جایزه‌ی نوبل فیزیک سال ۲۰۱۱

آدم جی رایس

براین پی اشمیت

سال پیموتر

نیمی از جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۱۱ به" سال پیموتر " و نیم دیگر آن به "براین پی اشمیت و آدم جی رایس" می‌رسد که در کشف انبساط شتابدار کیهان از راه رصد کردن ابرنواخترهای دوردست مشارکت

داشته‌اند.

نوشته در ستارگان

" کسی می‌گوید جهان یک روز در آتش پایان می‌گیرد و کسی دیگر می‌گوید در یخ " رابرت فراست شاعر آمریکایی

سرنوشت کیهان چیست؟

اگر کار برندگان نوبل ۲۰۱۱ را بپذیریم جهان در پایان یخ می‌زند . آنچه آنان دیده‌اند مانند آن است که گلوله‌ای به هوا پرتاب شود و به جای بازگشتن به زمین به تندی در آسمان ناپدید شود ، گوئی گرانش نمی‌تواند مسیر بازگشت گلوله را تعیین کند . در کلکیهان هم با چنین رویدادی رو به روئیم .

آهنگ رو به افزونی انبساط کیهان بر این نکته دلالت دارد که گوئی گونه‌ای انرژی نهفته در بافت فضا ذرات آن را از هم دور می‌کند .
" انرژی تاریک " بخش بزرگی از کیهان را تشکیل می‌دهد ، چیزی در حدود ٪۷۰ و این نکته معمائی است که شاید بزرگترین معمای فیزیک امروز باشد . پس جای شگفتی نیست اگر نتایج همسان دو گروه متفاوت در سال ۱۹۹۸ بنیادهای کیهان شناسی را به لرزه در آورده باشد .

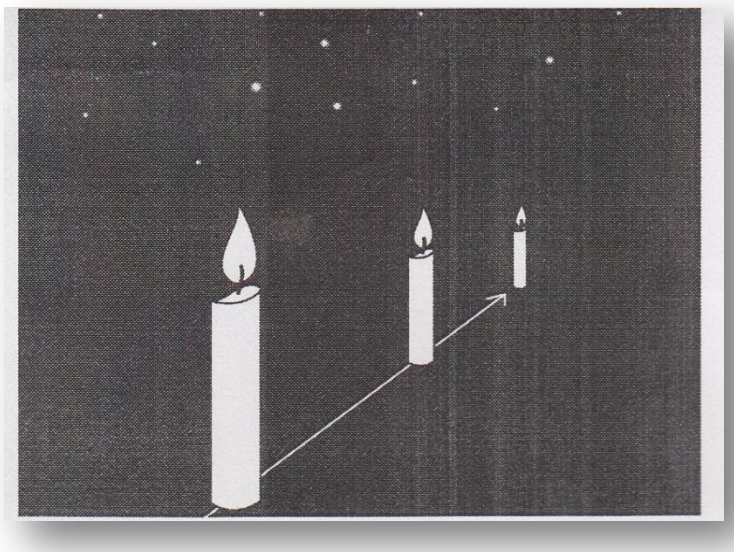
سال پریموتر رهبر یکی از دو گروه پژوهش بود که در سال ۱۹۸۸ با عنوان " برنامه‌ی کیهان‌شناسی ابر نواختر " آغاز به کار کرد .
"بران اشمیت " رهبر گروه دیگر بود که در پایان سال ۱۹۹۴ برنامه‌ی همسانی را با عنوان " گروه پژوهش ابر نواختر Z بالا " اجرا کرد و" آدم رایس " در این گروه نقشی تعیین کننده بر عهده داشت .
این دو گروه برای تعیین نقشه‌ی کیهان از راه یافتن دورترین ابر نو اختر و انفجار ستاره در فضا پیش می‌رفتند . دانشمندان امیدوار بودند با تعیین فاصله‌ی ابر نواخترها و به دست‌آوردن سرعت دور شدن آنها ازما ، بتوانند سرنوشت کیهان را تعیین کنند . آنان انتظار داشتند به نشانه‌هائی از کند شدن انبساط کیهان دست پیدا کنند که به توازنی میان آتش و یخ اشاره داشته باشند . اما برعکس ، دریافتند که آهنگ انبساط کیهان رو به افزایش است .

کیهان بزرگ می‌شود:

این دستاورد نخستین رویدادی نیست که در آن ، یک کشف اختر شناختی به زیرورو کردن اندیشه‌های ما درباره‌ی کیهان می‌انجامد . صد سال پیش کیهان جائی آرام و آشتی‌جو تصور می‌شد که از کهکشان راه شیری بزرگتر نبود . ساعت کیهان شناختی به صورتی مطمئن و پایدار تیک تاک می‌کرد و کیهان جاودانه بود . ولی این تصویر خیلی زود با یک دگرگونی ریشه‌ای، دگرگون شد .

در آغاز سده‌ی بیستم "هنری‌یتا سوان لی‌ویت " اخترشناس آمریکائی راهی برای اندازه‌گیری فاصله‌ی ستارگان دور پیدا کرد . در آن هنگام زنان اخترشناس از دستیابی به تلسکوپ‌های بزرگ بی‌بهره بودند ، ولی در کار پر زحمت تحلیل لوحه‌های عکاسی مشارکت داده می-شدند . " هنرییتالی‌ویت " به بررسی هزاران تپ اختری پرداخت که کوتوله‌های سپید خوانده می‌شدند و دریافت که هرچه درخشنده‌تر باشند تپ‌هایشان طولانی‌تر است و با این اطلاعات توانست درخشندگی ذاتی این کوتوله‌ها را محاسبه کند .

اگر تنها فاصله‌ی یکی از این کوتوله‌های سفید معلوم باشد ، می توان فاصله تا دیگر آنها را به دست آورد ، چون هرچه کم نورتر باشند به همان نسبت دورترند . مفهوم شمع استاندارد موثق مطرح شدکه به صورت نخستین علامت روی متر کیهانی ، امروز هم از آن یاری گرفته



می‌شود .

اختر شناسان با بهره‌گیری از کوتوله‌های سپید به این نتیجه رسیدند نور استاندارد با درخشندگی پایدار برای اندازه‌گیری فاصله‌ی میان ستارگان که راه شیری تنها یکی از بی شمار کهکشان‌های کیهان است . اختر شناسان دهه‌ی ۱۹۲۰ در کوه ویلسن در کالیفرنیا به بزرگترین تلسکوپ آن روزی جهان ، دسترسی یافتند و توانستند نشان دهند که تقریباً همه‌ی کهکشانها در حال دور شدن ازما هستند . آنان به بررسی انتقال سرخ پرداختند که به منابعی مربوط می‌شود که از ما دور می‌شوند . در این شرایط طول موج نور کش می‌آید و نور قرمزتر دیده می‌شود . معلوم شد که کهکشان‌ها از ما و از خودشان دور می-شوند و هرچه دورتر می‌روند سرعت حرکتشان بیشتر می‌شود این نکته قانون هابل نامیده شد .

آمدن و رفتن ثابت کیهان شناختی:

آنچه در فضا دیده شد با محاسبات نظری پیش‌بینی شده بود . طبق نظر اینشتین که در ۱۹۱۵ به صورت نظریه‌ی عمومی گرانش عرضه شد کیهان می‌بایست یا گسترش بیابد و یا کوچک شود . ده‌سالی طول کشید تا موضوع فرار کهکشان‌ها کشف شود . حتا اینشتین هم نمی‌توانست با اندیشه‌ی ایستا نبودن کیهان کنار بیاید و برای جلوگیری از انبساط نا خواسته‌ی کیهان ثابتی به نام "ثابت کیهان شناختی " به معادلات خود افزود ولی بعداً وارد کردن این ثابت را خطائی بزرگ دانست . رصدهای فاصله‌ی زمانی ۱۹۹۸-۱۹۹۷ که به بردن نوبل ۲۰۱۱ انجامید نشان می‌دهند که این ثابت که به دلیلی نادرست به معادلات افزوده شده است ، بسیار جالب است .

کشف انبساط کیهان نخستین گام مانع شکن به سوی دیدگاه استاندارد پیدایش کیهان ۱۴ میلیارد سال پیش در رویداد مهبانگ بود که نقطه‌ی آغاز زمان مکان شمرده می‌شود . از آن هنگام به بعد کیهان در حال گسترش بوده است و کهکشان‌های آن مانند کشمش-های درون کیک کشمشی در تنور از هم دور می‌شوند ، ولی تا کجا ؟

ابرنو اختر – اندازه‌ی جدید کیهان :

اینشتین پس از دست برداشتن از ثابت کیهان شناختی و پذیرفتن اندیشه‌ی کیهان نا ایستا ، شکل هندسی کیهان را به سرنوشت آن ربط داد ، کیهان باز است یا بسته ، یا چیزی میان این دو حالت ، کیهان تخت ؟

در کیهان باز نیروی گرانش ماده آنقدر قوی نیست که بتواند جلو گسترش کیهان را بگیرد . ماده همواره رقیق می‌شود و به فضای بزرگتر و سردتر و تهی‌تر بدل می‌شود . اما در کیهان بسته نیروی گرانش می‌تواند جلو گسترش کیهان را بگیرد و حتا آن را درهم فشرده و داغ کند و باعث ایجاد فشردگی شود . اما بیشتر کیهان-شناسان زندگی در ساده‌ترین و از لحاظ ریاضی خوش‌ساخت‌ترین کیهان را ترجیح می‌دهند ، یعنی کیهان تخت که در آن پدیده‌ی گسترش رو به کاهش دارد . پس کیهان در نهایت نه به یخ تبدیل می‌شود و نه به آتش ، ولی چاره‌ای نیست چون وجود ثابت کیهان شناختی بدان معناست که گسترش به گونه‌ای شتابدار ادامه می‌یابد ، حتا اگر تخت باشد .

برندگان نوبل ۲۰۱۱ در پی اندازه‌گیری آهنگ کاهش گسترش کیهان بودند . روش کار آنان در اصل همان روش کار اخترشناسان شصت سال پیش بود : تعیین جای ستارگان دور و اندازه‌گیری آهنگ جابه-جائی آنها ، البته گفتن این نکته راحت ولی انجام دادن آن دشوار بود . از زمان اظهارنظر هنری یتا لی‌ویت ، کوتوله‌های سپید بسیار دیگری در فاصله‌های دورتر رصد شدند . ولی کوتوله‌های سپید از فاصله‌هائی چون میلیاردها سال نوری دیده شدنی نیستند . برای این کار متر بزرگتری لازم بود .

ابر نواخترها یعنی انفجارهای ستاره‌ای به صورت شمع استاندارد در آمدند . تلسکوپ های پیچیده‌تر یرروی زمین و در فضا و نیز کامپیوترهای قدرتمند قطعه‌های جدیدی به خورجین کیهانشناسی افزودند . حسگرهای تصویر برداری دیجیتال و دستگاه‌های شارژ جفتی یا CCD ها که اختراع برندگان نوبل ۲۰۰۹ بودند وارد میدان شدند .

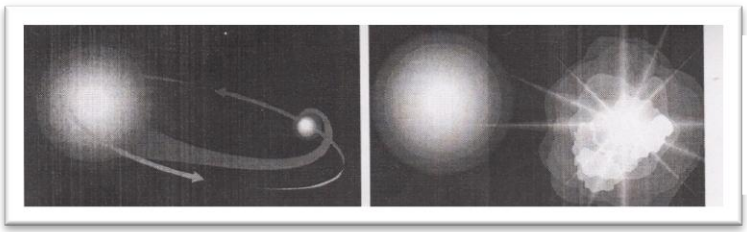
کوتوله‌های سپید در حال گسترش:

تازه‌ترین ابزار اختر شناسی ، گونه‌ی ویژه‌ای از انفجار ستاره یعنی ابر نو اختر Ia است .

این گونه ابر نواخترها طی چند هفته به اندازه‌ی کل کهکشان نور گسیل می‌کنند و خود حاصل انفجار ستاره‌ای پیر و بسیار فشرده‌اند به سنگینی خورشید ولی به کوچکی زمین و کوتوله‌ی سپید خوانده می-شوند و انفجار هم آخرین گام چرخه‌ی زندگی آن‌ها است .

کوتوله‌های سپید هنگامی ایجاد می‌شوند که در هسته‌ی ستاره انرژی وجود ندارد . چون همه‌ی هیدرژن و هلیوم آن در واکنش‌های هسته-ای سوخته است و تنها کربن و اکسیژن آن بر جا مانده است . خورشید ما هم در آینده‌ی دور کم نور و سرد می‌شود و به صورت کوتوله‌ی سپید به پایان سرنوشت خود می‌رسد .

سرنوشت بسیار مهیج‌تری در انتظار کوتوله‌ی سپید است که یکی از دو عنصر یک مجموعه‌ی ستاره‌های دوتایی است . در این نورد ، گرانش قدرتمند کوتولوی سپید ، گازهای ستاره‌ی دیگر یعنی جفت خود را جذب می‌کند ، ولی هنگامی که جرم آن به ۱/۴ برابر جرم خورشید می‌رسد دیگر نمی‌تواند خو را همپیوند نگه دارد و هسته‌ی آن به قدری داغ می‌شود که واکنش‌های همجوشی در آن آغاز می-شود و ستاره طی چند ثانیه از هم می‌پاشد



تصویر ۳ : گسترش ابرنواختر : کوتولوی سپید با گرانش خود گازهای همسایه را می‌رباید و هنگامی که جرم آن به ۱/۴ برابر جرم خورشیدی می‌رسد به صورت ابرنواختر Ia در می‌آید .

فرآیند همجوشی هسته‌ای باعث گسیل تابش قدرتمندی می‌شود که در چند هفته‌ی نخست پس از انفجار به شدت افزایش می‌یابد و پس از چند ماه کاهش می‌یابد . از این رو برای یافتن ابرنواختر باید شتاب کرد چون انفجار بسیار کوتاه مدت است .

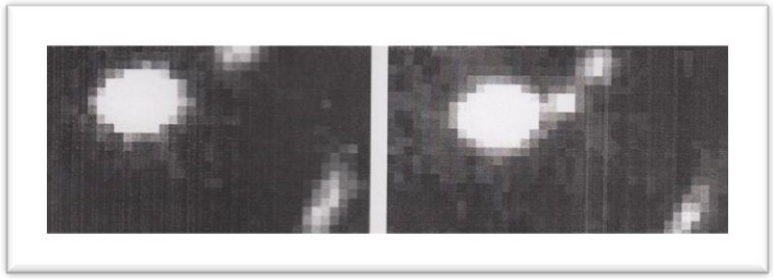
در کیهان مرئی در هر دقیقه ۱۰ ابرنواختر Ia ایجاد می‌شود . ولی کیهان بسیار بزرگ است و در کهکشان در هر هزار سال تنها یک یا دو انفجار ابرنواختری روی می‌دهد . خوشبختانه در سپتامر ۲۰۱۱ در کهکشانی نزدیک به خرس بزرگ انفجاری از این دست روی داد که حتا با دوربین‌های دوچشمی معمولی دیده می‌شد .

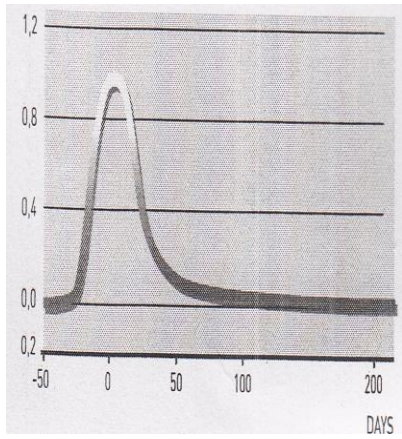
نتیجه‌ی بهت‌آور:

دو گروه رقیب می‌دانستند که برای دیدن ابرنواخترهای دور باید تصویرهای دو بخش کوچک آسمان را که به اندازه‌ی یک ناخن در فاصله‌ی یک دست هستند با هم مقایسه کنند . نخستین تصویر باید پس از دیدن هلال ماه‌نو و دومین تصویر سه هفته بعد پیش از آن که مهتاب نور ستاره را ضعیف کند برداشته شوند . امید آن است که با یافتن نقطه نورانی کوچکی به اندازه‌ی یک پیکسل در تصویر CCD به نشانه‌ای از یک نواختر در کهکشان دور دست پیدا کنند . برای حذف انحراف‌های موضعی تنها از ابرنواخترهایی بهره گرفته می‌شود که در $\frac{۱}{۳}$ فاصله کهکشان مرئی باشند .

پژوهشگران با دشواری‌های دیگری هم سروکار داشتند . ابرنواخترهای نوع Ia آنقدر که در نگاه نخست به نظر می‌رسید ، اتکاپذیر نبودند و انفجارهای پر نورتر ، کندتر به پایان می‌رسیدند . افزون بر اینها نور ابرنواخترها باید از نور زمینه‌ی کهکشانشان بیرون کشیده می‌شد . کار مهمتر دیگر به دست‌آوردن درخشندگی درست بود . غبار درون کهکشانی میان ما و ستاره باعث تغییر نور آن می‌شود و بر نتایج محاسبه‌ی بیشینه‌ی درخشندگی ابرنواختر اثر می‌گذارد .

تعقیب ابرنواخترها هم محدوده‌های علم و فناوری و هم محدوده‌های سازماندهی کار را به چالش می‌گیرد . نخست ، می‌بایست نوع درستی از ابرنواختر پیدا شود . دیگر آن‌که انتقال سرخ و درخشندگی می-بایست اندازه‌گیری شود . منحنی نور باید تحلیل شود تا بتوان آن را با انواع مشابهی از ابرنواخترهای دیگر در فاصله‌ی معین مقایسه کرد . این‌کار به شبکه‌ای از دانشمندان نیاز دارد که بتوانند به سرعت تصمیم بگیرند که آیا یک ستاره‌ی معین برای رصد شدن مناسب است یا نه . این گروه باید بتواند از تلسکوپ‌های گوناگون بهره بگیرند و بدون تأخیر ، وقت کافی برای رصد کردن داشته باشد که گاه ممکن است چندین ماه به درازا بکشد . کارها باید به سرعت انجام شود چون ابرنواخترها به تندی ناپدید می‌شوند ، گاهی مسیر پژوهش دو گروه، با هم برخورد می‌کرد .

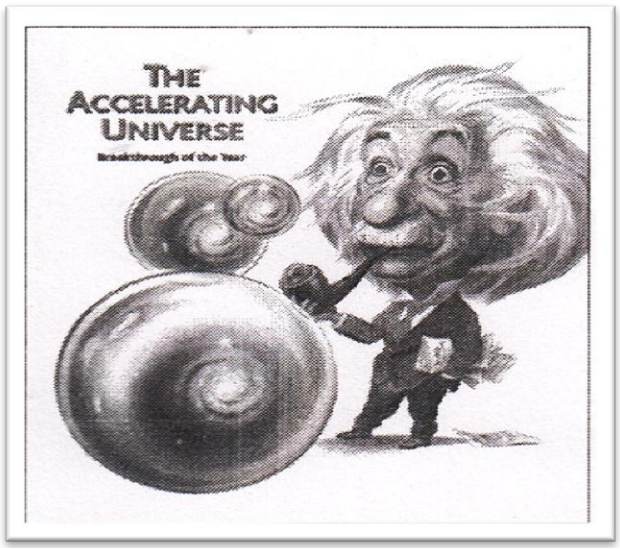




تصویر ۴: ابرنواختر ar ۱۹۹۵ دو تصویر از یک قطعه‌ی کوچک آسمان که به فاصله‌ی سه هفته برداشته شده‌اند . بعد در تصویر دوم یک نقطه‌ی نورانی کوچک کشف شد . موقعیت آن به عنوان ابرنواختر نوع Ia پس از بررسی منحنی نور آن مشخص شد . یک ابرنواختر نوع Ia می‌تواند به اندازه‌ی یک کهکشان نور گسیل کند . منحنی نور همه‌ی ابرنواخترهای نوع Ia یکسان است . بیشینه‌ی نور در چند هفته‌ی نخست گسیل می‌شود .

شمار دست‌اندازهای بالقوه بسیار بود ولی دانشمندان در عمل با واقعیت رسیدن به یک نتیجه‌ی حیرت‌انگیز دلگرم می‌شدند و کلاً ۵۰ ابرنواختر پیدا کردند که نورشان از آنچه انتظار می‌رفت کمتر بود . اگر گسترش کیهانی کند شود ابرنواخترها باید درخشنده‌تر جلوه کنند ، و با افزایش سرعت دور شدن ، کم نور شوند . نتیجه‌ی حیرت‌آور آن بود که گسترش کیهان کند نمی‌شود و برعکس شتاب می‌گیرد . (از اینجا تا ابدیت)

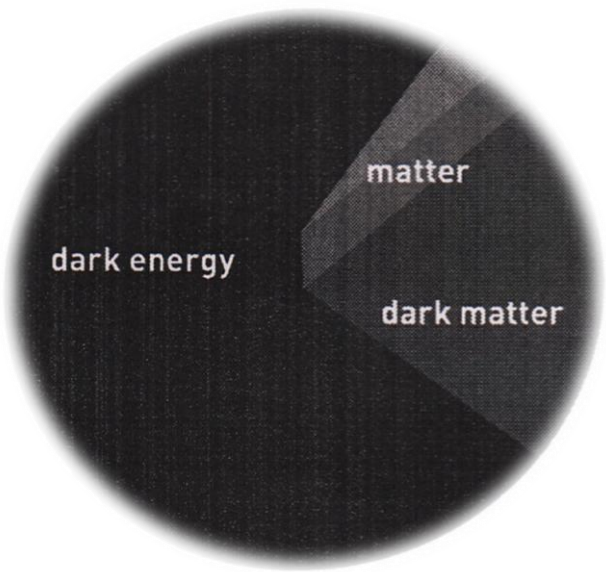
پس چه چیزی سرعت کیهان را بالا می‌برد ؟ " انرژی تاریک " که چالشی است برای فیزیکدانها و معمائی است که تاکنون کسی نتوانسته است آن را بگشاید . نظرهای گوناگونی درباره‌ی آن داده شده است . ساده‌ترین نظر آن است که باید بار دیگر ثابت کیهان شناختی اینشتین را که خود او آن را رد کرد وارد محاسبات کنیم . اینشتین این ثابت را به منزله‌ی نیروی پادگرانشی در نظر می‌گرفت که برای حفظ ایستایی کیهان با نیروی گرانش مخالفت می‌کرد . ولی امروز این ثابت برای شتاب دادن به گسترش کیهان در نظر گرفته می‌شود . البته ثابت کیهان‌شناختی در طول زمان بی‌تغییر می‌ماند. هنگامی که ماده و گرانش آن طی میلیاردها سال به خاطر گسترش کیهان رقیق می‌شوند ، انرژی تاریک چیره می‌شود . به نظر دانشمندان این نکته نشان می‌دهد که چرا ثابت کیهان‌شناختی این قدر دیر یعنی تنها پنج تا شش میلیارد سال پیش به تاریخ کیهان وارد شد . درآن هنگام نیروی گرانش ماده در ارتباط با ثابت کیهان شناختی به حد کافی ضعیف شده بود . تا آن هنگام گسترش کیهان در حال کند شدن بود سرچشمه‌ی ثابت کیهان‌شناختی می‌توانست در خلأ باشد ، یعنی در فضای تهی که به موجب فیزیک کوانتومی هرگز یکسره تهی نیست . خلأ سوپ کوانتومی جوشانی است که در آن ، ذره‌های مجازی ماده و پادماده به درون و بیرون هستی غلیان می‌کنند و بر انرژِی می‌افزایند . اما ساده‌ترین برآورد از مقدار انرژی تاریک به هیچ‌روی به میزانی که در فضا اندازه‌گیری شده است یعنی در حدود 10^{120} برابر ربط ندارد . این امر شکاف غول‌آسای توضیح ناپذیر میان نظریه و مشاهده را نشان می‌دهد . توجه داشته باشید که تعداد شن‌های تمام سواحل جهان تنها 10^{20} عدد است



تصویر ۵ : در شماره‌ی دسامبر ۱۹۹۸مجله‌ی science ، گسترش شتابدار کیهان " پیروزی سال " خوانده شد . در روی جلد مجله اینشتین به ثابت کیهان‌شناختی خود نگاه می‌کند که بار دیگر به جبهه‌ی مقدم کیهان‌شناسی بازگشته است .

شاید انرژی تاریک اصلاً ثابت نباشد و با گذشت زمان دگرگون شود . شاید یک میدان نیروی ناشناخته گاهگاهی انرژی تاریک تولید می‌کند . در فیزیک این‌گونه میدانهای نیرو(quinfessence) خوانده می‌شوند که نام یونانی عنصر پنجم است . عنصر پنجم می‌تواند سرعت کیهان را زیاد کند ، ولی تنها گاهگاهی . از این رو پیش‌بینی سرعت کیهان ناممکن است .

انرژی تاریک هرچه باشد ، باید در همین‌جا بماند چون به خوبی با معمای کیهان شناختی که فیزیکدان‌ها و اخترشناسان مدتهای درازی روی آن کار کرده‌اند جور است . به موجب توافق‌های امروزی در حدود سه چهارم کیهان را انرژی تاریک تشکیل می‌دهد و بقیه‌ی آن ماده است . ولی ماده‌ی معمولی یعنی ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی کهکشان‌ها و ستاره‌ها و بدن انسان و گلها تنها ٪۵ کیهان را تشکیل می‌دهد و ٪ ۲۵ باقیمانده هم " ماده‌ی تاریک" است که از ما پنهان می‌ماند .



تصویر ۶ : " کیهان " این کشف دلالت دارد که سه چهارم کیهان را شکل ناشناخته‌ای از انرژی به نام انرژی تاریک تشکیل داده است که همراه با ماده‌ی تاریک ٪۹۵ کیهان را تشکیل می‌دهند . تنها ٪ ۵ کیهان از ماده‌ی معمولی تشکیل شده است .

ماده‌ی تاریک هم در کیهان عمدتاً ناشناخته ی ما ، راز و رمزی دیگر است ومانند انرژی تاریک نامرئی است و ما هردو را به خاطر اثرشان می‌شناسیم ، یکی از آنها می‌راند و دیگری می‌رباید و تنها وجه اشتراک آنها " تاریک " بودنشان است .
پس یافته‌های برندگان نوبل ۲۰۱۱ به آشکارسازی کیهان یاری رسانده است که ٪۹۵ آن برای علم ناشناخته است و بار دیگر می‌توان گفت هر چیزی ممکن است .

زندگی و کارنامه استاد دکتر مهدی گلشنی

دکتر سیّد حُجّتُ الحقّ حُسینی
مهدی گلشنی،در اول بهمن ماه ۱۳۱۷خورشیدی.در اصفهان زاده شد.او دوره‌های دانش آموزی دبستانی و دبیرستانی را در زادگاهش اصفهان سپری کرد. در همان زمان، دانش های ادبی(فارسی و عربی)، منطق، حکمت الهی واندیشه ورزی(فلسفه) را در حوزه ی علمیّه و مدرسه چهارباغ آموخت. سپس، دوره کارشناسی فیزیک را در گروه فیزیک دانشکده علوم دانشگاه تهران گذراند و با رتبه نخست در گروه فیزیک و هم چنین،دانشکده علوم دانش آموخته شد. او، چندی در مرکز اتمی دانشگاه تهران کار کرد، تا اینکه برای کارشناسی ارشد و دوره دکتری به دانشکده فیزیک دانشگاه برکلی در ایالات متحده سفر کرد. در ۱۳۴۸خ. با دریافت دانشنامه دوره دکتری در فیزیک نظری(ذره های بنیادی و کیهان شناسی)، به ایران برگشت. موضوع پایان نامه ایشان،«نظریه برخورد» و استاد راهنمای ایشان پروفسور واتسون(Watson) بوده است.
استاد دکترگلشنی، در ۱۳۴۹خ. استادیار دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف شد. سپس،در زمان ریاست دکتر سید حسین نصر بر دانشگاه،به ریاست انتخابی دانشکده فیزیک(۵۴-۱۳۵۲خ.) رسید. درسنامه های **الکتریسیته و مغناطیس، فیزیک مدرن، فیزیک ذرّه های بنیادی، فیزیک اتمی و هسته ای،** همگی دراین دوران نوشته شده اند.
او، برای بهره گیری از فرصت مطالعاتی، از آغازسال۱۳۵۵خ. به دانشگاه پنسیلوانیای امریکا رفت و ۱۸ماه در آنجا زندگی کرد. پس از بازگشت، معاونت آموزشی و دانشجویی دانشگاه را تا آمرداد ماه ۱۳۵۹خ. عهده‌دار بود.
از کارهای گسترش دانشی استاددکتر گلشنی، کوشندگی برای نوسازی و از سرگیری فعالیت های انجمن فیزیک ایران(۱۳۶۳خ.) عضویت در هیئت مدیره آن برای چندین دوره و برگزاری سخنرانی های دانشی در گستره ذرّه‌های بنیادی و کیهان‌شناسی و اندیشه ورزانه (فلسفی)در همایش‌های انجمن گفتنی است.

ایشان، دوباره در سال های۶۸-۱۳۶۶خ مدیریت دانشکده فیزیک را پذیرفت و کوششی پیگیرانه را برای بنیان‌گذاری دوره دکتری فیزیک در دانشگاه صنعتی شریف دنبال کرد.سرانجام، در آبان ماه۱۳۶۷خ. با حضور استاد دکتر محمد عبدالسلام(فیزیکدان نامدار مسلمان و برنده جایزه نوبل فیزیک در۱۳۵۸خ)، نخستین دوره دکتری فیزیک در ایران راه اندازی شد.
از دیگر کارهای استاد دکتر گلشنی ،همکاری در برنامه ریزی و راه اندازی مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات(۱۳۶۸ خ.)، همچنین، تشکیل هسته پژوهشی فیزیک در آنجاست . این مرکز هم اکنون با نام پژوهشگاه دانشهایبنیادی ، فعالیتمیهنی و جهانی دارد.
با پایه‌گذاری فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران در ۱۳۶۹ خ.استاد دکتر گلشنی عضو پیوسته آنجا شد و ریاست گروه علوم پایه فرهنگستان را به عهده گرفت. در ماه‌های پایانی همین سال ،مدیریت گروه علوم پایه در معاونت پژوهشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و نیز، مدیریت کمیته علوم پایه در شورای عالی برنامه ریزی آن وزارت خانه را پذیرفت. برنامه ریزی، ساماندهی و مدیریت علمی «سمینار فلسفه و روش شناسی علوم تجربی» (۱۳۶۹ خ.) با استاد دکتر گلشنی بوده است.
ایشان، در آبان ماه ۱۳۷۲ خ. به ریاست پژوهشگاه علوم انسانی ومطالعات فرهنگی، رسید و از آن پس،کوشش بسیار مردانه وپیگیری را برای گسترش و افزایش چگونگی دانش های انسانی با کارایی و روزآمدی در پهنه کشور از خود نشان داد.از کارهای ارزشمند و ماندگار استاد دکتر گلشنی، در طی شانزده سال مدیریت او (پایان: اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ خ.)، راه اندازی و مدیر مسئولی فصل نامه‌های آفاق‌الحضاره‌الاسلامیه(به زبان تازی)، پژوهشگران، نامه علوم انسانی، و نامه علم و دین(همگی دارای ارزش دانشی- پژوهشی) و هم چنین، راه‌اندازی مرکز تحقیقات امام علی (درود ایزدی بر پیام آور گرامی و خاندان برگزیده‌اش باد)، پژوهشکده اقتصاد، گروه اندیشه سیاسی اسلام، گروه غرب شناسی، گروه علم و دین و نیز برنامه ریزی و راه اندازی دوره دکتری تاریخ دانش(گرایش‌های اختر شناسی،ریاضیات،و...)،انتشار صدهاجلدکتاب نگارشی و برگردان در پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی و سرانجام برنامه ریزی، ساماندهی و مدیریت علمی در برگزاری کنگره جهانی امام علی (درود ایزدی بر پیام آور گرامی و خاندان برگزیده‌اش باد) و عدالت، وحدت و امنیت (۱۳۷۹خ.)، را می توان نام برد.
استاد دکتر گلشنی، بیش از ۸۵ نوشتار نگارشی به زبان های انگلیسی و فارسی در زمینه‌های فیزیک بنیادی، کیهان شناسی ،فیزیک و اندیشه‌ورزی دانش، دین ودانش،و برنامه ریزی دانشگاهی، ۱۶ جلد کتاب نگارشی و برگردان، سخنرانی‌های بسیار در دانشگاه‌ها و همایش های جهانی در بیرون و درون کشور، در کارنامه دارد. بیش از ده‌ها پایان‌نامه دانشگاهی را نیز در پایه‌های کارشناسی ارشدودکتری(رشته های فیزیک ذرّه‌های بنیادی،کیهان شناسی و اندیشه‌ورزی دانش) به

عنوان استاد راهنما ، راهبری کرده است. درس گفتن و نگارش درسنامه علم و دین (۱۳۷۰خ.) و نیز برنامه‌ریزی، راه‌اندازی و مدیریت گروه اندیشه‌ورزی دانش(فلسفه علم) (۱۳۷۴خ.)از دیگر کارهای ارزشمند و به یاد ماندنی استاد دکتر گلشنی در دانشگاه صنعتی شریف است. ایشان،افزون بر مدیر مسئولی فصل نامه های پژوهشگاه، عضو شورای مشاوران دانشی فصل‌نامه‌های

Islam and Science - (چاپ آمریکا)

American Journal of - *Islamic Social Science* (چاپ کانادا)

هستند.

استاد دکترگلشنی، در انجمن‌ها و بنیادهای آموزشی و پژوهشی ارزشمند میهنی و جهانی مانند انجمن فیزیک آمریکا، انجمن فیزیک ایران، مرکز جهانی فیزیک نظری و ریاضیات (تریست، ایتالیا)، انجمن جهانی علم‌ودین (کمبریج، انگلستان)، انجمن فلسفه دانش(میشیگان، آمریکا)، انجمن بررسی‌های دانشی دین (نیویورک، آمریکا)، مرکز الهیات و دانش‌های طبیعی (برکلی، آمریکا)، و بنیاد همکاری الهیات با دانش و فناوری(میسوری، آمریکا)، عضویت دارد.

داوری‌های دانشی ارزیابی‌های ریزبینانه و تیزبینانه در جشنواره جهانی خوارزمی، جایزه جهانی بنیاد تمپلتون برای پیشرفت معنویت و جایزه استاد دکتر عبدالسلام برای فیزیکدانان ایرانی از پیشینه‌های کاری استاد دکترگلشنی است.

از علم سکولار تا علم دینی (چ۳، ۱۳۸۵خ.) [برنده ی جایزه جهانی دین ودانش از بنیاد تمپلتون آمریکا]، تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان معاصر(چ۴، ۱۳۸۵خ.) [برنده ی جایزه ی کتاب سال ۱۳۷۰خ.]، قرآن و علوم طبیعت (چ۴، ۱۳۸۷خ.) [این کتاب به طور کامل به زبان‌های آلمانی، اندونزیایی، انگلیسی، سواحیلی، عربی و بخش هایی از آن به زبان اردو و چینی ترجمه شده است.]، علم و دین و معنویت در آستانه‌ی قرن بیست و یکم (چ۱، ۱۳۷۹خ.) و آیا علم می‌تواندین را نادیده بگیرد؟ (چ۱، ۱۳۸۷خ.) برخی از کتاب های استاد دکتر مهدی گلشنی هستند.

هم‌چنین، مبانی فیزیک(چ۳، ۱۳۷۹خ.)، [برنده جایزه کتاب سال ۱۳۶۴خ.]، درآمدی بر فیزیک امروز(چ۱، ۱۳۷۸خ.) و برگردان بخشی ازانگلیسی قرآن کریم (۱۹۹۲م./۱۳۷۱خ.) پاره‌ای دیگر از کتاب های برگردان ایشان هستند.

استاد دکتر گلشنی برای نخستین‌بار، درس‌های نسبیت همگانی وکیهان‌شناسی را در دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف ارائه کرده‌اند.ایشان،افزون بر اینکه استاد ممتاز فیزیک در دانشگاه صنعتی شریف و کشور شناخته شده‌اند،یکی از دانشمندان نامدار مسلمان جهان در گستره دانش‌های فیزیک ذرّه‌های بنیادی و کیهان شناسی،وهمکاری و بالندگی دین ودانش، و اندیشه‌ورزی‌دانش ، سرشناس هستند.

حضرت استاد دکتر مهدی گلشنی، نخستین کسی هستند که از سال ۱۳۵۲خ.درس « نسبیت عام»، و در سال‌های بعد بارها و بارهای بسیار درس«کیهان شناسی ۱و ۲» را در دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف ارائه داده‌اند. پیشینه این درس‌ها و کوشش والای ایشان در بازگو کردن مفاهیم دانشی نوین کیهان‌شناسی،برای دانشجویان پایه های ارشد و دکتری،در اداره آموزش دانشکده فیزیک ،از گذشته تا امروز در دسترس است . همگان می دانند که نسبیت عام،پایه نظری گرانش کیهان شناسی است.

در واپسین روزهای سال میلادی گذشته،کتابی در امریکا، با نام «فیزیکدانان ایرانی» به چاپ رسید که در برگه‌های ۴۱ تا۴۵ آن، زیست‌نامه و کارهای پژوهشی و آموزشی استاد دکتر مهدی گلشنی ،آمده است.این نوشتار از نظر شمار واژگانی و برگه‌ای بیشترین اندازه را داراست.دانستنی‌های کتاب شناختی«فیزیکدانان ایرانی» چنین است:

Iranian Physicists . Published by: Books LLC, Memphis, Tennessee, USA in ۲۰۱۰.pp۴۱-۴۵: Mehdi Golshani

در همان زمان نیز،کتاب دیگری در امریکا، با نام « برترین استادان دانشگاه صنعتی شریف » به چاپ رسید که در برگه‌های ۱۹ تا۲۳ آن، زیست‌نامه و کارهای پژوهشی و آموزشی استاد دکتر مهدی گلشنی آمده است.در اینجا نیز از نظر شمار واژگانی و برگه‌ای بیشترین اندازه را داراست.دانستنی‌های کتاب شناختی« برترین استادان دانشگاه صنعتی شریف » چنین است:

Sharif University of Technology Faculty : Published by: Books LLC, Memphis, Tennessee, USA in ۲۰۱۰.pp۱۹-۲۳:Mehdi Golshani

هم چنین در واپسین روزهای سال میلادی گذشته،کتاب دیگری در امریکا، با نام «برترین فیزیکدانان کوانتومی جهان» به چاپ رسید که در برگه‌های ۷۲ تا۷۵ آن، زیست‌نامه و کارهای پژوهشی و آموزشی استاد دکتر مهدی گلشنی آمده است.در آن کتاب از ایشان با عنوان تنها ایرانی فیزیکدان کوانتومی یاد شده است. دانستنی‌های کتاب شناختی« برترین فیزیکدانان کوانتومی جهان » چنین است:

Quantum Physicists: Published by:Books LLC, Memphis, Tennessee, USA in۲۰۱۰.pp۷۲-۷۵: Mehdi Golshani

سر انجام،در کتاب«۵۰۰ نفر از سرشناس‌ترین چهره‌های جهان اسلام» که در سال ۲۰۰۹ میلادی از سوی دانشگاه جورج تاون امریکا چاپ و پخش شد،یاد و نام ایشان آمده است .دانستنی های کتاب شناختی آن کتاب چنین است:

THE ۵۰۰ MOST INFLUENTIAL MUSLIMS: Published: THE ROYAL ISLAMIC STRATEGIC STUDIES CENTER, Georgetown University, ۲۰۰۹.Chapter:۱۰(Science and Technology).p۱٤٦.

درک طبیعی فیزیک

دکتر مهدی گلشنی

مقدمه :

جداً خیلی خوشحال هستم که در میان همکاران فرهنگی و عزیزان آموزش‌وپرورش استان فارس هستم. واقعاً این قشر مجهول‌القدر هستند . بزرگترین سرمایه‌ی کشور متعلق به قشر آموزش‌وپرورش و دانشگاهی است و متاسفانه قدرشان مغفول است .

انتقاداتی در رابطه با فیزیک رایج و آموزش فیزیک در ایران وجود دارد که در انتها به آن اشاره خواهم کرد . این مطالب را می‌توانید در مقاله‌ی " نقدی بر جریان فعلی فیزیک در ایران " ،که در کنفرانس فیزیک مرکز پژوهشهای بنیادی مطرح شد ، ببینید .

در این جلسه کلیاتی از فیزیک را مطرح می‌کنم که ببینید چه ایده-هائی مطرح است و چه مشکلاتی وجود دارد . در مورد موفقیتهای فیزیک هیچکس تردید ندارد. بسیاری از اکتشافات این قرن توسط فیزیکدانان انجام شد ، از قبیل لیزر و میزر ، اینترنت ، ترانزیستور و... اصلاً هم منافع مادی و صنعتی برایش مطرح نبود و صرفاً در زمینه‌ی فیزیک خالص بود .

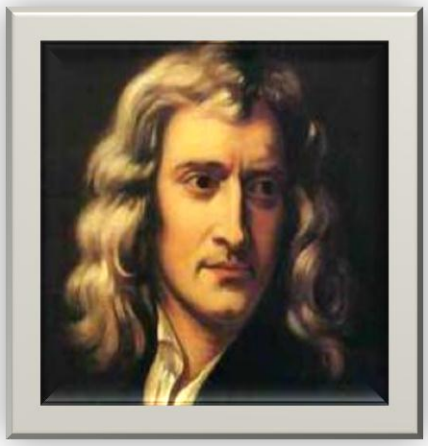
اینترنت را یک فیزیکدان آکسفوردی ،که در مرکز سرن بود و می-خواست دانشگاهها با هم ارتباط پیدا کنند ، اختراع کرد .

بنابراین در بعد تجربی و کاربردی فیزیک، جز احتمالا بعد مالی قضیه مشکل اساسی وجود ندارد. ولی در بعد نظری چالشها و ملاحظاتی هست که در اینجا به آن اشاره خواهم کرد . در ابتدا می‌خواهم یک مروری بکنم که ببینیم فیزیک از کجا به کجا رسیده است .

۱) مروری بر سرگذشت فیزیک (از نیوتون تا اینشتین)

الف – کارهای نیوتون :

فیزیک جدید بیش از همه مدیون نیوتون است که متفکری بسیار عمیق و الهی بود ، و این نکته‌ی نامشهور را بگویم که گرچه در غرب مسیحیت حاکم است و به تثلیث معتقدند ولی نیوتون یک موحد تمام عیار بود و بخاطر همین وقتی می‌خواستند در کلیسای وست مینستر دفنش کنند به علت اینکه اورا بدعت گذار می‌دانستند با اینکار مخالفتهایی شد ولی به علت شخصیت ممتازش بالاخره تسلیم شدند و در کلیسا دفنش کردند. نیوتون یک چنین آدمی بود .صریحاً هم می گفت که دنبال علم می‌رودچون می‌خواهد آثار عظمت الهی را در جهان نشان دهد .



نیوتون سه کار مهم کرد ۱- سه قانون حرکت را بیان کرد ۲- قانون گرانش عمومی را کشف کرد ، اینکه هر دو جسمی که جرم دارند همدیگر را جذب می‌کنند ۳- ولی کار مهمتر از همه‌ی اینها،که نیوتون انجام داد، این بود که مکانیک ارضی و سماوی را بهم پیوند داد. این اولین پایه-گذاری وحدت بخشی بود که توسط نیوتون انجام شد. .

قبلاً فکر میکردند در آسمانها خرق و التیام نمی‌شود و نمی-توان در آنها دخالتی کرد . آنها قوانین خودشان را دارند و زمین قوانین خودش را . نیوتون صحبت از قوانین واحد کرد و بدنبال کار نیوتون دیگران نیز در زمینه‌های حرارت و ترمودینامیک و الکتریسیته و مغناطیس و ... کارهائی انجام دادند .

ب – ظهور نسبیت و کوانتوم

قرن نوزدهم قرن شکوفایی فیزیک است : ما حرارت را داریم ، الکترومغناطیس را .. واینها با تجربه می‌خواندند و صنعت نیز از آن بسیار استفاده کرد. آخر قرن نوزدهم به این فکر افتادند که به انتهای فیزیک رسیده‌اند و اگر قرار است پیشرفتی شود در تعداد رقم اعشار است. یعنی اگر عددی را فعلا با دقت ۵ رقم اعشار می‌دانیم ، رقم اعشار در آینده بالا می‌رود .

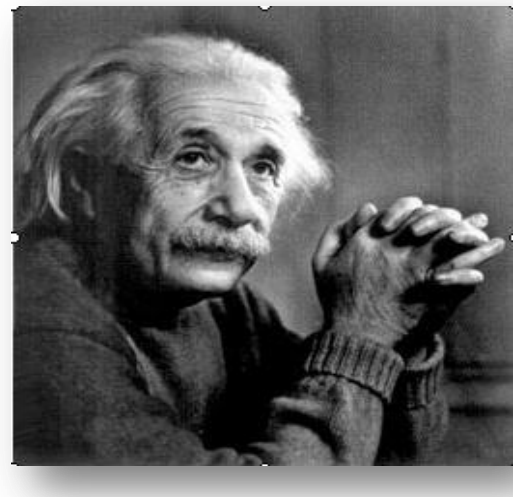
اما در اواخر قرن نوزدهم آزمایشهایی انجام شدکه با فیزیک کلاسیک نمی‌خواند. اینها باعث شد که فیزیک کلاسیک جایگاه خودش را به دو نظریه‌ی جدید داد که با هم پیش آمدند، یکی نسبیت و دیگری کوانتوم، که هرکدام از آنها نوآوری‌هائی داشتند .

ب ۱ – نسبیت خاص و عام

نسبیت خاص مفادش این بود که شما نمی‌توانید زمان را از مکان جدا کنید .هر جا راجع به فاصله‌ی زمانی بحث می‌کنید باید مکان را در نظر بگیرید و برعکس ، و اگر فاصله‌ای را اندازه‌گیری کنید نسبت به موقعی که در حال حرکت هستید این فاصله بیشتر می‌باشد و یا

اگر نسبت به چیزی در حرکت هستید زمان آن راکندتر می‌بینید . همچنین می‌گفت که سرعتی بیشتر از سرعت نور وجود ندارد و قوانین فیزیک در همه‌ی دستگاههائی که نسبت به هم حرکت یکنواخت دارند ، یک شکل دارد. . نسبیت عام بیان می‌کند که قوانین فیزیکی در همه‌ی دستگاه‌ها ، حتی اگر نسبت بهم حرکت شتابدار داشته باشند ، یک شکل دارد .

در نسبیت عام صحبت از فضا و زمان و ماده است . آنچه قبلاً تصور می‌شد این بود که فضائی وجود دارد بعنوان ظرف ، و ماده در آن ریخته شده است و یا زمانی وجود دارد بعنوان ظرف ، و ماده در آن ریخته شده است و یا می‌شود (سخنی که نیوتون میگفت) . نسبیت عام بیان می‌کند که فضا ، زمان و ماده با هم هستند ، یعنی اگر جهان ابتدائی داشته اینها با هم خلق شده‌اند و اگر مبدائی نداشته ، از ابتدا باهم بوده‌اند و تا ابد نیز باهم هستند . فضا و زمان و ماده روی هم اثر می‌گذارند . ماده به فضا و زمان می‌گوید چگونه باشند و فضا وزمان به ماده می‌گویند چگونه حرکت کند. نسبیت خاص خیلی مشکل فهمیدن نداشت ، بلکه تعمیمی بود از فیزیک کلاسیک . البته در ابتدا می گفتند کسی نسبیت عام را نمی‌فهمد ولی اینها بی اساس بود. چهار سال بعد از بیان نظریه‌ی نسبیت عام،پائولی اولین مقاله را در هندبوخ آلمان در مورد آن نوشت. همچنین خیلی زود پیش‌بینی نسبیت عام در مورد انحراف نور در مجاورت اجرام ثقیل به تائید تجربی رسید . تقریباً همزمان با پیدایش نسبیت خاص و نسبیت عام ، نظریه‌ی چالش برانگیز کوانتوم مطرح شد .



ب-۲ : نظریه‌ی کوانتوم

اگر بخواهید برای طول موج طیف اتمی عناصر فرمولی بدست آورید مجبورید فرض کنید جاهائی انفصال در کار است . مثلاً اتم هیدرژن در ناحیه‌ی مرئی چهار خط طیفی دارد، اگر بخواهید این را دقیق بدست آورید باید یک جائی انفصال قائل شوید .

وقتی بور در ۱۹۱۳ این سخنان را بیان کرد خیلی از عمر اتم و هسته نمی‌گذشت . الکترون در ۱۸۹۷ و پروتون در اوایل قرن کشف شده بود.

نظریه‌ی بور این بود که الکترون روی مدارهای خاصی ، و نه هر مداری، در حال گردش است- مدارهائی که حاصل‌ضرب جرم الکترون در سرعتش در فاصله‌اش تا هسته برابر مضربی از ثابت پلانک باشد .

وقتی الکترون روی این مدارها قرار دارد تشعشع نمی‌کند و اگر از یک مدار به مدار دیگر برود تشعشع می‌کند .

نظریه‌ی بور برای اتم هیدرژن صادق بود . وقتی به سمت اتمهای سنگین‌تر رفتند این نظریه پاسخ‌گو نبود و به همین دلیل دائماً نسخه اضافه می‌کردند . برای اتم در یک میدان الکتریکی یک نسخه و برای اتم در یک میدان مغناطیسی یک نسخه‌ی دیگر وارد می‌کردند و از این نسخه واردکردن‌ها کلافه شده بودند .

هایزنبرگ در ۱۹۲۵ مکانیک ماتریسی خود را ارائه داد . یکسال بعد شرودینگر معادله‌ی خود را ارائه داد .سخن شرودینگر این بود که الکترون و یا هر موجود اتمی دیگری از این معادله پیروی می‌کند و از جوابهای این معادله تمام اطلاعات لازم را می‌توان گرفت .کمی بعد متوجه شدند که هر نوع اطلاعاتی را نمی‌توان از جوابهای این معادله بدست آورد ، بلکه فقط اطلاعات آماری را می‌توان بدست آورد.. اگر مکان الکترون را بخواهیم اندازه‌گیری کنیم می‌توانیم بگوئیم که با چه احتمالی الکترون را در فلان نقطه می یابیم .

گفتند علیت در اینجا مطرح نیست . وقتی یک الکترون به یک دستگاه اشترن - گرلاخ وارد می‌شود ، با احتمال ۵۰ در صد با اسپین بالا خارج می شود و به احتمال ۵۰ در صد با اسپین پایین.در اینجا عنصر شانس وارد فیزیک شد .

گفتند اینکه بور گفته الکترون دور هسته در مدارهائی می چرخد دیگر قابل اعتنا نیست (به علت اصل عدم قطعیت). شما نمی‌توانید مدار برای الکترون تعیین کنید و هیچ تصویری نمی‌توانید از الکترون ارائه دهید .

اگر بخواهیم توصیفی بکنیم فقط به زبان ایده‌آلیسم می‌توانیم صحبت کنیم. ما می‌توانیم داده‌های ذهنی را که از آزمایش بدست آمده بهم مربوط کنیم ، ولی این را که در طبیعت چه می‌گذرد ، نمی‌دانیم .

بنیانگذاران فیزیک کوانتوم این سخن را گفتند و اکثریت فیزیکدانان آن را پذیرفتند ، چون کپنهاک مرکزیت داشت و اکثر فیزیکدانان مهمی که از آمریکا و روسیه آمده بودند (مثل اسلیتر ولاندائو و شاگردان آنها) به آن پیوستند . اینها مکتبشان این بود که می‌گفتند ما فقط یک توصیف ریاضی از طبیعت داریم که پیش بینی‌های مورد نیاز را برای ما می‌کند وما کاری به محتویات قضایا نداریم. اگر ورودی را بدهیم می‌توانیم بگوئیم با چه احتمالی خروجی چیست. اینکه واقعیت چیست نمی‌دانیم و کاری با آن نداریم (مکتب کپنهاگی)

اکثریت این مکتب راقبول کردند ، جز اینشتین و شرودینگرو... . اینشتین سخنش این بود که خیلی زود است که ما دست از تصویر داشتن از طبیعت بکشیم. اینشتین می‌گفت اینها خواب هستند و آخر عمرش گفت که اینها می‌گویند من فسیلی هستم که در گوشه‌ی پرینستون افتاده‌ام و چیزی نمی‌فهمم .

اما دیوید بوهم در ۱۹۵۲ یک تئوری علیتی از کوانتوم ارائه داد ، و آزمایشی که اینشتین در ۱۹۳۵مطرح کرده بود، در دهه های۱۹۷۰

و ۱۹۸۰ و حتی دهه‌ی ۱۹۹۰ انجام شد . اگرچه نتایج این آزمایشها با نظریه کوانتوم سازگار بود ولی آنهاحاکی از این بودند که در طبیعت یک اثر گذاری فوق نوری وجود دارد . البته با قبول نظریه کوانتوم آنها ثابت می‌کردند که نمی توان اطلاعاتی را از یک طرف به طرف دیگر با سرعت بیش از سرعت نور انتقال داد ولی از طرف دیگر مجبور بودند نا موضعیت را در طبیعت بپذیرند. اگر ذره ای با اسپین صفر به یک الکترون و یک پوزیترون تجزیه شود که در دو جهت مخالف حرکت کنند و اسپین الکترون را در جهتی اندازه بگیریم و ۱+ در آید اسپین پوزیترون در همان جهت ۱- خواهد بود .این را تاثیر گذاری فوق نوری مینامند. .پس در عین حال که جواب مطابق با پیش بینی کوانتوم بدست می‌آورند ، ولی اثرگذاری فوق نوری هست . علامت دهی فوق نوری نمی‌شود ولی اثر گذاری فوق نوری هست .

بعضی برای حل این مشکل(اثر گذاری فوق نوری) صحبت از جهان هوشیار کردند- این که همه‌ی جهان هوشیار است و کتابهائی با همین عنوان " جهان هوشیار " نوشته شد (البته در نظریه کوانتوم علی بور هم الکترون را واجد نوعی شعوری می‌دانند) .این مسئله‌ی ناموضعیت یک چالش بسیار اساسی برای نظریه کوانتوم استاندارد است.

یک مسئله‌ی دیگر که هنوز مانده و بعضی از بزرگان فیزیک و ریاضی می‌گویند اگر حل نشود ما می‌مانیم مسئله‌ای بنام معضل اندازه‌گیری است. یک الکترون به دستگاهی وارد می شود آن هنگام خروج یا بالا را انتخاب می‌کند و یا پائین را . اینها می‌گویند این شانسی انجام می-شود . اما در چه مرحله ای؟ چون یک دستگاه تابع کوانتوم نمی تواند این عمل تقلیل را انجام دهد، یک امکان مطرح شده این است که این شعور انسانی است که عمل تقلیل را انجام می‌دهد. .در اینجا این سئوال مطرح است که قبل از اینکه انسان بوجود آید چگونه این تحولات در جهان انجام می‌شده است ؟ بور خودش می‌گفت این عمل تقلیل توسط دستگاه اندازه‌گیری که یک سیستم کلاسیک است و از بیلیونها ذره تشکیل شده است، انجام می‌شود . اما معنای این مطلب این است که دستگاه اندازه‌گیری تابع نظریه‌ی کوانتوم نیست. امکانات مطرح شده ی دیگر هم بدون مشکل نیستند. .

۱) نور

نیوتون به نظریه‌ی ذره‌ای نور معتقد بود و چند سال بعد هویگنس نظریه‌ی موجی بودن نور را مطرح کرد. در ۱۸۵۰ یک آزمایش که مشخص می‌کرد نور موج و یاذره است انجام گرفت- اندازه گیری سرعت نور در آب - اگر نور از ذرات تشکیل شده باشد سرعت نور در آب بیشتر از سرعت نور در هوا است و اگر نور موج باشد سرعت نور در آب کمتر از سرعت نور در هوا است آزمایش فیزو نشان داد که سرعت نور در آب کمتر از سرعت نور در هوا است.در اینجا نظریه‌ی موجی نور پیروز شد .کمی بعد از آن ماکسول معادلات خود را نوشت

و سرعت امواج الکترومغناطیس را برابر سرعت نور یافت. معادلات ماکسول تمام پدیده‌های مربوط به خواص موجی نور را کاملاً توضیح می‌دهد. وقتی شکست مضاعف نور در کریستالها را نگاه می‌کنیم می‌بینیم که با چه دقت و زیبائی تئوری ماکسول تمام اینها را توضیح می‌دهد بنابراین ماکسول گفت نور یک موج الکترومغناطیس و اپتیک شاخه‌ای از الکترومغناطیس است .

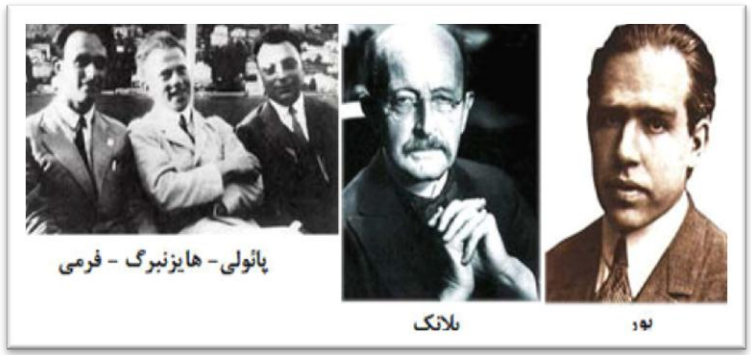
اما یک آزمایش در ۱۹۰۳ انجام شدکه با تاباندن نور به یک صفحه الکترون از آن کنده می‌شدکه با نظریه‌ی موجی نور قابل توجیه نبود(پدیده‌ی فتو الکتریک) . مجبور شدند توجیه اینشتین از این پدیده را بکار برند. اینشتین یک محاسبه‌ی نظری انجام داده بود که حاکی از این بود که عبارت آنتروپی اشعه الکترو مغناطیسی موجود در یک ظرف مثل عبارت آنتروپی تعدادی مولکول گاز در یک ظرف است. بنا بر این اینشتین گفت: مثل این است که نور از ذرات تشکیل شده است . این پیشنهاد مساله پدیده فتو الکتریک را توضیح میداد ولی ایده ذره‌ای بودن نور جانیفتاد ، به طوری که وقتی در ۱۹۱۲ اینشتین درخواست کار به دانشگاه پراگ در چکسلوواکی داد و خواست پلانک و دیگران چند توصیه نامه برایش بنویسند ،آنها نوشتند که آقای اینشتین فرد بسیار درخشانی است وکارهای خوبی در فیزیک انجام داده ، پس اگر اشتباهاتی مثل ارائه نظریه‌ی ذره‌ای نور را دارد ، باید بر او ببخشند .

در ۱۹۲۳ کامپتون دید که اگر اشعه‌ی X به فلزی تابیده شود اشعه‌ی X خارج شده طول موجش با اشعه‌ی X تابیده شده فرق دارد. تنها مدلی که می‌توانستند با آن این پدیده را توضیح دهند مدل ذره‌ای نور بود - این که نور از فوتونها تشکیل شده و وقتی به یک فلز می‌تابد و به الکترونها برخورد می‌کند ، نور به یک راه و الکترون به راه دیگر می‌رود - و این تائید قاطعی بر نظریه‌ی ذره‌ای بودن نور بود .

در همین زمان ، آقای دوبروی نظریه‌ی جدیدی ارائه داد که فقط اینشتین و شرودینگر از آن حمایت کردند. سخن دوبروی این بود که نه تنها نور هم ذره و هم موج است ، بلکه الکترون نیز ، هم ذره و هم موج است. دو سه سال بعد در ۱۹۲۷چندگروه خاصیت موجی

الکترون را کشف کردند (پراکندکی الکترون از کریستالها) .در این زمان نظریه‌ی کوانتوم بوسیله‌ی شرودینگر و دیگران نضج گرفته بود .

شرودینگر گفت اصل قضیه موج است منتها یک موج ساده نیست بلکه یک بسته‌ی موج است که فضای کوچکی را اشغال می‌کند. موجودی که اسمش را الکترون می-گذاریم یک موجود ذره گونه است و احتمال یافتنش را می‌توانیم بوسیله-ی معادله‌ی شرودینگر بیابیم. ذره یک موج فشرده است و یک مکان کم را اشغال می‌کند ولی موج گسترده است و فضای زیادی را اشغال می‌کند الکترون را با یک موج فشرده نشان می‌دهیم اما جلوه‌اش برای ما شبیه یک ذره است . اما لورنتس گفت طبق معادلات شرودینگر اگر الکترون را موج فرض کنیم ،این موج بعد از مدتی گسترده می-شود و فضای زیادی را اشغال می‌کند و الکترونی که در یک زمان ۱mm جای را اشغال کرده است در اندک زمانی گسترده می‌شود و فضای زیادی را اشغال می‌کند و این خلاف مشاهدات است .



بور گفت الکترون دو وجه مکمل دارد و این دو وجه با هم نشان داده نمی‌شوند. اگر می‌خواهید خاصیت ذره‌ای بودن نور را مشاهده کنید اثر فوتو الکتریک را ببینید و اگر می‌خواهید خاصیت موجی را مشاهده کنیدپدیده‌ی تداخل را مشاهده کنید.

خیلی‌ها زیر بار این مکملیت نرفتند (غیر از بورن و بعضی‌های دیگر که شاگردان خود اینها بودند). آنها گفتند ما یک توصیف ریاضی موفق داریم، دیگر چه می‌خواهیم ؟ اطلاعات را در معادله قرار می-دهیم ریاضیات به ما جواب می‌دهد. بدین ترتیب تکلیف موج و ذره مشخص نشد (غیر از مکتب کپنهاک که مربوط به بور بود) در ۱۹۳۰ هایزنبرگ نظریه‌ی میدانهای کوانتومی را بیان کرد که به هر ذره یک ساختار موج مانند نسبت می‌داد .

۲) مسئله ماده

از قدیم ماده‌المواد معروف بوده است. بعضی گفتند ماده از آب تشکیل شده و بعضی مواد چهارگانه را بیان کردند که ماده از چهار عنصر آب و آتش و خاک و هوا ساخته شده است.

این بود تا در ۱۸۱۰ که تئوری اتمی دالتون ارائه شد که می‌گفت: ماده از اتمها ساخته شده است. در آن موقع هیچ شاهد تجربی برای اتم نبود ولی علما این حرف را جدی گرفتند. اما اتم را یک جزء لایتجزا دانستند و گفتند جزئی کوچکتر از اتم پیدا نمی‌کنیم . در ۱۸۷۰ مندلیف جدول تناوبی را ارائه داد و نزدیک به اوائل قرن بیستم الکترون کشف شد و کمی بعد از آن پروتون و بعداً ذرات دیگر.

بعداً رادرفورد مدل اتمی خود را ارائه داد که گفت اتم تشکیل شده از یک هسته‌ی خیلی متمرکزکه به دورش الکترون می‌گردد و بعد هم بور آمد و مدارهای خود را مطرح کرد . چند سال بعد نوترون بوسیله-ی چادویک کشف شد، منتها اینها را ذرات لایتجزا می‌دانستند ولی به دلایل بعضی از آزمایشها مجبور شدند بگویند اینها ساختار دارند .

در دهه‌ی ۱۹۴۰ تعداد زیادی ذره کشف شد و در دهه‌ی ۱۹۶۰ تعداد ذرات از ۱۰۰تا متجاوز شد . بنا بر این ، این سؤال مطرح شد که آیا همه‌ی اینها اصلی هستند یا از ذرات دیگر تشکیل شده‌اند. فیزیکدانها (گلمن و دیگران) به این نتیجه رسیدند که همه‌ی ذرات اتمی از سه ذره و یا دو ذره ، موسوم به کوارک، تشکیل شده‌اند .

اطلاع ما از جهان خرد در حال حاضر این است که تعدادی ذرات بنیادی داریم : ۱۲ کوارک و آنتی‌کوارک و ۱۲ لپتون و آنتی لپتون. همه‌ی باریون‌ها از سه کوارک ساخته شده‌اند و همه‌ی مزون‌ها از یک کوارک و یک آنتی‌کوارک. کوارک‌ها فعلاًغیر قابل تجزیه فرض می-شوند ولی البته دلیلی وجود ندارد که بعداً ساختار برای این ذرات پیدا نشود .

در ابتد فکر می‌کردند پروتون بی‌ساختار است ولی در آزمایشهای دانشگاه استانفورد باریکه‌ی پر شدت الکترونهای پر انرژی روی هدف هیدرژن مایع شلیک می‌شد و چگونگی پراکندگی الکترونها از هسته-های هیدرژن، که تنها از پروتون‌ها تشکیل می‌شود ، بررسی می‌شد . نتایج نخستین - مبنی بر این که الکترون‌ها به جای گذار مستقیم از مایع با زاویه‌های بزرگ پراکنده می‌شدند- نشان می‌داد که آنها با اجسام ریزتری در درون پروتون برخورد می‌کنند .وقتی خواص این اجزاء بی‌ساختار را بررسی کردند دیدند که با خواص کوارک‌ها می-خواند ،و از اینجا متوجه شدند که پروتون ساختار دارد (آزمایشهای مشابهی هم برای نوترون انجام گرفت) . غیر از این ذرات ،ذرات دیگری وجود دارند که در مبحث نیرو مطرح می‌شوند و بعنوان حامل‌های نیرو تلقی می شوند .

۳) مسأله نیرو

تصوری که از نیرو وجود دارد در طی سال‌های اخیر بکلی عوض شده است . در ابتدا احساسی که از نیرو وجود داشت بصورت مکانیکی بود- این که یک جسم در تماس با جسم دیگر بر آن نیرو وارد می‌کند .
نیوتون با بیان قانون گرانش تاثیر از راه دور را بیان کرد .خورشید بر زمین نیرو وارد می‌کند بدون آنکه با آن تماس داشته باشد. نیوتون بسیار مایل بود بداند این تاثیر از راه دور چیست . بعد از نیوتون فیزیکدان‌ها تصویر دیگری از نیرو ارائه دادند . بدین معنا که این مسئله مطرح شد که خورشید در اطراف خود میدان ایجاد می‌کند و هرجا ماده‌ای وجود داشته باشد، به علت جرم آن تحت تاثیر این میدان قرار می‌گیرد، ولی این که مکانیسم آن چیست نمی‌دانستند .
وقتی به الکترومغناطیس رسیدیم گفتندبار الکتریکی در محیط اطراف خودیک میدان ایجاد می‌کند و اگرالکترونی در این میدان قرار گیرد متاثر می‌شود.تصوری که از موج الکترومغناطیس، با فرض وجود اتر ، داشتند همانند امواج صوتی بود که با فشرده شدن هوا موج منتشر می‌شود. اما در آخر قرن نوزدهم به این نتیجه رسیدند که اتر را نمی- توانند کشف کنند و فرض کردند میدان الکترومغناطیس به طرز مرموزی در فضا وجود دارد و اگر الکترونی در این فضا قرار گیرد، متأثر می‌شود.
در دهه‌ی ۱۹۳۰ نظریه‌ی میدان کوانتومی مطرح شد.این نظریه به هر موجودی یک ساختار موج مانند نسبت می‌دهد ولی در این نظریه وقتی انرژی امواج الکترومغناطیس را محاسبه می‌کنند مثل این است که از تعدادی ذرات تشکیل شده است. هرکدام از این ذرات را فوتون نامیدند. البته وقتی از دامنه‌ی موج صحبت می‌کنیم نمی‌توانیم از ذرات صحبت کنیم. اینجا هم تعداد زیادی از فیزیکدانها توصیف ریاضی را پذیرفتند .
اما این نظریه مطلب دیگری را نیز بیان کرد و آن اینکه یک الکترون از خود یک فوتون گسیل می‌کند و این فوتون به وسیله‌ی الکترون دیگر جذب می‌شود و الکترون دومی احساس نیرو می‌کند . الکترون دوم نیز یک فوتون گسیل می‌کند که توسط الکترون اول جذب می- شود و این الکترون احساس نیرو می‌کند. بنابراین شأن فوتون تعیین شد که یک میانجی اعمال نیرو است .
تا این زمان دو نیرو شناخته شده بود که از قدیم وجود داشت یکی گرانش و دیگری الکترومغناطیس که هر دو بلندبرد هستند و تا بی- نهایت اثر می‌گذارند .

نیروی قوی

در داخل هسته پروتون‌ها وجود دارند که به علت بار الکتریکی خود به یکدیگر نیروی رانشی وارد می‌کنند برای پایداری هسته نیروی قوی هسته‌ای مطرح شد که اندازه‌ی آن 10^{40} برابر نیروی گرانشی است که دو پروتون به علت جرمشان به یکدیگر وارد می‌کنند و 10^{30} برابر نیروی الکترومغناطیس است که پروتون‌ها به علت بار الکتریکی بهم وارد می‌کنند و به همین دلیل به آن نیروی قوی هسته‌ای گفته می- شودو پایداری هسته را توضیح می‌دهد (این نیرو کوتاه‌برد است - حداکثر برابر قطر هسته اتم) .

نیروی ضعیف

چون واپاشی در هسته‌های سنگین به کندی صورت می‌گیرد (نیمه عمر نوترون ۱۵ دقیقه است) نیروی ضعیف هسته‌ای مطرح شد .عامل اعمال نیروی هسته‌ای قوی ۸ ذره است و عامل نیروی ضعیف هسته‌ای ۳ ذره به نام‌های W^+ و W^- و Z .وجود این سه ذره بوسیله- ی تئوری واینبرگر و عبدالسلام و گلاشو پیش‌بینی شده بود ،که به خاطر آن جایزه‌ی نوبل گرفتند و کشف تجربی آنها در چند سال بعد باعث شد جایزه‌ی نوبل را نصیب کاشفان آنها کند .

۵-وحدت نیروها

یک تحول مهم دیگر که ایجاد شده در جهت متحد کردن نیروهای طبیعی بوده است. نیوتن مکانیک ارضی و سماوی را وحدت بخشیده بود و با یک فرمول بندی بیان کرد. بعدها ماکسول سعی کرد مکانیک و الکترومغناطیس را وحدت ببخشد که موفق نشد .
اینشتین می‌خواست الکترومغناطیس را هندسی کند و جزء نسبیت قرار دهد.او سراغ فضاهای ۵ بعدی رفت ولی موفق نشد.
واینبرگر و عبدالسلام و گلاشو دو نیروی ضعیف و الکترومغناطیس را وحدت بخشیدند و گفتند در موقعی که انرژی جهان بسیار زیاد بوده این دو نیرو با هم بودند و پس از سرد شدن جهان از یکدیگر جدا شدند.
تلاشهائی که برای وحدت بخشیدن به سه نیروی ضعیف و الکترومغناطیس و قوی هسته‌ای انجام گرفته تاکنون به نتیجه نرسیده است .
برای وحدت چهار نیروی موجود در طبیعت کارهای نظری زیادی شده ولی هنوز موفق نشده‌اند. زیرا ۳ نیروی اول (الکترومغناطیس و قوی و ضعیف) تابع کوانتوم هستند ولی گرانش تابع کوانتوم نیست و باید گرانش را کوانتومی کنیم (که تا کنون فعالیتهای صورت گرفته به انجام نرسیده است) .
یکی از این تئوری‌ها ابر ریسمان است .این نظریها وجود ذراتی را پیش‌بینی می‌کند که برای تولید آنها به انرژی‌های بسیار بالا نیاز می- باشد یعنی باید شتاب‌دهنده‌هائی ساخته شود که قطر آن برابر با قطر کهکشان باشد (شتاب دهنده سرن که روی آن تبلیغات زیادی نیز صورت گرفته در مقابل آن بسیار کوچک است) .

یکی از تئوری‌ها پیش‌بینی می‌کند که پروتون در 10^{31} سال واپاشی می‌شود و اگر بخواهیم این واپاشی مشاهده شود باید مقدار زیادی پروتون (هسته‌ی اتم هیدرژن) را در جایی جمع کنیم . آزمایش‌هائی که در عمق زمین- از جمله توسط هندی‌ها - انجام شده، به نتیجه‌ای نرسیده است .

بعضی تئوری‌ها از جمله ابر ریسمان مسأله‌ی تعدد جهان‌ها را مطرح می‌کنند. زیرا معادلاتی که این تئوری مطرح می‌کند 10^{500} جواب دارد و چون نمی‌توانند یکی از آنها را انتخاب کنند می‌گویند هرکدام مربوط به یک جهان است .این تئوری تعدد ابعاد فضا را نیز مطرح می‌کند (مثلاً فضای ۱۰ بعدی) .اینها نشان می‌دهد در بعد نظری ، هم نظریه‌ی کوانتوم و هم نظریه‌ی نسبیت با چالش روبرو هستند.

مورد دیگر مسئله‌ی ماده است که آزمایشها نشان می‌دهد فقط ٪۵ جهان از ماده‌ی معمولی ساخته شده است و٪۲۰ ماده‌ی تاریک (ناشناخته) است. ٪۷۰ درصد هم انرژی تاریک داریم-یعنی نوعی دیگر از ماده که آن را هم نمی شناسیم.مشاهداتی که فیزیکدانها در کیهان‌شناسی داشتند ، این نتیجه را در بر داشت که حرکت انبساطی جهان شتابدار است و این شتاب مثبت است.لذا گفتند باید ماده‌ی جدیدی در کار باشد که ناشناخته است و اسم آن را انرژی تاریک نامیدند.

با این وضعیت تکلیف فیزیکدان‌ها چیست؟ اکثریت فیزیکدان‌ها (از جمله در کشور ما) از چیزهائی که مد شده است پیروی می‌کنند ولی بعضی از فیزیکدانان و ریاضی -فیزیکدانان تراز اول دنیا می‌گویند ایده‌های جدید برای تحول و نوآوری لازم است .

سخن آخر(چند نکته به عنوان تذکر)

۱- روند فیزیک در کشور ما روند سالمی ندارد .آقای دایسون مطرح می‌کند که ما با دو نوع فیزیکدان و ریاضیدان روبرو هستیم :پرنده صفت که آفاق را می‌بیند و قورباغه صفت که فقط اطراف خود را می-بیند (اکثر فیزیکدانها از نوع دوم هستند). آنهائی که از نوع اول‌اند و توانائی دارند باید سراغ مسائل کلان بروند. در کشور ما نیز تعدادی از این فیزیکدانها هستند ولی به کار گل واداشته شده‌اند .

۲- یکی از برندگان جایزه‌ی نوبل گفته است که در این ۴۰ سال اخیر یک مقاله‌ی قابل خواندن ، از جهان اسلام بدست او نرسیده است و آنچه مسلمانان انجام داده‌اند مربوط به گذشته است و یا در غرب انجام شده است . این نشان دهنده‌ی افت تحقیقات علمی در جهان اسلام است .

۳- یکی از مشکلات ، مساله نگارش مقاله و مد بودن آن است. امروزه وقتی به دانشجویان ممتاز مسئله‌ای داده می‌شود اصرارشان بر این است که مسئله‌ای داده شود که زود منجر به مقاله گردد . این موضوع کشور را به سطحی بودن می‌کشاند.

۴- دانشمندان گذشته‌ی ما همچون ابن هیثم و بیرونی و خواجه نصیر هیچ چیز را بدون دلیل قبول نمی‌کردند.به عنوان مثال خواجه نصیر این اصل در هندسه‌ی اقلیدسی را که از یک نقطه خارج از یک خط فقط یک خط به موازات آن می‌توان کشید، به چالش کشیده بود و می گفت این واضح نیست و باید استدلال کرد. دیگران استدلالهائی کرده بودند (مثل ابن هیثم و خیام). اوآنها را قبول نکرد و خود به استدلال پرداخت . متاسفانه وقتی صحبت از خواجه نصیر و این‌هیثم می‌شود بعضی دوستان جاهلانه می‌گویند ما فیزیک ابن سینا و خواجه نصیر را می‌خواهیم چکار کنیم.، کسی نمی‌گوید باید به فیزیک گذشته برگشت بلکه باید علم روز را گرفت ولی باید خواجه نصیرگونه و ابن‌هیثم‌گونه با آن برخورد کنیم .

۵- این روزها مسئله‌ی تغییر نظام آموزشی مطرح است. پیشنهاد این است که یک نظر خواهی از دست‌اندرکاران آموزش و پرورش (خصوصاً دبیران) و دانشگاهیان صاحبنظر در رابطه با محتوای آموزشی فعلی بشود و از نتیجه‌ی آن در طرح تحول بنیادی آموزش و پرورش استفاده گردد تا برنامه‌ای بشود که محصولش بدرد مملکت بخورد . ولی از آنجا که قصد دارند در آتیه خیلی نزدیک نظام جدید را پیاده کنند، به نظر نمی‌رسد این پیشنهاد مورد توجه قرار گیرد .

*- این مقاله متن پیاده شده‌ی سخنرانی جناب آقای دکتر گلشنی در جمع دبیران فیزیک فارس در تاریخ ۹۰/۷/۲۱ است

برای مطالعه‌ی بیشتر در رابطه با موضوعات مطرح شده می‌توانید به مقالات زیر در دانشنامه‌ی فیزیک مراجعه کنید :

۱- ابر ریسمان جلد ۱ ص ۶۰
۲- ماده تاریک جلد ۳ ص ۱۳۶۸
۳- اثر فوتوالکتریک جلد ۱ ص ۹۹
۴- اثر کامپتون جلد ۱ ص ۱۰۲
۵- نسبیت خاص جلد ۳ ص ۱۵۲۴
۶- نسبیت عام جلد ۳ ص ۱۵۲۸
۷- نظریه‌ی کوانتومی اندازه‌گیری جلد ۳ ص ۱۵۵۹
۸- نظریه‌ی میدان کوانتومی جلد ۳ ص ۱۵۶۶
۹- نور جلد ۳ ص ۱۵۹۹

تهیه‌ی و تنظیم : حمید مصطفی‌نژادیان
با تشکر فراوان از جناب آقای پروفسور دکتر گلشنی که متن اولیه را مورد بازبینی و اصلاح قرار دادند .

گمان می‌کنم با اطمینان بتوان گفت:
هیچ کس مکانیک کوانتومی را نمی‌فهمد.
ریچارد فاینمن

سؤالات کوتاه پاسخ

۱- میانگین ارتفاع ایستگاه فضایی بین‌المللی از سطح زمین برابر با ۳۵۰km است ، چون ، در این ارتفاع ایستگاه بالاتر از :

الف) اتمسفر زمین است

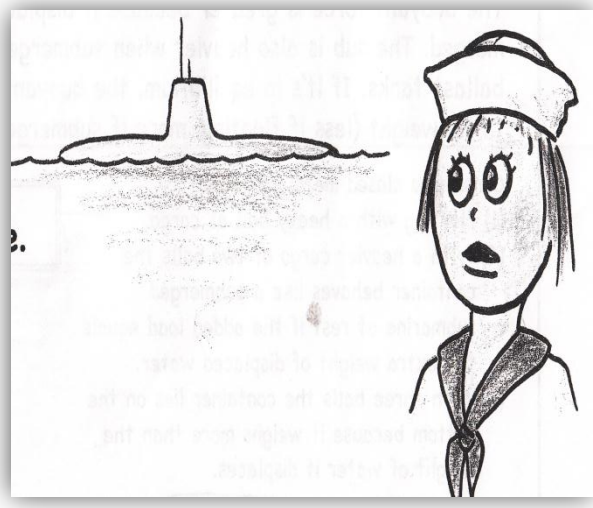
ب) میدان گرانش زمین است

پ) هردو گزینه

ت) هیچکدام

ایستگاه فضایی بین‌المللی بزرگترین ماهواره‌ی ساخت آدمی است که حتا هنگام گردش در مدار با چشم غیر مسلح دیده می‌شود ولی چرا نمی‌افتد؟

درباره‌ی آزمایش‌های "ریز گرانش " در مدار زمین سخن می‌گویند ، شدت گرانش زمین در چه ارتفاعی به یک ملیونیم شدت آن بر روی سطح زمین می‌رسد ؟



۲- یک زیر دریایی بر روی آب اقیانوس شناور است و مانند هر جسم شناور نیرویی از سوی آب رو به بالا بر آن وارد می‌شود . اگر زیر دریایی در آب فرو برود باز هم نیرو بر آن وارد می‌شود . جالب آن است که این نیرو در حالت دوم از حالت اول :

الف) کمتر است

ب) بیشتر است

پ) همان اندازه است

۳- جعفر سطلی را تا نیمه آب می‌کند و آن را در مسیر دایره‌ای در صفحه‌ی قائم به گردش در می‌آورد ، اگر سرعت گردش سطل کافی باشد در بالاترین نقطه آب نمی‌ریزد چون :

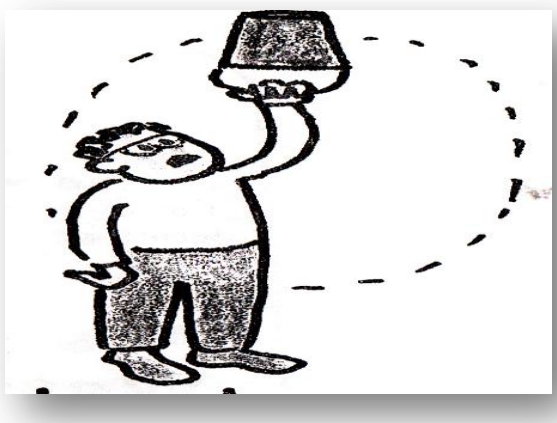
الف) شتاب مرکزگرای سطل چرخان دست‌کم برابر g است .

ب) " سقوط " آب با حرکت سطل هماهنگ است .

پ) سطل دست‌کم با همان تندی که آب بیرون ریخته از آن از حالت سکون شروع به سقوط می‌کند ، در حال سقوط است .

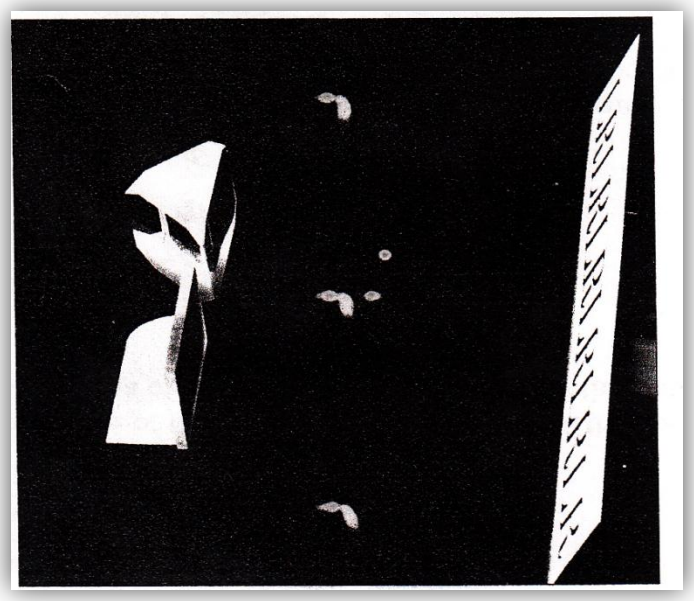
ت) همه‌ی گزینه‌های بالا.

ج) هیچکدام .

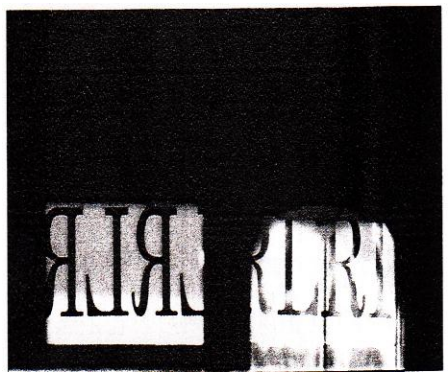


بازتاب در منشورهای پورو

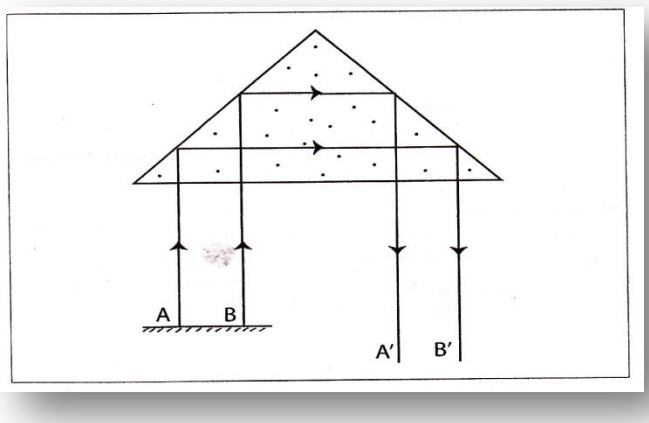
همه‌ی دانش آموزان و دانشجویان می‌دانند که خواندن نوشته در آینه‌های تخت تنها برای لئوناردوداوینچی که وارونه می‌نوشت راحت است . جانشین مناسب آینه های تخت که خواندن بازتاب نوشته را میسر می‌کند منشور پورو است .



در تصویر ۱ نوار باریکی از کاغذ که حرف‌های L و R برروی آن چاپ شده است به حاشیه‌ی یک صفحه‌ی چوبی یا مقوایی چسبانده شده و منشور پورویی همراه با یک آینه‌ی تخت هم اندازه در برابر نوار جا داده شده است . نوار کاغذی اندکی رو به عقب خم شده است تا پرتوهایی که باید به دوربین عکاسی برسند از بالای آن بگذرند . اگر از حاشیه ی کاغذ به سوی رویه های "بازتاب دهنده " نگاه کنیم ، منظره‌ای مانند آنچه در شکل ۲ دیده می شود می بینیم ، تصویر چپ حاصل بازتاب از روی آینه-ی تخت و تصویر راست حاصل رسیدن پرتو از منشور پورو است که همان گونه که پیداست اولی وارون جانبی است ولی دومی وارون نیست ، شکل ۳ مسیر پرتوهای نور گسیل شده از دو نقطه‌ی شئی را نشان می دهد که از درون منشور دیده می شود . زاویه های منشور ۹۰ و ۴۵ درجه اند و از آنجا که زاویه‌ی حد شیشه معمولاً کوچکتر از ۴۵ درجه است ، در این منشور بازتابش کلی صورت می گیرد . موقعیت دو نقطه ی A^{I} و $B^{/}$ با موقعیت نقطه های A و B



همانند است و تصویر وارون نشده است . این منشور را اینیاتسو پورو که مهندس بازنشسته‌ی ارتش پیه‌مونته بود در دهه‌ی ۱۸۵۰ اختراع کرد تا بتواند دوربین‌های جاسوسی تولید کند . این گونه منشورها در دوربین‌های دو چشمی امروزی هم کاربرد دارند .



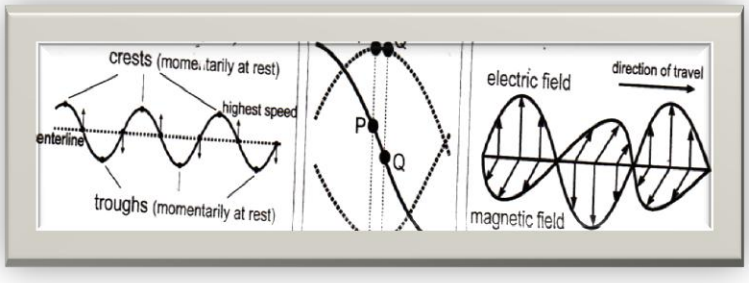
انرژی موج در یک ریسمان

وقتی که یک ریسمان قابل ارتجاع افقی و کشیده‌ای را مرتباً به بالا و پائین تکان می‌دهیم یک موج عرضی پدید می‌آید که در طول آن منتشر می‌شود . دانش آموزان به خوبی این نوع حرکت موجی را می‌شناسند . وقتی موج منتشر می‌شود ، هر قسمت ریسمان حرکت نوسانی رو به بالا و پائینی دارد که در مکانیک به حرکت نوسانی ساده موسوم است . نقاطی از ریسمان که در بالاترین وضع (قله‌ی موج) و در پائین ترین موقعیت (دره موج) قرار دارند به طور لحظه‌ای در حال سکون‌اند در حالیکه مطابق شکل ۱، نقاط مرکزی (با جابه‌جایی صفر) بیشترین سرعت را دارند . دانش‌آموزان آشنائی کمی درباره‌ی انرژی موج دارند و احتمالاً نمی‌توانند سئوال زیر را به درستی پاسخ گویند : در یک موج رونده در ریسمان چه نقاطی به ترتیب بیشترین انرژی جنبشی (K_E) و بیشترین انرژی پتانسیل (P_E) دارند ؟

پاسخ قسمت اول پرسش، دشوار نیست زیرا نقاطی که در مکان صفر قرار دارند ، بیشترین سرعت و در نتیجه بیشترین انرژی جنبشی را دارند . اما در مورد انرژی پتانسیل (P_E) آنچه بی‌درنگ به خاطر می‌آید حرکت نوسانی ساده است که بر اساس آن نقاطی که بیشینیه‌ی جابه‌جایی دارند دارای بیشترین انرژی پتانسیل‌اند (P_E) در حالیکه انرژی جنبشی (K_E) آنها صفر است

. بنابراین فکر می‌کنند که نقاطی که در قله یا دره‌ی موج واقع‌اند دارای بیشترین انرژی پتانسیل (P_E) هستند . متأسفانه این ارتباط نادرست است . نخست باید دید که از کدام انرژی پتانسیل (P_E) حرف می‌زنیم . این انرژی پتانسیل ، انرژی پتانسیل گرانشی (mgh)نیست زیرا وزن ریسمان (بر خلاف جرم آن) نقشی در انتقال موج ندارد . در صورتی که اثر وزن به حساب آید دیگر موج به صورت حرکاتمتقارن بالا و پائین نخواهد بود . معمولاً از اثر گرانش چشم‌پوشی می‌شود هرچند به طور صریح به آن اشاره نمی‌شود .

انرژی پتانسیل مناسب باید انرژی پتانسیل کشسانی باشد زیرا تا ریسمان کشیده نباشد موج عرضی در آن انتشار نمی‌یابد . برای ایجاد یک موج ، ریسمان راست باید به صورت خمیده درآید از اینرو طولش باید افزایش یابد .



بیشینه‌ی انرژی پتانسیل در مکانی است که انرژی جنبشی بیشینه است .

شکل ۲ گویای تمامی بحث است . این نمودار شکل قسمتی از ریسمان را در سه لحظه نشان می‌دهد . چون حرکت موجی سبب انتقال ماده نمی‌شود ، دو عنصر مشخص شده‌ی P و Q در شکل ۲ فقط حرکت قائم رو به بالا و پائین خواهند داشت . با تغییر شکل موج بر حسب زمان فاصله‌ی PQ هم تغییر می‌کند . فاصله‌ی بین p و Q در وضعیت مرکزی بیشینه و در قله‌ی موج یا دره‌ی آن کمینه است .

به عبارت دیگر ریسمان به طور یکنواخت کشیده نمی‌شود ، عناصری که در موقعیت مرکزی قرار دارند بیشتر از قسمت‌هائی که در قله‌ی موج یا دره‌ی موج واقع‌اند کشیده می‌شوند . بنابراین انرژی پتانسیل کشسانی که با مجذور کشیدگی متناسب است در قسمت‌هائی که جابه‌جائی صفر دارند بیشینه است .

بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد که انرژی پتانسیل کشسانی متناسب با مجذور شیب شکل موج است . نه مجذور جابه‌جائی از وضعیت صفر . حال به این واقعیت مهم پی می‌بریم که انرژی‌های جنبشی و پتانسیل یک عنصر (چگالی انرژی) با هم کم و زیاد میشوند به طوری که در جابه‌جائی صفر با هم بیشترین و در قله‌ی موج یا دره موج کمترین مقدار را خواهند داشت . کاربرد مستقیم این مطلب این است که انرژی مکانیکی (مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی) کل یک عنصر مشخص ثابت نیست . این نکته مایه‌ی تعجب نیست زیرا عمل یک موج رونده انتقال انرژی است ، هر عنصر می‌تواند یک سیستم بسته در نظر گرفته شود . جمع انرژی‌های پتانسیل عناصر در یک طول موج کامل مانند بیشینه‌ی انرژی پتانسیل در حرکت نوسانی ساده باید متناسب با مجذور دامنه باشد .

بنا براین انرژی پتانسیل موج ریسمان در دامنه ، بیشینهنخواهد بود . این نکته‌ای است که باید به آن توجه کرد .

نکته‌ی دیگری که شایسته‌ی توجه است این است که موج ریسمان ، تنها مورد استثنائی از هم‌زمانی تغییرات انرژی‌ها نیست . این خاصیت مشترک همه‌ی موج‌های رونده اعم از مکانیکی و الکترومغناطیسی و عرضی یا طولی است . به عنوان مثال انرژی وابسته به یک موج رونده‌ی الکترومغناطیس در فاز متغیر میدان-های الکتریکی و مغناطیسی موج مطابق شکل ۳ نهفته است . این انرژی متناسب با مجذور میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است که باهم کم و زیاد می‌شوند . در یک موج رونده‌ی طولی ، مراکز تراکم‌ها یا انبساط‌ها بیشترین انرژی پتانسیل و هم چنین بیشترین انرژی جنبشی دارند .

این بحث برای موج ایستاده کاربرد ندارد زیرا در موج ایستاده شکل موج جلو نمی‌رود و انرژی منتقل نمی‌شود . در هر دوره ، ریسمان خمیده دوبار صاف و مستقیم می‌شود . در لحظاتی که همه‌ی قسمت‌ها به طور هم‌زمان جابه‌جائی بیشینه دارند ، همه‌ی عناصر ساکن‌اند و گره‌ها بیشترین انرژی پتانسیل را دارند ، هنگامی که ریسمان مستقیم می‌شود ، انرژی پتانسیل تبدیل به انرژی جنبشی می‌شود و شکم‌ها بیشترین مقدار را دارند . در هر وضعی گره‌ها در موج ایستاده انرژی جنبشی را انتقال نمی‌دهند زیرا همواره ساکن‌اند . بنابراین در موج ایستاده ، بیشینه‌ی انرژی پتانسیل و بیشینه‌ی انرژی جنبشی را در لحظات متفاوت و در مکان‌های مختلف خواهیم داشت .

منبع : The physics teacher . VoL ٤٨ jan ٢٠١٠

هرچه ایمان کسی به ذهن و روح خودش نیرومندتر باشد دستاوردهایش هم بیشتر خواهد بود. آدمیزاده بدون ایمان به قابلیتهایش هیچ است.

اینشتین

ارتباط پتانسیل الکتریکی برداری و پتانسیل الکتریکی اسکالر با نیروی محرکه‌ی القایی

عباس روئین تن دبیر فیزیک منطقه‌ی قیروکارزین

۱- مقدمه

در کتاب فیزیک سال اول دبیرستان دانش‌آموزان اختلافپتانسیل بین دو نقطه از مداررا عامل به وجود آمدن جریان در مدار می-دانند [۱] و یاد میگیرند که جهت جریان الکتریکی در یک مدار از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است. در کتاب فیزیک سال سوم دبیرستان دانش آموزان با مفهوم نیروی محرکه القایی آشنا می‌شوند[۲] و می‌آموزند هرگاه شار مغناطیس که از یک مدار بسته می‌گذرد تغیر کند، نیروی محرکه‌ی القایی و جریان القایی در مدار ایجاد می‌شود اما اگر از یک ولت سنج استفاده کنیم خواهیم دید که این ولت سنج هیچ اختلاف پتانسیلی را بین دو نقطه مدار نشان نمی‌دهد. این سؤال برای دانش آموز کنجکاو و باهوش ایجاد می‌شود که چگونه بدون هیچ اختلاف پتانسیلی بین دو نقطه مدار در حلقه جریان به وجود می آید. در این مقاله به این سؤال پاسخ می‌دهیم و نشان خواهیم داد که در ایجاد جریان ناشی از نیروی محرکه القایی به جای پتانسیل اسکالر که با ولت-سنج معمولی قابل اندازه گیری است پتانسیل یرداری نقش اصلی را دارد.

۲. قانون القای فارادی و نیروی محرکه القایی

معادلات ماکسول، معادلات اساسی الکترومغناطیس است. میدان الکتریکی $E(r,t)$ و میدان مغناطیسی $B(r,t)$ توسط معادلات ماکسول به یکدیگر مربوط می شوند به طوری که تغیرات میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید میکند و میدان مغناطیسی متغیر میدان الکتزیکی تولید میکند. معادلات ماکسول به صورت زیر است [۳]:

$$\begin{aligned}&\nabla.E=\rho\\&\nabla\times E=J+\frac{1}{C}\frac{dE}{dt}\\&\nabla.B=0\\&\nabla\times E=\frac{-1}{C}\frac{dB}{dt}\end{aligned}\qquad(۱)$$

شار مغناطیسی که از یک مدار بسته می‌گذرد از رابطه زیر بدست می آید:

$$\varphi_B=\int B.dS \qquad(۲)$$

آهنگ تغیرات شار مغناطیسی در سطح S یک مدار بسته به علت تغیرات میدان مغناطیسی درون مدار بسته به صورت زیر است:

$$\frac{d\varphi_B}{dt}=\int\frac{dB}{dt}.dS \qquad(۳)$$

با استفاده از قانون القای فارادی داریم:

$$\nabla\times E=\frac{-1}{C}\frac{dB}{dt}$$
$$C\nabla\times E=\frac{-dB}{dt}$$
$$\frac{d\varphi_B}{dt}=-C\int\nabla\times E.dS$$

به کمک قضیه استوکس می توان نوشت:

$$\int\nabla\times E.dS=\oint E.dL$$

در نتیجه می توان نوشت:

$$\frac{d\varphi_B}{dt}=-C\oint E.dL \qquad(۴)$$

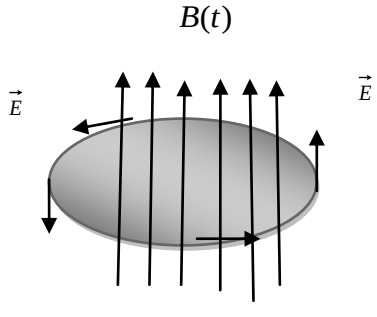
چون $\nabla\times E$ صفر نیست پس میدان الکتریکی چرخشی است و میدان الکتریکی بر تمام نقاط محیط مدار بسته مماس است. میدان الکتریکی القا شده بر سطح حلقه بر بارهای آزاد رسانا نیرو وارد کرده و آنها را به حرکت در می‌آورد و سبب ایجاد جریان القایی می‌شود. طبق تعریف نیروی محرکه القایی (ε) متناسب با آهنگ تغیرات شار مغناطیسی است که از مدار بسته می گذرد.

$$\varepsilon=\frac{-d\varphi}{dt}=C\oint_c E.dL \qquad(۵)$$

میدان الکتریکی ایجاد شده در معادله (۵) را نمی‌توان بر حسب پتانسیل اسکالر V بیان کرد زیرا اگر با استفاده از $E=-\nabla V$ بخواهیم میدان الکتریکی را محاسبه کنیم دیگر $\nabla\times E$ مخالف صفر نیست زیرا تاوگرادیان یک تابع صفر است.

$$\nabla\times E=-\nabla\times(\nabla V)=0$$
$$\nabla\times E=0 \qquad(۶)$$

پس E یک میدان الکتریکی چرخشی است و یک میدان چرجشی را نمی‌توان با یک پتانسیل اسکالر توصیف کرد بنابراین با وجود جریان در حلقه رسانا، پتانسیل اسکالر در تمام نقاط آن ثابت است و در عمل ولت‌سنج هیچ اختلاف پتانسیلی را بین نقاط مختلف آن نشان نمی دهد.



شکل(۱) میدان مغناطیسی وابسته به زمان، مب الکتریکی چرخشی تولید می کند.

۳- پتانسیل برداری

بر اساس معادلات ماکسول تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد.

$$\nabla.B = 0 \qquad (۷)$$

می توان نتیجه گرفت[۴] :

$$B = \nabla \times A \qquad (۸)$$

A همان پتانسیل برداری است که به کمک آن ایجاد جریان القایی را در یک مدار بسته به علت تغیرات شار مغناطیسی بررسی خواهیم کرد.

با استفاده از معادلات ماکسول و قانون القای فارادی میدان الکتریکی القا شده در یک حلقه را بر حسب پتانسیل برداری به دست می‌آوریم:

$$\nabla \times E = \frac{-1}{C}\frac{dB}{dt} = \frac{-1}{C}\frac{d}{dt}(\nabla \times A) = \nabla \times (\frac{-1}{C}\frac{dA}{dt})$$

در نتیجه:

$$E = \frac{-1}{C}\frac{dA}{dt} \qquad (۹)$$

به کمک معادلات ۵ و ۹ نیروی محرکه القایی را برحسب پتانسیل برداری به دست می آوریم:

$$\varepsilon = C\oint_{C'} E.dL = -\oint \frac{dA}{dt}.dL = -\frac{d}{dt}(\oint_{C} A.dL)$$

اگر حلقه دارای مقاومت R باشد جریان $i = \frac{\varepsilon}{R}$ در مدار ایجاد می شود. عامل بوجود آورنده این جریان نیروی محرکه القایی است که با انتگرال گیری از پتانسیل برداری A بر روی تمامی محیط حلقه به دست می‌آید و به اختلاف پتانسیل اسکالر بین دو نقطه حلقه بستگی ندارد.

۵. نتیجه گیری

نیروی محرکه القایی از تغیرات شار مغناطیسی درون یک حلفه به وجود می‌آید و در رسانا جریانی را القا می‌کند. اندازه گیری نشان می‌دهد که اختلاف پتانسیل اسکالر بین هر دو نقطه دلخواه از حلقه برابر صفر است و اگر ولت‌سنج را به دو نقطه از حلقه وصل کنیم هیچ اختلاف پتانسیلی را نشان نمی‌دهد. در این مقاله توضیح دادیم که میدان الکتریکی القایی که جریان را در مدار به وجود می‌آورد، چرخشی است و نمی‌توان آن را بر حسب پتانسیل اسکالر بیان کرد. همچنین نشان دادیم که میدان الکتریکی القایی و جریان ایجاد شده در حلقه تنها به علت تغیر پتانسیل برداری نسبت به زمان است.

مراجع[۱]شورای برنامه ریزی و تألیف فیزیک یک و ۳آزمایشگاه؛ وزارت آموزش و پرورش ، **سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی** ، شرکت چاپ و نشر کتاب درسی ایران ، **چاپ دهم** ، (۱۳۸۹).

نکته‌ی کوتاهی درباره یکاها: یکاهای سیاره‌ای

کاربرد یکاهای دستگاه SI نیاز به کاربرد یکاهای انگلیسی را از میان برداشته است ولی این نکته لزوماً به معنای کنار نهادن دیگر نظام‌های اندازه‌گیری نیست . سالها است که فیزیکدان‌ها به کارهائی چون برابر گرفتن h و C با یک (C=h=۱) دست زده‌اند . مادیگر درباره‌ی کاربرد ضریب $4\pi\varepsilon$. در فرمول مدارهای بور فکر نمی‌کنیم .

در متن‌های مقدماتی فیزیک به رشته‌ی یکاهائی برای حل مسائل ماهواره‌ای زمین بر می‌خوریم که هم محاسبات را آسان می‌کند و هم نشان می‌دهند که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از ضرایب تبدیل ، یکاها را تغییر داد . در نظام یکاهای سیاره‌ای قراردادهای زیر را در نظر می‌گیریم M_E ۱ = جرم زمین

R_E = ۱ شعاع زمین ، ۱h =یکای زمان

در این دستگاه شتاب گرانش زمین g و ثابت جهانی گرانش G هردو برابر با ۲۰ می‌شوند g = G = ۲۰ (این مقدار تا چهار رقم معنادار با توجه به اندازه‌ی میانگین شعاع قطبی و استوائی زمین برابر با ۲۰/۰۲ است) .

برای به دست آوردن دوره‌ی گردش ماهواره در مدار پایین (r = ۱)داریم

$a = g = \frac{V^2}{r}$, $V = \sqrt{rg} = \sqrt{20}$

$T = \frac{2r\pi}{V} = \frac{2\pi}{\sqrt{20}} = 1/40^{h} = 84^{min}$

برای به دست آوردن اندازه‌ی G با در نظر گرفتن اجزای یکای آن یعنی $\frac{m^3}{kgS^2}$ و ضرب یا تقسیم کردن ضرایب آغاز کار می‌کنیم

$5/974\times10^{24}$ kg/M_E

$6/3674\times10^{6}$ m/R_E (اندازه‌ی میانگین)

۳۶۰۰ g/h

و در مورد $G=\frac{R_e^3}{M_E h^2}$ نیتجه به صورت زیر در می‌آید :

$$6/674\times10^{-11}\frac{m^3}{kgS^2}\times\frac{1}{\left(6/3674\times10^{6}\frac{m}{R_E}\right)^3}\times 5/974\times$$

$$10^{24}\frac{kg}{M_E}\times(3600\frac{g}{h})^2 = 20/02\frac{R^3_E}{M_E h^2}$$

اکنون نوبت شما است که نشان دهید چرا ؟ g = G

منبع The physics Teacher, VoL ۴۸ March ۲۰۱۰

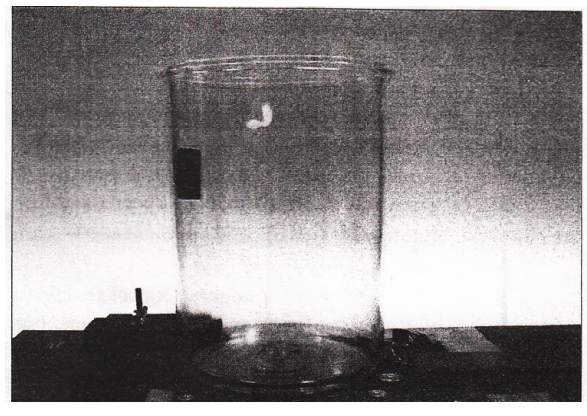
وسیله‌ای برای همانند سازی گردونه‌ی شهربازی

گردونه یکی از تجهیزات بسیاری از شهربازی‌ها است و مطالب بسیاری درباره‌ی آنها نوشته شده است . این وسیله اتاقی استوانه شکل است که بخش درونی آن با کرباس پوشانده شده است و می‌تواند به دور یک محور قائم مرکزی بچرخد . آدم‌ها در این اتاق سرپا می‌ایستند و به دیواره‌ی آن تکیه می‌دهند . هنگامی که سرعت چرخش گردونه به میزان معین می‌رسد ، کف آن حذف می‌شود ، ولی آدم‌ها نمی‌افتند و ظاهراً چسبیده به دیوار می‌مانند .

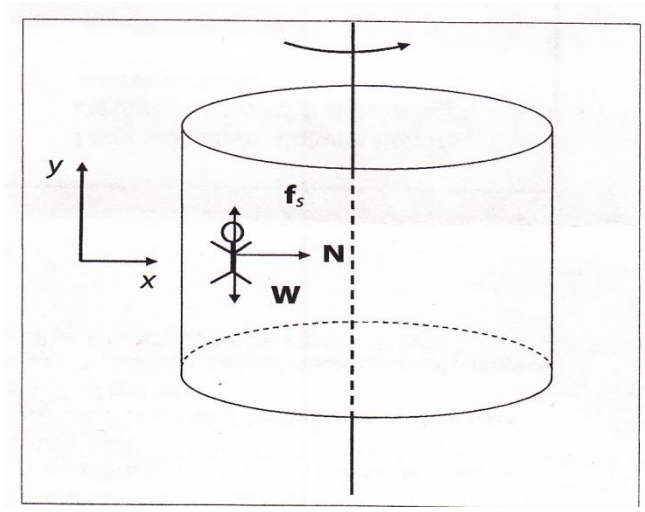
در کتاب‌های درسی فیزیک معمولاً از این وسیله و وضعیت یاد و پرسش‌هایی مطرح می‌شود که در پاسخ آنها دانشجویان باید با کاربرد معادله‌های ریاضی اندازه‌ها و ابعاد کمیت‌های فیزیکی را محاسبه کنند که به ازای آنها آدم‌ها در گردونه‌ی بی‌کف نمی-افتند . مثلاً : کمترین ضریب اصطکاک ایستایی میان شخص و دیوار چقدر است ؟ کمترین قطر یا شعاع گردونه باید چقدر باشد باشد ؟ کمترین سرعت زاویه‌ای باید چقدر باشد ؟ کمترین دوره‌ی گردش گردونه باید چقدر باشد ؟

برای دانشجویانی که خودشان این وسیله را نیازموده‌اند درک کارکرد آن دشوار است . می‌توان با آماده کردن یک وسیله‌ی ساده چگونگی کار گردونه را نمایش داد.

من محرک لوح سخت کامپیوتر را باز کردم ، یک استوانه‌ی جای مواد غذائی از جنس پلاستیک شفاف را با بریدن و جدا کردن دایره‌ای در کف آن روی محور موتور لوح نصب کردم و با پیچ-هایی که دور صفحه‌ی موتور وجود داشت آن را در جای خود محکم کردم . دستگاه با یک پایه‌ی چوبی به کمک چند قطعه چوب کوچک برای پا برجا ماندن در هنگام چرخش در جای خود نگه داشته می‌شد عروسک کوچکی از جنس پارچه را پس از آغاز چرخش دستگاه طوری در آن قرار دادم که با دیواره در تماس باشد (شکل ۱) . عروسک همراه دیوار می‌چرخید و نمی‌افتاد .



البته برای رسیدن به نتیجه‌ی مطلوب ممکن است لازم باشد این عمل چند بار تکرار شود . پس از مدتی دستگاه خاموش می‌شود و هنگام فروافتادن عروسک کمترین سرعت لازم برای حفظ آن اندازه‌گیری می‌شود .



تصویر ۲

شعاع استوانه‌ای که من انتخاب کردم ۵ cm و ضریب اصطکاک آن با دیوار ۱/ بود . اگر وزن عروسک را Wو نیروی عمود بر سطح را N و نیروی اصطکاک را f_s بگیریم (شکل ۲) با کاربرد قانون دوم نیوتن و با توجه به آن‌که عروسک در راستای yحرکت ندارد می‌توان نوشت $f_s = mg$و در راستای x نیروی Nبر آن وارد می‌شود که مقدار آن به خاطر حرکت دایره‌ای یکنواخت

$N = \frac{mV^2}{R}$است . با توجه به برابری $f_s = \mu_s N$می‌توان نوشت V

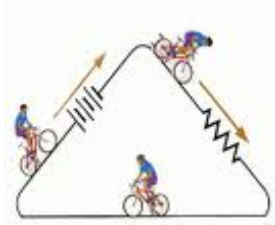
$= \sqrt{\frac{gR}{M}}$که با توجه به عددهایی که گفتیم کمترین مقدار سرعت مماسی $V_m = 2/2^{m/s}$ به دست می‌آید .

اکنون به محاسبه‌ی سرعت چرخشی بپردازیم که برای جلوگیری از افتادن جسم لازم است :

از آنجا که $f = \frac{V}{2R\pi}$ تعداد دور به ۷ دور در ثانیه (یا ۴۲۰ دور در دقیقه) می‌رسد . طبق راهنمای کار کامپیوتر تعداد دور موتور چرخاننده‌ی لوحه‌ی سخت ۷۲۰۰ دور در دقیقه است که بسیار بزرگتر از مقداری است که ما محاسبه می‌کنیم ، بنابراین کار با این دستگاه راحت است .

لئوناردو داوینچی:

کسی که تجربه نمودن را بدون دانستن تئوری دوست دارد، مانند دریانوردی است که کشتی را بدون سکان و قطب نما هدایت می‌کند و هرگز نمی‌داند کجا لنگر خواهد انداخت.

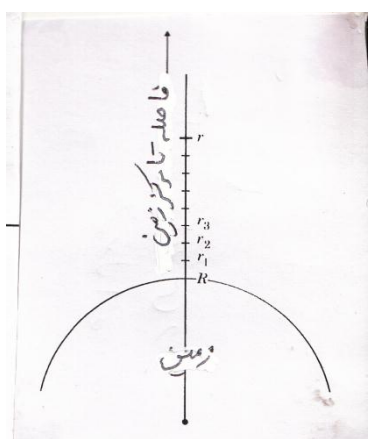


انرژِی پتانسیل گرانشی و فرمول آن در حالت کلی

مفهوم انرژی پتانسیل گرانشی برای دانش‌آموزان حتا در سال اول دبیرستان روشن و واضح است . اکثر دانش‌آموزان به راحتی می-دانند که وقتی جسمی به جرم m را در مجاورت سطح زمین تا ارتفاع h بالا می‌بریم انرژی پتانسیل گرانش U =mgh به دست می‌آورد . آنچه برای بیشتر دانش‌آموزان نامفهوم است آن است که این فرمول فقط حالت خاصی را در بر می‌گیرد که جسم تنها در مجاورت سطح زمین و در شرایط $h<< R_e$ جابه‌جا شود . بنابراین اگر پرسیده شود که انرژی پتانسیل جسمی به جرم m در ارتفاع $h=R_e$ چقدر است و از چه رابطه‌ای به دست می‌آید بعضی فرمول $U = mgR_e$ را مطرح می‌کنند و برخی جواب نمی‌دانم را می‌دهند .

پاسخ این پرسش را می‌توان در کتاب‌های فیزیک دانشگاهی که در آن از انتگرال استفاده می‌شود یافت . چون استفاده از انتگرال برای دانش‌آموزان مناسب نیست نگارنده روش مناسبی را به صورت زیر پیشنهاد می‌کند که گرچه در اساس در آن از مفهوم انتگرال استفاده شده است ولی به زبانی ساده و قابل فهم ارائه می‌شود .

می‌دانیم که نیروی گرانش زمین بر جسمی به جرمm که در فاصله r(نسبت به مرکز زمین) قرار دارد از رابطه‌ی $F_g = G \frac{mM_e}{r^2}$ به دست می‌آید . همانطوریکه دیده می‌شود این نیروی گرانش با مجذور فاصله جسم تا مرکز زمین نسبت وارون دارد و ثابت نیست . حال می‌خواهیم کار انجام شده برای انتقال جرم m از سطح زمین که به فاصله R_e از مرکز زمین قرار دارد تا فاصله r (از مرکز زمین) را محاسبه کنیم . چون نیروی گرانش نه ثابت است و نه بطور یکنواخت تغییر می‌کند (مانند نیروی کشسانی فنر) محاسبه‌ی این کار آسان نخواهد بود . برای این منظور می‌توان فاصله R_e تا r را به فواصلی آنچنان کوچک تقسیم کرد که بتوان نیروی گرانش F_g را در این فواصل تقریباً ، ثابت در نظر گرفت . بنابراین می‌توان کار انجام شده در این فواصل کوچک را محاسبه و با هم جمع کنیم تا کل کار لازم برای این انتقال به دست آید . در ابتدای این جابه‌جایی نیروی گرانش F_g برابر $G \frac{mM_e}{R^2_e}$ و در انتهای برابر است $G \frac{mM_e}{r_1^2}$.



بنابراین با توجه به نزدیکی اندازه‌های r_1و R_e کار انجام شده در اولین فاصله برابر است با :

$$W_1 = F_g(r_1 - R_e) = G \frac{mM_e}{R_e r_1}(r_1 - R_e)$$

$$W_1 = GM_em(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r_1})$$

در دومین فاصله نیروی گرانش متوسط $F_g = G \frac{mM_e}{r_1 r_2}$ و کار لازم برای این انتقال برابر است با :

$$W_2=G\frac{mM_e}{r_1 r_2}(r_2 - r_1) = GM_em(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})$$

به همین ترتیب کار انجام شده در سومین فاصله برابر است با :

$$W_e = GM_em (\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3})$$

حال کارهای انجام شده در این سه فاصله‌ی مساوی را با هم جمع می‌کنیم :

$$W_1 + W_2 + W_3 = GM_em \left[\left(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r_1}\right) + \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) + \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right)\right] = GM_em(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r_3})$$

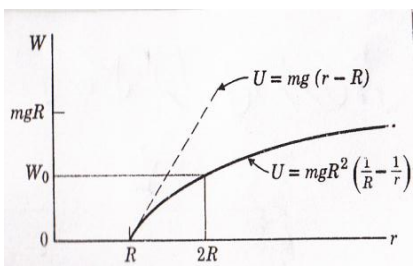
همانطوریکه دیده می‌شود r_1 و r_2 حذف شده و فقط دو فاصله‌ی نهائی R_e و r_3 باقی می‌ماند . بنابراین کار انجام شده در انتقال از R_e تا r برابر است با :

$$W_g = GM_em(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r})$$

بنا به تعریف این کارانجام شدهمان انرژی پتانسیل گرانشی جرم m در فاصله r از مرکز زمین خواهد بود .

$$U_g = GM_em(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r})$$

در شکل ۲ نمودار این انرژی پتانسیل را به صورت منحنی داده شده است .



حالت خاص :

در مجاورت سطح زمین چون $GMe=g\ R_e^2$ این‌انرژی پتانسیل به صورت زیر در می‌آید

$$U_g= GMem(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r})$$

$$U_g=R_e^2 gm\ (\frac{1}{R_e} - \frac{1}{r})=\frac{mgR_e\ (r- R_e)}{r}$$

چون تقریباً r معادل R_e است می‌توان در مخرج کسر فوق به جای r مقدار R_e را منظور کرد در نتیجه :

$$U_g = \frac{mgR_{e(\ r- Re)}}{R_e} = mg(r - R_e)$$

$$r - R_e = h \quad \Longrightarrow \quad U_g = mgh$$

در شکل فوق نمودار این انرژی در حالت خاص به صورت خط راست نقطه چین نشان داده شده است .

پرسش۱- با توجه به فرمول انرژی پتانسیل گرانشی در حالت کلی سرعت فرار جسمی به جرم m (کمترین سرعتی که باید در سطح زمین به جرم m داد تا از گرانش زمین بگریزد) را محاسبه کنید

حل: با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نتیجه گرفت که انرژی جنبشی داده شده به جرم m در نهایت به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود تا در فاصله r_{max} از مرکز زمین قرار بگیرد بنابراین :

$\frac{۱}{۲} m V_e^{۲} = mgR_e^{۲}(\frac{۱}{R_e} \frac{۱}{r_{max}})$

r_{max} = بی نهایت $\Longrightarrow$ $V_e = \sqrt{۲gR_e}$

که در آن Re شعاع کره‌ی زمین و g شدت میدان گرانش در سطح زمین است .

همانطور که دیده می‌شود سرعت فرار به شعاع کره و شدت میدان گرانش در سطح آن بستگی دارد .

پرسش۲- سرعت اولیه‌ی یک راکت چه کسری از سرعت فرار آن باشد تا به کره‌ی ماه برسد .

حل: چون فاصله‌ی مرکز ماه تا زمین ۶۰ برابر شعاع کره‌ی زمین است می‌توان نوشت :

$R_{max} = ۶۰ R_e$ و $V_e = \sqrt{۲gR_e}$

$\frac{۱}{۲}mV^{۲} = mgR_e^{۲}(\frac{۱}{R_e} - \frac{۱}{۶۰R_e})$

$V^{۲} = ۲R_e g (۱ - \frac{۱}{۶۰})$

$V = \sqrt{\frac{۵۹}{۶۰}} V_e$ $\qquad$ $V \approx /۹۹ V_e$

بنا براین سرعت لازم باید ۹۹ درصد سرعت فرار باشد .

پرسش۳- ماهواره‌ای در مجاورت سطح زمین به دور زمین می‌چرخد . اگر این ماهواره در امتداد قائم و به طرف بالا (نه موازی با سطح زمین) پرتاب شود ، تا چه فاصله از مرکز زمین دور می‌شود ؟

حل: چون ماهواره در مجاورت سطح زمین بدور زمین می‌چرخد شتاب وارد بر آن همان شتاب گرانش در سطح زمین است و داریم :

$g = \frac{V^{۲}}{R_e} \Longrightarrow V^{۲} = R_e g$

با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی ، انرژی جنبشی ماهواره در نهایت به انرژی پتانسیل گرانش در فاصله $r = r_{max}$ تبدیل شده داریم :

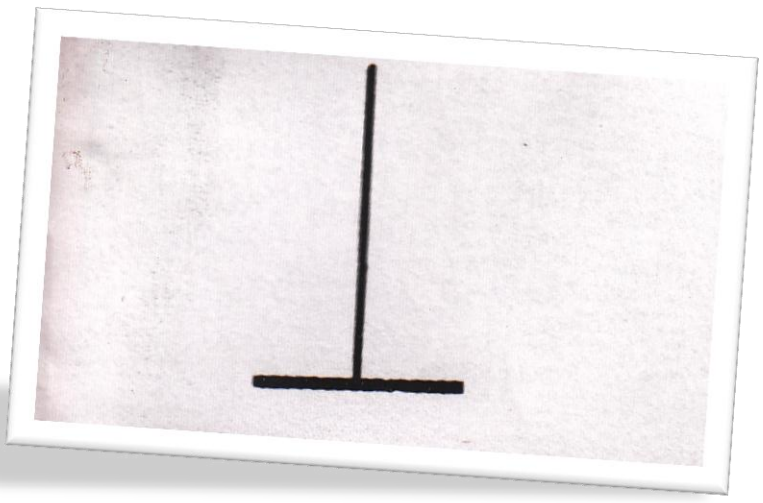
$\frac{۱}{۲}m V^{۲} = mgR_e^{۲}(\frac{۱}{R} - \frac{۱}{r_{max}}) = \frac{۱}{۲} m R_e g$

$\frac{۱}{۲} = ۱ - \frac{R_e}{r_{max}} \Longrightarrow r_{max} = ۲Re$

منبع : Fundaental phyics Jayorear
Frofessor of physics , coynell university

خطای دید

کدامیک از دو پاره خط زیر درازترند؟

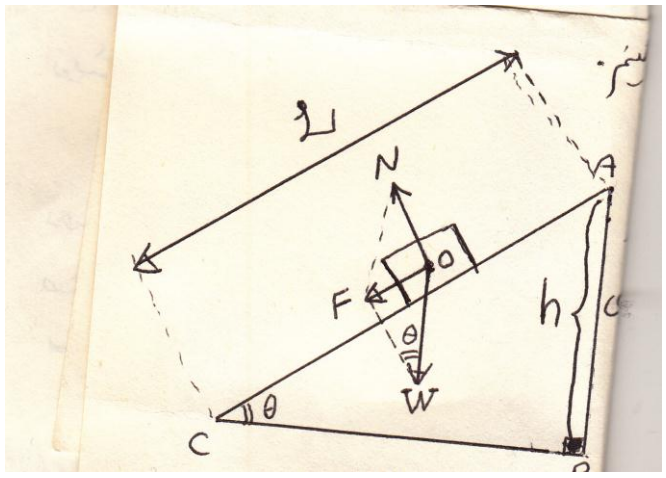


به نظر می‌رسد پاره خط قائم دارزتر است . در صورتی که هر دو برابرند ، علت آن است که چشمان آدمی در راستای افق آسانتر حرکت می‌کند تا از بالا به پایین و یا برعکس ، درست به همین دلیل در دشت چشمان آدمی اطراف را آسانتر می‌نگرد تا در کوهستان که چشمان ناچارند از پایین به بالا و یا برعکس را بنگرند و باز به همین دلیل است که گردش در دشت آرامش و خرسندی بیشتری در پی دارد تا پیاده‌روی در کوهستان .

محاسبه‌ی شتاب وارد بر یک جسم که روی سطح شیبدار بدون اصطکاک قرار دارد

محاسبه‌ی شتاب وارد بر جرم M که روی سطح شیبداری به زاویه θ با اصطکاک ناچیز قرار گرفته به طور مفصل در کتب دبیرستانی آمده است . در اینجا به روش ساده‌تر و معقولی شتاب وارد بر جسم را محاسبه می‌کنیم .

مطابق شکل زیر بر جرم M دو نیروی W و N به ترتیب از طرف مرکز زمین و سطح شیبدار وارد می‌شود .



برآیند این دو نیرو ، نیروی F است که موازی با سطح شیبدار است و جسم را به موازات این سطح به حرکت در می‌آورد . دو مثلث OFW و ABC با دو زاویه برابر متشابه‌اند می‌توان نوشت :

$$\Delta OFW \sim \Delta ABC \rightarrow \frac{OF}{AB} = \frac{OW}{L} \rightarrow \frac{F}{h} = \frac{W}{L}$$

$$F = W\frac{h}{L} \qquad F = Ma \qquad Ma = Mg\frac{h}{L} \longrightarrow$$

$$W = Mg \qquad a = g\frac{h}{L}$$

همانطور که دیده می‌شود شتاب لغزش جرم M روی سطح شیبدار به ارتفاع و طول سطح بستگی دارد و مستقل از جرم جسم است . با توجه به تعریف مثلثاتی سینوس می‌توان نوشت :

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{h}{L} \longrightarrow a = g\sin\theta$$

بحث - الف : در صورتی که $\theta = 0$ باشد یعنی سطح افقی فرض شود شتاب وارد بر جرم M صفر خواهد بود .

ب : در صورتی که$\theta = \frac{\pi}{2}$ باشد یعنی سطح قائم فرض شود شتاب وارد بر جرم M برابر g بوده و درست مانند حالت سقوط آزاد جسم است .

تذکر : برای شروع این محاسبه می‌توان با رسم یک سطح شیبدار و جرم M که روی آن قرار گرفته است از دانش‌آموزان پرسید که چه نیروهائی بر جرم M و از طرف چه اجسامی وارد می‌شود . تجربه نشان داده که گروهی از دانش‌آموزان سه نیرو به شرح زیر مطرح می‌کنند :

۱- وزن Wکه از طرف مرکز زمین بر جرم Mوارد می‌شود .

۲- نیروی واکنش سطح که از طرف سطح شیبدار بر جسم وارد می‌شود .

۳- نیروی F که آن را نیروی سطح شیبدار می‌نامند و به موازات سطح شیبدار بر جسم وارد می‌گردد .

جالب اینجاست که این دانش‌آموزان تصور می‌کنند که نیروی *F* نیروی مستقلی است . و*ربطی به دو نیروی* W *و* N *ندارد* .

بنابراین توجه دانش‌آموزان را به این نکته جلب می‌کنیم که بر جرم M فقط دو نیروی W و N وارد می‌شود که برآیند آنها نیروی Fاست .

استفاده از تشابه مثلثاتی هم ، حسن دیگر این محاسبه است زیرا دانش‌آموزان بخوبی در می‌یابند که ریاضیات فقط به درد خواندن و نمره‌ی قبولی آوردن نمی‌خورد و می‌تواند در فیزیک به نحو شایانی مورد استفاده قرار بگیرد . این روش به خوبی نشان می‌دهد که شتاب وارد بر جسم به مشخصات سطح شیبدار از جمله ارتفاع و خط بزرگترین شیب آن بستگی دارد و مستقل از جرم جسم است .

این روش بحث و محاسبه بیشتر برای دانش‌آموزان سال دوم که تسلط آنچنانی بر مکانیک ندارند توصیه می‌شود. البته برای دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی به ویژه رشته تجربی هم مناسب بنظر می‌رسد.

حالتهای گوناگون مسأله‌ی سطح شیبدار بدون اصطکاک

در بیش‌تر کتابهای درسی فیزیک حرکت شیئ در حال پایین آمدن از سطح شیبدار توضیح داده شده است . انواع اشیاء مختلف مانند مکعب لغزنده ، گوی و استوانه غلتان ، یا جعبه‌های کله‌پا شده روی سطح شیبدار رو به پائین به تفصیل بررسی شده‌اند .

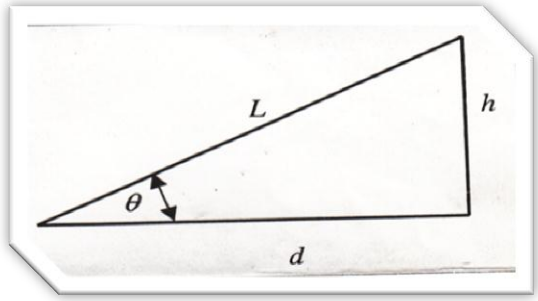
کتابی حرکت مکعب لغزنده‌ای را بررسی می‌کند که روی سطح شیبداری پائین می‌آید که خود روی سطح بدون اصطکاکی قرار دارد.

دیگری محاسبه بیش‌ترین سرعت افقی گوی غلتانی را که از سطح شیبداری پائین می‌آید برحسب زاویه‌ی شیب سطح شیبدار بدون اصطکاک را نشان می‌دهد .

در این مقاله زمان لازم برای حرکت شیئی را بر حسب زاویه‌ی شیب سطح محاسبه خواهیم کرد که روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی می‌لغزد و پائین می‌آید . افزون براین ، حالت‌های دیگر این مسأله که در آن طول سطح شیبدار تغییر می‌کند نیز بررسی می‌شود .

فرض کنید یک شیئ لغزنده از سطح بدون اصطکاکی پائین می‌آید.(شکل ۱)

.



شکل ۱) در طرح سطح شیبدار طول L ، ارتفاع h (تصویر عمودی سطح شیبدار) ، قاعده d (تصویر افقی سطح شیبدار) ، و زاویه شیب θ نشان داده شده است .

طول سطح شیدار L ، ارتفاع و قاعده‌ی سطح شیبدار (تصویر عمودی و افقی سطح شیبدار) به ترتیب h و d ، و زاویه سطح ϴ داده شده‌اند .

زمان t برای شیئ لازم است تا از حالت سکون ، رو به پائین شروع به لغزیدن کند و طول سطح شیبدار را به طور کامل به پیماید . این مقدار را می‌توان از رابطه اساسی سینماتیک

$L = \frac{۱}{۲} a t^{۲}$ به دست آورد که برابر است با

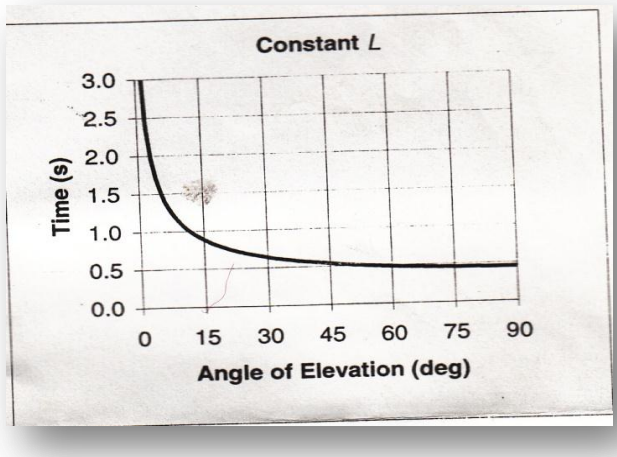
$$t=\sqrt{\frac{۲L}{a}} \qquad (۱)$$

که در آن a شتاب رو به پائین شیئ روی سطح شیبدار است . این رابطه را می‌توان برحسب زاویه‌ی شیب سطح نوشت که در آن g شتاب گرانش است :

$$t=\sqrt{\frac{۲L}{g\ sin\theta}} = \sqrt{\frac{۲L}{g}}\sqrt{\frac{۱}{\sin\theta}} \qquad (۲)$$

نمودار زمان بر حسب زاویه‌ی شیب سطح برای زوایای $۰.^{\circ} \leq \theta \leq ۹۰.^{\circ}$

با L=۱m و $g = ۹/۸ m/s^{۲}$ در شکل ۲ نشان داده شده است .



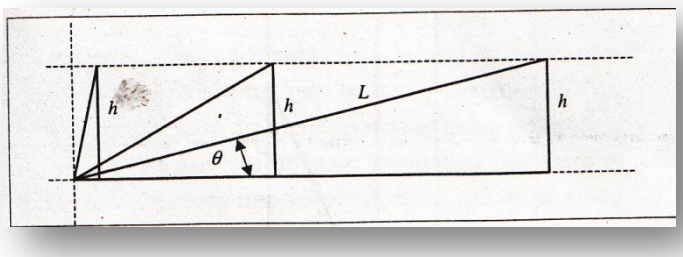
شکل ۲) نمودار رابطه ۲ چگونگی تغییرات مدت زمانی که طول می‌کشد تا شی‌ای که روی سطح شیبدار بدون اصطکاک رو به پائین حرکت می‌کند را بر حسب زاویه شیب سطح نشان می‌دهد . طول L برابر با یک متر و شتاب شی ، شتاب گرانش $g=۹/۸ m/s^{۲}$ است .

این نمودار نشان می‌دهد که وقتی سطح نزدیک به حالت افقی است$\theta = ۰$ ، زمان لازم برای پائین آمدن شی از سطح شیبدار بسیار طولانی می‌شود . این وضعیت به علت آن است که مؤلفه‌ی رو به پائین شی در راستای حرکت$a \approx$ ۰است . وقتی که سطح در حالت قائم است$\theta = ۹۰^{\circ}$ ، شی در اساس در حال سقوط آزاد و $a = g$ است ، بنابراین برای این که شی مسافت Lرا سقوط کند زمان معینی لازم است .

در این تحلیل حرکت تاکنون طول سطح شیبدار L ثابت بوده است . اما چند حالت جالب توجه از این مسأله با تغییر طول سطح شیبدار به دست می‌آید . مورد اول ، ارتفاع سطح شیبدار h (تصویر عمودی سطح شیبدار) ثابت ، و مورد دوم ، قاعده سطح شیبدار (تصویر افقی سطح شیبدار ثابت است) .

۱- ارتفاع ثابت (h)

در این وضعیت طول سطح شیبدار Lاز مقدار بسیار زیاد برای $\theta = ۰$ تا کم‌ترین مقدار L=h وقتی کهθ برابر۹۰° است تغییر می‌کند.



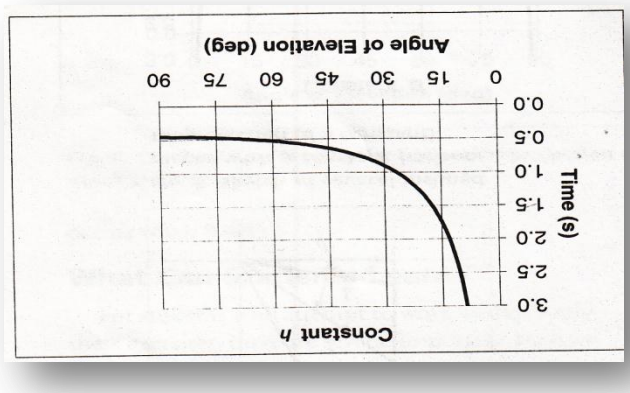
شکل ۳) طرح چند سطح شیبدار با ارتفاع ثابت h .

چون $h = L \sin\theta$ ، می‌توان مقدار L را در رابطه ۲ قرار داد :

$$t=\sqrt{\frac{۲h}{g sin^{۲}\theta}} = \sqrt{\frac{۲h}{g}} \times \frac{۱}{sin\theta} \qquad (۳)$$

نمودار زمان بر حسب زاویه شیب سطح ، برای زوایای $۰.^{\circ} \leq \theta \leq ۹۰.^{\circ}$

برای L=۱m در شکل ۴ نشان داده شده است .



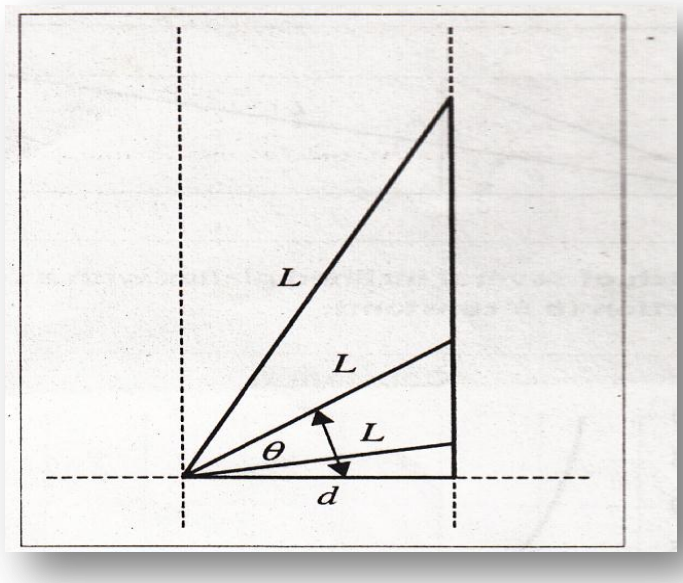
شکل ۴) نمودار رابطه ۴ با ارتفاع سطح شیبدار برابر ۱m .

برای زوایای کوچک شیب سطح ($\theta \approx ۰.^{\circ}$) بار دیگر می‌بینیم که برای لغزش شی رو به پائین روی سطح ، زمانی بسیار طولانی لازم است . این مورد مانند حالت L ثابت به دست می‌آید ، مؤلفه‌ی شتاب موازی با سطح ، بسیار کوچک است که باعث می‌شود زمان بسیار بزرگ شود . اما در این حالت عامل دیگری نیز وجود دارد : طول سطح شیبدار بسیار زیاد است ، بنابراین زمان لازم برای حرکت روی سطح شیبدار بسیار طولانی ، هم ، طولانی است . پس زمان برای مقدارهای کوچک θ با سرعت

بیش‌تری برای h ثابت نسبت به L ثابت واگرا می‌شود . توجه کنید ، نمودارها در مقدارهایبزرگ نسبت به هم همگرا می‌شوند و در $\theta = ۹۰°$ با یکدیگر برابر خواهند شد . این همگرائی در حالت h=۱m در نمودار برای h ثابت ، و در حالت L=۱m در نمودار برای L ثابت روی خواهد داد .

قاعده‌ی سطح شیبدار ثابت (d)

در این مورد تصویر افقی سطح شیبدار d ثابت نگه داشته می‌شود ، یعنی طول سطح شیبدار از d برای $\theta = ۰$ تا طول نامعینی برای $\theta = ۹۰°$گسترده است (شکل ۵)

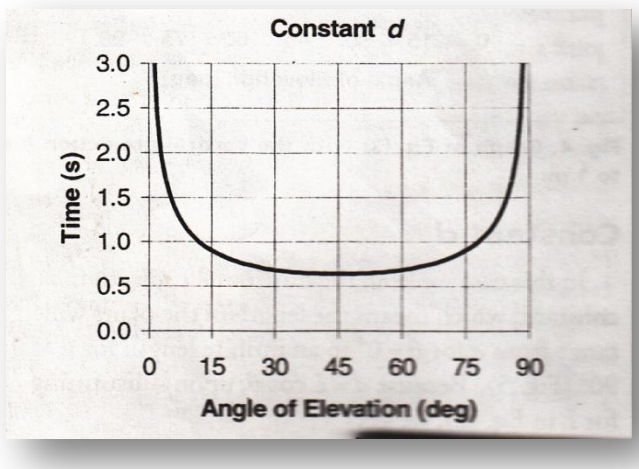


شکل ۵) طرح چند سطح شیبدار با d ثابت (تصویر افقی سطح شیبدار) .

چون $d=L\cos\theta$ است ، با قرار دادن مقدار L در رابطه ۲ داریم

$$t = \sqrt{\frac{۲d}{g\sin\theta\cos\theta}} = \sqrt{\frac{۲d}{g}} \times \frac{۱}{\sqrt{\frac{\sin ۲\theta}{۲}}} \quad (۴)$$

نمودار این رابطه (t بر حسب θ) در شکل ۶ برای d=۱m نشان داده شده است .



شکل ۶) نمودار رابطه ۴ با d=۱m .

بار دیگر ، برای مقدارهای کوچک θ ، چون شتاب بسیار کوچک است زمان طولانی است . اما در این وضعیت مقدارهای t برای d ثابت و برابر ۱m با مقدارهای L ثابت و برابر ۱m موقعی‌که زمان کوچک است همگرا می‌شوند . این رفتار را می‌توان از رابطه‌های ۲ و ۴ و با استفاده از تقریب زوایای کوچک یعنی $\sin\theta \approx \theta$و $\sin ۲\theta \approx ۲\theta$برای مقدارهای کوچک θ (بر حسب رادیان) بدست آورده . هم‌چنین برای مقدارهای بزرگترθ (نزدیک ۹۰ درجه) زمان بسیار طولانی خواهد شد . این مورد را انتظار داشتیم زیرا طول سطح شیبدار بسیار زیاد است در حالی که ، شتاب مقدار معینی است . افزون براین ، باید توجه کنید کم‌ترین زمان برای لغزش شی رو به پائین سطح شیبدار هنگامی که $\theta = ۴۵°$ باشد روی می‌دهد .

خلاصه :

به طور خلاصه ، سه مثال مربوط به یک شی لغزنده‌ی رو به پائین روی سطح شیبدار بدون اصطکاک بررسی شد : یکی طول سطح شیبدار(L) ثابت ، دیگری قاعده سطح شیبدار (تصویر افقی سطح شیبدار) (d) ثابت و یکی دیگر ارتفاع سطح شیبدار (تصویر عمودی سطح شیبدار) (h) ثابت است . چندین نتیجه‌ی به دست آمده مورد توجه قرار گرفت :

۱- برای هر سه مورد ، زمان برای شی که روی سطحی طولانی رو به پائین می‌لغزد ، با نزدیک شدن زاویه شیب سطح به صفر درجه ، بینهایت می‌شود .

۲- مثال h ثابت برای زوایای نزدیک ۹۰ درجه که درآن شی در فاصله معینی در حال سقوط آزاد است با مثال L ثابت همگرا می‌شود .

۳- مثال d ثابت برای زوایای نزدیک به صفر درجه با مثال L ثابت مشابه خواهد شد .

۴- زمان برای مثال d ثابت در زاوایای صفر درجه و ۹۰ درجه واگرا می‌شود و در زاویه ۴۵ درجه کم‌ترین مقدار را دارا است .

منبع:Variations on the frictionless inclined plane problem
The physics Teacher , Vol ,٤٢ , April ٢٠٠٤

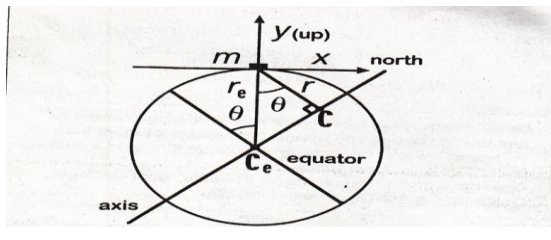
جهت شگفت‌انگیز نیروی اصطکاک ایستائی

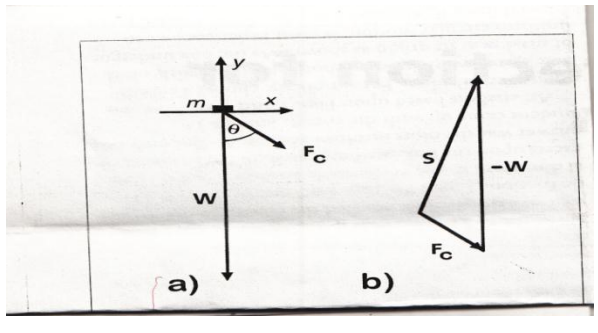
یک جعبه روی سطح افقی به جز در قطب‌های زمین و استوا نمی‌تواند نسبت به سطح زمین در حالت سکون باقی بماند مگر آن‌که یک نیروی بسیار کوچک اصطکاک ایستائی روی آن اثر کند . در این مقاله نشان خواهیم داد که در نیمکره‌ی شمالی جهت نیروی اصطکاک ایستائی لازم برخلاف انتظار از سمت جنوب به شمال است .

به تازگی من کلاس درسی داشتم که در آن دانش‌آموزان انتظار داشتند درسشان درباره‌ی قانون فاراده باشد . اما من به‌جای آن ، پرسشی مربوط به موضوعی در درس مکانیک مطرح کردم . به هریک برگه‌ی کاغذی دادم و روی تخته سیاه پنج پاسخ نوشتم : الف) از غرب به شرق ب) از شرق به غرب پ) از شمال به جنوب ت) از جنوب به شمال ج) هیچ نیروی اصطکاکی وارد نمی‌شود .

به دانش‌آموزان یادآوری کردم که پیش‌تر با استفاده از قوانین نیوتن نتیجه گرفتیم که هیچ نیروی اصطکاکی به جعبه‌ای که در حالت سکون روی سطح زمین افقی قرار دارد وارد نمی‌شود . اما اگر اصطکاک بر جعبه اثر کند ، باید راستای آن افقی باشد ، زیرا برای شتاب افقی جعبه تنها یک نیروی افقی لازم است . سپس خاطرنشان کردم که پیش‌تر ، از این پدیده که زمین حول محور از جهت غرب به شرق می‌چرخد چشم‌پوشی و نتیجه گرفته می‌شد که هیچ نیروی اصطکاک ایستائی به جعبه وارد نمی‌شود . به دانش‌آموزان مدت یک دقیقه وقت دادم تا اگر به نظرشان نیروی اصطکاک ایستائی از طرف زمین به جعبه وارد می‌شد جهت واقعی آن را به‌دست آورند . همان‌گونه که انتظار داشتم ، بیشتر پاسخ‌ها ، پاسخ شهودی الف بود . اما تنها یک دانش‌آموز به پاسخ درست یعنی ، ت رسیده بود .

شکل ۱) جرم m روی سطح افقی زمین چرخان در حال سکون قرار دارد .





شکل) ۲ الف : نیروی گرانش W و نیروی مرکزگرا F_c به جعبه وارد می‌شوند . ب : نیروی S زمین به جعبه وارد می‌کند . چون $F_e = W + S$ و $S = F_e - W$ است ، مؤلفه S در جهت +x نیروی در جهت شمال نیروی اصطکاک ایستائی زمین است که بر جعبه وارد می‌شود . (بردارها بدون توجه به مقیاس آن‌ها رسم شده است).

تحلیلی بر پایه‌ی شکل‌های ۱و۲ این نتیجه شگفت‌انگیز را توضیح می‌دهد.برای سادگی ، سامانه‌ی مختصات مطابق شکل طوری انتخاب شده است که محور x آن افقی و جعبه به جرم mدر مبدأ آن باشد . هم‌زمان با حرکت دایره‌ای جعبه باید نیروی مرکز گرای F_C در امتداد خطی از مبدأ مختصات به سوی نقطه C در مرکز حرکت دایره‌ای جعبه، به آن وارد شود . نیروی F_c برابر است با برآیند دو نیروی گرانشی W در امتداد خطی رو به پائین به طرف مرکز زمین C_e و نیروی S که سطح افقی زمین بر جعبه وارد می‌کند .

$$\overrightarrow{F_C} = \overrightarrow{W} + \overrightarrow{S} \quad (۱)$$

رابطه (۱) مستلزم آن است که

$$F_{cx} = W_x + S_x \quad (۲)$$ باشد

چون F_{cx} مثبت وW_x ۰ = است ، بنابراین S_x باید مثبت باشد .

می‌توان نیروی S را که سطح زمین به شی وارد می‌کند به دو نیروی عمود برهم تجزیه کرد . نیروی عمود بر سطح تماس نیروی عمودی N نامیده می‌شود ، در حالی که نیروی موازی سطح نیروی اصطکاک F_{FR} است . بنابراین ، مؤلفه‌ی مثبت xنیروی S متناظر با اصطکاک ایستائی وارد بر جعبه و جهت آن از سمت جنوب به شمال است .

تحلیل بیش‌تر مسأله نشان می‌دهد که این نیرو بسیار کوچک است به طوری که به آسانی آشکار نمی‌شود . نخست زاویه‌ی عرض جغرافیائی θ را مطابق شکل ۱ تعریف می‌کنیم . بنابراین برای شی که در استوا قرار دارد$\theta = ۰°$ است شعاع دایره‌ای که جعبه روی آن حرکت می‌کند برابر است با :

$$r = r_e \cos\theta \quad (۳)$$

چون نیروی برآیند F_c نیرویی مرکزگرا است ، اندازه‌ی آن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید :

$$F_c = m\frac{V^۲}{r} \quad (۴)$$

سرعت مماسی جعبه (V) بر حسب سرعت زاویه‌ای آنω)(برابر است با :

$$V = r\,\omega \quad (۵)$$

از ترکیب رابطه‌های (۳) تا (۵) داریم

$$F_C = mr_e\omega^۲\cos\theta \quad (۶)$$

از شکل ۲ الف ، مؤلفه‌ی افقی نیروی مرکزگرا به صورت زیر بدست می‌آید :

$$F_{cx} = F_c \sin\theta \quad (۷)$$

بنابراین :

$$F_{cx} = mr_e\omega^۲\cos\theta\sin\theta \quad (۸)$$

در رابطه ۲ مؤلفه‌ی افقی نیروی گرانش برابر با صفر و S_x نیروی اصطکاک سطح زمین است که بر جعبه وارد می‌شود بنابراین :

$$F_{FR} = mr_e\omega^2 \cos\theta \sin\theta \qquad (۹)$$

چون برای جعبه W = mg است ، نسبت نیروی اصطکاک به نیروی گرانش برابر است با

$$\frac{F_{FR}}{W} = \frac{r_E\omega^2 cos\theta sin\theta}{g} \qquad (۱۰)$$

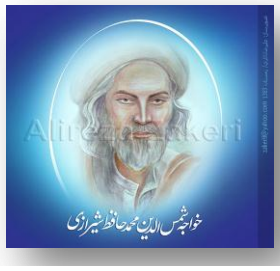
برای زمین چرخان سرعت زاویه‌ای ω برابراست با $\frac{۲\pi}{\text{روز}}$. اگر این مقدار و شعاع زمین× ۶/۳۷ = r_e ^{m} ۱۰^{۶} را در رابطه (۱۰) قرار دهیم ، در عرض جغرافیائی ۴۵ درجه (که رابطه‌ی (۱۰) بیش‌ترین مقدار را دارد) ، نیروی اصطکاک روی جعبه تنها ٪۰/۱۷۲برابر نیروی گرانش وارد بر جعبه است . همان طور که انتظار می‌رود ، رابطه (۱۰) پیش-بینی می‌کند در استوا و قطب شمال نیروی اصطکاکی به جعبه‌ای که روی سطح افقی زمین قرار دارد وارد نمی‌شود . تحلیل بالا را می‌توان به آسانی تعمیم داد و نشان داد که برای جلوگیری از لغزش یک جعبه روی سطح افقی زمین در نیمکره‌ی جنوبی (به جز در قطب جنوب) نیروی اصطکاکی در جهت شمال به جنوب لازم است .

من تنها با اجازه دادن به دانش‌آموزان به مدت یک دقیقه برای پاسخ دادن به این پرسش دشوار ، در واقع توانستم آگاهی پیشین آن‌ها از درس مکانیک را تقویت کنم . چون غالباً شهود فیزیکی به آسانی می-تواند موجب گمراهی شود ، و تحلیل شتاب‌زده‌ی مسأله به پاسخ نادرست می‌انجامد .

پس از اعلام پاسخ شگفت‌انگیز ، در برابر اعتراض‌های بعضی از دانش-آموزان گیج و سردرگم ، گفتم که چیز بیش‌تری ندارم که درباره‌ی این مسأله توضیح دهم و به موضوع برنامه‌ی درسی آن روز پرداختم . همان‌طور که پیش‌بینی می‌کردم پس از چند روز تعدادی از دانش-آموزان به من مراجعه کردند و گفتند پس از آن که به دقت مسأله را تحلیل کردند ، متقاعد شده‌اند که در واقع باید نیروی اصطکاکی ایستائی در جهت شگفت‌انگیز جنوب به شمال بر جعبه وارد شود تا از لغزش آن جلوگیری کند .

خیز تا بر کلک آن نقاش جان افشان کنیم

کاین همه نقش عجب در گردش پرگار داشت



نگاهی به زندگی ریچارد فاینمن

دانشمندان بزرگ نابغه‌اند و نابغه‌ها به زیستن بیرون از قاعده گرایش دارند . در این شماره ، ریچارد فاینمن را که یکی از بزرگترین نوابغ و در عین حال یکی از عجیب و غریب‌ترین افراد در مجموعه‌ی این افراد عجیب و غریب است , معرفی می‌کنیم .

فاینمن در فیزیک نیز مانند مسائل دیگر زندگی ماجراجو بود . تنها زمانی با یک مسأله تحقیقی روبرو می‌شد که کل موضوع را به روش خود بازسازی کند یا به عبارت خودش " آن را زیرورو کند " روی تخته‌ی سیاهش در کلتک این پیام را نوشته بود " نمی‌توانم آنچه را که نمی‌توانم خلق کنم بفهمم " .

او در رساله دکترای خود رویکردی کاملاً تازه در مکانیک کوانتومی ارائه داد که با همه‌ی کارهای هایزنبرگ ، شرودینگر یا دیراک متفاوت بود و روش خود را با موفقیتی چشمگیر در نظریه-ی برهم کنش‌های الکترون و فوتون‌ها به کار برد .

از تردید و عدم یقین هراسی به دل راه نمی‌داد . نوشته است " من از ندانستن چیزها احساس ترس نمی‌کنم . گم شدن در جهانی رازآمیز بدون هیچ‌گونه هدفی مرا دچار واهمه نمی‌کند " تردید، محرک او بود و به کشف و " لذت یافتن چیزها " می-انجامید . اهمیت نمی‌داد که حل یک راز به ایجاد راز دیگری بینجامد که معمولاًچنین است . " به همراه دانش بیشتر راز بیشتری فرا می‌رسد و فرد را اغوا می‌کند که همچنان به نفوذ در اعماق بپردازد .هرگز به احتمال نا امید کننده بودن پاسخ توجه نکنید . ما با لذت و اصمینان هر سنگ تازه را زیر و رو می‌کنیم تا غرابت نا متصوری را که به سؤال‌های خارق‌العاده بیشتری می-انجامد بیابیم که به تحقیق، یک ماجراجویی با شکوه است " .

از نظر فاینمن " اندیشیدن به جهان پیشاروی بشر ، تجربه‌ای معنوی است . یعنی تفکر در این‌باره که جهان بدون حضور بشر چه معنایی دارد به همان ترتیبی که در بخش عظیمی از تاریخ خود بوده است و آن‌گونه که در بخش‌های بزرگی از جهان چنین است " .

این نگرش همان دیدگاه عینییت‌گرایانه‌ی با شکوه فیزیک‌دان است . " هنگامی که (عینیت‌گرائی) محقق شد و ارزش راز و شکوه ماده دانسته شد ، نگاه عینیت‌گرا را به سوی بشر باز گرداند و او را در قالب ماده نگریست دیدن زندگی ، همانند راز بزرگ با عمق بسیار ، تجربه‌ای است که کمتر توصیف شده است " .

ریچارد فاینمن در سال ۱۹۱۸ در شهر کوچکی به نام " فام راک وی " در حومه نیویورک متولد شد . ملویل ، پدر ریچارد اولین آموزگار وی بود . او رسانه آموزشی اصلی‌اش یعنی دانشنامه‌ی بریتانیکا را برای پسرش می‌خواند و حین خواندن توضیح می‌داد . علایق عمده ریچارد در دبیرستان معطوف به ریاضی و علوم بود . او میانی حسابان را نزد خود و از اولین کتاب در این موضوع که به

کتابخانه‌ی مدرسه اضافه شده بود با نام "حسابان برای خرد عملگرا " آموخت .

در دوران تحصیل در دبیرستان به دوره فیزیک افتخاری ابرام بادر ملحق شد . بادر به مطالعه مکانیک آماری و مکانیک کوانتومی در دانشگاه کلمبیا زیر نظر ایزیدور رابی پرداخت و هنگامی که پولش ته کشید برنامه دکترا را رها کرد . او آموزگاری آگاه و دلسوز بود و به سرعت استعداد ریچارد را تشخیص داد . بادر همچنین برخی درس‌های مهیج فیزیک را به ریچارد آموخت . ریچارد با پیروزی و خوشحالی از دبیرستان فارراک‌وی فارغ‌التحصیل شد . مرحله بعدی ، دانشگاه بود . عدم پذیرش او در دانشگاه کلمبیا علاوه بر هزینه‌ی ثبت‌نام نامعقول می‌تواند به علت محدودیت سهمیه دانشجویان یهودی بوده باشد .

او در مؤسسه تکنولوژی ماساچوست (MIT) پذیرفته شد و در پائیز ۱۹۳۵ با کمک انجمن دانشجویان آینده نگر به کمبریج رسید . فاینمن در ابتدا در MIT شگفت‌زده شد . تسلط بر ریاضی به ظاهر جذاب بود تا آن‌که از رئیس گروه ریاضی پرسید با مدرک ریاضی به جز تدریس ریاضی چه‌کار دیگری می‌تواند انجام دهد . رئیس گروه پاسخ داد " خوب تو می‌توانی آمارگیر شوی و میزان بیمه‌ها را برای شرکت بیمه محاسبه کنی " و افزود دانشجویانی که چنین سؤالاتی می‌پرسند معمولاً ریاضیدان نمی‌شوند . سپس مهندسی برق فرا رسید ، اما دریافت که اشتیاقی برای آن‌هم ندارد . فایمن تقریباً با حذف موارد سرانجام به فیزیک رسید انتخاب هوشمندانه‌ای بود.

گروه فیزیک MIT قوی بود . رئیس گروه جان اسلیتر ، همکار بور و نویسنده پرکار درسنامه و یکی از کتاب‌هایش در دوره‌ی پیشرفته تدریس می‌شد . کتابش با عنوان " معرفی فیزیک نظری " به همه‌ی دانشجویان پایه و فارغ‌التحصیل توصیه می‌شد .

جولیوس استراتون که رئیس MIT شد و فیلیپ مورس متخصص محاسبات اتمی و مولکولی ، این دوره را تدریس می‌کردند . فایمن و دوست پیشرس‌اش " تد ولتون " با اندکی بیم و هراس تصمیم گرفتند که دوره را در سال دوم تحصیلی‌شان انتخاب کنند . نگرانی آنها بی‌مورد بود هر دو به سطح دانشجوی سال آخر در فیزیک رسیدند .

آنها نزد خود درسنامه‌های مقدماتی مکانیک کوانتوم را خواندند و بحث کردند . ولتون کلاس استراتون را با فاینمن در آن روزها به یاد می‌آورد : " استراتون که قطعاً آموزگاری تحسین انگیز بود گاهگاهی در آماده کردن نتایج معمولی که از پس مکثی طولانی با سرخی اندکی بر چهره‌اش فرا می‌رسید کوتاهی می‌کرد . او با لحظه‌ای تردید می‌پرسید " آقای فاینمن شما مسأله را چگونه حل کردید " و ریچارد با دشواری جلو تخته سیاه می‌رفت و راه حل را ارائه می‌داد . همواره درست و گاه نبوغ آمیز " .

در آن زمان (در میانه‌ی دهه‌ی ۱۹۳۰) مکانیک کوانتومی هنوز موضوع تازه‌ای بود و آن‌را با ژرفای اندکی در دوره‌های جا افتاده آموزش می‌دادند . مورس پیشنهاد کرد که موضوعات اصلی مکانیک کوانتوم را در دوره خاص که هفته‌ای یک بار ارائه می‌شد به فاینمن ، ولتون و یک دانشجوی دیگر درس بدهد . آنها با کتاب دشوار اصول مکانیک کوانتوم دیراک آغاز کردند و پس از آن مورس مسأله‌ای تحقیقی شامل برخی محاسبات جزئی خواص اتم را پیشنهاد کرد که با هیدرژن یا توابع موج هیدرژن‌گونه (که فاینمن " تمیز " می‌نامید) آغاز می‌شد کامپیوترها و محاسبه‌گرهای الکترونی هنوز وجود نداشتند . محاسبات دشوار اما مهیج و جالب بود .

فاینمن خاطر نشان کرد " مورس ما را به محاسبه چیزهای بسیار جالب واداشت . او به همراه ما تلاش جانانه‌ای انجام داد ، به نحوی مسیر را می‌گشود،او مکانیک کوانتوم را می‌دانست " فاینمن در همان ایام به اندازه‌ی کافی در درک خود از نسبیت و مکانیک کوانتوم پیش‌رفته بود که معادله‌ای صحیح برای مکانیک کوانتومی نسبیتی ارائه دهد . او آگاه نبود که به مسأله‌ای پرداخته است که دیراک در ۱۹۲۸ حل کرده بود . او به صورت ابتدائی به معادله دیراک رسید که اکنون معادله کلاین – گوردون نامیده می‌شود . با این حال هنگامی که فایمن و ولتون تلاش کردند آن را بر الکترون اتم هیدرژن اعمال کنند ، دریافتند که در مورد الکترون کاربرد ندارد . فاینمن نتیجه گرفت که " آن مرحله ، پایان مسأله بود " اما چنین نبود ، شاید برای نخستین‌بار از آنچه " جهش در کشف " می‌نامید لذت برده بود .

فاینمن در کار بر روی رساله‌ی لیسانس خود در MIT کشف مهمی انجام داد . اسلیتر از او خواست تا واقعیت شایان توجه انبساط کمتر کوارتز نسبت به مواد دیگر هنگام گرمایش را توضیح دهد او با ذهن سرکش خود فرض کرد که اگر حجم و اندازه‌ی کریستال ثابت باشد چه نیروها و کنش‌هایی تولید می‌شوند تا آن را نگاه دارند . فاینمن برای شروع تحلیل ، قضیه‌ای را بیان و اثبات کرد که از آن زمان ابزار معیار محاسبات ملکولی شیمی- فیزیکدانان است . بنا بر قضیه، در کوارتز یا در هرجای دیگری ، هسته اتم ، نیروهای الکترواستاتیک محیط بر هسته و

الکترون‌ها را حس می‌کند . الکترون‌ها مطابق با مکانیک کوانتومی به صورت لکه‌های ابر مانند سه بعدی تصور می‌شوند . نسخه‌ی کوتاه شده مقاله در مجله فیزیکی معتبر فیزیکال ریویو منتشر شد .

فاینمن در پائیز ۱۹۳۹ پس از موفقیت در آزمون ورودی به پرینستون آمد و دوره‌ی فوق‌لیسانس را شروع کرد . فایمن در سال ۱۹۳۹ درگیر مسائل دشوار بود که جنگ جهانی دوم در اروپا آغاز شد . در ۱۹۴۳ هنگامی که آزمایشگاه بمب در لوس-آلاموس تحت مدیریت رابرت اپنهایمر درهایش را گشود فایمن جزء اولین افرادی بود که در بهار ۱۹۴۳ به اپنهایمر معرفی شد .

استعداد فاینمن به سرعت در لوس‌آلاموس مورد توجه قرار گرفت . او که ۲۵ سال بیشتر نداشت به رهبری گروهی برگزیده شد که کارش انجام مسائل محاسباتی بود .

کامپیوترها در این دوران پیشا تاریخی عبارت بودند از افرادی که بر روی ماشین‌های مکانیکی کار می‌کردند . در پائیز ۱۹۴۳ عصر کامپیوتر در لوس‌آلاموس به شکل ماشین قابل برنامه‌ریزی با کارت پانچ IBM فرا رسید که فاینمن و افرادش پیش از آن که تکنسینIBMبیاید و کار را انجام دهد آن را سرهم و آماده کار کردند .

پیروزی بمب در ۱۶ جولای ۱۹۴۵ به اوج خیره کننده و اساسی خود رسید که با آزمایش ترینیتی بمب پلوتونیوم همراه بود . فاینمن درست هنگامی که توانست شاهد رویداد باشد از مرخصی در فارراک‌وی بازگشت با این استدلال نامطمئن که " نور روشن هرگز نمی‌تواند به چشمان شما آسیب برساند " . از عینک آفتابی که به او داده شد استفاده نکرد و انفجار را از طریق سپر بادی خودرو که مانع نفوذ پرتو ماوراً بنفش می‌شد مشاهده کرد

" بنابراین توانستیم آن رویداد شیطانی را ببینیم .... من احتمالاً تنها فردی بودم که آن را با چشمان غیر مسلح دیدم ".

فاینمن اولین فرد از مدیران گروه‌ها بود که لوس‌آلاموس را ترک گفت . اواخر اکتبر ۱۹۴۵ به دانشگاه کرنل در شهر ایناکا واقع در مرکز نیویورک رفت .

در تابستان ۱۹۴۷ بیست و پنج فیزیکدان در مهمانخانه رامزهد گردهم آمدند . حضور در این گردهمآیی تنها از طریق دعوت ممکن بود و نخبگان جامعه‌ی فیزیک از جمله اپنهایمر ، بته ، فاینمن ، ویلر ، ویلیسن لمب ، ایزیدور رابی و جولیان شوینگر در آن شرکت جستند . جولیان شوینگر معاصر فایمن بود و مانند او به سختی بر روی نظریه‌ی برهم کنش‌های الکترون – فوتون ، حوزه‌ای که الکترودینامیک کوانتومی یا QED نامیده شده کار می‌کرد . شوینگر نظریه‌ی مفصل الکترودینامیک‌کوانتومی را بسط داده بود . نظریه‌ی شوینگر پیچیده است .

او در نظریه‌اش یک فصل ماراتن تمام و کمال را ارائه داد . برخی علاوه بر اپنهایمر روش او را تا به آخر دنبال کردند . آن‌طور که دایسون ذکر می‌کند نظریه " بر اساس اصول ارتدوکس پایه گذاری شده بود و شاهکار روش ریاضی محسوب می‌شد ".

فاینمن در گردهم‌آیی انجمن فیزیک آمریکا در پوکونو سخنرانی کرد اما سخنرانی‌اش برانگیزاننده نبود . او نیز نظریه‌ی کارآمدی در الکترودینامیک‌کوانتومی داشت اما مبنایش شهودی و تصویری بود و آن چیزی نبود که شرکت کنندگان برجسته پوکونو مشتری‌اش باشند .

دایسون توضیح می‌دهد : " دشواری فیزیک ریچارد برای افراد عادی در این مطلب نهفته بود که او از معادله‌ها استفاده نکرد ... ریچارد صرفاً حل‌های موجود در ذهن‌اش را بدون نوشتن معادله-ها نوشت . او تصویری فیزیکی از نحوه اتفاق افتادن چیزها داشت و این تصویر ، راه‌حل‌ها را به طور مستقیم با حداقل محاسبات ارائه می‌داد . جای شگفتی نبود که افرادی که زندگی‌شان را در حل معادله‌ها سپری می‌کردند با او دچار دستپاچگی می‌شدند . ذهن آنها تحلیلی بود ولی ذهن او تصویری بود " .

فاینمن دانست بر حق است اما ابزار ریاضی لازم برای متقاعد کردن دیگران را ندارد . او گفته است " مسئله من این بود که همه تفکرم فیزیکی بود . من چیزها را به روش حاضر و آماده‌ای که خود ابداع کرده بودم انجام می‌دادم . من طرحی ریاضی برای صحبت کردن در اختیار نداشتم . در واقع من یک عبارت ریاضی کشف کرده بودم که با استفاده از آن همه‌ی نمودارها ، قواعد و نتایج حاصل می‌شد . تنها راهی که می‌توانستم بفهمم یکی از فرمول‌هایم کار می‌کند ، زمانی بود که از طریق آن به نتیجه درستی دست یافتم " .

مردی که نظریات به ظاهر مجزا و بی ربط فاینمن و شوینگر را به هم نزدیک کرد و آن‌ها را برای استفاده فیزیک‌دانان عادی وحدت بخشید فریمن دایسون انگلیسی بود .

بازیگر چهارمی در حماسه الکترودینامیک‌کوانتومی علاوه بر فاینمن ، شوینگر و دایسون وجود داشت . نام او اوشین – ایتیروتوموناگا بود که در سال ۱۹۰۶ در توکیو متولد شد و فرزند یک استاد فلسفه بود .

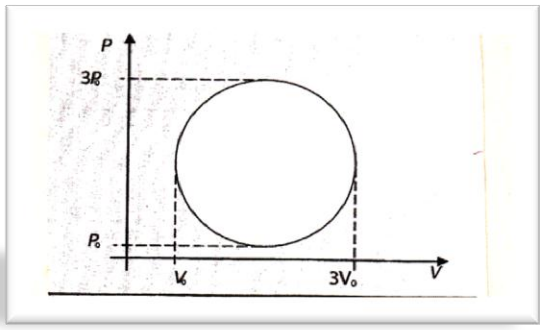
فاینمن ، شوینگر و توموناگا جایزه نوبل فیزیک را در سال ۱۹۶۵ بین خود تقسیم کردند . دایسون در این فهرست نبود گرچه بسیاری این احساس را داشتند که او لایق این افتخار است . به نظر می‌رسد او قربانی قاعده‌ای شد که بر مبنای آن بیش از سه نفر نمی‌توانند برنده جایزه نوبل شوند . فاینمن در کتاب خود برای خواننده عادی با عنوان QED می‌نویسد که نظریه‌ی الکترودینامیک‌کوانتومی " گوهر فیزیک است ، با افتخارترین و غرور انگیزترین دارایی ما " ممکن است عده‌ی کمی با این نظر موافق نباشند . نظریه با موفقیت کامل ، دنیای پدیده‌های فیزیکی را توضیح می‌دهد . برخی از این پدیده‌ها از طریق اندازه-

گیری‌هایی که با دقتی شگفت‌انگیز انجام می‌شود با محاسبات فایمن در رویکرد به QED در توافق قرار دارند .
QED عبارت از مطالعه دو نوع از ذرات بنیادی ، الکترون‌ها و فوتون‌ها و راههای گوناگون برهم کنش آن‌هاست . همانطور که در مکانیک کوانتوم معمول است نظریه محدود به محاسبات آماری است . " دامنه " رویداد معینی اندازه‌گیری می‌شود و از طریق آن احتمال وقوع رویداد به دست می‌آید .
راهی غیر از احتمالات برای نفوذ عمیق‌تر به منطقه وجود ندارد . فاینمن می‌نویسد " چرخ و دنده‌هایی در زیر این تحلیل از طبیعت وجود ندارد . اگر بخواهید آن را بفهمید این تنها چیزی است که موجود است " .
سالن درس برای فاینمن تأتر بود و تدریس بازیگری . تدریس او چیزی شبیه ارائه‌ی یک درام ، شگفتی ، کمدی و فصاحت بیان بود . فارادی اگر بود درسگفتارهای او را می‌ستود . او در اوائل دهه‌ی ۱۹۶۰ به ترغیب یکی از همکارانش به نام متیو سندز کار دشوار تدریس فیزیک مقدماتی را بر عهده گرفت .
سندز گفت : " ببین ریچارد تو سال‌های (بسیاری) را در تلاش برای فهم فیزیک گذرانده‌ای اکنون این فرصت را داری که آن را به صورت فشرده در سطح دانشجویان سال اول ارائه کنی " .
فاینمن چند روز درباره‌ی این مسئله فکر کرد و آن‌گاه از سندز پرسید " آیا تاکنون فیزیکدان بزرگی را دیده‌ای که به دانشجویان سال اول درس داده باشد ؟ . " سندز گفت به این مسأله فکر نکرده است . فاینمن نتیجه گرفت : " آن را انجام خواهم داد ."
تلاش او بی‌اهمیت نبود، فاینمن تمام وقت بر روی درسگفتارها کار کرد . سندز و رابرت لیتون همکار کلتک و پدر دوست طبل نواز فاینمن، رلف لیتون نسخه‌ای سه جلدی از درسگفتارها تهیه کردند . تلاش چند نفره با موفقیتی تحسین‌انگیز همراه بود . کتاب‌ها هنوز تقریباً پس از ۴۰ سال عامه پسندند .
حضور فاینمن برای دانشجویان ، مخاطبان درسگفتارها ، همکاران ، دوستان ، خبرنگاران و منتقدان بیش از هرچیز نوعی سرزندگی ویران نشدنی بود . او هیچ چیز را از دست نمی‌داد و درباره‌ی همه چیز کنجکاو بود . او از " شدن چیزی که نبود " لذت می‌برد به یک نوازنده‌ی بانجوی تمام و کمال بدل شد .
کمی زیست‌شناسی آموخت و در طول مرخصی‌های آخر هفته به عنوان دستیار تدریس در خدمت گروه زیستشناسی کلتک قرار گرفت . در چند تابستان به عنوان کارمند عادی با یک شرکت کامپیوتری جدیدالتأسیس کار کرد . جزو اولین افرادی بود که به امکان فناوری ماشین‌های بسیار کوچک دست‌ساز ، حوزه‌ای که امروزه با عنوان ریز فناوری (نانو تکنولوژی) شناخته می‌شود اشاره کرد .

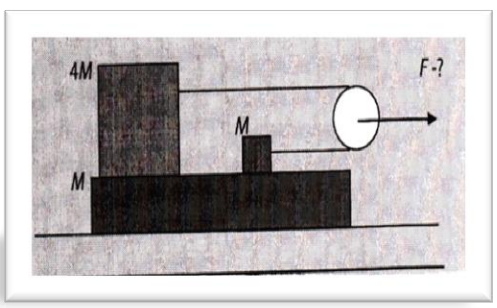
به مهارت‌های شایان توجهی در هنرهای نقاشی و قفل بازکنی دست یافت . طولانی‌تر از هر فیزیکدان دیگر به استثنای گیبس و چاندر اسکار خلاق باقی ماند .
او حتا در دهه آخر عمرش علی‌رغم ابتلا به سرطان ، قوی بود . در تصویری که چند هفته پیش از مرگش گرفته شده هنوز به نظر می‌آید که شاد است و احتمالاً این‌طور بود . اما آخرین ماجراجویی او به نا امیدی بدل شد . او در پایان به گوئینت گفت " من از این‌که دوبار بمیرم متنفرم ، چنین چیزی بسیار ملالت-آور است " .
تلخیص از کتاب : فیزیکدانان بزرگ اثر ویلیام اج – کراپر ترجمه-ی محمدعلی جعفری نشر اختران چاپ اول ۱۳۸۷ (صیاد رزمکن)

مسائل جالب فیزیک

۱- یک گاز کامل ایده‌آل مطابق شکل زیر، چرخه‌ای دایره‌ای را در یک دستگاه مختصات P -Vطی می‌کند . بازده‌ی یک چرخه‌ی کارنو را بیابید که بین دو دمای بالا و پائین این چرخه‌ی کار می-کند .



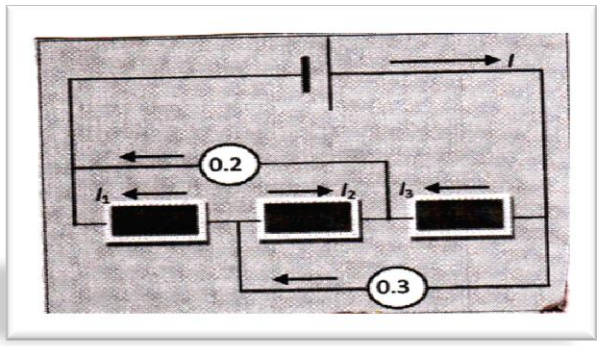
۲- مطابق شکل زیر سکویی به جرم M روی سطح میز بدون اصطکاکی قرار دارد . دو جرم M و ۴M بوسیله نخ سبکی که از روی قرقره‌ای به جرم ناچیز می‌گذرد به هم متصل شده‌اند . ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی برای هر دو جرم با سکو به ترتیب ۱۶/ و ۱/ است . در صورتیکه شتاب سکو ۲g/ باشد.



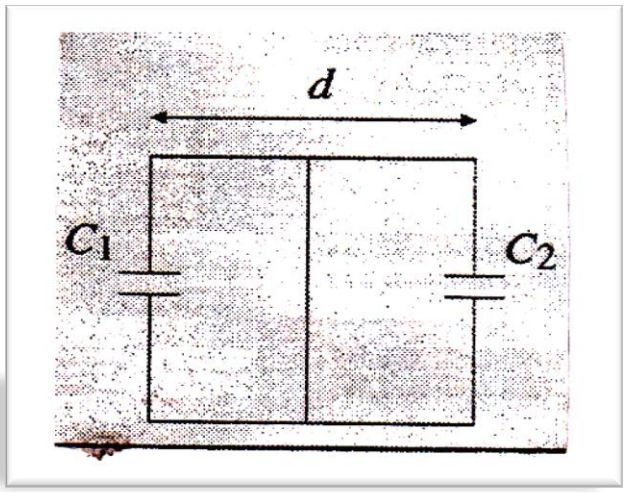
مطلوب است : الف – تعیین نیروی افقی F ب – تعیین شتاب دو جرم M و ۴M

۳- مداری مطابق شکل زیر از یک باتری ایده‌آل و سه مقاومت R_1 و R_2 و R_3 و دو آمپرمتر ایده‌آل تشکیل یافته است . آمپرمترها اعداد ۲A/ و ۳A/ را نشان می‌دهند . با تعویض جای هر دو

مقاومت ، اعدادی که آمپرمترها نشان می‌دهند تغییر نمی‌کند . شدت جریانی که از باتری می‌گذرد چند آمپر است ؟



۴- دو خازن C_1 و C_2 را به وسیله سیم‌های بدون مقاومتی به هم وصل نموده مربعی به طول ضلع d تشکیل داده‌ایم . مطابق شکل زیر سیم وسطی درست میان دو ظلع رو برو را به هم وصل می‌کند این مدار را در یک میدان مغناطیسی درون سو (عمود بر صفحه‌ی کاغذ و به طرف داخل آن) که طبق رابطه B(t) = Kt تغییر می‌کند قرار می‌دهیم (K ضریب ثابت است) . پس از مدتی سیم وسطی را قطع و میدان مغناطیسی را ثابت نگه می‌داریم . بار هر خازن را پس از ایجاد تعادل بدست آورید .



۵- پرتابه‌ای را از سطح زمین پرتاب کرده‌ایم . این پرتابه در نقطه‌ی اوج منفجر شده و به سه قسمت به جرم‌های برابر تقسیم می‌شود . یک قطعه t ثانیه پس از انفجار به زمین می‌رسد . دو قطعه‌ی دیگر به طور همزمان ۲tثانیه پس از انفجار به زمین می‌رسند . ارتفاع اوج پرتابه چقدر است ؟

ترجمه : صیاد رزمکن منبع : WWW. aapt .org / tpt
Physics challenge for teachers and students
برای مشاهده‌ی حل این مسائل به سایت انجمن مراجعه کنید
(آدرس amff.ir)

ترمز خودروها و طرز کار آنها

محمد حسین پاک طینت. سرگروه فیزیک ناحیه۳شیراز

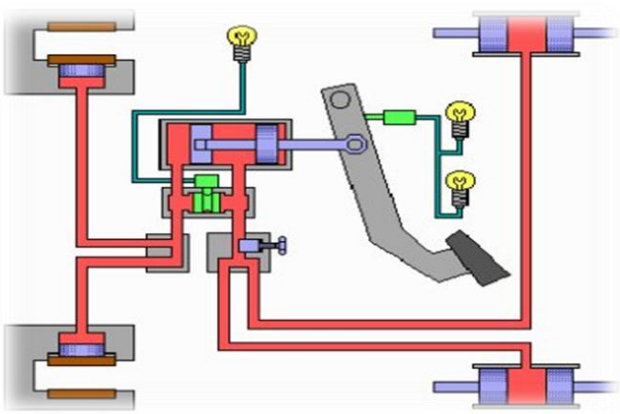
مقدمه

همانطور که می‌دانیم ، اصطکاک عاملی است که انرژی جنبشی را به انرژی درونی تبدیل می‌کند. در اتومبیل ، ترمز این وظیفه را بر عهده دارد که با تولید نیروی اصطکاک مناسب، انرژی جنبشی چرخهای متحرکی را که تحت تاثیر نیروی موتور بوده‌اند گرفته و به گرما تبدیل و این گرما را در هوا پخش کند. این عمل باعث میشود که سرعت اتومبیل کم شود و یا بایستد.

در اتومبیلهای مختلف از ترمزهای مختلفی استفاده میشود: ترمزهای هیدرولیک ، بادی ، سیمی(کابلی) . . .

در اتومبیلهای سواری ترمزهای اصلی چهار چرخ از نوع هیدرولیک هستند و ترمز دستی (اضطراری) که فقط روی دو چرخ عقب کار می کند، سیمی است. در ترمزهای هیدرولیک ، از یک مایع(روغن ترمز) استفاده می‌شود که غیر قابل تراکم است و این حالت تراکم ناپذیری خود را در هر شرایطی حفظ می‌کند .برخی از ویژگیهای دیگر روغن ترمز عبارت است از :

- نقطه جوش بالا تقریبا ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد
- نقطه انجماد پایین تقریبا ۶۰ تا ۶۵ درجه زیر صفر
- خاصیت روغن‌کاری حتی در فشارهای زیاد
- بی اثر بودن بر قطعات فلزی و لاستیکی
- از لحاظ شیمیایی ثابت و فاسد نشدنی
- دارای ویسکوزیته(چسبندگی) ثابت در دماهای مختلف
- دارای حداقل انبساط هنگام گرم شدن.



برخی قسمتهای ترمز هیدرولیکی عبارتند از : پدال ترمز، بوستر ترمز ، سیلندر اصلی ، مخزن ، لوله های رابط ، سیلندر چرخ ، لنت و دیسک.

طرز کار ترمز هیدرولیک بطور ساده و مقدماتی:

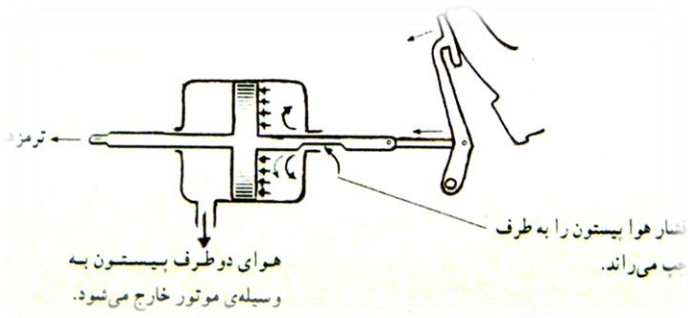
زمانی که راننده بوسیله پای خود پدال ترمز را فشار می‌دهد، پدال ترمز مانند یک اهرم عمل کرده و نیروی پای راننده را طبق قوانین حاکم بر اهرمها چند برابر می کند . این نیروی تولید شده باعث جلورفتن پیستونها در سیلندر اصلی ترمز می‌شود. میله ای که از پدال به پیستونها در سیلندر اصلی وصل می‌شود، از بوستر ترمز می‌گذرد. بوستر با استفاده از خلا تولیدی موتور اتومبیل، نیروی وارده به پیستونها را باز هم چند برابر می‌کند. پیستونها در سیلندر اصلی ، روغن ترمز را تحت فشار قرار می‌دهند.این فشار بوسیله لوله‌های فولادی رابط که در مقابل فشارهای جانبی بسیار مقاوم هستند، به سمت سیلندر چرخها رانده می‌شودو باعث جابجایی پیستون داخل سیلندر چرخ می‌شود. پیستون نیز فشار رابه لنتهای ترمز منتقل کرده و لنتها را به دیسک می‌چسباند. واضح است که این عمل باعث تولید اصطکاک بین لنت و دیسک شده و آنها را از حرکت باز می‌دارد.(یا حرکت آنها را کند می‌کند.) با توجه به اینکه سطح مقطع سیلندر چرخها چند برابر سطح مقطع سیلندر اصلی ترمز است ، باز هم نیروی وارده به لنت چند برابر می‌شود. در اکثر خودروها، ترمزهای چرخهای عقب بجای دیسکی کاسه‌ای هستند.بدین صورت که لنتها درون کاسه ای (درام) قرار گرفته‌اند و با نیروی ترمز لنت به بدنه کاسه می‌چسبد و تولید اصطکاک می‌کند.ترمزهای دیسکی بسیار قویتر از ترمزهای کاسه ای هستند و ترمزهای کاسه ای قیمت تمام شده کمتری دارند. چون چرخهای عقب ، بیشتر اوقات نیروی ترمز کمتری لازم دارند، نیازی نیست که حتما دیسکی باشند.هر چند در خودروهای گران قیمت ، هر چهار چرخ دیسکی هستند.

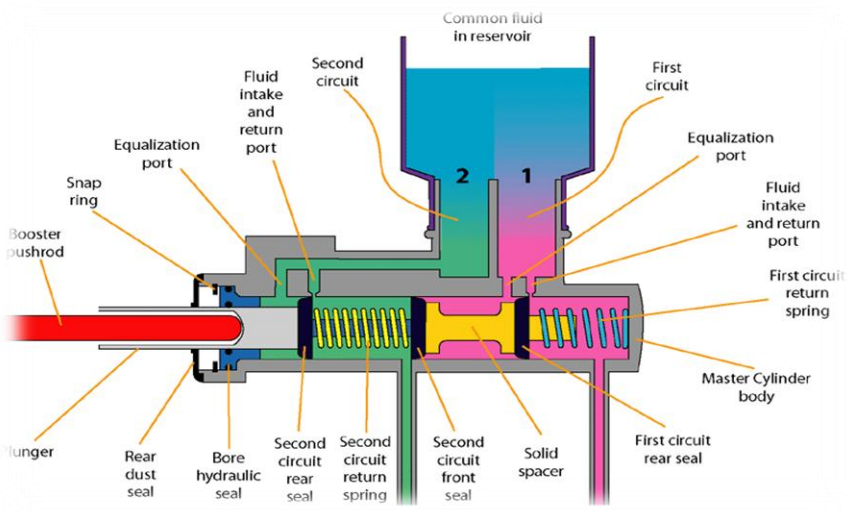
ترمزهای دستی (اضطراری):

در خودروها با ترمزهای هیدرولیکی، یک ترمز با مکانیزم عملکرد متفاوت باید وجود داشته باشد تا در صورت عدم عملکرد صحیح ترمزهای اصلی، بتوانند وارد عمل شوند. اکثر خودروها از کابل برای ترمز اضطراری استفاده می‌کنند. این خودروها ، دارای یک اهرم (دسته ترمز دستی) هستند که با کشیدن یک کابل، اهرمی را درون کاسه ترمز جابجا می کند و این باعث فشرده سازی لنت ترمز روی کاسه می‌شود.

نحوه کار بوستر ترمز بطور ساده:

در بسیاری از انواع خودروها ، از فشار جو استفاده می‌شود تا نیروی بزرگی بر ترمز ها وارد شود. بطور ساده، این نوع ترمز از یک سیلندر و پیستون بزرگ درست شده است . موتور خودرو، مانند یک پمپ خلا عمل می‌کند و هوای دو طرف پیستون را خارج می‌کند. وقتی بر پدال ترمز فشاری وارد می-شود، شیری باز می‌شود و هوا فقط از سمت راست (مطابق شکل) به داخل سیلندر می‌رود. اختلاف فشار موجود در دوطرف پیستون باعث می‌شود تا پیستون با نیروی بزرگی به طرف چپ برده شود و نیروی بزرگی بر لنتهای ترمز وارد شود.





نحوه کار سیلندر اصلی: کار سیلندر اصلی ، پمپ کردن روغن ترمز تحت فشار به مدارات ترمز است. اهرم پدال ترمز میله را تحت فشار قرار می‌دهد و نیروی آن برای حرکت‌دادن پیستونهای سیلندر بکار میرود. کار پیستونها فشردن روغن در داخل سیلندر است. پس از رها کردن پدال ترمز ، فنرهای برگردان، پیستونها را به حالت اولیه برمی‌گردانند. مخزنی در بالای سیلندر ترمز قرار دارد که روغن ترمز در این مخزن ریخته می‌شود و باید سطح روغن آن همیشه بازدید شود تا در حد استاندارد باشد. این مخزن به مجراهای جبران کننده و تغذیه ارتباط مستقیم دارد.در حالت عادی که فشاری روی پدال ترمز نیست، فشار روغن در دوطرف پیستونها مساوی است. وقتی پدال ترمز فشرده می‌شود، میله فشاری، به پیستون اولی فشاروارد می کند وپیستون به سمت جلو حرکت میکند . بوسیله میله رابط ، نیرو به پیستون دومی انتقال می‌یابد. به محض بسته شدن مجرای جبران کننده، فشار روغن افزایش می‌یابد و این فشار به سیلندر چرخ منتقل می‌شود.

وقتی پدال رها می‌شود، نیروی برگشت دهنده فنرها ، پیستونها را به سمت راست حرکت می‌دهند. چون حرکت پیستونها سریع است، در جلو پیستون، ایجاد خلا میکند.بنابراین پیستونها را به گونه‌ای می سازند که در برگشت، روغن بتواند به جلو پیستون نفوذ کند و خلا را برطرف کند. به تدریج روغن به سیلندر اصلی برمی‌گردد و پیستونها در مکان اولیه قرار می‌گیرند و مجرای جبران کننده و مجرای تغذیه، پشت و جلو پیستونها را از روغن پر میکنند.نکته قابل ذکر اینکه در هنگام ترمزگرفتن،سطح روغن درون مخزن ، کم می شود و

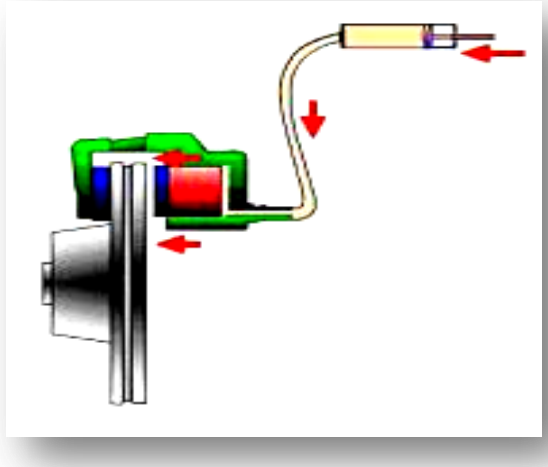
هنگام برداشتن پا از روی پدال ، روغن به مخزن برمی‌گردد و سطح روغن به حالت اول برمی‌گردد.

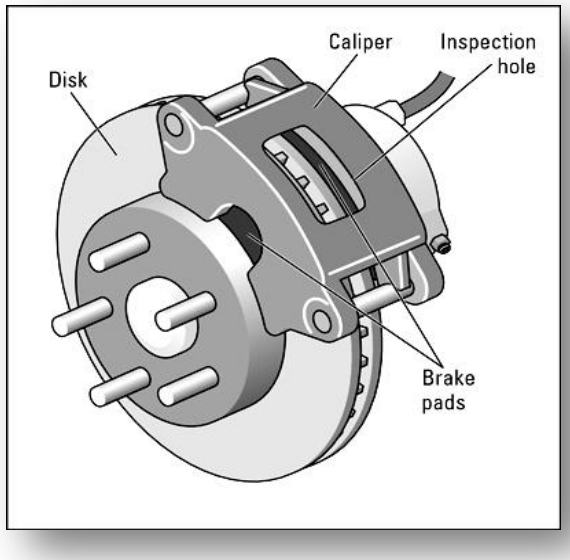
نحوه‌ی کار دیسک‌های ترمز :

ترمزهای دیسکی بهترین نوع سیستم ترمز شناخته شده تا به حال است.

درواقع دیسک قسمتی از سیستم ترمز است که کار اصلی توقف خودرو را انجام میدهد.

رایج ترین نوع دیسک ترمز در خودروهای امروزی، از نوع "شناور تک پیستون" است. کارایی آن مطمئن و قیمت تمام شده آن ارزانتر از انواع دیگر آن است . وقتی پدال ترمز فشرده می‌شود، فشارروغن ترمز از سیلندر اصلی به سیلندر واقع برروی دیسک ترمز منتقل شده و موجب حرکت پیستون می‌شود. حرکت پیستون نیز لنت ترمز را به سمت چرخنده(روتور یا دیسک) می‌فشارد . بیشتر دیسکهای ترمز ، بوسیله هوا خنک می‌شوند. این دیسکها دارای منفذهایی (پره‌هایی) بین دو سطح دیسک ترمز هستند که هوا از داخل آنها عبور کرده و باعث خنک شدن دیسک می‌شود.





سیستمهای کمکی ترمز خودرو:

از زمان ساخت و تولید انبوه خودرو، مهندسان در تلاش بوده‌اند تا خودروها را ایمن‌تر طراحی کنند و برای این منظور بخش تحقیق و توسعه شرکت‌های سازنده خودرو با کمک شرکت‌های قطعه سازی و دانشگاه‌های مختلف به طراحی و توسعه سیستم‌های ایمنی مختلف با عملکردهای مختلف پرداختند که نام بردن هر یک و توضیح مختصر هر یک از این سیستم‌ها به خودی خود نیاز به یک مقاله چند صفحه ای دارد .یکی از مهمترین بخش های خودرو که در سیستم ایمنی خودرو نقش اساسی ایفا می‌کند ترمز خودرو است که مهندسین در بهینه‌سازی این بخش تلاش زیادی کرده اند که حاصل آن سیستم هایی چون ABS و EBD و TCS و ESPاست.

نیروهایی که در حرکت خودرو نقش مهمی دارند عبارتند از : ۱ - نیروی پیشران موتور که چرخ را می‌چرخاند. ۲ - نیروی اصطکاک بین تایر و جاده که خودرو را به جلو می‌راند و نیزهنگام ترمز گیری باعث ایستادن خودرو می‌شود .۳ - نیروی اصطکاک ترمز بین لنت و دیسک که باعث کاهش سرعت چرخ می‌شود.

اگر نیروی موتور از نیروی اصطکاک تایر و جاده بیشتر شود، باعث میشود که چرخ حالت هرزگرد پیدا کند(حالت بکسوات).

اگر نیروی ترمز از نیروی اصطکاک تایر و جاده بیشتر باشد، باعث می شود که چرخ قفل شود و خودرو روی سطح جاده بلغزد.

در هر دو صورت ، پایداری خودرو به خطر می‌افتد. پایداری خودرو مخصوصا به هنگام ترمزگیریهای اضطراری، از اهمیت بسیاری برخوردار است. یک خودرو ناپایدار،واکنشهای غیرمترقبه از خود نشان داده و در حین ترمزگیری از مسیر حرکت خود منحرف می‌گردد و قابل هدایت نیست و احتمال اینکه به مانع برخورد کند، بالا می‌رود. پایداری به این معناست که خودرو باید بدون درنظرگرفتن شدت ترمزگیری و بدون مساعدت راننده ، مسیر خود را حفظ کند و پس از ترمزگیری ، خودبخود تغییر مسیر ندهد.

زمانی که چرخهای عقب قفل می‌کنند، ظرفیت تایرهای عقب برای تحمل نیروهای جانبی کاهش می‌یابد و حتی به صفر نزدیک میشود. دراین صورت، با یک حرکت عرضی کوچک مثلا ناشی از نیروهای گریز از مرکز، یک گشتاور چرخشی در اثر نیروهای اینرسی حول محور عمودی چرخ جلو ایجاد می‌شود و منجر به افزایش شتاب چرخشی خواهد شد. در این زمان خودرو پایداری جانبی خود را از دست خواهد داد. در مقابل اگر چرخهای جلو قفل کنند، در کنترل جهتی ، افتی حاصل خواهد شد و راننده دیگر قادر به فرمان دهی خودرو نمی‌باشد.

پایداری خودرو، نتیجه توزیع ایده‌آل نیروی ترمزی در خودرو میباشد و آن به معنی استفاده یکسان چهار چرخ از پتانسیل ترمزی خودرو در نتیجه داشتن مقادیر لغزش یکسان بین تایر و سطح جاده است.

سیستم‌های جدید ترمزگیری، با جلوگیری از لیزخوردن چرخها در هنگام ترمز کردن، دو مزیت مهم را بوجود می‌آورند: اول اینکه خودرو زودتر متوقف می‌شود(می‌دانیم چرخی که قفل شده است نسبت به چرخی که در حال چرخیدن است اصطکاک کمتری با زمین دارد. اولی اصطکاک جنبشی و دومی اصطکاک ایستایی) . دوم اینکه میتوان خودرو را هنگام ترمزکردن نیز هدایت کرد.

برخی سیستمهای جدیدی که به پایداری خودرو کمک میکنند(با استفاده از ترمز و نیروی موتور) عبارتند از :

ABS(Anti lock Brake System)یا سیستم ترمز ضد قفل

EBD(Electronic Brake distribution) یا بهبود دهنده الکترونیکی ترمز

TCS(Traction Control System)یا سیستم کنترل کشش (هرزگردی)

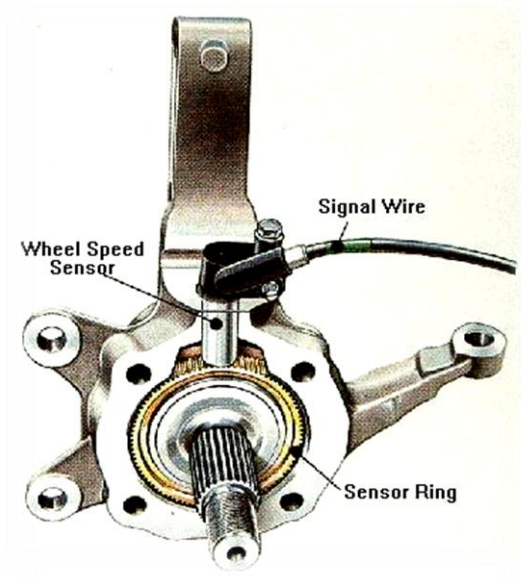
ESP(Electronic Stability Program) یا برنامه الکترونیکی پایداری

ABSیا سیستم ترمز ضد قفل:

وظیفه این سیستم: ۱ – فاصله توقف کمتر حین ترمزگیری

۲ – بهبود پایداری خودرو حین ترمزگیری ۳ – حفظ قابلیت هدایت خودرو حین ترمزگیری

اجزای سیستم: ۱ – سنسور(حسگر) سرعت چرخ ۲ – واحد کنترل الکترونیکی(ECU) ۳ – واحد هیدرولیکی(HU)



سنسور سرعت: این سنسور ، اطلاعاتی که از دوران چرخ دندانه‌دار شاخص (که به چرخ خودرو وصل است) بدست آمده است را به ECU میفرستد تا سرعت و شتاب چرخ محاسبه شود.

واحد کنترل الکترونیکی(ECU**)**: این واحد سرعت و شتاب چهار چرخ را با استفاده از سیگنالهای سنسور هر یک از چرخها، بطور مجزا محاسبه می‌کند و بوسیله چک‌کردن مقدار لغزش ایجاد شده در چرخها، پیغامی را برای HU می‌فرستد که افزایش ، کاهش یا ثابت نگه‌داشتن فشار هیدرولیکی و پمپ کردن روغن ترمز را کنترل میکند.

واحد هیدرولیکی (HU) : این واحد متشکل از گروهی از قطعات است که فشار ترمز منتقل شده به هر یک از چرخها را کنترل می‌کند. این واحد شامل شیرهای(سوپاپهای) الکتریکی(سولنوئیدی) و مخزن فشار پایین و پمپ روغن است.وقتی فشار ترمز بالااست و لازم است ABSفشار وارده به چرخ را کم کند، سوپاپ، جریان روغن را قطع می‌کند و اجازه نمی‌دهد که فشار روغن ترمز از سیلندر اصلی به چرخ جریان پیدا کند. در نتیجه روغن ترمز داخل سیلندر چرخ به درون مخزن فشار پایین و سپس بوسیله پمپ به داخل مخزن روغن ترمز پمپ می شود.

ABSچگونه عمل می کند؟

پردازنده مرکزی خودرو(ECU) با کمک سنسورهای موجود در هر چرخ ، سرعت دوران چرخها را در حالت ترمزگیری بررسی میکند و بدنبال کاهش سرعت غیر معمول در چرخها میگردد. دقیقا قبل از اینکه چرخی قفل کند، کاهش سرعت شدیدی را تجربه می‌کند. اگر این چرخ ، کنترل نشود، بسیار زودتر اززمانی که خودرو برای توقف نیاز دارد، متوقف خواهد شد (قفل خواهد شد). یک خودرو که با سرعت ۶۰ مایل در ساعت حرکت میکند، در شرایط ایده‌آل ، حدود ۵ثانیه وقت لازم دارد تا بایستد. اما یک چرخ در کمتر از یک ثانیه از چرخیدن می‌ایستد و قفل می‌کند.کنترل کننده می‌داند که یک چنین کاهش سرعتی در حالت عادی در چرخها غیر ممکن است. بنابراین در چرخی که کاهش سرعت غیر معمول داشته ،فشار ترمز را بوسیله سوپاپهای الکتریکی سیلندر ترمز، کاهش می‌دهد تازمانی که حسگر آن چرخ افزایش سرعت را ثبت کند .(یعنی چرخ از حالت بحرانی خارج شود). آنگاه کنترل کننده،دوباره فشار را افزایش میدهد تا اینکه حسگرها کاهش سرعت را گزارش دهند.کنترل کننده این کار را بسیار سریع انجام می‌دهد.نتیجه این است که حرک چرخها با همان شدتی که از سرعت خودرو کم می‌شود، کند می‌گردد و ترمزها، چرخها را نزدیکی نقطه قفل شدن(آستانه حرکت) نگه می‌دارند که این ، به سیستم بیشترین نیروی ترمز را می‌دهد. وقتی ترمز ضد قفل در حال کارکردن است، شما ضربات منظمی را در پدال ترمز احساس می‌کنید که به خاطر باز و بسته شدن سریع سوپاپها است. بعضی از ترمزهای ضدقفل می‌توانند تا ۱۵ بار در ثانیه این کار را انجام دهند . در اینحالت نباید پارا از روی پدال ترمز برداشت.

EBDیا تقسیم کننده الکترونیکی نیروی ترمز چیست؟

این سیستم ، نرم افزاری در حافظه ABS است که با ABS کار میکند تا نیروی ترمز را با تناسب به چرخهای جلو ، عقب، چپ و راست تقسیم کند. این امر باعث می‌شود تا به هنگام ترمز یا حمل بارزیاد یا حرکت در پیچ ، پایداری خودرو حفظ شود. در حقیقت EBD کمک می‌کند در شرایط جاده‌ای متفاوت ، هر چرخی به تنهایی کنترل شود و مانع از انحراف و تغییر جهت خودرو در شرایط جاده‌ای لغزنده و بارانی، خاکی ، دست انداز و همچنین ترمزهای شدید و ناگهانی شود.

برای مثال ، دریک خودرو سواری جلو محرک، معمولا ترمزهای جلو سهم بیشتری از نیروی ترمزی کل خودرو را دارد. اگر نیروی ترمزی یکسانی برای چرخهای جلو و عقب فرستاده شود، چرخهای عقب که فشار کمتری را تحمل می‌کنند، قفل خواهند شد و خودرو ناپایدار شده و می‌چرخد. سهم نیروی ترمزی چرخهای عقب ، به مقدار وزن

متحمل هر چرخ بستگی دارد که EBD بصورت دینامیکی این تنظیم نیرو را انجام میدهد.
بعنوان مثالی دیگر، یک خودرو همراه با بار، قسمت بیشتر افزایش بار در چرخهای عقب تحمل میشود.با یک سیستم ترمز معمولی، نمیتوان از ظرفیت کامل ترمزی چرخهای عقب بهره برد(به چرخهای عقب باید نیروی ترمز بیشتری برسد) . با بکارگیری سیستم EBD می‌توان از ظرفیت بهینه ، استفاده کرد (اندازه نیروی ترمزهای چرخهای جلو می تواند کاهش یابد).
مثال دیگر کاربرد EBD هنگام ترمز کردن در پیچها است . وقتی خودرو در حال طی کردن پیچ است، چرخهای بیرونی سرعت دورانی بیشتری از چرخهای داخلی پیچ دارند. اگر در این حالت ترمز گرفته شود، چرخهای بیرونی به نیروی ترمز بیشتری احتیاج خواهند داشت. در ترمزهای معمولی ، ترمز کردن در پیچ برابر با ازدست دادن پایداری خودرو است و خودرو از مسیر خارج خواهد شد. ولی EBD نیروی ترمز را با توجه به سرعت حرکت چرخها تنظیم می‌کند تا بتوانیم بطور یکنواخت از سرعت خودرو در پیچ کم کنیم و خودرو پایدار بماند.
مثال دیگر هنگامی است که یکی از چرخهای خودرو، در شرایط بحرانی قرار میگیرد مثلا از روی آب عبور میکند. در این حالت فقط باید نیروی ترمز این چرخ کم شود تا از حالت بحرانی خارج شود که این تنظیم از وظایف EBD است.

TCSیا سیستم کنترل هرزگردی

این سامانه از هر گونه هرزگردی و اتلاف نیرو چه بر روی زمینهای کماصطکاک وچه بر روی آسفالت جلوگیری می‌کند.این سیستم در خودروهایی که نیروی موتور آن زیاد است بسیار تاثیر گذار است . دراین خودروها گشتاور زیاد موتور در صورت نبود این سیستم ، هرزگردی زیادی در چرخهای محرک به وجود می‌آورد . در نتیجه، فشارزیادی به چرخهای محرک آمده و تاخیر زیادی درحرکت خودرو بهوجود می آید.
اما سیستم TCS از این واقعه جلوگیری میکند. این سیستم در اکثر خودروهای مدرن امروزی نصب شده است. سامانه کنترل هرزگردی در خودروهای امروزی با کاهش نیروی موتور و تقسیم نیروی ترمزEBDبه وسیله حسگرهای سرعت که روی چرخ ها نصب شده اند، خودرو را کنترل میکند اما سیستمTCSمیزان گشتاور را چگونهکاهش می دهد؟ انجام این کار در خودروهای مختلف متفاوت است .در بعضی از خودروها یک یا چند شمع جرقه نمیزند تا میزان گشتاور کم شود. در بعضی میزان سوخت ورودی را کم میکند و سوخت رسانی کم میشود . در موتورهایی که دارای توربو شارژ هستند میزان مکش توربو کاهش می‌یابد در نتیجه راندمان کاری موتور کاهش می‌یابد . در این حالت میزان گشتاور تولید شده نیز کم میشود .
تصور کنید خیابانی پیش روی شماست که شیب ملایمی دارد. با اینتفاوت که سطح خیابان پوشیده از یخ یک دست صاف است. در این حالت شما اگر خودرویی داشته باشید که TCSنداشته باشد ، امکان عبور از این خیابان را ندارید. حال اگر TCSدر امکانات خودروی شماباشد ، شما به راحتی و مطمئن از این خیابان عبور می‌کنید.وقتی شمادر چنین شرایطی حرکت می‌کنید چرخهای محرک شروع به هرز گردی می‌کند به علت اصطکاک کم چرخ های محرک که نیروی موتور به آنها وارد می‌شود ، چرخها بیهوده می‌چرخند . در این لحظه سنسورهای سرعت چرخ این وضعیت را به واحد کنترل خبر می‌دهد .در این حالت نیروی خروجی دیفرانسیل کاهش پیدا می‌کند و همزمان با آن ، سامانه ABSهم وارد عمل میشود و به طور مجزا بر روی هر چرخ نیروی ترمز مورد نیاز را وارد عمل میکند در این شرایطسیستمEBDیا همان سیستم تقسیم نیروی ترمز بسیار مورد نیاز است.این سیستم با توجه به هرزگردی و اصطکاک هر چرخ ، نیروی ترمز را به خوبی و شایستگی تقسیم می‌کند.
وقتی چنین شرایطی عملی می‌شود خودروی شما استوار و بدون هیچ هرزگردی مسیر حرکت را می‌پیماید.

ESP یا برنامه پایداری الکترونیکی

این سیستم برای کنترل مطلوب خودرو بر روی سطح جاده و حفظ ثبات آن در هنگام پیچیدن،طراحی شده است.اگر راننده با گردش سریع فرمان،کنترل خودرو را از دست بدهد وخودرو بلغزد،سیستم ESP آن را به مسیر اصلی خود برمی‌گرداند.
اگر خودرویی در حال حرکت باشد و ناگهان ترمز یکی از چرخهای آن فعال شود،به دلیل اختلاف سرعت،در جهت همان چرخ می‌چرخد. سیستم ESP هنگام تغییر مسیر ناخواسته خودرو آن را به مسیر اولیه خود باز می‌گرداند.ESP ،لغزش جانبی خودرو را در هنگام گردش فرمان با اعمال نیروی ترمز بر روی یک چرخ، کنترل می‌کند وخودرو را به مسیر مورد نظر راننده بر می‌گرداند.
ECUسیستم ESP با استفاده از حسگر فرمان از جهت مورد نظر راننده مطلع می‌شود.حسگر چرخها و محاسبات اختلاف سرعت ایجاد شده،وضعیت خودرو را روی سطح،تخمین می‌زند و با مقایسه این دو داده، انحراف خودرو از مسیر مورد نظر، بررسی می‌شود.هنگام گردش فرمان،بین چرخ ها و اطلاعات حسگر شتاب، جهت مورد نظر راننده را مشخص می‌کند. اگر لغزش جانبی در خودرو ایجاد شده باشد، سیستم ESPبا استفاده تکی یا توأم از ترمز چرخها و در صورت لزوم گشتاور موتور ، آن را به حالت اولیه خود باز می گردا ند .
سیستم ESP حاصل تلفیق سیستم ترمز EBDو سیستم ABS و سیستم TCS، به همراه تعدادی سنسور اضافه برای زاویه فرمان وشتاب های طولی و عرضی وارده به خودرو است.
از ویژگیهای مهم سیستم ESP این است که این سیستم، حتی بدون گرفتن ترمز بوسیله راننده ، در صورت نیاز ، وارد عمل می شود و با ترمز گرفتن روی بعضی از چرخها و یا تغییر گشتاور موتور ، مانع منحرف شدن خودرو می‌شود .

دو سوال و جواب

۱- **سئوال ۱** : یکی از همکاران این پرسش را پیش کشیده است که ما به هنگام بحث درباره‌ی نوسانگر هماهنگ انرژی کل را متناسب با مجذور بسامد زاویه‌ای ω می‌گیریم و به هنگام بررسی انرژی کوانتومی نوسانگر این انرژی را متناسب با توان یک ω می‌دانیم . کدام یک از این دو نظر درست است ؟

جواب : کتاب " فیزیک جدید " از کنت اس کرین پاسخ جالبی به این پرسش داده است .

معادله‌ی شرودینگر برای توضیح حرکت نوسانگر در یک بعد به صورت زیر در می‌آید :

$$-\frac{h^2}{2m}\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{1}{2}Kx^2\varphi = E\varphi \quad (1)$$

که در آن مقدار کلاسیک انرژی پتانسیل $\frac{1}{2}Kx^2$ به کار رفته است .

یکی از ریشه‌هایی که در این معادله صدق می‌کند عبارت است از

$$\varphi(x) = Ae^{-ax^2} \quad (2)$$

مقایسه کنید با

$$F = -Kx \longrightarrow ma = -kx \longrightarrow m\frac{d^2x}{dt^2} = -Kx$$

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + Kx = 0$$

که ریشه‌ی $x = A\sin\omega t$ یا $x = A e^{-\omega t}$ در آن صدق می‌کند .

چون $\frac{d\varphi}{dx} = -2axAe^{-ax^2}$ (۳)

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = -2a(Ae^{-ax^2}) - 2ax(-2ax)(Ae^{-ax^2}) \quad (4)$$

با قرار دادن این مقدارها در رابطه‌ی (۱) خواهیم داشت :

$$-\frac{h^2}{2m}(-2aAe^{-ax^2} + 4a^2x^2Ae^{-ax^2}) + \frac{1}{2}Kx^2Ae^{-ax^2} =$$

$$E \longrightarrow Ae^{-ax^2}\frac{h^2a}{m} - \frac{2a^2h^2}{m}x^2 + \frac{1}{2}Kx^2 = E$$

برای آن‌که این معادله به ازای همه‌ی مقدارهای x برقرار باشد باید ضریب x^2 برابر با صفر باشد در نتیجه :

$$\frac{1}{2}k - \frac{2a^2h^2}{m} = 0 \longrightarrow \frac{1}{2}k = \frac{2a^2h^2}{m} \longrightarrow$$

$$a^2 = \frac{1}{4}\frac{Km}{h^2} \qquad a = \frac{\sqrt{Km}}{2h}$$

و همچنین

$$\frac{h^2a}{m} = E \longrightarrow E = \frac{h^2}{m}\times\frac{\sqrt{Km}}{2h} \longrightarrow$$

$$E = \frac{1}{2}h\sqrt{\frac{K}{m}}$$

می‌دانیم $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$ و در نتیجه $E = \frac{1}{2}h\omega_0$

سئوال ۲ : در کتاب فیزیک یک از رسم پرتو بازتاب برای سه پرتو زیر صحبت می‌شود

۱- پرتو موازی با محور اصلی که بازتاب یا شکست (یا امتداد آن) آن از کانون آینه یا عدسی می‌گذرد .

۲- پرتوئی که(یا امتداد آن) از کانون آینه یا عدسی می‌گذرد پرتو بازتاب یا شکست آن موازی با محور اصلی است .

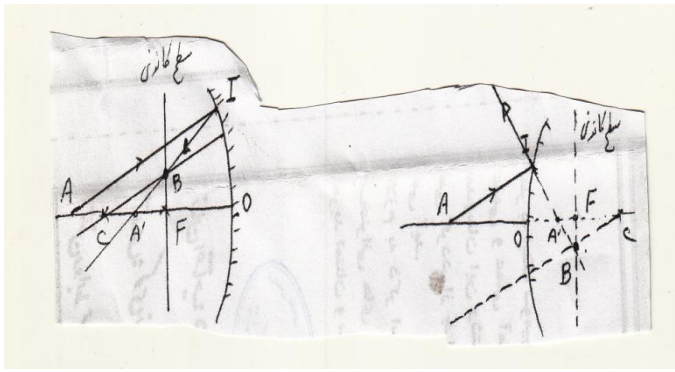
۳- پرتوئی که (یا امتداد آن) از مرکز آینه یا عدسی می‌گذرد پرتو بازتاب یا شکست در همان راستا می‌باشد .

تجربه نشان داده که دانش‌آموزان در رسم پرتو بازتاب یا شکست یک شعاع غیر مشخص اشکال دارند . برای رفع این مشکل رسم پرتو تصویر یک شعاع غیر مشخص در آینه‌ها و عدسی‌ها را به صورت زیر شرح می‌دهیم :

الف – رسم پرتو بازتاب در آینه‌های کروی :

برای یک آینه‌ی کروی چه کوژ و چه کاو ، می‌توان یک سطح کانون را در نظر گرفت (خطی عمود بر محور اصلی که از کانون اصلی می‌گذرد) حال شعاع غیر مشخص AI را در نظر می‌گیریم که به آینه تابش شده است .

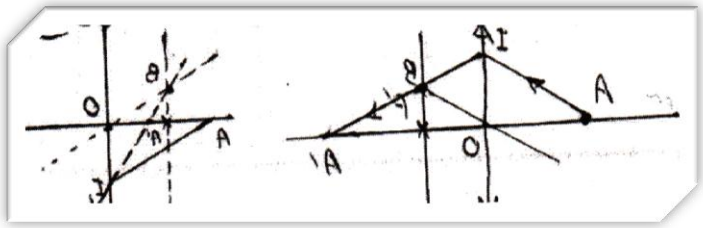
اگراز مرکز آینه خطی موازی AI رسم کنیم سطح کانون را



در نقطه‌ی B قطعمی‌کند . در صورتی که نقطه‌ی B را به نقطه‌ی تابش I وصل نموده امتداد دهیم شعاع بازتاب بدست می‌آید که محل برخورد آن با محوراصلی (نقطه‌ی A′) تصویر نقطه‌ی A خواهد بود .

ب – رسم پرتو شکست در عدسی‌ها :

به همان ترتیبی که در قسمت الف برای آینه‌های کروی بیان شد می‌توان پرتو شکست را به صورت زیر در عدسی‌ها رسم نمود .



یادی از همکار درگذشته

مرحومه نغمه زراعتکاری در تاریخ ۱۴ شهریور ۱۳۵۴ در شیراز و در یک خانواده متدین و فرهنگی متولد شد. تحصیلات ابتدایی را در مدرسه امام خمینی(ره) و دوره راهنمایی را در مدرسه راهنمایی آل محمد(ص) سپری و از دبیرستان سمیه مدرک دیپلم خود را اخذ کرد. با توجه به علاقه‌ای که به درس فیزیک داشت، در رشته فیزیک دانشگاه شیراز در مقطع کارشناسی مشغول به تحصیل شد و در سال ۱۳۷۸ فارغ التحصیل گردید. نظر به علاقه‌اش به حرفه معلمی، شغل دبیری را انتخاب نمود و در دبیرستانهای شیراز، خرامه و کوار به تدریس فیزیک مشغول گردید. ایشان با انجمن معلمان فیزیک فارس همکاری صمیمانه داشت و در کلیه گردهم‌آییهای این انجمن با شوق و ذوق وافر شرکت می‌کرد و همواره به کار خویش عشق می‌ورزید. وی معلمی دلسوز و سخت کوش در مدرسه و مادری مهربان و همسری فداکار در منزل بود.

در تاریخ بیست و سوم بهمن ماه ۱۳۹۰، به منظور برگزاری کلاس تقویتی ویژه دانش آموزان شرکت کننده در المپیاد فیزیک به شهرستان کوار رفت و پس از برگزاری این کلاس و ادای دین خویش به دانش آموزان منطقه محروم در بازگشت به شیراز، در حادثه دلخراش رانندگی جان به جان آفرین تسلیم نمود.

از این مرحومه دو فرزند به نامه‌های درسا (۸ ساله) و پارسا (۱۱ ساله) باقیمانده است

انجمن معلمان فیزیک فارس یاد این همکار فرزانه را گرامی داشته و برای خانواده معظم او صبر و شکیبایی آرزومند است.

معرفی کتاب

هاوکینگ این کتاب جنجال برانگیز را با همکاری لئونارد ملودینوف نوشته‌است. موضوع کتاب به زبان ساده پیرامون منشاء جهان و قانونمندی‌ها است. قوانین طبیعی به چه دلیل هستند؟ و اصلاً چرا هستند؟ جهان ما از کجا آمده‌است. نقش بارز «ام ـ تئوری» (نظریه-م) چیست؟ امکان دستیابی به آن هست؟ آیا ما به یک تئوری همه جانبه و جامع نزدیک شده‌ایم که بتواند به همه پرسشهایمان در مورد جهان پاسخ دهد؟ خدا اینجا چه نقشی دارد؟ و آیا اینکه نیاز به موجودی ماورائی به عنوان خالق جهان وجود دارد یا نه؟ و غیره.

این کتاب در ۷ سپتامبر ۲۰۱۰ در ایالات متحده آمریکا به چاپ رسید و تنها پس از چند روز به پرفروش ترین کتاب سایت amazon.com تبدیل شد. آنگاه در ۹ سپتامبر ۲۰۱۰ در انگلستان منتشر شد و در همان روز به پرفروش ترین کتاب سایت amazon.co.uk تبدیل شد.

مصاحبه‌ی هوکینگ با سایت آمازون درباره‌ی این کتاب:

چگونه می‌توان به راز جهانی که در آن هستیم پی برد ؟ بیش از بیست سال پیش ، تاریخچه‌ی زمان را نوشته تا توضیح دهم که جهان از کجا آمده و به کجا می‌رود . اما در این کتاب چند پرسش مهم بدون پاسخ ماند . چرا جهان وجود دارد ؟ چرا ما وجود داریم ؟ چرا قوانین طبیعت این‌گونه‌اند ؟ آیا جهان به یک طراح یا خالق نیاز دارد؟

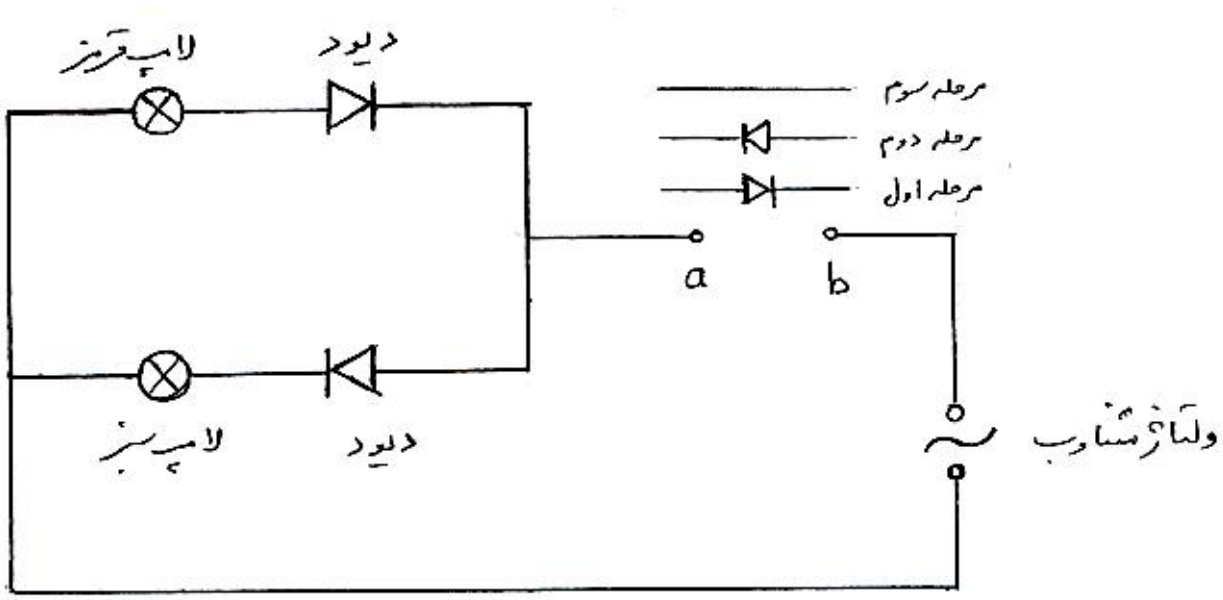
کشف طرح بزرگ جهان ، نظریه‌ای که همه چیز را توضیح دهد ، رویای اینشتین بود . ولی در زمان اینشتین پیشرفت فیزیکدانان در درک نیروهای طبیعت به قدری نبود که رویای او را به هدفی دست یافتنی تبدیل کند . هنگام نگارش کتاب تاریخچه‌ی زمان نتایج پیشرفت‌های مهمی که بعدها صورت گرفت هنوز در اختیار نبود تا رویای اینشتین تحقق یابد . اما در سال‌های اخیر ظهور نظریه‌ی M رویکرد بالا به پایین در کیهان‌شناسی و مشاهدات جدید از قبیل داده‌های ماهواره‌هایی چون COBE و WMAP ما را بیش از پیش به آن نظریه‌ی واحد و پاسخ به عمیق‌ترین سئوالات نزدیک کرده است . بنابراین من و لئوناردو ملودینو تصمیم گرفتیم با نوشتن ادامه‌ای بر تاریخچه‌ی زمان تلاش کنیم تا به پرسش نهایی حیات ، جهان و همه چیز پاسخ دهیم که محصول آن طرح بزرگ حاصل چهار سال تلاش ما است .

سه دست ساخته ساده و جذاب برای مشاهده پذیر کردن عملکرد دیود

نعمت اله مختاری

دیود از قطعات مهم الکترونیکی است که در کتاب فیزیک پیش‌دانشگاهی نیز مطرح گردیده است. بدیهی است هروسیله یا آزمایش ساده‌ای که بتواند نحوه‌ی عملکرد این قطعه مهم الکترونیکی را به طور عملی نشان دهد نقش موثری در یادگیری هرچه بیشتر دانش آموزان دارد. هدف از طراحی و ساخت این سه وسیله (یا مدار) که درزیر معرفی می‌شوند آشنایی عینی دانش‌آموزان و مخاطبان با این قطعه مهم الکترونیکی است .

۱- در مدار اول که مطابق شکل روبروست نشان می‌دهیم که دیود در یک مدار متناوب باعث نصف شدن جریان (یا ولتاژ) می‌شود .

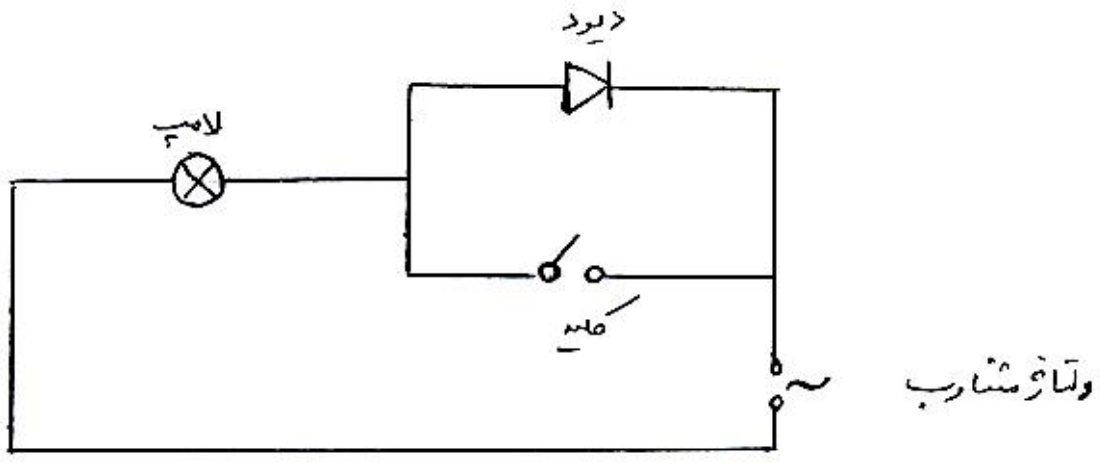


هر گاه مدار فوق به جریان متناوب وصل باشد و کلید وصل باشد هر دو نیم موج متناوب از مدار (لامپ)عبور کرده و نور لامپ در حد استاندارد خود است.زیرا در این حالت جریان به راحتی از کلید عبور کرده و دیود عملا نقشی در مدار ایفا نخواهد کرد .

اما هنگامی که کلید قطع می‌شود جریان متناوب مجبور است از دیود عبور کند و به همین دلیل یک نیم موج آن حذف شده و جریان یا (ولتاژ) نصف می‌شود .

بنابراین نور لامپ نیز کاهش می‌یابد . با قرار دادن یک آمپر سنج و ولت‌سنج در مدار، می‌توان تغیرات ایجاد شده در جریان و ولتاژ را قبل و بعد از وصل کلید مشاهده نمود .

۲- در مدار دوم که مطابق شکل زیراست نشان می‌دهیم که جریان متناوب جریان دو طرفه‌ای است که می‌توان با دیود آن را در جهت دلخواه یک طرفه کرد .



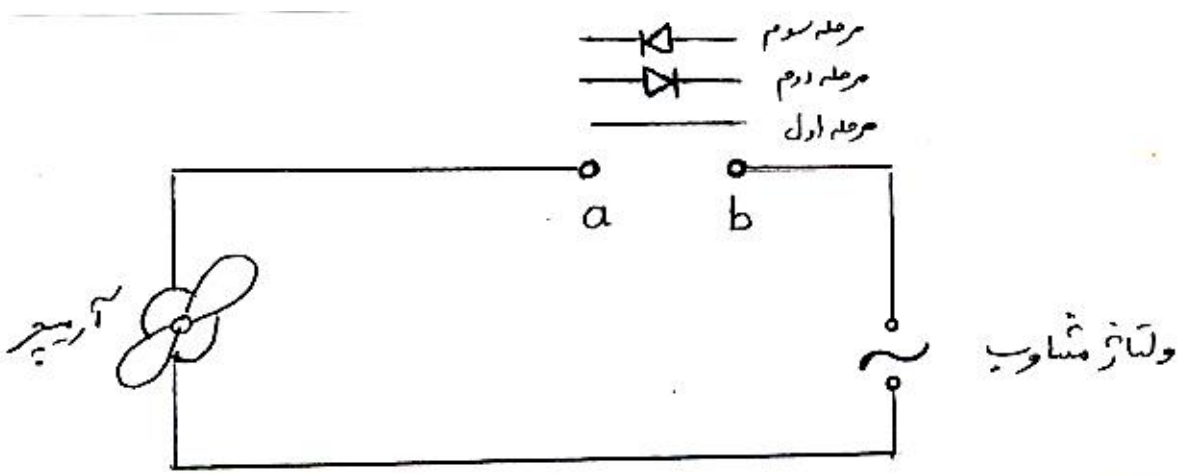
پس از وصل مدار به ولتاژ متناوب در مرحله اول دیود آزاد را مطابق جهت نشان داده شده به نقاط آ و ب وصل می کنیم در این حالت که جهت دیود آزاد با جهت دیود در شاخه ی بالایی مدار هم جهت است فقط لامپ همین شاخه یعنی لامپ قرمز روشن می شود و لامپ سبز خاموش می‌ماند . یعنی در این حالت فقط نیم‌موج مثبت جریان متناوب می‌تواند از مدار و (لامپ قرمز) عبور کند و نیم‌موج منفی توسط دیود شاخه پایینی حذف می‌شود . بنابراین جهت جریان در مدار در این حالت ساعتگرد می باشد .

اما اگر جهت اتصال همین دیود آزاد را معکوس کنیم و آن را هم جهت با دیود شاخه پایینی در آوریم(مرحله دوم آزمایش) ، مشاهده خواهد شد که لامپ شاخه پایینی یعنی لامپ سبز روشن شده و لامپ قرمز خاموش می‌شود . علت اینست که در این حالت فقط نیم‌موج منفی می‌تواند از مدار و (لامپ سبز) عبور کند و نیم‌موج مثبت توسط دیود شاخه بالایی حذف می‌شود . بنابر این در این حالت جریان در مداریک طرفه و پادساعتگرد می باشد.

در مرحله سوم بین دو نقطه A و B سیم رسانا را وصل می کنیم در این حالت شاهد روشن شدن هر دو لامپ خواهیم بود زیرا در این حالت شاخه بالایی نیم‌موج مثبت و شاخه پایینی نیم‌موج منفی جریان متناوب را عبور می‌دهند بنابراین هر دو لامپ می‌توانند هم زمان روشن بمانند .

۳- مدار سوم مثالی کاربردی از دیود می‌باشد و مطابق شکل زیر است :

آرمیچرهای معمولی با برق یکسو و مستقیم کار می‌کنند وبا برق متناوب نمی‌توانند بچرخند . در اینجا می خواهیم نشان دهیم چگونه یک دیود را برای تبدیل برق متناوب به برق یکسو مورد استفاده قرار می‌دهیم تا بتوانیم توسط آن آرمیچری را بچرخانیم . اگر در مدار بالا نخست بین دو نقطه آ و ب سیم رسانا را قرار دهیم مدار کامل شده اما آرمیچر به هیچ سمتی نمی‌تواند بچرخد زیرا در این حالت در مدار جریان متناوب برقرار است . اما اگر بین این دو نقطه یک دیود قرار دهیم آرمیچر در یک سمت معین شروع به چرخیدن میکند وبا معکوس کردن جهت اتصال دیود سمت چرخش آرمیچر هم برعکس می‌شود در واقع با این وسیله اولا" دو طرفه بودن برق متناوب و ثانیا" نحوه‌ی عملکرد دیود را در یک طرفه کردن آن به طور عینی به نمایش می‌گذاریم .



اگر قرار باشد که تمام روان شناسی آموزشی را در یک اصل خلاصه کنم باید بگویم:

مهمترین عامل تأثیرگذار بر یادگیری دانشجو، آن مطلبی است که او از قبل آن را می‌داند. این مطلب را مشخص کرده و

سپس طبق آن به تدریس بپردازید.

دی. پی. آزوبل

پاسخ سئوالات صفحه ۱۴

ایستگاه فضائی

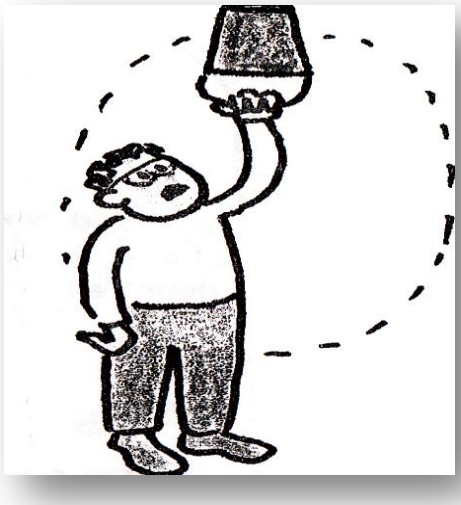
پاسخ الف درست است .

ایستگاه فضایی بالاتر از میدان گرانش زمین در حال گردش نیست چون در ارتفاع ۳۵۰ km شدت میدان گرانش زمین برابر ٪۹۰ شدت آن در سطح زمین است . تقریباً کل آتمسفر زمین پائین‌تر از ارتفاع ۳۵۰ km واقع است (و مقاومت اندک ذراتی که در آن ارتفاع وجود دارد با نیروی رو به بالای گاهگاهی ، وارد بر ایستگاه جبران می‌شود) . گردش در بالای اتمسفر باعث می‌شود که حرکت ادامه یابد .

چرا ایستگاه نمی‌افتد ؟ پرسش گمراه‌کننده‌ای است ، چون ایستگاه همواره در حال افتادن است . اگر گرانش نبود ، ایستگاه به خط راست حرکت می‌کرد ولی در اثر گرانش به زیر خط راست می‌افتد اما سرعت افتادنش از ۲۷۰۰۰km/h بیشتر است و در راستای انحنای زمین پیش می‌رود . همه-ی ماهواره‌ها در حال حرکت سقوط آزاد هستند .

اگر گرانش نبود ماهواره می‌توانست زمین را دور بزند ؟
یا روی خط راست پیش می‌رفت ؟

درباره‌ی آزمایش‌های "ریز گرانش " در مدار زمین سخن می‌گویند ، شدت گرانش زمین در چه ارتفاعی به یک ملیونیم شدت آن بر روی سطح زمین می‌رسد ؟



چرخش سطل

ت پاسخ درست است.

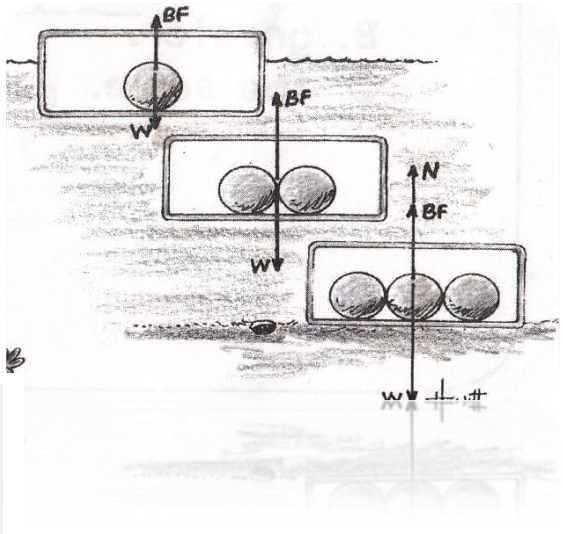
اگر سطل ساکن باشد در بالاترین وضعیت ، آب حتماً از آن بیرون می‌ریزد.البته هنگام چرخش هم آب سقوط می‌کند، ولی چون سطل هم همراه آن سقوط می‌کند، از سطل بیرون نمی‌ریزد. شگرد کار آن است که سطل را با سرعتی مناسب بچرخانیم تا شتاب مرکزگرای آن دست کم برابربا شتاب گرانش شود

در ایستگاه فضایی یا ماهواره هم آدم ها به همین شیوه در مدار سقوط می‌کنند . مهم آن است که سرعت مماسی حرکت ماهواره آنقدر باشد که ماهواره به جای افتادن بر روی کره‌ی زمین به دور آن بیفتد !

زیردریایی

ب پاسخ درست است

نیروی شناوری بزرگتر می شود، چون زیردریایی آب بیشتری را جابه‌جا میکند. از سوی دیگرزیر دریایی برای پایین رفتن مقداربیشتری آب واردمخزن خود می‌کندو سنگین‌تر می‌شود . بنا براین درحالت تعادل نیروی بالا برنده باید همه‌ی نیروهای روبه پایین، یعنی کل وزن را خنثا کند.



یک مخزن در بسته را تصور کنیدکه :

۱.در حالی که یک گلوله در آن جا داردبر روی آب شناور است.

۲. در حالی که دو گلوله در آن جاداردو مانند زیردریایی در آب فرو رفته است.در این حالت وزن گلوله‌ی دوم برابر با وزن آب جابه‌جا شده‌ی اضافی است.

۳. اگرشمار گلوله ها به سه برسدومخزن در کف برکه یا ظرف قرار بگیرد، پیداست که نیروی بالابرکوچکتر از آن است که نیروهای وزن را خنثا کند.توجه داشته باشید که هر

دهمین سال تأسیس انجمن

از صدای سخن عشق ندیدم خوش تر یادگاری که در این گنبد دوار بماند

سال ۹۱ دهمین سال تأسیس انجمن علمی، آموزشی معلمان فیزیک فارس است . در سال ۸۱ وزارت آموزش و پرورش پروانه‌ی تأسیس این انجمن راصادر کردوهیات مؤسس مقدمات برگزاری اولین انتخابات شورای اجرائی و بازرسان را فراهم آورد که در اردیبهشت ۸۲ انجام شدو انجمن کار خود را آغاز کرد.

در این مدت ۵ دوره انتخابات شورای اجرائی و ۹ دوره انتخابات بازرسان انجام شده است،در هر دوره ۱۱ نفر به عنوان شورای اجرائی و ۲ نفر به عنوان بازرس انتخاب شده‌اند بنابراین روی هم رفته ۵۵ نفر در سمت شورای اجرائی و ۱۸ نفر در سمت بازرس به پیشبرد اهداف انجمن کمک کرده اند .

بیشتر اعضای هیأت مؤسس که در تابستان سال ۸۱ انجمن رابنیادگذاری کردند اکنون به افتخار بازنشستگی نائل آمده‌اند امّاانجمن همچنان با نشاط به زندگی خود ادامه می‌دهد و تا وقتی این بنیاد پابرجاست نام این عزیزان بر تارک آن می‌درخشد.

فعالیت در انجمن بدون چشمداشت مادی است و عده‌ای عاشقانه تن به این‌کار می‌دهند اما ثمرات این تلاش‌ها بی‌گمان در پیشرفت‌های علمی جامعه ماندگار خواهد بود و منافع مادی و معنوی این پیشرفت‌ها به کل جامعه و از جمله کسانیکه در این فعالیت‌ها سهیم‌اند خواهد رسید .

انجمن معلمان فیزیک فارس در مدت فعالیت خود نزدیک به ۳۰ همایش علمی برگزار کرد و ۱۰ شماره از مجله آذرخش را به چاپ رساند و چندین بازدید علمی (ازسازمان انرژی اتمی – نیروگاه اتمی بوشهر و ...) انجام داد که این فعالیتها باعث تبادل تجربه میان استادان دانشگاه و معلمان از یک سو و معلمان با یکدیگر از سوی دیگرشده است که اگر انجمن نبود این فعالیتها یا انجام نمی‌شد و یا کم‌رنگ و در سطح نواحی و مناطق بود و همه‌ی دبیران رادربر نمی‌گرفت .

گرد آمدن دبیران در همایش‌ها باعث آشنائی عمیق دبیران استان با یکدیگر شده است و صمیمیتی میان آنها ایجادکرده ،که باعث شده است بتوانند به راحتی مشکلات علمی خود را بایکدیگر در میان بگذارند و این کار بیرون از این جمع کمتر انجام می‌شود . آنچه درنشست‌های همگانی موجب گله همکاران است سطح بالا و گاه سطح پایین سخنرانی‌های علمی است در این زمینه همت همکاران را می‌طلبد تا برای خاراندن پشت خود دستها را از آستین بیرون بیاورند و خود ارائه دهنده‌ی مطلب باشند و انجمن از این مسأله بسیار استقبال می‌کند که البته تا به حال نیز انجام شده است و خوشبختانه در حوزه‌ی نشریه عده‌ای از اعضا دعوت سردبیر محترم نشریه‌ی آذرخش را لبیک گفته و دست به قلم شده‌اند و مطالب ارزنده‌ای نوشتند که در شماره‌های گذشته و همین شماره شاهد آن هستیم که امیدواریم این فعالیت مبارک ادامه یابد .

سایت ،حوزه‌ی دیگر فعالیت انجمن است که سعی شده است به روز باشد در این حوزه نیز که اثرش از نشریه فراگیرتر است نیاز به همکاری بیشتر اعضا است .

مشکل اساسی انجمن که گاهی در سر راه فعالیتهای انجمن مانع ایجاد می‌کند مسأله بودجه است . انتظار می‌رود با برکاتی که انجمن دارد دبیران محترم پرداخت حق عضویت را جدی بگیرند (مبلغ نیز ناچیز است) .

سخن آخر اینکه : انجمن جمع دبیران فیزیک استان و هرفرد علاقه‌مند به فیزیک است و ملک شخصی کسی هم نیست واگر گله‌ای هست باید به جمع برگردد. این عرصه‌ای است که هر کس می‌تواند توانائی‌های خود رادر آن عرضه کند، گوی است و میدان و چوگان شما است که گوی را به دروازه می‌رساند و اگر مشکلی هست از این ناشی می‌شود که :

گوی توفیق و کرامت در میان افکنده‌اند کس به میدان در نمی‌آید سواران را چه شد؟

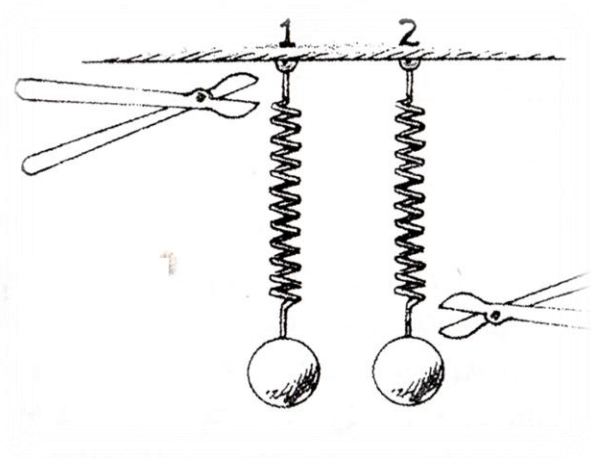
با توجه به این که بیشتر مؤسسان انجمن بازنشسته شده‌اند و کسانی نیز که در این چند دوره عضو شورای اجرائی بوده‌اند به جمع بازنشستگان پیوسته‌اند باید جوانترها وارد میدان شوند و چراغ انجمن را روشن نگهدارند .

مابدان مقصد عالی نتوانیم رسید هم مگر پیش نهد لطف شما گامی چند

☺ چند سؤال بدون پاسخ

۱-سقوط اجسام

دو گلوله‌ی آهنی همسان در ارتفاع ۲ متر از کف اتاق از دو فنر سنگین همسان آرمانی آویزانند.



فنر اول در بالاترین بخش و فنر دوم همزمان با آن از پائین‌ترین نقطه بریده می‌شوند . کدام گزینه درباره‌ی زمان رسیدن این گلوله‌ها به کف اتاق درست است ؟

الف) گلوله‌ی ۱ زودتر می‌رسد .

ب) گلوله‌ی ۱ ممکن است زودتر برسد .

پ) گلوله‌ی ۲ زودتر می‌رسد .

ت) گلوله‌ی ۲ ممکن است زودتر برسد .

ج) هر دو باهم می‌رسند .

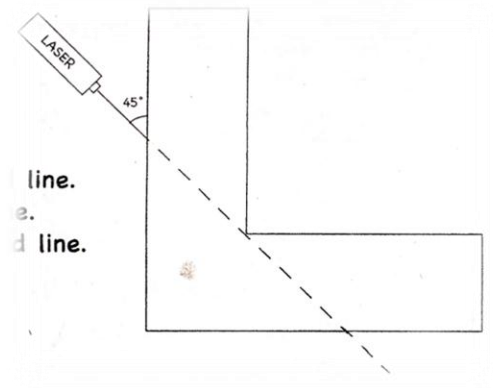
۲– شکست نور در گوشه‌ها

یک پرتو لیزر به سوی قطعه‌ای شیشه‌ای به شکل L گسیل می-شود . پهنای اضلاع شکل برابر است و اگر شکست در کار نباشد پرتوی که با زاویه 45° می‌تابد مماس بر گوشه‌ی درونی شکل می‌گذرد ، ولی می‌دانیم که شکست هست ، پرتو واقعاً از کجا از قطعه‌ی شیشه‌ای بیرون می‌رود ؟

الف) از سمت چپ خط نقطه چین

ب) درست روی خط نقطه چین

پ) از سمت راست نقطه چین



۳– جهت نیروی اصطکاک

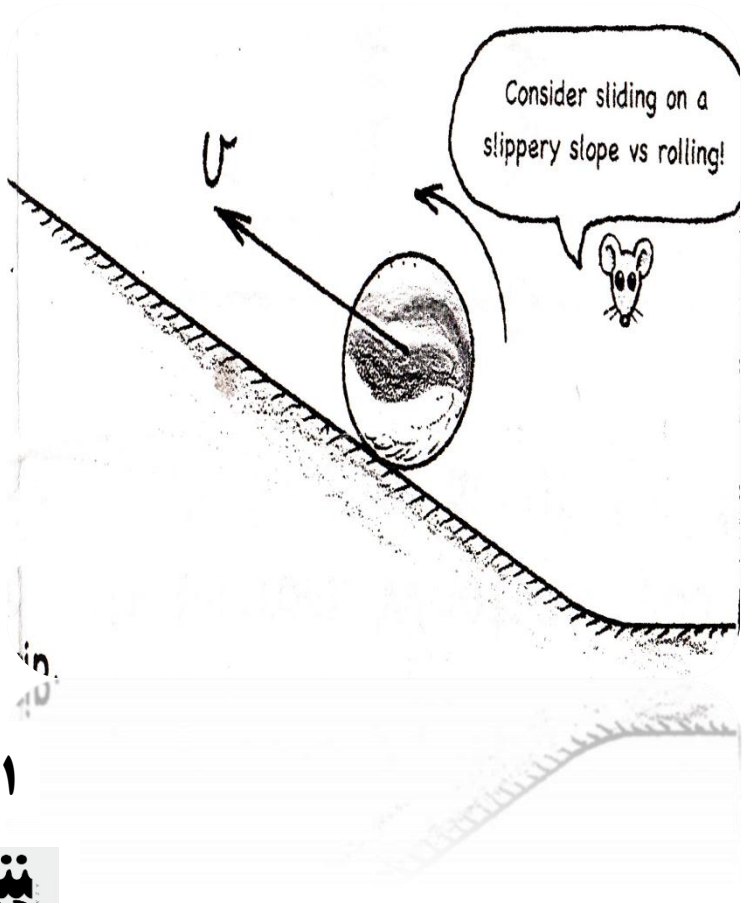
گلوله‌ای پس از غلتیدن بر روی سطح افقی به یک سربالایی می-رسد و بدون لغزش از آن بالا می‌رود و سرانجام می‌ایستد و بدون لغزش بر می‌گردد نیروی برهم‌کنش گلوله و سر بالایی دو همنه ، یکی عمود بر سطح و دیگری موازی سطح (نیروی اصطکاک)دارد،کدام گزینه درست است ؟

الف) در حرکت رو به بالا نیروی اصطکاک رو به پایین و در حرکت رو به پایین نیروی اصطکاک رو به بالا است .

ب) در حرکت رو به بالا نیروی اصطکاک رو به بالا و در حرکت رو به پایین نیروی اصطکاک رو به پایین است .

پ) در هر دو حالت نیروی اصطکاک رو به بالا است .

ت) در هر دو حالت نیروی اصطکاک رو به پایین است .



گزارش دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و دومین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه

این دو کنفرانس همراه با هم از تاریخ ۱۳ الی ۱۶ شهریورماه سال ۹۰ از طرف اتحادیه‌ی انجمن های علمی ، آموزشی معلمان فیزیک کشور با همکاری انجمن های علمی ، آموزشی معلمان فیزیک عضو اتحادیه در دانشگاه صنعتی امیر کبیر تهران برگزار شد .

به این علت که کنفرانس از حمایت مالی مناسب وزارت آموزش و پرورش برخوردار نبود هزینه‌های شرکت در آن نسبت به کنفرانس‌های سابق بسیار بیشتر بود با این وجود بیشترین آمار شرکت کننده متعلق به استان فارس با ۳۲ نفر بود .

با همکاری اداره کل آموزش و پرورش فارس بنا به درخواست انجمن معلمان فیزیک فارس یک دستگاه اتوبوس از تاریخ ۱۲ الی ۱۷ شهریور برای انتقال همکاران و وسایل در اختیار انجمن قرار گرفت که در همین جا از آقایان حسینی معاونت پشتیبانی و انصاری مسئول حمل و نقل اداره کل به خاطر همکاری صمیمانه آنها با انجمن کمال تشکر را داریم .

از استان فارس موارد زیر در این کنفرانس ارائه شد :

الف – مقالات :

ردیف	عنوان مقاله	نوع ارائه	ارائه دهند	محل کار
۱	کاربرد فیزیک در زندگی	سخنرانی	فرهنگ کریمی	گروه فیزیک استان
۲	برخی باورهای نادرست در مورد ماهیت علم در کتاب علوم دوره‌ی راهنمائی	سخنرانی	مریم سعیدی طیبه اردستانی صغری رحمانی	قادرآباد
۳	استفاده از دستورزی در آموزش مفاهیم مغناطیس	کارگاه آموزشی	سیدسعید سبحانی	پژوهشکده‌ی معلم
٤	روش تدریس انضمامی با اجرای ۱۰ آزمایش کوتاه مدت گرانیگاه	پوستر	مریم گوگردی	پژوهشکده‌ی معلم
٥	کاربرد رایانه در حل مسائل فیزیک	پوستر	عباس روئین تن	قیرو کارزین

ب – غرفه ها:

با توجه به حضور پر رنگ انجمن معلمان فیزیک فارس در این کنفرانس با هماهنگی قبلی با مسئولین کنفرانس ۲ غرفه در اختیار این انجمن قرار گرفت

۱- غرفه اول به نمایش و فروش دست ساخته های آزمایش های فیزیک آقای نعمت ا... مختاری از اعضای فعال انجمن و دبیر فیزیک ناحیه‌ی ۳ شیراز اختصاص داشت که بسیار مورد استقبال قرار گرفت

۲- در غرفه دوم موارد زیر ارائه شد :

ردیف	عنوان	تالیف
۱	مجلات آذرخش از شماره ۲ الی ۹	انجمن فیزیک فارس
۲	کتاب فیزیک و پژوهش در زندگی به همراه ۲ DVD آن	سید سعید سبحانی و همکاران
۳	کتاب مرجع آزمایشهای فیزیک	جمعی از دبیران شیراز (بابک حیدری و همکاران)
٤	جزوه‌ی روش ساخت ۱۰۰ وسیله‌ی آزمایشگاهی فیزیک	تعمت ا.. مختاری
٥	DVD فیلم ٦۱ آزمایش جذاب فیزیکی	تهیه توسط آقای مختاری و تکثیر با سرمایه‌ی آقای سبحانی
٦	نقشه‌ی هواپیمای مدل	سید سعید سبحانی

پ – نتایج جشنواره ی فیزیک: در این جشنواره که همه ساله از طرف اتحادیه برگزار می‌شود نتایج زیر توسط استان فارس کسب شد

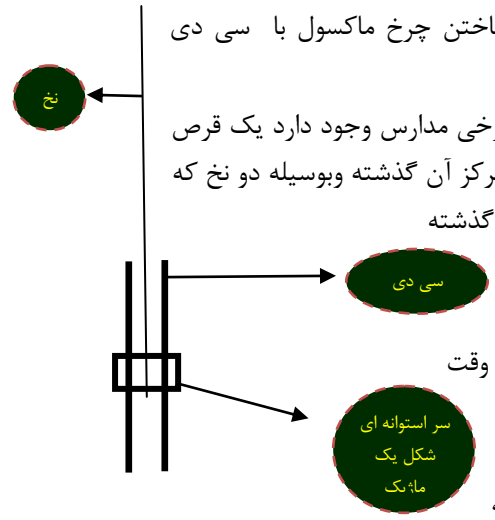
۱- رتبه‌ی اول بهترین سایت انجمن های عضو اتحادیه

۲- رتبه‌ی سوم بهترین عکس فیزیک توسط دانش آموز الهام جامی از شهرستان استهبان

گزارشی از یکی از غرفه‌های نمایشگاه که بوسیله‌ی آقای صدیقی تهیه شده است

یکی از غرفه‌های نمایشگاه مربوط به برخی آزمایشهای آقای عمیدفرازآذربایجان شرقی بود . آزمایشهای مفید والبته قابل تهیه واجرا با وسایلی ساده. که شرح بعضی از آنها در زیر می‌آید :

۱–یک مورد ابتکاری وجالب ساختن چرخ ماکسول با سی دی مستعمل بود.

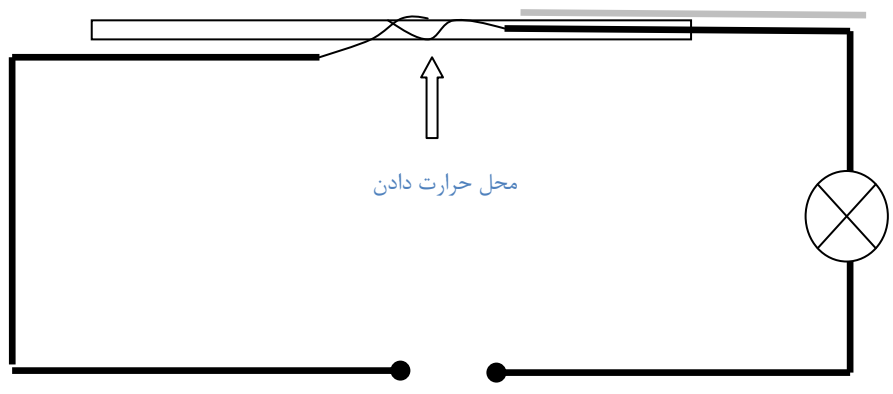


چرخ ماکسولی که درآزمایشگاه برخی مدارس وجود دارد یک قرص فلزی شامل محوری است که از مرکز آن گذشته وبوسیله دو نخ که از درون دو سوراخ دوطرف محور گذشته وگره خورده وبروی دو پایه سوار می‌شود . این وسیله تقریبا حجیم وآماده وتنظیم کردن آن وقت گیر است .ساخت مشابه آن مطابق شکل زیر به راحتی توسط دانش آموز ممکن بوده وبه خوبی کار میکند.نخ از سوراخ کوچکی که در وسط سر مازیک ایجاد شده عبور کرده ودر طرف دیگر گره می خورد.

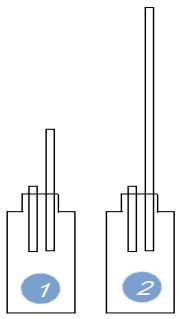
۲–آزمایش بعدی تاکیدی است بر این نکته کهمیزان رسانش الکتریکی به دمای جسم بستگی داردبه گونه‌ای که حتی شیشه‌ی نارسانا در یک حرارت معین رسانا می‌شود .

مطابق شکل یک سر سیم لختی را درون یک لوله باریک شیشه‌ای وارد می‌کنیم طوری که به بدنه داخلی لوله تماس داشته باشد. سر لخت سیم دیگر رابه جداره خارجی لوله گیر می‌دهیم(روی سیم اول) .مجموعه را مطابق شکل با یک لامپ ۱۰۰وات سری کرده و آماده اتصال به برق شهر میکنیم(مثلا با رابطهای دارای کلید قطع ووصل).

ضمن رعایت احتیط کلید را وصل ومحل سرهای لخت را با چراغ الکلی حرارت میدهیم . پس از مدتی لامپ روشن می شود .

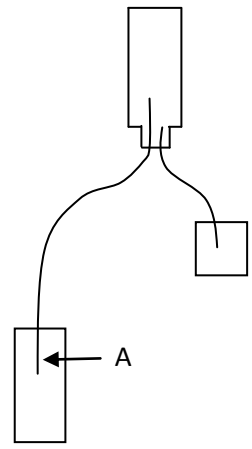


۳– در این مورد ضمن مطرح شدن یک سوال مفید، یک سیفون ساده ساخته وبه کار گرفته می شود دوبطری پلاستیکی کوچک وچند عدد نی‌نوش وچسب مایع مورد نیاز است .



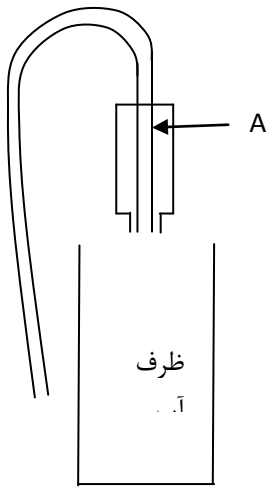
نی‌نوش‌ها را در اندازه‌های نسبی مطابق شکل روبرو بریده و در سوراخهای مناسبی که در درب بطری‌ها ایجاد می‌کنید جای داده وبا چسب آب‌بندی کنید

سوال ۱– یکی از بطری ها رااز آب پر کرده و وارونه کنید . آب از کدام نی خارج می‌شود ؟ نی بزرگتر یا نی کوچکتر ؟یا از هر دو ؟



سوال۲– اکنون هر دو بطری را پر آب کرده و هم زمان وارونه می کنیم .آب کدام زودتر خارج میشود وچرا؟

اگر به جای نی‌نوش از شیلنگ مثلا شیلنگ‌های شفاف (البته باطولهای نسبی بلندتر) استفاده کنیم یک سیفون ساختهایمکه مطابق شکل میتوان آنرا برای جابه‌جا کردن مایع مثلا از باک یک ماشین به کار برد .

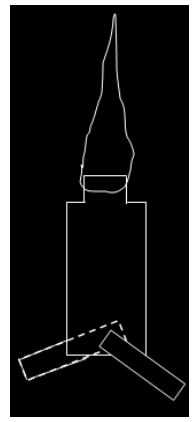


به این ترتیب که ابتدا انتهای A را با خم کردن کاملامسدود کنیم سپس بطری پلاستیکی را فشرده ورها کنیم .مایع از ظرف بالاتر به درون بطری فوران کرده وسپس به طرف پایین تا خالی شدن ظرف جریان می-یابد .

یک طرح ساده تر برای همین کار مطابق شکل روبرو است که در محل A از شیلنگ یک سوراخ کوچک نسبت به دهانه وابعاد ظرف ایجاد کرده‌ایم . وقتی این وسیله را به همین شکل وارد ظرف آب کنیم آب درون لوله به طرف پایین جاری میشود .

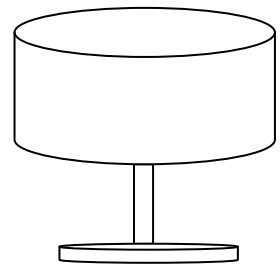
به نظر شما چرا ؟

۴– وسیله ساده زیر نمایشی از قانون سوم نیوتون است . در دو طرف یک بطری نوشابه دو سوراخ ایجاد کرده ودوتکه کوتاه شیلنگ طوری وارد کنید که با بدنه بطری زاویه‌ای حاده بسازد و مطابق شکل بندی



را به سر بطریببندید. بطری را پر آب کرده وبند را در دست گرفته (بطری را بالای یک ظرف بگیرید تا آب آن به درون بطری بریزد) به چرخش بطری نگاه کنید

۵– یک جام شیشه ای با جداره نازک احتمالا در منزل یکی از شاگردانمان پیدا می‌شود جام را از آب نیمه‌پر کنید وسپس با انگشت سبابه خیس شده ، بروی دهانه دایره وار بکشید .احتمالا صدای تشدید شده صوتناشی از مالش انگشت با دهانه بلند شود . در غیر این صورت مقداری از آب ظرف را کم کرده وتجربه را تکرار کنید تا زمانی که به نتیجه مطلوب برسید .



گزارش دومین گردهمآئی دبیران فیزیک فارس

دومین گردهم‌آیی دبیران فیزیک فارس از ساعت ۸/۳۰ الی ۱۲/۳۰ در محل ضمن خدمت فارس برگزار شد در این گردهم‌آئی نزدیک به ۷۰ نفر از دبیران فیزیک استان حضور داشتند در این همایش ابتدا خانم رضائی از اعضای شورای اجرائی انجمن و مدرس تربیت معلم در رابطه با دید سه بعدی سخنانی بیان کردند و سپس آقای رزمکن عضو شورای اجرائی انجمن در رابطه با روش تدریس اثر فتوالکتریک طرحی را ارائه کردند و بعد از پذیرائی آقای کریمی سرگروه فیزیک استان تجربیاتی از کاربرد قوانین فیزیک در زندگی روزمره را بیان کردند و آقای یزدانی دبیر محترم فیزیک ناحیه ۳ شیراز آزمایش‌های جذاب و قابل ارائه در کلاس را برای همکاران انجام دادند و همچنین در این جلسه از دانش‌آموز خانم الهام جامی از استهبان که در مسابقه‌ی عکس جشنواره‌ی فیزیک ۸۹ مقام سوم را کسب نمودند با اهداء لوح تقدیر و تندیس جشنواره و هدیه‌ای از طرف انجمن تقدیر شد .

در این جلسه ۲ سؤال برای مسابقه توسط آقای رزمکن بیان شد که متن سؤال و جواب به شرح زیر است :

۱- وقتی که دماسنج را به سرعت از درون ظرفی که محتوی قلع مذاب است بیرون می‌آوریم در ابتدا جیوه‌ی دماسنج به جای پائین آمدن ، بالا می‌رود . علت این پدیده‌ی عجیب را بیان کنید .

جواب : هنگامی که دماسنج را از داخل ظرف محتوی قلع مذاب بیرون می‌آوریم ، دمای شیشه‌ی دماسنج بطور ناگهانی افت می‌کند . شیشه منقبض شده جیوه را تحت فشار قرار می‌دهد و باعث بالا رفتن آن در لوله‌ی دماسنج می‌شود . برای توضیح بیشتر می‌توان ضریب انبساط گرمائی شیشه و جیوه را با هم مقایسه نمود .

۲- چرا آب ، آتش را خاموش می‌کند ؟

جواب : آب به دو دلیل زیر آتش را خاموش می‌کند :

الف – با رسیدن آب به آتش ، آب به بخار تبدیل می‌شود . در این فرآیند آب گرمای قابل توجه‌ای از آتش می‌گیرد تا به بخار تبدیل گردد.

ب – با انبساط فراگیری که بخار ایجاد شده می‌یابد . فضای قابل توجه‌ای از اطراف آتش را اشغال نموده ، ارتباط هوا و در نتیجه اکسیژن را با آتش قطع می‌کند .

پس از بررسی جواب‌ها افراد زیر جواب‌های صحیح داده بودند که به قید قرعه به دو نفر جوایزی از طرف انجمن اهداء خواهد شد

۱- خانم زهرا علی اکبری
۲- آقای ناموری
۳- خانم فرانک فیروزی
۴- آقای مهدی نوروزی
۵- آقای سید عبدالخالق حسینی
۶- آقای امید علی روستائی

گزارش سومین گردهم آیی دبیران فیزیک استان :

این همایش در تاریخ ۹۰/۱۲/۱۹ در سالن ضمن خدمت برگزار شد جند سخنرانی ارائه شده در این همایش که با حضور جناب دکتر خادمی از شورای اجرائی اتحادیه همراه بود عبارتند از ۱- تابش‌های خورشیدی آقای نادر زارع دانشجوی دانشگاه صنعتی شیراز ۲- ترمز خودروها آقای پاک طینت از ناحیه ۳ شیراز۳- دو سخنرانی بدنبال سیارات شبه زمین و پنجاه سال همراه با انجمن‌های علمی ، آموزشی توسط دکتر خادمی

در این جلسه با حضور خانواده مرحوم نغمه زراعتکاری یاد و خاطره این همکار عضو انجمن گرامی داشته شد .

نقد و بررسی دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران

دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران از تاریخ ۱۳ الی ۱۶ شهریور در دانشگاه امیر کبیر تهران به همت اتحادیه‌ی انجمن های علمی ، آموزشی معلمان فیزیک ایران پس از چند سال وقفه برگزار شد . با توجه به زحمات زیادی که برگزاری این کنفرانس داشت (به علت عدم حمایت کافی وزارت متبوع) علی‌رغم همه‌ی کاستی‌ها بازهم کار بزرگی انجام شده است و همت عالی را می‌طلبید . بنابراین باید از زحمات کلیه‌ی دست‌اندرکاران تشکر و قدردانی کنیم اجر همه با خدای منان ، چون اگر این تلاشها نبود مسلماً چند سال دیگر در برگزاری این کنفرانس وقفه ایجاد می‌شد .برای بهبود کیفیت کنفرانس‌های آتی و آسیب‌شناسی این نوع کنفرانس‌ها درچند بند به نقد و بررسی این کنفرانس پرداختهو چند پیشنهاد ارائه می‌دهیم

الف : نقدها

۱- اینکه دو عنوان برای این کنفرانس انتخاب شده بود . نشان از آن دارد که از دیدگاه برگزارکنندگان ، فیزیک و آزمایشگاه از یکدیگر جدا هستند (حداقل چنین به نظر می‌رسد) و به عبارتی تلاشهای انجام گرفته برای همراه کردن آموزش با آزمایش با این عنوان دوگانه بر باد رفت (حداقل کم اثر شد) .

۲- علی رغم عنوان دوگانه‌ی فوق مسئله‌ی آزمایشگاه در این کنفرانس بسیار کمرنگ و در حاشیه قرار داشت و به عبارتی مغفول واقع شد. همان چیزی که همواره مورد انتقاد بوده است واین نشان از ضعف مدیریت دارد .جایخالیآزمایش‌هایسادهابزارومرتبطبازندگیروزمرهبسیاراحساسمی‌شد و همگانمنتظرتجاربعملیبودند.

۳- وجود سه سالن برای ارائه مقالات باعث توزیع شرگت کنندگان و خالی بودن صندلی‌ها از مخاطبین شد و علاوه بر آن هزینه‌های کنفرانس را افزایش داد .

۴- عدم فیلمبرداری از سخنرانی‌ها غیر از مراسم افتتاحیه و اختتامیه باعث شد که دسترسی به محتوای مقالات ارائه شده برای دیگران و خود شرکت کنندگان که در یک سالن بودند امکان پذیر نباشد .

۵- تعداد سخنرانان مدعو با توجه به وجود مراکز علمی بسیار در تهران می‌توانست بسیار بیشتر و پربار تر باشد .

۶- با وجود دانشگاه‌ها و دیگر مراکز علمی در تهران بازدیدهای علمی در کنفرانس گنجانده نشده بود .

۷- به علت اینکه کارگاه‌ها یک روز قبل از شروع رسمی کنفرانس برگزار شدند تعداد شرکت کنندگان آنها کم بود و البته این می‌رساند کارگاه‌ها از دید برگزار کنندگان حائز اهمیت نبوده است .

۸- کنفرانس در حیطه‌ی تسلط دو دانشگاه تربیت معلم شهید رجائی و زنجان قرار داشت .

۹- کیفیت خوابگاه و غذا با توجه به مبالغ دریافتی خصوصاً برای خوابگاه ، مطلوب نبود .

۱۰- علی‌رغمنظرخواهیازحاضریندرخصوصانتخاببهترینپوستروبررسیسخرانی‌ها،هیچنتیجه‌ایاعلامنشد،کهاگراینکارانجاممی-شدباعثتشویقودلگرمیکسانیکهتلاشبیشتریکردهبودندمی‌گردیدودیگرانرابهکوششبیشترسوقمی‌داد.

۱۱- به نظر یکی از شرکت کنندگان از فارس " اکثرمقاله‌هاییکهبهصورتپوسترارائهشدهبودجنبهیعملیاتیداشتوبهتربوددرحضورجمعارائهمی-شدوبرعکسسخنرانی‌هاکهاگریککپیازمتنآنهادراختیارحاضرین بودچیزیاز دستنمی‌دادند"

ب : پیشنهادات

۱- برای اثر گزاری کنفرانس بر تصمیمات آموزش و پرورش پیشنهادات و انتقادات ارائه شده در مقالات دبیران جمع‌بندی و ضمن ارسال به وزارت آموزش و پرورش و کمیسیون آموزش و تحقیقات مجلس به انجمن‌های عضو ارائه و یا در خبرنامه درج گردد.

۲- CD مجموعه‌ی مقالات تهیه و به انجمن‌های عضو و مجله‌ی رشد فیزیک ارسال شود تا در نشریات و سایت‌های انجمن‌ها مورد استفاده قرار گیرد .

۳- ترتیبی اتخاذ گردد که کنفرانس با محوریت اتحادیه و انجمن‌های عضو توسط وزارت آ-پ به عنوان کمیته‌ی اجرائی برگزار شود و برای کاهش هزینه‌ها از امکانات آموزش و پرورش استانها حداکثر استفاده بشود .

۴- اگر قرار شود اتحادیه مستقلاً برگزار کننده کنفرانس باشد از کار اصلی خود که کمک به رشد کمی و کیفی انجمن‌ها و آموزش فیزیک است باز می‌ماند ضمن آنکه به علت سنگینی کار مسلماً این کار دوام نخواهد یافت و ممکن است شوراهای اجرائی بعدی از انجام آن شانه خالی کنند بنا براین اجرا بند ۳ مورد تاکید است .

حمید مصطفی نژادیان

گزارش برگزاری مجمع عمومی و همایش دبیران فیزیک فارس در تاریخ ۹۰/۳/۶

۱- در ابتدای جلسه آقای رزمکن دو پرسش برای مسابقه ی حضوری بیان کردند .
۲- خانم گوگردی به عنوان اولین سخنران دو شیوه‌ی تدریس نوین بر مبنای دانش‌آموز محوری یکی استفاده از آزمایشهای کوتاه مدت و دیگری روش پرسشگری را مطرح کردند که مورد استقبال همکاران قرار گرفت .
۳- در ادامه با معرفی کاندیداهای عضویت در شورای اجرائی و بازرسان انتخابات انجام گرفت اسامی اعضای شورای اجرائی و بازرسان در زیر قرار دارد.
۴- پس از آن جلسه به مدت ۲۰ دقیقه برای پذیرا ئی تعطیل شد .
۵- در بخش دوم برنامه ابتدا از ۳ نفر از پیشکسوتان آموزش فیزیک استان آقایان اکبر خلت و رسول ذکاوت و کریم دادستان پور که سالهاست به افتخار بازنشستگی نائل شده‌اند تجلیل شد و از طرف انجمن لوح تقدیر و هدیه‌ای به ایشان تقدیم شد . (عکس به ترتیب اسامی در زیر است)
۶- در ادامه‌ی بخش دوم آقای باجوند در رابطه با نحوه‌ی انجام تحقیق و ویژگی‌های معلم خوب مطالبی بیان داشتند که با استقبال همکاران مواجه شد .
۷- در قسمت آخر برنامه آزمایشهای جذاب و کوتاه مدت توسط آقایان مختاری و یزدانی انجام شد .
۸- در این جلسه نشریه ی آذرخش شماره ۹ و یک CD شامل مجلات رشد فیزیک ویک کتاب با عنوان فیزیک فانتزی و یک وسیله‌ی آزمایش گرانیگاه از طرف انجمن و انتشارات قلم چی به همکاران ارجمند اهداء شد .
۹- فراخوان دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک و دومین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه و همچنین پوستر مربوط به این کنفرانس بین همکاران توزیع شد .

اسامی اعضای اصلی شورای اجرائی و بازرسان دور پنجم

ردیف	نام و نام خانوادگی	ردیف	نام و نام خانوادگی	بازرسان اصلی
۱	صیاد رزمکن	۷	سیدمحمود صدیقی	سید سعید سبحانی
۲	علی معصومی	۸	زهرا علی اکبری	محمد جعفر یزدانی
۳	مریم گوگردی	۹	علی مومنی	بازرس علی‌البدل
۴	غلامحسین بهمنی	۱۰	عطاا.. بهادری	مهین صرافی مقدم
۵	حمید مصطفی نژادیان	۱۱	صفیه رضائی	
۶	مهرانه توانا			

تذکر: دردومین جلسه شورای اجرائی آقای حمید سلطانی جایگزین آقای بهادری و خانم صرافی مقدم جایگزین آقای یزدانی شدند

بازتاب در هوای آزاد

پرتوهای نور خورشید در بازتابش از روی نیمه‌ی سطح شیشه‌ای میز که به خورشید نزدیک‌تر است سایه‌ی راست و پرتوهایی که از روی نیمه‌ی دورتر بازتابش می‌یابند سایه‌ی وارون کالسکه‌ی کوچک را بر روی دیوار می‌اندازد . اگر طبق قاعده‌ی رسم پرتوها عمل کنیم می‌بینیم که اندازه‌ی سایه‌ی راست و سایه‌ی وارون با اندازه‌ی کالسکه برابر است ، و این نکته ربطی به فاصله‌ی کالسکه از دیوار ندارد ، یعنی هر چقدر کالسکه را به دیوار نزدیکتر یا از آن دورتر کنیم ، اندازه‌ی سایه‌ها تغییر نمی‌کند .

انجام آزمایش آسان است ، کافی است دسته‌ای پرتو موازی را بر جسم کدری که روی یک سطح شیشه‌ای یا سطح یک آینه‌ی تخت گذاشته‌ایم بتابانیم . با پوشاندن بخشی که یکی از سایه‌ها را ایجاد کرده است می‌توان دریافت که کدام نیمه کدام سایه را ایجاد کرده است . اگر نیمه‌ای را که میان چشمه‌ی نور و جسم است با قطعه‌ای مقوا بپوشانیم سایه‌ی راست ناپدید می‌شود و برعکس .