌گیرد که به علت کوتاهی زمان یا احساس نمی‌شود یا به صورت لرزش آشکار می‌شود.

فاصله‌ی حلقه از سیم لوله به عواملی چون جریان القائی – مقاومت حلقه – وزن حلقه – جنس هسته – بسامد جریان – مساحت حلقه – تعداد دورهای سیم لوله و.... بستگی دارد.

فرهنگ کریمی

ادامه‌ی مقاله‌ی مهبانگ از شماره‌ی قبل

قانون هابل وانبساط فضا

رصد کهکشان‌ها و اخترنماهای دور نشان می‌دهد که این اجرام جابه‌جایی قرمز دارند یعنی نوری که از آن‌ها می‌تابد به سوی طول موج‌های بلندتر گرایش دارد این نکته با گرفتن طیف بسامدهای شیء وسنجش آن با طرح طیف نگاشتی خطوط گسیلی یا جذبی مربوط به اندرکنش اتم‌های عناصر شیمیایی با نور مشخص می‌شود. این جابجایی قرمز به گونه‌ای یکنواخت همسانگردند وبه طور یکدست در میان اجرام دیده شده درهمه‌ی جهت‌ها توزیع شده‌اند. اگر این جابجایی را به منزله ی جابجایی دوپلری درنظر بگیریم می‌توانیم سرعت دور شدن اشیا را اندازه‌گیری کنیم. فاصله‌ی برخی از کهکشان‌ها را می توان از طریق نردبان فاصله‌ها تخمین زد با رسم نمودار سرعت دور شدن برحسب فاصله می‌توان رابطه‌ی خطی موسوم به قانون هابل را مشاهده کرد:$V = H.D$که درآن Vسرعت دورشدن کهشان یا جسم دورD فاصله مختصاتی تا جسم H ثابت هابل برابر با $۷۰/۱ \pm ۱/۳ \, Km/\mu pc$ از روی ردیابی$WMAP$.

قانون هابل دو توضیح دارد: یا ما در مرکز انفجار کهشکان‌ها هستیم که به خاطر اصل کوپرنیک است یا جهان درهمه جا به گونه‌ای یکنواخت انبساط می‌یابد، الکساندر فریدمن در ۱۹۲۲ وژرژ لومتر در ۱۹۲۷ پیش از هابل این انبساط را پیش بینی کردند.

این نظریه مستلزم آن است که رابطه $V = H.D$ درهمه‌ی زمان‌ها برقرار باشد که درآن هرسه کمیت در اثر انبساط جهان تغییر می‌کند، درفاصله‌هایی بسیار کوچکتر از اندازه‌ی جهان مشاهده‌پذیر جابجایی قرمز هابل را می‌توان جابجایی دوپلری مربوط به سرعت دانست،ولی نباید از یاد برد که جابجایی قرمز جابجایی دوپلری نیست ونتیجه‌ی انبساط جهان دربازه‌ی زمانی میان زمان گسیل شدن نور و زمان دریافت نور است.

انبساط متریک فضا با شواهد رصدی مستقیم اصل کیهان شناختی واصل کوپرنیک نشان داده می‌شود که همراه با قانون هابل توضیح دیگری ندارند جایجایی قرمز اخترشناسی فوق‌العاده همسانگرد وهمگن است. اصل کیهان‌شناختی، یکسان جلوه کردن جهان درهمه‌ی جهات وهمچنین شواهد بسیار دیگر را تایید می‌کند. اگر جابجایی قرمز حاصل انفجار از یک مرکز دور باشد نمی‌تواند درجهت‌های گوناگون همانند باشد.

اندازه‌گیری تأثیرات میکروویو کیهانی پس زمینه، بردینامیک منظومه‌های اختر فیزیکی دوردست درسال ۲۰۰۰ درستی اصل کوپرنیک یعنی مرکز جهان نبودن زمین درمقیاس کیهان شناختی را نشان داد. تابش گسیل شده از مهبانگ درکل جهان درآغاز گرم‌تر بوده است. سرد شدن یکنواخت میکروویو کیهانی پس زمینه طی میلیاردها سال تنها در صورتی توضیح پذیر است که جهان درحال انبساط متریک باشد و امکان نزدیک بودن ما به مرکز یگانه‌ی یک انفجار نمی‌شود.

تابش میکروویو کیهانی پس زمینه‌ی جهان در نخستین روزهای عمر خود در حال تعادل گرمایی کامل بود که طی آن فوتون ها همواره گسیل و جذب می‌شدند و تابش طیف جسم سیاه را به وجود می‌آوردند. دمای جهان دراثر انبساط به درجه‌ای رسید که درآن دیگر فوتون نمی‌توانست آفریده یا نابود شود. البته هنوز دما آنقدر بالا بود که الکترون وهسته‌ها را جدا از هم نگه دارد، ولی فوتون ها همواره در برخورد با الکترون های آزاد طی فرایند پراکندگی تامسن « بازتابیده » می‌شدند. جهان آغازین به خاطر همین پراکندگی مکرر، نسبت به نور کدربود.

هنگامی که دما تنها به چند هزار کلوین رسید الکترون‌ها وپروتون‌ها ترکیب شدند و در فرآیند بازترکیب اتم‌ها را به وجود آوردند. گاهی اتم‌های خنثی فوتون‌ها را پراکنده می‌کردند و هنگامی که تقریبا همه‌ی الکترون‌ها بازترکیب شدند در دوره‌ی آخرین پراکندگی یعنی ۳۷۹۰۰۰ سال پس از مهبانگ تابش از ماده رها شد این فوتون‌ها سازنده‌ی CMB شدند که امروز مشاهده می‌شود و طرح مشاهده شده‌ی افت وخیزهای CMBتصویر مستقیم جهان در این دوره‌ی آغازین است. انرژی فوتون‌ها در نتیجه انبساط جهان دچار جابه‌جایی قرمز شد و طیف جسم سیاه را حفظ کرد، ولی دمای آن را کاهش داد یعنی فوتون ها را به محدوده‌ی میکروویو در طیف الکترومغناطیس منتقل کرد. باور بر این بود که می‌توان تابش را در هر نقطه‌ی جهان مشاهده کرد. که از همه جهت‌ها با شدت (تقریباً) برابر دریافت می‌شد. در ۱۹۶۴ هنگامی‌که آرنو پن زیاس و رابرت ویلسن با کاربرد گیرنده‌ی جدید میکروویو آزمایشگاه‌های بل به رصدها و مشاهدات تشخیصی پرداختند، تصادفا تابش کیهانی پس زمینه را کشف کردند. کشف آن‌ها تأیید بنیادی پیش بینی‌های کلی CMB بود. تابش همسانگرد و در توافق با طیف جسم سیاه در حدود ۳ کلوین تشخیص داده شد و توازن افکار را به سود فرضیه‌ی مهبانگ تغییر داد. پن زیاس و ویلسن برای این کشف برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شدند.

در ۱۹۸۹، ناسا ماهواره‌ی کاشف پس زمینه کیهانی ($COBE$) را به فضا فرستاد که یافته‌های آن با پیش‌بینی‌های مهبانگ در مورد

CMB در توافق بود. *COBE* دمای بازمانده را ۲/۷۲۶ کلوین تعیین کرد و سه سال بعد برای نخستین بار افت و خیزها (ناهمسانگردی‌های) *CMB* را در حد یک در 10^5 ردیابی کرد. جان‌سی‌مادر و جرج اسموت برای رهبری این عملیات برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شدند. در دهه‌ی بعد درباره‌ی ناهمسانگردی‌های *CMB* با آزمایش‌های بسیار گسترده‌ی زمینی و بالونی پژوهش شد. در ۲۰۰۱ ـ ۲۰۰۰ در چندین آزمایش و از آن میان *BOOMERANG* با اندازه‌گیری اندازه‌ی زاویه‌ای ویژه (اندازه در آسمان) ناهمسانگردی‌ها معلوم شد که جهان از لحاظ فضایی تقریباً تخت است.

در آغاز سال ۲۰۰۳ نخستین نتایج ردیابی همسانگردی میکروویو ویلکینسن (*WMAP*) اعلام شد و دقیق‌ترین اندازه‌های برخی از متغیرهای کیهان شناختی را تا آن روز مشخص کرد. این سفینه نادرستی چندین مدل تورمی‌کیهانی مشخص را نشان داد، ولی نتایج آن به طور کلی با نظریه تورمی توافق داشت و تأیید کرد که دریایی از نوترینوهای کیهانی در جهان پخش است و این نشانه‌ای است آشکار از این امر که بیش از نیم میلیارد سال طول کشیده است تا نخستین ستارگان به ایجاد مه کیهانی برسند. یک ردیاب فضایی جدید به نام پلانک با هدف‌هایی مانند هدف‌های *WMAP* در مه ۲۰۰۹ به فضا فرستاده شد.

پیش‌بینی آن است که این ماهواره اندازه‌گیری‌های دقیق‌تری از ناهمسان‌گردی‌های *CMB* عرضه کند. تابش پس زمینه به گونه‌ای استثنایی هموار است که نشان دهنده‌ی مسأله‌ای در مورد انبساط قراردادی است که می‌گوید فوتون‌هایی که از جهت‌های مختلف آسمان می‌آیند در واقع از ناحیه‌هایی می‌آیند که هرگز با هم در تماس نبوده‌اند. مهم‌ترین توضیح برای این تعادل دوربرد آن است که بگوییم جهان یک دوره‌ی کوتاه انبساط نمایی سریع را که تورم خوانده می‌شود از سرگذرانده است. این نکته سبب به دور رانده شدن ناحیه‌هایی شده است که پیشتر در حال تعادل بوده‌اند بنابراین جهان مشاهده‌پذیر هم کلا از همین ناحیه‌ها آمده است.

فراوانی عناصر آغازین

با کاربرد مدل مهبانگ می‌توان غلظت هلیوم ۴، هلیوم ۳، دوتریوم، و لینیوم ۷ را نسبت به هیدروژن معمولی به دست آورد. همه‌ی فراوانی ها به‌یک متغییر بستگی دارند و آن نسبت فوتون به بار یون است که می‌توان آن را مستقلاً از ساختار مفصل افت و خیزهای CMB محاسبه کرد.

این نسبت‌های جرمی‌در حدودهای ۲۵ /۰ برای $\frac{He}{H}$، 10^{-3} برای $\frac{H_2}{H}$، 10^{-4}برای $\frac{He3}{H}$و 10^{-9} برای $\frac{LiV}{H}$ پیش بینی شده‌اند.

همه‌ی فراوانی‌ها دست کم به صورت تقریبی با آنچه از اندازه‌ی یگانه‌ای نسبت بار یون به فوتون پیش‌بینی می‌شد توافق دارند. در مورد دوتریوم توافق عالی است، در مورد *He* نزدیک، و در مورد *Liv* تا دو برابر متفاوت است. در این مورد آخری عدم قطعیت‌های سیستماتیک در کار است. با همه‌ی این توافق کلی با فراوانی پیش بینی شده در *BBN* شواهد قدرتمندی برای اثبات رویداد مهبانگ عرضه می‌کند که تنها توضیح موجود در مورد فراوانی‌های نسبی عناصر سبک است، و عملا نمی‌توان مهبانگ را با تولید مقدارهایی بسیار بیشتر یا بسیار کمتر از ۲۰ تا ۳۰ درصد هلیوم "هماهنگ" کرد. در واقع بیرون از مهبانگ دلیل روشنی وجود ندارد که نشان دهد جهان جوان (پیش از شکل‌گیری ستارگان آن گونه که از مطالعه‌ی ماده‌ی فارغ از فرآورده‌های هسته‌زایی ستاره‌ای برمی‌آید) حاوی مقدار بیشتری هلیوم نسبت به دوتریوم یا دوتریوم نسبت به He^3 و به نسبت ثابت باشد.

توزیع و تکامل کهکشانی

مشاهدات مفصل ریخت شناسی و توزیع کهکشان‌ها و اخترنماها شواهد محکمی‌در تأیید مهبانگ به دست می‌دهند. ترکیبی از مشاهده و نظریه نشان می‌دهد که نخستین کهکشان‌ها و اخترنماها در حدود یک میلیارد سال پس از مهبانگ شکل گرفته‌اند و از آن به بعد ساختارهای بزرگتری چون خوشه‌ها و ابرخوشه‌های کهکشانی به وجود آمده‌اند شماری از ستارگان پیر می‌شده‌اند و شماری هم تکامل می‌یافته‌اند، بنابراین کهکشان‌های دور (که به همان صورت پیشین خود در جهان دیده می‌شوند) با کهکشان‌های نزدیک (که در حالت جدید تر دیده می‌شوند) تفاوت بسیار دارند. گذشته از این‌ها، کهکشان‌هایی که هم فاصله هستند ولی در دو زمان مختلف شکل گرفته‌اند بسیار متفاوت به نظر می‌رسند. این مشاهدات شواهد محکمی‌علیه مدل حالت ثابت و به سود نظریه‌ی مهبانگ عرضه می‌کنند.

انواع دیگری از شواهد

پس از بگو مگوهای بسیار، سنی که با توجه به انبساط‌ها بلی، *CMB*برای جهان برآورد شد با سن پیرترین ستارگان که با کاربست نظریه‌ی تکامل ستارگان در مورد خوشه‌های کروی و نیز از طریق تعیین سن تک تک ستارگان جمعیت Дبه دست آمده بود توافق قابل قبولی داشت (و تنها اندکی بیشتر بود).

مشاهدات در مورد خطوط گسیلی حساس به دما در ابرهای گاز در جابه‌جایی قرمز زیاد نشان داد که همانگونه که پیش‌بینی می‌شد دمای *CMB* در گذشته بالاتر بوده است. پیش‌بینی‌ها همچنان حاکی از آن بود که دامنه‌ی پدیده‌ی سان بایف ـ زل دوویچ در خوشه‌های کهکشان مستقیماً به جابه‌جایی قرمز بستگی ندارد. این موضوع تا حدودی درست به نظر می‌رسد، ولی متأسفانه این دامنه به ویژگی‌هایی از خوشه بستگی دارد که در طول زمان کیهانی دچار دگرگونی‌های بنیادی می‌شوند و آزمون دقیق را ناممکن می‌کنند.

ویژگی ها، موضوع ها و دشواری ها

امروز دانشمندان مدل مهبانگ را بر مدل کیهان شناختی ترجیح می‌دهند ولی روزی جامعه‌ی علمی‌بر سر این دو مدل دعوا داشت.

ولی با یافتن پاسخ برای بسیاری از دشواری‌ها در راه رصدهای پیشرفته‌تر یا از راه تعدیل نظریه توافق کلی به سود مهبانگ حاصل شده است.

مفاهیم محوری مهبانگ یعنی انبساط، حالت داغ اولیه، شکل‌گیری هلیوم، شکل‌گیری کهکشان‌ها از رصدهای بسیار مستقل از مدل‌های کیهان شناختی به دست آمده‌اند. این مفاهیم شامل فراوانی عناصر سبک، *CMB*، ساختارهای کلان مقیاس، نمودارهابل برای ابرنواختران نوع *Ia* نیز هست.

مدل‌های دقیق مدرن مهبانگ به پدیده‌های فیزیکی عجیب و متنوعی توجه کرده‌اند که در آزمایش‌های آزمایشگاهی زمینی و مدل استاندارد ذرات دیده نشده‌اند. در مورد یکی ازاین ویژگی‌ها یعنی ماده‌ی تاریک به تازگی پژوهش‌های آزمایشگاهی فعالی صورت گرفته است. موضوع‌های بر جا مانده مانند مسأله‌های هاله‌ی نک هلالی و کهکشان کوتوله و ماده‌ی تاریک سرد برای توضیح، ماده‌ی تاریک اهمیت حیاتی ندارند چون حل این گونه مسائل تنها نیازمند پالایش نظریه است. انرژی تاریک هم بسیار مورد توجه است ولی روشن نیست که‌آیا می‌توان آن را مستقیماً ردیابی کرد یا نه.

از سوی دیگر تورم و باریون زایی همچنان به صورت ویژگی‌های نظری مدل‌های امرزوی مهبانگ بر جا مانده‌اند که مشخصات مهم جهان آغازین را توضیح می‌دهند ولی می‌توان بدون هیچ گونه تأثیر مخربی بر کل نظریه، ویژگی‌های دیگری راجانشین آن‌ها کرد. یافتن توضیحات درست برای این گونه پدیده‌ها هنوز جای پژوهش دارد.

مسأله‌ی افق

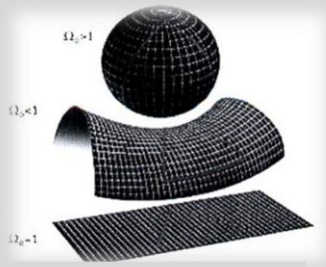
مسأله افق از این فرض سرچشمه می‌گیرد که اطلاعات نمی‌تواند سریع‌تر از نور منتشر شود. این امر در جهانی که عمر معینی دارد محدودیتی بر جدایی میان دو ناحیه از فضا که در تماس علّی با یکدیگر اعمال می‌کند(افق ذره). همسانگردی *CMB* هم در این مورد دشواری آفرین است: اگر تا زمان آخرین پراکندگی تابش یا ماده بر جهان چیره بوده است افق ذره در آن زمان باید در آسمان با ۲ درجه مرتبط باشد و هیچ سازو کاری نمی‌تواند دمای کل نواحی گسترده را یکسان نگه دارد.

نظریه تورم که طبق آن یک میدان نرده‌ای انرژی همگن و همسانگرد در یک دوره‌ی آغازین (پیش از باریون زایی) بر جهان چیرگی داشته است، راه‌حلی برای این نا همسازی ظاهری ارائه می‌کند. جهان طی تورم در حال انبساط نمایی است و افق ذره با آهنگی بسیار سریع تر از آن‌که پیشتر تصور می‌شد انبساط می‌یابد، در نتیجه ناحیه‌هایی که اکنون در دو سوی جهان مشاهده‌پذیر جا دارند درون افق ذره‌ی یکدیگر قرار دارند. همسانگردی مشاهده شده‌ی *CMB* از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که این ناحیه‌ی بزرگ در آغاز تورم در تماس علّی بوده است.

طبق پیش‌بینی اصل نایقینی هایزنبزگ درمرحله‌ی تورم افت و خیزهای گرمایی کوانتومی‌وجود دارد که ممکن است تا حد مقیاس کیهانی بزرگ شوند و به صورت بذر همه ساختارهای کنونی در جهان درآیند. تورم پیش‌بینی می‌کند که افت و خیزهای آغازین تقریبا همان نامتغیرهای مقیاس گاوسی هستند که اندازه‌گیری‌های *CMB* آن‌ها را به دقت تأیید کرده است. اگر تورم روی داده باشد، انبساط نمایی ناحیه‌های بزرگی از فضا را به فراسوی افق دیده شدنی ما می‌راند.

مسأله‌ی تخت بودن(یا پیر بودن)

در رصدها با متریک *FLRW* در ارتباط است. جهان بر حسب چگالی انرژی کل خود می‌تواندارای خمیدگی مثبت یا منفی یا صفر باشد.



« هندسه‌ی کلی جهان بستگی به‌این دارد که متغیر کیهان شناختی امگا کمتر یا بیشتر یا برابر با یک باشد. جهان بسته در بالا دارای خمیدگی مثبت، دروسط دارای خمیدگی هذلولی منفی و در پایین دارای خمیدگی صفر (تخت) است.»

اگر این انرژی از چگالی بحرانی کمتر باشد، خمیدگی منفی، و اگر بیشتر باشد خمیدگی مثبت و اگر برابر باشدخمیدگی صفر است که در این حالت آن را تخت می‌خوانیم. مسأله هر انحراف جزئی از چگالی بحرانی با گذشت زمان افزایش می‌یابد ولی امروز جهان به وضعیت تخت بسیار نزدیک است. با توجه به این که زمان طبیعی برای دور شدن از حالت تخت بودن می‌تواند زمان پلانک یعنی 10^{43} ثانیه باشد، باید توضیحی ارائه شود که چرا جهان پس از میلیاردها سال نه به مرحله‌ی مرگ گرمایی رسیده است و نه به مرحله‌ی خردشدگی بزرگ. به عنوان مثال حتی زمان نسبتاً دیر هنگام چند دقیقه (زمان هسته زایی) چگالی جهان باید در حدود یک در 10^{14} بخش از اندازه‌ی بحرانی خود باشد، چون در غیر این صورت نباید به صورت امروزی وجود داشته باشد. نظریه‌ی تورم راهی برای رهایی از این دشواری عرضه می‌کند. در دوره‌ی تورم زمان مکان تا آن‌جا انبساط می‌یابد که خمیدگی‌اش از میان برود. بنابراین می‌توان نظریه‌ای عرضه کرد که برپایه آن تورم، جهان را به حالت تخت بودن فضایی و چگالی بحرانی بسیار نزدیک می‌کند.

تک قطبی‌های مغناطیسی

موضوع تک قطبی در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰ مطرح شد. نظریه‌های یگانگی بخش بزرگ نقص‌های توپولوژیکی را در فضا پیش بینی می‌کند که می‌توانند به صورت تک قطبی‌های مغناطیسی آشکار شوند. این اشیاء می‌توانسته‌اند به گونه‌ای کارا درجهان داغ اولیه تولید شوند و چگالی‌ای بسیار بزرگتر از آن چه مشاهدات می‌توانند بیابندایجاد کنند و این نکته نشان می‌دهد که چرا جستجوگران نتوانسته‌اند تک قطبی به دست بیاورند. تورم کیهانی هم به حل این مسأله‌یاری رسانده است. چون همه‌ی نقص‌های نقطه‌ای را به همان شیوه که هندسه را به سوی تخت بودن رانده است رفع می‌کند. فرضیه‌ی خمیدگی ویل هم راه حل دیگری برای مسائل افق، تخت بودن، و تک قطبی مغناطیسی ارائه می‌کند.

عدم تقارن باریونی

هنوز دقیقاً نمی‌دانیم چرا در جهان مقدار ماده بیشتر از پاد ماده است.معمولا فرض می‌شود که هنگامی‌که جهان جوان و بسیار داغ بود در حال تعادل آماری و حاوی مقدارهای مساوی بار یون و پاد باریون بود. البته رصدها نشان می‌دهند که جهان منجمله دورترین اجزای آن تقریباً یکسره از ماده تشکیل شده است. فرایند ناشناخته‌ای به نام "باریون زایی" باعث عدم تقارن شده است. برای روی دادن باریون زایی باید شرایط ساخاروف برقرار باشد، یعنی عدد باریونی پایستار نباشد و تقارن‌هایC و CP نقض شوند و تعادل گرما پویایی جهان برهم بخورد. همه این شرایط درمدل استاندارد برقرارند ولی تأثیر آن‌ها برای توضیح عدم تقارن باریونی کافی نیست.

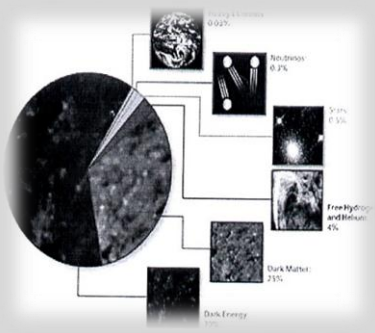
عمر خوشه‌ی کروی

درمیانه‌ی دهه‌ی ۱۹۹۰ رصد خوشه‌های کروی با مهبانگ ناسازگار به نظر می‌رسید. همانند سازی‌های کمپیوتری هماهنگ با رصدهای جمعیت ستاره‌ای خوشه‌های کروی نشان داد که سن آن‌ها باید ۱۵ میلیارد سال باشد، در حالی که سن جهان تنها ۱۳/۷ میلیارد سال بود. در اواخر دهه ۱۹۹۰ همانند سازی‌های کمپیوتری جدید که پدیده‌های از دست رفتن جرم به خاطر بادهای ستاره‌ای را در بر می‌گرفتند عمر این خوشه‌ها را کمتر نشان دادند. هنوزهم تعیین سن دقیق خوشه‌ها جای پرسش دارد، ولی روشن است که این اشیاء جزو قدیمی‌ترین چیزهای جهان هستند.

ماده‌ی تاریک

طی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ رصدهای متعدد نشان دادند که مقدار ماده مرئی موجود در جهان برای‌ایجاد نیروهای گرانشی قوی میان و درون کهکشان‌ها کافی نیست. از این رو می‌بایست تا حد ۹۰ درصد از ماده موجود در جهان، ماده‌ی تاریک باشد. که نور گسیل نمی‌کند و با ماده‌ی باریونی معمولی اندر کنش ندارد.

عناصر سنگین ٪ ۰/۳	نوترینو ٪۰/۳
ستارگان ٪۰/۵	هلیوم و هیدروژن آزاد ٪۴
ماده‌ی تاریک ٪۲۵	انرژی تاریک ٪۷۰



«ترکیب نسبتی سازندهای مختلف چگالی انرژی جهان طبق بهترین مدل CDM ۸ که نشان می‌دهد ۹۵ در صد آن را شکل‌های مرموز ماده‌ی تاریک و انرژی تاریک تشکیل می‌دهند.»

علاوه بر آن فرض تشکیل شدن جهان عمدتاً از ماده‌ی معمولی به پیش‌بینی‌هایی می‌انجامد که به شدت با رصدها نا همسازند. به ویژه آن که امروز جهان بسیار قلنبه‌تر و در بر دارنده‌ی دوتریوم کمتری است نسبت به آنچه که بدون در نظر گرفتن ماده‌ی تاریک به دست می‌آید. ماده‌ی تاریک در آغاز بحث انگیز بود ولی اکنون رصدهای بسیار وجود آن را نشان داده‌اند: ناهمسانگردیCMB، پراکندگی‌های سرعت خوشه‌ی کهکشان، توزیع‌های ساختار کلان مقیاس با پژوهش درباره‌ی ویژگی عدسی گونه‌ی گرانش و اندازه‌گیری خوشه‌های کهکشان با پرتو X شواهد تأییدکننده‌ی وجود ماده‌ی تاریک از تأثیر گرانش بر دیگر ماده‌ها به دست می‌آید و ذرات ماده‌ی تاریک در آزمایشگاه به دست نیامده‌اند. ذرات فیزیکی بسیاری به عنوان ماده‌ی تاریک پیشنهاد شده‌اند و برنامه‌های بسیاری برای ردیابی آن‌ها در حال اجرا است

انرژی تاریک : اندازه‌گیری‌های رابطه‌ی بزرگی جابه‌جایی قرمز برای ابرنواختر نوع Ia نشان داده‌اند که گسترش عالم از هنگامی‌که سن آن نصف سن امروزی بود شتاب فزاینده داشته است. برای توضیح این شتاب، طبق نظریه‌ی نسبیت عام باید بخش بزرگ انرژی موجود در علم دارای سازندی باشد با فشار منفی که " انرژی تاریک " خوانده می‌شود. انرژی تاریک با چند رشته شواهد نشان داده می‌شود.اندازه‌گیری میکروویو کیهانی پس زمینه نشان می‌دهد که عالم از لحاظ فضایی تقریباً تخت است و طبق نظریه‌ی نسبیت عام باید چگالی $\frac{\text{جرم}}{\text{انرژی}}$ آن بسیار نزدیک به مقدار بحرانی باشد ولی چگالی جرم عالم را می‌توان از مجتمع شدن گرانشی به دست آورد که مقدار آن تقریباً ٪۳۰ چگالی بحرانی است. انرژی تاریک به شیوه‌ی معمول مجتمع نمی‌شود از این رو بهترین توضیح برای انرژی "گمشده " است.

دو اندازه‌گیری انحنای کلی عالم، که در یکی از بسامد عدسی‌های گرانشی و در دیگری الگوی شاخص ساختار کلان به منزله‌ی خط کش کیهانی بهره گرفته می‌شود، لزوم وجود انرژی تاریک را نشان داده‌اند.

فشار منفی یکی از خواص انرژی خلاء است ولی ماهیت دقیق انرژی تاریک همچنان به صورت یکی از رازهای بزرگ مهبانگ برجا مانده است.توضیحات ممکن است در برگیرنده‌ی یک ثابت کیهان شناختی و آخشیج پنجم یا اتر است. نتایج یک کار گروه $WMAP$در سال ۲۰۰۸ در ترکیب با CMB و دیگر منابع نشان می‌دهند که امروز عالم از ٪۷۲ انرژی تاریک، ٪۲۳ ماده‌ی تاریک، ٪۴/۶ ماده‌ی معمولی و کمتر از ٪۱ نوترینواست. چگالی انرژی در ماده با گسترش عالم کاهش می‌یابد ولی چگالی انرژی تاریک ثابت می‌ماند (یا تقریبا ثابت می‌ماند). بنابراین، ماده در گذشته بخش بزرگتری از کل انرژی عالم را نسبت به امروز تشکیل می‌داده است، ولی با چیره شدن انرژی تاریک، نسبت آن درآینده‌ی دور باز هم کمتر می‌شود. در λCDM که بهترین مدل رایج مهبانگ است، انرژی تاریک با حضور یک ثابت کیهان شناختی در نظریه‌ی نسبیت عام توضیح داده می‌شود، ولی اندازه‌ی این ثابت که به خوبی انرژی تاریک را توضیح می‌دهد به نحو شگفت‌انگیزی نسبت به تخمین ساده‌ی مبتنی بر اندیشه‌های گرانش کوانتومی‌کوچکتر است. تمایز میان ثابت کیهان شناختی و دیگر توضیحات انرژی تاریک حوزه‌ی فعال پژوهش‌های امروزی است.

آینده طبق نظریه‌ی مهبانگ

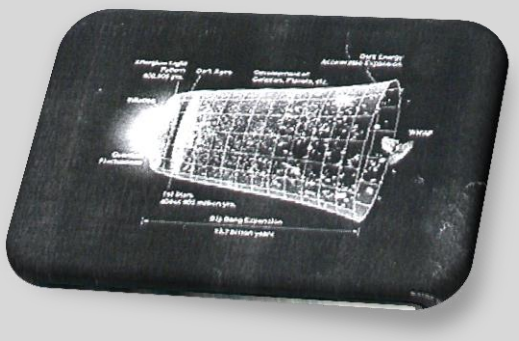
کیهان شناسان پیش از مشاهدات درباره انرژی تاریک دوسناریو را برای آینده‌ی جهان در نظر می‌گرفتند. اگر چگالی جرم جهان از چگالی بحرانی بیشتر باشد، جهان ابتدا به بیشینه‌ی اندازه‌ی خود می‌رسد و سپس شروع به رمبیدن می‌کند و بار دیگر چگالتر و داغتر می‌شود و سرانجام به حالتی مانند حالت شروع خود یعنی خرد شدگی بزرگ می‌رسد. اما اگر چگالی برابر یا کوچکتر از چگالی بحرانی باشد، انبساط کند می‌شود ولی هرگز متوقف نمی‌شود. از آن جا که کل گاز میان ستاره‌ای مصرف می‌شود، شکل گیری ستارگان کاهش می‌یابد، ستارگان می‌سوزند و کوتوله‌های سفید و ستاره‌های نوترونی و سیاهچاله را از خود به جا می‌گذارند. به تدریج برخوردهای میان این‌ها به انباشت جرم در سیاهچاله‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تر می‌انجامد. میانگین دمای جهان به صورت مجانب دار به سوی صفر مطلق می‌گراید و به "انجماد بزرگ" می‌رسد. علاوه بر آن اگر پروتون ناپایدار باشد ماده‌ی باریونی ناپدید می‌شود و تنها تابش و سیاهچاله بر جا می‌ماند. به تدریج سیاهچاله‌ها با گسیل کردن تابش هاکینگ تبخیر می‌شوند. آنتروپی جهان آنقدر افزایش می‌یابد که هیچ نوع انرژی منظم از آن به دست نمی‌آید و مرگ گرمایی می‌رسد.

رصدهای مهم مدرن انبساط شتابدار نشان می‌دهند که جهان مشاهده پذیر کنونی از افق رویداد ما فراتر می‌رود و از تماس با ما دور می‌شود. نتیجه‌ی نهایی معلوم نیست. مدل λCDM جهان دربردارنده‌ی انرژی تاریک به صورت یک ثابت کیهان شناختی است. طبق این نظریه تنها منظومه‌های مقید به گرانش مانند کهکشان‌ها با هم می‌مانند و آن‌ها هم با انبساط و سرد شدن جهان دچار مرگ گرمایی می‌شوند. توضیح دیگر انرژی تاریک یعنی نظریه انرژی شبح حاکی از آن است که خوشه‌های کهکشان، ستارگان، سیاره‌ها، اتم‌ها، هسته‌ها، و خود ماده در اثر انبساط روزافزون از هم می‌پاشند و حالت پارگی بزرگ پیش می‌آید.

فیزیک نظری فراسوی نظریه‌ی مهبانگ

مدل مهبانگ در کیهان شناسی به خوبی پذیرفته شده است و احتمالاً در آینده پالایش می‌یابد. درباره‌ی نخستین لحظات پیدایش جهان آگاهی اندکی داریم فرضیه‌های تکینگی پن رز ـ هاکینگ مستلزم وجود تکینگی در آغاز زمان کیهانی هستند. اما این فرضیه‌ها بر درستی نسبیت عام استوارند ولی نسبیت عام باید پیش از آن که جهان به دمای پلانک برسد نقض شود. و برداشت درست از گرانش کوانتومی‌باتکینگی در تضاد است.

« برداشت یک هنرمند از انبساط جهان که در آن فضا (منجمله بخش مشاهده



ناپذیر فرضی آن) هر بار با یک مقطع دایره‌ای نشان داده شده است. توجه کنید که در انبساط شدید سمت چپ (که مطابق مقیاس نیست) در دوران تورم روی می‌دهد و در مرکز شتاب انبساط دیده می‌شود. طرح با تصویرهای *WMAP* در سمت چپ و نمایش ستارگان در سطح مناسب پیدایش تزیین شده است».

چند پیشنهاد با فرضیه‌های آزمون نشده

* مدل‌هایی شامل شرایط بدون مرز هارتل ـ هاکینگ که در آن کل زمان ـ مکان محدود است: مهبانگ نشان دهنده‌ی حد زمان بدون نیاز به تکینگی است.

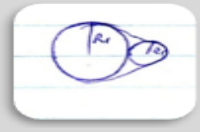
* مدل‌های غشای کیهانی که در آن‌ها تورم ناشی از حرکت غشاءها یا ریسمان‌های چند بعدی در نظریه‌ی ریسمان ها است. مدل پیشا مهبانگ، مدل *ekpyrotic*که در آن مهبانگ حاصل برخورد میان غشاها است، و مدل دوره‌ای که نوع دیگری از مدل *ekpyrotic* است که در آن برخوردهای دوره‌ای روی می‌دهد.

* مدل آشوب که در آن انبساط جهانی به صورت موضعی به گونه‌ای کاتوره‌ای این‌جا و آن‌جا پایان می‌یابد و هر نقطه‌ی انتها به یک "جهان حبابی" می‌رسد که مهبانگ و انبساط ویژه‌ی خود را دارد.

دو مقوله‌ی آخری مهبانگ را به صورت رویدادی در یک جهان بسیار قدیم تر و بسیار بزرگتر در نظر می‌گیرند و آن را به معنای واقعی آغاز نمی‌دانند.

چگونه نشان دهیم که چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز جسم رسانا بیشتر از نقاط دیگر است؟

معمولا نخستین راهی که برای نشان دادن این واقعیت به ذهن می‌رسد آن است که مثلا جسم رسانای دوکی شکل را متشکل از دو کره‌ی رسانا متصل به یکدیگر با شعاع‌های متفاوت در نظر بگیریم که به خاطر برابر بودن پتانسیل الکتریکی آن‌ها می‌توان نوشت:



$$V_1=V_2 \longrightarrow K\frac{q_1}{R_1}=K\frac{q_2}{R_2} \longrightarrow q_1=\frac{R_1}{R_2}\ q_2$$

و با توجه به تعریف چگالی سطحی خواهیم داشت:

$$\delta_1 = \frac{q_1}{4\pi R_1^2} \rightarrow q_1=4\Pi R_1^{\ 2}\,\delta_1$$

$$\delta_2 = \frac{q_2}{4\pi R_2^2} \rightarrow q_2=4\Pi R_2^{\ 2}\,\delta_2$$

با جایگزین کردن این دو مقدار در رابطه‌ی ۱:

$$4\Pi R_1^{\ 2}\,\delta_1 = \frac{R_1}{R_2}\ 4\Pi R_2^{\ 2}\delta_1 \rightarrow R_1\delta_1 = R_2\delta_2$$

و چون $R_2 < R_1$

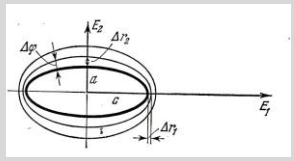
$$\frac{\delta_2}{\delta_1} > 1 \quad \delta_2 > \delta_1$$

اما این روش را تنها در کلاس‌های بالاتر می‌توان عرضه کرد. دو راه ساده برای نمایش این واقعیت بدون کاربرد رابطه‌ی ریاضی را در

این‌جا ارائه می‌کنیم با این فرض که احتمالا می‌توان راه‌های دیگری هم برای نشان دادن آن یافت:

۱) راه رسم صفحات هم پتانسیل

مطابق شکل جسم رسانایی بیضی شکل بارداری را در نظر بگیریم که چند سطح هم پتانسیل پیرامون آن در شکل نشان داده شده است.



نخستین سطح هم پتانسیل خود سطح جسم است اما در فاصله‌ی بسیار دور سطح هم پتانسیل باید به شکل کره باشد، چون از فاصله بسیار دور می‌توان جسم را به صورت بار نقطه‌ای در نظر گرفت. برای آن که شکل سطح با زیاد شدن فاصله به سوی کروی شدن میل کند باید در راستای E_2 همواره فاصله‌ی هر سطح از سطح پیشین نسبت به فاصله‌ی سطوح در راستای E_1 بیشتر و بیشتر شود یعنی

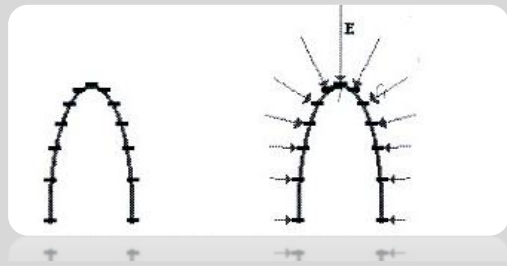
$$\Delta r_1 > \Delta r_2$$

$$|E_1| = \frac{\Delta V}{\Delta r_1} > \frac{\Delta V}{\Delta r_2}$$

$$|E_1| > |E_2|$$

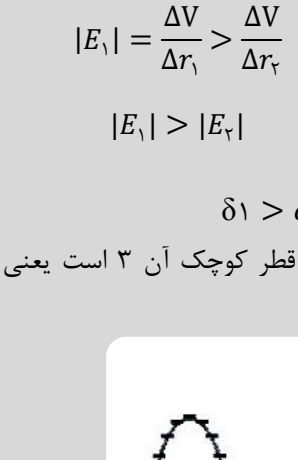
و در نتیجه از آن‌جا که $E=\frac{\delta}{\varepsilon_0}$ است $\delta 1 > \delta 2$

در شکل نسبت قطر بزرگ بیضی به قطر کوچک آن ۳ است یعنی $\delta 1 = 3\delta 2$ و $E_1 = 3E_2$



۲) کاربرد بردارهای نیروی کولنی

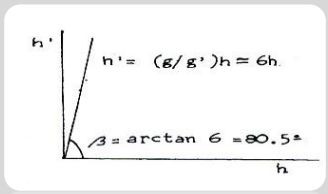
اگر جسم رسانایی را که شکلی نامنظم دارد دارای بار الکتریکی منفی کنیم، الکترون‌ها باید به گونه‌ای خود را توزیع کنند که تأثیر نیروهای رانشی میان آن‌ها به کم‌ترین میزان برسد. یعنی در دورترین فاصله‌ی ممکن از یکدیگر قرار بگیرند. اگر جسم به شکل کره باشد، فاصله‌ی نهایی میان هر الکترون مجاور یکسان خواهد بود، ولی در سطوح رسانای نامنظم الکترون‌ها با چگالی بیشتری در جاهایی قرار می‌گیرند که انحنای بیشتر داشته باشد. در شکل روبه‌رو الکترون‌های A وB در بخش نسبتا تخت سطح قرار گرفته‌اند و یکدیگر را می‌رانند. نیروی رانشی میان دو الکترون در راستای خطی است که آن‌ها را به هم متصل می‌کند، یعنی خطی موازی با سطح، یا به عبارت دیگر با زاویه‌ی ۱۸۰ نسبت به سطح. الکترون‌های c و D در محلی که انحنای زیاد دارد نیز یکدیگر را می‌رانند ولی زاویه‌ی راستای نیروی آن‌ها با سطح در این حالت کوچکتر از ۹۰ است. همنه‌های موازی سطح این نیرو که سبب جابه‌جایی الکترون‌ها بر روی سطح می‌شود بسیار کوچکتر است چون در این‌جا همنه‌های عمود بر سطح هم وجود دارد که در توزیع بار تأثیری ندارند. بنابراین الکترون‌های c و D می‌توانند در فاصله‌ی کمتری از یکدیگر واقع شوند و همنه‌های موازی سطح آن‌ها با وجود بزرگتر بودن اصل نیروی رانش آن‌ها با همنه‌های موازی الکترون‌های A وB برابر و برآیند کلی این نیروها برابر با صفر شود. توجه داشته باشید که آن‌چه سبب حرکت و توزیع بار می‌شود همنه‌ی موازی سطح است و همنه‌ی عمود بر سطح در این جریان نقشی ندارد و در نقاط بسیار نوک تیز همنه موازی سطح بسیار به صفر نزدیک می‌شود و الکترون‌ها می‌توانند در فاصله‌ی بسیار کمی از یکدیگر قرار بگیرند.



پرش ارتفاع بدون دورخیز

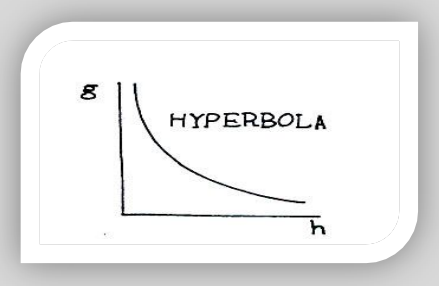
آلفونسودیاز-خیمه نس

مقایسه ارتفاع‌های (h) و(h´) که شیئی به‌ترتیب از سطح زمین و ماه، وقتی که با سرعت اولیه v به طور قائم رو به بالا پرتاپ شود می‌تواند به آن برسد، مسئله ساده و رایجی در مکانیک است. اگر شدت میدان‌های گرانشی به‌ترتیب g،g´ و $g'=\frac{g}{6}$ باشد، نتیجه مقایسه $h' \approx 6h$ به دست خواهد آمد. بنابراین، برای مقدارهای سرعت‌های گوناگون v، پیش‌بینی می‌شود نمودار h´ بر حسب h خط راستی با شیب ۶ باشد که از مبدأ مختصات می‌گذرد (شکل ۱).



شکل ۱: رابطه معمولی به دست آمده میان h و h´

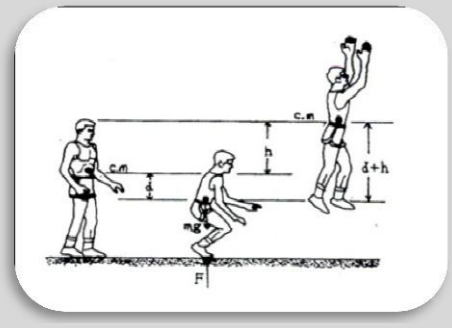
راه حل دیگر، برای یک مقدار ثابت v ارتفاع h که شیئی در مکان‌هایی با مقدارهای مختلف g به دست می‌آورد با شرط، مقدار ثابت =gh - یک رابطه سهموی- با یکدیگر ارتباط دارند (شکل ۲).



شکل ۲: ثابت=gh=g´h´

در این محاسبه‌ها فرض شده است شی در حال حرکت را می‌توان به عنوان یک ذره بررسی کرد. اما اگر ارتفاع‌های واقعی را که امکان دارد یک انسان قهرمان از سطح زمین یا ماه به دست آورد در نظر بگیریم (هر چیزی به جز مقدارهای g یکسان فرض شده است)

نتایج بسیار متفاوتی به دست می‌آوریم. شخص پیش از پرش سرپا می‌نشیند(خم می‌شود) (شکل ۳).



شکل ۳: پرش ارتفاع بدون دورخیز (ایستاده)

در این وضعیت مرکز گرانشی اولیه شخص به فاصله d به پایین جابه‌جا می‌شود. این مقدار جابه‌جایی نقش تعیین کننده‌ای در نتایج به دست آمده دارد. البته،d ویژه‌ی شخص است و مقدار آن با رفتن از یک محیط گرانشی به محیط دیگر تغییر نمی‌کند. اگر ارتفاع نهایی به دست آمده h باشد، می‌توان نوشت:

$$Fd=mg(d+h) \qquad (۱)$$

که در آن F میانگین نیروی قائمی‌است که بوسیله عضله‌ی پاها پیش از قطع تماس با زمین به پرش کننده وارد می‌شود.

اکنون می‌توان F را بر حسب مضرب n، از وزن شخص نوشت. بنابراین روی سطح زمین و ماه به‌ترتیب $F=nmg$، $F'=n'mg'$ و $n'\approx \frac{۶}{۵}n$ است. (منطقی است که فرض کنیم F در هر دو مکان یکسان است). اگر رابطه (۱) را در دو مکان مختلف به کار بریم، رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$h=(n-۱)d,$$
$$h'=(n'-۱)d\approx(۶n-۱)d \qquad (۲)$$

از بخش اول رابطه (۲) داریم:

$$\frac{h}{d}=n-۱ \qquad (۳)$$

همچنین با ترکیب هر دو بخش رابطه‌ی (۲)، رابطه نظری h و h' را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$h'\approx(\frac{۶n-۱}{n-۱})h \qquad (۴)$$

کمیتn (نسبت میانگین نیروی پرش F به وزن پرش کننده روی زمین است) در این مسئله‌یک متغیر فیزیولوژیکی مناسب (آسان یاب) است. در شکل ۴ و جدول ۱ چگونگی بستگی $\frac{h'}{h}$ با n نشان داده است. مقدار$\frac{h'}{h}=۶$، برای مقدار بزرگ n، مطابق آن است که پرش کننده را به عنوان یک ذره در نظر بگیریم و این نتیجه‌گیری در کتاب‌های درسی فیزیک و ریاضی مختلف برآورد شده است. اما برای n=۲، F=۲mg نتیجه $\frac{h'}{h}=۱۱$ به دست می‌آید که از دیدگاه فیزیولوژیکی مقدار واقعی‌تری است.

تأثیر گرانش روی پرش ارتفاع نشان می‌دهد که باید با دقت و احتیاط قوانین مکانیک را در ارتباط با توانایی‌های فیزیولوژیکی انسان، بکار برد. در واکنش به نیروی وارد شده توسط پرش کننده مقداری کار انجام می‌شود. این نیروهای واکنشی ، سرعت و مکان مرکز جرم پرش کننده را تغییر می‌دهند. کار انجام شده (F.d) برابر است با ترکیب بعضی از عبارت‌هایی مانند $½k\delta^۲$ (انرژی کشسانی پاها) و $\sum=\frac{۱}{۲}k_i\theta_i$ که در آن k_i بازنمای ثابت پیچشی مفصل‌ها و پیوندهای مفصلی زانوها و مچ‌ها و غیره... و Θ_i بازنمای انحراف‌های زاویه‌ای است. این مقدار کار نخست، در تغییر انرژی پتانسیل گرانش پرش کننده mgd از حالت خمیده‌ی اولیه به حالت عادی و سپس در تغییر mgh از حالت عادی تا به بالاترین ارتفاع به دست آمده استفاده می‌شود. این بررسی شاید مثال ساده‌ای از آن نوع افکاری باشد که نیلزبور دانشمندی که هرگز به بحث‌ها و گفتگوهای رسمی اعتماد نداشت، در ذهن داشت زمانی که می‌گفت " خیر، خیر شما فکر نمی‌کنید،شما فقط منطقی هستید". در بیشتر کتاب‌های درسی متعارف و مقاله‌هایی که پیش از این درباره‌ی موضوع مقاله، مورد اشاره قرار گرفته‌اند به نکته مطرح شده در بالا نپرداخته‌اند، یا بنابه گفته ساموئل تیمنگ (برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک ۱۹۷۶) علم یکی از چندین پهنه ی حیات بشری است که در آن (نظر) اکثریت حا کم نیست:

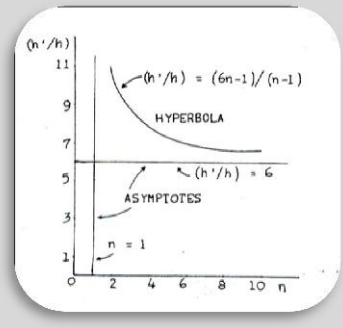


Table I.

n	h'/h
2	11.0
3	8.5
4	7.7
5	7.3
6	7.0
7	6.8
8	6.7
9	6.6
10	6.5
∞	6

شکل ۴: رابطه سهموی h'/h بر حسب n

دانـــش پـــژوه شایســـته (ســـوبرا همانیـــان چاندراسکار)

سـوبرا همانیـان چاندراسـکار یـا آن طـور کـه در میـان همکـاران، دوسـتان و وابسـتکانش نامیـده مـی‌شـد " چانـدرا " در سـال ۱۹۱۰ در لاهـور بـه دنیـا آمـد. دوره‌هـای تولیـد و مـرگ عقلـی و فکـری بـا آغـاز از حادثـه‌ای غریـب کـه آرتـور ادینگتـون اختـر فیزیکـدان برجسـته‌ی بریتانیـا در دهـه‌هـای ۱۹۱۰ و ۱۹۲۰ در آن نقـش داشـت، الگـوی زنـدگی آفرینشـگر چانـدرا را تشـکیل داد.

چانـدرا بـه علـت پیشـامدهای زنـدگی و فعالیتهـای حرفـه‌ای مجبور به چند تغییر محیط جـدی شـد کـه هـر کـدام بایـد از نظـر او بـه ماننـد مـرگ و تولـدی دشـوار بـوده باشـد. او بـومی‌هنـد جنـوبی بـود و مـی‌گفـت در سراسـر زنـدگی اش تنهـا در هنـد احساس می‌کرد کـه در خانـه اسـت. بـا ایـن حـال هنـد را در سـن نوزده سالگی تـرک گفـت و هرگـز جـز بـرای دیـدارهای گاهگـاهی بازنگشت. دوره‌هـای فـوق لیسـانس اختـر فیزیـک در دانشـگاه‌هـای هند ارائـه نمـی‌شـد و بعـدها نیـز فرصـت‌هـای شـغلی مناسـبی در کشـورش وجـود نداشـت. او بـرای گـرفتن مـدرک فـوق لیسـانس به‌ترینیتی کـالج کمبـریج رفـت و بـرای کسـب کـار در مقـام عضـو ترینیتـی تـلاش کـرد. آب وهـوای سـرد، غـذای شـیرین و غرابت‌هـای گاهگـاهی انگلیسـی موانـع بـزرگ و کوچـک بودنـد امـا

چاندرا دوستی‌های دیر پایی در انگلستان‌ایجاد کرد و در صورتی که چشم اندازهای کاری مناسبی وجود داشت مایل بود در آن‌جا بماند. معلوم شد در آن‌جا فرصتی وجود ندارد و او به سوی فرهنگ سوم یعنی آمریکا عزیمت کرد. در ابتدا در هاروارد، آنگاه رصدخانه‌ی یرکز و سرانجام شیکاگو، که به همراه همسرش لالیتا در آن‌جا اقامت گزیدند. چاندرا در آمریکا اعتبار بی نظیر خود را در مقام یک نظریه پرداز، ریاضی‌دان، آموزگار، مشاور تحقیقاتی، تاریخ نگار علم و داستان سرا شکل داد.

چاندرا در مقام یک دانش پژوه از دید یکی از دانشجویانش " همواره در حال آموختن بود. به هیچ وجه به مدعیان اهمیت نمی‌داد هر کاری که انجام می‌داد از سر کنجکاوی در مسیری بارور قرار می‌گرفت ".

هدف دانش پژوه آن گونه که چاندرا در سخنرانی مراسم نوبل گفت: " جستجو از پس چشم اندازها در هر حوزه انتخابی است " او با این سخن به سادگی "دیدگاه خودم " را در نظر داشت. اصرار او " ارائه‌ی دیدگاه مهم از آغاز با شیوه‌ای منظم همراه با شکل و ساختار " بود. او مکرراً و در دوره‌ای حدود بیش از ۶ دهه بدین گونه عمل کرد.

علم اختر فیزیک از بسیار بزرگ تا بسیار کوچک (در تلاش برای رد یابی جهان تا مبدا اتم گونه) و بسیار پیچیده را در بر می‌گیرد. چاندرا برتر از همه معاصران بر پیچیدگی‌های اختر فیزیک تسلط داشت. و هنگام مطالعه بر روی یک موضوع، بنیادهای مسئله را تحلیل، اهمیت آن‌ها را ارزیابی، چشم اندازهای خود را ارئه و آن را در نوشته‌ای قابل فهم بیان می‌کرد. هیچکدام از همکاران چاندرا در اختر فیزیک یا در حوزه‌ی وسیع‌تر فیزیک نمی‌توانستند تا بدین اندازه کار انجام دهند. یک بار روزنامه‌نگاری به نام واتسالاودانتام از چاندرا پرسید "آیا پدر شما تأثیرغالبی در زندگی شما داشت" او با خنده پاسخ داد " همه پدران هندی نقش غالبی دارند " والی‌ای‌ن تصویر را از سی.اس.ایار پدرچاندرا ارائه می‌دهد: " او فردی مترقی، بسیار کتاب خوانده و سفر کرده و معتقد به آداب و رسوم خاص و در مسایل خانوادگی و سنتی اقتدارگرا بود، اطاعتی بی چون و چرا را مانند اغلب پدران نسل خود انتظار داشت. او همواره در برابر کودکانش خوددار و درون‌گرا باقی ماند".

آیار در خدمت دولت بریتانیایی حاکم بر هند به عنوان حسابدار کار می‌کرد و در نهایت به مقام سرحسابداری ارتقا یافت. وظایفش او را به دفاتر عمده شرکت‌های راه‌آهن مهم بریتانیایی در هند کشاند. خانواده چاندرا هنگام تولد او در ۱۹۱۰ در لاهور زندگی می‌کرد و ایار در مقام دستیار سرممیز کل شرکت خط آهن شمال غربی کار می‌کرد. لاهور به لحاظ جغرافیایی و فرهنگی با پیش زمینه تامیلی‌ایار و در جنوب شرق هند متفاوت بود و او با پیش آمدن فرصت مناسب، خانواده رو به رشد خود را به مدرس برد. خانه‌ایار " چاندراویلاز" واقع در ساحل جنوب شرق در حالی ساخته شد که ایار به مکان‌های شغلی متنوع خود سفر می‌کرد و چاندرا در دبیرستان تحصیل می‌کرد؛ خانه‌ی مذکور فضادار، راحت و واقع در حومه طبقه‌ی متوسط به بالای مدرس بود.

چاندرا به همان اندازه وام‌دار مادرش بود. سیتالاکش‌می‌زنی قوی اراده بود که ۱۰ فرزند به دنیا آورد و گلیم خود را در خانواده بزرگش از آب بیرون کشید. چاندرا بزرگترین پسر بود. او دو خواهر بزرگتر و سه برادر و چهار خواهر کوچکتر داشت. تحصیلات رسمی‌سیتالاکشمی‌محدود بود اما با این حال به آموختن زبان انگلیسی و ترجمه‌ی نمایشنامه‌ی‌ایبسن، "خانه عروسک " به تامیلی پرداخت. او از آرزوهای دخترانش برای تحصیلات پیشرفته حمایت می‌کرد و با شوهرش درباره‌ی تصمیم فعالیت حرفه‌ای او مخالفت ورزید. او به چاندرا گفت: " تو باید آنچه را دوست داری انجام بدهی. به پدرت گوش مده. مرعوب نشو".

انتخاب اصلی چاندرا ریاضی بود. او مجذوب کارهای سرینیواسارامانا‌جان شد. راماناجان با شروع از چیزی نزدیک به فقر و با تمرینات پیشرفته‌ی اندک در ریاضی، چند مقاله در زمینه نظریه‌ی اعداد منتشر کرد که جی.اچ.هاردی ریاضیدان پیشروی اکسفورد را تحت تأثیرقرار داد.

چاندار به یاد می‌آورد هنگامی‌که ۱۰ ساله بود مادرش درباره‌ی فعالیت کوتاه راماناجان و مرگ جانکاهش با او سخن گفته بود. افسون راماناجان کافی نبود تا سی. اس.ایار را متقاعد کند که ریاضی حرفه مناسبی برای پسرش است. او به تحصیل در رشته فیزیک اصرار کرد.

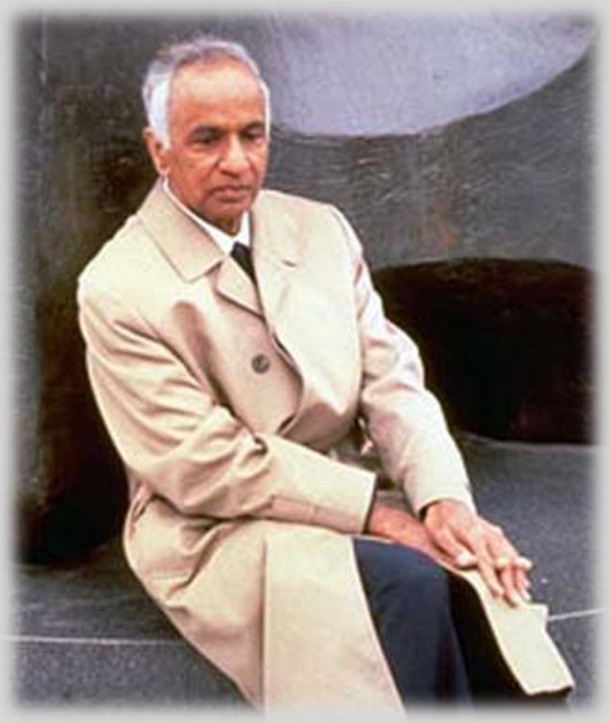
او احتمالا موفقیت تماشایی اس.وی.رامان برادرخودش و عموی چاندرا را در ذهن داشت که در سال ۱۹۲۸ اثری فیزیکی را که امروز با عنوان اثر رامان برای فیزیک‌دانان و شیمی‌فیزیک‌دانان شناخته شده است کشف کرده بود. این اثر مربوط به پراکندگی نور تک‌فام (با طول موج معین) به وسیله‌ی‌یک ماده شفاف است. داده‌های پراکندگی که با داده‌های مربوط به نور گذر کرده کامل می‌شود، اغلب آشکار کننده‌ی شکل مولکول‌های در حال برهم کنش بانورند. رامان برای کارش جایزه نوبل را در ۱۹۳۰ از آن خود کرد و به لقب سر ترفیع یافت.

چاندرا بی‌تردید یک اعجوبه بود. در هجده سالگی در دوره لیسانس کالج پرزیدنسی در مدرس مقاله‌ای نوشت که توجه رالف فاولر نظریه‌پرداز مهم آزمایشگاه کاوندیش کمبریج و داماد راذرفورد را به خود جلب کرد.

مقاله با الهام از دیدار ارنولد زومرفلد آموزگار ونظریه‌پرداز آلمانی که در ۱۹۲۸ از مدرس دیدن کرد نوشته شد. چاندرا برای دیدن زومرفلد به هتل‌اش رفت با این امید که از طریق دانش و احاطه‌اش بر کتاب زومرفلد به نام " ساختار اتمی‌و خطوط طیفی " او را تحت تأثیر قرار دهد. اما زومرفلد اخبار ناامیدکننده‌ای داشت. چاندرا به یاد می‌آورد " او بی‌درنگ به من گفت که کل فیزیک از زمان نوشتن کتاب به این سو تغییر کرده است". او به کشف مکانیک موجی توسط شرودینگر و پیشرفت‌های جدیدهای‌زنبرگ، دیراک، پاولی و دیگران اشاره کرد. من سرافکنده به نظر آمده بودم. بنابراین او از من

پرسید که چه چیز دیگری می‌دانم؟ من به اوگفتم که مقداری مکانیک آماری مطالعه کرده‌ام. او گفت خوب در مکانیک آماری نیز تغییراتی‌ایجاد شده است و اثبات‌های چاپی صفحه‌بندی شده مقاله‌اش درباره نظریه‌ی الکترونی فلزات را که تاکنون منتشر نشده بود به من داد".

زومرفلد در مقاله‌اش از روش آماری استفاده کرد که فرمی‌معرفی کرده و دیراک تعمیم داده بود. چاندرا به سرعت به معنا و اهمیت آمار جدید پی برده و بدون توصیه یا کمک آموزگارانش، کاربرد جدیدی را در مقاله‌ای مطرح کرد. او در جریان یکی از آن رویدادهای به موقع که منجر به‌ایجادیک حرفه شد، مقاله را به فاولر که کارش را در مجله اخبار ماهانه‌ی انجمن نجوم سلطنتی دیده بود فرستاد. فاولر آمار فرمی، دیراک را در اختر فیریک از طریق توسعه مدلی از ستارگان کهن سال به نام " کوتوله‌های سفید" که از سوخت هسته‌ای تخلیه شده و تا ابعادی نزدیک به زمین فرو می‌پاشند به کار برده بود. فاولر و همکارش نویل مات،مقاله‌ی چاندرا را خوانده و چند تغییر در سبک مقاله پیشنهاد کردند که چاندرا به سادگی آن‌ها را انجام داد. آن‌ها شایسته دیدند که مقاله در مجموعه‌ی خلاصه گزارش‌های معتبر انجمن سلطنتی منتشر شود. این دستاورد موثری برای یک کارشناس هجده ساله بود که مقاله را بدون یاری و کمک دیگران نوشته بود.



این امر مورد توجه قرار گرفت و بورسیه ویژه‌ای برای ادامه تحقیقاتش در انگلستان به او پیشنهاد شد. اما آن هنگام برای ترک هند مناسب نبود. سلامت مادر در حال افول بود و چاندرا از این واهمه داشت که به انگلستان برود، و دیگر هرگز او را نبیند. سیتالاکشمی‌خود انتخابی دردناک کرد. مادرش به او گفت" توباید بروی، تو بایدایده‌آل‌های خود را تا پایان تعقیب کنی" و به دیگران گفت " او برای جهان آفریده شده است نه برای من".

چاندرا هند را از بمبئی در روزی گرم و خفه در جولای ۱۹۳۰ ترک گفت. کشتی به علت هوای نامساعد به مدت چند روز به آرامی‌پیش می‌رفت و چاندرا مغلوب دریازدگی شد. هنگامی‌که اوضاع جوی مساعد و معده ملتهب آرام شد. او تفکراتش را به فیزیک به ویژه به اشیای ستاره‌ای عجیبی معطوف کرد که " کوتوله‌های سفید " نامیده می‌شوند و فاولر مطالعه کرده بود. آن‌ها دارای جرم یک ستاره‌ی عادی مانند خورشیدند اما اندازه‌ی آن‌ها هنگام فروپاشیده‌شدن بیشتر نزدیک اندازه‌ی زمین است. در نتیجه ماده درونی ستاره دارای چگالی زیادی است بسیار بزرگتر از چگالی هر ماده دیگری بر روی زمین. چاندرا متوجه شد که این شرط، محدودیتی درباره‌ی قوانین فیزیک حاکم بر کوتوله سفیدای‌جاد می‌کند. ستاره باید نسبیتی باشد یعنی قوانین فیزیک آن باید ازاصول نظریه‌ی نسبیت خاص اینشتین پیروی کند.

چاندرا همچنین در مورد شرط فیزیکی که به کوتوله‌های سفید اجازه می‌دهد اندازه کوچک خود را حفظ کنند و بیش از این تحت نیروی گرانش فرو نپاشد اندیشید. طبق تحلیل فاولر، اصل طرد پاولی که فرمی‌ودیراک آن را توضیح داده بودند نقش حیاتی داشت. طبق آن هیچ دو الکترونی نمی‌توانند آنقدر به هم نزدیک باشند که حالت یکسانی را اشغال کنند و در نتیجه‌یک فشار الکترونی خاص در جهت عکس نیروی گرانش ایجاد می‌شود. فشردگی نهایی که آخرین حد فشار است شرط " تبهگنی " نامیده می‌شود.

چاندرا با وجود تنها سه کتاب در میان وسایلش در کشتی عزم کرد که مدل نسبیتی نظریه‌ی فاولر را بسازد و به نتیجه‌ای نامنتظره رسید: یک حد برای جرم ستاره‌ای که به کوتوله سفید تبدیل می‌شود وجود دارد که بعدها " حد چاندراسکار" نامیده شد. فشار الکترونی ستاره‌ای که جرمش بیش از حدود ۱/۴ برابر خورشید است مغلوب کشش گرانش می‌شود و سرانجام ستاره فرو می‌پاشد. سازوکاری برای گذر از مرحله‌یکوتوله‌ی سفید، پیش از مرگ ستاره وجود ندارد. همان‌طور که چاندرا بعداً در مقاله‌ای عنوان کرد :" تاریخ زندگی یک ستاره با جرم کوچک اساسا با تاریخ زندگی ستاره‌ای با جرم بزرگ متفاوت است. مرحله کوتوله‌ی سفید، گام طبیعی اولیه به سوی انهدام کامل ستاره‌ای با جرم کوچک است. ستاره با جرم بزرگ نمی‌تواند به مرحله کوتوله سفید گذر کند و باید به امکانات دیگر اندیشید".

هنگامی‌که چاندرا به لندن رسید تحت تأثیر مناظر قرار نگرفت و بی‌درنگ با آشفتگی‌های دیوانسالاری و مقررات خشک اداری مواجه شد. اوقصد داشت به عنوان دانشجوی محقق در کالج زیر نظر فاولر نام‌نویسی کند اما نماینده‌ی هند که مسئول رسیدگی به مورد او بود سردرگم شد، همکاری نکرد و حتی بی‌احترامی‌کرد. چاندرا به پدرش نوشت " آرزو داشتم به هیچ وجه نمی‌آمدم و بورسیه را نمی‌پذیرفتم". با وجود این‌ها مانند همیشه مقاومت کرد و نهایتا بخت با او بود. نامه شخصی فاولر، پذیرش در ترینیتی کالج را میسر کرد. او شگفت زده از بخت مناسب خود در نامه دیگری به پدرش نوشت:" پذیرش به طور تصادفی و به این خاطر که فولر را در مدت دو سال گذشته می‌شناختم صورت گرفت. چرا آن موقع با فاولر مکاتبه کردم فقط خدا می‌داند، تصور می‌کنم به این علت که این فاولر بود که باید در سال بعد به من کمک می‌کرد! "

چاندرا حضور در کمبریج را، هم الهام بخش و هم مایوس‌کننده‌یافت. او به‌یاد آورد که " (این) تجربه‌ای خرد کننده بود..... ناگهان روبه‌رو شدن با مردانی همچون دیراک، فاولر و ادینگتون و زندگی کردن در

جامعه‌ای که برای من غریبه بود". او یک گیاهخوار جدی بود و مصمم بود گیاهخوار بماند. رژیم غذای او عمدتا شامل سیب‌زمینی با نوعی ترشی ادویه‌دار که از خانه فرستاده می‌شد، نان، کره و ذرت بو داده بود.

فهرست کلاس‌های دروس او، مکانیک کوانتومی‌با دیراک، مکانیک آماری با فاولر، نظریه‌ی توابع با لیتل وود و نظریه‌ی نسبیت با ادینگتون را شامل می‌شد.

چاندرا مدتی در نظر داشت از اختر فیزیک به فیزیک نظری محض روی آورد. و برای کسب تجربه و اطلاع از وضعیت فیزیک نظری معاصر، تابستان ۱۹۳۱ را در مؤسسه ماکس بورن در گوتینگن و زمستان ۱۹۳۲-۳۳ را در مؤسسه بور در کپنهاک گذراند. در کپنهاک بر روی مسئله‌ای کارکرد که دیراک به او داده بود و خوشبینانه فکر کرد به راه‌حلی دست یافته است که " پیش پا افتاده و بدیهی" نیست. چاندرا هنگامی‌که دیراک یادداشتی فرستاد و ب‌ه‌ی‌ک خطای بنیادی اشاره کرد از مقاله صرفنظر کرد و از روی بی‌میلی (اما خوشبختانه) به اختر فیزیک بازگشت.

چاندرا مدرک دکترا در دست با به پایان رسیدن مبلغ بورسیه به آینده می‌اندیشید. او با امیدی اندک برای موفقیت، در امتحانات عضویت ترینیتی کالج شرکت کرد و در کمال شگفتی نام خود را در فهرست اعضای برگزیده‌یافت. او به خود گفت " همین است. این زندگی مرا تغییر می‌دهد ". دنباله‌ی مقاله را در شماره‌ی بعد بخوانید.

منبع: کتاب فیزیکدانان بزرگ از گالیله تاهاوکینگ

نوشته‌ی: ویلیام اچ.کراپر

ترجمه‌ی: محمد علی جعفری

نشراختران ۱۳۸۷

بررسی پایستگی انرژی مکانیکی با استفاده از پرتابه‌های سُرنده‌ی یخ خشک

مفهوم انرژی برای توصیف و بررسی سامانه‌ها از ذره‌های زیراتمی تا کهکشان‌های مارپیچی اساسا مفهوم مهم است. به طور کلی دانش‌آموزان نخست با این مفهوم در درس‌های مقدماتی که طبق معمول روی شکل‌های انرژی، انتقال انرژی و قوانین پایستگی تمرکز می‌کنند روبه‌رو می‌شوند. در این درس‌ها، پایستگی انرژی به ویژه برای حل مسائل سودمند است (زیرا کمیت‌های فیزیکی که بررسی می‌شوند به تحلیل برداری نیازی ندارند). اما، دقیق‌تر بگوییم پایستگی انرژی مکانیکی تنها زمانی صادق است که در نظر بگیریم انرژی از مرز سامانه به خارج انتقال پیدا نمی‌کند.

در نتیجه، پیداکردن سامانه‌هایی که پایستگی انرژی مکانیکی به درستی رفتارشان را پیش‌بینی کند، چالشی در آزمایشگاه فیزیک مقدماتی است. در این مقاله، سامانه یک‌قطعه‌ی کوچک یخ خشک در میدان گرانشی زمین در نظر گرفته شده است. یخ خشک سُرنده از یک مسیر شیبدار فلزی رو به پایین حرکت می‌کند و چون به پایین آن می‌رسد، در هوا پرتاب می‌شود (شکل ۱). در این سناریو، انرژی بسیار کمی، در مسیر انتقال پیدا می‌کند که به لایه‌ی بخار یا اصطکاک کمی که میان یخ خشک و مسیرایجاد شده است بستگی دارد. افزون بر این، مقاومت هوا به علت سطح مقطع کوچک سرنده و سرعت کمی‌که جسم به دست می‌آورد قابل چشم‌پوشی است. بنابراین می‌توان از پایستگی انرژی مکانیکی و رابطه‌های سپنماتیکی استفاده کرد و با دانستن سرعت سُرنده در پایین مسیر، زاویه‌ی شیب مسیر و مکان قائم اولیه y_iو مکان فرود نهایی پرتابه x_fرا پیش‌بینی کرد. در این بررسی می‌توان با برابر نهادن انرژی پتانسیل گرانشی نسبت به پایین مسیر (mgh)، با عبارت کلی انرژی جنبشی ($\frac{1}{2}mv^2$)، سرعت نهایی سُرنده را در پایان آن به دست آورد. در این آزمایش، سُرنده از فاصله‌یک متری از بالای مسیر با شیب ۲۰ درجه رها می‌شود به طوری که ارتفاع اولیه h برابر با $(1m)\sin(20^\circ)$ یا ۰/۳۴۲m باشد. بنابراین، در پایین شیب، سرعت سرنده $2/59\,m/s$ و مؤلفه‌های x و y سرعت اولیه پرتابه به‌ترتیب $2/43\,m/s$ و $-0/866\,m/s$ به دست می‌آید.

سپس زمان لازم برای برخورد سُرنده با زمین را از رابطه سینماتیکی $y_f=y_i+v_{y_i}t+0/5gt^2$ تعیین می‌کنیم.

اگر مکان قائم اولیه y_i برابر با ۰/۸۳۹ و سرعت قائم اولیه v_{yi}برابر $-0/866\,m/s$ باشد، بازه‌ی زمانی ۰/۳۳۲s به دست می‌آید. در این زمان، جابه‌جایی افقی پرتابه ۰/۸۱۱m به دست می‌آید که با استفاده از رابطه $x_f=v_{xi}t$ تعیین شده است. در این بررسی ۱۲ آزمایش تجربی توسط یک گروه ازدانش‌آموزان در آزمایشگاه انجام شد، میانگین مکان فرود پرتابه x_f برابر با ۰/۷۶m با خطای ۰/۰۱m برآورد شد.

خطا در انداز ه گیری x_f مربوط به تعیین محل دقیق فرود شئ است که بلندترین بعد آن در حد ۰/۰۱m است. بیشترین خطای مربوط به این بعد که (./.۱m) برآورد می‌شود، میان مقدارهای x_f که به طور عملی و نظری در این مقاله ارائه شد، با تقریب ۶٪ سازگاری وجود دارد.

برای انجام این آزمایش، شیب مسیر آلومینیمی در روی میز آزمایشگاه طوری انتخاب شد که انتهای پایینی آن درست لبه مسیر قرار بگیرد. زاویه‌ی شیب با استفاده از امتداد نخ یک شاقول کوچک و نقاله‌ی متصل به مسیر اندازه‌گیری شد.

یک قالب یخ خشک از فروشگاه لوازم آزمایشگاهی خریدیم و با استفاده از یک چکش کوچک آنرا به قطعه‌هایی با حجم در حدود ($0/2cm^3$) شکستیم. جابه‌جایی قطعه‌ها با دستکش انجام شد. هنگام انجام آزمایش‌ها تا حد امکان از یک قطعه یخ خشک یکسان برای چند بار استفاده شد. اما اگر قطعه یخ خشک شکسته می‌شد قطعه دیگری با همان اندازه‌ها جایگزین آن می‌شد. مکان فرود پرتابه با مشاهده‌ی محل برخورد آن روی قطعه کاغذ سفیدی که کف اتاق با چسب کاغذی چسبیده شده بود مشخص شد. مکان فرود پرتابه در هر آزمایش با مداد نشانه‌گذاری شد به طوری که همه آن‌ها را می‌توان پس از اجرای کامل آزمایش اندازه‌گیری کرد.

یک رهیافت آموزشی زمان اجرای این بررسی آزمایشگاهی، تعیین یک زاویه‌ی شیب ویژه‌ی مسیر برای هر گروه از دانش‌آموزان است. سپس از آن‌ها خواسته می‌شود تا با استفاده از پایستگی انرژی و رابطه‌های سینماتیکی، مکان فرود نهایی پرتابه را به طور نظری

پیش‌بینی کنند. وقتی که دانش‌آموزان محاسبه‌ها را انجام دادند، مربیان نتایج را بررسی می‌کنند. دانش‌آموزان با داشتن این نتایج می‌توانند چگونگی سازگاری نزدیک بودن نتایج تجربی با پیش‌بینی‌هایشان را بررسی کنند، سپس از آن‌ها پس از اندازه‌گیری پرسش‌های تکمیلی پرسیده می‌شود.

به طور خلاصه، در آزمایشی که در مورد پرتابه‌ی سُرنده‌ی یخ خشک توصیف شد با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی، سرعت اولیه‌ی(پرتاب) یک شی از یک مسیر شیبدار تعیین می‌شود. وقتی که سرعت پرتاب معلوم شود، دانش‌آموزان می‌توانند به درستی مکان فرود پرتابه را پیش‌بینی کنند. دقت نتایج به اصطکاک کم و مقاومت ناچیز هوا بستگی دارد. این آزمایش به ویژه برای بررسی پایستگی انرژی مکانیکی و به طور کلی پایستگی انرژی در یک آزمایشگاه مقدماتی ایده‌آل است. افزون بر این، دانش‌آموزان می‌توانند چگونگی تأثیر عامل‌های گوناگون روی نتایج آزمایش‌ها را بررسی کنند. برای مثال، می‌توانند چگونگی زاویه شیب مسیر را در سازگاری میان مکان‌های فرود پرتابه از لحاظ نظری و عملی تحقیق کنند. پیش از این در مقاله‌ای چگونگی تأثیر شیب مسیر در نقطه‌ی فرودی یک شی سرنده بررسی شده است، اما در موردی که اصطکاک ناچیز است تحقیقی انجام نشده است.

**Conservation of mechanical energy using dryieeslider-projectiles*

انرژی خورشیدی

خورشید گوی غول پیکری در منظومه‌ی شمسی است که ۴۵ میلیارد سال از تولد آن می‌گذرد و بنا به برآوردهای انجام شده تا ۵ میلیارد سال دیگر همچنان می‌تواند یک منبع عظیم انرژی باشد.

خورشید از هیدرژن با ۷۳/۶۴درصد و هلیوم با ۲۴/۸۵ درصد و عناصری مانند اکسیژن، کربن، آهن، گوگرد، نئون و نیتروژن و سلیکون و منیزیم تشکیل شده است. جرم خورشید که ۹۹/۸ درصد جرم منظومه‌ی شمسی است ۳۳۳هزار برابر جرم زمین است.

تمامی منابع انرژی روی زمین به جز انرژی اتمی و زمین گرمائی و بخشی از انرژی کشند از خورشید تامین می‌شود. در هر ثانیه تقریبا $1.1\times10^{20}kwh$ انرژی از خورشید گسیل می‌شود از این مقدار آنچه به سطح زمین در هر سال می‌رسد $7\times10^{17}kwh$ است.

در مورد ایران روزانه بطور متوسط ۵۵kwh انرژی خورشید به هر متر مربع از سطح زمین می‌تابد و ۳۰۰ روز آفتابی در ٪۹۰ از خاک کشور داریم به این ترتیب با توجه به مساحت‌ایران در هر روز معادل ۹میلیارد مگاوات ساعت انرژی از خورشید دریافت می‌شود اگر فقط ۰/۱ درصد ازاین انرژی بوسیله‌ی سیستم‌های موجود به انرژی سودمند تبدیل شود روزانه می‌توانیم ۹ میلیون مگاوات ساعت انرژی بدست آوریم.

انرژی خورشید را می‌توان به دو روش به کار برد : الف- بوسیله‌ی نظام‌های گرمائی ب-بوسیله‌ی نظام‌های فتو ولتائیک (نور - ولتاژی).

الف – نظام‌های گرمائی

در این نظام‌ها انرژی خورشید توسط گردآورنده‌ها، مستقیما به گرما تبدیل و مورد می‌شود و به کار می‌رود که شامل دو نوع گردآورنده یکی تخت و دیگری متمرکز کننده (بازتابنده‌های کروی) است.

بخش‌های اصلی این نظام ها عبارتند از ۱- شاره‌ی عامل : برای انتقال انرژی جذب شده که ممکن است مایع (روغن – آب) و یا گاز (هوا) باشد. ۲- سطح جذب : مانند سطوح سیاه رنگ که در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند ۳- نظام ذخیره‌ی حرارتی برای استفاده از انرژی خورشید در شب و یا روزهای ابری : مثل مخازن آب در آبگرمکن‌ها و یا مخزن شامل روغن و شن در نیروگاه‌ها ۴- گردآورنده‌ها : که بصورت تخت و یا کروی هستند. از نظام‌های گرمایی می‌توان در نیروگاه‌ها برای تولید برق و یا بطور مستقیم استفاده کرد.

l) کاربردهای مستقیم (غیرنیروگاهی) عبارتند از: ۱- آبگرمکن‌های خورشیدی : برای گرم کردن فضای ساختمان (شوفاژ) و یا تولید آبگرم بهداشتی (حمام) ۲- آب شیرین‌کن‌ها (برای تبدیل آب شور دریاها به آب قابل شرب) ۳- کوره‌های خورشیدی ۴- خشک‌کن ها (برای خشک کردن سبزیجات و برنج) ۵- و....

۱. آبگرمکن‌های خورشیدی

در آبگرمکن‌های خورشیدی شاره عامل محلول آب و ضد یخ است کلکتور (گردآورنده) انرژی حرارتی خورشید را جذب و به شاره عامل منتقل می‌کند. شاره‌ی گرم شده به سوی منبع ذخیره حرکت می‌کند و انرژی خود را به آب داخل مخزن میدهد و پس از سرد شدن به کلکتور بر می‌گردد (با پمپ و یا بصورت جریان طبیعی)، با استفاده از آبگرمکن‌های خورشیدی می‌توان حمام خورشیدی روستایی برای استفاده‌ی همزمان ۱۰۰ نفر راه اندازی کرد و با توجه به موقعیت جغرافیائی ایران چندین دستگاه حمام خورشیدی در استان‌های سیستان و بلوچستان و یزد نصب و راه اندازی شده است.

۲. آب شیرین‌کن‌های خورشیدی

از یک ظرف که کف آن سیاه رنگ و دارای درپوش پلاستیکی و یا شیشه‌ای است ساخته شده. آب شور که در کف ظرف ریخته شده در اثر تابش نور خورشید تبخیر و بخار ایجاد شده با برخورد به سرپوش که دمای پائین‌تری دارد شروع به تقطیر می‌کند با جمع‌آوری آب مقطرایجاد شده آب شیرین بدست می‌آید.

۳. کوره‌ی خورشیدی

نوع دیگری از نظام‌های گرمایی خورشیدی است که از دو آینه‌ی تخت و کروی تشکیل شده است نور خورشید از آینه‌ی تخت که همواره خورشید را دنبال می‌کند به آینه‌ی کروی می‌تابد و پس از باز تاب در کانون جمع می‌شود و دما در آن جا به میزان زیاد (تا ۳۳۰۰۰درجه‌ی سانتیگراد) بالا می‌رود.

نوعی از کوره‌های آفتابی که در صفحه‌ی یک فیزیک یک تصویر آن وجود دارد در شهر اودیو فرانسه بوسیله‌ی پروفسور فیلکس ترومب ساخته شده است. آینه‌ی تخت آن از ۶۳آینه به سطح $45m^2$ که

روی هم مساحتی برابر با $۲۸۳۵m^۲$ دارد تشکیل شده و آینه‌ی مقعر روبروی آن از ۹۰۰۰ شیشه که بطرز خوبی خمیده شده‌اند ساخته شده است.

کاربردهای نیرو گاهی (گرما – برقی) شامل نظام‌های زیر است:
۱-نیروگاه خورشیدی با متمرکزکننده سهموی ۲- نیروگاه خورشیدی با بشقابک سهموی ۳- نیروگاه خورشیدی با دریافت‌کننده‌ی مرکزی ۴- نیروگاه خورشیدی با دودکش خورشیدی ۵- نیروگاه خورشیدی با کلکتورهای نوع فرنل.

نیروگاه خورشیدی شیراز

نمونه‌ای از نیروگاه خورشیدی با استفاده از متمرکز کننده‌های سهموی در شیراز ساخته شده است. این نیروگاه از ردیف‌های طولانی و موازی متمرکزکننده‌های سهموی (آینه کاو) که بوسیله‌ی نظام ردیاب دو محوره سو و ارتفاع پرتو خورشید را دنبال می‌کند ساخته شده است که در کانون آن‌ها لوله‌هائی با پوشش کروم سیاه پوشیده از شیشه‌ی پیرکس قرار دارند (سطح جذب) که محتوی روغن (شاره‌ی عامل) هستند.

نیروگاه خورشیدی شیراز

نور خورشید بوسیله‌ی متمرکز کننده‌ها روی لوله‌ها متمرکز می‌شود و در نتیجه دمای روغن تا $۲۶۵^{\circ}C$ بالا می‌رود. این روغن در مبدل‌های حرارتی آب را به بخار تبدیل می‌کند که دمای بخار به $۲۳۰^{\circ}C$می‌رسد این بخار می‌تواند در ماشین بخار انرژی الکتریکی تولید کند که در صورت تکیل نیروگاه تا ۲۵۰kw برق تولید می‌شود طرز کار نیروگاه خورشیدی با استفاده از دودکش خورشیدی به این صورت است که هوای گرمی‌که بوسیله‌ی انرژی خورشیدی در یک گرمخانه‌ی شیشه‌ای تولید شده به طرف برج بلندی که در مرکز گرمخانه قرار گرفته است و مانند یک دودکش عمل می‌کند هدایت می‌شود، این هوای گرم بعلت ارتفاع زیاد برج (تا ۲۰۰m) با سرعت زیاد صعود می‌کند و باعث چرخیدن پروانه‌ی موتور ژنراتوری که در پایین برج نصب شده است می‌شود و برق تولید می‌کند.

ب – نظام‌های فوتو ولتائیک (نور – ولتاژی) (PV) :

این نظام ها در اصل برای کاربردهای فضایی ابداع و تکمیل شدند و بر اساس پدیده‌ی فتو الکتریک کار می‌کنند اولین باتری خورشیدی در سال ۱۹۵۴ در آزمایشگاه تلفن بل ساخته شد.

سلولهاینور - ولتاژی بلورهائی هستند که از لایه‌های نازک از جنس نیمه رسانا (سلیکون و آرسینورگالیم) ساخته شده‌اند. بازده سلولهای سلیکون در عمل ۱۵ تا ۱۸ درصد ولی سلولهای آرسینورگالیم بیشتر از ٪۲۰ است

باتری‌های خورشیدی اولیه‌ی از یک بلور سیلیسیوم ساخته می‌شد که روی صفحات تختی کنار هم قرار می‌گرفت. کاربرد این روش برای مصارف عمومی بسیار گران تمام می‌شود.

طرح بسیار نوید بخش برای سلول‌های نور – ولتاژی کاربرد ورقه‌ها یا فیلم‌های بسیار نازکی است که روی موادی مانند شیشه‌یا فولاد زنگ نزن نشانده می‌شوند سه ماده که به صورت ورقه‌های نازک به ضخامت تقریبی ۱μm تا ۲μm نتایج خوبی بدست داده‌اند عبارتند از سیلیسیوم هیدرژن دار آمورف و مس اندیوم دی سلید (CIs) و کادمیوم تلورید.

فرآیند فوتو ولتائیک (نور – ولتاژی) در باتری‌های خورشیدی به این صورت است که هر کوانتوم نور (فوتون) دارای مقدار معینی انرژی است که چنانچه این انرژی از گاف انرژی نیم‌رسانا (فاصله‌ی میان نوارهای ظرفیت و رسانش) بیشتر باشد فوتون جذب ماده می‌شود و الکترون از نوار ظرفیت برانگیخته و به نوار رسانش می‌رود که می‌تواند آزادانه حرکت کند، الکترون بار منفی و حفره‌ی ایجاد شده در نوار ظرفیت بار مثبت دارد که اگر به سرعت از هم جدا نشوند الکترون بدون ایجاد هیچ جریانی جذب حفره می‌شود. برای جداسازی آن‌ها نیاز به‌یک میدان الکتریکی است که با افزودن مقدار کمی‌ناخالصی به نیم‌رسانا وایجاد پیوندگاهی میان مناطق نوع n (بار منفی) و نوع p (بار مثبت) تامین می‌شود.

در روز صاف و هنگامی‌که آفتاب بالای سر است شدت نور خورشید تقریبا $۱۰۰۰\frac{w}{m^۲}$ است مدول خورشیدی یک مترمربعی با بازده ٪۱۰ در روز آفتابی توانی در حدود ۱۰۰w تولید می‌کند با تابش خورشیدی بدون ابر در حد متوسط ۶ ساعت در روز تعدادی مدول خورشیدی با مساحت $۶۰m^۲$ تقریبا ۱۰۰۰kwh برق در هر ماه تولید می‌کند.

نیروگاه نور– ولتاژی طالقان

راندمان یک سلول خورشیدی که به‌یک مدار الکتریکی وصل شده از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید

$$R_a = \frac{P_m}{E.A_c}$$

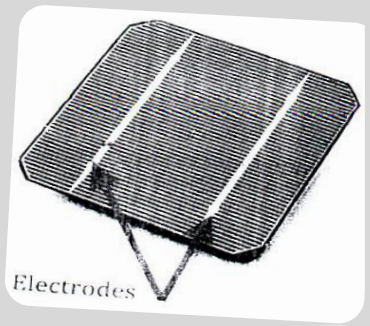
P_m توان حداکثری تولیدی و E شدت تابش ورودی و A_c مساحت سطح سلول است.

نیروگاه‌های فوتو ولتائیک می‌توانند بصورت مستقل از شبکه‌ی سراسری مانند نیروگاه نور – ولتاژی معلمان سمنان به ظرفیت ۱۰۰kw و نیروگاه میبد یزد به ظرفیت ۱۲kw و یا متصل به

شبکه‌ی سراسری مانند نیروگاه طالقان به ظرفیت ۲۰kw مورد استفاده قرار گیرند (مطلب بصورت خلاصه است برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع ذکر شده مراجعه فرمائید).

گردآورنده : حمید مصطفی نزادیان (دبیر فیزیک ناحیه‌یک شیراز)

منابع : ۱- کتب سازمان انرژی‌های نوایران ۲- دانشنامه‌ی فیزیک جلد یک



معرفی سیستم‌های نور – ولتاژی

لونی تهینی

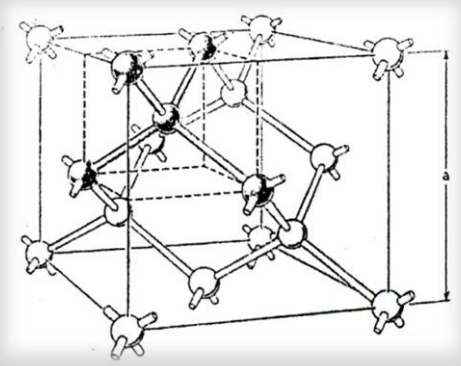
عناصر اصلی پنل‌های فتوولتائیک شامل چه موادی می‌شوند وآیا در استفاده از انرژی خورشیدی درآینده کاربردهای بیشتری خواهند داشت؟

امروزه با توجه به این که سوخت‌های فسیلی رو به کاهش نهاده‌اند و احتراق آن‌ها اغلب اکوسیستم‌های طبیعی را در معرض خطر قرار داده است دانشمندان برای یافتن روش‌های جدید استفاده از منابع جدید انرژی تمایل فراوانی دارند و تلاش زیادی را در این زمینه انجام می‌دهند. ۵ روش گوناگون و در حقیقت ۵ گونه انرژی تجدید شدنی جدید بر مبنای منابع نامحدود طبیعی معرفی شده‌اند که شامل این موارد می‌باشند: انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی آب، نیروی ژئوترمال و زیست توده (بیوماس).

پنل‌های فتو ولتائیک خورشیدی (PV) اجزای اصلی مورد نیاز برای تولید مستقیم انرژی خورشیدی می‌باشند. هر پنل مجموعه‌ای از سلول‌های فتوولتائیک می‌باشد. سلول خورشیدی وسیله‌ای است که انرژی نورانی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید. فتون‌های نوری توسط سلول‌های فتوولتائیک جذب می‌شوند و الکترون‌ها میان نوارهای مختلف درون مواد موجود انتقال می‌یابند و نتیجه‌ی کار ایجاد ولتاژی خاص میان دو الکترود موجود است (شکل یک). این انرژی الکتریکی یا به مصرف رسیده یا در طول روز در باتری ها ذخیره می‌شود و احتمالا شب هنگام بار دیگر مصرف می‌شود. در برخی از کشورها الکتریسته‌ی تولیدی با قیمت بالا به کارخانه‌های الکتریکی فروخته می‌شود.

الف– سیلیکون: جزء اصلی و کلیدی سلول‌هایPV

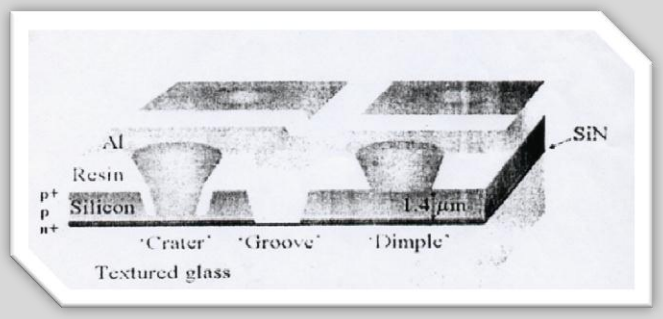
مواد مورد استفاده برای سلول‌های کارآمد خورشیدی باید به صورت کارآمد نور را جذب کنند و بتوانند به خوبی نور را به انرژی الکتریسته تبدیل کنند. با توجه به‌این که مواد گوناگون هزینه‌ها و کارآیی‌های متفاوتی دارند سلول‌های فتوولتائیک خورشیدی با استفاده از سیلیکون تک کریستالی، سیلیکون چند کریستالی، سیلیکون بی شکل، تلورید کادمیوم و سلنید یا سولفید مس‌ایندیم ساخته می‌شود. به خاطر داشته باشید که سلول‌های خورشیدی که بر پایه‌ی مواد نیمه‌هادی سیلیکونی ساخته می‌شوند در سال ۲۰۰۹ حدود ۹۰٪ فروش PV را شامل می‌شده‌اند و بدین ترتیب می‌توان گفت که سیلیکون جزء اصلی مورد استفاده برای PV می‌باشد. ای. لاووی سیر (۱۷۴۳-۱۷۹۴) سیلیکون را کشف کرد. سیلیکون در طبیعت به صورت سیلیکات ها یافت می‌شود و خواصی ویژه‌ی خود دارد. به عنوان یک ماده‌ی نیمه رسانا می‌تواند جریان الکتریسته را با توجه به روش تیمار آن هدایت یا متوقف کند و این مورد به دلیل دیواره‌ی اتمی‌خارجی آن بروز می‌یابد که می‌تواند چهار الکترون را برای رسیدن به حالت پایدار الکترونی از دست بدهد و یا جذب کند. از سوی دیگر سیلیکون یک عنصر فلزی سخت و نسبتا بی اثر و به شکل بلوری بسیار شکننده است. سیلیکون در یک ساختمان مکعب شبکه‌ی الماسی شکل مشابه با عناصر دیگر گروه چهار جدول تناوبی بلوری می‌شود که شامل الماس و ژرمانیوم نیز می‌باشد. این عناصر قابلیت جداکنندگی و نیمه رسانائی دارند. هر کدام از اتم‌های سیلیکون چهار نوار دارد که هر کدام از آن ها به نزدیک ترین قسمت مجاور متصل است. (به شکل سه رجوع کنید). ثابت شبکه در سیلیکون خالص و شناور برابر با ۵۴۳۰۷۱۰/ نانومتر می‌باشد.



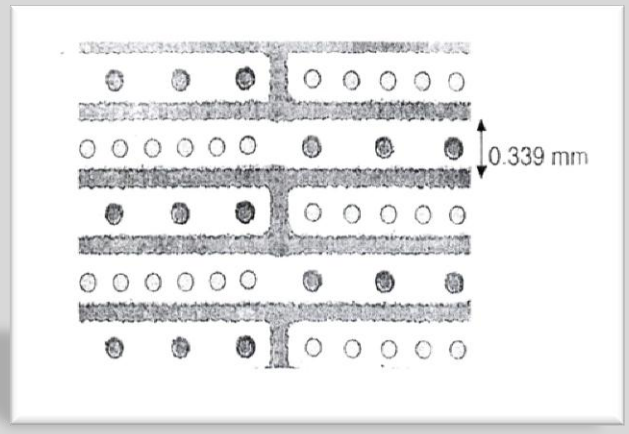
ب– تولید و ساخت سلول‌های سیلیکونی PV

نمایی از سیلیکون کریستالی در ساختمان شیشه‌ای در شکل ۴ نشان داده شده است. نیترید سیلیکون و سه لایه‌ی متفاوت سیلیکونی پس از یک لایه‌ی بالایی اکسید سیلیکون قرار می‌گیرند که در اتاقک ته نشینی و به صورت بی شکل رسوب می‌کند. در روندی به نام دوپینگ عناصر کمیاب به منزله ناخالصی به سیلیکون خالص اضافه می‌شوند تا بدین ترتیب خصوصیات الکتریکی آن تغییر کند. دوپینگ برای تولید موادی از نوع P(نوع مثبت) استفاده می‌شود که آن ها را دیمپل می‌نامند که در آن سیلیکون با بر جفت می‌شود و بدین ترتیب مواد نوع N (نوع منفی) به نام مواد دارای فرو رفتگی ($CRATER$)ایجاد می‌گردند که با فسفر جفت می‌شوند. این روند اتصال P-N راایجاد نموده، حوزه‌ی الکتریکی دائم را در بلورایجاد می‌کند. آلومینیوم در کل قسمت عقب دستگاه رسوب می‌کند به صورت نوارهای باریکی منطقه‌ی$+N$ را به منطقه‌ی$+P$ سلول مجاور مرتبط می‌سازد. کیفیت بالای نورگیری درون دستگاه به دلیل ترکیبی از سطح شیشه‌ای دارای بافت مناسب و انعکاس دهنده‌ی قسمت عقب دستگاه روی می‌دهد که اجازه‌ی استفاده از یک لایه‌ی بسیار نازک سیلیکون با ضخامت تنها ۱/۴ میکرومتر را می‌دهد. نمایی از ارتباطات نواری به صورت اجمالی و با ذکر جزئیات

بیشتر در شکل ۴ نشان داده شده است که چگونگی رسانائی سیلیکونی دراین شکل بارز است.



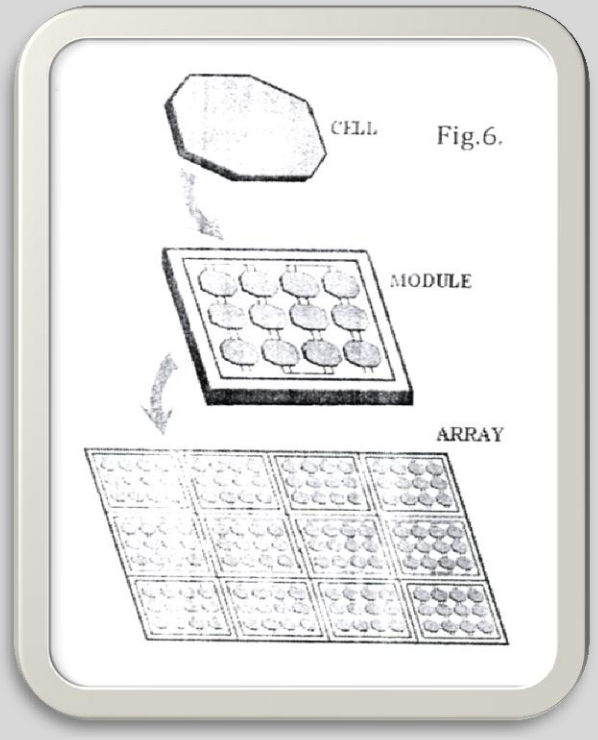
هر کدام از نوارهای فلزی تنها در دو سلول همسایه بوجود می‌آید و از تمامی نوارهای دیگر به وسیله‌ی سیلیکون جدا می‌گردند. همان گونه که پیش‌تر عنوان شد سیلیکون تک کریستالی و چند کریستالی در تولید سلول‌های خورشیدی استفاده می‌گردند. در سیلیکون تک کریستالی شبکه‌ی کریستال ممتد است و بدون هیچ مرز مشخصی نمی‌شکند. تولید این نوع سیلیکون بسیار مشکل تر است و هزینه‌ی بیشتری می‌طلبد اما نسبت به سیلیکون‌های چند کریستالی که از چندین کریستال تشکیل شده‌اند کارآیی بیشتری دارد و تولید آن ساده‌تر و ارزان‌تر است. این سیلیکون همانند سیلیکون بی‌شکل غیر کریستالی ساخته شده از اتم‌ها در یک شبکه‌ی تصادفی کشیده شده است. نوع بی‌شکل کارایی کمتر، هزینه‌ی کمتر و انعطاف‌پذیری بیشتری دارد. گروهی از سلول‌های خورشیدی به صورت الکتریکی با یکدیگر مرتبط هستند و در یک ساختمان پشتیبان خاص و یا چهارچوب ویژه به نام واحد فتوولتائیک و یا پنل فتوولتائیک قرار می‌گیرند(شکل ۵).



واحدها برای تأمین الکتریسته با ولتاژ خاص طراحی شده‌اند و جریان تولید شده ارتباط مستقیم با مقادیر نور ورودی به این واحد دارد. واحدهای چندگانه را می‌توان برای ایجاد یک آرایش ویژه به‌یکدیگر متصل کرد. هر چه حوزه‌ی مربوط به‌یک واحد یا آرایش خاص وسیع‌تر باشد الکتریسته بیشتری تولید خواهد شد. واحدهای فتوولتائیک و آرایش‌های گوناگون آن‌ها الکتریسته‌ی جریان مستقیم (DC) تولید می‌کنند و برای ایجاد ولتاژ مورد نیاز به هر گونه‌ترکیب می‌توان آن‌ها را به صورت متوالی یا موازی در کنار یکدیگر قرار داد سپس این آرایش ها به منظور ذخیره‌ی نیروی برق تولیدی به باتری‌هایی متصل می‌شوند و با استفاده از مبدل برای کاربردهای خانگی قابل استفاده می‌شوند. بدین ترتیب جریان مستقیم باتری ها به جریان متناوب تبدیل می‌گردد.

ج–آینده‌ی سلول‌های سیلیکونی *PV*

بازار کنونی فتوولتائیک خصوصیاتی مانند کارایی تبدیل کند اما با ثبات و کاهش تدریجی هزینه‌ی واحدها و سیستم ها و پایه‌ی ذخیره سازی غیر مطمئن مواد خام چند کریستالی را دارا می‌باشند. فتوولتائیک منبع بسیار مناسب انرژی به شمار می‌رود اما هنوز برای این‌که در شبکه‌ی الکتریسته خانگی قابلیت رقابت پیدا کند زمان زیادی می‌طلبد. دو بخش بازار گوناگون را در این زمینه مشاهده می‌کنیم که شامل نصب و استفاده‌ی متصل به شبکه در کشورهای صنعتی و سیستم‌های خارج از شبکه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. هر دوی این موارد به محدودیت‌های اقتصادی و کمبود سرمایه‌ی مشتری‌ها برای سرمایه‌گذاری بستگی دارد. به دلیل پتانسیل بالای بازار چندین مورد از کارخانه‌های بزرگ سوخت فسیلی به استفاده از فتوولتائیک علاقه نشان می‌دهند. در حقیقت کارخانه‌هائی مانند شل و توتال در تجدید منابع انرژی، وایجاد تسهیلات تولید انرژی باد و خورشیدی در آمریکای شمالی و اروپا سرمایه‌گذاری وسیعی را انجام داده‌اند. این مورد به رقابت عمده و حاشیه‌ی سود بسیار اندک ختم شده است و این تکنولوژی را برای عموم مردم قابل دسترس ساخته است. روش دیگر افزایش کارایی می‌باشد که برای سلول‌های موجود در بازار بین ۹ و ۱۴٪ متغیر است. اگرچه مشکل دیگر این است که بازار مواد نیمه‌هادی از خصوصیاتی مانند چرخه‌های اقتصادی سخت و رقابت شدید برخوردارند. در دوران جهش اقتصادی که منابع مواد مورد نیاز کمیاب می‌شود و قیمت‌ها افزایش می‌یابند. راه‌حل اصلی موجود برای مشکلاتی که بر مبنای تهیه‌ی مواد اولیه قرار دارند کاهش مقدار سیلیکون در سلول‌های خورشیدی است. پیشرفته‌ترین خطوط تولید از ویفرهای دارای ضخامت کمتر از ۰/۲ میلی‌متر استفاده می‌نماید. ویفرهای نازک‌تر مناسب نیستند زیرا اگر تکنولوژی مناسبی به کار رفته باشد کارایی کاهش می‌یابد. اگر تکنولوژی استاندارد موجود امروزی چیرگی خود را حفظ کند، سیلیکون‌های خورشیدی ظریف دیگری ایجاد خواهند شد. با آگاهی از این که خلوص برای سیلیکون خورشیدی حائز اهمیت بسیاری است، تولید سلول‌های خورشیدی مناسب و ضعیف تنها در تولید وسیع اقتصادی خواهد بود. بازار سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک بیشتر از محصولاتی که بر پایه‌ی سیلیکون ساخته شده‌اند تشکیل شده است که کارایی اندکی دارند و هنوز انجام تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های زیادی برای عمومیت بخشیدن و استفاده از آن‌ها مورد نیاز است. در صورتی که پیشرفت‌های جدید مانند کشف مواد جدید قابل استفاده در این زمینه صورت نگیرد و یا این‌که هزینه‌های تولید برق افزایش نیابد (به حدی که از تولید برق توسط نصب سلول‌های فتوولتائیک بیشتر باشد) نفوذ و گسترش سلول‌های فتوولتائیک در بازار محدود خواهد ماند.



نام دانشگاه: *Mc Gill, Canada*
فرستنده: مریم توافقی مترجم: سارا فرحی جهرمی

دیداری دوباره با گربه‌ی شرودینگر

قضیه‌ی گربه‌ی شرودینگر در واقع آزمایشی دهنی است که به عنوان یک ناسازنما توصیف می‌شود. اروین شرودینگر فیزیکدان اتریشی در ۱۹۳۵ این آزمایش را مطرح کرد. او این آزمایش را برای نشان دادن اشکال تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتومی در کاربرد در زندگی و اشیای روزانه پیش کشید. در این آزمایش گربه‌ای در نظر گرفته می‌شد که بر حسب یک رویداد کاتوره‌ای پیشین ممکن بود مرده‌ی یا زنده باشد و اصطلاح درهم تنیدگی در همین مورد وضع شد.

منشأ و انگیزه

آزمایش ذهنی شرودینگر به منزله‌ی بحثی درباره‌ی مقاله‌ای مطرح شد که انیشتین و پودولسکی و روزن (EPR) در ۱۹۳۵ منتشر کردند. این مقاله ماهیت عجیب درگیری کوانتومی‌را روشن می‌ساخت که ویژگی حالتی کوانتومی است که ترکیبی است از حالت‌های دو نظام (مثلا دو ذره‌ی زیراتمی) که یک‌بار اندرکنش کرده‌اند ولی سپس جدا شده‌اند و دیگر هیچکدام در حالت معینی نیستند. تعبیر کپنهاگی نشان می‌دهد که حالت دو نظام هنگامی‌که یکی از آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود به یک حالت معین فرو می‌افتد. شرودینگر و انیشتین درباره‌ی مقاله‌ی انیشتین در مجموعه‌ی EPR نامه‌هایی به هم نوشتند که در آن‌ها انیشتین خاطر نشان می‌کرد که حالت یک کیسه‌ی باروت ناپایدار پس از مدتی دربرگیرنده‌ی هر دو حالت منفجر شده و منفجر نشده خواهد بود.

شرودینگر برای نشان دادن ناکامل بودن مورد بحث مکانیک کوانتومی توضیح می‌دهد که چگونه می‌توان در اصول، برهم نهی یک اتم و نظام‌های کلان مقیاس گربه‌ی مرده و زنده را با جفت کردن گربه و اتم به یاری "یک سازوکار اهریمنی" بازسازی کرد. او داستان گربه‌ای را پیشنهاد می‌کند که در جعبه‌ای بی‌درز محبوس است و مرده یا زنده بودن آن در جعبه به حالت یک ذره‌ی زیر اتمی بستگی می‌یابد. به نظر شرودینگر تعبیر کپنهاگی دلالت دارد که " گربه تا هنگام بازشدن جعبه هم زنده و هم مرده می‌ماند" (البته برای عالم بیرون جعبه).

شرودینگر نمی‌خواست اندیشه‌ی گربه‌ی مرده- زنده را به عنوان یک امکان جدی تأیید کند، چون این ناسازنما یک مورد تعلیق به محال کلاسیک است. آزمایشی ذهنی نشان می‌دهد که مکانیک کوانتومی و ریاضیاتی که برای توصیف حالت‌های کوانتومی‌لازم است تا چه حد غریبند. آزمایش گربه‌ی شرودینگر که در مقام نقد تعبیر کپنهاگی ارائه شد به صورت سنگ بنای موضوعی همه‌ی تعبیرهای مکانیک کوانتومی‌درآمد. چگونگی برخورد هر تعبیربا موضوع گربه‌ی شرودینگر نشان دهنده‌ی ویژگی‌ها و ضعف‌ها و قدرت‌های آن تعبیر است.

آزمایش

شرودینگر می‌نویسد:

گربه‌ای را تصور کنید که در یک اتاقک فلزی در کنار شمارگر گایگر و تکه‌ی کوچکی از یک ماده‌ی پرتوزای ریز که می‌تواند در مدت یک ساعت یکی از اتم‌های آن واپاشی کند یا با همان احتمال شاید واپاشی نکند و در صورت واپاشی در لوله‌ی شمارگرتخلیه‌ای صورت می‌گیرد که می‌تواند چکشی را فعال کند تا فلاکسی محتوی اسید هیدروسیانیک را بشکند. گربه به این دستگاه‌ها دسترسی مستقیم ندارد. اگر کل مجموعه مدت یک ساعت به حال خود رها شود می‌توان گفت تا هنگامی‌که هیچ اتمی واپاشی نیافته است گربه همچنان زنده است. تابع سای کل دستگاه با دربرداشتن گربه‌ی زنده یا مرده به صورت مخلوط یا درهم به مقدارهای برابر نشان دهنده‌ی این موضوع است.

ویژگی این گونه موارد در آن است که عدم قطعیتی را که در اصل به حیطه‌ی اتمی محدود بوده است به عدم قطعیت کلان مقیاس تبدیل می‌کند که با مشاهده‌ی مستقیم رفع می‌شود. این نکته ما را از پذیرش ساده لوحانه‌ی اعتبار" مدل غیر قطعی" نمایش واقعیت باز می‌دارد. این مدل در درون خود دارای نکته‌ی ناواضح یا متناقضی نیست. میان عکس تکان خورده و ناواضح شده و عکسی که از ابرها و کناره‌های مه آلود گرفته شده است تفاوت وجود دارد.

این دو بند بخشی از مقاله‌ای است که در ۱۹۳۵ در مجله‌ی "علوم طبیعی" آلمان چاپ شده است.

آزمایش مشهور شرودینگر این پرسش را پیش می‌کشد که " چه هنگام" یک دستگاه کوانتومی از برهم نهی چند حالت بیرون می‌آید و به این یا آن حالت معین تبدیل می‌شود؟ (یا به زبان فنی‌تر، چه هنگام حالت کوانتومی واقعی دیگر به صورت ترکیب خطی حالت‌هایی نمی‌ماند که هر کدام به یک حالت کلاسیک مختلف همانند است، و به جای آن شروع می‌کند به این‌که توصیف کلاسیک یکان‌های داشته باشد؟). اگر گربه جان سالم به در ببرد تنها زنده بودن به یادش می‌ماند. ولی توضیحات آزمایش‌های EPR که با مکانیک کوانتومی خرد مقیاس سازگار است، مستلزم آن است که

اشیای کلان مقیاس مانند گربه و کتاب همواره دارای توصیف کلاسیکی یگانه نباشند. هدف آزمایش ذهنی نشان دادن این ناسازنمای ظاهری است. شهود ما به ما می‌گوید که هیچ ناظری نمی‌تواند مخلوطی از چند حالت باشد: ولی برپایه‌ی آزمایش ذهنی به نظر می‌رسد که گربه می‌تواند چنین مخلوطی باشد. آیا گربه باید ناظر باشد یا بودن آن در یک حالت کلاسیکی دقیقا متمایز و معین نیازمند وجود یک ناظر بیرونی است؟ هر یک از گزینه‌ها به نظر اینشتین که شیفته‌ی توانایی آزمایشی ذهنی در روشن کردن این نکته‌ها بود یاوه بود. او در سال ۱۹۵۰ در نامه‌ای به شرودینگر نوشت:

" شما به جز لائه تنها فیزیکدان معاصری هستید که متوجه است اگر فرد صادق باشد فرصت پرداختن به حدود انگاشت واقعیت را ندارد. بیشتر آنان نمی‌دانند درگیر چه بازی خطرناکی با واقعیت هستند، واقعیت در مقام امری مستقل از آنچه که با آزمایش به کرسی می‌نشیند. اما تعبیر آنان به ظریف‌ترین شیوه با مجموعه‌ای که شما طراحی کرده‌اید یعنی اتم پرتوزا+ تقویت کننده+ انرژی باروت+ گربه در جعبه.

که در آن، تابع سای دستگاه دربرگیرنده‌ی همزمان گربه‌ی زنده و گربه‌ی منفجر شده است، باطل شده است. هیچکس واقعا شک ندارد که حضور یا غیبت گربه امری است مستقل از عمل مشاهده"

توجه داشته باشید که در مجموعه‌ی مورد نظر شرودینگر نامی از انفجار باروت برده نشده است، و از شمارگر کایگر به صورت تقویت کننده و زهر هیدروسیانیک به جای باروت استفاده شده است. ۱۵ سال پیش‌تر در پیشنهاد اصلی اینشتین نام باروت مطرح شده بود و ظاهرا بار دیگر در نامه‌ی خود از آن یاد کرده است.

تعبیرهای آزمایش

۱. تعبیر کپنهاگی

در تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتومی، دستگاه از حالت بر هم نهی چند حالت بیرون می‌آید و به هنگام مشاهده به یکی از آن حالت‌ها در می‌آید. این آزمایش نشان می‌دهد که ماهیت اندازه‌گیری یا مشاهده در این تعبیر دقیقا تعریف نشده است. می‌توان آزمایش را بدین گونه تعبیر کرد که هنگامی‌که جعبه بسته است، مجموعه به صورت برهم نهی همزمان دو حالت وجود دارد " هسته‌ای واپاشی یافته/ گربه‌ی مرده" و " هسته‌ای واپاشی نیافته/گربه‌ی زنده" و تنها هنگامی‌که جعبه باز شود، و مشاهده صورت می‌گیرد تابع موج به یکی از دو حالت فرو می‌افتد.

البته یکی ازدانشمندان پیرو تعبیر کپنهاگی یعنی نیلزبور فروافتادن تابع موج در اثر مشاهده را در نظر نمی‌گرفت و گربه‌ی شرودینگر به نظر او معمایی نبود. پیش از آن که ناظر آگاه جعبه را باز کند گربه یا مرده است یا زنده. بررسی عملی آزمایش نشان داد که اندازه‌گیری (مثلاً با شمارگرگایکر) به تنهایی کافی است تا پیش از هر گونه مشاهده‌ی آگاهانه تابع موج کوانتومی‌را فرو بیندازد.

تعبیر چندجهانی و تاریخچه‌های سازگار

در این تعبیر مشاهده به منزله‌ی یک فرآیند ویژه مطرح نمی‌شود حتی پس از باز شدن جعبه هر دو حالت زنده بودن و مرده بودن گربه بر جا می‌مانند ولی پیوندشان قطع می‌شود، یعنی هنگامی‌که جعبه باز می‌شود. ناظر و گربه‌ی منفجر شده به صورت یک ناظر که به جعبه و گربه‌ی مرده نگاه می‌کند و یک ناظر که به گربه‌ی زنده نگاه می‌کند، اما از آن‌جا که حالت‌های زنده بودن و مرده بودن دیگر هم نوع نیستند ارتباط یا اندرکنش مؤثری میان آن‌ها وجود ندارد.

هنگامی‌که جعبه باز می‌شود ناظر با گربه درهم تنیده می‌شود و " حالت‌های ناظر" در ارتباط با گربه‌ی زنده یا مرده شکل می‌گیرد، هر ناظر به گونه‌ای با گربه درهم تنیده می‌شود که مشاهده‌ی"حالت گربه" و "خود حالت گربه" با هم ارتباط می‌یابند. ناهم یوغی کوانتومی تضمین می‌کند که نتایج گوناگون با هم اندرکنش نداشته باشند. همین سازوکار یوغ زدایی کوانتومی برای تعبیر برحسب تاریخچه‌های سازگاراهمیت می‌یابد که طبق آن تنها "گربه‌ی مرده" یا "گربه‌ی زنده" می‌تواند بخشی از این تعبیر باشد.

راجرپن روز می‌گوید:

" مایلم روشن کنم که این موضوع از حل ناسازنمای گربه بسیار دور است؛ چون در صورت‌بندی مکانیک کوانتومی چیزی وجود ندارد که لازم بداند که حالت آگاهی نتواند مستلزم درک همزمان گربه‌ی مرده یا زنده باشد"

ولی باور اصلی آن است که‌یوغ‌زدایی سازوکاری است که این گونه درک همزمان را ناممکن می‌سازد.

تعبیر مجموعه‌ای

طبق این تعبیر برهم نهی‌ها چیزی جز زیرمجموعه‌های یک مجموعه آماری بزرگتر نیستند. بردار حالت تنها در مورد جامعه‌ی آماری متشکل از چندین آزمایش کاربرد دارد و در مورد تک تک آزمایش‌ها به کار نمی‌رود و این امر آزمایش شرودینگر را بی‌مورد می‌سازد.

طبق‌این تعبیر اندیشه‌ی وجود یک توصیف ریاضی که به هر حال با یک مجموعه‌ی فیزیکی تک در ارتباط باشد رد می‌شود.

تعبیر رابطه‌ای

این تعبیر میان آزمایشگر انسانی، گربه، یا وسایل، یا میان نظام‌های جان‌دار یا بی‌جان تمایز بنیادی نمی‌بیند. همه‌ی دستگاه‌های

کوانتومی از یک رشته قواعد تکامل تابع موج پیروی می‌کند و همه را می‌توان "ناظر" دانست. ولی در این تعبیر، ناظران مختلف می‌توانند برحسب اطلاعاتی که درباره‌ی دستگاه دارند برداشت‌های گوناگونی از یک رشته رویداد عرضه کننده گربه می‌تواند ناظر وسایل باشد و در عین حال آزمایشگر هم می‌تواند ناظر دیگر مجموعه درون جعبه باشد (یعنی گربه+وسایل) بیش از باز شدن جعبه گربه برحسب ماهیت زنده بودن یا مرده بودن خود اطلاعاتی در مورد حالت وسایل داشته باشد (اتم واپاشی یافته‌یا واپاشی نیافته)، ولی آزمایشگر درباره‌ی محتوای جعبه اطلاعات ندارد: به نظر گربه جبهه‌ی موج وسایل فرو افتاده است، به نظر آزمایشگر محتوای جعبه به صورت برهم‌نهی است. تا هنگامی‌که جعبه باز نشده است و هردو ناظردرباره‌ی آنچه که روی داده است یک نوع اطلاعات دارند، هر دو نظام "فروافتاده" به درون یک حاصل معین به نظر می‌رسند، یعنی گربه یا زنده است یا مرده.

نظریه‌های عینی فروافتادن

برپایه‌ی این نظریه‌ها، برهم نهی، خودبه خود (بدون توجه به مشاهده بیرونی) هنگام رسیدن به یک آستانه‌ی فیزیکی عینی (زمان، جرم، دما، بازگشت ناپذیری و....) نابود می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که گربه مدت‌ها پیش از باز شدن جعبه درون یک حالت معین جا گرفته باشد. می‌توان این جریان را "گربه‌ی در حال مشاهده‌ی خود" یا "محیط در حال مشاهده‌ی گربه" دانست.

این نظریه‌ها مستلزم تعدیل و تقویت مکانیک کوانتومی‌استاندارد هستند تا برهم نهی در جریان تکامل زمانی از میان برود.

کاربردهای عملی

این آزمایش نظری محض است و دستگاه پیشنهاد شده برای آن تاکنون ساخته نشده است، ولی عبارت "حالت گربه" غالبا به درهم تنیدگی ویژه‌ی کیوبیت‌ها باز می‌گردد که برهم نهی یکسان همگی صفر یا همگی یک هستند یعنی <۱.....۱۱۰+<۰.....۱۰۰

فیزیک ناممکن‌ها

با ارائه‌ی بینشی هیجان انگیز از آنچه واقعاً در آینده می توانیم امید به داشتن آن داشته باشیم فیزیک ناممکن‌ها ما را به سفری در مرزهای علم و ورای آن می برد .

همه روزه شاهد آنیم که چیزهایی که روزی از سوی دانشمندان" امکان ناپذیر " قلمداد می‌شدند پا به عرصه ی زندگی روزمره‌ی ما می‌گذارند. دستگاه‌های فکس، آسمان خراش‌های شیشه‌ای، خودروهای گازسوز، شبکه‌ی ارتباطی جهانی و قطارهای شناور تندرو در این‌جا نویسنده‌ی به نام در سطح جهان، میچیوکاکو با اطمینان مرزهای امروزین علم را در می‌نوردد و برای نخستین بار از دید یک کارشناس خبره به بررسی علم واقعی فردا می‌پردازد . زمینه‌ای که معمولا قلمرو نویسندگان علمی، تخیلی است. او از امکان‌پذیری عملی حرکت دایمی، میدان‌های نیرو، نامریی شدن، توپخانه‌ی پرتویی، پادگرانش و پادماده ، دورفرستی، ..... وی به ما نشان می‌دهد که چگونه چندتایی از این ایده‌ها عملا قوانین فیزیک را نقض می‌کنند. هیچ‌گاه تفاوت بین امکان ناپذیر، نامحتمل ، و در شرف وقوع به این روشنی بیان نشده است .

قلمرو علمی، تخیلی در کجا پایان می‌پذیرد ؟ واقعا به چه چیزهایی می‌توانیم دست پیدا کنیم؟ کاکو در این کتاب قابل فهم، خواندنی و روشن‌گر می‌گوید " هر چیزی که امکان ناپذیر نباشد، حتمی است " فیزیکدانی به نام دکتر میچوکاکو ، صاحب کرسی هنری سیمت در فیزیک نظری در دانشگاه سیتی نیویورک است. او نویسنده‌ی کتاب‌های پر فروش (فوق فضا و جهان‌های موازی از جمله نوشته‌های او هستند) و نویسنده‌ی برجسته ی دانشگاهی نیز هست که در مجامع مختلف مورد تقدیر قرار گرفته است. دکتر کاکو در رادیو و تلویزیون هم به اجرای برنامه های علمی می‌پردازد .

پرش قورباغه روی اسکیت

یک قورباغه‌ی سنگین وزن در راستای قائم از شاخه‌ی درخت بر روی یک تخته‌ی اسکیت که در راستای افقی در حرکت است فرو می‌افتد. سرعت حرکت تخنه‌ی اسکیت با رسیدن قورباغه بر روی سطح آن کاهش می‌یابد. با توجه به قانون پایستاری اندازه‌ی حرکت، ضربه‌ای که حرکت تخته را کند می‌کند عبارت است از:

الف) نیروی اصطکاک پاهای قورباغه که رو به عقب بر تخته‌ی اسکیت وارد می‌شود × زمان تغییر سرعت

ب) برابر و در سوی مخالف ضربه‌ای است که قورباغه را به سرعت تخته می‌رساند

پ) هر دو گزینه‌ی بالا

ت) هیچکدام

پ پاسخ درست است :

هنگامی‌که قورباغه روی تخته می‌افتد، نیروی اصطکاک آن را روی سطح تخته نگه می‌دارد (اگر سطح لیز باشد قورباغه همراه آن به حرکت در نمی‌آید). ضربه‌ای که اندازه‌ی حرکت تخته‌ی اسکیت را کاهش می‌دهد عبارت است از: نیروی اصطکاک پاهای قورباغه که رو به عقب بر تخته وارد می‌شود × زمان تغییر سرعت و نیروی اصطکاک برابر و در جهت مخالفی که تخته بر پاهای قورباغه وارد می‌کند × همان زمان

تأمین کننده ضربه‌ی رو به جلوی است که سرعت قورباغه را به سرعت تخته می‌رساند

اندازه‌ی حرکت خالص افقی مجموعه‌ی (قورباغه + تخته‌ی اسکیت). پیش و پس از رسیدن قورباغه به سطح تخته یکسان می‌ماند، چون هیچ نیروی اصطکاک بیرونی بر این مجموعه وارد نمی‌شود (مثلا میان زمین و تخته).

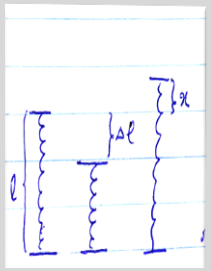
ساعتی علم جستن بهتر از نمازگزاری یک شب است و روزی علم جستن بهتر از سه ماه روزه‌داری است

پیامبر اکرم (ص)

پاسخ پرسش‌های جامع شماره‌ی پیش

کار و انرژی

۱.الف:



اگر مطابق شکل میزان تغییر طول نهایی فنر نسبت به طول عادی آن را x و مبداء پتانسیل را گرانیگاه وزنه‌ی پایینی در نظر بگیریم و با توجه به آن‌که در بالاترین نقطه نیروی وارد بر فنر با وزن وزنه برابر می‌شود، می‌توان نوشت:

$\frac{1}{2}k\Delta l^2+mg(l-\Delta l)=\frac{1}{2}\quad Kx^2+mg(l+x)\ ,\ kx=mg\ \rightarrow x=\frac{mg}{k}$

$\rightarrow \frac{1}{2}k\Delta l^2+mgl-mg\Delta l=\frac{1}{2}kx^2+mgl+mgx$

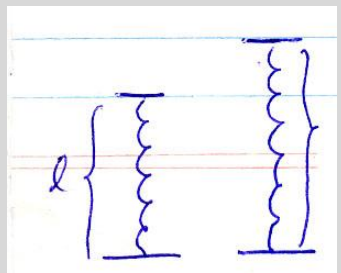
$\rightarrow \frac{1}{2}k\Delta l^2-mg\Delta l-\frac{1}{2}k\frac{m^2g^2}{k^2}\ -mg\frac{mg}{k}\ =0$

$\rightarrow \frac{1}{2}k\Delta l^2-mg\Delta l-\frac{3}{2}\ \ \frac{m^2g^2}{k}\ =0$

$\longrightarrow \Delta l=\frac{mg\pm\sqrt{m^2g^2+3m^2g^2}}{k}=\frac{3mg}{k}$

۱.ب:

در حالت دوم در لحظه‌ی جداشدن جرم دوم از سطح زمین داریم:



$y_1=\frac{l}{2}+3\frac{mg}{k}$ مکان مرکز جرم

پس $E_1=\frac{1}{2}K(V\frac{mg}{k}-\frac{3mg}{k})^2+2mg(\frac{l+3\frac{mg}{k}}{2})$

هنگامی‌که سیستم به اندازه‌ی X بالا می‌رود

$E_2=2mg\frac{x+l+3\frac{mg}{k}}{2}=mg(x+l+3\frac{mg}{k})$

$E_1=E_2\rightarrow\quad 8\frac{m^2g^2}{k}+mgl+3\frac{m^2g^2}{k}=mgx+mgl+$

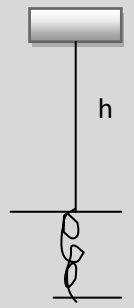
$3\frac{m^2g^2}{k}\rightarrow\quad 8\frac{mg}{k}+3\frac{mg}{k}=x+3\frac{mg}{k}\rightarrow x=\frac{8mg}{k}$

نوسان‌های هماهنگ

۱- در اثر برخورد وزنه کفه حداکثر به اندازه‌ی y از حالت نخست پایین‌تر می‌رود، پس می‌توان نوشت:

$\frac{1}{2}ky^2=mgh+mgy$

یا $y^2-\frac{2mg}{k}\ y-\frac{2mg}{k}h=o\rightarrow y=\frac{mg}{k}\mp\sqrt{\frac{m^2g^2}{k^2}+\frac{2mgh}{k}}$



اما با چسبیدن وزنه به کفه نیرویی که باعث نوسان وزنه بدون جدا شدن از کفه است از رابطه‌ی

$|ky'|=mg$

به دست می‌آید و از آن‌جا که $y'=\frac{mg}{k}$

جابه‌جایی کفه در آغاز برخورد به اندازه‌ی y' از دامنه بیشتر است پس می‌توان نوشت

$A=Y-Y'=\mp\sqrt{\frac{m^2g^2}{k^2}+\frac{2mgh}{k}}\rightarrow A=\frac{mg}{k}\sqrt{1+\frac{2kh}{mg}}$

انرژی نوسان دستگاه نیز برابر است:

$E=\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}K\frac{m^2g^2}{k^2}\left(1+\frac{2kh}{mg}\right)=\frac{1}{2}\frac{m^2g^2}{k}+mgh$

۲. انرژی که صرف فشرده شدن فنر می‌شود میان جرم m_1 سیم می‌شود پس می‌توان نوشت:

$\frac{1}{2}k\Delta l^2=\frac{1}{2}KA^2+m_1gA\rightarrow A=\mp\frac{\sqrt{m^2g^2+k^2\Delta l^2}-m_1g}{k}$

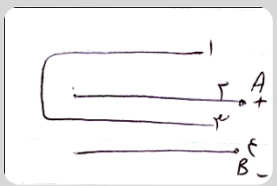
و از آن‌جا که $F_m=-w^2A$ می‌توان نوشت

$F=(m_1+m_2)g\pm\frac{\sqrt{m^2g^2+k^2\Delta l^2}-m_1g}{k}\times m_1\omega^2$ و $\omega^2=\frac{k}{m_1}$

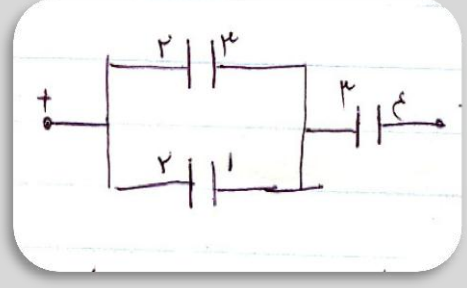
$\rightarrow=(m_1+m_2)g\pm(\sqrt{m_1^2g^2+k^2\Delta l^2}-m_1g)$

۳. خازن‌ها

۱.الف.اگر صفحات را به‌ترتیبی که در شکل دیده می‌شود شماره‌گذاری کنیم.



می‌توان معادل مجموعه‌ی خازن‌ها را به صورت زیر به دست آورد:



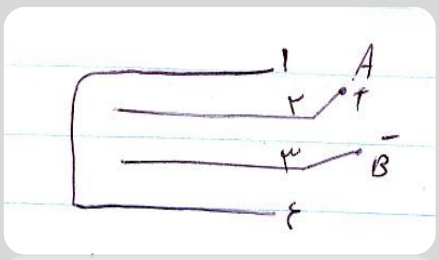
$C'=C_{2,3}+C_{1,3}=\mathcal{E}.\frac{A}{d}+\mathcal{E}.\frac{A}{d}=2\mathcal{E}.\frac{A}{d}$

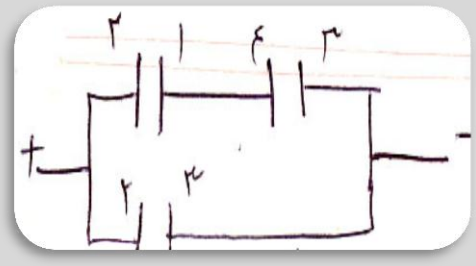
$\frac{1}{c}=\frac{1}{c'}+\frac{1}{c_{3,4}}$

$\frac{1}{c}=\frac{d}{2\mathcal{E}\cdot A}+\frac{d}{\mathcal{E}\cdot A}=\frac{d+2d}{2\mathcal{E}\cdot A}=\frac{3d}{2\mathcal{E}\cdot A}$

$C=\frac{2\mathcal{E}\cdot A}{3d}$

۱.ب.در مجموعه‌ی دوم هم با توجه به شماره‌ها می‌توان مدار معادل را به صورت زیر به دست آورد:





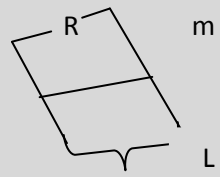
$$\frac{۱}{c'}=\frac{۱}{c_{۱,۲}}+\frac{۱}{c_{۳,۴}}=\frac{d}{\varepsilon_۰A}+\frac{d}{\varepsilon_۰A}=\frac{۲d}{\varepsilon_۰A}$$

$$c'=\frac{\varepsilon_۰A}{۲d} \quad ,c=c'+c_{۲,۲}=\frac{\varepsilon_۰A}{۲d}+\frac{\varepsilon_۰A}{d} \ , c=\frac{۳\varepsilon_۰A}{۲d}$$

۲. در آغاز به اندازه‌ی $W=½c\mathcal{E}_۱$ انرژی در خازن ذخیره می‌شود. پس از جابه‌جایی اتصال کلید این انرژی به نسبت مقاومت میان $R_۱$ و $R_۲$ تقسیم می‌شود یعنی:

$$W_۱=½c\mathcal{E}^۲\frac{R_۱}{R_۱+R_۲}, \qquad W_۲=½c\mathcal{E}^۲\frac{R^۲}{R_۱+R_۲}$$

۴. القای الکترومغناطیسی: نیروی محرکه‌ی القایی در قاب از رابطه $\mathcal{E}=BLV$ و شدت جریان حاصل از آن از رابطه‌ی



$I=\frac{BLV}{R}$ به دست می‌آید. نیرویی که بر سیم متحرک حامل جریان در میدان B در راستای حرکت وارد می‌شود برابر است با

$F_B=ILB=\frac{B^۲L^۲V}{R}$. سرعت حد هنگامی‌به دست می‌آید که برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای حرکت برابر با صفر شود، پس

$$F=F_B-F_a=\frac{B^۲L^۲V}{R}-mgsin\alpha=۰$$

و از آن‌جا که

$$V=\frac{mgRsin\alpha}{B^۲L^۲}$$

دراین‌جا هم $\mathcal{E}=BLV$ و $q=c\mathcal{E}=BLVC$

از سوی دیگر می‌دانیم که $I=\frac{dq}{dt}$

پس می‌توان نوشت:

$$I=\frac{d}{dt}BLCV=BLC\frac{dv}{dt}=BLca$$

با جاگذاری این مقدار در رابطه‌ی $F_B=BIL$

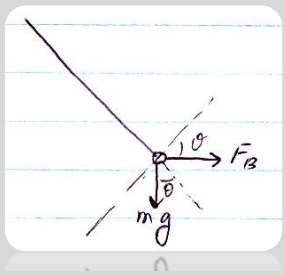
خواهیم داشت $F_B=B^۲L^۲Ca$

$$F=mgsin\alpha-B^۲L^۲ca, ma=mgsin\alpha-B^۲L^۲ca$$

و سرانجام $a=\frac{mgsin\alpha}{mtB^۲L^۲C}$

۳. نیروی میدان بر راستای سیم افقی که نیرو بر آن وارد می‌شود عمود و در راستای افقی است. همنه‌های این نیرو باید همنه‌های نیروی وزن در بخش سیم را که با راستای θ زاویه‌ی ساخته‌اند خنثی کند، یعنی:

$$F_B cos\theta=mgsin\theta$$



$F_B=BIL$,$m=۲\rho AL$

$BILCOS\theta=۲\rho ALgsin\theta$

$B=\frac{۲PgA}{I}tan\theta$

۴. شارگذرنده از قاب بزرگتر

$$\phi_۱=B.\alpha^۲sin\omega t$$

و نیروی محرکه‌ی القایی آن

$$\mathcal{E}_۱=-B.\alpha^۲\omega cos\omega t$$

وشدت جریان آن

$$I_۲=\frac{\varepsilon_۱}{R_۱}=\frac{B_۰a^۲\omega cos\omega t}{۴\rho a}$$

$$\rightarrow |I_{۱max}|=\frac{B_۰\alpha\omega}{۴\rho a}$$

به همین ترتیب

$$|I_{۲max}|=\frac{B_۰b\omega}{۴pb}$$

این جریان در دو جهت مخالفندو چون

$$I_{max}=\frac{B_۰\omega}{۴\rho}(a-b)$$

مجموعه وسایل آزمایشگاهی و کمک آموزشی ابتکاری فیزیک

" کارآیی، سهولت، سرعت، دقت، خلاقیت، جذابیت"

نعمت اله مختاری

آزمایش و وسایل آزمایشگاهی و کمک آموزشی مناسب علاوه بر این‌که نقش به سزایی در یادگیری عمیق و درک مفاهیم ایفا می‌کنند، امر تدریس را با سهولت و شادابی نیز همراه می‌سازند.

اضافه کردن واژه "آزمایشگاه" به عنوان، کتاب درس فیزیک دوره متوسط و انتخاب عنوان " فیزیک و آزمایشگاه"؟ حاکی از وجود دغدغه فراوان مولفان محترم کتاب نسبت به آزمایشگاه و القای اهمیت و الزام آن به سیستم آموزشی و معلمان بوده است. اما متاسفانه در مجموع به دلایلی، این انتظار قرار گرفتن آزمایش در بطن تدریس فیزیک نتوانسته آن‌طور که باید، برآورده شود.

به نظر می‌رسد یکی از اصلی‌ترین دلایل‌این امر عدم عزم جدی برای طراحی و تولید وسایل آزمایشگاهی و کمک آموزشی فراگیر و مناسب باشد. وسایل آزمایشگاهی و کمک آموزشی باید تا حد امکان از کارایی، سهولت، سرعت، دقت، خلاقیت و جذابیت کافی برخوردار باشد تا معلمان راغب به استفاده ازآن‌ها شوند.

از همین روست که اینجانب لازم دانستم براساس تجربیات خود قدمی‌هر چند کوچک در راه طراحی و ساخت مجموعه‌ای از وسایل

آزمایشگاهی و کمک آموزشی بردارم و نهایت سعی خود را کردم تا این وسایل از ویژگی‌هایی که ذکر شد یعنی کارآیی، سهولت، سرعت، دقت، خلاقیت و جذابیت برخوردار باشند و از همه مهم‌تر این‌که قابلیت انجام آزمایش توسط آن در کلاس و حین تدریس به راحتی فراهم باشد.

این مجموعه که فعلا مشتمل بر ۴۰ وسیله می‌باشد اکثرا آزمایش‌های کتاب فیزیک اول تا سوم و حتی چند آزمایش مهم فیزیک ۴ را پوشش می‌دهد.

همه این وسایل دارای دستورالعمل کامل است. و لیست آن‌ها به قرار زیر می‌باشد:

۱- مدار رئوستا با لامپ
۲- مدار ترموستات (دماپا) با لامپ
۳- مدار ترکوپل
۴- مدل دوربین عکاسی ساده
۵- باتری خورشیدی
۶- چشمه نور نقطه‌ای و گسترده مناسب
۷- دستگاه تحقیق قانون ولتاژها و جریان‌ها (قانون کیرشهف)
۸- مدار شارژ و دشارژ خازن
۹- اتاقک‌آینه‌های موازی
۱۰- ترکیب نورهای اصلی
۱۱- قرص نیوتن
۱۲- مولدهای الکترومغناطیسی
۱۳- تفنگ گوس (وسیله‌ای با مجموعه‌ای از آزمایش‌های مکانیک)
۱۴- نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی
۱۵- مقایسه عدسی‌ها
۱۶- مدار سری- موازی مقاومت‌ها و خازن‌ها
۱۷- کیت مدار سری – موازی مقاومت‌ها و خازن‌ها
۱۸- پلاریسکوپ (تجزیه نور سفید به روش غیر از منشور و کاربرد آن در نمایشگرهای LCD و غیره)
۱۹- انبساط میله فلزی
۲۰- ترموسکوپ (مقایسه اجسام سیاه و روشن در جذب تابش گرمایی)
۲۱- پدیده تشدید در میله‌ها
۲۲- تصویر درآینه‌ی تخت (چراغ روشن و خاموش)
۲۳- قانون لنز
۲۴- ریل الکترومغناطیسی
۲۵- مدار یکسوساز دیود
۲۶- مقایسه مقاومت‌های فلزی
۲۷- موج ساز مکانیکی (در ریسمان)
۲۸- میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست، پیچه و سیملوله
۲۹- آزمایش اورستد
۳۰- کیت روش‌های پنجگانه تولید برق
۳۱- نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان
۳۲- قانون برنولی
۳۳- مدل چشم
۳۴- موج نور
۳۵- فواره هرون
۳۶- آزمایش یانگ
۳۷- اصل پاسکال
۳۸- مدار قانون اهم
۳۹- مدار محاسبه مقاومت درونی باتری
۴۰- مجموعه‌ی پرتوافکن و صفحه مدرج با قابلیت انجام سریع و دقیق آزمایش‌های نور

همکارانی که مایل به تهیه تمام یا اقلامی از این مجموعه برای خود یا مدارس می‌باشند می‌توانند با آقای مختاری به شماره ۰۹۱۷۱۰۳۰۵۰۰ یا خانم رودچی به شماره ۰۹۱۷۳۱۰۵۳۲۲ تماس حاصل فرمایند

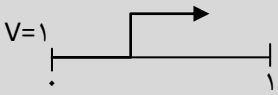
مسائل فیزیک

۱) سه حلزون کوچک در سه راس مثلث متساوی الاضلاعی به طول ضلع ۶۰cm قرار دارند. اگر حلزون اول به سوی حلزون دوم و حلزون دوم به سوی حلزون سوم و حلزون سوم به سوی حلزون اول بطور یکنواخت و با سرعت $۵^{cm}/_{s}$ به حرکت درآیند، پس از چه مدت زمان و طی چه مسافتی به هم می‌رسند؟ (حلزون‌ها در طول حرکت همواره به سوی حلزون بعدی حرکت می‌کنند). معادله‌ی مسیر حرکت حلزون‌ها چگونه است؟ در صورتی‌که حلزون ها را نقطه‌ی مادی فرض کنیم هر حلزون چند بار به دور نقطه‌ی ملاقات می‌چرخد؟

۲) جسم کوچکی به حالت سکون در لبه‌ی میزی افقی به عرض یک متر قرار گرفته است. جسم راچنان هل می‌دهیم که پس از ۲ ثانیه از لبه‌ی دیگر سقوط کند. آیا این جسم روی میز می‌غلتد یا می‌لغزد؟

۳) قایقی با سرعت $۳^{m}/_{s}$روی آب ساکنی حرکت می‌کند. قایقرانی می‌خواهد با این قایق عرض رودخانه را در کوتاهترین مسیر طی کند. در چه امتدادی نسبت به ساحل رودخانه باید حرکت کند؟ سرعت جریان آب رودخانه را یکبار $۲^{m}/_{s}$ و بار دیگر $۴^{m}/_{s}$فرض کنید. سرعت جریان آب را در طول مسیر یکسان در نظر بگیرید.

۴) یک قالی نازک و تاشدنی کف اتاقی پهن شده است. اگر انتهای قالی را برگردانیم و با سرعت واحد در حالی‌که قالی ساکن است به عقب بکشیم. سرعت مرکز جرم قسمت متحرک قالی چقدر است؟ به فرض آن‌که طول و جرم قالی هر کدام



واحد باشد کم‌ترین نیروی لازم برای کشیدن قسمت متحرک قالی چقدر است؟

۵) چهار حلزون یطور یکنواخت و در مسیرهای تک بعدی بر روی صفحه‌ی بسیار بزرگی حرکت می‌کنند. مسیرها اتفاقی و تصادفی است (البته مسیرها موازی نیستند و امکان برخورد هر دو حلزون وجود دارد). بیشتر از دو حلزون نمی‌توانند در یک نقطه به هم برسند. اگر ۵ برخورد از احتمال ۶ برخورد ممکن($\frac{۴\times۳}{۲}$)=۶ روی بدهد. آیا می‌توان با قاطعیت گفت که برخورد ششم هم صورت می‌گیرد؟

۶) دو کرم پهن که جرم هر کدام ۲۰ گرم است از دیوار نازکی به بلندی ۱۰cm بالا می‌روند. طول یکی از کرم‌ها ۲۰cm و دیگری که

پهن‌تر است ۱۰cm است. وقتی‌که نصف بدن کرم‌ها به بالای دیوار می‌رسد کدام‌یک از این دو کرم کار بیشتری برای غلبه بر گرانش انجام داده‌است؟ نسبت کار انجام شده توسط این دو کرم چقدر است؟

۷) مردی به بلندی h.=۲m از یک سکوکه به ارتفاع h=۲۵m از سطح یک دریاچه قرار دارد، پرش با طناب انجام می‌دهد. یک سر طناب قابل کشسان به قوزک پای مرد و سر دیگر آن به سکو متصل است. او از حالت سکون و در راستای قائم پایین می‌پرد. طول و خاصیت کشسانی طناب طوری انتخاب شده که وقتی سر مرد به سطح آب دریاچه می‌رسد سرعتش به صفر برسد. سرانجام، مرد طوری از طناب آویزان می‌شود که سرش در فاصله‌ی ۸ متری سطح دریاچه قرار می‌گیرد.

الف. طول کش نیافته‌ی طناب چقدر است؟

ب. بیشینه‌ی سرعت و شتاب در خلال پرش

چه اندازه است؟

۸) یک کوه‌یخی به شکل هرم منتظم قائم طوری قرار گرفته که ۱۰ متر آن از آب بیرون است با چشم‌پوشی از حرکت ایجاد شده توسط آب پریود نوسان‌های کم دامنه‌ی کوه یخی را بیابید. چگالی یخ $۹۰۰\,^{kg}/_{m^۳}$ است.

۹) فنرهای آویز هر چهار چرخ یک اتوموبیل یکسانند. اگر چرخ سمت راست جلوی اتومبیل بر روی پیاده‌روی به ارتفاع ۸cm قرار بگیرد. بدنه‌ی اتوموبیل (صلب فرض می‌شود) تا چه اندازه بالای هر چرخ قرار می‌گیرد؟ آیا اگر دو چرخ سمت راست بر روی پیاده رو واقع شود نتیجه تغییر می‌کند؟ آیا نتیجه به تعداد سرنشین و مکان قرار گرفتن آن‌ها در اتوموبیل بستگی دارد؟

۱۰) در رمان بینوایان ویکتورهوگو، نقش ژان وال ژان به سبب توانائیش در بالا رفتن از گوشه‌ی دو دیوار بلند قائم مورد توجه واقع شده است.کم‌ترین نیرویی که او باید ضمن بالا رفتن بر دیوارها وارد کند چقدر است؟ کمترین ضریب اصطکاک‌ایستایی لازم برای این عملا استادانه چه اندازه است؟

۱۱) کره‌ای که متشکل از دو نیمکره‌ی غیر یکسان و همگن بهم چسبیده است روی یک سطح شیب‌دار که با افق زاویه ۳۰ درجه می‌سازد قرار دارد. آیا این کره به حالت تعادل روی یک سطح شیب‌دار باقی می‌ماند؟

۱۲) گلوله‌ی کوچک کشسانی را در راستای قائم روی سطح شیب‌داری که با افق زاویه‌ی α می‌سازد پرتاب می‌کنیم. آیا درست است که فاصله بین نقاط متوالی که گلوله از آن به بالا جستن می‌کند به صورت یک تصاعدحسابی افزایش می‌یابد؟ برخوردها را کشسان کامل بگیرید و از مقاومت هوا چشم پوشی کنید.

۱۳) موش کوچکی مطابق شکل زیر، روی یک سکوی افقی که در یک قفس دایره‌ای چرخان قرار دارد، گذاشته شده است. این قفس می‌تواند حول یک تکیه‌گاه مرکزی بدون اصطکاک دوران کند. در ابتدا موش در ابتدای سکو به حال سکون قرار دارد. به محض رها شدن سکو، موش شروع به دویدن می‌کند. اما به دلیل حرکت موش، سکو و چرخ ساکن می‌مانند. نوع حرکت موش را مشخص کنید.

۱۴) دوچرخه‌ای طوری نگه‌داشته شده است که به پهلو نمی‌افتد، ولی می‌تواند به جلو یا عقب حرکت کند. پدال‌های دوچرخه در بالاترین و پایین‌ترین موقعیت قرار دارند. دانش‌آموزی در کنار دوچرخه نیروی افقی و رو به چرخ عقب بر پدال پایینی وارد می‌کند.

الف) دوچرخه در چه امتدادی به حرکت در می‌آید.

ب) آیا چرخ زنجیر در جهت یا خلاف سوی چرخ عقب دوران می‌کند؟

پ) پدال پایینی در چه امتدادی نسبت به زمین به حرکت در می‌آید

۱۵) اگر منظومه‌ی شمسی به طور متناسب چنان کوچک شود که فاصله‌ی متوسط میان زمین و خورشید به ۱m برسد. یک سال چه اندازه خواهد بود؟ چگالی ماده را ثابت فرض کنید.

۱۶) اگر جرم هر کدام از دو عضو یک ستاره‌ی مزدوج به اندازه خورشید و فاصله بین آن‌ها برابر فاصله زمین تا خورشید باشد دوره‌ی گردش آن‌ها چقدر است؟

۱۷) الف. کم‌ترین سرعت پرتاب برای این که یک ماهواره در مدار دایره‌ای قرار بگیرد چقدر است؟

ب) انرژی لازم برای گردش یک ماهواره که در مداراستوائی به دور زمین می‌چرخد چند برابر انرژی لازم برای گردش آن در مدار قطبی است؟

پ) سرعت گریز یک ماهواره از گرانش زمین چقدر است؟

ت) انرژی لازم برای فرار یک ماهواره از منظومه‌ی شمسی بیشتر است یا انرژی لازم برای یک ماهواره که با خورشید تصادف نماید؟

۱۸) قرار است راکتی میدان گرانش زمین را ترک کند. سوخت در موتور اصلی اندکی کمتر از مقدار لازم است اما یک موتور کمکی دارد که برای مدت کمی می‌تواند کار کند. بهترین موقع مناسب برای به کار انداختن‌این موتور کمکی کدام است؟

الف. به هنگام برخاستن از پایگاه

ب. هنگامی‌که راکت تقریبا نسبت به زمین متوقف می‌شود

پ. در هر دو مورد تفاوتی نمی‌کند

۱۹)گلوله‌ای فولادی به حجم یک سانتیمتر مکعب با سرعت $۱\,^{cm}/_{s}$در ظرف پر از عسلی فرو می‌رود. اندازه‌ی حرکت عسل چقدر است؟ چگالی عسل را $۲\,^{g}/_{cm^۳}$ بگیرید.

منبع:*۲۰۰ puzzling physics problems*

نقش و کاربرد انرژی هسته ای در کشاورزی

افزایش روزافزون جمعیت و کمبود مواد غذایی در دنیا موجب توجه دانشمندان به افزایش فرآورده‌های کشاورزی و همچنین بهبود کیفیت آن‌هاشد. در این راستا مواد رادیواکتیو به کمک بررسی‌های

کشاورزی شتافت و انقلاب عظیمی در کشاورزی به وجود آورد به طوری که عناصر رادیواکتیو یا نشاندار در اکثر رشته‌های کشاورزی از جمله مدیریت آب و خاک و تغذیه گیاهی، اصلاح نباتات و ژنتیک، دامپروری، کنترل آفات، صنایع غذایی و محیط زیست به کار رفتند. رفتن به سوی کشاورزی پایدار بستگی به تعامل میان مواد غذایی خاک و منابع آبی موجود برای عملکرد مناسب دارد. در این باره با استفاده از ایزوتوپ‌ها می‌توان میزان مطلوب کاربرد کودهای شیمیایی، بهترین زمان مصرف آن‌ها، مکان و مقدار آن‌ها در خاک، بررسی فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی و همچنین نحوه‌ی‌انتقال عناصر غذایی در خاک و گیاه را بررسی کرد. استفاده از روش ایجاد موتاسیون برای تنوع بخشیدن به محتویات ژنتیکی با هدف ارتقاء صفات کمی و کیفی در گیاهان زراعی مورد توجه خاص قرار گرفته است. از طرف دیگر با توجه به این‌که مصرف مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی نه تنها برای مصرف‌کنندگان بلکه برای محیط زیست زیانبار می‌باشد، استفاده از پرتودهی فرآورده‌های کشاورزی به عنوان یک روش بی‌خطر استریلیزه کردن در اکثر کشورهای جهان متداول شده است. در کنترل آفات از طریق پرتودهی و عقیمکردن حشرات نیز گام‌های بسیار مثبتی در نقاط مختلف دنیا برداشته شده است. تکنیک‌های هسته‌ای در کنار سایر روش‌های شیمیایی که درکشاورزی به کار برده می‌شود ابزاری برای بهبود سطح کشاورزی است، امروز از علوم و فنون هسته‌ای در کشاورزی به عنوان یک وسیله‌ی کمکی در کنار سایر روش‌های کلاسیک استفاده می‌شود. به کارگیری موادهسته‌ای درتحقیقات کشاورزی امکان ردیابی دقیق‌تر رشد و نمو یا تغذیه و فیزیولوژی گیاهان را به ما می‌دهد. هر نوع فعالیت کشاورزی که در آن به نوعی ازایزوتوپ و رادیوایزوتوپ، مستقیم یا غیر مستقیم استفاده شود، زیر مجموعه کشاورزی هسته‌ای محسوب می‌شود.

به طورکلی تکنیک‌های هسته‌ای درعلوم مختلف کشاورزی وگیاه شناسی را می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم کرد:

الف) تکنیک‌های پرتوتابی: پرتوهای یون‌ساز، از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو، دستگاه اشعه‌ایکس، رآکتور ها وشتاب دهنده‌ها به دست می‌آیند ودر پژوهش‌های کشاورزی از آن‌ها در زمینه‌های گوناگون مثلا در ایجاد موتاسیون (جهش) درگیاهان، کنترل حشرات از طریق عقیم کردن، مبارزه با آفت‌های انباری و نگهداری فرآورده‌های کشاورزی، تولید واکسن از پارازیت‌های تضعیف شده با پرتو، تحریک میزان رشد گیاه و بسیاری موارد دیگر استفاده می‌شود.

ب) تکنیک ردیابی: تکنیک‌های ردیابی بر این اساس پایه‌گذاری شده است که اکثر عناصر شیمیایی دارای ایزوتوپ‌های گوناگون هستند. این ایزوتوپ‌ها از لحاظ خواص شیمیایی یکسان ولی از لحاظ جرم هسته با یکدیگر متفاوت هستند. به همین علت هسته‌ی بعضی از این ایزوتوپ‌ها ناپایدار است و گرایش دارند تا از طریق برقراری تعادل در شمار نوترون هسته، به مرحله‌ی پایداری برسند و در این جریان از خود پرتو آلفا، بتا یا گاما گسیل می‌کنند. ردیابی ایزوتوپ‌های گسیل کننده‌ی پرتو و یا ردیابی ایزوتوپ‌های پایدار مانند نیتروژن ۱۵از طریق اندازه‌گیری نسبت‌ایزوتوپی با عنصر معمولی به راحتی و با دقت بسیار بالا امکان پذیراست. چون در این روش برخلاف روش‌های کلاسیک، امکان تفکیک میان منابع گوناگون عنصرغذایی وجوددارد (خاک، کود یا نیتروژن اتمسفری)، بنابراین می‌توان از طریق ردیابی عنصر نشان‌دار شده تمام مسائل مربوط به حرکت و تجمع کود مصرف شده را در خاک و همچنین جذب، حرکت و تجمع آن را در گیاه با دقت بررسی کرد. نشاندار کردن سموم و نیز بررسی دقیق مسائلی مانند جذب، تعیین زمان پایداری سم درگیاه، غلظت و دفعات سم پاشی لازم و پسماند آن در گیاه و خاک نیزامکان‌پذیر است. علاوه بر این تکنیک ردیابی تنها روشی است که به کمک آن می‌توان مسائل بسیاردیگری را در شرایط طبیعی مزرعه یا آزمایشگاه بررسی کرد، مانند تعیین حوزه‌ی فعالیت ریشه، تعیین شعاع فعالیت آفات، تثبیت بیولوژیک نیتروژن هوا توسط گیاهان، مسائل مربوط به تغذیه‌ی گیاه در رابطه با رطوبت خاک، قابلیت جذب عناصر مختلف در ریشه، مسائل مربوط به متابولیسم موادغذایی دردام و طیور و سایر موارد.

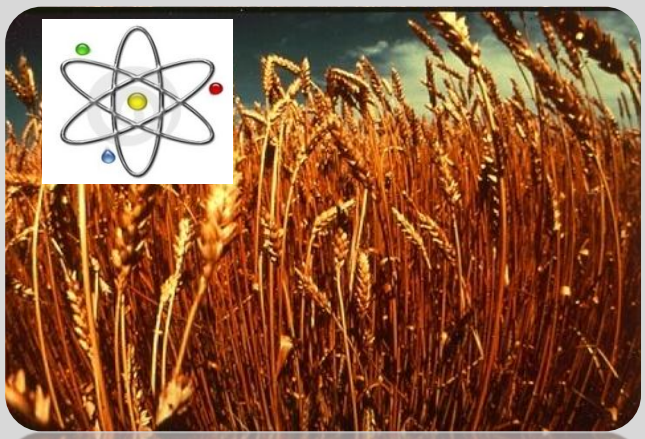
ج) فن‌آوری تجزیه به روش فعال کردن: در این روش نمونه‌ی گیاهی یا حیوانی در رآکتور در معرض پرتو نوترون‌های گرمائی قرار می‌گیرد و عناصر موجود در آن، با جذب نوترون پرتوزا می‌شوند. در این صورت تشخیص و اندازه‌گیری کمی عناصر موجود در نمونه میسر می‌شود. از آن‌جایی که حساسیت این فن‌آوری درمقایسه با سایر روش‌ها بسیار زیاد است، بنابراین عمدتاً از این روش برای تعیین مقادیر بسیار جزئی از عناصر موجود در بافت‌های گیاهی استفاده می‌شود.

د)پرتودهی: عبارت است از قرار دادن ماده غذایی در برابر مقدار مشخصی پرتوگاما، به منظور جلوگیری از جوانه‌زنی بعضی محصولات غذایی مانند پیاز و سیب‌زمینی و همچنین کنترل آفت‌های انباری، کاهش بار میکروبی و قارچی بعضی از محصولات مانند زعفران و ادویه و تأخیر در رسیدن بعضی میوه‌ها به منظور افزایش زمان نگهداری. در بخش کودها و پژوهش‌های مربوط به تغذیه‌ی گیاهی نیز از این روش استفاده می‌شود مانند شیوه‌ی جذب کودها و دیگر عناصر. با استفاده از فن‌آوری پرتوتابی هسته‌ای می‌توان تغییرات ژنتیکی مورد نظر را برای اصلاح محصول در توده‌های گیاهی به کاربرد. بررسی استفاده از موتاژن فیزیکی پرتوی گاما در ایجاد تنوع ژنتیکی در گیاه برنج، القای موتاسیون در نارنگی به منظور تنوع ژنتیکی، استفاده از آب وخاک شور در کشاورزی پایدار، بررسی امکان ایجاد موتاسیون یا به کارگیری پرتوی گاما برای تولید لاین‌های زودرس و مقاوم به ریزش در کنجد، استفاده از روش پرتودهی به منظور جلوگیری از ضایعات محصولات کشاورزی نیز از جمله این روش‌ها است.

تاکنون با استفاده از فناوری هسته‌ای در بخش کشاورزی پروسه‌های گوناگونی صورت گرفته است که به بخشی از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

اصلاح ژنتیک

اصلاح نباتات از جمله موضوعاتی است که همواره مورد توجه کارشناسان علوم کشاورزی بوده است. تنوع گیاهان ابزار اولیه‌ی مورد نیاز اصلاح آن‌ها است و برای این‌که بخواهیم از نظر عملکرد، مطلوبیت و خصوصیات کیفی انتخاب کنیم، از میان این تنوع، بهترین‌ها را انتخاب و از آن‌ها به عنوان بذر یا گیاه منتخب برای کشت استفاده می‌کنیم، اما گاهی این تنوع برای یک صفت مورد نظر در گیاهان وجود ندارد که آن وقت تنها راه ممکن برای دستیابی به تنوع جدید و بالا بردن ذخیره ژنتیکی استفاده از انرژی هسته‌ای است. طی کردن مسیرهای اصلاح نباتات با هدف داشتن گیاه با عملکرد بالا، گیاهان مقاوم به بیماری و آفت و مقاوم به تنش‌های محیطی مثل خشکی، شوری و سردی از طریق پرتودهی و اعمال تیمارها به وسیله فرآیندهای انرژی هسته‌ای انجام می‌شود.



تقویت صفات زودرس و دیررس

هر صفتی در گیاهان در کنترل یک ژن است، از این رو هر کدام از صفت‌های ارتفاع، رنگ، تعداد گل، زودرسی، دیررسی در کنترل یک ژن است که می‌توان در بخش کشاورزی هسته‌ای هر کدام از این صفت‌ها را پرورش داد. پژوهش ها دراین زمینه بر روی زودرسی گندم و برنج و دیررسی نارنگی انجام شده که هر کدام فواید خاص خودش را دارد. مثلا دیررسی مرکبات باعث تداوم بازار و تثبیت قیمت و وجود این میوه در زمان بیشتری از سال می‌شود که از نظر اقتصادی هم برای باغدار و هم مصرف کننده با صرفه‌تر است. همچنین تحقیقاتی نیز بر روی پیازهای زعفران به منظور بالا بردن کیفیت و افزایش گل در حال انجام است.

تولید بذرهای مقاوم به شوری و سرما

یکی دیگر از مهم‌ترین مزیت‌های استفاده از انرژی هسته‌ای در کشاورزی تولید بذرهای مقاوم در برابر شوری، تولید بذرهای مقاوم در برابر سرما و تولید بذرهایی مناسب برای مناطق خشک است. با استفاده از فن‌آوری‌های موتاسیون که جهش ژنتیکی است، تنوع زیادی در جمعیت گیاهی ایجاد شده و از بین آن‌ها صفت مورد نظر مثلا مقاومت به شوری یا مقاومت به سرما را بر اثر پرتوتابی پیدا می‌کنند و آن‌ها را پرورش می‌دهند و بهبود می‌بخشند تا آن صفت در آن گیاه تثبیت شود.

قابلیت انبارداری پیاز و سیب زمینی

جوانه زدن محصولات کشاورزی هر سال زیان‌های بسیاری به کشاورزان وارد می‌کند. پوسیدگی و از بین رفتن محصولات از جمله پیاز، سیر و سیب زمینی نیز در انبارها شایع است، اما با پرتوتابی فعالیت جوانه‌ها متوقف می‌شود و مدت نگهداری در انبار بالا می‌رود که هم جلو زیان‌ها را می‌گیرد و هم برای صادرات مناسب است.

از بین بردن آفت‌ها و بیماری‌ها با اتم

امروز در دنیا به بهداشت محصولات غذایی اهمیت فوق العاده زیادی می‌دهند که دستیابی به فن‌آوری پرتودهی هسته‌ای و استفاده از آن در آفت زدایی و بالا بردن زمان نگهداری محصول بدون این‌که آسیبی به فرآورده برسد نقش مهمی دارد. در سال‌های گذشته از برخی مواد شیمیایی و سم‌های تدخینی یا گازی برای ضدعفونی کردن محصولات کشاورزی و موادغذایی صادراتی استفاده می‌شد که هم عوارضی برای فرآورده و مصرف‌کننده داشت و هم برای محیط زیست مناسب نبود. اکنون با استفاده از فن‌آوری پرتو تابی با یک "دز" مشخص و مناسب، تخم "لارو " یا حشره‌ای را در توده بذر یا موادغذایی از بین برده و محصول پیراسته از هر گونه آلودگی به روش غیرشیمیایی روانه‌ی بازار می‌شود. این روش اکنون جایگاه خودش را در صنایع غذایی دنیا باز کرده است. در این رابطه می‌توان به زیان‌های زیادی که هر سال آفت کرم گلوگاه انار به باغداران وارد می-کند اشاره کرد. کرم گلوگاه انار از طریق تاج وارد انار می‌شود و تخم‌گذاری می‌کند و "لارو" آن در داخل انار به وسیله سمپاشی از بین نمی‌رود. از طریق تکنیک عقیم‌سازی حشرات که در آژانس انرژی اتمی "SIT"شناخته می‌شود، حشره پرورش و تکثیر می‌شود و تخم‌گذاری می‌کند و بعد با پرتو تابی به تخم یا شفیره‌ی حشره بدون آن‌که در رفتار فیزیولوژی آن‌ها تغییری حاصل شود، عقیم و سپس در طبیعت رها می‌شوند و با حشرات دیگر جفت‌گیری می‌کنند، اما نسلی نخواهند داشت، بدین ترتیب بعد از چند سال این آفت کنترل خواهد شد. این نوع مبارزه با آفت از نظر کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست بسیار مورد توجه می‌باشد.

در کشور ما نیز دانشمندان با درک ضرورت پیشرفت در علوم، تحقیقات در بخش کشاورزی هسته‌ای را با جدیت دنبال می‌کنند، بخصوص در مورد محصولات گندم، جو، خرما، پنبه و سویا پژوهش‌های سودمندی انجام شده است زیرا استفاده از فن‌آوری هسته‌ای در بخش کشاورزی باعث کاهش هزینه‌ها وافزایش تولید می‌شود و ارزش اقتصادی بالایی دارد.

گردآوری: ابوالقاسم گرامی

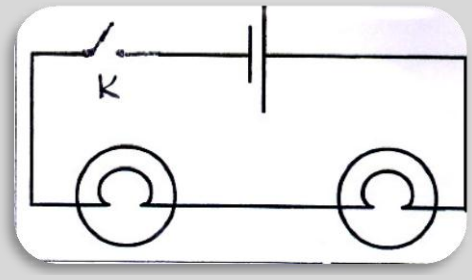
کارشناس ارشد زراعت و اصلاح نباتات

هنرآموز هنرستان شهید رنجبر داراب

نیروی ضد محرکه و آزمایشی ساده با لامپ و موتورالکتریکی کوچک

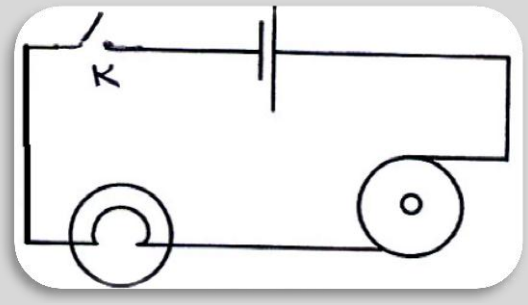
در کتاب‌های فیزیک نظام‌های قدیم آموزش و پرورش وقتی از اجزای یک مدار ساده‌ی متوالی بحث می‌شد، گیرنده به عنوان جزء مهمی از مدار مطرح می‌شد. بنا به تعریف، گیرنده قسمتی از مدار است که در آن انرژی الکتریکی به صورت دیگری جز گرما (مکانیکی یا شیمیایی) تبدیل می‌شود. بنابراین موتور الکتریکی یا باتری که به روش خاص در مدار قرار می‌گیرد می‌تواند گیرنده باشد که در اولی انرژی الکتریکی به کار مکانیکی و در دومی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. همان‌طوری که برای یک باتری نیروی محرکه در نظر می‌گیرند برای گیرنده هم نیروی ضدمحرکه مطرح می‌شود. بنا به تعریف نیروی ضد محرکه‌ی یک گیرنده مقدار انرژی است که در اثر شارش یک کولن بار الکتریکی در آن به کار غیر گرمایی تبدیل می‌شود. مفهوم نیروی ضدمحرکه می‌تواند در بیان قانون لنز و در نتیجه در قانون پایستگی انرژی در مدار بسیار مفید واقع شود. برای روشن شدن این مطلب آزمایش زیر را مطرح می‌کنیم.

در مدار ساده‌ی شکل (۱) یک باتری و دو لامپ کوچک به طور متوالی قرار گرفته‌اند.



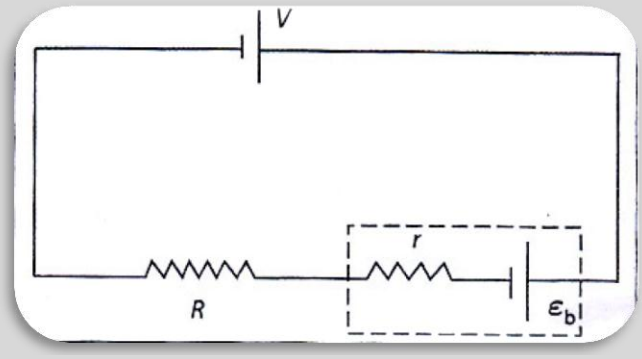
وقتی کلید K را می‌بندیم، هر دو لامپ روشن می‌شوند. در صورتی که درخشندگی لامپ‌ها را معیار کیفی شدت جریان در نظر بگیریم می‌توان نتیجه گرفت که شدت جریان در هر دو لامپ یکسان است البته می‌توان این آزمایش را ابتدا با یک لامپ انجام داد و از کاهش درخشندگی لامپ‌ها نتیجه گرفت که شدت جریان با دو لامپ متوالی در مقایسه با یک لامپ کاهش یافته است.

در شکل (۲) جای لامپ را با یک موتور الکتریکی کوچک عوض کرده‌ایم.



با بسته شدن کلیدK موتور شروع به چرخش می‌کند و روشنایی لامپ در مقایسه با شکل (۱) به نحوی محسوس کاهش می‌یابد. در صورتی که مانع چرخش موتور شویم روشنایی لامپ بطور قابل ملاحظه افزایش می‌یابد یعنی وقتی موتور کار نمی‌کند شدت جریان در مدار زیاد می‌شود. این‌جاست که زمینه‌ی مناسبی برای معرفی نیروی ضد محرکه و در نتیجه قانون لنز فراهم می‌شود.

همان‌طور که می‌دانیم موتور از یک سیم پیچ تشکیل شده است که در یک میدان مغناطیس یکنواخت به چرخش در می‌آید. موتور دارای یک مقاومت درونی است که آن را با r نشان می‌دهیم. وقتی موتور می‌چرخد با توجه به قانون پایستگی انرژی و قانون لنز، نیروی محرکه‌ی القائی در آن بوجود می‌آید که متناسب با بسامد زاویه‌ای گردش موتور است و جهت آن خلاف سوی جریان اصلی است. این نیروی محرکه‌ی القایی در واقع همان نیروی ضدمحرکه است. بنابراین اگر مقاومت لامپ را با R نشان دهیم مدار به صورت شکل (۳) در می‌آید که در آن موتور الکتریکی مانند یک مولد است که به طور متقابل به باتری موجود در مدار بسته شده است.



در صورتی که از حرکت موتور جلوگیری شود این نیروی ضدمحرکه از بین می‌رود و شدت جریان در مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه لامپ به شدت می‌درخشد و توان گرمایی تلف شده در مقاوت درونی موتور زیاد می‌شود.

این آزمایش را می‌توان با استفاده از یک آمپرسنج و ولت سنج با کیفیت بهتری تکرار کرد. مثلا وقتی موتور کار می‌کند اختلاف پتانسیل دو سر آن در حدود ۰/۸ ولت می‌شود و شدت جریان گذرنده از مدارتقریبا ۰/۰۶ آمپر خواهد بود. در صورتی‌که از چرخش موتور جلوگیری شود افت پتانسیل در دو سر موتور در حدود ۰/۲ ولت و شدت جریان در مدار تقریبا ۰/۰۷ آمپر می‌شود. البته باید توجه داشت که با افزایش شدت جریان، مقاومت لامپ هم زیاد می‌شود. برای اجتناب از این موضوع کافی است پس از انجام آزمایش کیفی که در آن ملاک سنجش شدت جریان، درخشندگی لامپ‌هاست به جای لامپ از یک مقاومت که معادل با مقاومت لامپ و در حدود ۴۰ اهم باشد استفاده کرد.

صیاد رزمکن

پاسخ پرسش‌های مطرح شده در نشست دبیران فیزیک

در نشست دبیران فیزیک استان در تاریخ ۸۹/۱۲/۶ در بخشی که با عنوان " بارش فکر" برگزار شد چند پرسش ارائه شد و دبیران حاضر در نشست با بحث‌های سازنده‌ی خود در یافتن پاسخ مناسب مشارکت کردند.

پرسش نخست در واقع بازگویی پرسشی بود که در نشست پیش مطرح شده بود و به علت کمبود وقت به پاسخ نهایی نرسیده بود:

۱- فلاسک استوانه شکلی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر را تا نیمه از آب در دمای اتاق پر کرده‌ایم این فلاسک را چند بار در راستای قائم به شدت بالا و پایین ببریم تا دمای آب به اندازه‌ی 1^{oC} بالاتر برود؟

چند تن از دبیران با محاسبات تقریبی شمار این حرکت‌ها را به دست آوردند که نمونه‌ای از آن‌ها را در زیر آوردیم:

$$Nmgh=mc\Delta\Theta \longrightarrow Ngh=c\Delta\Theta \longrightarrow N=\frac{c\Delta\theta}{gh}$$

چون مرکز جرم از ¾ ارتفاع فلاسک به ¼ ارتفاع می‌رسد

$h=\frac{۳۰}{۲}=۱۵cm$ پس

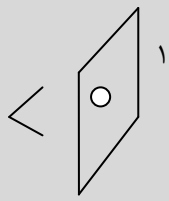
$$N=\frac{۴۲۰۰\times۱}{۱۰\times۰/۱۴}=\frac{۴۲۰۰}{۱۵}=۲۸۰۰$$

که البته حدود مرتبه‌ی شمار حرکت‌ها را نشان می‌دهد.

پرسش بعدی درباره‌ی ویزگی‌ها ی نور بود

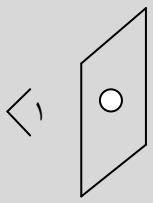
۲. اگر با نوک سوزن روزنه‌ی کوچکی در میان یک برگ مقوا ایجاد کنیم و در دو حالت زیر از درون روزنه به سوزن نگاه کنیم با دو پدیده‌ی جالب روبه رو می‌شویم:

الف: اگر مطابق شکل سوزن را در طرف مخالف چشم در آن سوی مقوا قرار دهیم به خاطر پراش نور سوزن را مستقیم ولی بزرگتر می‌بینیم.



زاویه‌ای که سوزن تحت آن دیده می‌شود بزرگ‌تر و سوزن ضخیم‌تر به چشم می‌آید.

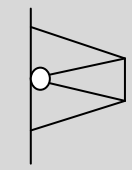
ب: اگر بر عکس، سوزن را در همان سوی چشم نگه داریم آن را بزرگتر ولی وارون می‌بینیم. چرا؟



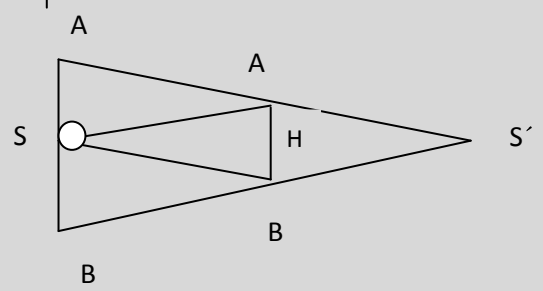
در واقع نوری که از روزنه می‌گذرد سایه‌ای بر عدسی چشم می‌اندازد که تصویر آن در سوی دیگر عدسی به همان اندازه تشکیل می‌شود و ناحیه‌ی تاریکی بر روی شبکیه به وجود می‌آورد. این سایه نسبت به سوزن مستقیم است ولی ادراک بینایی ما آن را وارون در می‌یابد.

دراینجا بحثی درباره‌ی تشکیل تصویر در اتاق تاریک و آینه‌ی تخت پیش آمد که طی آن پرسش‌های زیر مطرح شد:

الف) اگر مطابق شکل آینه‌ی تختی را روبه‌روی یک چشمه‌ی نور نصب شده بر دیوار بگیریم، لکه نوری بر روی دیوار تشکیل می‌شود. اگر فاصله‌ی آینه از دیوار را دو برابر کنیم، سطح لکه چند برابر می‌شود؟



پاسخ: می‌دانیم که $\frac{S_{A'B'}}{S_{AB}}=(\frac{S'S}{S'H})^{۲}=$



S' تصویر مجازی S در آینه‌ی تخت است و فاصله‌ای میان آن و آینه با فاصله S تا آینه برابر است یعنی $SS'=۲S'H$ پس

$$\frac{S_{A'B'}}{S_{AB}}=\left(\frac{۲s'H}{s'H}\right)^{۲}=۴$$

همان‌گونه که دیده می‌شود نسبت سطح لکه به سطح آینه عددی است ثابت که به فاصله بستگی ندارد و چون سطح آینه ثابت است سطح لکه نیز ثابت می‌ماند.

ب) نکته‌ی بالا این پرسش را پیش آورد که هنگامی‌که یک آینه‌ی تخت را رو به سوی خورشید می‌گیریم و لکه‌ی نوری بر روی دیوار ایجاد می‌کنیم، آیا آن لکه تصویر خورشید است و اگر تصویر است حقیقی است یا مجازی؟

از یک سو می‌توان گفت که اگر پرتوهای نور خورشید را کاملا موازی در نظر بگیریم آینه‌ی تخت دو تصویر در بی‌نهایت تشکیل می‌دهد یکی حقیقی و دیگری مجازی و لکه‌ی نور روی دیوار همان تصویر حقیقی است. از سوی دیگر اگر پرتوهای نور خورشید را واگرا بدانیم (که در مقیاس بزرگ چنان است). آینه‌ی تخت نمی‌تواند تصویر حقیقی به وجود بیاورد و لکه‌ی نور صرفا روشنایی حاصل از بازتابش نور است.

این پرسش همچنان مطرح است

پ) آیا آنچه در اتاق تاریک روی می‌دهد همان سازوکار ایجاد تصویر است؟

می‌دانیم که روزنه‌ی اتاق تاریک نور را نمی‌شکند و باز نمی‌تابد. چگونه است که در اتاق تاریک تصویر وارون جسم را می‌بینیم؟

یک پاسخ این است که این تصویر در واقع لکه‌ی نور حاصل از بازتابش نور از روی جسم است که در حالت عادی و بدون اتاق تاریک هم روی می‌دهد ولی به خاطر برهم نهاده شدن بی‌نهایت باز تابش در بسیاری از موارد قابل مشاهده نیستند ولی در اتاق تاریک به خاطر محدود شدن شمار لکه‌ها، منظره‌ی واضح‌تری دیده می‌شود و اما علت وارون بودن آن این است که پرتوهایی که از بالا یا پایین روزنه می‌تابند از آن عبور نمی‌کنند، در نتیجه پرتوهایی که بالا می‌آیند به پایین صفحه‌ی روبه‌رو و پرتوهایی که از پایین می‌آیند به بالای صفحه برخورد می‌کنند و تصویر نقطه‌ی وسط جسم درست در وسط تشکیل می‌شود.

این پرسش و پاسخ هم همچنان جای بحث دارد.

راکتور اتمی‌توریم: ارزان، تمیز، بی خطر

توریم عنصر شیمیایی پرتوزایی است که به مقدار فراوان در جهان وجود دارد. توریوم ۲۳۲ به صورت خالص در طبیعت یافته می‌شود. با نیمه عمری در حدود ۱۴/۰۵ میلیارد سال با تابش ذره‌ی آلفا واپاشی می‌یابد. فراوانی آن در پوسته‌ی زمین سه تا چهار برابر فراوانی اورانیوم است. این عنصر برای پروراندن سوخت هسته‌ای از ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۹ در آمریکا در راکتور نمک مذاب (MSR) به کار می‌رفت. امروز چین و هند به خاطر امتیازای‌منی برنامه‌ی کاربرد توریوم را طرح‌ریزی می‌کنند.

ایزوتوپ‌های توریوم

برای توریوم ۲۷ایزوتوپ شناخته شده است که وزن اتمی‌آن‌ها از U^{210} (Th^{210})تاU^{236}(Th^{236})تغییر می‌کند. پایدارترین‌ایزوتوپ‌های آن عبارتند از:

Th^{232} با نیمه عمری در حدود ۱۴/۰۵ میلیارد سال

Th^{230} با نیمه عمر ۷۵۳۸۰ سال که فرآورده‌ی دختر در واپاشی u^{238} است.

Th^{229} با نیمه عمر ۷۳۴۰سال با انرژی انگیزش پایین $۷/۶^{ev}$.

Th^{228} با نیمه عمر ۱/۹۲سال

نیمه عمر بیشترایزوتوپ‌های دیگر آن کمتر از ده دقیقه است.

کاربردها

توریوم سازند آلیاژ منیزیوم – توریم است که در ساختن موتور هواپیما به کار می‌رود و از مقاومت در برابر خزش در دمای بالا و استحکام زیاد برخوردار است. از این آلیاژ در ساختن موشک نیز استفاده می‌شود ولی به خاطر ویژگی پرتوزایی کاربرد آن به صورت محرمانه درآمد.

توریوم در ساخت الکترود جوشکاری کمان گاز تنگستن برای افزایش دمای ذوب الکترود و پایداری کمان به کار می‌رود. پوشش توریوم گسیل الکترون از کاتدهای داغ را افزایش می‌دهد. توریوم سپری محافظ بسیار مؤثری در برابر پرتوهای زیانمند است و می‌توان به جای سرب از آن بهره گرفت. و از همه این‌ها بالاتر ماده‌ی باروری در رآکتور اتمی‌است.

ترکیب‌های توریوم

دی اکسید توریوم در تولید سرامیک‌های سخت برای ساخت تجهیزات آزمایشگاهی دمای بالا به کار می‌رود. پوشش آن بر روی عدسی عینک و دوربین باعث بالا بردن ضریب شکست و کاهش تجزیه‌ی نور می‌شود. البته گسیل پرتوهای تایش از این عدسی‌ها پس از گذشت چند سال آن‌ها را زرد رنگ می‌کند که با تابش پرتوهای فرابنفش قوی می‌توان آن‌ها را رنگ‌زدایی کرد.

پیش از این توری‌های چراغ‌های توری (زنبوری) را با آمیزه‌ی دی اکسید توریوم و نیترات توریوم می‌ساختند که با سوختن گاز، نفت، نور سفید شدیدی تولید می‌کردند.

در لوله‌های مگنترون شبکه‌های تنگستن را با توریوم پوشش می‌دهند تا توان آن‌ها را در گسیل الکترون در دماهای نسبتا پایین در خلاء افزایش دهند. این لوله‌ها را در ساخت اجاق‌های میکروویو و رادارها به کار می‌برند.

فلورید توریوم با وجود پرتوزایی در پوشش‌های چند لایه‌ی تجهیزات اپتیکی به عنوان پادبازتابش به کار می‌رود. پرتوزایی آن از راه واپاشی آلفایی صورت می‌گیرد که به آسانی می‌توان با لایه‌ی نازکی از مواد دیگر از آن جلوگیری کرد. از فلوراید توریوم در ساخت لامپ‌های کمان الکتریکی کربنی برای پروژکتورهای سینما استفاده می‌شود.

توریوم به منزله‌ی سوخت هسته‌ای

از توریوم هم مانند اورانیوم و پلوتونیوم می‌توان برای سوخت رآکتورهای اتمی بهره گرفت. چرخه‌ی سوخت توریوم چندین برتری بالقوه بر چرخه‌ی سوخت اورانیوم دارد: فراوانی آن بر روی زمین، برتری ویژگی‌های فیزیکی و هسته‌ای آن در مقام سوخت، ایستادگی بیشتر در برابر تکثیر شدن و پایین بودن تولید پسماند و زباله‌ی هسته‌ای. کارلوروبیا برنده‌ی جایزه‌ی نوبل در سازمان اروپایی پژوهش هسته‌ای (CERN) پژوهش گسترده‌ای درباره‌ی کاربرد توریوم به منزله‌ی سوخت ارزان، تمیز و ایمن به عنوان جانشین اورانیوم صورت داده است. به گفته‌ی او انرژی تولیدی یک تن توریوم برابر انرژی تولیدی ۲۰۰ تن اورانیوم یا ۳۵۰۰۰۰۰ تن زغال است.

وزارت انرژی آمریکا در ۱۹۹۷ پژوهش درباره‌ی سوخت توریوم را آغاز کرد و بنگاه بین‌المللی انرژی اتمی(IAEA) هم به پژوهشی در این زمینه دست زد. الوین رادکوفسکی برای ایجاد رآکتورهای توریومی گروهی از چند شرکت مانند شرکت هسته‌ای ریتی‌یون، آزمایشگاه ملی بروک هی‌ون و نهاد کورچاتوف در مسکو تشکیل داد.

امروز چند کشور و از آن میان هندوستان در پژوهش برای بنیاد کردن رآکتورهای هسته‌ای توریم بنیاد سرمایه گذاری کرده‌اند. آنیل کاکودکار مدیر هیات انرژی هندوستان در ۲۰۰۹ اعلام کرد که کشورش " هدف دراز مدت تبدیل شدن به کشور خود بسنده از لحاظ انرژی به خاطر منابع سرشار توریوم را دنبال می‌کند ".

در ماه مه ۲۰۱۰ پژوهشگرانی از دانشگاه بن گوریون و آزمایشگاه ملی بروک هی ون در نیویورک، اعتباری برای ساخت رآکتور آب سبک خود پای توریوم بنیاد دریافت کردند که میزان تولید سوخت آن با میزان مصرف سوخت آن تقریباً برابر بود کمرک سورنسن دانشمند و متخصص کار با توریوم در ناسا در آمریکا کاربرد توریوم را " جهش غول آسا ی بعدی " در فن‌آوری انرژی نامید و گفت که " انرژی ذخیره شده در توریوم حیرت آور است " چون با ۸ قاشق چای خوری توریوم می‌توان کل انرژی مصرفی یک تن آمریکائی در سراسر عمر او را تامین کرد

برتری ها و چالش ها

IAEA در گزارش خود در سال ۲۰۰۵ درباره‌ی سودمندی‌ها و چالش‌های رآکتورهای توریوم بنیاد بحث کرده است. تیم دین نویسنده‌ی رساله‌های علمی در استرالیا می‌گوید " توریوم نوید بخش چیزهایی است که اورانیوم هرگز تآمین نکرده است: فراوانی،ایمنی، وانرژی پاک وایمن و راهی برای سوزاندن زباله‌های پرتوزا " به گفته‌ی او در صورت کاربرد توریوم در رآکتورها امکان ذوب شدن وجود ندارد، نیروی برق ارزان قیمت تولید می‌شود و فرآورده‌های تسلیحاتی جانبی از آن به دست نمی‌آید و زباله‌های مرغوب آن باز هم به عنوان سوخت قابل مصرف است. امبروز اوانز – پریچارد در نشریه‌ی دیلی تلگراف نوشته است که " اوباما می‌توانست با گرایش به انرژی هسته‌ای توریوم یکشبه تکلیف سوخت‌های فسیلی را یکسره کند و طی سه تا پنج سال کشور را از این گونه سوخت‌ها بی‌نیاز کند". چین در مارس ۲۰۱۱ اعلام کرد که به این راه می‌رود.

آیهان دیرباش متخصص هسته‌ای ترک مزایای سوخت توریوم را نسبت به اورانیوم چنین جمع‌بندی کرده است:

به دست آوردن مواد شکافت پذیر تسلیحاتی از رآکتور توریوم دشوار است.

عمر زباله‌های هسته‌ای پرتوزای توریوم ۱۰ تا ۱۰۰۰۰ برابر کوتاهتر است.

توریوم به صورت‌ایزوتوپ صد در صد خالص و قابل کاربرد استخراج می‌شود و نیازی به غنی‌سازی ندارد در حالی‌که خلوص $U^{۲۳۵}$ در حدود ۰/۷ درصد است.

واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای توریوم تداوم ندارد و شکافت آن به صورت عادی و بدون انگیزش خود به خود متوقف می‌شود.

البته رآکتور توریم بنیاد برای آغاز کار به نوترون حاصل از رآکتور اورانیومی‌نیازمند است ولی متخصصان بر این باورند که " دومین رآکتور توریومی‌می‌تواند سومین رآکتور توریومی‌را فعال کند و این امر می‌تواند واکنش زنجیره‌ای را در صورت نیاز تا هزار سال ادامه دهد.

سازمان آموزشی اتحاد برای انرژی توریوم (TEA) تأکید دارد که: تنها در آمریکا برای تأمین همین میزان انرژی مصرفی امروزی تا هزار سال دیگر به حد کافی توریوم وجود دارد. لستر براون از بنگاه برنامه‌ریزی برای زمین در واشنگتن دی سی می‌گوید که کاهش مصرف زغال هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی برای درمان آسیب‌های تنفسی را بسیار کاهش می‌دهد. او هزینه‌های ناشی از بیماری و مرگ و میر در اثر تنفس آلودگی‌های ناشی از سوخت زغال در آمریکا را سالانه ۱۶۰ میلیارد دلار برآورد کرده است.

چرخه‌ی انرژی سوخت توریوم

خود توریوم شکاف‌پذیر نیست ولی نوترون‌های کند را جذب و $U^{۲۳۳}$ تولید می‌کند، از این‌رو مانند $U^{۲۳۸}$زایا است. در آماده‌سازی سوخت توریوم نیازی به جداسازی‌ایزوتوپ نیست. $U^{۲۳۳}$ را که در چرخه‌ی سوخت توریوم تولید می‌شوددر صورت جدا شدن از سوخت رآکتور می‌توان در ساخت جنگ افزار هسته‌ای به کار برد، به همین دلیل به چرخه سوخت مایع (رآکتور نمک مذاب) برتری داده می‌شود. مقدار $U^{۲۳۳}$ موجود در رآکتور و دستگاه‌های جابه‌جایی گرما محدود است و این نکته از دستیابی به جنگ‌افزار هسته‌ای جلوگیری می‌کند ولی نوترون‌های تولید شده در رآکتور می‌تواند با درآشامیده شدن در پوشش توریوم یا اورانیوم $U^{۲۳۳}$یا $PU^{۲۳۹}$تولید کند. در هنگام کار رآکتور هم می‌توان از سوخت مذاب $U^{۲۳۳}$ استخراج کرد. از شکافت خود به خودی $U^{۲۳۳}$نوترون به دست نمی‌آید، از این رو می‌توان $U^{۲۳۳}$جامد را در طراحی بمب هسته‌ای تفنگ گونه به کار برد. در سال ۱۹۹۷ رآکتور آب سبک در نیروگاه اتمی شیپینگ پورت برای برقراری چرخه‌ی سوخت $U^{۲۳۳}$-$Th^{۲۳۲}$به کار رفت که تا سال ۱۹۸۲ کار کرد.

طبق موافقت نامه‌ی ۱۹۴۴ میان بنگاه کور چاتف مسکو و شرکت نیروی برق هسته‌ای توریومی‌در ویرجینیا، مجموعه‌ی دانه – پوسته سوخت با کاربرد هسته‌ای مرکزی از پلوتونیوم در پوسته‌ای از توریوم/ اورانیوم آزمایش شد. شرکت دولتی طرح‌ریزی هسته‌ای روسیه با شرکت نیروی برق توریومی‌توافق کرده که دامنه‌ی کار میله‌های سوخت آزمایش را گسترش دهند و به سطح تولید تجاری برسانند تا در رآکتورهای VFER-۱۰۰۰ به کار بروند، این ترکیب برای از میان بردن پلوتونیوم جنگ افزاری نسبت به روش دفع زباله‌ی آمیزه‌ی اکسید، روش مؤثرتری ارائه می‌کند به ویژه با تصمیم‌گیری سال ۲۰۰۹ آمریکا برای دفن این زباله‌ها در کوهستان یوکا که موضوع دفع بازمانده‌های پلوتونیوم جنگ افزارهای هسته‌ای را عمده کرد. امارات متحده عربی برای اجرای برنامه‌ی نوپای هسته‌ای خود با "شرکت نیروی برق توریومی" که در لندن و دوبی و مسکو دفتر دارد و دکتر هالن بلیکس مشاور آن است مشورت می‌کند. اکنون این شرکت در حال نهایی کردن توافق‌نامه‌ی هسته‌ای آمریکا- هند است برای تکمیل سرمایه‌گذاری مشترک با شرکت مهندسی پونج- لوید برای اجرای یک برنامه‌ی بلند پروازانه‌ی ساخت رآکتور هسته‌ای.

برخلاف کاربرد توریوم در MSR ها که در آن‌ها از توریوم جامد در رآکتور بهبود یافته‌ی آب سبک (LWR) بهره گرفته می‌شود، دشواری‌های زیر خود را نشان می‌دهند: فن‌آوری گسترش نیافته‌ی آماده‌سازی سوخت، با دشواری‌های بازیافت توریوم به خاطر پرتوزایی بالای $Th^{۲۳۸}$، امکان تولید جنگ افزار با $U^{۲۳۳}$ حاصل، و دشواری‌های فنی (کاملا حل ناشده) در فرآوری دوباره. هنوز گام‌های بسیاری باید برداشته شود تا بتوان چرخه‌ی سوخت توریوم را به صورت تجاری در LWR ها به کار برد. ظاهرا این تلاش ارزش چندانی ندارد. چون هنوز مقدار فراوانی اورانیوم در دسترس است، ولی نیروهای ژئوپلیتیک و مسائل تولید اورانیوم، دل واپسی‌های مربوط به تکثیر و دفع و انبار کردن زباله‌های پرتوزا به سود کاربرد توریوم عمل می‌کنند. در سال ۲۰۰۸ دوسناتور آمریکایی طرحی ارائه کردند که طبق آن وزارت انرژی آمریکا باید موضوع کاربرد تجاری توریوم در رآکتورها را بررسی کند، ولی این طرح در سنا رأی نیاورد.

عمر مواد ترا اورانیومی تولید شده در چرخه‌ی سوخت توریوم یک یا دو مرتبه کوتاهتر از مواد تولید شده در چرخه‌ی سوخت اورانیوم است.

نخستین تلاش برای کاربرد چرخه‌ی سوخت توریوم در دهه‌ی ۱۹۶۰ در آزمایشگاه اوک‌ریج به عمل آمد و طی آن یک رآکتور آزمایشی بر پایه‌ی فن‌آوری MSR برای بررسی قابلیت کاربرد نمک فلوراید توریوم در حالت داغ و مایع برای پرهیز از تولید عنصرهای سوخت برپاشد و به آزمایش رآکتور نمک مذاب انجامید که در آن $Th^{۲۳۲}$ به صورت ماده‌ی زایا و $U^{۲۳۳}$ به منزله‌ی سوخت شکافتی به کار می‌رفت. این رآکتور پنج سالی کار کرد ولی به خاطر کمبود بودجه در ۱۹۷۶ کار آن متوقف شد.

برنامه‌های کنونی انرژی توریوم

رآکتور کا کراپار- ۱ در هند نخستین رآکتور جهان است که به جای اورانیوم از توریوم بهره می‌گیرد. هند که ٪۲۵ کل ذخیره‌ی توریوم جهان را در اختیار دارد. در حال برپا کردن یک رآکتور نمونه‌ی پیشرفته‌ی آب سنگین (AHWR) ۳۰۰ مگاواتی است که با سوخت توریوم کار می‌کند و تا سال ۲۰۱۱ به صورت رآکتور کاربردی وارد مدار می‌شود و به دنبال آن ۵ رآکتور دیگر برپا خواهد شد.

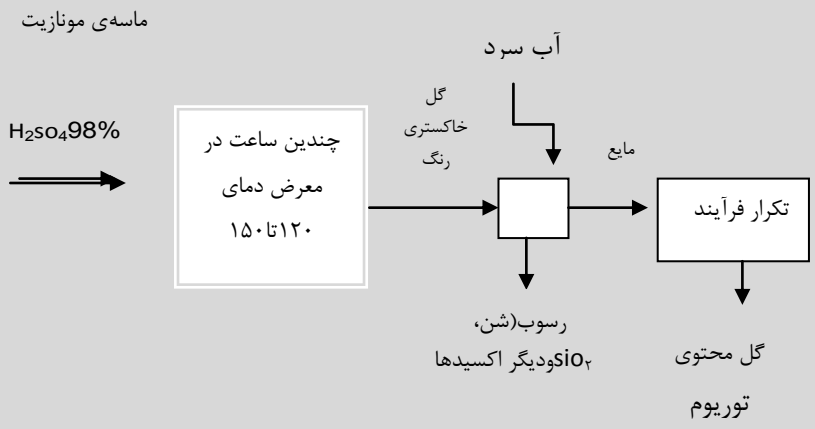
رآکتور توریومی جدید هند که رهبرآینده‌ی کاربرد سوخت توریومی‌است، تولید کننده‌ی پرسرعتی است که برای تولید نوترون در قلب خود به جای کاربرد شتاب دهنده از پلوتونیوم بهره می‌گیرد. رآکتورهای دارای نظام شتاب دهنده را هم می‌توان برپا کرد و

گسترش داد ولی این کار نیازمند پژوهش بسیار بیشتری است. هند در نظر دارد که تا سال ۲۰۵۰ سی درصد نیروی برق خود را از رآکتورهای توریومی به دست بیاورد.

بهترین نتایج با رآکتورهای نمک مذاب به دست می‌آید که دارای آهنگ واکنش پسخوران منفی درونی هستند که در آن‌ها به خاطر انبساط نمک، رآکتور از طریق بار به حالت خفگی در می‌آید که از لحاظ ایمنی امتیاز بزرگی است زیرا در حالت رویدادهای ناگهانی نیازی به دستگاه‌های سردکننده پرهزینه و کاهنده‌ی کارایی گرمایی ندارند. در دهه‌ی ۱۹۶۰ این گونه رآکتورها حتی در آزمایش مانور هوایی هم ایمنی خود را نشان دادند. این رآکتورها در نخستین طراحی تولید کننده‌ی گرما در دماهای بالاتر به صورت پیوسته و بدون نیاز به خاموش کردن برای بازخوراندن سوخت هستند، از این رو می‌توانند با تأمین هوای داغ کارایی توربین‌ها را بالاتر ببرند و در این جریان کارآیی گرمایی آن‌ها ٪۳۰ بالاتر از پایگاههای گرمایی معمولی یعنی نظام‌های احتراقی یا رآکتورهای به کار برنده‌ی سوخت جامد است.

استخراج و توزیع

توریوم به مقدار اندک تقریبا ۱۲ بخش در ملیون در بیشتر خاک‌ها و سنگ‌ها به صورت کانی‌هایی چون توریت ($Thsio_4$)، توریانیت (Tho_2+uo_2) و مونازیت وجود دارد. توریوم را عمدتا از طریق یک فرآیند پیچیده‌ی چندین مرحله‌ای به دست می‌آورند. مونازیت به صورت ماسه در اسید سولفوریک غلیظ داغ حل می‌شود و رسوب حل ناشدنی آن به یک حالت آلی محتوی آمین می‌رسد و به کمک یون‌هایی چون نیترات، کلرید یا کربنات به حالت آلی در می‌آید.

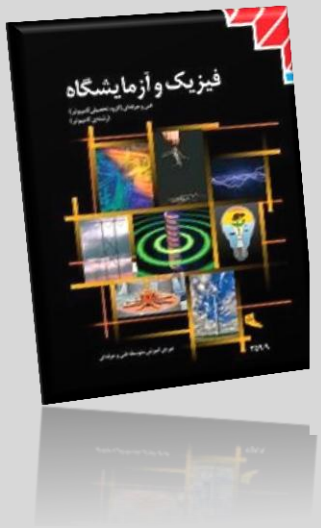


کشور	دخیره‌ی توریوم
آمریکا	۴۴۰۰۰۰
استرالیا	۳۰۰۰۰۰
برزیل	۱۶۰۰۰
کانادا	۱۰۰۰۰۰
هند	۲۹۰۰۰۰
مالزی	۴۵۰۰
آفریقای جنوبی	۳۵۰۰۰
دیگر کشورها	۹۰۰۰۰
جمع	۱۳۰۰۰۰۰

جدول برآورد توزیع توریوم بر حسب تن (۲۰۱۰)

خطرها و مواد احتیاط

گرد فلز توریوم آتشگیر است و در هوا خود به خود آتش می‌گیرد. واپاشی توریوم طبیعی در مقایسه با دیگر مواد پرتوزا بسیار کند است و پرتو آلفای گسیل شده نمی‌تواند در پوست بدن نفوذ کند، بنابراین نگه‌داری توریوم و کار کردن با آن در حجم یا جرم کم بی‌خطر است. اما در جاهای دربسته باید در برابر گاز رادون گسیل شده از آن احتیاط کرد چون در صورت بالا بودن فشار این گاز احتمال نفوذ پرتو آلفا و خطر دچار شدن به سرطان شش، پانکراس و خون وجود دارد.



نقد و بررسی کتاب جدید فیزیک و آزمایشگاه رشته‌ی کامپیوتر (سال تحصیلی ۹۰–۸۹)

کتاب جدیدالتالیف فیزیک و آزمایشگاه فنی و حرفه‌ای ویژه‌ی رشته‌ی کامپیوتر دارای چاپی زیبا و مصور و مطالبی است که نسبت به کتاب پیشین همین رشته از مزایایی برخوردار است که به چند تای آن‌ها اشاره می‌کنیم :

۱- چاپ تمام رنگی همراه با شکل‌های مناسب که به کتاب جذابیت خاصی بخشیده است.

۲- مقدمه‌ی مناسب با بیان نکاتی که به درد دانش آموزان می‌خورد و راهنمای خوبی برای حل مساله و خواندن مطالب است.

۳- پیوست‌های لازم که هم اطلاعات ریاضی مورد نیاز حل مسئله خصوصا برای دانش آموزان فنی و حرفه‌ای را در بر دارد و هم تعریف یکاها و بعضی از اصطلاحات همراه با معادل انگلیسی آن‌ها را، که برای معلمان نیز می‌تواند مفید باشد.

۴- تهیه CD همراه کتاب که تحقق وعده‌ی مسئولان وزارت را برای اولین بار عملی ساخته است. مطالب CD نیز مفید است خصوصا فیلم آزمایش‌ها که نبود آزمایشگاه را در هنرستان‌ها تا حدی جبران می‌کند (البته نباید جایگزین آزمایش شود). کتاب بصورت pdf در آن قرار داده شده که می‌تواند به دانش آموزان هنگام استفاده از CD کمک کند تا به مطالب کتاب دسترسی داشته باشند.

۵- کاهش فصل‌های کتاب به چهار فصل (از ۶ فصل کتاب پیشین)

۶- تغییر مباحث فصل‌ها و حذف قسمت‌های زائد کتاب پیشین (بویژه در رابطه با الکتروسکپ) و عینی‌تر شدن مطالب در برابر توضیحات مفصل و خارج از فهم دانش آموزان در کتاب پیشین.

با همه‌ی مزایای کتاب که بخش‌هائی از آن بیان شد و با تشکر از مولف محترم که زحمت زیادی برای تالیف آن کشیده‌اند نکاتی چند

را برای هرچه بهتر شدن کتاب در چاپ‌های آینده یادآوری می‌شویم امید است مورد عنایت قرار گیرد:

۷- در صفحه‌ی ۱۳ در تعریف کمیت آمده است " هر عددی که برای توصیف کمی‌یک پدیده‌ی فیزیکی به کار می‌رود کمیت فیزیکی خوانده می‌شود "این تعریف که در قسمت‌های بعدی نقض شده (رجوع به بند ۴) با آنچه در کتاب‌های فیزیک دیگر نیز بیان شده هم‌خوانی ندارد زیرا کمیت ممکن است برداری باشد که هم اندازه دارد و هم جهت، عدد مقدار کمیت است همچنان‌که وزن و قد کمیت اند مقدار آن‌ها با یک عدد بیان می‌شود.

۸- در پائین صفحه ۱۴ در رابطه با یکا گفته شده "برای انجام اندازه‌گیری درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری نیاز داریم که تغییر نکند و دارای قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف باشد " صحیح‌تر این است که گفته شود در شرایط تعیین شده تغییر نکند چون یکای طول فاصله‌ی بین دو خط روی متر استاندارد در دمای صفر درجه است، مسلم است که اگر میله گرم شود این فاصله تغییر می‌کند.

۹- در صفحه‌ی ۲۵ در بحث بردارها نوشته شده " مثال دیگر نیرو است که در فیزیک به معنای هل دادن و یا کشیدن است که بر اجسام وارد می‌شود. توصیف کامل نیرو به این صورت است که هم توصیف کنیم چقدر جسم را محکم هل می‌دهد و یا می‌کشد و جهت این هل دادن و یا کشیدن را نیز مشخص کنیم " نکته‌ی اول این‌که این گونه تعریف کردن نیرو غلط و گم راه کننده است زیرا نیرو عامل هل دادن و یا کشیدن است و نکته‌ی دوم این‌که در هل دادن و یا کشیدن جهت نهفته است زیرا هل دادن از خود دور کردن و کشیدن به خود نزدیک کردن جسم است نکته‌ی سوم این‌که کلمه‌ی محکم بنا به فرهنگ معین به معنی استوار، پابرجا، ثابت است، این‌که "نیرو چقدر جسم را محکم هل می‌دهد و یا می‌کشد" به نظر نامناسب است.

۱۰- در همین صفحه (۲۵) گفته شده است که " هنگامی‌که‌یک کمیت فیزیکی با یک عدد توصیف می‌شود آن را کمیت برده‌ای می‌خوانیم " که نقض تعریف کمیت در صفحات ۱۳ و ۱۴ است در همین صفحه بیان شده در محاسبه‌هائی که در آن کمیت‌های برده‌ای با هم ترکیب می‌شوند از جبر معمولی استفاده می‌کنیم " با توجه به این‌که اعداد جبری دارای علامت‌های مثبت و منفی هستند و اندازه کمیت‌های عددی فاقداین علامت‌ها، بهتر است گفته شود از روش‌های معمول در حساب استفاده می‌شود، جبر معمولی کلمه‌ی نامانوسی است (باید مقابل آن جبر غیر معمولی نیز وجود داشته باشد)

۱۱- در صفحه‌ی ۲۷ عبارت " بزرگی یک بردار بنا بر تعریف یک کمیت نرده‌ای (یک عدد) و همواره مثبت است " گرچه جمله چندان غلط نیست ولی به نظر می‌رسد عبارت " کمیت نرده‌ای " زائد است.

۱۲- در صفحه‌ی ۲۸ اگر برای دو روش جمع برداری که بیان شده (مثلث و متوازی الاضلاع) شکل هر کدام زیر توضیح خودش باشد مناسب‌تر است. کلمه‌ی دم و سر جایگزین ابتدا و انتها شده که خیلی نامناسب است (بنا به فرهنگ معین دم برای حیوانات بکار می‌رود علاوه بر آن دم و سر یک نقطه نیستند)

۱۳- در صفحه‌ی ۲۹ در حالی که ضرب یک عدد در یک بردار در کتاب بیان نشده تمرین ۱-۲ به نوعی به آن وابسته است.

۱۴- در صفحه‌ی ۴۱ و ۴۲ "ساختار ماده و پایستگی بار الکتریکی" با توجه به این‌که در فیزیک ۱ بیان شده می‌تواند مختصرتر و بصورت یادآوری بیان شود و یا فقط مطالب جدید آن بیان شود.

۱۵- در صفحه‌ی ۴۵ بار دار کردن به روش القا و تماس برای یک کره‌ی رسانا بوسیله‌ی یک میله‌ی دارای بار منفی بیان شده که تکرار سئوال ۱ آخر فصل ۳ فیزیک ۱ است و در صفحه‌ی۴۸ نیز فعالیت عملی ۲ (ایجاد بار در دو کره رسانا بروش القاء) در فیزیک یک گفته شده و نیاز به تکرار نیست.

۱۶- در صفحه‌ی ۵۳ تعریف کیفی میدان الکتریکی تا حدودی بیان شده ولی تعریف کمی میدان بیان نشده و روش محاسبه‌ی بزرگی میدان بیان شده که به نظر می‌رسد اگر ابتدا تعریف کمی میدان بیان و بر اساس آن فرمول بدست آید مناسب‌تر است

۱۷- در صفحه‌ی ۵۴ برای بدست آوردن فرمول بزرگی میدان الکتریکی بار q در نقطه‌ای به فاصله‌ی r بیان شده که بار آزمون .q را در این نقطه قرار می‌دهیم با استفاده از قانون کولن نیروی وارد بر بار .q چنین می‌شود $F=\frac{kqq.}{r^2}$ بدنبال آن ذکر شده "جهت نیروی F اگر q مثبت باشد مستقیما در جهت دور شدن از بار نقطه‌ای و اگر q منفی باشد مستقیما در سوی نزدیک شدن به بار نقطه‌ای است " در این‌جا این اشکال وارد می‌شود که ۱- در سطر اول جهت را آورده و در سطر دوم سو را ۲- چون نوع بار .q که باید مثبت باشد ذکر نشده جمله مفهوم نخواهد داشت در شکل نیز مشخص نشده است که .q مثبت است اگر پاسخ داده شود عدم ذکر علامت به معنای مثبت بودن بار است چرا برای بار q که در قسمت اول نوع تعیین نشده به معنی مثبت بودن نیست و اساسا چون هدف تعیین اندازه‌ی نیرو و بدنبال آن فرمول اندازه‌ی میدان برای بار نقطه‌ای است بیان جهت نیازی نیست ۳- در قسمت بعد گفته شده است " به این ترتیب با توجه به تعریف میدان..." در صورتی‌که در قسمت‌های قبل همچنان‌که گفته شد میدان بصورت کمی تعریف نشده بلکه فقط روش محاسبه بیان شده است (که به معنی تعریف میدان تلقی شده است).

۱۸- در صفحه‌ی ۶۳ چنین می‌خوانیم ".... هر خازن دارای ظرفیت معینی است که تنها به شکل هندسی صفحه‌های آن بستگی دارد" که نادرست است زیرا اندازه‌ی مساحت صفحه‌ها به شکل بستگی ندارد زیرا دو صفحه‌ی مربع و دایره ممکن است مساحت یکسان داشته باشند ضمن این‌که فاصله‌ی دو صفحه در ظرفیت موثر است.

۱۹- اولین پرسش مفهومی صفحه‌ی ۶۶ مربوط به فیزیک ۱ است که ظاهراً در دوره‌ی راهنمائی نیز بیان شده که تکراری است البته هدف تاکید بر قطبش بارهای الکتریکی است.

۲۰- نماد بار الکتریکی در بعضی صفحات q و در بعضی دیگر Q انتخاب شده بهتر است نماد یک کمیت در کل کتاب یکی باشد.

۲۱- در صفحه‌ی ۸۱ چنین بیان شده "... اغلب ادعا می‌شود $\Delta V = IR$ بیانی از قانون اهم است این درست نیست این معادله

تعریفی از مقاومت الکتریکی است و برای هر وسیله‌ی رسانائی به کار می‌رود، چه این وسیله از قانون اهم پیروی کند و چه نکند "این مطلب با آنچه در کتاب‌های معتبر از جمله دانشنامه‌ی فیزیک (ص ۱۱۸۸) نوشته شده هم‌خوانی ندارد، مقاومت‌هائی که از قانون اهم یعنی همین فرمول پیروی می‌کنند مقاومت اهمی نامیده می‌شوند و رساناهای دیگر که رابطه‌ی جریان و اختلاف پتانسیل برای آن‌ها غیر خطی است از این قانون پیروی نمی‌کنند(مانند دیود) این عبارت ظاهرا از فیزیک هالیدی جلد دوم گرفته شده و در کتاب‌های دیگر ازجمله فیزیک پایه نیز بیان نشده و اصولا برای دانش آموزان رشته‌ی کامپیوتر هنرستان که مفاهیم ساده نیز برایشان مشکل است، چه لزومی‌دارد مطلبی را بیان کنیم که برای معلمان نیز محل بحث است حداکثر این‌که می‌توان این مطلب را در دوره‌های ضمن خدمت و راهنمای معلم برای این کتاب بیان کرد .

۲۲- در صفحه‌ی ۸۵ گفته شده "... مقاومت یک رسانا به اندازه و شکل آن بستگی دارد..... " که جمله‌ی نادرستی است و با قسمت بعدی که طول و سطح مقطع و مقاومت ویژه را بیان کرده در تضاد است زیرا اندازه‌ی رسانا معنی ندارد چون طول و مساحت مقطع هر کدام کمیت‌اند و دارای اندازه می‌باشند و خصوصاً که مقاومت ویژه مختص هر رسانا است چه بسا دو رسانا که طول و سطح مقطع و شکل یکسان دارند ولی مقاومت الکتریکی آن‌ها متفاوت باشد.

۲۳- در صفحه‌ی ۸۵ مقاومت ویژه‌ی نیکروم که تذکر داده شده که در المنت بخاری‌های برقی بکار می‌رود $۱/۳\times۱۰^{-۸}\Omega m$ نوشته و مثال ۳-۳ نیز با همین مقدار حل شده و برای یک متر از آن مقاومت $۱/۳\times۱۰^{-۲}\Omega$ بدست آمده در بیشتر کتاب‌ها مقدار مقاومت ویژه‌ی نیکروم $۱۰۰\times۱۰^{-۸}\Omega m$ نوشته شده و توان مصرفی بخاری‌های برقی اغلب بسیار زیاد است به عنوان مثال اگر توان مصرفی یک بخاری برقی ۱۱۰۰w باشد مقاومت الکتریکی آن ۴۴Ωمی‌شود (در وصل به برق شهر) که با این عدد همخوانی ندارد.

۲۴- در صفحه‌ی ۸۷ بیان شده " برای‌ایجاد یک جریان پیوسته و مداوم از بارهای الکتریکی، به‌یک" پمپ بار" نیاز داریم، پمپ بار، وسیله‌ای است که با دادن انرژی به حامل‌های بار، اختلاف پتانسیل دو پایانه را ثابت نگه می‌دارد و چنین وسیله‌ای را **مولد نیروی محرکه‌ی‌الکتریکی** یا به اختصار emf می‌نامند و گفته می‌شود.

این وسیله نیروی محرکه‌ی ε را مهیا می‌کند " اشکال این جمله در این است که همانگونه که در پیوست کتاب نیز گفته شده emf اختصار عبارت electro motive force به معنای نیروی محرکه‌ی الکتریکی است (صفحه‌ی ۱۵۸) اما چون کلمه‌ی مولد همراه نیروی محرکه‌ی الکتریکی بصورت برجسته نوشته شده چنین معنا می‌دهد که emf اختصار "**مولد نیروی محرکه‌ی الکتریکی**" است. در قسمت بعدی این بحث گفته شده "..... امروزه می‌دانیم که وسیله‌یemf علاوه بر ثابت نگهداشتن ولتاژ دو سر پایانه‌ها، به حامل‌های بار انرژی می‌دهد تا در مدار شارش کنند و به همین جهت یکای آن ژول بر کولن (j/c) و یا ولت (v) است "سه اشکال دراین جمله‌ها وجود دارد ۱- گفته شده یک وسیله‌یemf علاوه بر ثابت نگهداشتن ولتاژ دو سر پایانه‌ها به حامل‌های بار انرژی می‌دهد تا در مدار شارش کنند در صورتی که در قسمت قبل گفته شده با دادن انرژی به حامل‌های بار اختلاف پتانسیل را ثابت نگه می‌دارد در قسمت اول یک کار " یعنی دادن انرژی به حامل‌های بار " مقدمه‌ی کار دیگر یعنی " ثابت نگهداشتن اختلاف پتانسیل دو سر پایانه‌ها " می‌باشد در قسمت دوم این‌ها دو کار مجزا به حساب می‌آیند اگر در گذشته آنچنان بوده و امروزه این چنین است پس باید تصریح شود. ۲- این‌که گفته شده " یک وسیله‌یemf..... به همین جهت یکای آن ژول بر کولن است " مفهوم‌این جمله این است یکای وسیله‌ی emf ژول بر کولن است که بی‌معنی است البته منظور مولف این است که یکای نیروی محرکه‌ی الکتریکی j/c می‌باشد ولی بیان نارسا است (اگر نیروی محرکه‌ی الکتریکی تعریف می‌شد علت این کهیکای آن j/c است برای دانش آموزان مشخص می‌شد). ۳- می‌دانیم هر باتری (به عنوان یک مولد شیمیائی) مقاومت درونی دارد که هنگام کار کردن باتری و با گذشت زمان افزایش می‌یابد که باعث افزایش افت پتانسیل و کاهش اختلاف پتانسیل دو سر باتری می‌شود بنابراین این‌که گفته شده "ضمن ثابت نگهداشتن اختلاف پتانسیل دو سر پایانه‌ها " نیز درست نیست.

۲۵- حل مثال ۳-۶ صفحه‌ی ۸۹ که در صفحه‌ی ۹۰ ارائه شده به علت یک بی دقتی نادر نادرست است

$\varepsilon - I^{۲}r=۰ \quad ۱/۵v - (۲/۳A)^{۲}r = ۰ \quad r\cong/۲۸\Omega$

۲۶- در صفحات ۸۸ و ۸۹ در بیشتر قسمتها نماد V برای ولتاژ و ولت هردو با یک اندازه (سایز) انتخاب شده که نازیبا است اگر برای ولت از اندزه‌ی کوچک استفاده شود بهتر است.

۲۷- برای محاسبه‌ی فرمول مربوط به مقاومت معادل در بهم بستن مقاومت‌ها به روش سری و موازی، در قسمت سری راه طولانی انتخاب شده (ص ۹۴و ۹۵) در صورتی‌که در قسمت موازی از روش‌های معمول در کتاب‌های دیگر استفاده شده (ص ۹۸ و۹۹) به نظر می‌رسد اگر در روش متوالی نیز از روش معمول گذشته استفاده شود یادگیری آن برای دانش آموزان بهتر باشد.

۲۸- در صفحه‌ی ۱۱۹ در حالی که جهت میدان مغناطیسی در هر نقطه اطراف آهن‌ربا تعریف نشده در شکل ۴-۸ الف روی خطوط میدان جهت نشان داده شده است و در همین صفحه نوشته شده که " جهت مماس بر خط میدان در هر نقطه، جهت B را در هر نقطه نشان می‌دهد " در حالی که همین مطلب در کتاب‌های دیگر چنین نوشته شده " راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است " به عبارت دیگر مماس بر خط میدان راستا را مشخص می‌کند و سو باید به طریق دیگر مشخص شود.

۲۹- در صفحه‌ی ۱۲۵ گفته شده " جهت میدان B در پیچه‌ها نیز از قاعده‌ی دست راست تعیین می‌شود " در شکل ۴-۲۰ به قاعده اشاره و از آن استفاده شده است، ولی این قاعده تعریف نشده است کلمه‌ی" نیز" در این صفحه در حالی نوشته شده است که در قسمت‌های قبلی این قاعده حتی برای سیم راست هم بیان نشده است.

۳۰- در صفحه‌ی ۱۲۸ بیان شده است " پیچه‌ای که دور یک ماده‌ی مغناطیسی مانند آهن پیچیده شده آهن ربای الکتریکی نامیده

می‌شود " اولا ماده‌ی مغناطیسی تعریف نشده، ثانیا این تعریف می‌رساند که پیچه آهن‌ربای الکتریکی است (غلط هم نیست) ولی معمولا چنین بیان می‌شود، میدان مغناطیسی سیم لوله خاصیت مغناطیسی را در هسته‌ی آهنی که در وسط آن قرار دارد القا می‌کند که چون با وصل جریان هسته تبدیل به آهن ربا شده و با قطع جریان خاصیت آهنربائی خود را از دست می‌دهد به آن آهنربای الکتریکی گویند این جمله باید به شکل صحیح اصلاح شود.

آنچه بیان شد انکار زحمت زیادی که برای تالیف کتاب کشیده شده و یا انکار علم مولف نیست بلکه اشکال‌هائی است که احتمالاً به علت عجله در تالیف کتاب برای سال جاری رخ داده و برای این است که در چاپ‌های بعدی اصلاح شود و بعید هم نیست نگارنده دچار اشتباه شده باشد و مولف محترم برای هرکدام جواب مناسب داشته باشد.

حمید مصطفی نژادیان

دبیر فیزیک شیراز (عضو شورای اجرائی انجمن معلمان فیزیک فارس)

معرفی کتاب "دانشنامه‌ی فیزیک"

دانشنامه‌ی فیزیک از انتشارات دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه‌ی زنجان و بنیاد دانشنامه نگاری‌ایران است.

این کتاب در ۳ جلد با ۱۸۷۳ صفحه در قطع A_4 جلد اول آن در بهار ۱۳۸۱ و جلد دوم پائیز ۱۳۸۴ و جلد سوم در تابستان ۱۳۸۷چاپ گردیده.

این کتاب ترجمه‌ای از کتاب Macmillan encyclopedia of phsics چاپ ۱۹۹۶ است و بنا به نوشته‌ی سر ویراستار چاپ فارسی، فکر ترجمه‌ی این کتاب در سال ۱۳۷۶ در نشست هسته‌ی فیزیک موسسه‌ی ترجمه و نشر کتاب شکل گرفته است.

این کتاب حاصل کار ۵۱۶ دانشمند فیزیک و شامل ۹۱۲ مقاله است در این کتاب به زندگینامه‌ی ۵۰ تن از فیزیکدانان بطور مبسوط پرداخته شده است.

تعداد مترجمان فارسی ۲۹ نفر تعداد شورای علمی‌برگردان فارسی۶ نفر و تعداد ویراستاران فارسی ۳ نفر هستند.

بیشتر مفهوم‌های فیزیکی در این کتاب بطور مفصل شرح داده شده‌اند و بیشتر تکیه بر توضیح مفهوم ها بدون پرداختن به جنبه‌های ریاضی است البته در جاهائی نیز ناگزیر به جنبه‌های ریاضی اشاره شده است و منبع بسیار خوبی برای دبیران فیزیک است حتی آن‌هایی که به تازگی از دانشگاه فارغ التحصیل شده‌اند خواندن این کتاب را به همه‌ی دبیران فیزیک توصیه می‌کنیم.

یک مقاله از این کتاب با عنوان تک قطبی مغناطیسی در شماره‌های قبلی مجله چاپ شده است و در این شماره مقاله‌ی "آذرخش " را برای چاپ انتخاب کردیم که امید است مورد توجه همکاران قرار گیرد.

حمید مصطفی نژادیان

حـــــــــــل یک مسئـــــــله

۱. تعداد ۱۴۰۰ نقطه روی یک صفحه‌ی تخته‌ای بسیار بزرگ در نظر بگیرید. هر نقطه را به وسیله‌ی سیمی به مقاومت R به نقاط دیگر وصل می‌کنیم. مقاومت معادل بین هر دو نقطه بر حسب R چقدر است؟

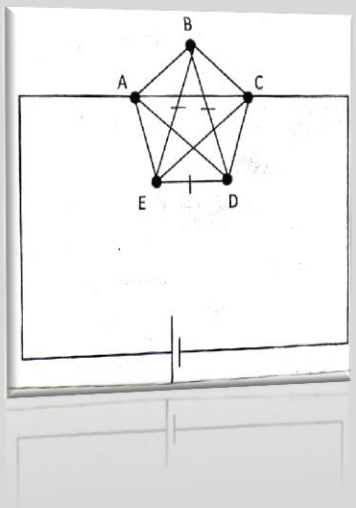
حل: مطابق شکل زیر یک ستاره‌ی پنج نقطه‌ای را در نقاط A و C به یک مولد وصل می‌کنیم چون نقاط B و D وE هم پتانسیل‌اند سیم‌های متصل به این نقاط حامل جریان نیستند. بنابراین فقط چهار مسیر موازی است که باید مورد بررسی قرار گیرد. مقاومت یکی R و مقاومت بقیه هر کدام ۲R است.

برای n نقطه، (n-۱) مسیر موجود است. بنابراین (n-۲) مسیر که مقاومت هر کدام ۲R و یک مسیر به مقاومت R باقی می‌مانند. پس مقاومت معادل برابر است با:

$$\frac{۱}{r} = \frac{۱}{R} + (n-۲)\ \frac{۱}{۲R} \longrightarrow r=\frac{۲}{n}\ R$$

در حالت خاص مسئله که n=۱۴۰۰ است مقاومت معادل چنین است:

$$n=۱۴۰۰ \longrightarrow r=\frac{R}{۷۰۰}$$



پایستگی گشتاور زاویه‌ای با یک چرخش

احمد در حالی‌که دو دمبل را در دست دارد و دست‌ها را به بیرون دراز کرده است در حال چرخش است. به موجب قانون پایستگی گشتاور زاویه‌ای می‌دانیم که اگر دست‌ها را به داخل بکشد آهنگ چرخش او افزایش می‌یابد و اگر بتواند دست‌ها را درازتر کند آهنگ چرخش او کاهش می‌یابد. اما اگر بدون تغییر وضعیت دست‌ها و دمبل‌ها را بیندازد، آهنگ چرخش:

الف) افزایش می‌یابد

ب) کاهش می‌یابد

پ) بدون تغییر می‌ماند

پاسخ:

لختی دوران احمد + لختی دوران دمبل‌ها به دور محور چرخش بی درنگ پس از افتادن دمبل تغییر نمی‌کند.
سرعت زاویه‌ای هم تغییر نمی‌کند چون هیچ torqueای بر مجموعه‌ی در حال چرخش اثر نمی‌کند تا گشتاور زاویه‌ای را تغییر دهد.

دو اسکلیت باز را در نظر بگیرید که روی یخ دست یکدیگر را گرفته‌اند و به دور یک نقطه‌ی ثابت می‌چرخند. اگر دست یکدیگر را رها کنند، بر روی خط راست با سرعت ثابت از هم دور می‌شوند، ولی گشتاور زاویه‌ای آن‌ها به دور محور اصلی تغییر نمی‌کند. برای آن‌که گشتاور زاویه‌ای داشته باشیم لازم نیست حتما بچرخیم

انشاء الله torque بر شما
وارد شود !

اوزون(O_3) مانند سپری در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید از ما محافظت می‌کند و تراکم میانگین آن در هوا برابر با ۰/۳ بخش در میلیون است. ارتفاع هوای زمین به ۲۵۰ کیلومتر می‌رسد و اگر آن را آنقدر فشرده کنیم که چگالی آن به حد چگالی معمول آن در سطح دریا برسد، ارتفاع آن به ۸ کیلومتر می‌رسد. دراین صورت ارتفاع اوزون هوای فشرده چه قدر خواهد بود؟

۱) کمتر از ۱ میلی‌متر

۲) میان ۱ میلی‌متر و ۱ سانتی‌متر

۳) میان ۱سانتی‌متر و ۱ متر

۴) بیش از ۱متر

پاسخ

چون اوزون تنها ۰/۳ در میلیون از هوا را تشکیل می‌دهد، بلندی آن هم ۰/۳ در میلیون از ۸ کیلومتر است

یعنی:

$۰/۳ \times ۱۰^{-۶} \times ۸km = ۲/۴ \times ۱۰^{-۶} km = ۲/۴mm$

تا سال ۱۹۸۷ و بسته شدن پیمان بین‌المللی برای مبارزه با تولید مواد شیمیایی نابود کننده‌ی اوزون، جهان در مسیر نابود ساختن بخش عظیمی‌از اوزون هوا پیش می‌رفت. با آن که این پیمان تولید و کاربرد تقریبا همه‌ی این گونه مواد را منع کرده است. گمان نمی‌رود که دست کم تا سال ۲۰۵۰ میزان اوزون بتواند به سطح معمول خود برسد.

علم گنجینه‌هاست و کلید آن پرسش است. بپرسید تا خدا بر شما رحمت آرد که خدا در کار علم چهار کس را پاداش می‌دهد: پرسنده و آموزگار و شنونده و کسی‌که دوستدار ایشانست.

پیامبر اکرم (ص)

آذرخش

آذرخش عبارت است از پدیده‌ی قابل مشاهده‌ی گذرایی که عموما بیش از چند کیلومتر طول دارد، و بر اثر عبور بار یا جریان الکتریکی تولید می‌شود. این فرآیند تخلیه‌ی بار معمولا بین بعضی از ابرها و زمین، یا بین خود ابرها اتفاق می‌افتد. آذرخش، که گاه می‌تواند همراه با توفان شن، برف سنگین، ابرهای بالای آتش فشان‌های فعال، و در مجاورت انفجارهای گرما هسته‌ای رخ دهد. شکل آذرخش را مسیری که جریان الکتریکی از آن می‌گذرد، تعیین می‌کند. این مسیر قابل دیدن است. زیرا هوای موجود در آن تا دمای بسیار زیادی گرم می‌شود و در نتیجه، بعضی از مولکول‌های هوا به ترازهای برانگیخته می‌روند و بقیه بر اثر برخورد با حامل‌های بار الکتریکی که در مسیر آذرخش در حرکت‌اند یونیده می‌شوند. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که دمای آذرخش ممکن است تا ۳۰۰۰۰ کلوین برسد. علاوه بر تابش گرمایی، اتم‌ها و مولکول‌هایی که برانگیخته و یونیده شده‌اند منبع انتشار نور با طول موج‌های (یا رنگ‌های) مشخص هستند. تابش‌های مرئی حاصل از آذرخش، در مجموع، در دستگاه چشم و مغز انسان طوری ثبت می‌شود که دریافتی که از آن داریم به صورت نور سفید است. بیشتر اوقات آذرخش با توفان تُندری همراه است واین امر در ابرهای تُندری (ابرهای توده‌ای باران‌زا) که در آن بارهای الکتریکی به صورت مؤلفه‌های مثبت و منفی به اندازه‌ی کافی از یکدیگر فاصله می‌گیرند، اتفاق می‌افتد.

گرم شدن سطح کره‌ی زمین بر اثر تابش خورشید به طور کاملا یکنواخت انجام نمی‌گیرد. در ناحیه‌ای که گرماگیری آن نسبت به نواحی پیرامون بیشتر باشد، دمای هوا بیشتر می‌شود. چنین هوائی نسبت به نواحی پیرامون خود چگالی کمتری دارد، و در نتیجه بالا می‌رود هوای گرم وقتی بالا می‌رود، انبساط می‌یابد و سرد می‌شود. برای آن‌که ابر تُندری بتواند تشکیل شود لازم است که سرعت افت دمای هوای بالا رونده در داخل ابر از سرعت افت دما در هوای پیرامونش کمتر باشد اگر هوائی که در ارتفاعات بالاتر قرار دارد بخشی از یک جبهه‌ی سرد باشد فرآیند تشکیل ابر آسان‌تر می‌شود. این موضوع به خوبی شناخته شده است که به طور میانگین، دمای جو به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع تقریبا ۶/۸k افت می‌کند اگر توده‌ی هوایی که به ابر تُندری تبدیل می‌شود به اندازه‌ی کافی مرطوب باشد، شرایطی فراهم می‌شود که سرعت سردشدنش به سرعت سرد شدن هوای پیرامون آن نمی‌رسد. گرمای نهایی که بر اثر چگالش و یخ زدن بخار آب موجود در ابر آزاد می‌شود می‌تواند آهنگ سرمایش را تا مقدار ۳k/km پائین نگه دارد و این اطمینان را به وجود آورد که هوای داخل ابر تُندری گرم‌تر باقی بماند و در نتیجه چگالی آن کمتر از چگالی هوای پیرامون باشد. تحت این شرایط ابر تُندری می‌تواند تا ارتفاع ۱۳۰۰۰ متری بالا رود و ناحیه‌ی بالایی آن به دمای کمی‌چون ۶- درجه‌ی سانتیگراد برسد.

در داخل ابر تُندری که از اختلاط آب و یخ و باد پدید می‌آید با وجود نیروهای گرانشی و تفاوت‌های دمائی، بارهای مثبت و منفی الکتریکی از یکدیگر جدا می‌شوند و نواحی متمایزی را تشکیل می‌دهند توده‌ی بارهای مثبت در نواحی بالایی ابر جمع می‌شود، در حالی‌که بارهای منفی در نواحی پایین قرار می‌گیرند. سازوکارهای دقیقی که این پدیده را به وجود می‌آورد هنوز به طور کامل شناخته شده نیستند و زمینه‌ای از تحقیقات جاری را تشکیل می‌دهند.

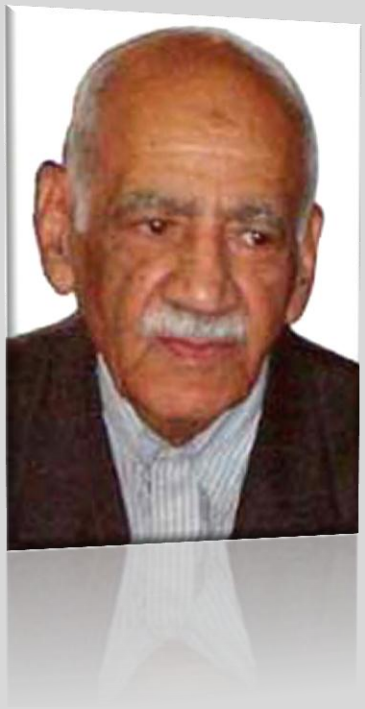
آذرخش در شکل تخلیه‌ی الکتریکی ابر با زمین، به صورت پله‌ای انجام می‌گیرد، و معمولا بار منفی در امتداد کانالی به سوی زمین فرستاده می‌شود. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که در این پدیده جریان‌هایی از مرتبه‌ی۱۰۰A برقرار می‌شود. وقتی جلوترین پله‌ی تخلیه به اندازه‌ی کافی به زمین نزدیک می‌شود، میدان الکتریکی به قدری قوی است که سبب تخلیه‌ای الکتریکی از زمین به طرف بالا می‌شود. این پدیده را کوبه‌ی بازگشت می‌گویند، و برق آذرخش وقتی کامل می‌شود که این کوبه به بخش جلوی تخلیه‌ی پله‌ای رو به پایین برسد. جریانی که در سطح زمین تولید می‌شود، می‌تواند به طور لحظه‌ای حتی تا حدود ۲۰۰۰۰A برسد. تمامی فرآیند آذرخش در حدود ۰/۲s طول می‌کشد. در پی روی دادن هر آذرخش معمولی، در حدود ۲۰ کولن بار منفی روی زمین ذخیره می‌شود، گرم شدگی هوای موجود در کانال تخلیه، منجر به تولید تندری می‌شود که با بیشتر آذرخش ها همراه است.

جو زمین خصوصیت در خور توجهی دارد که به سادگی جلب نظر نمی‌کند. اندازه‌گیری‌های دقیق نشان می‌دهد که در شرایط آب و هوایی خوب در سطح زمین، یک میدان الکتریکی وجود دارد که جهت آن رو به پایین و عمود بر سطح زمین است و مقدارش در حدود ۱۰۰v/m(N/c) است. مقدار این میدان در ارتفاعات بالاتر افت می‌کند، ولی با این حال این میدان اختلاف ولتاژی معادل حدود ۴۰۰٬۰۰۰v بین زمین و لایه‌ای از جو که در ارتفاع حدود ۵۰km قرار دارد و اساسا رساناست به وجود می‌آورد. اگر چه رسانندگی الکتریکی هوا نسبتاً ضعیف است، محاسبه نشان می‌دهد که این اختلاف ولتاژ بر اثر جریان نشتی ضعیفی که بین سطح زمین و لایه‌ی رسانای جو وجود دارد، می‌باید در کمتر از یک دقیقه از بین برود.

اکنون سئوال این است که این میدان الکتریکی که در هوای خوب هم وجود دارد، چگونه می‌تواند دوام بیاورد؟ پاسخ این است که آذرخش‌های (ابر –به – زمین) به طور پیوسته روی سطح زمین بار منفی بر جای می‌گذارند، و بدین سان این میدان را محفوظ نگه می‌دارند برای تحقق این امر، مجموعا در حدود ۲۰۰۰ آذرخش در هر دقیقه باید در سراسر کره‌ی زمین اتفاق بیفتد. بنابراین اثر کلی

آذرخش "ابر – به – زمین "این است که این جو خازن مانندی را که در آن زندگی می‌کنیم، بار دار نگه می‌دارد.
آذرخش می‌تواند به شکل‌های دیگری، غیر از آنچه در بالا شرح داده شد، نیز ظاهر شود. آذرخش گرمائی و ورقه‌ای عموما به وضعیت‌هائی گفته می‌شود که در آن‌ها ابرها با ظهور آذرخش درخشان می‌شوند، و این ابرها در بعضی مواقع به قدری دور هستند که تندر همراه آن‌ها شنیده نمی‌شود. آذرخش نواری و آذرخش دانه‌ای، به ترتیب، وقتی اتفاق می‌افتند که کانال تخلیه با زمین در خلال درخشش، آذرخش جابه‌جا یا تکه– تکه شود. شاید غیرعادی‌ترین شکل آذرخش، آذرخش گوی سان باشد که معمولا متشکل است از کره‌ای درخشان به قطر چند ده سانتیمتر که چند ثانیه‌ای توانائی حرکت دارد. هنوز توضیحی که در کل قابل قبول باشد، برای‌این نوع آذرخش وجود ندارد.

یادی از دکتر ابوالقاسم قلم‌سیاه



این طورکه در شناسنامه‌ام قید شده، من در دوم اسفند سال ۱۲۹۹ هجری شمسی در یک خانواده یزدی مقیم کرمان، در کرمان متولد شده‌ام. پدرم شغل آزاد داشت و مادرم خانه‌دار بود. آن‌ها از یک فرهنگ مذهبی خوبی برخوردار بودند؛ بخصوص مادرم که دختر امام جماعت یکی از قصبات یزد بود.
منزل ما در غرب کرمان، خارج از شهر، در محله‌ای به نام «چوپان محله» واقع شده بود. این خانه را پدرم از دایی‌ام خریده بود و یک منزل معمولی بود که در آن زندگی نسبتاً ساده‌ای داشتیم. پدرم در مجموع ۴ پسر داشت که یکی از آن‌ها فوت کرد و حالا من هستم و دوتا از دیگر برادرانم که یکی سرهنگ بازنشسته ارتش و دیگری در مشهد به تجارت مشغول است. از ۵ سالگی وارد مکتب‌خانه شدم. آن‌جا قرآن و گلستان سعدی را آموختم. نام سرپرست مکتب‌خانه را به‌یاد ندارم، ولی می‌دانم مرد مسنی بود و فکر می‌کنم معلمم بود. در ۷ سالگی به دبستان پهلوی وقت کرمان رفتم.
در آن زمان دوره دبستان نسبتاً مشکل بود. ما خیلی چیزها را می‌خواندیم و یاد می‌گرفتیم. سطح کار، بالا بود. حساب، هندسه، قرآن، عربی، فارسی، دستور زبان فارسی، علم الاشیا، دیکته، خط و کتاب شرعیات را ما به اندازه کافی می‌خواندیم.

یک روز آقای علی اصغر حکمت وزیر معارف (آموزش و پرورش فعلی) برای بازدید به کرمان آمده بود. او به همراه رئیس دبیرستان به سر کلاس ما آمد. در آن موقع من کلاس سوم دبیرستان بودم و درس تاریخ داشتیم آقای سید محمد هاشمی مدیر روزنامه بیداری کرمان دبیر ما بود. ایشان آدم باسواد و مطلعی بود و در یک دوره هم نماینده محلی شورای ملی شد. آقای حکمت از بچه‌ها سوالاتی می‌کرد که من در پاسخ به آن‌ها پیشقدم بودم. آقای علی اصغر حکمت توصیه کرد که دانش آموزان خوب را به دانشسرای مقدماتی که خودش پایه‌گذار آن بود بفرستند. و هدفش این بود که معلمان خوبی تحویل جامعه داده شوند.
دبیران دبیرستان هم مرا تشویق کردند که به دانشسرای مقدماتی رفتم و در آن جا شاگرد اول شدم در سال ۱۳۱۸ به دانشسرای عالی رفتم و برای ادامه تحصیل به تهران آمدم. در دانشسرای عالی استادان ما در فیزیک عبارت بودند از: مرحوم دکتر محمود حسابی، دکتر کمال الدین جناب، دکتر علی اصغر آزاد، دکتر خمسوی، مرحوم دکتر اسمعیل بیگی، دکتر محمدباقر محمودیان،
در سال ۱۳۲۲ از دانشسرای عالی در رشته فیزیک و شیمی به اخذ مدرک لیسانس نائل شدم و به منظور تدریس در شهر یزد (زادگاه اصلی پدر و مادرم) عازم این شهر شدم پس از این‌که از دانشسرای عالی فارغ التحصیل شدم، چون تعهد دبیری داشتم و یزدی‌های مقیم تهران هم علاقه مند بودند که من در یزد تدریس کنم، به‌یزد رفتم و در دبیرستان ایرانشهر (بزرگترین دبیرستان آن‌جا) مشغول تدریس شدم. دو – سه ماه در یزد بودم که با همسرم – که عموزاده‌ام بود ازدواج کردم و پسر بزرگ من در سال ۱۳۲۳ متولد شد. من خدمت سربازی انجام نداده بودم. در سال اول تدریس، وزارت معارف برای من معافی تحصیلی گرفته بود، اما نگران بودم که در سال‌های بعد با زن و بچه چگونه به خدمت سربازی بروم.
سال بعد اداره نظام وظیفه اعلام کرد متولدین ۱۲۹۹ از خدمت معاف‌اند. تا سال ۱۳۳۵ در یزد به تدریس مشغول بودم و از آن سال به تهران منتقل شدم و در تهران تا سال ۱۳۳۹ در دبیرستان‌ها تدریس می‌کردم تا از سوی آقای دکتر آزاد به دانشگاه تهران دعوت و به فرانسه اعزام شدم.
قرار بود که من ۶ ماه آن‌جا باشم، ولی به سبب تحقیقاتی طولانی که در آن‌جا کردم و آن‌ها خوششان آمد تا اخذ مدرک دکترای علوم فیزیک به مدت سه سال در آن‌جا بودم. در پایان این دوره تحصیلی، مرکز اتمی فرانسه نمی‌خواست که من به ایران برگردم و پیشنهاد حقوق زیادی کردند که آن‌جا بمانم به آن‌ها گفتم که ایرانی‌ام و بایستی به کشور خودم برگردم. رئیس لابراتوری که در آن‌جا کار می‌کردم، گفت: شما ناسیونالیست هستید. گفتم: ناسیونالیست معنی ندارد. من مدیون و بدهکار کشورم هستم. آن‌ها به من اجازه داده‌اند که بیایم این‌جا تحصیل کنم و الان تحصیلات من تمام شده است و باید به کشورم برگردم. اگر من این‌جا بمانم شما به من به عنوان فردی که از یک کشور عقب افتاده است نگاه می‌کنید. من باید به کشورم برگردم.
در سال ۱۳۴۲ به ایران برگشتم و چون عضو وزارت آموزش و پرورش بودم، می‌بایست به وزارت آموزش و پرورش می‌رفتم، ولی

آقای مصطفی زمانی با انتقال من به دانشگاه تهران موافقت کرد و گفت حیف است که شما این‌جا بمانید. شما بروید در دانشگاه خدمت کنید. در نتیجه من به مرکز اتمی دانشگاه تهران آمدم و به عنوان عضو پژوهشی این مرکز مشغول خدمت شدم. یک سال قبل از جدا شدن مرکز اتمی از دانشگاه تهران و تشکیل «سازمان انرژی اتمی ایران» من به پیشنهاد دانشکده علوم دانشگاه تهران عضو آموزشی این دانشگاه شدم و هنگام جدا شدن این سازمان از دانشگاه در سمت خودم باقی ماندم، تا سال ۱۳۶۴ که بازنشسته شدم. پس از بازنشستگی دوباره در سازمان انرژی اتمی، به عنوان مشاوره آموزشی مشغول به کار شدم که تاکنون نیز این همکاری ادامه دارد. البته در حال حاضر با دو سازمان دیگر نیز مشغول همکاری هستم، یکی مرکز تحقیقاتی و پژوهشی برنامه‌ریزی کتاب‌های درسی وزارت آموزش و پرورش و دیگری بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی ایران که ریاست آن‌ها به عهده آقای احمد بیرشک است.

در طول مدتی که شروع به کار کرده‌ام تاکنون در سه زمینه آموزش، پژوهش و تهیه و تدوین کتاب‌های علمی فعالیت داشته ام.

در زمینه آموزشی که تا حدود زیادی توضیح دادم، در بخش پژوهش نیز تعداد زیادی از دانشجویان فوق لیسانس کشور را به تحقیق و پژوهش در زمینه مجهولاتی که کشور ما با آن روبرو بوده است، تشویق کرده‌ام؛ مثل میزان رادیواکتیویته در هوا، آب باران، مواد غذایی، برگ گیاهان، برف، چای، حبوبات، گندم و برنج و آبهای معدنی. همچنین با همکاری ۱۰ دانشجوی فوق لیسانس روی تخصص خودم – یعنی کروماتوگرافی گازهای موجود در هوا – نیز کار کرده ام.

بخش سوم فعالیت‌هایم، در زمینه تهیه و تدوین کتاب‌های علمی است که یا به وسیله خودم و یا با همکاری وزارت آموزش و پرورش، دانشگاه تهران، سازمان انرژی اتمی و بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی به چاپ رسیده است. در مجموع من شبانه‌روز بیش از سه یا چهار ساعت نمی‌خوابم و بقیه اوقات مشغول فعالیت هستم. ان شاءالله این فعالیت‌ها برای جامعه مثمرثمر باشد.

من از جمله افرادی هستم که ذاتاً به معلمی علاقه دارند. حتی در دوران دانش آموزی هم شاگرد داشتم. تعدادی از دانش آموزان بودند که به آن‌ها درس می‌دادم و کمکشان می‌کردم. حتی کارنامه برایشان تنظیم کرده بودم و به آن‌ها نمره می‌دادم. خلاصه از بچگی شوق و ذوق معلمی داشتم و به همین جهت هم به دانشسرای مقدماتی رفتم. در نتیجه اگر با این تجربه نوجوان شوم باز هم معلمی را انتخاب می‌کنم. من هیچ وقت تقاضای مادی نداشته‌ام.

پیام من به جوانان این است که موفقیت در سایه سعی و تلاش و کوشش به دست می‌آید. جوانان ما باید ببینند چرا مردم ژاپن یا آلمان در جهان امروز که بر پایه تکنولوژی استوار است، موفق‌اند؟ من خودم در ژاپن بوده‌ام. زندگی مردم آن‌جا سراسر تلاش و کوشش است. کارکنان ادارات ژاپن حتی بیش از ساعات موظف خود کار می‌کنند و تقاضای اضافه دستمزد هم ندارند. آن‌ها تا کارشان تمام نشود به منزل نمی‌روند.

جوانان باید همواره در راه صحیح منطقی کوشش کنند و هدفشان این باشد که به مردم خدمت کنند و جامعه را بالا ببرند. آن‌ها مطمئن باشند مردم به افرادی که به آن‌ها خدمت می‌کنند، رو می‌آورند.

یکی از نکات مهم دیگر که باعث پیشرفت هر جامعه است، وجود یک نظم منطقی در آن جامعه است.

جوانان باید عادت کنند به کارهای خود نظم بدهند. در هرج و مرج هیچ وقت کارها سامان نمی‌یابد. متاسفانه جامعه ما همیشه دچار افراط و تفریط است. مردم عادت کرده‌اند بی برنامه حرکت کنند، در صورتی که اگر کمی‌به آن‌ها فشار بیاورند رعایت می‌کنند، ولی وقتی آن‌ها را آزاد می‌گذارند، خودشان این نظم را رعایت نمی‌کنند؛ البته این چیزی نیست که با نصیحت درست شود و همه افراد و سازمان‌ها اعم از خانواده، اجتماع، مدرسه و ... باید برای حل ضعف، تلاش عملی نمایند. به طور خلاصه ناآگاهی، بی‌نظمی، کاهل کوشی و زیاده طلبی عوامل موثر رکود یک جامعه‌اند و جوانان باید تلاش کنند که با این نکات منفی مقابله نمایند و همواره برای رشد جامعه خود تلاش کنند.

- فهرست کتاب‌های استاد ابوالقاسم قلم‌سیاه :۱- زندگینامه علمی‌دانشوران ۲- مکانیک برکلی ۳- فرهنگ علم ۴ - مبانی راکتورهای هسته‌ای ۵- فرهنگ اندیشه نو ۶- فیزیک (۱) سال اول مرکز تربیت معلم ۷- فیزیک دوره‌های نظری ۶ جلد ۸- مکانیک سال چهارم ریاضی فیزیک ۹- اندازه‌گیری رادیواکتیوتیه طبیعی هوای تهران ۱۰- حفاظت رادیولوژیکی محیط زیست ۱۱- مقالات متعدد درسی برای دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد

نویسنده: اسفندیار معتمدی

گزارش همایش یک‌روزه دبیران فیزیک استان فارس

همایش یک روزه دبیران فیزیک استان فارس در تاریخ ۸۹/۸/۲۰ از ساعت ۹ الی ۱۷ با شرکت نزدیک به ۴۰۰ نفر از دبیران فیزیک استان در تالار سعدی مجموعه‌ی آموزشی،رفاهی فرهنگیان فارس برگزار شد.

این همایش حاصل تلاش و همدلی انجمن معلمان فیزیک و گروه آموزشی فیزیک استان فارس بود که با استقبال خوب همکاران نیز مواجه شد هدف این همایش که با حضور جناب آقای روح... خلیلی بروجنی مؤلف محترم کتاب‌های درسی برگزار شد بررسی کتب درسی و ارائه پیشنهادات و رفع اشکالات دبیران محترم بود.

در ابتدای برنامه آقای مصطفی نژادیان رئیس شورای اجرائی انجمن به حاضران خیرمقدم گفت و آقای زارعی کارشناس مسئول گروه‌های آموزشی استان ضمن بیان نکاتی در رابطه با سئوالات امتحان نهائی فیزیک سوم تجربی و ریاضی سال گذشته، گزارش کوتاهی از بررسی نتایج این امتحان در استان ارائه داد و دبیران فیزیک را به طراحی هر چه بهتر سؤال‌های امتحانی و مفهومی‌کردن سؤالات تشویق نمود.

در این همایش آقای خلیلی موضوعاتی مانند روش‌های تدریس و سنجش و رویکردهای جدید در این مورد را بررسی کردند. ضمنا، یک نرم افزار جدید که شامل چند هزار انیمیشن و فیلم و آزمایشگاه و تدریس کامل کتب درسی دوره‌ی چهارساله‌ی متوسطه بود و سرکار خانم اطمینان در طی چند سال جمع آوری کرده به دبیران فیزیک معرفی شد با توجه به هزینه‌های زیادی که برای تهیه آن شده امید است که وزرات آموزش و پرورش با پشتیبانی از این کار زمینه انجام کارهای بیشتر از این دست را فراهم کند.

قسمت دیگر برنامه‌ی همایش معرفی دست ساخت‌های جدید توسط آقای مختاری دبیر فیزیک ناحیه‌ی ۳ شیراز بود. ایشان سال‌های بسیار به ساخت وسایل کمک آموزشی قابل استفاده در کلاس درس مشغول است و اخیرا نیز کارگاه کوچکی در منزل خود برای این کار راه انداخته است همکاران محترم می‌توانند تعدادی از آزمایش‌های انجام گرفته با این وسایل را در سایت انجمن فیزیک فارس به آدرس www.amff.ir ببینند. امیدواریم با حمایت از اقدامات‌ایشان زمینه‌ی استفاده‌ی دیگر همکاران از دست ساخته‌های‌ایشان فراهم شود.

در این همایش از طرف گروه آموزشی فیزیک استان از دست اندرکاران نشریه آذرخش تقدیر شد و هدایائی به آقایان رزمکن، معصومی، احمد توحیدی، مصطفی نژادیان، بهمنی و شهاب زاده اهدا شد. قسمت آخر برنامه نیز به رفع اشکال دبیران اختصاص داشت.

گزارش برگزاری دومین همایش دبیران فیزیک استان فارس

در این جلسه ابتدا قسمت بارش فکر توسط آقایان معصومی و رزمکن در قالب پاسخ و پرسش توسط کلیه‌ی شرکت کنندگان انجام شد بعضی از سؤالات مطرح شده همراه با پاسخ در همین شماره چاپ شده است.

بدنبال آن سخنرانی علمی آقای دکتر گلشن در رابطه با کامپیوترهای نسل‌آینده که بر مبنای مکانیک کوانتومی ساخته می‌شوندایراد گردید.

در پایان آقای یزدانی چند آزمایش جذاب را ارائه داد و آقای مختاری دست ساخته‌های جدید خود را که در قالب یک نمایشگاه به همکاران عرضه نموده بود، معرفی کرد گزارشی از کارایشان همراه با عکس‌های این دست ساخته‌ها را در این شماره‌ی مجله مشاهده کنید.

در این جلسه آقای مصطفی نژادیان رئیس شورای اجرائی در رابطه با دو جشنواره فیزیک که یکی توسط اتحادیه و دیگری توسط انجمن فیزیک فارس برگزار می‌شود توضیحاتی ارائه داد و همکاران را به شرکت در این دو همایش تشویق کردند. اطلاعیه‌ی جشنواره کشوری به مدارس رسیده و اطلاعیه‌ی جشنواره‌ی خلاقیت و نوآوری‌های آموزشی در سایت وجود دارد ضمنا مهلت ارسال آثار تا پایان فروردین تمدید شده است.

همچنین با توجه به برگزاری مجمع عمومی‌انجمن در اردیبهشت ۹۰ (۹۰/۲/۲۳) که در آن انتخابات شورای اجرائی پنجم و بازرسان انجام می‌شود همکاران به حضور در مجمع و کاندیدا شدن برای بازرسان و شورای اجرائی دعوت شدند تا انشا... دوره بعدی با حضور افراد تازه نفس‌تر انجمن بتواند گام‌های بلندتری بردارد.

دراین جلسه از ۳ نفر از دبیران استان آقایان بابک حیدری و پوریا خادم الحسینی و خانم مریم بقائی هکی که در جشنواره کشوری ۸۹ در قسمت فیلم یک دقیقه‌ای و عکس مقام اول را کسب نموده بودند تقدیر شد امیدواریم امسال نیز شاهد درخشش دبیران استان باشیم.

مشهورترین عکس دنیای فیزیک

حاضران درعکس، از راست به چپ

ردیف سوم (ایستاده): لئونبریلوئین- رالفاولر- ورنرهایزنبرگ (نوبلفیزیک ۱۹۳۲)-ولفگانگپائولی(نوبلفیزیک۱۹۴۵)- ژولزامیلورشافلت - اروینشرودینگر (نوبلفیزیک ۱۹۳۳)-تئوفیلدی‌داندر-ادواردهرزن- پلاهرنفست- امیلهنریوت- آگوستپیکارد

ردیف دوم: نیلزبوهر (نوبلفیزیک ۱۹۲۲)- مکسبورن (نوبلفیزیک ۱۹۵۴) - لوییسدی‌بروگلی (نوبلفیزیک ۱۹۲۹)- آرتورکامپتون (نوبلفیزیک ۱۹۲۷) - پلدیراک (نوبلفیزیک ۱۹۳۳)-هنریککرامرز - ویلیامبراگ (نوبلفیزیک ۱۹۱۵) مارتیننادسن - پیتردبیه (نوبلشیمی ۱۹۳۶)

ردیف اول: اوونریچاردسون (نوبلفیزیک ۱۹۲۸)- چارلزویلسون (نوبلفیزیک ۱۹۲۷)-چارلزگویه - پللانگه‌وین- آلبرتاینشتین (نوبلفیزیک ۱۹۲۱) - هنریکلورنتز (نوبلفیزیک ۱۹۰۲)- ماریکوری (نوبلفیزیک ۱۹۰۳ و نوبلشیمی ۱۹۱۱)- مکسپلانک (نوبلفیزیک ۱۹۱۸)- اروینگلنگ‌مویر (نوبلشیمی ۱۹۳۲).

همس‌های همایش دبیران فیزیک