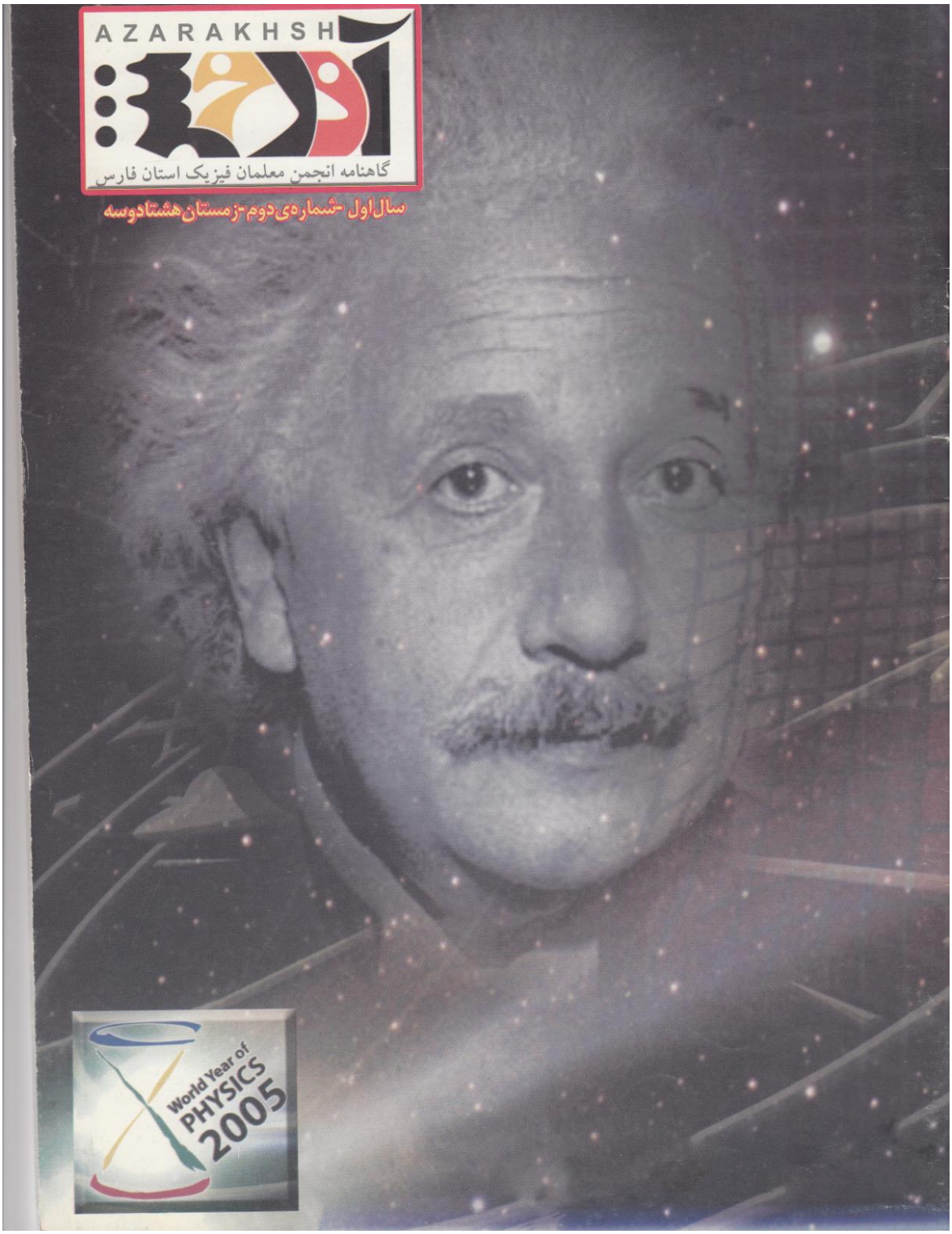
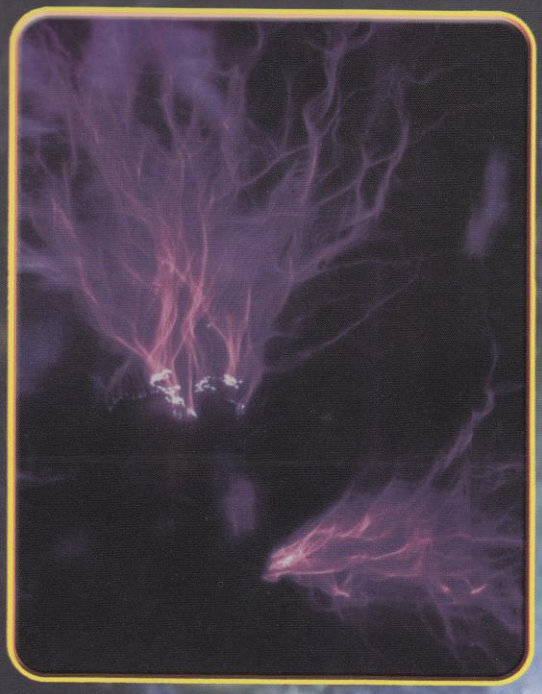
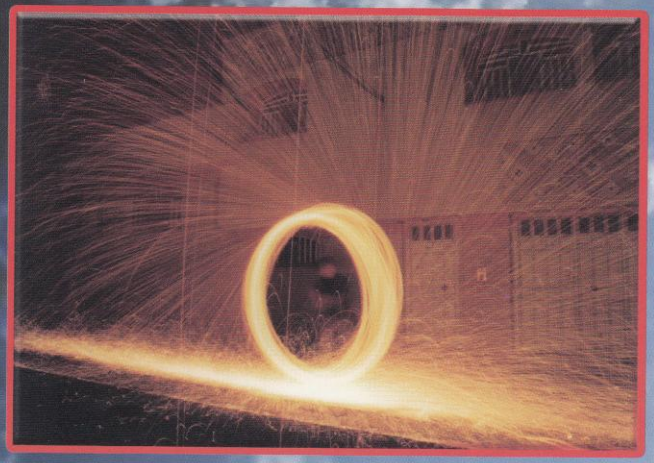

AZARAKHSH
آذرخش
گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس
سال اول -شماره‌ی دوم-زمستان هشتادوسه
World Year of
PHYSICS
2005

آتش فیزیک



در این تصویر تخلیه ی الکتریکی به وسیله ی قرقره ی تسلا دیده می شود . دستگاه مولد این فرایند ترکیبی است از یک ترانسفورمر مخصوص تابلو های نئون به ولتاژ ۱۲ کیلو ولت و خازنی که با یک باتری نوشابه و یک جفت سیم پیچ ساخته شده اند ولتاژ ثانویه در حدود ۵۰۰ کیلو ولت و بسامد آن در حد امواج رادیویی است طول کمان تخلیه به حدود ۴۰ سانتی متر می رسد .

(این تصویر در مسابقه عکاسی دبیرستان های آمریکا در سال ۲۰۰۲ برنده جایزه دوم شده است)



عکس از عباس اقلیمی

بسم الله الرحمن الرحیم

در این شماره می خوانید :

عنوان..... صفحه

۱) سخن سردبیر ۲

۲) جایزه نوبل فیزیک در سال ۲۰۰۴ ..... ۳

۳) ۲۰۰۵ سال جهانی فیزیک..... ۸

۴) مرد سده ۹

۵) دیدار دکتر غنی با اینشتین..... ۱۱

۶) ساخت گشایی کره ی پلاسما..... ۱۷

۷) چرخه ی فرایند های ماشین بخار..... ۱۹

۸) زلزله خیزی منطقه ی شیراز..... ۲۲

۹) پیمانه رادیواکتیو..... ۳۴

۱۰) فیزیک در پزشکی..... ۳۵

۱۱) مسائل جامع فیزیک..... ۳۷

۱۲) یخ زدن آب درهنگام جوشیدن ۳۸

۱۳) تسهیلات آزمایشی دانشگاه مریلند... ۳۹

۱۴) حرکت نسبی مفید..... ۴۰

۱۵) سیم پیچ تسلا ۴۲

عنوان .....صفحه

۱۶) اجاق های میکروویو..... ۴۵

۱۷) بمب های الکترومغناطیس ۴۶

۱۸) نموداری برای مقاومت های موازی..... ۴۸

۱۹) نقش فراموش شده ی آزمایشگاه ۴۸

۲۰) آیا سفیدی می تواند سیاهتر از سیاه باشد..... ۵۲

۲۱) پرسش دلگرم کننده ۵۳

۲۲) مدل ساده برای امواج الکترومغناطیس.. ۵۴

۲۳) مقیاس لگاریتمی..... ۵۶

۲۴) همانند هیدرولیکی جریان الکتریکی.. ۵۸

۲۵) خطای اندازه گیری فاصله‌ی کانونی عدسی همگرا ۶۱

۲۶) حل تشریحی مسائل جامع..... ۶۲

آذرخش

گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس

سال یکم شماره دوم

نشانی : شیراز صندوق پستی ۷۱۶۴۵/۴۱۸

مدیر مسئول : صیاد رزم کن

سر دبیر : علی معصومی

تایپیست : نرجس پیروی

صاحب امتیاز : انجمن معلمان فیزیک استان فارس

با تشکر از همکاریهای صمیمانه: معاونت محترم پژوهش و برنامه ریزی سازمان آ-پ فارس

سخن سردبیر

به نام خدا

دوستان ارجمند ، آنقدر چشم به راه نوشته های شما ماندیم که مقداری علف در زیر پایمان سبز شد و نوشته های شما به دستمان نرسید . چون قرار بود بیاییم ، گفتیم به هر حال دیر آمدن بهتر از هرگز نیامدن است . در این شماره هم شمار نوشته های شما در برابر ترجمه ها و نقل قول ها اندک است . امید ما آن است که به همت شما این نسبت وارون شود و نام گرامی شما صفحه های نشریه را آذین بندی کند . اگر در این سال که سال جهانی فیزیک است خواستید با ما همکاری کنید ، نوشته های خود را روی یک طرف کاغذ A۴ بنویسید و نمودار ها را در اندازه مطلوب با روان نویس مشکی رسم کنید .

نقد ها و نوشته های خود را برای نشریه و انجمن بفرستید تا کارها آن گونه که دلخواه شما است پیش برود .

با آرزوی کامیابی و همکاری

نظام آموزش و پرورش به حق از بزرگترین و پیچیده ترین ابداعات و صناعات بشر محسوب می گردد . که زیر بنای رشد و تعالی انسانهاست و امروز ، در هر کشور سرمایه های فراوانی به دست گروه بی شماری از مردمان برای پروراندن و آگاه کردن جمعیتی بزرگ از کودکان ، نوجوانان و بزرگسالان هزینه می شود روشن است که چنین امر بزرگی که با ارزشمند ترین ذخائر ملت ها ارتباط می یابد نمی تواند بی نیاز از آموزش علمی باشد .

انجمن علمی آموزشی معلمان در حقیقت کوششی است بخردانه برای بالا بردن کیفیت تعلیم و تعلم انسان هایی که بارسنگین تحول وپیشرفت فردی وجمعی رابردوش دارند.

انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان به عنوان ابزاری نیرومند برای اشاعه دانش میان همکاران فرهنگی که نیروهای ذاتی و بالقوه آنان را به فعل نزدیک سازد و آنان را به انسانهایی که شایستگی خلیفه الهی دارند متحول سازد ، در استان مطرح می باشد .

امروز ، آموزش و پرورش سنگ زیر بنای توسعه اجتماعی ، سیاسی و فرهنگی هر جامعه است . و این میسر نخواهد شد مگر با مشارکت تمامی همکاران دلسوز و متعهد نظام تعلیم و تربیت در قالب تشکل های غیر دولتی و مشارکتی تحت عنوان انجمن های علمی آموزشی معلمان که تا کنون فعالیت های چشم گیر و قابل توجه ای داشته اند .

انجمن فیزیک استان یکی از فعالترین انجمن هاست که با سازمان همکاری خوبی داشته و خواهد داشت و امید است بااتکال به خداوند متعال در پیشبرد اهداف خود موفق باشد.

در پایان این فرصت را مغتنم شمرده و به مناسبت چاپ نشریه شماره ۲ آذرخش که همزمان با سال جهانی فیزیک منتشر می شود شادباش های صمیمانه خود را به جامعه فرهنگیان تقدیم دارم امید است سازمان آموزش و پرورش با همکاری انجمن فیزیک استان برنامه های متنوعی را در این سال برای معرفی فیزیک در سطح عمومی به اجرا گذارد بار دیگر از زحمات یکایک عزیزان هیئت علمی و اجرائی انجمن فیزیک سپاسگزارم و بهروزی آنان را از درگاه پروردگار سبحان مسئلت می نمایم .

حمید رضا آذری

رئیس سازمان و کمیته بررسی صلاحیت عمومی

انجمن های علمی اموزشی معلمان استان فارس

جایزه نوبل فیزیک در سال ۲۰۰۴

کشفی که جـایزه نوبـل سـال ۲۰۰۴ بـه آن داده شـد اهمیـت سرنوشت سازی در فهم مـا از یکـی از بنیـادی ترین نیروهـای طبیعت دارد . این نیرو کوچکترین اجزای ماده یعنی کوارک هـا را به هم پیوند می دهد . دیوید گراس ، دیوید پولتیرز و فرانک ویلچک با کاوش های نظری خود امکان تکمیل " مدل استاندارد فیزیک ذره ای " را فراهم آوردند . این مدل کوچکترین ذره های طبیعت و بر هم کنش آنها را توصیف می کند و در عیـن حـال گام مهمی در راستای تلاش برای ارائـه ی توصیـف یگانـه ای از نیروهای طبیعت بدون توجه به مقیاس مکانی شمرده می شـود ودامنه ی آن از کوچکترین فاصله های درون هسـته ی اتـم تـا فاصله های عظیم کیهانی را در بر می گیرد .

توضیح نیروهای قوی

بر هم کنش قوی که غالبا "بر هم کنش رنگ" خوانده می شود یکی از چهار نـیروی بنیـادی طبیعـت اسـت . ایـن نـیرو میـان کوارک ها که بر سازنده ی پروتون ها و نوترون ها و هسـته هـا است عمل می کند . برای کسانی که از دانش فیزیک بـی بـهره اند درک پیشرفت در فـیزیک ذرات و ارتبـاط آن بـا زنـدگی ی روزانه ی ما دشوار است ، ولی با بررسی ی پدیـده ی هـر روزی مانند چرخاندن یک سکه روی میز می بینیم که حرکت آن بـا نیروهای بنیادی میان اجر های بنیادی ی سـاختمان آن یعنـی پروتون و نوترون و الکترون ها تعیین می شـود . در واقـع ٪ ۸۰ وزن سکه ناشی از حرکت ها و فرایند هـای درون پروتـون هـا و نوترون ها یعنی اندر کنش کوارک ها است .

گراس و پولتیزر ویلچک نوعی ویژگی اندر کنش قـوی را کشـف کرده اند که نشان می دهد چرا کوارک ها تنها در انـرژی هـای بسیار بالا مـانند ذره هـای آزاد رفتـار مـی کننـد . ایـن کشـف بسـترنظریه ی اندرکنـش رنـگ (یـارنگ پویـایی ی کوانتومی QCD)راآمـاده کـرد.ایـن نظریـه درسـالهای اخـیر در آزمایشگاه اروپایی ی فـیزیک ذرات (CERN) در ژنـو مفصـلا آزموده شده است .

مدل استاندارد وچهارنیروی بنیادی ی طبیعت

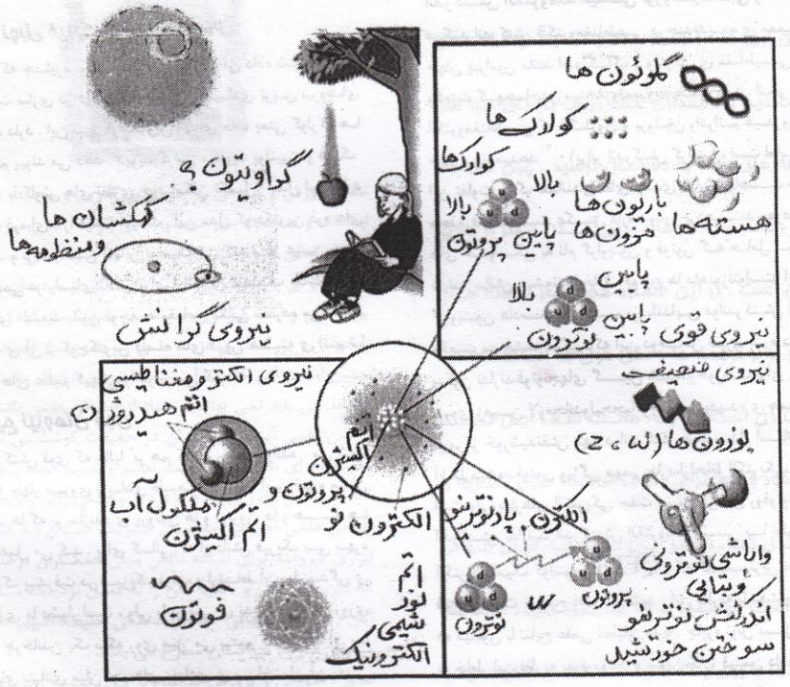
نخستین نیرویی که انسان می شناسد ، گرانـش اسـت. گرانـش اندرکنشی است که اجسام را به سوی زمیـن مـی کشـدولی برحرکتهای سیاره ها و کهکشان ها ، نـیز حـاکم اسـت . دیـدن حرکت های سیاره ها و کهکشانها نیروی گرانشی را قوی جلـوه می دهد . گودال های ژرف و بزرگی کـه برخـورد سـتاره هـای دنباله دار با زمین به وجود آورده است یا موشک هـای عظیمـی که برای فرستادن ماهواره ها به فضا لازم اند ، نشان مـی دهنـد که نیروی گرانش ممکن است قوی باشد . اما در جهان خـرد در میان ذره هایی مانند الکترون و پروتون نـیروی گرانـش بسـیار ضعیف است

اندرکنـش الکترومغناطیسـی نوروهمچسـبی را تـامین میکند.اندرکنش الکترومغناطیسی درچندپدیـده ی معمـول در جهان پیرامون مانند اصطکـاک و ویـژگی ی مغناطیسـی وایـن واقعیت کـهجماجدرزمینجفرونمیرویم نقـش دارد . انـدر کنـش الکترومغناطیسی که الکـترون و پروتـون رادراتـم هیـدروژنجبـه جهم پیوندمیدهد[۴۱] ۱۰برابر اندرکنش گرانشی است امابـاوجود این تفاوت بزرگ همانندی های چندی میان آنهاهسـت.هردوبـا مجذورفاصله نسبت عکـس دارنـدودور-بردهسـتند وهردوبـاذره های خردوسبکی به نام گراویتون و فوتون کـه"حـامل نـیرو"نـام دارند رسانش میشوند.برخلاف فوتون ها ماهنوزنتوانسته ایـم بـه گراویتـون هادسـت پیداکنیـم.بردبلندایـن دواندرکنـش از ایـن واقعیت سرچشمه میگیردکه این دوحـامل نـیرو جـرم در حـال سکون ندارند.فوتونجهای گسـیل شـده ازخورشـیدبرای زنـدگی برروی زمیـن لازمجاندولیججباتوجـه بـه پدیـده ی همجوشـی درمرکز خورشیدنقش مهم دواندرکنش دیگرمـدل اسـتانداردهم آشکارمیشود.فوتون ویژگی مهمی دارد،ازلحاظ الکتریکی خنثـی است ولی بابارهای الکتریکی جفت میشود،ازایـن روفوتونـهاباهم اندرکنـش ندارنـد. اندرکنـش الکترومغناطیسـی بـا نظریـه ی الکترودینامیک کوانتومی (QED) که کامیاب ترین نظریه ی فیزیکی است توضیح داده می شود . این نظریه با دقت یـک در ده میلیون با نتایج علمی انطباق دارد . جایزه نوبل سـال ۱۹۶۵ به خاطر این نظریه به تومونـاگا و شوین گر و فینمن داده شد .

یکی از دلیـل هـای کامیـابی ی ایـن نظریـه ان اسـت کـه در معادلات آن ضریب ثـابت کـوچـک α_{em} بـا انـدازه ی $\frac{۱}{۱۳۷}$ وجود دارد که ثابت جفت شدن یا ثابت ساختار ظریـف خوانـده می شود که تا حد زیادی کوچکتر از یک است . این نکته بـاعث می شود که بتوان تاثیرات الکترومغناطیسی را به صـورت بسـط دنباله ای در یک ثابت کوچک محاسـبه کـرد . ایـن روش یـک روش ظریف ریاضی است که محاسبه پرشـیدگی خوانـده مـی شود و عمدتا به وسیله ی فینمن گسترش یافته است .

یکی از ویژگی های مهم مکانیک کوانتومی درنظریـه ی QED آن است که می توان نشان داد که ثابت ساختار ظریف با انـرژی تغییر می کند یعنی با افزایش انرژی افزایش می یابد .

در شتاب دهنده های امـروز مـانند شـتاب دهنـده ی LEP در CEPN این ثابت به جای $\frac{۱}{۱۳۷}$ برابر با $\frac{۱}{۱۲۸}$ به دست می آید که به انرژی هایی در حـد تقریبـا ۱۰۰ میلیـارد الکـترون ولـت مربوط می شود . اگر نمودار تغییرات این ثابت بر حسب انـرژی را رسم کنید میبینیم که اندکی شـیب مثبـت دارد . فـیزیکدان های نظری میگویندکه مشتق آن یاتابع بتای آن مثبت است



2

تصویر ۱) چهار نیرو یا اندر کنش طبیعت که یا ذره و پدیده را حمل می کنند یا بر ذره اثر می گذارند .سه اندرکنش که برجهان خرد حاکم اند همگی بسیارقوی تر از گرانش اند ودر" مدل استاندارد " باهم یکی شده اند .

اندر کنش ضعیف واپاشی ی پرتوزا

حامل اندرکنش ضعیف بوزون ای $W^{\pm}$ و Z^{0} هستند که بر خلاف فوتون و گراویتون جرم بزرگی در حدود ۱۰۰ برابر جرم پروتون دارند و در نتیجه این اندرکنش کوتاه - برد است . اندرکنش ضعیف هم بر کوارک ها و هم برلپتون ها اعمال می شود و عامل پاره ای از واپاشی های پرتوزا است . این اندر کنش با اندر کنش الکترومغناطیسی پیوند تنگاتنگ دارد و در اندرکنش الکتروضعیف باهم یگانه میشوند.جایزهجنوبل سال ۱۹۹۹به خاطرهمین نظریه به هوفتجوولتمن داده شد .

اندر کنش قوی - بارورنگ

در دهه ی ۱۹۶۰ معلوم شد که پروتون (و نوترون) از کوارک تشکیل شده اند ، اما شگفت آن بود که تولید کوارک آزاد ناممکن بود . ویژگی ی بنیادی این اجزای ساختمانی ، مقید بودن آنها است . کوارکها تنها در مجموعه های دوتایی یا سه تایی می توانند به صورت آزاد مثلابه صورت پروتون وجود داشته باشند . بار الکتریکی کوارک ها $-\frac{1}{3}$ یا $+\frac{2}{3}$ بارپروتون است. این ویژگی ی عجیب همچنان بدون توضیح مانده است . کوارک علاوه بر بار الکتریکی ، ویژگی دیگری داردکه آن هم کوانتیده است وبارنگ خوانده میشودچون بامفهوم رنگ

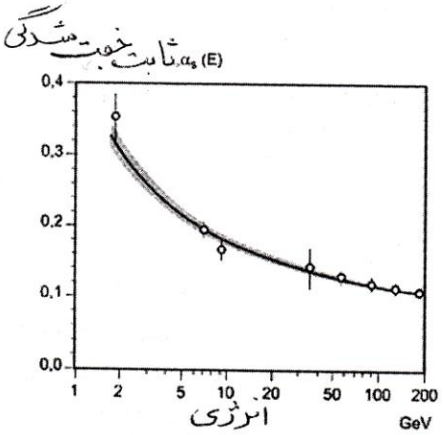
همانندی دارد.رنگ بارکوارک میتواند قرمزیا آبی یا سبزباشد.هرکوارک دارای یک پادکوارک است، همان طور که هر الکترون پاد الکترونی به نام پوزیترون دارد. رنگ باربادکوارکهاپادقرمزیاپادآبی یاپادسبز است.مجموعه ی چند کوارک که می تواند به صورت آزاد وجود داشته باشد از لحاظ رنگ خنثی است.رنگ بار سه کوارک سازنده ی پروتون (d,u,u) مختلف و رنگ کلی ی پروتون سفید یا خنثی است . همان گونه که مولکول ها که از لحاظ الکتریکی خنثی هستند می توانند از راه جاذبه ی میان اجزای مثبت و منفی ی خودتشکیل پیوندبدهند،مبادله ی نیرومیان پروتونها و نوترونها هم به کمک نیروهای رنگ که ازکوارکهای آنها تراوش میکند و ذرههای حامل نیرو صورت می گیرد .

نیروی میان کوارک ها را گلوئون ها حمل می کنند که مانند فوتون ها بدون جرم اند ، ولی بر خلاف آنها دارای رنگ باری هستند که از یک رنگ و پادرنگ تشکیل می شوند . همین ویژگی ، نیروی رنگ را پیچیده و از نیروی الکترومغناطیسی متمایز می کند .

جفت شدن ضعیف تربا عث آزادی ذره هامیشود

فیزیکدان ها سالها بر این باور بودند که یافتن نظریه ای که بتوان با آن تاثیر های اندر کنش قوی میان کوارک ها را هم مانند تاثیرهای اندرکنش های ضعیف یا الکترومغناطیسی محاسبه کرد ناممکن است . به عنوان مثال دربررسی ی اندرکنش میان دو پروتون در یک هسته بهترین راه آن است که آن را به صورت مبادله ی مزون های پی بیان کنیم که جایزه ی نوبل سال ۱۹۴۹ به خاطر آن به یوکاوا رسید . در این مورد ثابت جفت شدن بزرگتر از $\frac{1}{}$ لازم است که نشان می دهد نمی توان از محاسبات فینمن در مورد پریشیدگی یاری گرفت . متاسفانه حتی امروز هم روش خرسند کننده ای برای محاسبه ی این گونه تاثیرهای قوی در دست نداریم .در مورد انرژی های بیشتر ، اوضاع از این هم بدتر به نظر می رسید . اگر تابع بتا مثبت باشد (یعنی ثابت جفت شدن با تغییر انرژی تغییر کند) ، اندر کنش قوی تر و محاسبات پوچ تر میشود . سیمانتزیک دانشمند فیزیک نظری ی آلمان به این نتیجه رسید که تنها راه دستیابی به نظریه ی معقول ، پیدا کردن نظریه استوار بر پایه ی تابع بتای منفی است . این نظریه می تواند توضیح دهد که چرا کوارک در درون پروتون گاهی به صورت آزاد آشکار می شود . این پدیده در آزمایش های پراکندگی میان الکترون ها و پروتون ها دیده شده بود .متاسفانه خود سیمانتزیک به چنین نظریه ای دست نیافت و با ان که هوفت در ۱۹۷۲ به یافتن این نظریه نزدیک شده بودفیزیکدان ها امیدی به یافتن آن نداشتند.حتی شواهدی ارائه شدکه نشان می داد همه ی نظریه های واقع بین دارای تابع بتای مثبت اند . امادر۱۹۷۳در دو مقاله در"رساله های مرورفیزیکی" گراس و ویلچک و پولتیزر با کشف حیرت انگیز خود اعلام کردند که تابع بتا می تواند منفی باشد . در این هنگام ویلچک و پولتیزر هنوز دانشجو بودند . بر پایه ی نظریه های آنان گلوئون ها یعنی حاملان نیرو از یک ویژگی ی بی مانند برخوردار بودند یعنی علاوه بر اندرکنش با کوارک ها با خودشان هم اندرکنش داشتند . این ویژگی بدان معنا است که هر چه کوارک ها به هم نزدیکتر شوند ، رنگ بار و اندر کنش آنها ضعیف تر می شود . با افزایش انرژی ، کوارک ها به هم نزدیکتر می شوند و اندر کنش ضعیفتر می شود . این ویژگی که آزادی ی مجانبی خوانده می شود نشان می دهد که تابع بتا منفی است . از سوی دیگر با افزایش فاصله ، بر قدرت اندر کنش افزوده می شود یعنی نمی توان کوارک را از هسته ی اتم برداشت.نظریه موید آزمایش هاشد.کوارک هادر گروه های سه تایی در درون پروتون و نوترون مقیدند ولی در آزمایش های مناسب می توان آن را به صورت "دانه" در نظر گرفت .

آزادی ی مجانبی،محاسبه ی اندر کنش کم فاصله ی کوارک ها و گلوئون ها را به منزله ی ذره های آزاد ممکن می سازد . می توان با برخورد دادن ذره ها با انرژی ی زیاد ، آنها رابه حد کافی به هم نزدیک کرد . با کشف آزادی ی مجانبی و صورت بندی ی نظریه ی رنگ پویایی ی کوانتومی (QCD) ، برای نخستین بار محاسباتی انجام گرفت که با آزمایش هماهنگی کاملی داشت (تصویر ۲) .



مقدار ثابت جفت شدگی راه انداز(α_2) بر حسب مقیاس انرژی E ، منحنی روبه پایین (بتای منفی) وجود را پیش بینی می کند .

بارش ذره ها حقیقت را آشکار می کند

دلیل مهم درستی ی نظریه ی (QCD) با برخورد الکترون ها و پاد الکترون های پر انرژی و پدیده های نابود سازی ارائه شد . طبق رابطه ی اینشتین $E=mc^2$ انرژی جنبشی می تواند به ذره هایی مانند کوارک تبدیل شود که جرم و انرژی جنبشی دارند . این کوارک ها در عمق فرایند و بسیارنزدیک به یکدیگر آفریده می شوند و با سرعت فوق العاده زیاد از هم(تصویر ۲) اندازه ی ثابت جفت شدن " راه انداز " یعنی α_s به صورت تابعی از مقاسی انرژی E . منحنی باشیب روبه پایین (تابع بتای منفی) آزادی ی مجانبی در (QCD) را پیش بینی میکند و به خوبی با اندازه گیری های عملی توافق دارد .)

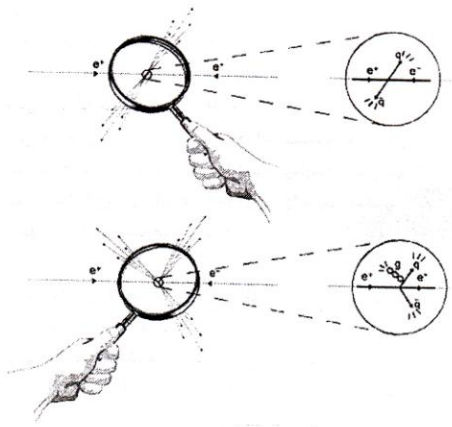
دور می شوند . امروز به لطف آزادی ی مجانبی در QCD می توانیم این فرایند را محاسبه کنیم .

هنگامی که کوارک ها از هم دور می شوند نیروهایی که مدام قوی تر می شوند بر آنها اثر می کنند و سرانجام یک جفت کوارک و پادکوارک افریده می شودوبه بارش ذره ها در جهت کوارک ها و پاد کوارک های اصلی می انجامد . ولی این فرایند " خاطره " ی نخستین بخش آزاد مجانبی را در حافظه نگه می دارد که با دادن مقدار به احتمال رویداد این دو رویداد بارشی ی مطابق با مشاهده می توان آن را محاسبه کرد . شاید کشف رویداد های سه بارشی در شتاب دهنده ی DESY درهامبورگ در اواخر دهه ی ۱۹۷۰ از این هم قانع کننده تر باشد . این رویداد ها را می توان با کامیابی به صورت تابش گلوئون از کوارک یا پادکوارک تعبیر کرد (تصویر ۳)

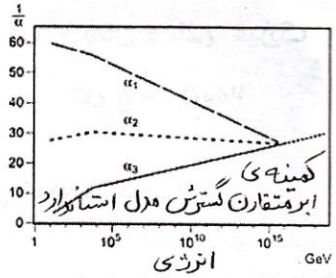
آزادی ی مجانبی QCD که برندگان نوبل امسال کشف کرده اند توضیحی برای یک پدیده عرضه می کند که چند سال پیش در شتاب دهنده ی استنفورد مشاهده شد (فریدمن ، کندال و تیلور در ۱۹۹۰ جایزه نوبل رابه خاطر آن بردند).ذره های باردار تشکیل دهنده ی پروتون هنگامی که در اثر برخورد شدید انرژی شدید به دست می اورند به صورت ذره های آزاد رفتار می کنند . با بر هم افزودن مقدار اندازه ی حرکت (تکانه) که به اجزای باردار (یعنی کوارک ها) شکل می دهند ، اشکار شد که در حدود نیمی از تکانه ی پروتون چیزی دیگر یعنی گلوئون است .

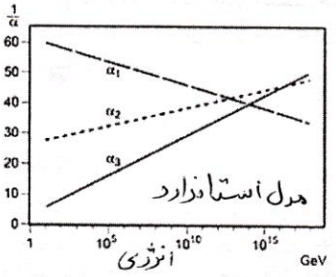
آیا نیروهای طبیعت یگانه می شوند

شاید آنچه که در مورد تاثیر های آزادی مجانبی ی QCD بیش از همه ابتدا امیدوار کننده و سپس نومید کننده باشد آن است که راه را بر امکان توصیف یگانه ی نیروهای طبیعت می گشاید . در بررسی ی بستگی ی ثابت های جفت شدن به انرژی ، در مورد اندر کنش های الکترومغناطیسی وضعیف وقوی آشکارمیشودکه همگی تقریباامانه کاملا دریک نقطه به هم می رسندودرانرژی های بالا دارای یک اندازه اند.



(تصویر ۳) رویدادهای دو بارشی یا سه بارشی ذره ها که دربرخوردمیان الکترون هاوپوزیترون ها مشاهده شده اند . بخش بزرگ نهایی شده نشان دهنده ی تعبیر QCD است که انجام محاسبات مفصل احتمال رویداد ها را ممکن می سازد . احتمال ها با داده های اندازه گیری شده به خوبی توافق دارند (الکترون = e^- ،پوزیترون= e^+ ، کوارک = q ،پادکوارک = $\bar{q}$ با چند شماره و گلوئون = g))

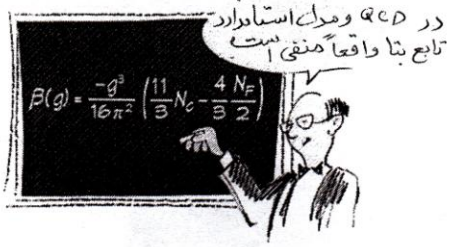




(تصویر ۴) ثابت های جفت شدن راه انداز در مدل استاندارد و درآمد مدل ابرتقارن . در مدل استاندارد سه خط که نشان دهنده ی وارون ثابت جفت شدن برای سه نیروی بنیادی است دریک نقطه به هم نمی رسند ولی در مدل ابر تقارنی با فرض آنکه ذره های ابرتقارن از حدود $1^{\frac{Tev}{c^2}}$ سنگین تر نباشند در یک نقطه به هم می رسند . آیااین امرنشانه آن است که درشتاب دهنده ی بعدی ی CERN یعنی برخورد دهنده بزرگ هادرون می توان ابرتقارن را به دست آوردیاصرفا تصادف است ؟ اگر این اندر کنش ها در یک نقطه به هم برسند می توان چنین انگاشت که هر سه یگانگی یافته اند و رویای دراز مدت فیزیکدان ها برای توصیف قانون های طبیعت به ساده ترین زبان تحقق پذیر شده است (تصویر ۴)

البته مدل استاندارد برای تحقق بخشیدن به رویای یگانه سازی ی نیروهای طبیعت نیازمند تعدیل است . یک امکان عبارت است ازعرضه ی مجموعه ی تازه ای ازذره ها یعنی ذره های ابر تقارن که شاید جرمشان آن قدر کم باشد که برای پژوهش در شتاب دهنده ی LHC در CERN مناسب باشند .

اگرابرتقارن کشف شود،پشتیبان نیرومندی برای نظریه ی ریسمان وارد میدان می شود که می تواند حتی گرانش را با سه اندرکنش دیگر یگانه سازد . مدل استاندارد برای شامل شدن ویژگی های نوترینو یعنی داشتن جرم غیر صفر که به تازگی معلوم شده است ، نیز نیازمند تعدیل است . شاید این موضوع علاوه بر این ها به توضیح چند معمای کیهان شناسیک مانند ماده ی تاریک که بر فضا حاکم است بینجامد . بدون در نظر گرفتن این پیشرفت هم کشف شگفت انگیز و نامنتظر آزادی ی مجانبی در QCDعمیقا فهم مارا ازشیوه های کارنیروهای بنیادی ی طبیعت در جهان خود ما دگرگون می سازد .



(تصویر ۵) فرمول توصیف کننده ی کشف
ثابت جفت شدن = g
(در QCD سه عدد) شمار رنگ ها N_c
(در مدل استاندارد ۶ عدد) شمار کوارک ها N_f

دیوید جی گراس

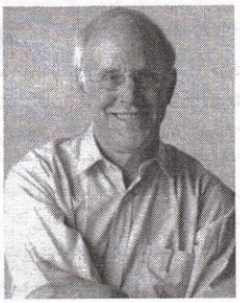
امریکایی متولد۱۹۴۱ واشنگتن دی سی،دارای درجه ی دکترای فیزیک ازدانشگاه برکلی درکالیفرنیا.استاد فیزیک نظری در دانشگاه کالیفرنیا در سانتاباربارا

اچ دیوید پولتیزر

امریکایی متولد ۱۹۴۹ ، دارای درجه دکترای فیزیک از دانشگاه هاروارد . استاد فیزیک در موسسه تکنولوژی کالیفرنیا (کلتک) در پاسادنا

فرانک ا. ویلچک

امریکایی متولد ۱۹۱۵ در نیویورک دارای درجه ی دکترای فیزیک از دانشگاه پرینستون استاد بخش فیزیک MIT ، کمبریج ماساچوستز



۲۰۰۵ سال جهانی فیزیک

س ج ف ۲۰۰۵

س ج ف ۲۰۰۵ چیست ؟

سال جهانی فیزیک ، سال برگزاری آیین های بزرگداشت علم فیزیک و یاد آوری اهمیت تاثیر های آن بر زندگی روزانه ما است . تاثیر فیزیک تنها به حوزه ی گسترش علم و فن آوری محدود نمی ماند و به حوزه اجتماع هم دامن میکشد . هدف س . ج . ف افزایش آگاهی و دلبستگی جهانی نسبت به فیزیک و دانش های وابسته به آن است .

چرا ۲۰۰۵ ؟

در سال ۲۰۰۵ صد سال از سال " معجز نمایی " می گذرد که در آن اینشتین سه رساله ی مهم منتشر کرد و در آنها به توصیف و تبیین اندیشه هایی پرداخت که بر کل دانش و بینش مدرن تاثیرگذاشت .

سال ۲۰۰۵ فرصتی است برای بزرگداشت اینشتین و اندیشه های شگرف و تاثیر ژرف اوبرعرصه ی گوناگون جهان درسده ی بیست و یکم .

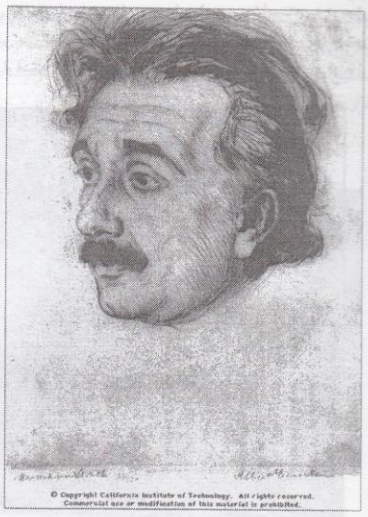
سازمان دهنده ی س . ج . ف

این آیین ، یک آیین جهانی است و " اتحادیه بین المللی فیزیک محض و کاربردی " سال ۲۰۰۵ را سال برگزاری ان اعلام کرده است ، بدین شیوه همه ی مردم جهان دراین جشن جهانی میهمان ومیزبان اند .

مضمون این ایین ها " اینشتین در سده ی بیست و یکم " اعلام شده است .

با تماس گرفتن با شماره زیر می توانید در این باره آگاهی های بیشتری به دست بیاورید :

org/aboutwyp ..۲۰۰۵ http://www.physics
html


© Copyright California Institute of Technology. All rights reserved.
Commercial use or modification of this material is prohibited.

مرد سده

آلبرت اینشتین که نام او با نبوغ مترادف است تا سه سالگی زبـان بـاز نکرد و گمان می رفت که عقب مانده ی ذهنی باشد . در این تصویر او را باخواهرش مایا می بینیم. در مونیخ به مدرسه رفت اما بـه بهانـه ی کند فهمی و تنبلی اخراج شد . تنها درسـی کـه در آن خـودی نشـان می داد ریاضیات بـود . هنگامـی کـه در ۱۵ سـالگی مدرسـه را تـرک می کردمعلمش ادعاکردکه چیزی برای آموختن به اوبرجانمانده است .

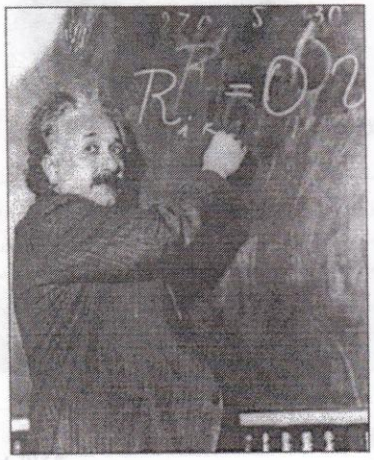
اینشتین یکسال پیش از بردن جایزه ی نوبل ۱۹۲۱ در این تصویـر در جلو آزمایشگاه برلین دیده می شود . او را بـا انـواع آدمـهای نـامدار از مسیح گرفته تا کوپرنیکوس مقایسه می کردند . درسـتی ی نظریـه ی نسبیت عمومی او به تازگی تایید و اثبات شد و فیزیکدان ۴۰ ساله بـه شوخی می گفت : همه دلشان می خواهد بدانند هـر لحظـه مشـغول چه کاری هستم و همه هم می خواهند نقدی بکنند .

اینشتین پس از پیروزی هیتلر در ۱۹۳۳ به دانشگاه پرینستن رفت

وعضو ((نهاد پژوهش های پیشرفته ی دانشکده ی ریاضیات)) شد . همه جا از او مانند هنرپیشگان هالیوودی استقبال می شد . در دسامبر ۹۱۳۴ در نهاد فن آوری کارنگی در پیتسبرگ به توضیح رابطه ی $E=mc^2$ پرداخت

مادر اینشتین او را در هنگامی که شش ساله بود با ساز ویولن آشنا کرد تا با نواختن آن ناکامی در تحصیل از یادش برود . اینشتین سرانجام نوازنده ی آماتور ماهری شد و به ویژه از اجرای آثار موتسارت لذت می برد و درباره ی تقارن و توازی ی موسیقی و ریاضیات گفتگو می کرد . پسرش هنس آلبرت می گوید : هر گاه احساس می کردم به آخر خط رسیده است یا دچار شرایط دشواری شده است به موسیقی پناه می بردواین کارمعمولا اورادرحل دشواریهایاری می کرد .

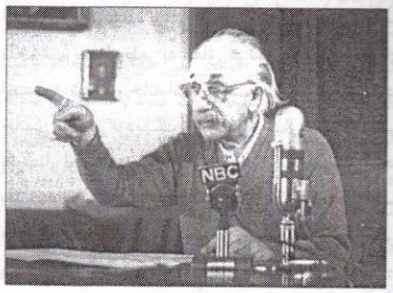
همسر دوم او الزا در سفر ها همراهی اش می کرد . الزا که با او خویشاوندی دوری هم داشت در واقع نقش مدیر اجرایی ی زندگی ی پر مشغله ی او را بر عهده داشت و با تایید اینشتین امور علمی را هدایت میکرد . به گفته یکی از همکاران اینشتین : شاید اینشتین شیری در میان اندیشمندان بود ولی این زن شایسته به درستی احساس می کرد که جهان تا حدودزیادی داشتن اینشتین را مدیون وجود او است



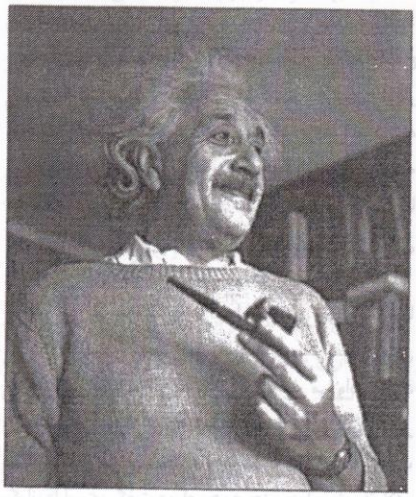
از دهه ی ۱۹۳۰ به بعد ، اینشتین انرژی علمی خود را به نظریه ی میدان یگانه معطوف کردودر پی کشف رابطه ی یگانه ای برآمد که بتواند ارتباط میان همه ی ویژگی های ماده و انرژی در کل جهان را نشان دهد . اینشتین در این جستجو به جایی نرسید ولی در این باورکه مهندسی شدن عالم با دقت کامل صورت‌میگیرد پابرجاماند.به گفته‌ی او:سیاست،لحظه‌ای است ، معادلات همیشگی اند.

اینشتین در اول اکتبر ۱۹۴۰ در آیینی در ترنتون نیوجرسی شهروند آمریکا شد یکسال پیش از آن هنگامی که آگاه شد که آلمان نازی

موفق به شکافت هسته ی اورانیوم شده است از صلح طلبی خود دست برداشت و از فرانکلین روزولت رئیس جمهوری آمریکا خواهان پیش بردن امریکابه سوی تولید بمب اتمی شد . اینشتین فعالانه از جنگ متفقین علیه نازیسم پشتیبانی می کرد و در مقام مشاور تولید جنگ افزار به نیروی دریایی امریکا خدمت می داد .



اینشتین از عنوان پدر بمب اتمی ناخرسند بود و همواره می ترسید که بار دیگر بمب اتمی به کار گرفته شود. در ۱۹۵۰ با تولید شدن بمب هیدروژنی در مصاحبه با تلویزیون NBC اندیشه های صلح طلبانه ی خود را در روزگار جنگ افزارهای هسته ای چنین بیان کرد :
باید یک حکومت یگانه ی جهانی که به دست امریکا و شوروی و انگلستان ایجاد می شود دانش ساخت بمب اتمی را کنترل کند .



در ۱۹۵۵ در پایان زندگی از صحنه ی فعالیت های عمومی کنار گرفت ولی بینش و نگرش او نسبت به کارکرد عالم همچنان جهان را دگرگون می ساخت . در یکی از یادداشت های او می خوانیم که :
آنچه در پی آنم به سادگی آن است که باتوان ناچیز خود به حقیقت و راستی و دادگری خدمت کنم بی آن که کسی را بیازارم .

دیدار پژوهشگر فقید ایرانی دکتر قاسم غنی با فیزیکدان نامدار پروفسور آلبرت اینشتین

شرح این ملاقات را غنی درآخرین روزهای زندگی اش نوشته است :دوشنبه ۳۱ دسامبر ۱۹۴۵ م ، مطابق با ۱۰ دی ۱۳۲۴ ش ، مطابق با ۲۵ محرم ۱۳۶۵ ه ق ، امروز صبح ساعت شش حرکت کردم که ساعت هشت به طرف پرینستون بروم ، زیرا امروز ساعت سه و نیم بعدازظهر وعده‌ی ملاقات با پروفسور آلبرت اینشتین ، واضع فریضه‌ی نسبیت و تئوری های اتمیک که منجر به کشف بمب اتم شده دارم . موقعی که یهودی ها را از آلمان خارج کردند ، او نیز به آمریکا دعوت شد و به آنجا مهاجرت کرد و تابعیت آن کشور را پذیرفت و در دانشگاه پرینستن به سمت استاد در علوم ریاضی مشغول به تدریس شد و امسال ،چون شصت و شش ساله است بازنشسته شد . نصف حقوق قدیم یعنی سالی هفت هزار و پانصد دلار دریافت می کند . چند روز قبل ، که پروفسور ارنست هرتسفلد به واشنگتن آمده و در سفارت او را به ناهار دعوت کرده بودند ، من هم دعوت داشتم . در آنجا مراسم معارفه به عمل آمد . این مرد یکی از متبحرترین مردم دنیا است ، در تاریخ و آثار قدیم قبل از اسلام ایران . سال ها در تخت جمشید و مشهد مرغاب و همدان و غیره ، کار کرده است.کتابهای مهم نوشته وزبان های سانسکریت ، پهلوی ، فرانسه ، انگلیسی ، عربی و فارسی

را می داند. اصلا آلمانی است و چون او نیز امسال به سن شصت و شش سالگی رسیده بازنشسته شده است . مرد متین با محبت و دانشمندی است . بعد از ناهار ، دو سه ساعت با هم صحبت کردیم . آن روز موقع خدا حافظی که هرتسفلد به پرینستن بر می گشت ، گفتم میل دارم پروفسور اینشتین ، دانشمند معروف را ملاقات کنم.گفت من ترتیب ملاقات را می دهم. به طور مزاح گفتم :به اینشتین بگو که نه با تئوری اتم و کشف بمب اتم ، نه به بعد چهارم و نه به وزن نور کار دارد ، فقط به خاطر آنکه نیوتن قرن حاضری و از اساتید علم ، میل دارد تو را زیارت کند . گفت : همین طور پیغام را خواهم رساند . خلاصه در تاریخ ۱۶ دسامبر ، پروفسور هرتسفلد نامه ای به فرانسه نوشته بود به این مضمون: با اینشتین مذاکره کردم . می گوید کمال خوشوقتی را به دیدن شما خواهد داشت و انتخاب روز ملاقات را کاملا به شما وا می گذارد ، تا آخر ماه دسامبر ، به جز ۲۷ دسامبر و یا هفته اول ژانویه ، خبر بدهید . بعد نقشه ی حرکت را شرح داده ، در خاتمه نوشته بود : ملاقات شما در واشنگتن تاثیر زیادی در من داشته و همیشه مایل به دیدن شما هستم . من روز آخر سال فرنگی را انتخاب کردم و نوشتم که ، اگر مانعی ندارد ، بنویسد او تلگرافی اعلام کرده بود که در ساعت سه و نیم روز ۳۱ دسامبر وعده ی ملاقات را با اینشتین گذاشته است و من هم جواب دادم که روز دوشنبه ۳۱ دسامبر ساعت یک و چهل دقیقه در پرینستن خواهم بود .

امروز هوا بارانی و سرد است . حرکت کردم . ساعت هفت و نیم آقای سفیر افغانستان اتومبیل فرستاده بود که مرا به ایستگاه ببرد . به محض ورود ، هرتسفلد را با اتومبیلی منتظر دیدم . به خانه او رفتم . راجع به مشهد مادر سلیمان (مشهد مرغاب) و بنای مجاور آن صحبت کرد و معتقد بود که بنای مجاور ، معروف به کعبه زرتشت ، احتمال قوی دارد که آرامگاه زرتشت باشد و می گفت : انجمن آثار ملی باید روزی در اینجا حفاری کند .

بعد،پروفسور پاولی،که همین امسال برنده ی جایزه‌ی نوبل در فیزیک شده و در حال حاضر استاد دانشگاه پرینستون است و مرد بسیار خاضع و فروتنی است صحبت مرا از هرتسفلد شنیده بود و خواسته بود مرا ملاقات کند زیرا در تاریخ علم ، به خصوص نو افلاطونیان شوقی دارد . قدری صحبت کردیم ، نزدیک به یک ساعت از فلسفه ی اشراق اسلام و نو افلاطونیان پرسید ، خیلی صحبت شد . بعد ساعت سه و نیم بعد از ظهر به اتفاق هرتسفلد وارد خانه‌ی اینشتین شدیم . خانه اش کوچک و دو طبقه بود . خانمی به سن نزدیک به چهل سال ، که منشی وپرستار اوست، در را باز کرد و ما را به سالنی برد . بعد آمد و گفت : بیائید بالا ، به اتاق کتابخانه . از پله های کوچک که بالا رفتیم . در باز شد و پیر مرد بسیارنورانی وپاکیزه ای پیداشد. به قول ملای رومی : بود پیری کاملی پر مایه ای آفتابی در میان سایه ای مردی متوسطه القامه ، چهار شانه با سبیل کلفت سفید ، ریش تراشیده ، موهای سفید قدری بلند و ژولیده به شکل آرتیست ها ، جلیقه ی پشمی کبود رنگی در برداشت . با تبسم پدرانه‌ی بسیار ملیحی استقبال کرد و به گرمی دست داد و ما را به نشستن دعوت کرد . اتاق محقر کوچکی بود با قریب دویست جلد کتاب در دو قفسه و مقداری اوراق و یادداشت در دو قفسه ی دیگر . میز تحریر محقری با مقداری کاغذ روی آن و در وسط هم میز کهنه دیگری با یک قدح بلوری توتون و پیپ نشست و نشستیم وخیلی اظهار محبت وخوشوقتی کرد . از پروفسور هرتسفلد در راه پرسیدم : با اینشتین با چه زبانی حرف بزنم . فرانسه یا انگلیسی ؟ گفت : من نمی دانم فرانسه می داند یا نه . انگلیسی بد حرف می زند و البته زبان او آلمانی است . به این مناسبت پروفسور هر تسفلد به او گفت : دکتر غنی می پرسد که با شما انگلیسی حرف بزند یا فرانسه ؟گفت :انگلیسی بهتراست . بعد گفت : من هیچ یک را خوب نمی دانم . فقط اجبار مرا وادار کرد که انگلیسی حرف بزنم.گفتم شما کارهای لازم تر داشته اید . برای شما ، تحصیل زبان اتلاف وقت گرانبها است . گفت : برای همه چنین است . اتلاف وقت است . زیرا دماغ و فکر انسان محدود و وقتش هم محدود است . دیگر فرصت اتلاف وقت برای زبان

ندارد . ترجمه‌ی مسائل علمی به یک زبان ، که انسان بداند ، آسان است . البته شعر و ادب موضوع دیگری است . آنها قابل ترجمه نیستند و به ترجمه در نمی آیند و ، در ترجمه ، لطف خود را از دست می دهند ، ولی علم را آسان می توان ترجمه کرد . گفتم : بلی ، من خیال می کردم فرانسه حرف می زنید ، زیرا در ترجمه حیات آناتول فرانس می خواندم که در برلین در ۱۹۲۱ م با شما ملاقات کرد و مقداری باهم صحبت کردید.گفت:بلی،آن وقت روانترحرف می زدم و مترجمی در بین نبود . آناتول فرانس هم زبان دیگر نمی دانست.بعد گفت :

برای نویسنده ، زبان خارجی مضر است ، زیرا لطف زبان مادری او را مشوب می سازد ، مخصوصا نویسنده نباید زبان خارجی بداند . گفتم : شنیدم فرانس به شما گفته بود : امروز درست که حساب می کنم گوته را بزرگ ترین متفکر می شمارم . گفت : بلی ، خوب یادم هست که این را گفت . او گوته را خیلی دوست داشت . بعد راجع به فرانس صحبت کرد : وقتی من فرانس را دیدم خیلی پیر بود . او همه چیز را خوب می دانست . مرد بزرگی بود . مرد بسیار بزرگی بود . گفتم : مبهما در نظر دارم که از شخصی دیگری هم مانندگوته خیلی تعریف کرده بود . گفت : یادم نیست . [گفته بود : چون به عقب می نگرم ، سه چیز را در این دنیای بی سروته موجب آرامش خاطر می دانم،صنعت[هنر]یونان،شعر *راسین* و عمق فکر گوته .

گفتم : صحبت علمی با شما کرد ؟ گفت : نه ، وارد جزئیات علمی نشدیم . در کلیات حرف زدیم .

بعد گفتم : خیلی منطقی بود و شاید بیش از اندازه.

بعدازمن‌پرسید : چه چیزهایی مورد علاقه شما است ؟ گ‌فتم من اساسا طبیبم و چیزی که موردتوجه من است ، تاریخ تمدن وعلم است . گفت : چه موضوع خوبی است . بعد گفت : ایران و اسلام تمدن بزرگی در تاریخ علم داشتند . گفتم : چنین است . پرسید : چه عهدی بزرگترین عهد علمی اسلام است ؟ گ‌فتم قرن چهارم هجری ، یعنی یازده میلادی گفت : چطور ؟ گفتم : مسلمانان از قرن دوم به تدریج با علوم آشنا شدند . ولی مدتی وقت به ترجمه آثار یونانی ها و رومی ها و ایرانی ها و سریانی ها و غیره گذشته که بیشتر آنها یونانی است . بعد ازگسترش این ترجمه ها ،دوره ظهوربزرگانی می رسد که خود ابتکار و اسنادی داشته اند و در فلسفه اشخاصی ، چون ابن سینا ، در طب ، چون رازی ، در ریاضی،چون ابوریحان ظاهر شده که کلام قدما را مورد نقد قرار داده خود تجارب واظهارنظرمستقل داشته و مفاهیم خود را به اضافه ی نظر های خاص خود بر آن افزوده اند . از چگونگی کار سریانی ها سئوال کرد ، از کار مدرسه ی اسکندریه اینشتین خیلی خیلی از این تحقیقات و جواب ها لذت می برد . بعد ، ازمکتب آسیایی پرسید . شرحی گفته شد و تاثیر آنها در اروپایی ها . از مسئله دوران خون و عقاید قدما پرسید . من درباره ی عقاید بقراط و محدودیت اطلاعات تشریحی او و وسعت اطلاعات جالینوس که در مکتب اسکندریه تحصیل تشریح کرده بود و در اسکندریه تشریح شایع و رایج بوده صحبت کردم.گفت:پزشکان مسلمان وایرانی‌تجاربی هم داشته اند ؟

گفتم : مخصوصا رازی . از الکل و اسید سولفوریک و تجارب مریضخانه های اوصحبت شد که او را *مجرب* لقب داده اند . از جمله گفتم که این تجربه بیشتر در عالم طب بوده . سایر علوم بیشتر نظری و حتی نظری صرف بوده است .

با آنکه خیلی میل داشتم که هر چه بیشتر ممکن شود من از او بپرسم و او را وادار کنم بیشتر جواب سئوالات مرا بدهد . تا اینجا ، این طور واقع شد که به طور مدام او سئوال می کرد . خیلی هم لذت می برد و خیلی هم در او اثر مطلوب گذاشت و بیشتر صمیمی و خشنود شد . از روش قدما صحبت کردم که بقراط می گفت : طبیب باید دو بال داشته باشد ، یکی بال تجربه و مطالعه و دیگری بال نظر و تعقل تا بتواند بپرد .با یک بال نمی توان پرواز کرد . عقل و منطق باید محول و راهبر تجربه باشد و تجربه موید تعقل . خیلی این اصل را پسندید و از روش *استقرا* و *استقرا* صحبت شد . گفت امروز زیاد به اثبات گرایی

(Positivism) اهمیت می دهند و منحصر به تجربه می کنند . بعد گفت : این افراط است . مسائلی هست که به تجربه در نمی آید و راه وصول به آن حقایق غیر از تجربه است . گفتم : پس شما روش آمریکایی ها را خراب می شمارید ؟ خندید و شکفته شد ، گفت : بلی ، خوب در یافتید و درست اشاره کردید ، علم مکانیک شده وفقط به‌منظور عمل‌درآمده،گفتم:و فایده .

گفت : بلی ، که همان عمل است . بعد از عمل گرائی "Pragmatism" و فلسفه علمی آمریکا حرف زده شد که خیلی خندید . گفت : اگر از آمریکایی بپرسی چنگال چیست ؟ جواب می دهد : چیزی است که خوردن را تسهیل می کند . در حالی که چنگال غیر از این است و طور دیگر باید تعریف شود .

در مسائل به حدی کلی به قضیه و نقطه ی حساس اشاره می کرد و مستقیم و درست انگشت را روی قضیه می گذاشت که علامت عالم پخته است . گفت : باید عقل و منطق و سایر شعب معارف بشر را هم در نظر گرفت . الهام (Intuition) هم موضوع مهمی است . غالب مخترعان از راه الهام به کشف رسیده اند ، قبل از هر گیسوان تجربه ای .

در اینجا ، با لطف و ملایمت گفتم : دکتر اینشتین ، من چند روز قبل که پروفسور هرتسفلد به من نوشت و تلگراف کرد و امروز را برای ملاقات و زیارت شما معین کرد ، خیلی خوشوقت شدم . ضمنا به حکم تداعی معانی چون به یاد شما و ملاقات شما بودم و قهرا به یاد تئوری ها و عقاید علمی و مباحث شما افتادم ، شعری در فارسی به نظرم آمد که خیلی تعجب کردم و به خاطر سپردم که از شما بپرسم که چطور منطبق با اصل علمی است ، منتها به شکل بحث یک نفر شاعر ، و آن شعر هاتف اصفهانی است که ادوارد براون در تاریخ ادبی ایران شرح حال او و شعر او را نوشته است . این مرد در اواخر قرن دوازدهم در گذشته است . او می گوید :

چشم دل بازکن که جان بینی — آنچه نادیدنی است آن بینی
آنچه نشنیده گوش آن شنوی — و آنچه نادیده چشم آن بینی

دل هر ذره ای که بشکافی — آفتابیش در میان بینی

open the eye of the heart
to withness that which cam not be seen
to hear what no ear has even heard
And to see what no mortal eye has ever described
If thou splitst the core of the atom
Thou would,St observe a Sun therein .

گفت : بلی ، همان قشنگی فکر قدما است . و به حدی زود دریافت و با سبک مستقیم و موجز و روشن خود تفسیر کرد که حظ بردم .

بعد درباره ی عظمت خلقت و اسرار علم صحبت کرد که بلی ، در همان ذره ، که ذیمقراطیس می گفت قابل قسمت نیست و جز تجزیه ناپذیر است ، این قدر اسرار هست ، که همان کوچک ترین شی عالم تصور باز آفتابی در آن خوابیده است . البته ، این حرف قشنگ متکی به عالم واقع و خارج و تجربه نیست . چطور در جایی می شود ایستاد و گفت دیگر قابل قسمت نیست . ماده ، تا تصور کار کند ، تا ابد قابل قسمت است . بعد صحبت از عرفا و صحبت قشنگ آنها شد . گفتم : وقتی در مجله ای خواندم تفصیل ملاقات شما و تاگور هندی را . گفت : بلی ، گفتم : تاگور را چگونه دیدید . گفت مرد خوش مشرب فهمیده ای بود ، با دماغ باز و قلب صاف ، ولی بعضی ها با او بودند که او را وسیله ی تماشا و جلب توجه قرار داده بودند و آنها تعهد داشتند البته جالب توجه هم بود ، با آن گیسوان و هیکل جذاب و لباس و زینت های هندی و غیره . بعد ، با تبسم گفت : همین در مجلات نوشتن و نشر دادن کار همان اشخاص است . بعد صحبت از آثار او شد . گفتم : من غالب آثار او را خوانده ام و از کتاب **دنیا و خانه** ، که او هم آن را خوانده بود ، صحبت کردم . عقیده مرا پرسید . گفت : تاگور در این کتاب به عقیده سیاسی و اجتماعی نا سیونالیست های هندی مخصوصا گاندی حمله می کند . تاگور معتقد است که تقلید ناسیونالیسم به عرف اروپایی برای هندی غلط‌است . هندی در صحنه تئاتر حیات بشری نقش دیگری دارد . تاگور قبل از همه چیز و مافوق همه چیز ، شاعر پر تصویر پر خواب و خیالی است و مرد دنیای عرفان

است ، و حس ترجمه ی او ، یعنی چون آثار خود را به انگلیسی ترجمه کرده و انگلیسی دان ماهری است ، کتاب های او را شناساند . گفتم : من ملاقات شما و او را اجتماع دودنیای متفاوت عجیب می شمردم . شما یک نفر اروپایی عالم به علوم تجربی ودقیق و ریاضی ، اوشاعر پرخواب و خیال گفت: من هم اروپایی نیستم . گفتم : ولی روش علمی شما .گفت : بلی ، صحیح است . اختلاف مشرب زیاد بود . پرسیدم : دکتر ، شما همه ی عمر ، یعنی از اول شباب به مباحث ریاضی پرداخته اید ؟ گفت : نه ریاضی ، بلکه فیزیک . فقط علم ریاضی ، زبان وسیله ی میان فیزیکدان است . گفتم : مقصودم این بود که تحصیل دانشگاهی شما از اول در این رشته بوده ؟ گفت : بلی ، حتی قبل از تحصیلات دانشگاهی ، من شیفته و سرگرم قوانین کلی فیزیک و اصول اولیه حکمت طبیعی بودم . بعد گفت : بلی ، با روش اروپایی که ناگزیر در دایره ی تقسیم کار باید حرفه و فن خاصی را یاد گرفت ، شیفته این بحث بودم . بلی عمر کوتاه است و یک نفر ناگزیر باید قوای خود را در یک رشته به کار بیندازد . گفتم : آرای فلسفه ی خاصی که موسس بر فیزیک و مباحث خودتان باشد ، نوشته اید ؟ گفت : نه . گفتم : هانری پوانکاره به این مناسبت کتبی نوشت برای اینکه نظرهای خود را دردسترس عامه بگذاردو همه از نظر های او استفاده ببرند . من کتاب های او را خوانده ام .

اسم پوانکاره را که بردم،شکفته شد،گفت مرد بسیار بزرگی‌بود،نظیرنداشت.وچون گفتم:کتاب‌علم و فرض (La science et l,hypothese) و ارزش علم (La valeuv de la science)را برای عوام نوشت،گفت : شما آن دوکتاب را برای عوام می دانید . کتاب خواص است . مخصوصا کتاب خوب و خیلی خوب او علم و فرض است . بعد گفت : ولی پوانکاره خیلی مثبت گرا بود . در اینجا تاملی کردو گفت : مثبت گرا به معنایی که من می گویم . گفتم : بلی ، ملتفت شدم ، مقصود این است که راه وصول به حقیقت را تجربه می داند و در همین کتاب می گوید : تجربه تنها راه حقیقت است . با تبسم بسیار صمیمانه و پدرانه ی توام با شکفتگی ، که نشانه ی استقبال از سخنان من بود ، گفت : چه خوب خوانده و فهمیده اید ، چه خوب می فهمید . بعد گفت : بلی ، تجربه را تنها و تنها راه وصول به حقیقت می شمرد . می شود گفت تجربه تنها راه وصول حقایقی است که ممکن است تسلیم آن شویم . نه اینکه ماورای تجربه حقیقی نیست ، بسیاری از حقایق به تجربه در نمی آیند ، عقل ما ، قلب ما به آن نمی رسد . دوباره پرسیدم : کتابی ننوشته اید ؟ گفت : نه گفتم : چند روز قبل ، در مجله ای ، مقاله ای از شما خواندم راجع به بمب اتم . من دوباره مقاله شما را به دقت خواندم . شما در آنجا **حکومت جهانی** (World Government) را پیشنهاد می کنید . خواستم قدری توضیح بدهید . مقصود شما چیست . توضیح داد : منظورم این بود که سه دولت درجه اول آمریکا ، روسیه و انگلیس یک قسم نهاد قضایی و حکومتی دایر کنند برای حل مشکلات . گفتم : این را عملی میدانید . گفت : من آنجا گفته ام اگر نکنید منجر به جنگ می شود و این جنگ غیر از جنگ های پیش است . خرابی آن خیلی بیش از حد تصور است . به دنبال آن ، صحبت به حوادث دنیا و جنگ و صلح و حقوق بشر و اقسام حکومت ها کشید . دموکراسی را بهترین نوع حکومت می دانست که صدمه اش کم تر است . ضمنا از دموکراسی هم انتقاد کرد که یک مرد متوسط متنفذ را ، که نفوذش از راه تولید یا ثروت یا پارتی بازی است ، انتخاب می کنند ، با این حال بهتر است ، زیرا ما اگر حکومت اریستو کراسی را (به معنای طبقه ممتاز جامعه در علم یاشئون دیگر) بر قرار کنیم ، طولی نمی کشد که فساد در اریستوکراسی رخنه پیدا می کند و بعد معلوم نیست چه بشود . اولیگارشی همین مفاسد را دارد . باز دموکراسی کم ضررتر است . بعد از بدی اوضاع و احوال زمان حاضر ، خطر جنگ دروغ ، نفاق ، شیوع ربا و بی معنا بودن کلمات و غیره صحبت شد . از یونان صحبت کرد که ، چون اختلافات را نتوانستند بین خود حل کنند ، منقرض شدند . روم در جنگ

های پونیک خود را فرسوده کرد و به تدریج بر افتـاد . حالا هم ، اگر اختلافات خود را حل نکنند ، بـه زودی به جنگ خواهد کشید . بعد ، از اینشتین پرسیدم : آیا تاکنون به مشرق سفر کرده اید ؟ گـفت : خیلی کـم ، سفری به خاور دور (ژاپن) رفتم و از هند گذشتم ، اما خیلی مختصر ، صحبت از ایران و آب و هوای آن شد . گفت : آب و هوای تهران خشک است ؟ گـفتم : بلی . گفت : چقدر این آب و هوا برای من خوب است ، دلـم می خواهد در ایران باشم . گفتم : همـه ی ایرانـی هـا مقدم شما را گرامی خواهند داشت . شـرقی هـا و بـه خصوص ایرانی ها شما را بـا تجلیـل دوسـت خواهنـد داشت و سعادتی خواهد بود . ضمنا آسـمان صـاف و قشنگی هم داریم که متناسب با تفکرات علمـی شـما است . خیلی خوشش آمد و خیلی خندید .

دو ساعت و نیـم در محضـر ایـن مـرد بـزرگ بـودم . انگلیسی را بـا لهجـه ی آلمـانی ولـی روان و خـوب و عالمانه صحبت می کرد . منتها آهسته . او بسیار ساده و بی پیرایه و خاضع بود . اما ابهت یک پیشوا و اسـتاد را داشت که طبیعـی او بـود . سـر و صـورت او بسـیار بسیار قشنگ ، پیشانی باز ، چشمان فریبنـده ، قیافـه ای جذاب و بزرگ منش داشت . در یکی از قفسه های اتاق اینشتین ، که در آن اوراق فراوانی به چشـم مـی خورد ، و یولن بود که بعدا هر تسفلد گفت متعلـق بـه اوست و اینکه اینشـتین و یولـن خـوب مـی نـوازد و اصولا موسیقی را خوب می فهمد و دوسـت مـی دارد .بعد گفتم مـن نفیـس تریـن وقـت هـا را بیـش از دو سـاعت گرفتـه ام، بـرای مـن مایـه ی کمـال لـذت و خوشی است که شما را زیارت کـردم و امیـدوارم ایـن موفقیت در آینده هم برایم فراهم شود . وقتـی اظـهار داشتم که وقت شـما را گرفتـم ، گفـت : ابـدا چنیـن نگویید . من خیلی خیلی لذت بردم . باز هم بیـایید و من از ملاقات شما مسرور می شـوم . درضمـن،همـان خانم منشی اوچای هم آورد اینشتین پیپ میکشـید ، من هم سیگار . موقع حرکت ، دسـت داد و در را بـاز کرد و دنبال ما روان شد . هر چه اصرار کردم که بین هوای داخل اتاق و راهرو اختلاف است ، خـوب اسـت بیرون تشریف نیاورید ، گفت باید راه را نشان بدهـم .

گفتم : راه واضح است . گفت باید با شما بیایم . آمد و در راه دوباره صحبت از آب و هوای ایران کرد و خیلی از این ملاقات اظهار مسرت کرد دوباره با کمال محبت دست داد و در حیاط را باز کرد و ، تا ما دور شدیم در باز بود و تواضع می کرد .

در طی صحبت ، واقعا متذکر بودم که سـعادتی اسـت که دقایقی همدم یکی از اکابر علم بشر ، کـه در صـف اول علمای جمیع ادوار قرار دارد واقعم و خدا را شـکر می کردم همنشینی مقبلانی چون او کیمیاست همان دیدن این ارواح مکرم سعادتی است که بـاید بـه فـال نیک گرفت و توشه حیات شمرد . این مرد بزرگ ، که واضع تئوری **نسـبیت ، بعـد چـهارم ، مجـدد هندسه ی اقلیدس ، تعیین کننده وزن نور ، هـر چه هست ، انرژی است ، نظریه جدید ذره و اتم ، انرژی اتم** و غیره و غیره است ، در ردیف و گاهـی مقدم برکپلر ها ، گالیله ها ، نیوتـن هـا و لاپـلاس هـا قرار دارد . و در سـادگی زنـدگی و فروتنـی در شمار یکی از افراد عادی مردم است . ساعت شش با اتومبیل هر تسفلد به ایسـتگاه آمـده حرکـت کـردم و سـاعت یازده و نیم بـه واشـنگتن رسـیدم . روز بسـیار بسـیار خوش و مبارک و فراموش نشدنی ای بود .

(قاسم غنی ۱۳۴۲ : ص ص ۳۴۴-۳۴۶)

ساخت کشایی ی کره ی پلاسما

نیکولاس گیلبرت

بخش علوم مدرسه پدی نیوجرسی

جویبار معمایی و همواره دگرگون شونده‌ی‌نوردرون" کره ی پلاسما " پاره ای از بینندگان را که نمی دانند این مجموعه تا چه حد از پدیده های فیزیکی سرشار است افسون می کند . کره ی پلاسما (یا کره ی آذر خش یا توپ پلاسما)حوزه هایی چون فیزیک پلاسما ، طیف نمایی،ساختاراتمی والکترونیک رادربرمی گیرد . تازگی و رمز آمیز بودن این دستگاه آن را به ابزار انگیزش خوبی در کلاس تبدیل می کند . بیرون از کلاس هم در اینترنت می توان با سازند گان و طراحان آن رابطه برقرار کرد . ما در این مقاله پاره ای از مفهوم های فیزیکی نهفته در ساختار و عملکرد این دستگاه را نشان می دهیم و مواردی هم برای پژوهش دانش آموزان پیشنهاد می کنیم.

پلاسما

دلیل کار کره ی پلاسما همان گونه که از نام آن بر می آید ، وجود رشته های درخشان پلاسما است که از گاز درون کره به دست می آید . اگر گاز بی اثر را در میان دو الکترود با اختلاف پتانسیل کافی بگذاریم ، پلاسما تولید می شود . الکترون آواره (که با پرتو کیهانی یا منبع کاتوره ای دیگری آزاد شده است) در درون گاز به سوی آند شتاب می گیرد ولی در سر راه و پیش از رسیدن به آندبا اتم گاز برخورد می کند . اگر انرژی در هنگام برخورد زیاد باشد ، الکترون می تواند اتم را یونیده کند و الکترون تاره ای را آزاد کند که آن هم به نوبه خود اتم دیگری را یونیده و الکترون دیگری را آزاد می کند . با ادامه این روند شمار الکترون ها به توان عددهای بزرگتری می رسد و پلاسما ایجاد می شود . هنگامی که اتم های گاز در اثر برخورد از حالت بر انگیختگی ، به حالت پایدار باز می گردند نوری گسیل می کنند که ما آن را در مسیر رسیدن از رشته ها به سطح کره ی پلاسما می بینیم . در این کره ها یک الکترود مرکزی به صورت کره ای به قطر چند سانتی متر ، نسبت به سطح بیرونی ی کره چندین کیلو ولت ac اختلاف پتانسیل دارد . فشار گاز درون کره از ۱۰۰ pa تا ۱۰۰۰۰ pa ($\frac{۱}{۱۰۰۰}$ اتمسفر تا $\frac{۱}{۱۰}$ اتمسفر) بر حسب طرح کره تغییر می کند . برای آن که میانگین مسیر آزاد طولانی تر باشد باید فشار به حدکافی کم باشد تا الکترون بتواند شتاب بیشتری بگیردو در عین حال باید به حد کافی زیاد باشد تا نور گسیل شده از رشته ها آن قدر باشد که بتوان آن را به سادگی دید . پلاسما به صورت فروغ پخش شده ی یکنواخت تشکیل نمی شود چون الکترود مرکزی یکنواخت نیست . فروغ پلاسما به صورت رشته است . الکترود مرکزی معمولا با پشم آهن (مانند سیم ظرفشویی) ساخته می شود و ناهمواری ها و بی نظمی هایی در سطح آن وجود داردکه تاثیر شدیدی بر شدت میدان های الکتریکی و در نتیجه بر شکل دهی ی پلاسما دارند . اما تقارن کروی ی سطح بیرونی هیچ جهتی را برای تشکیل رشته بر جهت های دیگر برتری نمی دهد بنابراین رشته ها تقریبا در درون کره به صورتی یکنواخت توزیع می شوند . رنگ رشته ها بنفش آبی است ودر جای تماس با سطح سرخگونه می شوند . رنگ آنها به سطح برانگیختگی اتم های گاز بستگی دارد . در واقع رنگ رشته ها در عمل ، رخساره ی انرژی ی الکترون های پلاسما را نشان می دهد : در فاصله ای در حدود یک سانتی متری دیواره ی درونی یا بیرونی ، الکترون های آزاد آن قدر انرژی ندارند که بتوانند اتم های گاز را برانگیزند و به سطح های بالای انرژی برسانند تا به هنگام بازگشت به سطح پایه نوری با طول موج کوتاه تر تابش کنند .

همچنین می بینیم رشته های پلاسما به آرامی به سوی قطب شمال کره یعنی بالای مرکز آن کشیده می شوند چون از محیط پیرامون داغتر و سبک ترند .

ویژگی های الکتریکی ی کره ی پلاسما

ویژگی های کره پلاسما تقریبا یکسره به این واقعیت وابسته است که در آن به جای کاربرد جریان پیوسته از جریان متناوب پر بسامد استفاده می شود . در کره هایی که در بازار به فروش می رسند از یک مبدل ۱۲ ولت برای به کار انداختن نوعی مدار نوسانگر استفاده می کنند که ولتاژ متناوبی تولید می کند که می توان آن را با یک ترانسفورماتور افزاینده به میزان دلخواه رساند . بسامد هایی که کره ی پلاسما برای کار به آنها نیاز دارد در حد دهها کیلوهرتز است . جریان در اثر افزایش ولتاژ کاهش می یابد و تماس با کره را بی خطر می کند و بسامد بالا باعث می شود که جریان در سطح پوست برقرارشود و به درون بدن نفوذ نکند . جریان پر بسامدی که در پلاسما میان الکترود مرکزی و سطح بیرونی (زمین موضعی) شارش می یابد ، در هنگام لمس سطح با انگشت یا با جسم رسانا به سوی این زمین جدید منحرف می شود چون آمپدانس در این مسیر از دیگر مسیرها کمتر است . با آن که لمس کردن سطح کره بی خطراست،ولتاژآن قدر بالا است که می تواند تاثیرهای جالبی بگذارد ، مثلا اگر یک قطعه از ورق های نازک آلومینیومی در بالای کره بگذاریم و سپس کلیدی به آن نزدیک کنیم ، جرقه های آبی رنگ درخشانی میان آلومینیوم و کلید پرش می کند و در اتاق تاریک می توان طول جرقه ها را به چند سانتی متر رساند . البته توصیه می شود که پیش از قرار دادن ورقه کره خاموش شود . هنگام نزدیک کردن انگشت اندکی مور مور شدن و بوی مشخص سوختن پوست احساس می شود .

برای دیدن تصویرها
به صفحه ۶۵ رجوع شود

پروژه های دانش آموزی

با انجام دادن چند آزمایش بی خطر مانند آزمون های زیر می توان دانش آموزان را به توضیح چگونگی ی کار کره هدایت کرد :

۱) بررسی بیناب : با مشاهده یا ثبت بیناب کره با دستگاه بیناب نگار و سنجش آن با بیناب های استاندارد می توان ترکیب گاز درون کره را تعیین کرد . معمولا این گاز مخلوطی از نئون و آرگون است که ترکیب مناسب و ارزان و بی اثروتک اتمی است .

۲) تعیین توان : با قرار دادن یک آمپر سنج در مدار می توان . توان کره را تعیین و آن را با توان لامپ های معمولی مقایسه کرد .

۳) تعیین بسامد : اگر کره پلاسما را در کنار یک نوسان نگار روشن کنیم و کاونده ی نوسان نگار را نزدیک کره بیاوریم ، در اثر میدان الکترومغناطیسی ی ناشی از ولتاژ پر بسامد ، تغییرات جریان ac نیمه سینوسی روی صفحه ظاهرمیشودوامکان تعیین بسامدرافراهم می کند

۴) تعیین‌تغییرات میدان الکتریکی نسبت به فاصله : کاونده ی نوسان نگار را به کره نزدیک و از آن دور کنید و تغییرات شدت موج الکترومغناطیسی را مشخص کنید .

۵) جریان های آشکار : اگر وسط یک لامپ فلورسنت را بگیرید و ته آن را به کره نزدیک کنید می توانید رد جریان را بگیرید که از کره به بیرون به درون لامپ و به دست شما شارش می یابد .

۶) ساختن کره ی پلاسما : با تکیه دادن یک لامپ mood بر روی حلقه ی القایی تسلا می توان رشته های ضخیمی از پلاسما به وجود آورد که در اتاق تاریک آشکار تر دیده می شوند .

چرخه فرایندهای ترمودینامیک ماشین بخار

در بررسی فرایند های ماشین بخار باید توجه داشت که ماده کاری گاز کامل نیست و ما با گاز واقعی و در یک مرحله بخار تغییر حالت داده به مایع سر و کار داریم . در نتیجه باید از روابط مربوط به گاز های واقعی (واندروالز) استفاده کنیم . نخست رابطه را برای گازهای واقعی به دست می آوریم .

۱) در بررسی گاز کامل پیش انگاشت ما این است که مولکولها نقطه ای هستند یعنی بعد ندارند و بر هم کنش آنها نیز ناچیز است . بنابراین هنگامی که مقداری گاز کامل در ظرفی به حجم V داریم ، V "هم حجم ظرف" است و هم " حجم در اختیار هر مولکول " است چون مولکول های نقطه ای از حرکت یکدیگر جلوگیری نمی کنند . اما در عمل کل حجم ظرف در اختیار هر مولکول نیست و هر کدام بخش معینی از حجم را اشغال می کنند و این بخش دیگر در اختیار بقیه نیست . اگر این بخش را به b نمایش دهیم رابطه ی PV = RT برای یک مول گاز به صورت ① P(V-b) = RT یا $V-b = \frac{RT}{P}$ در می آید . پیدا است که b کران حجمی است که گاز در فشار بی نهایت زیاد اشغال می کندودررابطه ی بالا اگر p به سوی بی نهایت میل کند V به سوی b می گراید .

۲) اگر مولکول های گاز واقعی را در نظر بگیریم می دانیم که میان آنها در یک فاصله ی معین نیروی جاذبه وجود دارد ، بنابراین نیرویی که گاز واقعی بر دیواره ی ظرف وارد می کند از فشاری که گاز کامل در شرایط یکسان بر دیواره وارد می کند کمتر است . مثلا مولکول های گاز ، آن دسته از مولکول های نزدیک دیواره را به سوی خود می کشند و باعث کاهش فشار به اندازه ی Δp می شوند . یعنی در مورد گازهای واقعی $P+\Delta P=\frac{RT}{V-b}$ یا $P=\frac{RT}{V-b}-\Delta P$ فشاری که مولکول های داخلی در اثر نیروی جاذبه بر لایه ی مولکولهای مجاور دیواره وارد می آورند برابر است با نیروی جاذبه ای که بر یکای سطح این لایه وارد می شود . این نیرو با چگالی ملکولهای (یعنی n) متناسب است . از سوی دیگر شمار مولکول های موجود در لایه هم با همین کمیت متناسب است . بنابراین ΔP با n^2 متناسب است . می دانیم که $n \approx \frac{1}{V}$ پس می توان نوشت $\Delta P=\frac{a}{V^2}$ که در ان V حجم مولی گاز و a ضریب تناسب است که اندازه عددی آن به ماهیت نیروی جاذبه میان مولکولها بستگی دارد و با آزمایش به دست می آید . پس رابطه بالا را می توان به صورت زیر نوشت :

$$P+\frac{a}{V^2}=\frac{RT}{V-b} \Rightarrow (P+\frac{a}{V^2})(V-b)=RT \quad (2)$$

۳) اگر طرفین رابطه ② را در V^2 ضرب کنیم خواهیم داشت : $(PV^2+a)(V-b)=RTV^2$

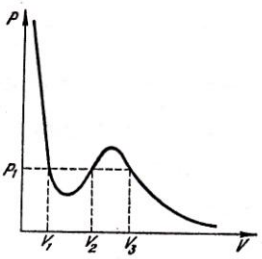
$$\Rightarrow PV^3-PbV^2+aV-ab=RTV^2$$

$$\Rightarrow PV^3-(bP+RT)V^2+aV-ab=0$$

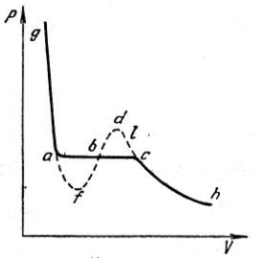
$$\Rightarrow V^3-(b+\frac{RT}{P})V^2+\frac{a}{P}V-\frac{ab}{P}=0 \quad (3)$$

این رابطه از درجه سه است و سه ریشه دارد که ممکن است هر سه ریشه ی آن واقعی یا دو ریشه آن موهومی و یکی واقعی باشد . یعنی می توان به ازای هر مقدار P ، سه مقدار V داشت . در یک مورد ویژه ممکن است هر سه ریشه واقعی معادله با هم برابر باشند (ریشه چند گانه) که در این حالت عبارت سمت چپ تساوی مکعب کامل است . ریشه های موهومی این رابطه معنای فیزیکی ندارند . در شکل زیر نمودار هم دمای به دست امده از طریق رسم

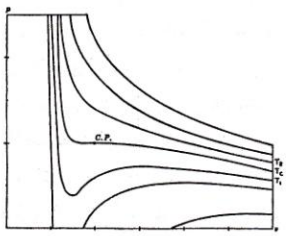
معادله ی ۳ و نمودار هم دمای تجربی با هـم مقایسـه شده اند . همانگونه که در شکل دیده می شود به ازای فشار P_1 سه مقدار V_1 و V_2 و V_3 برای حجم وجود دارد . کمترین حجم (V_1) مربـوط بـه حـالت مـایع و بیشترین حجم (V_3) مربوط بـه حـالت گازی اسـت . پس V_2 چیست ؟



تصویر ۱



تصویر ۲


تصویر ۳

در تصویر ۲ خط پر نمودار تجربی و خـط نقطـه چیـن نشان دهنده ی نمودار هم دمای وان دروالز است . می بینیم که به جای خط راست abc در نمودار تجربـی ، نمـودار وان در والـز در ایـن فاصلـه دارای مـاکزیمم و مینیمم است .

پیش از هر چیز می بینیم کـه بخـش هـای hc و ag وان دروالز دست کم به صورت کیفی بر نمودار تجربی منطبق اسـت . بخـش hc مربـوط بـه حـالت گازی و بخش ag مربوط به حالت جـامد اسـت . پـس از روی نمودار واندروالز وجود دو حالت ماده مشخص می شود . اما بخش fd نشان دهنده ی وضعیتـی اسـت کـه در آن ، با افزایش فشار در دمای ثابت حجم افزایش مـی یابد که در عمل چنین ماده ای وجود ندارد.بخـش cd نمودار دنباله ی بخش hc است اما در آنجا فشار گاز (یا بخار) در دمای ثـابت از فشـار بخـار اشـباع بیشـتر است که نامعمول است (ابر اشباع یا ابر سرد) .

بخش af که دنباله ی بخش ag است مربوط به مـایع ابر داغ است . این حالت های ناپایدار حالت فـراپـایدار خوانده می شوند . بدین ترتیب ریشه ی V_2 تنها در یک دمای معین و فشار معین یعنـی در فشـار اشـباع یعنی بخار در حالت تعادل با مایع معنا می یابد

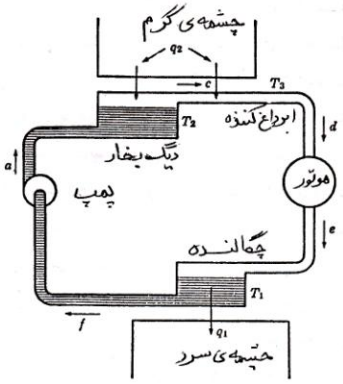
در تصویر ۳ نمودار $P-V$ چند فرایند هم دمای وان دروالز در دماهای مختلف دیده می شود .

در ایـن تصویـر در دماهـای T_1 و پـایین تـر از T_1 معادله به ازای گستره ای از فشار ها سه ریشه حقیقی مثبت داردکه مربوط به حالت میعان گاز یا بخاراست . با افزایش دما سه ریشه ی حقیقی به هم نزدیـک و در T_C با هم یکی می شوند . در دماهای بالاتر از T_C بـه ازای همه مقدار های P تنـها یـک ریشـه ی حقیقـی وجود دارد .

۴) در ماشین بخار تصویر ۴ ، دیگ بخار از چشمه ی گرم گرما می گیرد و درآن آب اشباع شـده در دمـایی که به فشار این قسمت بسـتگی دارد بـه بخـار اشـباع شده تبدیل می شود . البته این دما از دمـای چشـمه گرم بسیار کمتر است . مثلا در فشـار ۷۰ atm ایـن دما در حدود ۲۸۰^{oC} است در حالی که دمـای شـعله در حدود ۱۹۰۰^{oC} است . بخار اشباع شده از دیگ بـه ابر گرما دهنده فرستاده می شود و در آن جـا گرمـای بیشتری دریافت می کند و دمایش بالاتر می رود . ابر گرما دهنده مستقیما به دیگ بخـار راه دارد بنـابراین فشار بخار ابر داغ از فشار دیگ بیشتر نمـی شـود . در اصل می توان دمای بخار اشباع شده را به حـد دمـای چشمه رسـاند ولـی از کـران ۵۴۰^{oC} کـه کـران فلـز

شناسیک می شود و در آن مواد به کار رفته در ساخت ماشین نمی تواند در برابر فشار حاصل ایستادگی کند نمی توان فراتر رفت .

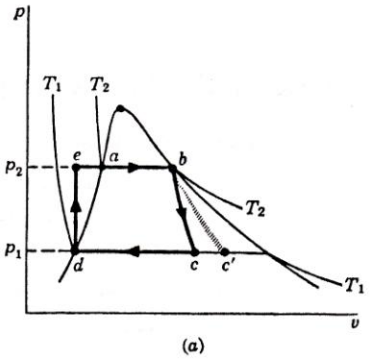
بخار ابر داغ به دستگاه (موتور یا توربین) وارد می شود و کار انجام می دهد و فشار و دمای ان کاهش می یابد و به صورت بخار مخلوط با مایع اشباع شده وارد چگالنده می شود و در انجا به صورت مایع در می آید و گرمایQCبه چشمه ی سرد وارد می شود .



تصویر ۴

فشار در این بخش به دمای چشمه سرد بستگی دارد . این مایع با پمپ به درون دیگ رانده و چرخه کامل می شود .

۳) چرخه رانکین : در این چرخه با فرض آن که بخار. ابر داغ نشود ، چرخه از وضعیتa شروع می شود و آب به صورت بازگشت پذیر در دمای T_2 و فشار P_2 به بخار اشباع شده بدل می شود و به نقطه ی b می رسد ، سپس بخار به صورت بازگشت پذیر و بی در رو منبسط می شود و به فشار p_1 و دمای T_1 در نقطه ی C می رسد و کار انجام می گیرد . مخلوط آب‌وبخاردرچگالنده دردمایT_1به صورت‌مایع‌درمی آید

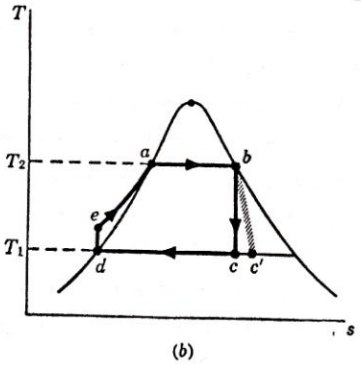


(a)

تصویر ۵

(نقطه یd) سپس آب به صورت بازگشت پذیر و بی در رو با پمپ فشرده می شود تا به فشار p_2 برسد (نقطه ی e) در مسیر ae باید به آب گرما بدهیم تا به دمای T_2 یعنی دمای دیگ بخاربرسد .

خط نقطه چین bc' نشان می دهد که در ماشین بخار واقعی ، انبساط بی در رو ، بازگشت پذیر نیست . در تصویر۵ ، T_1 و T_2 دو فرایند هم دما هستند که ناحیه ی آغاز آنها ناحیه ی مایع و ناحیه ی پایان آنها ناحیه ی بخار و ناحیه ی میانی ناحیه ی مایع بخار و نقطه ی قله ی منحنی نشان دهنده ی دمای بحرانی است .



(b)

زلزله خیزی منطقه شیراز ، احتمال وقوع ، آنالیز ریسک

هوشنگ محسن شاهی

مقدمه :

زمینی که بر روی آن زندگی می کنیم هر چند به نظر تخت مـی رسـد ولـی کـروی اسـت و شـعاع انحنـای میـانگین آن ۶۳۶۸ کیلومـتر اسـت . نخسـتین بـار اراتوستن پیش از میـلاد مسـیح ، کـروی بـودن آن را تشـخیص داد و شـعاع انحنـای آن را بـه دسـت آورد مردم قدیم زمیـن را ثـابت و سـوار بـر شـاخ گاو مـی پنداشتند. به نظر بطلمیوس زمین مرکز عالم بـود کـه دیگر اجرام از جمله خورشید به دور آن می چرخیدند تا اینکه جردانو ،گالیله ، کپلر و کپرنیک هـر یـک بـه شیوه ی خود فکر کردند و برایـن بـاور نادرسـت خـط بطلان کشیدند . کلیسا جردانو را به اتهام دگر اندیشی به آتش افکند و گالیله را به زندان برد اما زمین لحظه ای از حرکت باز نایستاد ! ؟ کره ی زمین از لایه هـای گوناگونی درست شـده اسـت کـه دارای ویـژگی هـای فیزیکی وشیمیایی گوناگونی است .چگالی ی میـانگین زمین g/cm^3 ۵/۵ است . کره ی مـا در فاصلـه صـد و پنجاه میلیون کیلومتری خورشید هـر سـال یکبـار بـا سرعت ۳۰ km/s بـه دور آن مـی چرخـد همچنیـن زمین هـر شـبانه روز یکبـار بـا سـرعت $\frac{۴}{۹}\ Cos\ \theta$ پیرامون محور خود مـی چرخـد. عـرض جغرافیـایی نقاط مختلف سطح زمین را با θ نشـان مـی دهیـم . چرخش زمین به دور محـور خـود از غـرب بـه سـوی شرق است بنابراین مناطق شرقی از نظر زمانی پیشـتر از مناطق غربی هستند. حرکت وضعی زمین بـا اونـگ فوکو و حرکت انتقالی آن با اثر دوپلر اثبات شد. کروی بـودن و حرکـت هـای وضعـی و انتقـالی و مـواد استخراجی‌زمین شالوده‌ی‌تمدن‌امروزی را تشکیل داده اند، تمدنی که متکی به سفر به ژرفـای آسـمان، بـهره مندی از سوخت های فسیلی و هسـته ای ، دسـتیابی به کانی ها، به کـار گیـری مـاهواره هـا و ارتباطـات و تبادل اطلاعات و مانند اینها است . بشر توانسته اسـت به کمک زمین لرزه های خود جوش به ویـژگی هـای فیزیکی مـانند چگالـی ، گرانـی ، مغنـاطیس ، مـواد سازنده ، و جرم و جنـس زمیـن پـی ببـرد و سـاختار درونی آن را تشخیص دهـد . بـا فـرو رفتـن بـه درون زمین فشار و دما افزایش می یابد به بگونـه ای کـه در مرکز زمین فشاری نزدیک به چهار میلیون اتمسـفر و دمایی بیش از شش هزار کلوین وجود دارد . ضخـامت پوسته ی سنگی در قاره ها میان ۲۰ تا ۶۰ کیلومـتر و در اقیانوس ها میان ۸ تا ۱۲ کیلومتر است پوسـته ی زمین جامد و گوشته ی آن خمیری و هسته خـارجی آن مایع و هسته ی داخلی آن جامد است و مثل ایـن است که پوسته بر یک زمینـه ی خمـیری پلاسـتیکی قرار دارد و می تواند روی آن بلغزد .

هسته ی زمین عمدتا مخلوطی از آهن و نیکل است و از حرکت ایـن مـایع مغناطیسـی در مرکزکـره زمیـن خاصیت مغناطیسی بوجود می آید . سطح زمیـن نـیز پیوسته در حال تغییر اسـت بـه گونـه ای کـه کوهـها بوجود مـی آینـد و فرسـایش مـی یـابند و اقیانوسـها پیشروی و پسروی می کنند . جانورانی به وجـود مـی آینـد و منقـرض مـی شـوند و در لایـه هـای رسـوبی بازمانده های خود را بجای می گذارند سالانه حدود $\frac{۱}{}$ زلزله خیلی بزرگ ۸ ریشتری و ۱۸ زلزله بزرگ میـان ۷ تا ۸ ریشـتری و ۱۲۰ زلزلـه مخـرب میـان ۶ تـا ۷ ریشـتری و ۸۰۰ زلزلـه آسـیب رسـان میـان ۵ تـا ۶ ریشتری و ۶۲۰۰ زلزله کوچک میان ۴ تا ۵ ریشـتری و ۳۴۹۰۰۰ زلزله قابل‌احساس‌در پوسـته‌ی زمیـن رخ میدهد.

زمین ساخت ورقه ای : *Plate tectonics*

در اوایل قـرن بیسـت آلفـرد وگنـر آلمـانی نظریـه ی جابجایی قاره ها و در سال ۱۹۶۰ هری هس آمریکایی نظریه ی گسترش بستر اقیانوس ها و در سـال ۱۹۶۵ میلیون کانادایی نظریه ی زمیـن سـاخت ورقـه ای ی پوسته ی زمین را تشریح و کالبد شـکافی کردنـد و از

رمز و راز آتش فشان ها و زلزلـه هـا پـرده برداشـتند. وگنر معتقد بود که حدود دویست میلیون سال پیـش قاره عظیمی بنام پانگه آ (همه خشکی) وجود داشت و پس از چند میلیون سال این قاره بزرگ بـه دو قـاره ی کوچکتر لورازیا وگندوانا تبدیل شـد . اولـی شـامل آمریکای شمالی،گرینلند،آسیا،اروپای امروزی و دومـی شـامل آمریکـای جنوبـی ، آفریقـا ، قطـب جنـوب، هندوستان و استرالیای کنونی بود. در فاصله میان این دو قاره دریایی بنام تتیـس بوجـود آمـده کـه امـروزه دریاهای مدیترانه ، مازنداران ، و سیاه نامیده می شـود . با گذشت زمان تقسیم هـا ادامـه یـافت و قـاره هـا و اقیانوسهای کنونی را به وجـودآوردپژوهشـهای زمیـن شناسی‌نشان دادکه‌حاشیه های قاره هـا قـابل انطبـاق هستند و سنگواره های حاشیه هـای قـاره هـا و آب و هوا و ساختار و سن و جنس سنگ ها به هم شـبیهند به این ترتیب پوسته زمین را می توان ورقـه هـایی در نظر گرفت که بر روی بستر لغزانـی در حرکـت انـد و منجر به جابجا کردن قوس هـای مغناطیسـی و بـروز آتش فشان ها و زمین لرزه ها می شوند گویـا در ایـن بستر لغزان یعنی گوشته جریان های هم رفتی جـاری است و نقطه هایی داغ تر از نقطـه هـای دیـگر وجـود دارد که در ناحیه های داغ مواد مذاب پوسـته را ذوب می کند و به بیرون راه می یابد و آتش فشان ها را بـه وجود می آورد و بسـتر اقیـانوس گسـترش مـی یـابد یعنی پوسته اقیانوسی علاوه بر جوان بودن همـواره در حال گسترش است ورقه ها با حرکـت هـال همـگرا و واگرا و امتداد لغزش خود روی دادهای ژرف اقیانوسـی ، فرورانش ، گسلش ، کـوه زایـی ، آتـش فشـان هـا ، زمین لرزه ها ، چینـش هـا را بـه وجـود مـی آورنـد . ضخامت ورقه ها در محل اقیانوس ها میان هفتـاد تـا صد کیلومتر و در محل قـاره هـا میـان صـد تـا صـدو پنجاه کیلومتر است . سطح کره ی زمین مقدار ثـابتی است اما گسترش آن با فرورانش و کـوه زایـی جـبران میشود و مواد مذاب بر اساس اختلاف چگالی از زمیـن به بیرون راه مـی یـابند . سـرعت گسـترش ورقـه هـا حـدود چنـد سـانتی مـتر در سـال و سـرعت رسـوب گذاری حدود ۱۰ میکرون در سـال اسـت . در فراینـد

های ساختمانی همواره دما ، فشار و زمان یعنی مـدت اعمال فشار نیز دخالت دارد نیروی وارد بر یکای سطح را تنش می گویند که به صورت کششـی و تراکمـی و برشی اعمال می شـود. نـوع و مقـدار تغییـر شـکل و میزان بازگشت به وضع اولیه در مواد مختلف متفـاوت است . ماده ای را که پس از رفع تنش به حالت اولیـه خود باز گردد کشسان یا الاسـتیک یـا لاسـتیکی مـی گویند و ماده ای که پس از رفـع تنـش تغییـر شـکل بیابد و به وضع اولیه خود باز نگردد غـیر کشسـان یـا خمیری یا پلاستیکی خوانده می شود. عکـس العمـل تنش یعنی واتنش به صورت چیـن خـوردگی ، ایجـاد درز و شکاف ، شکستگی و از این قبیل ظاهر می شود . آب و هوا و خاک محصول فوران آتش فشان ها سـت یعنی اگر آتش فشانی وجـود نداشـت زنـدگی امکـان پذیر نمی بود . هر چه جامعـه صنعتـی تـر مـی شـود میزان استفاده انسان از فراورده های زمین بیشتر مـی شود. مـوادی کـه آهنـگ مصرفشـان بیـش از آهنـگ تولیدشان باشد مواد تجدید نشـدنی و مـوادی آهنـگ مصرفشان با آهنـگ تولیدشـان تناسـب داشـته باشـد منابع تجدید شدنی می باشند و انسان در بهره برداری از این منابع بی نصیب نبوده است .

برهـم کنـش دو صفحـه در گسـل تبدیلـی مـاهیتی جنبشی دارد و در امتداد گسـل هـای تبدیلـی سـطح پایدار می ماند و بنا به قضیه اویلر همه حرکـت هـای صفحات سخت کـره از نـوع چرخشـی انـد و حرکـت نسبی هر دو صفحه را مـی تـوان بـا چرخـش بـه دور محوری ثابت که کره زمین را در قطب هـای چرخـش قطع می کند مشخص کرد . اصولا آزاد شدن تنـش را گسلش می نامند که سـبب حرکـت و جابجـایی مـی شود زمین لرزه ها غالبا با گسل هایی با گسترش افقی ده ها یا صد ها کیلومتر همراه انـد . زلزلـه خـیزی ی ایران معلول حرکت سه ورقه است اولی : حرکت ورقـه ی اروپا و آسیا از سمت شمال و شمال غربی به سـوی ایران و دومی ورقه ی عربستان که بخشی از ورقـه ی بزرگ افریقا ست و از سمت جنوب و جنوب غربی بـه سـوی ایـرا ن در حرکـت اسـت و سـومی ورقـه ی هندوستان است که پایدار می باشد و تمام زلزله هـای

حادث در حاشیه ایـن ورقـه هـا رخ مـی دهـد و ایـن حاشیه ها کمربند های زلزله در ایران هســتند. زلزلـه های ایران اکثرا در عمق ۳۳ کیلومتری سطح زمین به وقوع می پیوندد البتــه عمـق زمیـن لـرزه هـا از ۷۰۰ کیلومتر تجاوز نمی کند و اغلب در عمقی کمتر از ۷۰ کیلومتر به وقوع می پیوندند .

امواج زمین لرزه ای :

زمین لرزه یکی از حرکت های درونــی پوسـته زمیـن است که به عنوان مولدامواج کشسانی پوسته زمیــن را به ارتعاش و نوسان وا می دارد اما این پدیــده زنـدگی انسان را به مخاطره می اندازد و یکــی از ویرانگرتریـن پدیده های طبیعی است کــه پیوسـته خسـارت هـای جانی و مالی فراوانی به بار می آورد و تــا کنـون بشـر نتوانسته است در جــهت کنـترل و مـهار ایـن پدیـده اقدامی کند . حتی هنوز زمان رویدادن زمین لــرزه در حیطه ی پیش بینی انسان واقع نشده است بــه گونـه ای که این پدیده را هنوز عذاب الهی مــی داننـد و بـه خیر و شر نسبت می دهند . اصولا از گذشته های دور تا کنون بشر در مقابل نادانسته ها و ناتوانی های خـود عاجز بوده است و تا زمانی کــه قـانونمندی حـاکم بـر پدیده ها تشخیص ندهد و پدیده ها را در کنترل خود در نیـاورد پدیـده را عـذاب الـهی مـی شـمارد مثــلا خورشـید گرفتـگی ، مـاه گرفتـگی ، سـیل ، طوفـان، صاعقه، رعد و برق، باران، آتش فشان، زلزلـه، طـاعون، وبا، سل، حصبه، جذام، سرطان، ایدز، سکته، همه و همه در زمان خود عذاب الهی بوده اند که انسان بـر بعضی چیره شده و آن را مهار کرده و حتی پوزه آن را به خاک مالیده است و با بعضی دیگر در حـال مبـارزه اسـت و سـالیانه پولـهای هفتـگی صـرف تحقیقـات و شناسایی نقاط قوت و ضعف پدیده می کند . مثلا هـم زمان با زلزله ی بـم زلزلـه هـایی بـا همـان شـدت در کالیفرنیا و ژاپن به وقوع بپیوسـت امـا در بـم ۴۰۰۰۰ کشته و قربانی گرفت در حالی که در کالیفرنیــا یکـی دو نفر کشته شدند و فرق میان این دو فاجعه تنـها در مقـاومت مصـالح ، ارزش جـان انسـان هـا و مدیریـت حوادث بود ! محل وقوع زمین لرزه ها اتفاقی یـا کـتره

ای نیست بلکه در حاشیه ی ورقه های سنگ کـره رخ می دهد چنانکه مکان هندسی نقاطی که در آن زمین لرزه به وجود می آید کمربند زلزله نامیده مـی شـود ، در این مناطق از حرکت و جابجایی ی ورقه ها نیرو و تنش بوجود می آید و تنش بر مجموعـه سـنگی یـک ناحیه تاثیر می گذارد و منجر به تغییر شکل و ذخـیره ی انرژی در آن می شود و انرژی ذخیره شـده زمـانی که از حد کشسانیّ و مقاومت سنگ فراتر بـرود سـبب شکسـته شـدن سـنگ مـی شـود و انـرژی پتانسـیل بصورت امواج مکانیکی آزاد می شــود . امـواج زمیـن لرزه پس از رسیدن بـه سـطح زمیـن سـازه هـا را بـه ارتعاش می دارد یا دامنه ی نوسان سازه ها را افزایـش می دهد در اثر پدیده ی تشدید ساختمانهای سسـت و ضعیف فرو می ریزنـد ، کوهـها ریـزش مـی کننـد ، دریاها متلاطـم مـی شـوند و در سـطح زمیـن درز و شکاف ایجاد می شـود . البتـه برخـی از زلزلـه هـا در محل شکستگی های قدیمی اتفاق می افتند . تنـش و انرژی شکستگی های قدیمی و گسل ها را فعـال مـی کند و آرایش جدیــدی بـه آنـها مـی دهـد از ایـن رو فعـالیت گذشـته و حـال گسـل هـای شـناخته شـده نبایستی از نظر دور داشته شود پیش لرزه هــا و پـس لرزه ها یک زلزله ی واقعـی را عینیـت مـی بخشـند.و ناحیه ی تخلیه ی انرژی ی درون زمین راکانون زلزلـه یامرکزدرونی‌زلزله hypo center می گوینـد و ناحیـه ای روی سطح زمین را که تا کانون کوتاهترین فاصلـه دارند مرکز سطحی یا بـیرونی ی زلزلـه epicenter می نامند . همان گونه که گفتیم کـانون اغلـب زمیـن لرزه ها در اعماق کمتر از هفتاد کیلومــتر قـرار دارد و عمق هیچ زلزله ای از هفتصد کیلومتر تجـاوز نمـی کند . امواج حاصل از زمین لرزه در روی سطح زمیــن با لرزه نگاری بنام ژئوفون یا هیدروفون روی کـاغذ یـا فیلم یا نوار مغناطیسی ثبت می شود . لرزه نـگاره هـا حرکت زمین را در راستای بالا و پائین ، شرقی غربـی و شمال جنوبی به ثبت مـی رسـانند و بـا اسـتفاده از داده های چند ایستگاه می توان زمـان وقـوع و عمـق کانون و مرکز سطحی زمیـن لـرزه را مشـخص کـرد . امواج زمین لرزه را مشخص کرد . امواج زمین لرزه بـا

دوره مشخص چند ثانیه ظرف چند دقیقه سر تا سر کره زمین را سیر می کنند ، امواج زمین لرزه در دامنه ، طول موج ، بسامد و سرعت انتشار متفاوت اند و حجمی یا سطحی می باشند . امواجی که درون زمین در سه بعد انتشار می یابد امواج درونی یا حجمی می باشند که از دو نوع p و s درست شده اند و امواجی که در فصل مشترک لایه ها و در سطح زمین در دو بعد انتشار می یابند امواج سطحی نامیده می شوند که متداول ترین آنها امواج ریلی و لاو می باشد. موج pسریعتر از موج s و موج s سریعتر از موج لاو و موج لاو سریعتر از موج ریلی انتشار می یابد . امواج سطحی دامنه ای بزرگتر از امواج حجمی دارند لذا عامل اصلی تخریب محسوب می شوند . سالیانه بیش از صدوپنجاه هزار زمین لرزه در نقاط مختلف کره زمین به وقوع می پیوندد اما تنها تعداد معدودی از آنها مخرب اند و زندگی انسان را به مخاطره می اندازند . میزان خرابی زمین لرزه به مقاومت مصالح ساختمانی ، نوع زمین زیر ساخت ، چگالی جمعیت ، رعایت اصول ساختمان سازی و بزرگی زمین لرزه بستگی دارد . زلزله ۱۷۷۵ در لیسبون مدت شش دقیقه به طول انجامید و ۵۰۰۰۰ نفر را کشت. زلزله ۱۹۲۳ در ژاپن شهرهای توکیو و یوکوهاما را ویران کرد و ۱۰۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست دادند و در ایران زلزله های طبس ، رودبار ، منجیل ، بم ، مازندران صد ها هزار نفر را به کشتن داد . بشر هنوز نمی تواند این پدیده طبیعی را مهار کند ولی با شناخت علت نهایی این پدیده لا اقل می تواند از شدت تخریب و تلفات آن بکاهد چنانکه هم اکنون خطرناک ترین مناطق فعال زلزله خیز شناسایی شده اند و با بررسی توزیع زمین لرزه ها اطلاعات دقیقی از ماهیت درون زمین به دست آمده است و بشر توانسته است بفهمد که زلزله آزاد شدن ناگهانی تنش درونی زمین است یا اینکه زلزله ضربه ای است که در عمق زیر سطحی به لایه های فوقانی زده می شود و عمل و عکس العمل این ضربه را تنش stress و واتنش strain گویند که بین تنش و واتنش رابطه خطی قانون هوک بر قرار است

$$v_{ii} = \lambda\Delta + 2\mu\varepsilon ii$$

$$v_{ij} = \mu\varepsilon ii \qquad i \neq 0$$

در این رابطه v نتش و ε کرنش یا واتنش و λ و μ ثابت های لامه یا مقاومت در مقابل واتنیدگی و Δ گشادگی یاتغییرحجم درواحدحجم می باشدdilatation است . واتنیدگی ی سنگهای زیر سطحی به صورت تغییر حجم و چرخش در لایه های سنگی ظاهر می شود چنانکه این دو اثر در معادله ی موج صدق می کند :

$$\frac{\partial^2\gamma^2\Delta}{\partial\gamma^2} = \alpha^2\nabla^2\Delta$$

$$\frac{\partial^2\gamma^2\theta}{\partial\gamma^2} = \beta^2\nabla^2\theta$$

به گونه ای که $\alpha = \sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho}}$ سرعت انتشار تغییر حجم و $\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ سرعت انتشار چرخش تلقی می شود یعنی در یک محیط همگن و همسانگرد دو نوع موج می تواند انتشار یابد . موج حاصل از تغییر حجم را موج طولی Longitudinal یا بی چرخش irrotational یا تراکمی compressional یا موج اولیه ی زمین لرزه می گویند primary wave که با سرعت α منتشر می شود. موج حاصل از چرخش مواد را موج برشی shearwale یا موج عرضی transverse یا موج چرخش rotational یا موج ثانوی secondary wale گویند که با سرعت β منتشر می شود این دو نوع موج P و S را موج حجمی یا درونی زمین لرزه گویند . در عمل موج S بدو مولفه موازی و عمود بر سطح زمین تجزیه می شودکه این دومولفه به موجهایSHوSVمعروف اند . با توجه به اینکه زمین لایه لایه ای است در فصل مشترک لایه ها موج های P و S زمین لرزه بازتاب ، شکست و پراشیدگی می یابند و حتی ممکن است باز تابش کلی کنند چنانکه قوانین اسنل و دکارت و بازتابش نور در مورد مسیر حرکت موج نیز صادق است . در مرز مشترک محیط ها موجی بوجود می اید بنام موج سطحی که در دو بعد موازی سطح زمین

منتشر می شود . موج سطحی حاصل از زمین لرزه به موجهای ریلی ولاو مشهورند موج ریلی ترکیبی از حرکت های طولی و عرضی است که ارتباط فازی معینی نسبت به هم دارند و دامنه ی این حرکت موجی با عمق بطور نمایی کاهش می یابد. در حین عبور موج ریلی ذره مسیری بیضی وار را می پیماید که محور بزرگ بیضی قائم است و جهت حرکت ذره در محیط بیضی قهقرائی retrograde یا در خلاف جهت ذرات در امواج سطح آب است موجهای ریلی و لاو کندتر از موج حجمی s حرکت می کنند. موج لاو نیز موجی سطحی است با حرکت عرضی موازی سطح زمین و در مرز مشترک محیط ها پراشیده می شود . امواج زمین لرزه طی انتشار نیز از اصل هویگنس پیروی می کنند . در موج ریلی حرکت ذره شامل دو مولفه ی قائم و افقی است ولی در هر نقطه این حرکت الزاما در صفحه قائمی است که راستای انتشار موج را در بر دارد و حرکت در نوک بیضی مخالف راستای انتشار است. موجهای لاو حاصل تداخل سازنده ی موجهای تخت می باشند که به دنبال هم از بالا و بستر لایه باز تاب می کنند . امواج سطحی را زمین غلتش گویند .

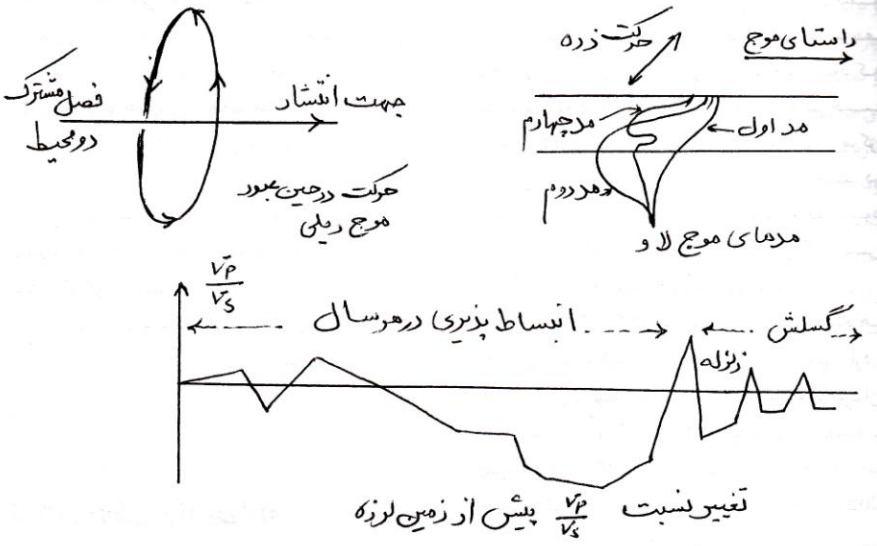
داده های دستگاهی ، زمان رسیدن موجهای p و s را ثبت می کنند یعنی در زمان ها و مکانهای معلومی نگاشته می شوند و این داده ها کمک می کنند تا کانون زلزله مشخص شود و این مستلزم آن است که نمودار تغیرات زمان بر حسب فاصله ی قوسی رسم شود . اولین ورودی ها کلید تشخیص کانون اند که به کمک آنها کانون به صورت منطقه ی کوچکی تعیین می شود . ورودی های بعدی در طول همان زمین لرزه غالبا مشخصه هایی را نشان می دهند که مربوط به ابعاد کران دار چشمه اند . از روی ورودی ها می توان اندازه گسلش را تعیین کرد .

معمولا هر زمین لرزه به تنهایی تمام طولی را که از نظر زمین شناسی برای گسل شناخته شده است در بر نمی گیرد وقتی زمین لرزه ای رخ می دهد زمین شکسته می شود و سنگ ها در دو طرف شکستگی نسبت به هم حرکت می کنند . این گونه پارگی تولید امواج لرزه ای می کند که از سطح شکستگی به سوی خارج منتشر می شود . این امواج در ایستگاه های مختلف با استفاده از لرزه نگار seismograph ثبت می شوند و زلزله شناسان با استفاده از این داده های دستگاهی اطلاعاتی در مورد طبیعت سنگهایی که امواج زمین لرزه را بوجود آورده اند استنتاج می کنند . انرژی لرزه ای علاوه بر مسیرهای داده شده توسط قانون اسنل و دکارت و اصل هویگنس در امتداد مسیر های دیگری نیز حرکت می کند . زمانی که موج با عارضه ای مواجه شود که شعاع انحنای آن قابل مقایسه با طول موج یا اثر آن کوچکترباشد قوانین بازتاب و شکست کفاف نمی کند چرا که انرژی پراشیده می شود و قوانین پراش پیچیده اند. زمانی که موج p یا s به فصل مشترک دو محیط با خواص کشسانی متفاوت می رسند امواج بازتاب و شکست ایجاد می شود و در مرز فصل مشترک بایستی تنش ها و جابجایی ها پیوسته باشند . ولی دو نقطه در دو طرف مرز دارای تنش نرمال متفاوت اند که این اختلاف تنش در دو طرف مرز نیروی خاصی را ایجاد می کند که لایه بین این دو را شتاب می دهد .

تخلخل و سن سنگ ها نیز در تعیین سرعت انتشار موج دخالت دارد و قانون اسنل و دکارت و اصل هویگنس در تعیین مسیر پرتو ها ، زمان های رسیدن ، و تعیین مکان بازتابنده دخالت دارند ولی در مورد دامنه امواج بازتابیده اطلاعی نمی دهند .

پیشگویی ی زمین لرزه ها :

منظور از پیشگویی ی زمین لرزه تعیین احتمال وقوع زمین لرزه در منطقه ای معین و در فاصله ی زمانی ی معین است . احتمال مطلق وقوع زلزله ای با بزرگی معین را بطور نسبتا دقیقی روی سطح زمین می توان پیش بینی کرد اما پیش بینی احتمال وقوع زمین لرزه در یک فاصله زمانی معین موضوع دیگری است . پژوهشگران به دنبال یافتن پارامترهایی از چشمه می باشندکه پیش از وقوع زمین لرزه تغییر می کنند و با اندازه گیری این پارامتر ها زمینه ی پیش بینی فراهم



می شود ، قطعا تنش و کرنش از جمله پارامتر های مولد زمین لرزه اند که باید قابل اندازه گیری شوند .
تغییردرویژگی اجسام در امتداد گسلی که درآستانه ی فعال شدن می باشد ممکن است به تغییر هایی در سرعت های p یا s منجر شود لذا پیوسته باید نسبت $\frac{\vartheta_p}{\vartheta_s}$ اندازه گیری شود. زمین لرزه های خیلی کوچک یا ریزلرزه ها با گسترش دررفتگی ها در سرتاسر منطقه ی گسل در ارتباطند و ممکن است علائمی واقعی از یک ضربه ی بزرگ باشند . اگر در سر تا سرگسل یک برش دائمی و پیوسته رخ دهد زمین لرزه ی بزرگی به وجود نمی آید ولی اگر در حالت قفل شدگی ضربه های بزرگی به تدریج اعمال شود زمینه ساز پیدایش زلزله ای بزرگ خواهدبود .
پیش از گسلش و وقوع زلزله در فاصله ی کوتاهی ترک ها و شکاف ها و منافذ افزایش می یابند یعنی حجمشان بزرگتر می می شود و منجر به تغییر $\frac{\vartheta_p}{\vartheta_s}$ خواهد شد مثلا در روسیه این نسبت تا سه ماه پیش از وقوع زلزله کاهش یافت و در آستانه ی زلزله به مقدار عادی خود بازگشت چرا که پیش از بروز زلزله ترک ها افزایش می یابند و منجر به کاهش ϑ_p می شوند و سپس با ورود آب به داخل ترک ها به وضع اول خود باز می گردند و حتی ممکن است آب های زیر زمینی خود در گسلش سهیم باشند . روس ها معتقدند که در آستانه ی گسلش ترکهای ریز کاتوره ای بر اثر توزیع مجدد تنش بسته می شوند و نسبت فوق به حالت عادی خود باز می گردد .
تنش در محل گسل ها ، پذیرفتاری و مغناطش بسامد سنگها و در نتیجه میدان مغناطیسی محل را تغییر می دهد و این پارامتر ها پیوسته باید اندازه گیری شوند .
الگوی پیش بینی ی زمین لرزه در چین مبتنی بر اندازه گیری تعداد زیادی از پارامتر ها از جمله فراوانی ی زمین لرزه های کوچک ، تراکم گاز رادن در آب چاهها و تغییر در تراز سطح زمین است وزمین لرزه ی هایچنگ در ۱۹۷۵ با بزرگی ۷/۳ ریشتر حدود ۹ ساعت پیش از وقوع پیش بینی شد .

برای دستیابی به تشخیص احتمال وقوع زلزله در یک ناحیه باید شکستگی های زیر سطحی و سطحی زمین شناسایی شوند ، گذشته ی گسل ها و وضعیت کنونی اشان از نظر انرژی درونی بررسی شود ، تغییرات املاح آبهای معدنی و چاههای منطقه مطالعه شود ، بروز گازهایی از جمله گاز رادن در محیط از نظر دور داشته نشود ، امواج زمین لرزه اعم از حجمی یا سطحی بطور دائم ثبت شود و ارتباط زلزله با رشته کوههای بلند شناسایی شود ، تعداد فراوانی پیش لرزه ها در نظر گرفته شود ، تغییرات تراز سطح زمین اندازه گیری شود به میدان مغناطیسی وپذیرفتاری ومغناطیس پسماندسنگها اندازه گیری و بالاخره تغییرات نسبت سرعت امواج p و s یعنی $\frac{\vartheta_p}{\vartheta_s}$ پیوسته پی گیری شود .

شدت و بزرگی ی زمین لرزه

intensity

تا اوایل سده ی بیستم که لرزه نگاری وجود نداشت شدت و بزرگی زمین لرزه ها را از روی آثار مخربشان در کتابهای تاریخی می توان جستجو کرد . به گونه ای که با نقشه هایی مکان هندسی نقاطی را که خسارات یکسانی دیده بودند مشخص می کردند و این نقاط را به هم وصل می کردند و منحنی های هم لرزه ای را برای زمین لرزه می ساختند و محلی را که حد اکثر خسارت را متحمل شده بود به عنوان مرکز سطحی زلزله معرفی می کردند چنانکه با دور شدن از این مرکز میزان خرابی نیز کاهش می یافت چنین مقیاسی را شدت intensity می گویند که به صورت واژه های غیر قابل احساس ، قابل احساس ، کوچک،مخرب،بزرگ ، خیلی بزرگ و... بیان می شدند.

از اوائل سده ی بیست به بعد که لرزه نگارها بوجود آمدند زمین لرزه ها را بر اساس داده های دستگاهی ارزیابی کرده اند وبا مقیاسی به نام بزرگی Magnitude که به میزان انرژی آزاد شده از کانون بستگی دارد زمین لرزه را درجه بندی کرده اند .

بدیهی است که هر چه انرژی آزاد شده از کانون زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن بزرگتر خواهد بود . بنا به تعریف واحد بزرگی زمین لرزه ریشتر نامیده می شود که لگاریتم اعشاری بزرگترین دامنه موجی (بر حسب میکرون) است که در فاصله یکصد کیلومتری از مرکز سطحی توسط لرزه نگار استاندارد ثبت شده باشد. در مقیاس ریشتر اگر دامنه ی موج ده برابر بزرگتر شود بزرگی زلزله یک ریشتر افزایش می یابد بزرگی زمین لرزه ها با یک رقم اعشاری بیان می شوند .

ریشتر در سال ۱۹۳۵ برای بزرگی زمین لرزه ها مقیاسی درست کرد که امروزه کاربرد فراوانی دارد . گوتنبرگ و ریشتر در سال ۱۹۶۵ رابطه ای میان انرژی رها شده و بزرگی m بدست آورده بودند و چون m با logA متناسب است لذا انرژی رها شده بر حسب ارگ را می توان بصورت $\log B=a+bm$ نوشت که a و b ثابت هایی هستند که باید برای هر منطقه تعیین شود. همچنین رابطه ی مشابهی را روی موجهای سطحی می توان اعمال کرد و برآورد دیگری از بزرگی M بدست آورد. تفاوت میان m و M تابع اندازه و ماهیت چشمه اند . باس در سال ۱۹۶۶ انرژی رابرحسب ارگ‌برای زلزله های‌باعمق‌معمولی و Mرابرحسب‌ریشتربارابطه $\text{Log } \beta = ۱۲/۲۴ + ۱/۴۴ \text{ M}$

$$m= ۰/۵۶ \text{ M} + ۲/۹$$

بدست آورد .

تمایز میان مفهوم شدت و مفهوم بزرگی نیز حائز اهمیت است. مقیاس شدت سنجشی است از اثر های مشاهده شده بر سطح زمین در محل زلزله و شدت نیز نه تنها به فاصله تا مرکز زمین لرزه و عمق کانون بستگی دارد بلکه همچنین تابع شرایط خاک محل می باشد و با اینکه در بر آوردائر تخریبی زمین لرزه مفید است ولی ارتباط نزدیکی با شرایط موجود در چشمه ندارد. گوتنبرگ و ریشتر معتقد بودند که میان بزرگی زلزله یعنی M و تعداد زلزله های رخ داده با بزرگی M یا بیشتر از M یعنی N رابطه

Log N=a-bM

بر قرار است این رابطه بر اساس تجربیات بدست آمده و برای تمام مناطق کار برد دارد لذا در هر منطقه باید پارامتر های a و b مربوط به آن منطقه را بدست آورد و نمودار تغییرات LogN را بر حسب M مربوط به ان منطقه را رسم کرد . با استفاده از اسناد و مدارک تاریخی و لیست کامپیوتری زلزله هایی که تا کنون به وقوع پیوسته فرمول فوق برای منطقه مورد نظر بدست می آید. در رابطه ی فوق a را ضریب زلزله خیزی منطقه و b را تکتونیک منطقه یا نسبت تعداد زلزله های بزرگ به تعداد زلزله های کوچک آن منطقه گویند. از طرفی b قرینه شیب نمودار تغییرات LogN بر حسب M است. مثلا در یک منطقه با عرض جغرافیایی^{o}b> ϕ>a^{o} و طول جغرافیایی $c < \lambda < d$ یعنی در بازه های $\Delta\phi = b - a$ و $\Delta\lambda = d' - c'$ محدوده $\Delta\phi - \Delta\lambda$ درجه مربع در مدت زمانt است. اگر تعداد N زلزله رخ داده باشد

LogN-Logt-Log($\Delta\phi\Delta\lambda$)=a-Logt-Log($\Delta\phi\Delta\lambda$)-bM

با فرض اینکه $N' = \frac{N}{t.\Delta\phi\Delta\lambda}$ تعداد زلزله هایی باشدکه درمدت ۱سال دریک درجه‌ی مربع یعنی درسطح ۱۱۱/۲ × ۱۱۱/۲ کیلومتر مربع رخ داده باشد آنگاه

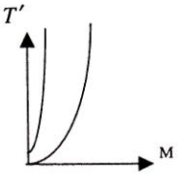
$$LogN' = [a - Log(t.\Delta\phi.\Delta\lambda)] - bM$$

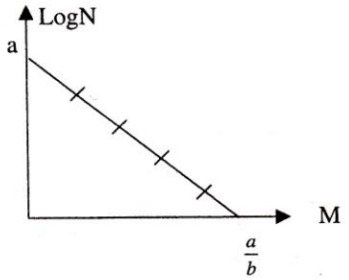
اگر بخواهیم عمر مفید سازه ای t' سال باشد، در این مدت تعداد $N't'$ زلزله در منطقه می آید و احتمال عدم وقوع N' زلزله در این مدت برابر با Pt و احتمال وقوع N' زلزله در این مدت برابر با $p_{t'}$

$$p_t = e^{-t'N'}$$

$$p_t = 1 - e^{-t/N}$$

خواهد بود . برای دستیابی به زمان تناوب وقوع زلزله مجدد در منطقه مورد نظریعنی return period دوره T'





در صورتیکه با گذشت زمان شیب نمودار $\frac{a}{b}$ LogN برحسبM تغییر کند احتمال وقوع زلزله وجود دارد

آنالیز ریسک : *Risk Analysis*

آنالیز ریسک را با دو روش احتمالات و تحلیلی می توان بررسی کرد. در روش تحلیلی از نتایج چشمه های زلزله مطالعه شده خصوصا مطالعه ی گسلهای فعال و پتانسیل آنها برای پیش بینی‌ی وقوع زلزله استفاده می شود و در روش احتمالات کلیه سوابق تاریخی را تا حدود شعاع سیصد کیلومتر در حیطه ی طول و عرض جغرافیایی منطقه تهیه کرده و بر اساس همین داده ها آینده را پیش بینی می کنند . بدیهی است چنین روشی جنبه آماری دارد و بر اساس احتمالات پیش داوری می شود. در روش احتمالات فرمول گوتنبرگ ریشتر را بررسی می کنند و دوره تکرار یا زمان تناوب یک زلزله معین را بدست می آورند و با تشکیل جدول مربوط نمودار تغییرات دوره را بر حسب بزرگی زلزله رسم می کند . با تعیین تعداد زلزله هایی که در یک درجه ی مربع در مدت یک سال درمنطقه شیرازباطول وعرض جغرافیایی۳۱< ϕ <۲۸ و۵۴ > λ > ۵۰ رخ داده احتمال وقوع زلزله های معین در واحد درجه مربع در یک سال بدست می آید .

$\Delta\varphi = ۳$

درجه مربع $\Delta\varphi.\Delta\lambda = ۱۳$ و $\Delta\lambda = ۴$

سال $t = ۹۰$

LogN	تعداد زلزله N	بزرگتر از M
۲/۳۱	۲۰۵	۴
۲/۰۸	۱۲۰	۴/۵

۱/۷۲	۵۲	۵
۱/۳۸	۲۴	۵/۵
۰/۸۵	۷	۶
۰/۳	۲	۶/۵
۰	۱	۷

جدول زلزله های منطقه شیراز در ۹۰ سال اخیر طبق اسناد و مدارک کاپیوتری

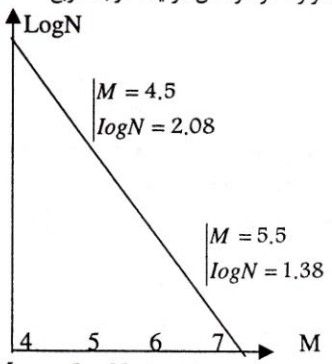
$LogN=a-bM$

$LogN=۵/۲۳-۰/۷M$

بانرمالیزه کردن فرمول گوتنبرگ-ریشتر $N'=\frac{N}{۹۰\times ۱۲}$

$\text{Log}\,N'=۲/۲-۰/۷M$

N' تعداد زلزله در هر سال در یک درجه مربع



اگر با گذشت زمان شیب نمودار تغییرات LogN برحسب M تغییر کند احتمال وقوع زلزله می‌رود (M ۰/۷-۲/۲) .

$N'=۱۰$ $\qquad P_{t'}=۱e^{-t'N'}$

$$T'=\frac{۱}{N'}$$

با استفاده از نمودار احتمال وقوع زلزله در محدوده شیراز برای عمر مفید ۱۵۰ سال در این محدوده بایستی خانه های مسکونی را در مقابل زلزله ۶/۲ ریشتری و مدرسه و مسجد و بیمارستان را در مقابل زلزله ۶/۵ ریشتری مقاوم ساخت چرا که احتمال وقوع زلزله برای خانه های مسکونی ۶۵ درصدو برای مدرسه و مسجد و بیمارستان ۵۰ درصد است

طراحی بر اساس زلزله

Design Base earthonuake DBE

ماکزیمم زلزله احتمالی

Maximum probable earth quake MPE

ماکزیمم زلزله جاری

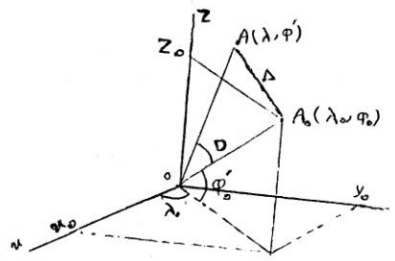
Maximom current earth quake MCE

بزرگی زلزله M_S

DBE	٪۶۵ ، ٪۵۰	۶/۲ ، ۶/۵
MPE	٪۲۰	۷/۲
MCE		۷/۲

برآورد پتانسیل گسل ها :

بفرض اینکه $A_0(x_0 \text{ و } y_0 \text{ و } z_0)$ یا $A_0(\lambda_0 \text{ و } \varphi'_0)$ مختصات مرکز سطحی زمین لرزه و (x و y و z) یا (λ و φ') A مختصات یک ایستگاه اندازه گیری یا site باشد نقاط A و A_0 روی سطح زمین و O مرکز زمین است



λ طول جغرافیایی Longitude و φ عرض جغرافیایی Latitude می باشد .

تصحیح عرض جغرافیایی

$$A_0\begin{vmatrix} x_0=Cos\varphi'_0 & Cos\lambda_0 \\ y_0=Cos\varphi'_0 & Sin\lambda_0 \\ z_0=Sin\varphi'_0 & \end{vmatrix}$$

$$A\begin{vmatrix} x=Cos\varphi' & Cos\lambda \\ y=Cos\varphi' Sin\lambda & \\ z=Sin\varphi' & \end{vmatrix}$$

$tog\phi' = ۰/۹۹۳۲۷۷ tg\varphi$

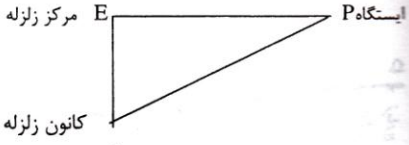
$tog\varphi'_0 = ۰/۹۹۳۲۷۷ tg\varphi_0$

فاصله site تا مرکز زلزله بر حسب کیلومتر و D Δ

بر حسب درجه $\Delta = AA_0 = ۱۱۱/۲ \times D$

$۲(۱-CosD) = (x-x_0)^۲+(y-y_0)^۲+(z-z_0)^۲$

$R=\sqrt{h^۲ +\Delta^۲}$



سرعت ماکزیمم بر حسب cm/s

$\vartheta_{Max} = ۵/۶۴ \times e^{-۰/۹۲۱M} \times (R+۲۵)^{-۱/۲}$

جابجایی ماکزیمم بر حسب cm

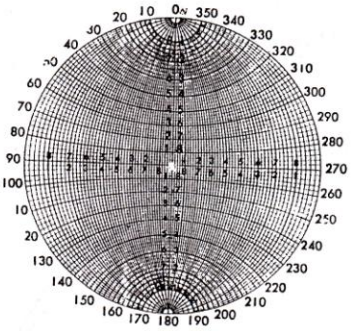
$D_{may} = ۰/۳۹۳ \times e^{-۰/۹۹M} \times (e+۲۵)^{-۰/۸۸}$

شتاب بر حسب $\frac{cm}{s^۲}$ $a=۱۰۸۰e^{-۰/۵M}(R+۲۵)^{-۱/۳۲}$

شدت زمین لرزه در محل site $I=۳Loga+۲/۸۷$

L_R نصف طول گسل است $M_s=۲/۰۲۱+۱/۱۴۲ LogL_R$

در منطقه شیراز بنا به نقشه گسل های فعال استخراج شده و لیست کامپیوتری زلزله های قرن بیستم منطقه و اسناد و مدارک تاریخی زلزله های شیراز در عمق ۱۹کیلومتری است.



شماره N	طول گسل L	نصف طول گسل L_R	بزرگی سطح ریشتر M_S	سایت تا اپی سانتر km Δ	$\frac{cm}{s^۲}$ $a\Delta$	شدت MH $I\Delta$	در اپی سنتر I_0	شدت a_0	R km
1	62	31	3.7	36.8	24.3	7	7.5	35	46.9
2	19	9.5	3.1	56.8	13.6	6.3	7.1	26	63.8
3	12	6	2.9	86.4	8.7	5.7	7.0	24	91.1
4	26	13	3.3	84.8	10.8	6.0	7.3	29	89.6
5	24	12	3.3	126.4	7.2	5.4	7.3	29	129.7
6	25	12.5	3.3	124.8	7.3	5.5	7.3	29	12.1
7	25	12.5	3.3	137.6	6.6	5.3	7.3	29	140.6
8	15	7.5	3.0	161.6	4.8	4.9	7.1	25	164.2
9	40	20	3.5	179.2	5.5	5.1	7.4	32	181.5
10	13	6.5	2.9	131.2	5.7	5.14	7.0	24	134.4
11	30	15	3.4	82.4	11.6	6.1	7.3	31	87.4
12	37	18.5	3.5	107.2	9.5	5.8	7.4	32	111.1
13	32	16	3.4	54.4	16.4	6.5	7.3	31	61.6
14	28	14	3.3	142.4	6.4	5.3	7.3	29	145.3
15	110	55	4.0	124.8	10.4	5.9	7.7	41	128.1
16	68	34	3.8	128	9.2	5.8	7.6	37	131.2
17	42	21	3.5	91.2	11.1	6.0	7.4	32	95.7
18	49	24.5	3.6	100.8	10.6	5.9	7.5	34	104.9
19	32	16	3.4	147.2	6.5	5.3	7.3	31	150.1

با استفاده از این جدول قادریم ماکزیمم نیروی ناشی از زلزله احتمال را برآورد کنیم

شتاب ماکزیمم

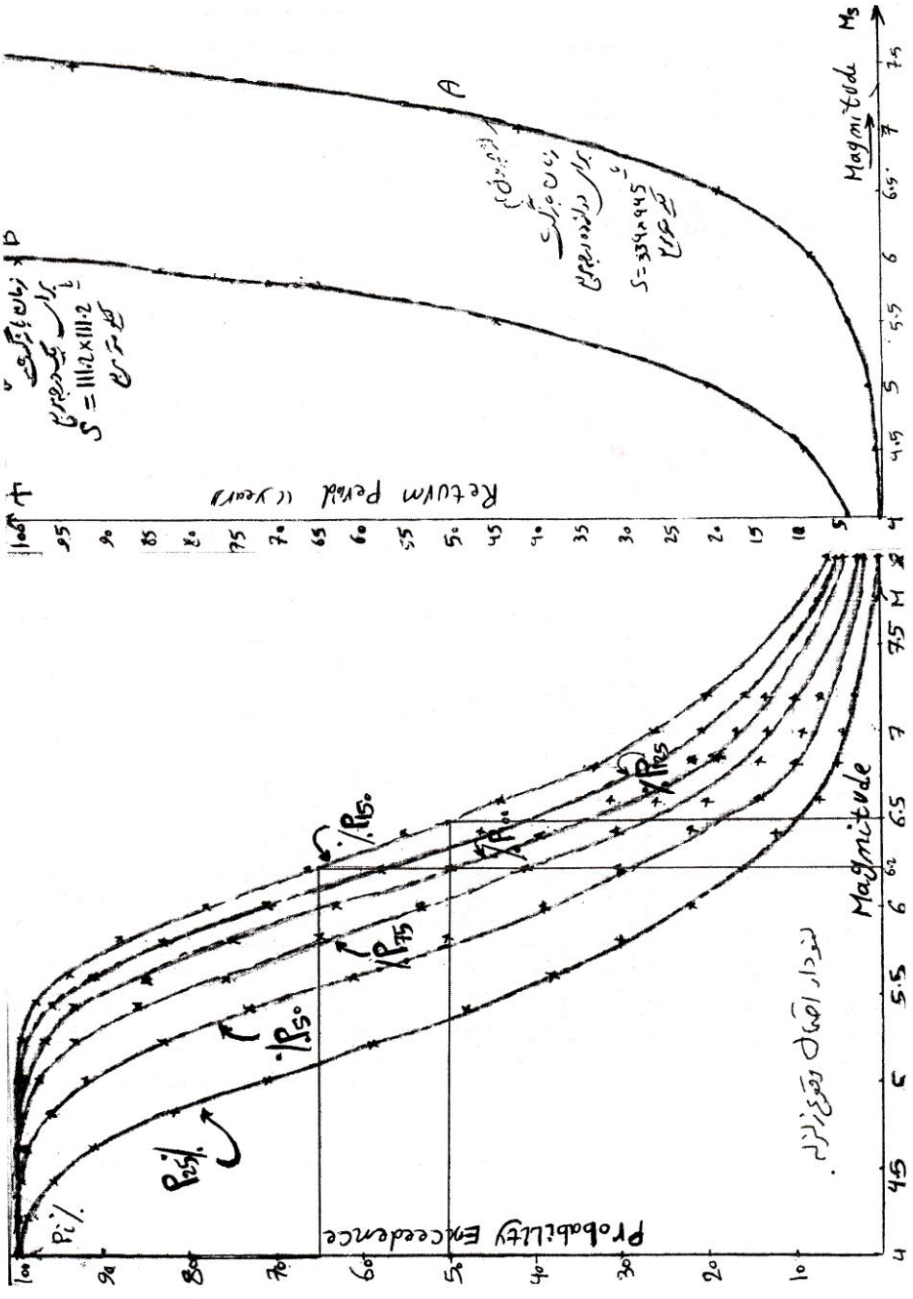
$a_{Max} = ۲۴/۳\frac{cm}{s^۲}$ $M_s = ۳/۷$ $\Delta = ۳۶/۸km$, $I\Delta = ۷,$ $R = ۴۶/۹$

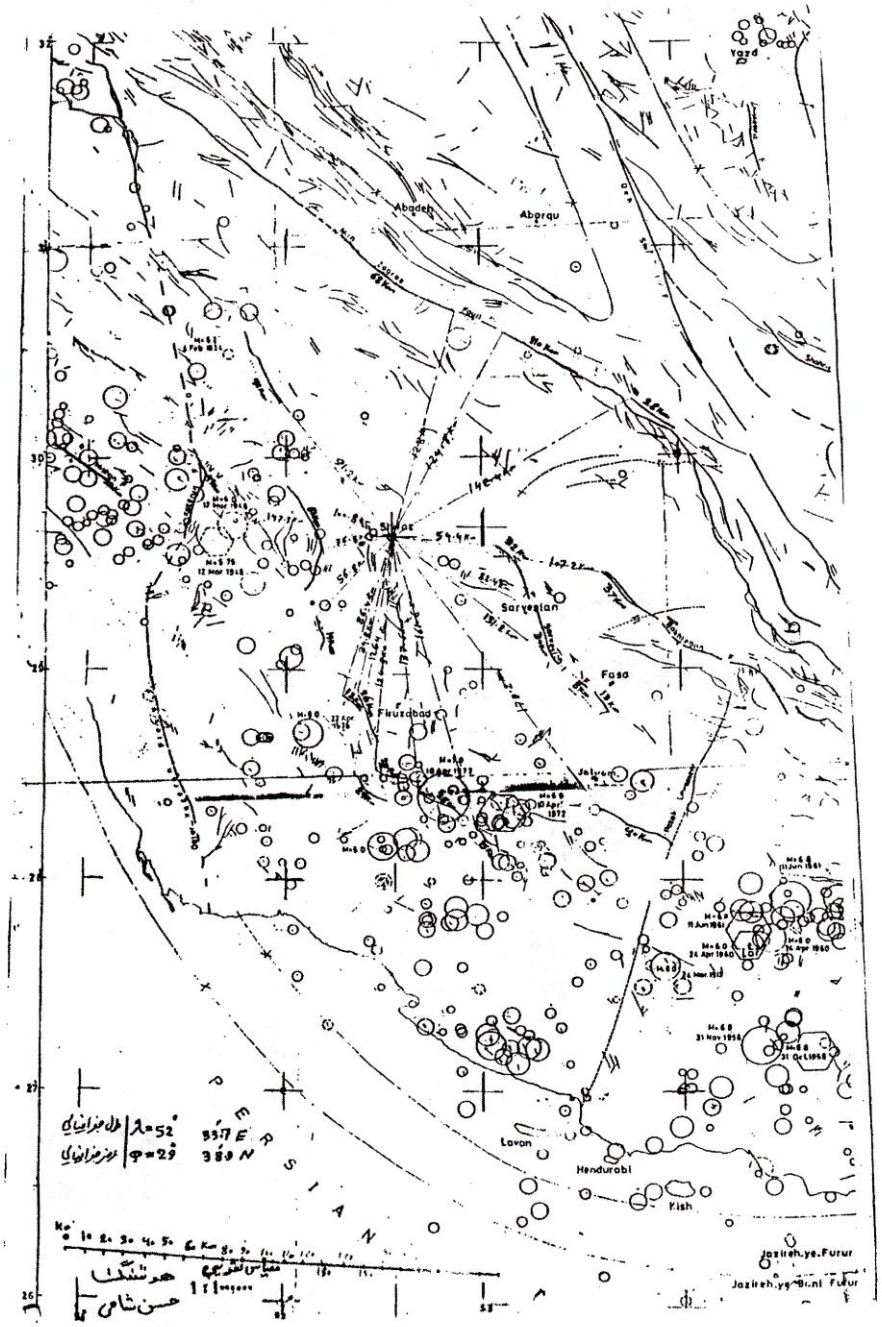
سرعت ماکزیمم

$\vartheta_{Max} = ۵/۶۴e^{-۰/۹۲۱M}(R+۲۵)^{-۱۰۲۰} = ۱۰۰۰۷\frac{cm}{s}$

جابجایی ماکزیمم حاصل از بروز زلزله احتمال

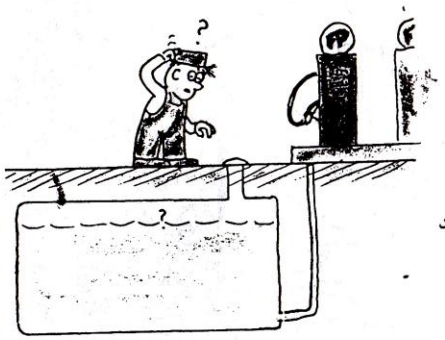
$d_{Max} = ۰/۳۹۳e^{-۰/۹۹۰M}(R+۲۵) = ۰/۳۵۶cm$


Probability Exceedence
Magnitude
Return Period (years)
Magnitude
A
B
نمودار احتمال وقوع زلزله


Yazd
Abadeh
Abarqu
Sarvestan
Fasa
Fhuzabad
Lavon
Hendurabi
Kish
Jazireh.ye.Furur
PERSIAN

پیمانه ی رادیواکتیو

مقدمه

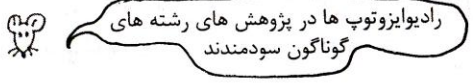


فرض کنید می خواهید ببینید در یک مخزن زیر زمینی چقدر بنزین هست . یک گالن بنزین محتوی ماده ی رادیواکتیو با نیمه عمر طولانی در مخزن می ریزید و شمارگر گایگر عدد ۵۰۰۰۰ ذره در دقیقه را نسبت به تابش زمینه ثبت می کند . روز بعد یک گـالن بنزین از مخزن بر می دارید و می بینید که شماره گر عدد ۱۰۰ ذره در دقیقه را نسبت به تابش زمینه نشان می دهد چقدر بنزین در مخزن هست ؟

پاسخ : ۵۰۰ گالن . چون پس از مخلوط شدن ، در یک گالن بنزینی که از آن برداشته اید $\frac{۱}{۵۰۰} = \frac{۱۰۰}{۵۰۰۰۰}$ شمار ذرات رادیواکتیو موجود است و یک گالن $\frac{۱}{۵۰۰}$ حجم کل بنزین موجود در مخزن است .

با همین روش می توان حجم خون بدن جانوران و انسان را اندازه گیری کرد .

با تزریق ایزوتوپ هایی مانند کرومیوم ۵۱ به درون دستگاه گردش خون می توان آگاهی هایی درباره ی اموری مانند حجم خون را به دست آورد .



فیزیک در پزشکی

دکتر علی زمکن

به ظاهر ساده این مساله نگاه نکنید ، چرا که پایه و اساس بسیاری از اطلاعات علمی ما را در زمینه های مختلف خصوصا پزشکی تشکیل داده است . برای اشکار شدن اهمیت موضوع به نمونه ی زیرتوجه کنید:درفیزیولوژی ی دستگاه تنفس ، حجم از مهم ترین عامل هایی است که مورد توجه قرار می گیرد . هر ریه شامل میلیون ها کیسه هوایی بسیار ریز است که عمل تبادل گازهای تنفسی در سطح این کیسه ها با خون صورت می گیرد . بسته به سرعت و عمق تنفس، تعداد کیسه های هوایی که در هر عمل دم هوا می پذیرند متفاوت است و همین امر منجر به تقسیم فیزیولوژیک ریه به حجم ها و ظرفیت های متعدد شده است که البته معرفی و توضیح کامل انها از حوصله ی این مبحث خارج است . اما به طور خلاصه می توان گفت که در هر دم و باز دم ساده (غیر عمیق) حجمی در حدود ۵۰۰ cc به ریه داخل و از آن خارج می شود که این مقدار را حجم جاری (Tidal Volume TV) می نامند . در پایان یک باز دم طبیعی ، ریه هنوز دارای مقدار قابل توجهی هواست که می توان آن را با صرف انرژی بیشترخارج کردکه این‌حجم،اضافه‌حجم ذخیره ی بازدمی(Expiratory Reserve Volume ERV) نام دارد . در پایان یک باز دم عمیق ، ریه ها حاوی مقداری هوا هستند که دیگر قابل خارج کردن نیست اما در باز نگهداشتن ریه موثر است و أن را حجم باقی مانده (Residual Volume RV) می نامند . مجموع RV وERV نیز ظرفیت باقی مانده ی عملکردی (Functional Reserve Capacity FRC)نام دارد که پتانسیل ریه رادر افزایش حجم بازدمی نشان می دهد. شناسایی اندازه گیری دقیق این حجم ها نه تنها در فیزیولوژی بلکه در علم پزشکی و رشته تخصصی بیماریهای تنفسی(Pulmonology) کاربرد فراوانی داد . به عنوان مثال در بیماری شایع آسم که توانایی ریه در خارج کردن هوا کم می شود (به علت افزایش مقاومت مجاری به دنبال کاهش قطر موثر انها) ، هوا در ریه احتباس‌می‌یابدوبه مقادیر RVوFRC افزوده‌می‌شود، حال‌انکه‌دربیماری دیگری به نام امفی زم(Empysema) که عارضه جدی مصرف سیگار و سایر دخانیات است ، این دو حجم کاهش می یابند . لذا در بیماری که معاینه ساده در تشخیص نوع بیماری ی او کار گشا نیست ، می توان با اندازه گیری حجم های تنفسی به تشخیص دست یافت .

اندازه گیری حجم های تنفسی به کمک اسپیرومتر صورت می پذیرد . فرد دهان خود را به ورودی محفظه می چسباند و در دستگاه تنفس می کند . تغییرات حجم دستگاه از طریق یک سیستم دقیق انتقال نیرو به قلم سوزاننده منتقل می شود ومنحنی مشابه شکل یک حاصل می شود .

خوب،لابد همه میگویید که اینها همه چه ربطی به بنزین وگالون اول داستان دارد؟شاید اگر کمی دقت کنید ، متوجه شده باشید که حجم باقیمانده (RV) به این روش قابل اندازه گیری نیست تنها حجم هایی را می توان اندازه گیری کرد که بتوان انها را داخل اسپیرومتر دمید و RV این خصوصیت را ندارد . به علت مشابه ، FRC و حجم کل ریه هم که شامل RV می شوند با این روش قابل اندازه گیری نیستند . اینجاست که بنزین به کمک ما می اید البته نه خود بنزین ، بلکه مواد رادیواکتیو یا همان رادیوایزوتوپ ها ، غیر از موارد استفاده متعددی که در تشخیص و درمان بیماری های مختلف دارند ، در اینجا هم موثر واقع می شوند . در حل این مسئله ، به جای بنزین (که در حقیقت یک حامل است) از هوا و برای رادیوایزوتوپ از هلیوم (که هر دو برای بدن و ریه ها بی خطر باشند) استفاده می کنند .فرد در پایان یک باز دم ساده (که هم اکنون ریه های وی دارای حجمی معادل FRC است) بلافاصله دهان خود را به

اسپیرومتری که حاوی هوا به علاوه غلظت مشخصی هلیوم رادیواکتیو است متصل کرده از هوای داخل ان تنفس می کند . هلیوم دستگاه در هوای FRC رقیق می شود و پس از مدتی هوای ریه و اسپیرومتر به تعادل می رسند . (فراموش نکنید که فرد نبایستی از بینی تنفس کند چون در ان صورت هلیوم نه فقط با FRC بلکه باحجمی معادل هوا کل اتاق به تعادل خواهد رسید)

پس :

(غلظت نهایی)x(حجم نهایی) - (حجم اولیه هلیوم) x (حجم اسپیرومتر)= مقدار مطلق هلیوم

Vi x Ci -(FRC+Vi)xcf

$$\longrightarrow \text{FRC} = (\frac{Ci}{Cf} - 1)xVi$$

وERV RV = FRC کهERV نیزازراه اسپیرومتری به‌دست‌می آیدحجم کل ریه نیز از راه مشابه قابل اندازه گیری است . یک کاربرد دیگر رادیوایزوتوپ ها در اندازه گیری حجم خون انسان و سایر جانداران است . در این روش ، آلبومین (یک ماده پروتئینی در خون) را با ید ۱۳۱ نشاندار و به درون یک رگ محیطی تزریق کرده پس از ۱۵ دقیقه نمونه ای خون از یک رگ دیگر می گیرد وتوسط دستگاه شمارشگر مورد بررسی قرار می دهند و ادامه کار دیگر همان مسئله گازوئیل و تانکر است . خصوصیت آلبومین این است که از رگ خارج نمی شود و لذا تنها حجم مایع درون رگها (که در انسان همان خون است) را نشان می دهد . اگر به جای آلبومین نشاندار از آب سنگین (تریتیوم) که از رگ ها خارج شده در تمام مایعات بدن پخش می شود استفاده شود ، می توان حجم کل آب بدن را محاسبه کرد که دانستن آن در بسیاری در شاخه های پزشکی و خصوصا د نحوه تجویز داروها ضروری است .

این نمونه تنها گوشه ای از کاربرد های وسیع رادیو ایزوتوپ ها در علم پزشکی بود . استفاده از رادیوایزوتوپ ها در تشخیص (روش های نوین عکس برداری) و درمان بیماری ها (از جمله بیماری های تیروئید) به قدری وسیع است که راه تشکیل شاخه جدیدی در علم پزشکی به نام پزشکی هسته ای داده است . نیز اثرات نامطلوب مواد رادیواکتیو در بدن انسان خود مقوله ای جداگانه ای است که درهر شاخه ای ازعلوم پزشکی مطرح می گردد .

و حال یک نکته از مترجم به نظر شما پاسخ درست مساله ی بنزین و منبع ۵۰۰ است یا ۴۹۹ ؟

منابع :

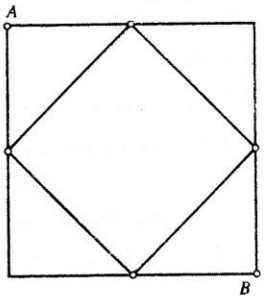
- Physics
-Guyton
-Medical Physics

مسائل جامع فیزیک

۱- نیروی ثابت F بر جسمی که با سرعت ثابت V در حرکت است وارد می شود . پس از بازه ی زمانی θ سرعت جسم $\frac{V}{۲}$ می شود . پس از θ ثانیه دوم دوباره سرعت جسم نصف می شود . سرعت جسم پس از θ ثانیه سوم از اعمال نیرو چقدر است ؟

۲- کودکی با یک طناب سورتمه ای را از تپه برفی بالا می کشد طناب همواره موازی با تپه است . ارتفاع تپه h و طول تپه L و جرم سورتمه m است . کار انجام شده به وسیله کودک را بیابید ، ضریب اصطکاک را μ بگیرید .

۳- شکل زیر از سیمی با سطح مقطع ثابت ساخته شده است . طول ضلع مربع بزرگ α و مقاومت هر متر آن ρ است . مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چقدر است ؟



۴- اندازه گیری نشان می دهد که یک اینه ی نیمه شفاف $\frac{۱}{۵}$ نور تابش شده را عبور می دهد و بقیه را باز تابش می کند . اگر دو اینه مشابه از این نوع را عمود بر شعاع تابش قرار دهیم ، می توان انتظار داشت که $\frac{۱}{۲۵}$ نور تابشی را از خود عبور دهند . اما در حقیقت $\frac{۱}{۱۰}$ نور تابشی از دستگاه عبور می کند . علت این امر چیست .؟

۵- خلبانان بالگرد ترجیح می دهند که در نواحی کوهستانی ، صبح زود به پرواز در ایند . اگر هوای ملایم صبحگاهی (که به نظر می رسد دلیل این امر باشد) اثری بر روی این موضوع نداشته باشد علت واقعی را چه می دانید ؟

۶- وزنه ای به جرم m را روی وزنه دیگری به جرم M که به انتهای فنری اویزان شده قرار می دهیم. در ابتدا جرم M را در وضع اولیه نگه می داریم و سپس وزنه ها را رها می سازیم . معین کنید حد اکثر نیروئی که وزنه ی Mبر وزنه m ورد می سازد .

۷- یک مول گاز کامل تک اتمی را درون یک استوانه ی و زیر یک پیستون سنگین قرار می دهیم . استوانه عایق بندی شده و دمای آن T_0 است . با پائین آوردن پیستون گاز را متراکم میکنیم پس از انجام کار w ، پیستون را رها می کنیم . تا به تعادل جدید برسد . دمای گاز را در این حالت بیابید ؟

۸- جسمی را در فاصله L از یک پرده و یک عدسی همگرا به فاصله کانونی f را میان جسم و پرده قرار می دهیم . با تغییرات وضعیت عدسی ، از جسم دو تصویر بزرگ و کوچک تشکیل می شود . نسبت اندازه های این دو تصویر را بر حسب f و L بیابید

۹- نخ سبک و غیر کشسانی را از روی یک قرقره سبک عبور می دهیم و به طرفین ان دو جرم kg ۱ و ۳kg آویزان می کنیم . قرقره روی محوری با اصطکاک سوار می شود و نیروی اصطکاک متناسب با نیروهای وارد بر محور قرقره است در این دستگاه شتاب جرم سنگین تر $۲\ m/s^۲$ است . چه جرمی را روی جرم کوچکتر قرار دهیم تا دستگاه به حالت تعادل قرار گیرد ؟

۱۰- حداقل دوره گردش یک سفینه فضائی به دور خورشید را محاسبه نمائید . زاویه بزرگی خورشید که از زمین دیده می شود $۹/۳\times۱۰^{-۳}=$ α رادیان است .

یخ زدن آب در هنگام جوشیدن

دوستی می پرسید : چگونه می توان نقطه ی جوش آب را آن قدر پایین برد که با نقطه ی یخ زدن آب یکی شود ؟

نظر خود او این بود که باید آب را در خلا" بگذاریم ولی مطمئن نبود . در خلا" چه اتفاقی برای آب می افتد ؟ آیا راهی برای یکی کردن نقطه ی جوش و نقطه ی یخ زدن آب هست ؟

این پرسش طوری است که انگارمی خواهیم صفردرجه ی سلسیوس و ۱۰۰ درجه ی سلسیوس را برابر کنیم .

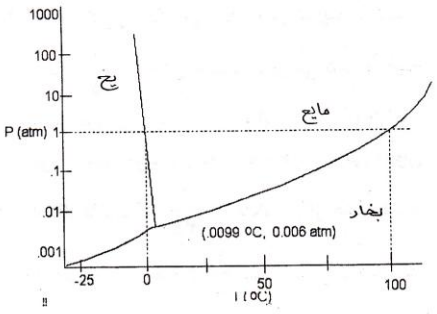
در فیزیک وضعیتی به نام " نقطه ی سه گانه " هست که در آن وضعیت آب در عین حال هم گاز ، هم مایع و هم جامد است.این وضعیت دردمای0^0c یا۲۷۳/۱۶k روی می دهد .

ملکول های اب همواره از آب به بیرون و از بیرون به آب حرکت می کنند . اگر فشار هوای وارد بر سطح آب راکم کنیم شمار ملکولهایی که آب را ترک می کنند بیشتر می شود . همچنین با بالا بردن دمای آب انرژی ملکول بیشتر می شود ،بخشی از آب بخار می شود و به صورت حباب از آب بیرون می رود . این پدیده را جوشیدن می خوانیم پس با کم کردن فشار ، انرژی لازم برای فرار ملکولها کاهش می یابد و اگر فشار کم شود و به حد خلا" برسد آب در ضمن جوشیدن یخ می زند اما 0^0c و ^oc ۱۰۰ مربوط به نقطه های جوش و یخ زدن در فشار اتمسفر است یعنی حالت آب هم به دما و هم به فشار بستگی دارد ، با کم کردن فشار نقطه ی جوش پایین می آید ولی نقطه یخ زدن تقریبا ثابت می ماند . در دمای ^oc و فشار pa ۶۱۲ این اتفاق افتد . اگر فشار از pa ۶۱۲کمتر شود آب به صورت مایع در نمی آید و به صورت یخ یا بخار بر جا می ماند .

پس با کم شدن فشار ، ملکولهای پر انرژی می گریزند و ملکولهای کم انرژی می مانند . فاصله ی ملکول ها از هم کم می شود و بخشی از آن به صورت بخار در می آید . بیرون رفتن این بخار ها به صورت حباب یعنی جوشیدن . اما گریز ملکولها ی کم انرژی یعنی پایین آمدن دما. ملکولهای دیرپا آنقدر انرژی از دست می دهند تا دمای آنها به دمای انجماد برسد .

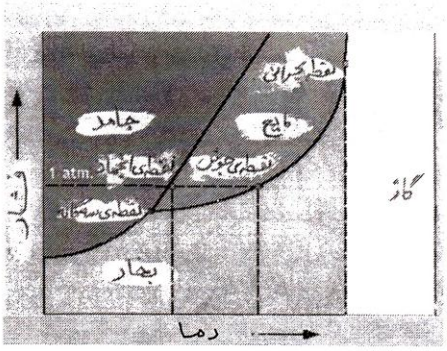
اتم های تشکیل دهنده ی جسم های مایع و جامد به هم بسیار نزدیکند . اگر فشار هوا کم شود در نزدیکی سطح جامد یا مایع تعدادی اتم گاز پیدا می شود و احتمال جایگزین شدن آنهادر جامد یا مایع پایین می آید ، یعنی با کم شدن فشار ، برای ملکول ها ماندن در کنار یکدیگر دشوار می شود .

اگر فشار از یک میزان معین کمتر شود جسم نمی تواند به صورت مایع بماند . در فشار پایین تر اگر گاز سرد شود "شکل گیری شبکه ی بلوری" آغاز می شود و جسم یک راست از حالت گاز به حالت جامد می رسد . نقطه ی جوش مایع هم با کاهش فشار کم می شود . اگر فشار بسیار کم شود مایع در دمای معمولی به جوش می آید . با یک آزمایش ساده می توان این وضعیت را نشان داد . سرنگی را بگیرید و با کشیدن پیستون مقداری آب به درون آن بکشید . دهانه ی باریک سرنگ را با انگشت یا کلاهک پلاستیکی ببندید و پیستون را سریع و به زور بکشید . با این عمل نوعی خلا" نسبی در سرنگ به وجود می آید و آب به جوش می آید . برای دیدن رابطه میان نقطه های جوش و یخ زدن و فشار به نمودار حالت توجه کنید :



نمودار حالت ماده ی خالص

در این نمودار خط میان حـالت جـامد و حـالت مـایع نمودار . نقطه ی یخ زدن و خـط میـان مـایع و بخـار نمودار. نقطه ی جوش است. میان جامد و بخار نمودار نقطه ی جوش و نقطه یخ زدن معمولی دیده می شود و در بالا تر از نقطه بحرانـی گاز و مـایع بـا هـم یکـی می شوند . این نمودار برای هـر مـاده شـکل ویـژه ای می یابد . در نمودار مربوط بـه آب بخـش مربـوط بـه حالت جامد نسبت به حـالت مـایع سـطح بیشـتری را اشغال می کند.ولی پـایین تـر از نقطـه یـخ زدن ، بـا کاهش فشار،نقطه تصعید(تبدیل مستقیم جامدبه بخار)



پایین می رود (یعنـی سـطح بخـش جـامد کمـتر از سطح بخش گاز می شود)

تسهیلات آزمایشی – درسی ی دانشگاه مریلند در درس فیزیک

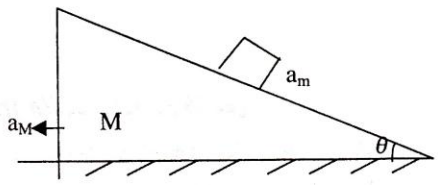
وب سایت آزمایشی – درسی ی فـیزیک دانشـگاه مریلنـد هم به صورت کتابخانه ی آزمایش های فیزیک در دسترس معلمان دانشگاه است و هم مرجعی است برای متخصصـان آزمایش و دیـگر کـاربران در مدرسـه هـا و دانشـکده‌هـای دیگر.اطلاعات‌این‌سایت درباره‌ی آزمایشهای فیزیک شـامل تصویرهای رنگی وتوضیحات درباره‌ی ۱۵۰۰آزمـایش وداده هایی درباره ی چگونگی سـاختن‌وسـایل واجـرای‌آزمـایش وشیوه‌ی‌کاربردآنهااست.

بیش از ۴۰۰۰ مرجع و۲۵۰ ویدیـوی(mpeg) آزمـایش ها را در عمل نشان می دهنـد و مسـتقیما بـه توضیحـات دربـاره ی آزمـایش هـا متصـل انـد . یـک بخـش جـالب بخش"پرسش هفته"است.هرهفته یک پرسـش دربـاره یـک آزمایش فیزیک مطرح و هفته ی بعد پاسـخ آن همـراه بـا تصویـر و آزمـــایش داده میشـود.ایـن پرسشـــها بـــرای برانگیختگی دانش آمـوزان درکـلاس وعلاقـه منـد کـردن آنـهاونیزایجادمبنایی بـرای آزمونهابـه‌کـارمیروند.در بخـش دیگر پرسش ها و آزمایش های مسابقات المپیک مربوط به تیم های المپیک دبیرستان ها عرضه می شوند.یـک‌رشـته آزمایش‌باعنوان physic is phun ارائه میشود

نشانی‌این‌سایت‌اینترنتی، http : // www.physics . umd . edu / lecdem

حرکت نسبی ی مقید

مساله‌ی تعین حرکت نسبی یک جسم که روی سطح شیب داری به پایین بلغزد و سطح شیب دار هم بتواند آزادانـه روی سـطح افقـی بـدون اصطکـاکی حرکـت کندیک مسئله کلاسیک است



شکل(۱)

این مساله را می توان به دو مساله ی مقدماتی فیزیک که راه حل معروفی دارد تجربه نمود . ابتدا فـرض کنیـد کـه سطح شیبدار محکم نگه داشته شده اسـت و جـرم m در راستای سطح به سوی پائین می لغزد این مساله معـادل یک مساله مقدماتی است که در آن جـرمm روی سـطح شیبدار بدون اصطکاکی که با افق زاویه θ می سازد . بـه پائین می لغزد . بنابراین شتاب حرکت جـرمm از رابطـه زیر بدست می آید . $a_m = g\,Sin\theta$

ازاینرو وقتیکه $a_M = m$(شتاب حرکت سطح شیب دار) صفر باشد جرم m شتاب $a_m = g\,Sin\theta$ را نسـبت بـه سطح شیبدار به دست می آورد .

حالت کمی پیچیده تر وقتی است که بخواهیم شتاب وارد بر سطح شیب دار را در حالتی بیـابیم کـه جـرمm روی سطح شـیب دار نلغـزد . در ایـن حـالت نـیروی واکنـش عمودی سطح (N) مولفه ای افقـی خواهـد داشـت کـه سبب می شود سطح شیب دار بـا شـتاب a_M روی سـطح افقی بلغزد . بنابراین $N\,Sin\theta = ma_M$ است . از طـرف دیگرچون‌شتاب‌درامتدادقـائم صفـراسـت$NCos\theta=mg$ است . با حذف N رابطه ی زیر را خواهیم داشت :

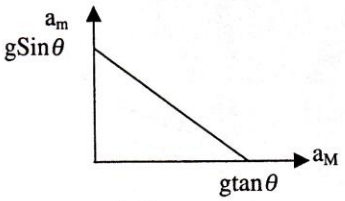
$$a_M = g\tan\theta \qquad (۲)$$

بنابراین جرمm نسبت به سطح شیب دارساکن ($a_m=0$) و $a_M= g\tan\theta$ است خواننده متوجه می شود که وقتی آونگ ساده ای را از سقف اتومبیلی که بـا شـتاب a_M در حرکت است اویزان میکنیم ، نخ اونگ به انـدازه ی زاویـه θ از وضع تعادل منحرف مـی شـود و مـانند فرمـول (۲) می توان نوشت : $a_M = g\tan\theta$

راه حل دوگانه (a_m و a_M) $\cong$ ($gSin\theta$ و 0) و (a_m و a_M) $\cong$ (0 و $g\tan\theta$) روش آسانی را برای تعیین رابطه میان شتاب سطح شیب دار و شتاب جرم m نسبت به سطح شیب دار . در اختیار ما قرار می دهـد . در این رابطه شتاب حرکت که باید به سـطح شـیب دار داده شود بین مقدار های 0 و $g\tan\theta$ در تغییر است که ایـن دو مقدار با جواب های دو حالت خاص مطرح شده در بالا مطابقت دارد .

علت این امر آن است که تغییرات a_m مستقیما متناسـب با نیروی واکنش عمودی سطح است که این نیرو بـه نوبـه خود مستقیما" متناسب با a_m است . بنابراین رابطه میـان این دو شتاب خطی است و اندازه های a_m و a_M مطـابق شکل زیر دو نقطه از این خط را تشکیل می دهد .

با توجه به این نمودار می توان نوشت :



(شکل ۲)

$$am=gSin\theta - a_MCos\theta \qquad (۳$$

نکته قابل توجه آن است که رابطه (۳) بـرای حـالتی کـه سطح شیب دار تنها تحت تاثیر وزن جسـم m بـدون اثـر نیروی خارجی در حرکت است نیز صادق مـی باشـد . در این حالت اندازه ی حرکت خطی دستگاه سطح شیب دار و جرم m در امتداد افق پایسته است و می توان نوشت :

$$P = (M+m)V_M + mV_M\,Cos\theta \qquad (۴$$

که در آن V_M سرعت سطح شیب دار نسبت به سطح افقی و V_m سرعت جرم m نسبت به سطح شیب دار است .

با توجه به رابطه (۴) می توان رابطه دوم شتاب این دو جسم را به صورت زیرنوشت :

$$(M+m)a_M+ma_mCos\theta=0 \qquad (۵$$

از روی معادلات (۳) و (۵) می توان شتاب ها را به صورت زیر بدست آورد :

$$a_M=-\frac{mgSin\theta Cos\theta}{M+mSin^2\theta} \qquad (۶$$

$$am=\frac{(M+m)gSin\theta}{M+mSin^2\theta} \qquad (۷$$

حتی اگر میان جرم m و سطح شیب دار اصطکاک هم وجود داشته باشد می توان با استدلال مشابهی رابطه این شتاب ها را بدست آورد .

اگر ضریب اصطکاک جنبشی میان جرم m و سطح شیب دار را با μ نشان دهیم به فرض آنکه $\mu < \tan\theta$ باشد وقتی $a_m = 0$ باشد (یعنی سطح شیب دار را بدون حرکت نگهداریم) شتاب حرکت جرم m از رابطه زیر تعیین می شود :

$$a_m = g(Sin\theta - \mu Cos\theta) \qquad (۸$$

در صورتی که جرم m و سطح شیب دار نسبت به هم حرکتی نداشته باشند وضعیت متفاوتی پیش می آید . در این مورد بر حسب اینکه جرم m در آستانه ی لغزش به سوی بالایا پائین باشد دو حالت اتفاق می افتد . اگر حالت دوم را در نظر بگیریم برای ترازبندی نیرو ها در امتداد افقی و قائم می توان نوشت :

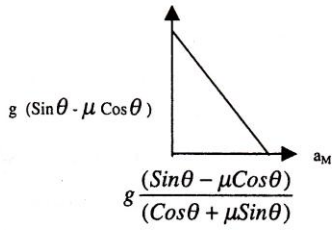
$$N(Sin\theta - \mu Cos\theta)=ma_M$$
$$N(Cos\theta + \mu Sin\theta) = mg$$

بنابراین وقتی جرم m نمی لغزد ($a_m=0$) شتاب حرکت سطح شیب دار به صورت زیر می باشد :

$$a_M = g\frac{Sin\theta - \mu Cos\theta}{Cos\theta + \mu Sin\theta} \qquad (۹$$

همان طوریکه در شکل (۳) دیده می شود باز هم رابطه بین شتاب ها خطی است و می توان نوشت :

a_m



$$g\frac{(Sin\theta - \mu Cos\theta)}{(Cos\theta + \mu Sin\theta)}$$

$$am=g(Sin\theta - \mu Cos\theta) - a_M(Cos\theta + \mu Sin\theta) \qquad (۱۰$$

توجه داشته باشید که وقتی رابطه (۵) بر قرار است که اصطکاک موجود باشد بنابراین با توجه به معادلات (۵) و (۱۰) می توان شتاب حرکت دو جسم را یافت :

$$a_M=\frac{mgCos^2\theta(\tan\theta - \mu)}{M+m-mCos^2\theta(1+\mu\tan\theta)} \qquad (۱۱$$

$$am=\frac{(M+m)gCos\theta(\tan\theta - \mu)}{M+m-mCos^2\theta(1+\mu\tan\theta)} \qquad (۱۲$$

بررسی حالتی را که جرم m در آستانه ی لغزش به سوی بالا باشد به عهده ی خوانندگان می گذاریم .

سیم پیچ تسلا

آقای سبحان سپهری

مقدمه :

گاهگاهی نمایشی با ماشین های ویمچورست ، قرقره القا یا ماشین وان دوگراف ترتیب می دهند ، علاقه ای که تماشاچیان به مشاهده آزمایش های فوق نشان می دهند باعث تعجب است . شاید علت توجه آنها احساس خطری باشد که از مشاهده جرقه دارند و همین برایشان جالب است . خطری که وجود دارد در اثر ولتاژ زیاد نیست بلکه در اثر شدت جریان زیاد و تخلیه الکتریکی در بدن است . اگردست ترباشد و هدایت در بدن به خوبی صورت گیرد ، جریانی که عبور می کند حتی اگر ولتاژ آن کم باشد ، روی اعصاب اثر می گذارد و ممکن است عضلات قلب را منقبض کند ، که نتیجه آن مرگ خواهد بود .

آزمایش با قرقره القا ثابت می کند که جریان های با ولتاژ زیاد در صورتی که شدت آنها کم باشد خطری ندارد . عامل خطر ناک دیگر بسامد جریان است . بسامد جریان متناوب قرقره القا برابر بسامد قطع و وصل جریان اولیه است که کم می باشد و چون بسامد کم است جریان تخلیه از بدن عبور می کند . در قرقره تسلا بسامد جریان بسیار زیاد است که از داخل بسامد جریان زیاد آن است . بدن انسان وقتی بسامد بدن عبور نمی کند تا باعث انقباض عضلات گردد،بلکه سطحی است.اهمیت قرقره ی تسلا به علت همین جریان چند مگا هرتز باشد مانند خازن عمل می کند و جریان الکتریکی را از خود عبور نمی دهد .

پیش از سالهای ۱۸۸۷ نیکلا تسلا موتورهای القایی طرح می کرد و می ساخت . او سیم پیچی ساخته است که به نام خودش معروف شده است و در حدود ۳ میلیون ولت برق تولید می کند که امروزه قدیمی شده است . اما این دستگاه از لحاظ تاریخی اهمیت زیادی دارد . کاکرافت و والتن (Cockroft and Walton) در کمبریج انگلستان و اسلون و لارنس (Sloanand Lawrence) در امریکا مدارهایی طرح و درتحقیقات هسته ای مورد استفاده قراردادند .

شرح اجزا :

کویل تسلا در حقیقت ترانسفورمری با هسته هواست که شامل ۶ قسمت است :

۱) مبدل ولتاژاولیه:مبدل ولتاژاولیه یک ترانسفورماتورباهسته فلزی است

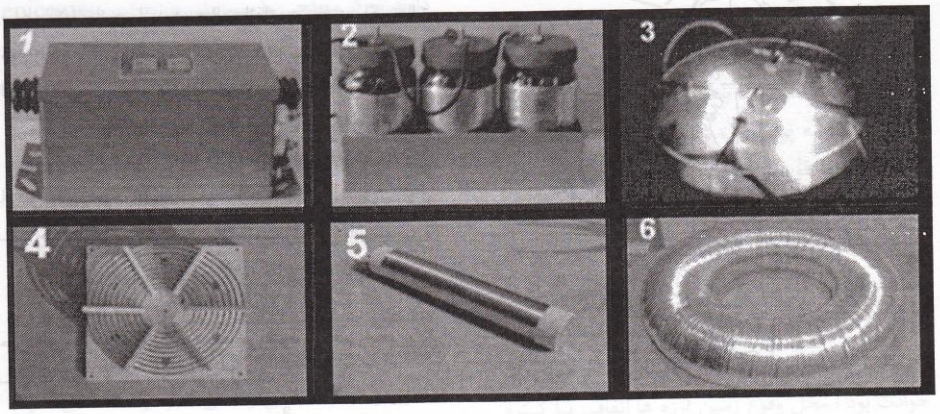
۲) خازن : خازن مورد استفاده در کویل تسلا از نوع ولتاژ بالاست که می تواند دست ساز و یا خریداری شده باشد .

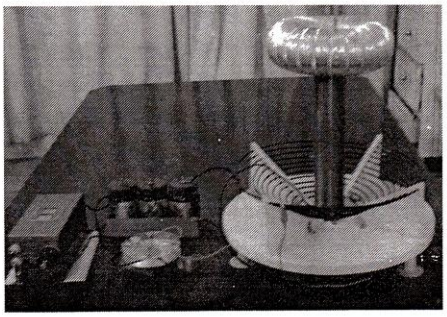
۳) فاصله جرقه : فاصله جرقه اساسا دو تکه سیم است که به فاصله معین ازیکدیگر قرار گرفته اند .

۴) سیم پیچ اولیه : سیم پیچ اولیه ۱۰ تا ۱۵ دور سیم ضخیم می باشد که به مرکزیت سیم پیچ ثانویه پیچیده میشود

۵) سیم پیچ ثانویه : سیم پیچ ثانویه شامل صدها دور سیم نمره پائین است که به دور استوانه پیچیده می شود .

۶) گوی‌تخلیه:کره‌ای آلومینیومی که تخلیه الکتریکی‌ازآنجاصورت میگیرد.



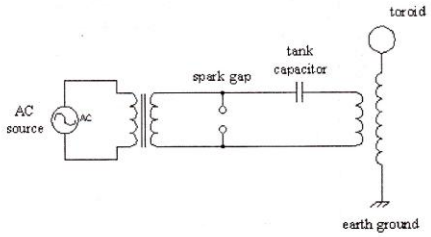


نحوه عملکرد بخش های مختلف سیم پیچ :

مبدل ، ولتاژ جریان برق شـــهر را کـه در حـدود ۲۲۰ ولت است تا ۷۵۰۰ ولت افزایش می دهد . این انـرژی برای شارژ کردن خازن مورد استفاده قرار می گیـــرد ، خازن با سیم پیچ اولیه به صورت ســری متصـل و بـه خروجی مبدل ولتاژ وصل می شود . هنگامی که ولتـاژ به اندازه کـافی بـالا رفـت تـا در فاصلـه جرقـه قـوس الکتریکی رخ دهد ، قوس الکتریکی ایجاد شده فاصلـه جرقه را می بندد و مدار میان خازن سیم پیچ اولیـه را با اتصال کوتاه دو سر مولد ولتاژ کامل می کند . قوس الکتریکی ایجاد شده هوای اطراف را یونیزه می کنـد و موجب می شود که هوای اطراف رساناتر گردد . بدین ترتیب تمام انرژی ذخیره شده در خازن در سیم پیـــچ اولیه تخلیه می گردد .

روند شارژ شدن خازن ، اتصال فاصله جرقـه و تخلیـه خازن در سیم پیچ ثانویه مرتبا تکرار می شود . فاصلـه جرقه با بسامد ۱۲۰ تا ۱۰۰۰ هرتز نوسان می کند که ۱۲۰ هرتز بیشترین میزان بازده را دربـر دارد . وقتـی که انرژی به سیم پیچ اولیه انتقال یـافت یـک میـدان الکترومغناطیسی در اطراف سیم پیچ ثانویه ایجاد مـی گردد . سیم پیچ ثانویه این انرژی را جذب می کنـد و ولتاژ را افزایش می دهد . ولتاژ حاصل می تواند تا صد ها هزار ولت برای سیم پیچ های کـوچـک و تـا چنـد میلیون ولت برای سیم پیچ های بزرگ افزایش یابد .

سیم پائینی سیم پیچ ثانویـه را بـه زمیـن وصـل مـی کنند . این عمل در حقیقت وصل کـــردن صفحـه دوم خازن مجازی است به ســیم پیـچ کـه در بخـش بعـد مفصل توضیح داده می شود . سیم بـالایی سـیم پیـچ نیز به گوی تخلیه متصل می شود . بدین ترتیب گوی تخلیه و زمین تشکیل یک خازن می دهند و کل سیم تبدیل به یک مدار LC می شود .



مدارهای LC و نحوه ی نوسان سیم پیچ :

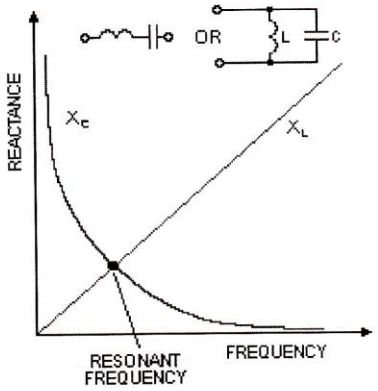
سیم پیچ تسلا از دو مدار LC تشکیل شده است . هر دو مدر LC بایستی با یک بسامد خـاص و ثـابت کـار کننـد تـا عمـل تشـدید رخ دهـد و حداکـثر بـهره از دستگاه برده شود . اولیـــن مـدار LC شـامل خـازن ، سیم پیچ اولیه و فاصله جرقه است . و مـــدار LC دوم از سیم پیچ ثانویه و گوی تخلیه تشکیل شده است .

به طورکلی مدارهای LC از دو قسمت ســلف (سـیم پیچ) و خازن تشکیل می شوند . یک مدار LC وقتی شروع به نوسـان مـی کنـد کـه اندوکتـانس سـلف بـا راکتانس خازن در بسامد خاص برابر باشد .

راکتانس بـــه مقـاومت دربرابـر جریـان متنـاوب‌گفتـه می شود .

جریان متناوب همواره در حال تغییر است چرا که بـه صورت موج سینوسی است و انتقـال مـی یـابد . بـاید توجه داشت که سلف در برابر جریان از خود مقـاومت نشان می دهد و خازن در برابـر اختـلاف پتانسـیل . راکتانس به ســادگی ی مقـاومت الکـتریکی رسـانا در برابر جریان DC نیست . مقاومت الکـــتریکی در برابـر

جریان DC مقـاومت در برابـر حرکـت الکترونهاسـت مقاومت در برابر تغیـیرات ولتـاژ یـا جریـان راکتـانس خازن و اندوکتانس سلف بر پایه خـاصیت الکـتریکی و بسامد کارمدارشان نهاده می شود . شـکل زیـر رابطـه بیـن فرکـانس (f) ، اندوکتـانس (X_L) و راکتـانس (X_C) نشان می دهد همان طـور کـه در شـکل زیـر مشخص است فرکانس بسامد مـدار در نقطـه برخـورد نمودارهای X_L و X_C است .



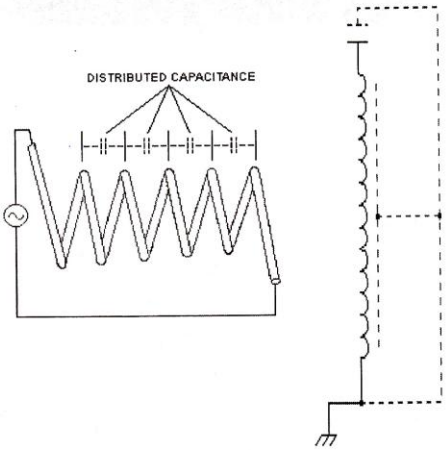
وقتی که اندوکتانس و راکتـانس بـا هـم برابـر باشـند (یعنی همان محل برخورد دو نمودار در شکل ۴) هـر دو بخش مدار LC یعنی سلف و خازن از یـک مـدت زمان برای شارژ و تخلیه شدن برخوردار خواهند شـد . این موضوع بدین معنی است که زمانی که طـول مـی کشد تا خازن در سلف تخلیه شود با زمانی کـه سـلف در خازن تخلیه می گردد برابر است

$$X_C = \frac{1}{C\omega} \qquad X_L = L\omega$$

$$X_C = X_L \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = L\omega \rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

در مدار LC دوم ، گوی تخلیه یـک صفحـه از خـازن مجازی است و صفحه دوم زمین خواهد بـود چـرا کـه یک سر سیم پیچ ثانویه را به زمین وصل کـرده ایـم . گوی تخلیه باید ظرفیت خازنی صحیحی داشته باشـد چرا که مدار LC دوم نیز باید در فرکـانس مـدار LC اول کار کند تا عمل تشـدید رخ دهـد . لازم بـه ذکـر است که سـیم پیـچ ثانویـه خـود نـیز دارای ظرفیـت خازنی است . حتی سیمی که سیم پیـچ را بـه زمیـن متصل می کند نـیز دارای ظرفیـت خـازنی اسـت کـه مقدار بسیار کوچکی را شامل می شود. امـا در بسـامد های بالا همین مقـدار کـوچـک در عملکـرد دسـتگاه تاثیری بسیار شگرفی مـی گذارد تصویـر هـای ۵ و ۶ توزیع خازن را در سـیم پیـچ ثانویـه و مـدار LC دوم نشان می دهد .



منابع :

اصول‌ومبانی‌الکترونیک‌مایکل فولی‌ترجمه‌رضاخوش کیش

CRC HomdBook of Chemistoy and Physics,ChemicalRubber PublishingCo

http : //www . alansharps . co . uk

http://bellsouthpwponet/B/u/Bunnykiller/howwrks.html

http : // peeceebee.home .mindspcing . com / id.html

اجاقهای میکرو ویو

در بیست ساله اخیر ، اجاقهای میکروویو حضوری فراگیر پیدا کرده اند . فن آوری میکروویو ما را قادر می سازد که غذا را بسیار سریعتر از اجاقهای معمولی بپزیم یا گرم کنیم . شاید این پرسش به ذهن شما خطور کرده باشد که اجاقهای میکروویو چگونه می توانند غذا را با این سرعت گرم کنند ؟ میکروویو که شکلی از انواع تابش الکترومغناطیسی است به وسیله ماگنترون magnetron تولید می شود که در زمان جنگ جهانی دوم همزمان با توسعه فن آوری رادار اختراع شد . ماگنترون استوانه ای تو خالی است که میدان مغناطیسی نعلی شکل قرار دارد . در مرکز استوانه میله ای کاتدی قرار دارد و دیواره استوانه هم به عنوان آند عمل می کند . وقتی استوانه گرم می شود ، کاتد الکترونهایی گسیل می کند که آنها هم به سوی دیواره استوانه حرکت می کنند . نیروی حاصل از میدان مغناطیسی سبب می شود تا الکترونها در مسیری دایره ای بچرخند . این حرکت ذرات باردار با بسامد ۲/۴۵ گیگا هرتز میکروویوی مناسب پخت تولید می کنند . یک " هدایت کننده موج " میکروویوها را به سوی محفظه پخت هدایت می کند . و پره های یک باد بزن هم سبب پخش میکروویوها به تمام قسمت های اجاق می شود . عمل پخت در اجاق میکروویو ناشی از بر هم کنش مولفه میدان الکتریکی تابش با ملکول های قطبی (عمدتا آب) موجود در غذا ست . تمام ملکول ها در دمای اتاق می چرخند . اگر بسامد تابش و بسامد حاصل از چرخش مولکولی مساوی باشند ، انرژی می تواند از میکروویو به مولکول قطبی منتقل شود و در نتیجه مولکول می تواند سریعتر بچرخد . بسامد ۲/۴۵ گیگا هرتز برای افزایش انرژی چرخشی مولکولهای آب بسیار مناسب است . اصطکاک ناشی از چرخش سریع مولکول های آب سرانجام سبب گرم شدن مولکولهای غذایی احاطه کننده مولکول های آب می شود . دلیل اینکه اجاقهای میکرو ویو میتوانند غذا را این چنین سریع بپزند ، این است که تابش به وسیله مولکولهای غیر قطبی جذب نمی شود : بنابراین می تواند هم زمان به قسمت های مختلف غذا برسد (میکروویوها ، بسته به مقدار آب موجود در غذا ، می توانند تا عمق چند سانتی متر در غذا نفوذ کنند) . در یک اجاق متعارف ، گرما از طریق رسانش فقط تا مغز غذا می تواند اثر کند و این امر به وسیله انتقال گرما از مولکول های هوای داغ به مولکولهای سرد تر غذا در اجاق چند لایه صورت می گیرد که البته فرایند بسیار کندی است . تذکر نکات زیر در کار کرد یک اجاق میکروویو سودمند است : مواد پلاستیکی و ظرف های پیرکس چون در بر گیرنده مولکول های قطبی نیستند ، تحت تاثیر تابش میکروویو قرار نمی گیرند (برخی مواد پلاستیکی که از گرمای غذا ذوب می شوند ، نباید در اجاقهای میکروویو مورد استفاده قرار گیرند) . فلزات ، بازتاب دهنده میکروویوها هستند : بنابراین همچون حفاظی برای غذا محسوب می شوند و حتی ممکن است آنقدر انرژی را به گسیل کننده میکروویو باز گردانند که سبب افزایش بار آن شوند . چون میکروویوها می توانند در فلزات جریانی القا کنند : لذا ممکن است سبب ایجاد جرقه هایی میان محفظه و جداره داخلی اجاق شوند .

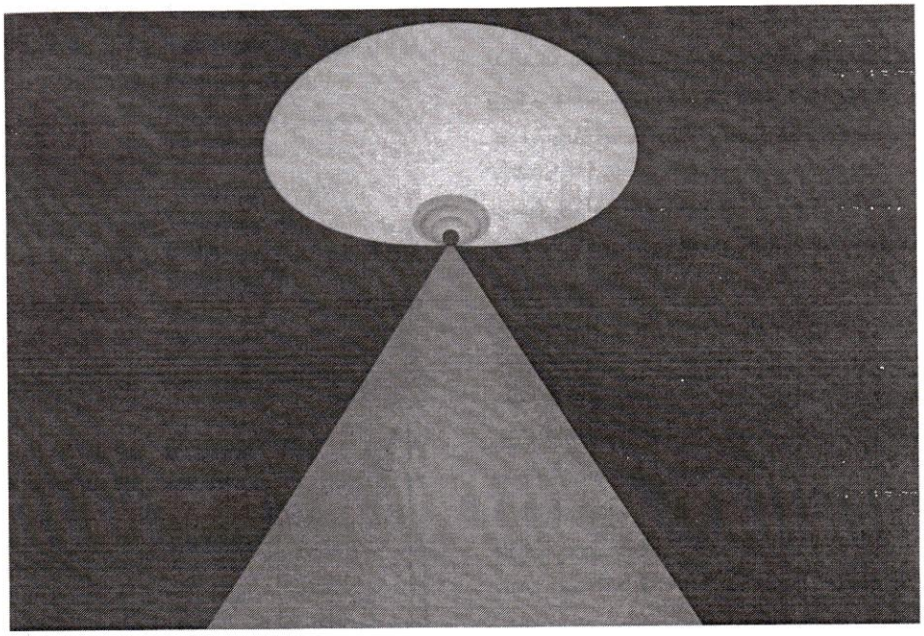
بمب های الکترومغناطیسی

سلاح تازه ای که ساخت آن بسیار ساده و تاثیر آن کاملا گسترده است ، نگرانی هایی را برای دانشمندان و دولتمردان به وجود آورده است . به نوشته هفته نامه علمی نیوساینتیست این سلاح موثر"بمب الکترومغناطیسی" نام دارد که اساس و عصاره آن چیزی نیست جز یک پرتو شدید و آنی از موجهای رادیویی یا مایکروویو که قادر است همه مدارهای الکتریکی را که در سر راهش قرار گیرد ، نابود سازد . در دورانی که بافت و ساخت تمامی جوامع تا حدود بسیار زیادی به دستاوردهای علمی از نوع الکترونیکی وابسته است و همه امور از تجهیزات بیمارستانها تا شبکه های مخابراتی و از رایانه های بانکها و موسسات بزرگ مالی یا نظامی تا دستگاههای نظارت ومراقبت ، نحوه کار ماشین ها و ادوات صنعتی همگی متکی به ساختار های الکترونیک هستند ، کاربرد بمب های الکترو مغناطیس می تواند سبب فلج شدن روند زندگی در مناطق بزرگ مسکونی شود.به اعتقادبرخی کارشناسان به نظرمی رسدکشور های پیشرفته پیشاپیش چنین سلاحی را تکمیل کرده اند و حتی برخی بر این باورند که ناتو در جریان جنگ علیه صربستان از این بمب ها برای تخریب دستگاههای رادار صربها بهره گرفته است . توجه به بمب های الکترومغناطیس حدود نیم قرن قبل مطرح شد . متخصصان در آن هنگام به این نکته توجه کردند که اگر بمبی هسته ای منفجر شود ، امواج الکترومغناطیسی که در اثر انفجار پدید می آید تمامی مدارهای الکترونیک را نابود می سازد . اما مسئله این بود که به چه ترتیب می توان موج انفجار را ایجاد کرد بدون آنکه نیاز به انجام یک انفجار هسته ای باشد ؟

دانشمندان می دانستند که کلید حل این مسئله در ایجاد پالسهای (تپ های) الکتریکی با عمر بسیار کوتاه و قدرت زیاد نهفته است . اگر اینگونه پالسها به درون یک آنتن فرستنده تغذیه شوند ، امواج الکترومغناطیس قدرتمندی در(بسامدهای) مختلف از آنتن بیرون می آیند . هر چه بسامد موج بالاتر باشد ، امکان تاثیر گذاری آن بر مدارهای الکترونیک دستگاه ها بیشتر خواهد شد . بزودی این نکته روشن شد که مناسب ترین امواج الکترومغناطیس برای ساخت بمب های الکترومغناطیس امواج با فرکانس در حدود گیگا هرتز است . این نوع امواج قادرند به درون انواع دستگاه ها ی الکترونیک نفوذ کنند و آنها را از کار بیندازند . برای تولید امواج با فرکانس گیگا هرتز نیاز به تولید پالسهای الکترونیکی بود که تنها ۱۰۰ پیکو ثانیه تداوم پیدا کنند . یک شیوه تولید این نوع پالسها استفاده از دستگاهی به نام "مولد ژنراتور مارکس " بود . این دستگاه عمدتا از مجموعه بزرگی از خازن ها ساخته شده است که یکی پس از دیگری تخلیه می شوند و نوعی جریان الکتریکی موجی شکل بوجود می آورند . با گذراندن این جریان از درون مجموعه ای از کلیدهای بسیار سریع می توان پالس هایی با دوره زمانی ۳۰۰ پیکو ثانیه تولید کرد . با عبور دادن این پالس ها از درون یک آنتن ، امواج الکترومغناطیسی بسیار قوی تولید می شود . مولد های مارکس سنگین هستند اما می توانند پشت سر هم روشن شوند تا یک سلسله پالسهای قدرتمند را به صورت متوالی تولید کنند . این نوع مولد ها هم اکنون در قلب یک برنامه تحقیقاتی قرار دارند که بوسیله نیروی هوایی آمریکا در کانزاس در دست اجراست . هدف این برنامه جا دادن مولد های مارکس روی هواپیما های بدون خلبان یا در درون بمب ها و موشک هاست تا از این طریق نوعی " میدان مین الکترومغناطیس " برای مقابله با دشمن ایجاد شود . اگر هواپیما یا موشک دشمن از درون این میدان مین الکترومغناطیس عبور کند ، بی درنگ نابود خواهد شد . اگر لازم باشد تنها یک انفجار عظیم به انجام رسد ، به دستگاهی نیاز است که بتواند یک پالس الکترونیکی بسیار قدرتمند را به وجود آورد این کار را می توان با استفاده از مواد منفجره متعارف نظیر " تی .ان .تی " انجام داد .

دستگاهی که این عمل را به انجام می رساند ، " متراکم کننده ی شار " نام دارد . در این دستگاه از انفجار اولیه یک ماده منفجره ی متعارف برای فشرده کردن یک جریان الکتریکی و میدان الکترومغناطیسی تولید شده بوسیله آن استفاده می شود . زمانی که این جریان فشرده شد ، به درون یک آنتن فرستاده می شود و یک موج الکترومغناطیس بسیار قدرتمند از آنتن بیرون می آید . نیوساینتیست می افزاید : از جمله طرح هایی که برای کاربرد این دستگاه در نظر گرفته شده ، جا دادن آنها در بمبهایی است که از هواپیما به پایین پرتاب می شود و نصب آنها در موشکهای هوا به هوا ست . امتیاز بزرگ بمب های الکترومغناطیس در دو نکته است : نخست آنکه این بمب ها مستقیما جان انسانها را به خطر نمی اندازند و تنها بر دستگاههای الکترونیک اثر می گذارند : و نکته دوم آنکه ساخت آنها بسیار ساده است . بمب های الکترومغناطیس در صورتی می توانند بالاترین خسارت را وارد آورند که بسامد امواجشان با بسامد دستگاههایی که به انها وارد می شوند یکسان باشد . بنابراین برای ایجاد مصونیت در دستگاههای الکترونیکی که در مراکز حساس کار می کنند ، می توان طراحی مدارها را به گونه ای انجام داد که اولا میان بخشهای مختلف ، سپرهای محافظتی موجود باشد و ثانیا در ورودی این قبیل دستگاهها صافیها و سنجنده هایی را قرار داد که بتوانند علامت های مورد نیاز و امواج حاصل از انفجار را تشخیص دهند و مانع ورود این گونه امواج شوند .

با تشکر از مهندس اصغر صمیمی



نمودارى براى مقاومت هاى موازى

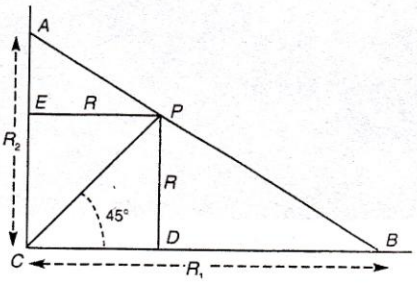
اگر مقاومت معادل دو مقاومت R_1 و R_2 را که به طور موازی به هم وصل شده اند با R نشان دهیم می توان با روش ترسیمی زیر این مقاومت معادل را یافت : ابتدا دو مقاومت R_1 و R_2 را به ترتیب روی محور x و y مشخص و خط AB را رسم می کنیم . سپس نیمساز ربع اول را طوری می کشیم که تا خط AB را در نقطه P قطع کند هر کدام از مختصات این نقطه اندازه مقاومت معادل را مشخص می کند .با این روش حتی می توان هر کدام از مقاومت های R_1 و R_2 و R_3 را با در دست داشتن دو مقاومت از این سه مقاومت به دست آورد . با استفاده از تشابه مثلث ها می توان دلیل این امر را به درستی در یافت :

$$A\hat{B}C \approx PBD \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_1 - R}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1 - R}{R} = \frac{R}{R_2 - R} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$C\hat{A}B \approx EAP \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_2 - R}{R}$$

می توان از معادله وتر AB یعنی $Y = R_1 - \frac{R_1}{R_2}x$ استفاده کرد که مقدار x و y در نقطه ی p هر دو برابر با R است و جایگذاری ی آن در رابطه می توان به رابطه ی اصلی رسید .



نقش فراموش شده آزمایشگاه در تدریس فیزیک

حمید مصطفی نژادیان

تقریبا از اوایل پیروزی انقلاب بحث تغییر نظام آموزشی کشور در محافل فرهنگی و آموزشی یکی از بحث های داغ و رایج بود و همه دلسوزان فرهنگی نظام معتقد بودند که تغییر در نظام آموزشی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است .

عمده ایرادات به نظام آموزشی گذشته تاکید بیش از حد بر محفوظات و عدم توجه به فعالیت های عملی و آزمایشگاهی بود که البته انتقادی به حق و به جا بوده است . آنچه به خاطر دارم از دوران تحصیلات ابتدایی و متوسطه (نظام ۶،۶) هیچگاه پایمان به آزمایشگاه نرسید و حتی یک وسیله آزمایشگاهی را از نزدیک مشاهده نکردیم و آنچه خواندیم فقط تئوری بود . قبل از تغییر در نظام آموزشی متوسط در کارنامه ی دانش آموزان درسی به نام آزمایشگاه وجود داشت و یکساعت در هفته نیز به آن اختصاص یافته بود که اغلب به یکی از دو درس فیزیک یا شیمی اختصاص می یافت و در پایان هر سه ماهه نیز نمره ای به عنوان آزمایشگاه به دانش آموزان داده می شد که بیشتر برای بالا بردن معدل بود و هر معلمی به سلیقه ی خود و بر اساس تجربیات شخصی برای فهم بیشتر مطالب آزمایشهایی را برای دانش آموزان انجام می داد که البته در این مورد الزامی وجودنداشت وبقول یکی از دبیران قدیمی (البته موفق) گروهی نیز هر از گاهی یک آینه درسرکلاس به دانش آموزان نشان می دادند تا حد اقل شکل ظاهری آن را مشاهده کنند

بعد از تغییر نظام آموزشی و تبدیل آن به نظام ترمی – واحدی چون یک واحد مشخص بعنوان آزمایشگاه منظور شده بود و الزاما بایستی دانش آموزان ۳ ساعت در هفته به آزمایشگاه می رفتند در این زمان مدیران به تجهیز آزمایشگاه مدارس همت کردند و از بودجه مدارس قسمتی به خرید وسایل آزمایشگاهی اختصاص یافت .تعداد زیادی از مدارس دارای یک آزمایشگاه در خور توجه شدند. کارگاههای ساخت وسایل آزمایشگاهی رونق گرفت و عده ای برای به دست گرفتن بازار دست به ابتکار های تازه در ساخت وسایل زدند و یک بازار کاملا رقابتی ایجاد شد وعده ای نیز متمایل شدند که در این زمینه سرمایه گذاری کنند و شرکت های بزرگ ساخت وسایل آزمایشگاهی مانند صنایع آموزشی که ۷۵٪ سهام آن متعلق به آموزش و پرورش است برای عقب نماندن از قافله مجبور شدند کیفیت وسایل ساخت خود را افزایش دهند و معلم هایی که تا آن زمان دستشان برای انجام آزمایش و کارهای عملی میلرزید مجبور شدند به این کار بپردازند و حتی دوره های ضمن خدمت متعددی برای کلیه معلمان برای آشنایی با آزمایش های مورد نیاز کتابهای درسی برگزار شد .

در این دوران وزارت آموزش و پرورش نیز ولخرجی کرد و در بودجه ادارات کل و نواحی و مناطق ردیفی به خرید وسایل آزمایشگاهی اختصاص یافت و تعدادی وسایل آزمایشگاهی برای مدارس خریداری شد .

و تقریبا همه ساله آزمایشگاههای مدارس به یک سری وسایل جدید تجهیز می شدند این روند ادامه داشت (هنوز آثار آن وجود دارد و بسیاری از وسایل آزمایشگاهی مدارس یادگار این دوران است) تا اینکه مسئولین وزارتخانه یک شبه تصمیم گرفتند نظام را از ترمی –واحدی به سالی واحدی تغییر دهند و اولین ضربه به پیکر آزمایشگاه وارد شد و درس آزمایشگاه ضمیمه فیزیک گردید و چون نمره اختصاصی نداشت تعداد زیادی از معلمان ترجیح دادند وقت خود را بیشتر به تئوری اختصاص دهند تا آزمایشگاه و حداکثر برای دانش آموزان سال سوم نتایج آزمایش ها را دیکته کنند . مدیران مدارس نیز رغبتی برای اهمیت دادن به آزمایشگاه و تجهیز آن از خود نشان نمی دهند بخصوص با غول کنکور که سایه آن بر کل پیکره آموزش و پرورش سنگینی می کند ، و معلمان موفق آنهایی هستند که در گذر دانش آموزان از این پل صراط هر چند با انباشتن محفوظات موفق باشند دیگر دغدغه پرداختن به آزمایشگاه به بوته فراموشی سپرده شده است .

از طرف دیگر با رکودی که در ساخت وسایل آزمایشگاهی از هنگام اجرای نظام سالی واحدی ایجاد شده هیچ طرح ابتکاری در این خصوص دیده نمی شود و حتی بودجه خرید وسایل آزمایشگاهی توسط ادارات صرف هزینه های دیگر می شود در وضعیت فعلی با نگاهی گذرا به مطالب کتابهای درسی و وسایل آزمایشگاهی موجود در مدارس و حتی آزمایشگاههای مرکزی مشاهده می شود که عملا انجام آزمایش برای بسیاری از مفاهیم درسی مقدور نمی باشد . که در زیر بدان اشاره می شود

۱- کتاب فیزیک و آزمایشگاه ۱

فصل اول : فقط یک آزمایش آونگ بیان شده است که اگر سطح شیب دار و حرکت نوسانی فنر را به آن اضافه کنیم در یک جلسه یک ساعته قابل انجام است

فصل دوم : آزمایش رسانش گرمایی جامدات و مایعات عینا در کتاب علوم تجربی سال دوم راهنمایی بیان شده و تکرار آن مطلب تازه ای به دانش آموز نمی دهد . در این فصل آزمایش تعادل گرمایی و عوامل موثر بر مقدار گرما قابل انجام است .

فصل سوم : آزمایش الکتریسیته ساکن (اثر بارها بر یکدیگر و کار با الکتروسکوپ) و جاری (اهم) در کتاب علوم تجربی سال سوم عینا آمده است که اگر در مقطع راهنمایی بخوبی آموزش داده شود تکرار آن چندان لذتی در دانش آموز ایجاد نمی کند

فصل چهارم : آزمایش تشکیل سایه و نیم سایه و انتشار نور به خط مستقیم و قانون های بازتاب ، تصویر در آینه های مقعر و محدب البته بدون جنبه

ریاضی در کتاب سال دوم راهنمایی بیان شده و آزمایش تصویر در آینه تخت در کتاب سال چهارم ابتدایی آمده است .
در این فصل می توان با اندازه گیری فواصل جسم و تصویر از آینه در آینه های مقعر فرمول آینه های کروی را اثبات کرد

فصل پنجم : شکست نورتجزیه ی نور سفید بوسیله ی منشور در دوره راهنمایی انجام شده است و فقط باید با اندازه گیری زوایای تابش و شکست ، قوانین شکست نور را اثبات کرد . این آزمایش های درسالهای اخیرازکتاب ها حذف شده بود و نیاز به وسایل و روش های جدید دارد دراین فصل آزمایش های موبوط به عدسی ها قابل انجام است

۲- کتاب فیزیک ۲

فصل اول : دو آزمایش یکی اندازه گیری مساحت کتاب درسی یعنی اندازه گیری طول با استفاده از خط کش و دیگری اندازه گیری جرم با ترازو بیان شده است واشاره ای به کار با کولیس و ریز سنج نشده است . و برای مفاهیم دیگر از جمله جمع و تفریق بردارها آزمایشی بیان نشده است

فصل دوم : برای بررسی حرکت یکنواخت و شتابدار روی خط راست فقط دو آزمایش که هر دو در رابطه با حرکت شتابدار است یکی مربوط به تعیین سرعت متوسط و دیگری شتاب متوسط بیان شده و درباره حرکت یکنواخت روی خط راست و سقوط آزاد اجسام آزمایشی بیان نشده است

فصل سوم : آزمایش اول مربوط به تعیین ثابت فنر است و آزمایش دوم مربوط به برآیند نیرو ها است که در واقع مربوط به فصل اول است و آزمایش سوم تخت هوا است که اکثر قریب به اتفاق مدارس فاقد آن هستند
آزمایش چهارم این فصل در رابطه با نیروی اصطکاک و عوامل موثر در آن است که به نظر می رسد ایجاد حرکت یکنواخت عملا امکان پذیر نیست و آزمایش به طور تقریبی انجام می شود

فصل پنجم : تعداد آزمایش ها در این فصل نسبت به حجم مطالب قابل ملاحظه است و بیشتر آنها از جمله تعیین چگالی اجسام مختلف ، اثر کشش سطحی، خاصیت موئینگی ، فشار درون مایعات قابل انجام است ولی آزمایش مربوط به جو سنج ساده ی جیوه ای را نمی توان انجام داد .

فصل ششم : در رابطه با گازها آزمایشی بیان نشده است و بیشتر مربوط به گرما است مانند ترمو الکتریک که قابل انجام است و تعیین ظرفیت گرمایی گرماسنج که با گرما سنج های موجود جواب مناسب به دست نمی آید و برای گرمای ویژه اجسام نیز مانند آزمایش قبل جواب قابل قبولی به دست نمی آید، در رابطه با انبساط ، فقط انبساط ظاهری و واقعی مایعات به شکل نمایشی بیان شده و می بایستی در رابطه با اندازه گیری ضریب انبساط خطی نیز آزمایشی بیان می شد .
مشاهده می شود در یک کتاب ۱۸۰ صفحه ای ۱۸ آزمایش بیان شده که اغلب نیزفقط مشاهده است.پاره ای نیز قابل انجام نیست در حالی که باید حد اقل ٪ ۲۰ حجم کتاب آزمایش باشد در خوش بینانه ترین حالت ٪ ۱۰ حجم این کتاب به آزمایش اختصاصی یافته است.

فیزیک سوم (ریاضی (سوم تجربی)

فصل اول : هیچگونه آزمایشی قابل انجام با وسایل موجود وجود ندارد

فصل دوم : (فصل اول تجربی) ۴ آزمایش بیان شده که در رابطه با مولد و اندوگراف و قانون کولن است که شماری از انها انجام پذیر نیست در رابطه با خازن ها هیچگونه آزمایشی بیان نشده است

فصل سوم (فصل دوم تجربی) : آزمایش اول یعنی اثرطول و سطح مقطع بر مقاومت رسانا به نظر می رسد قابل انجام نباشد زیرا تهیه یک قطعه سیم تنگستن و یا نیکروم بطول ۱/۵m یا ۱m و یا ۰/۵m و بعد قرار دادن آن در مدار امکان پذیر نیست آزمایش ۲ نیز چنین است

و فقط آزمایش ۳ انجام پذیر است

در آزمایش ۴ بهم بستن مقاومت ها بـه روش متوالـی بیان شده است که می بایستی مفصل تـر باشـد مثـلا شدت جریان در نقـاط مختلـف انـدازه گیـری شـود و قانون شدت جریان ها در مدار متوالی اثبات شود و یـا اختلاف پتانسیل هر یک از مقاومت ها انـدازه گیـری شود و قانون ولتاژ ها اثبات شود

دراین فصـل جـای آزمـایش مربـوط بـه بـهم بسـتن مقاومت ها به روش موازی خالی است که باید مشـابه آزمایش قبل انجـام شـود و قـانون ولتـاژ هـا و شـدت جریان ها در مـدار مـوازی نـیز بررسـی شـود . بـرای مدارهای انشعابی نیز آزمایشی طرح نشده است

فصل چهارم (فصل سوم تجربی) : در ایـن فصـل ۶ آزمایش بیان شده که پنج آزمایش قابل انجام اسـت ولی آزمایش ۶ با وسایل موجود قابل انجام نیست .

فعالیت های ۶ و ۷ نیز آزمایش محسـوب مـی شـود و قابل انجام است

فصل پنجم (فصل ۴ تجربـی): فقـط دو آزمـایش وجود دارد که قابل انجام است در فـیزیک دوره پیـش دانشگاهی فقط یک آزمایش بیان شده کـه بـا اگرواما همراه است و مسلما انجام نمی شود

و اما چند پیشنهاد

۱- بطور قانونمند قسـمتی از بودجـه ی مـدارس بـه خرید وسایل آزمایشگاهی اختصاصی یابد

۲- مانند گذشته سازمان و ادارات آموزش و پـرورش نسبت به تهیه وسایل آزمایشـگاهی و توزیـع انـها میان مدارس به خصوص مـدارس محـروم اقـدام کنند

۳- در دوره های راهنمایی و ابتدایی با توجه به اینکه کتابهای این دوره خصوصا دوره ی ابتدایی بیشـتر بر مبنای مشـاهده و آزمـایش اسـت بـه کارهـای عملی توجه بیشتری شود معـاونت هـای آمـوزش عمومی و مسئولین دوره های ابتدایی و راهنمایی وگروههای آموزشی با تشکیل جلسـاتی بـاانجمن های علمی فیزیک ، شیمی و زیست شناسـی بـه بررسی وضعیت آزمایشگاه مدارس بپردازند .

۴- وزارت آموزش و پرورش و سازمانهای آمـوزش و پرورش استانها با همکاری انجمن هـای علمـی و گروههای آموزشی و دبـیران توانمنـد نسـبت بـه تهیه فیلم های آموزشی در خصوص آزمایش های موجود در کتابهای درسی هر پایـه از ابتدایـی تـا پایان دوره متوسطه و پیش دانشگاهی اقدام کنند به طوری که کلیه آزمایش ها البته به تفکیک هـر پایه انجام شود و در معـرض دیـد دانـش آمـوزان قرار گیرد

۵- در روش فعال تدریس که در حال حـاضر انجـام آن توصیه می شود جای آزمایش خالی است این روش باید طوری طرح ریـزی شـود کـه تـوأم بـا انجام آزمایش باشد هر چند ساده و ابتدایی بـالا ، (کتاب علوم تجربی ابتدایـی تقریبـابراین اسـاس نوشته شده است)

۶- تهیه اسلاید و فیلم های علمی ، آموزشـی کـه در ابتدای تغییر نظام آموزشی متـداول شـده بـود و موثر نیز واقع می شد دوباره توسط وزارت خانه از سر گرفتـه شـود و پدیـده هـای بکـر موجـود در طبیعت که بر پایه قوانین فیزیکی استوار اسـت و همچنین کاربرد های این قوانین در صنعت بطـور عملی نمایش داده شود تا دانش آموزان اسـتفاده از یافته های علمی را بطور عینی مشاهده کنند .

۷- انجـام بـازدید هـای علمـی از کارخانجـات و کارگاهها برای دانش آموزان کلیـه ی پایـه هـای تحصیلی الزامی میشود . (حد اقل سالی دو بار)

۸- دبیران فیزیک و علوم تجربـی و آمـوزگاران دوره ی ابتدایـی بـه آزمـایش و آزمایشـگاه عنـایت بیشتری داشته باشـند و کمبـود هـا و نواقـص را اعلام کنند و برای حل آنها پیگیری هـای لازم را انجام دهند .

۹- در پایان پیشنهاد می شود مانند قبل در دوره ی دبیرستان درس فـیزیک و آزمایشـگاه از یکدیـگر جدا شوند .

در آزمایشگاه

آیا سفیدمی تواند سیاهتر از سیاه باشد؟

برای دریافت این موضوع ، روش ساده ی زیر وجود دارد ؟

مطلب را با آزمایش بسیار ساده ی زیر آغاز می کنیم . چند ورق کاغذ سیاه و سفید را در کنار هم قرار می دهیم و اتاق را کاملا تاریک می کنیم . بدیهی است که کاغذ ها را نمی بینیم ، زیرا به طور یکسان سیاه هستند .

به نظر می رسد که در هیچ شرایطی یک صفحه کاغذ سفید نمی تواند سیاه تر از یک صفحه کاغذ سیاه باشد . اما چون واقعیت چنین نیست سعی کنید که به آن بیندیشیدو با طرح آزمایشی ، نشان دهید که جسم سفید می تواند سیاه تر از جسم سیاه باشد . اما ابتدا مطلب زیر را مرور کنید :

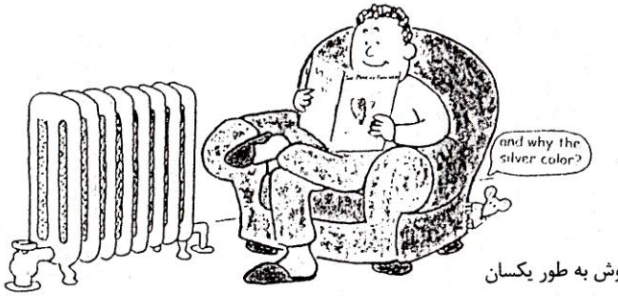
هر جسمی که همه ی تابش های فرودی را با هر بسامد و در هر دمایی جذب کند جسم سیاه نامیده می شود . می دانیم که این یک آرمان گرایی است زیرا در طبیعت مطلقا جسم سیاه یافت نمی شود . اجسامی که معمولا آنها را سیاه می نامیم (دوده ، کاغذ سیاه ، مخمل سیاه و غیره) در واقع خاکستری اند زیرا نور فرودی را به طور جزئی جذب و پراکنده می کنند . بنابراین برای پاسخگویی به این پرسش مثلا می توان صفحه کاغذ سفیدی را برداشت و با آن جسمی را ساخت که نزدیک به جسم سیاهی باشد که از کاغذ سیاه ، سیاه تر باشد . این راه حل تقریبا بدیهی و واضح به نظر می رسد . یک حفره ی کروی با یک سوراخ زیر می تواند مدل خوبی برای یک جسم سیاه باشد . اگر قطر سوراخ کوچکتر از $\frac{1}{10}$ قطر حفره باشد بر پایه ی محاسبات لازم پرتو نوری که وارد روزنه می شود فقط هنگامی می تواند خارج شود که چندین باز تابش وپراکندگی پیاپی را انجام داده باشد.

اما با هر برخورد پرتو به دیواره ی حفره مقداری انرژی جذب می شود بنابراین مقدار نوری که از حفره خارج می شودناچیز خواهد بود . از اینرو می توان گفت که روزنه ی حفره تقریبا همه ی بسامد های نور فرودی را درست مانند یک جسم سیاه جذب می کند. می توانید وسیله ی چنین آزمایشی را خود بسازید . چند قطعه مقوا را به هم بچسبانیدوجعبه‌ای بسازیدبه ابعاد تقریبی ۱۰ × ۱۰ × ۱۰ سانتیمتر که یک سر آن می تواند بازو بسته شود . داخل جعبه را با کاغذ سفید و سطح خارجی جعبه را با کاغذ سیاه عکاسی بپوشانید سپس سوراخی که قطرآن بیشتر از ۱۰ میلیمتر نباشد در سر جعبه ایجاد کنید شکل زیر پرداخت اول چنین جعبه ای را نشان می دهد .

برای انجام آزمایش ، سر جعبه را در معرض تابش نور یک لامپ چراغ مطالعه بگذارید.دراین صورت سوراخ ، سیاه تر از سر جعبه (سیاه) به نظر می رسد . اگر سر جعبه را باز کنید همه خواهند دید که درون جعبه کاغذ سفیدی است که به راستی سیاه تر از سیاه به نظر می رسد .

این پدیده را می توان به روش ساده تری مشاهده کرد یک فنجان چینی سفید را بگیرید و آن را با کاغذ سیاهی بپوشانید . حال در سر فنجان یک سوراخ ریز ایجاد کنید نتیجه آزمایش عملا مثل آزمایش پیش خواهد بود .

پرسش دلگرم کننده :



رادیاتورهای شوفاژ آب گرم ، گرمای مطبوعی در درون ساختمان ایجاد می کنند و چرا به رنگ نقره ای ؟

این رادیاتورها بیشتر از هر روش به کدام روش اتاق را گرم می کند ؟

الف) رسانایی ب) همرفتی ج) تابش د) با هر سه روش به طور یکسان

پاسخ : (ب) درست است .

دمای پره های رادیاتور در اثر عبور آب داغ بالا می رود . هوای نزدیک پره ها از راه رسانایی گرم می شود و به بالا می رود و هوای سرد جای آن را میگیرد . این هوا هم داغ می شود و فرایند ادامه می یابد .

برای داشتن گرمای مطبوع دمای دیوار ها از دمای هوای اتاق مهم تر است (دیواره ها از راه رسانش گرما را از هوای همرفتی شده دریافت می کنند) اگر دیواره ها گرم باشند خالص انرژی گرمائی که بدن ما تابش می کند کاهش می یابد . پس هم رسانش و هم تابش در راحتی ما نقش کلیدی دارند ، ولی در مورد رادیاتور ، هم رفتی نقش تعیین کننده دارد . شاید هم بهتر باشد آن را هم روبنده بنامیم .

معمولا رادیاتور ها را به رنگ نقره ای ی بازتابنده رنگ می کنند تا میزان تابش کم شود و پره های آن داغ تر از حالت بی رنگی بشوندو داغ تر هم بمانند . در این حالت توان آنها برای ایجاد همرفتی بیشتر می شود .

مدل ساده ای برای امواج الکترومغناطیس

اورستد نشان داد هر گاه جریان الکتریسیته از یک رسانا بگذرد پیرامون آن میدان مغناطیسی پدیدمی آید . فارادی کشف کرد چگونه با تغییر میدان مغناطیسی در یک رسانا ، جریان الکتریسیته تولید می شود . اما تا آن زمان هنوز نظریه ی واحدی برای بیان رفتار مشترک پدیده های الکتریکی و مغناطیسی وجود نداشت . این موضوع با کشف معادلات ماکسول فراهم شد . این معادلات از لحاظ ریاضی توضیح می دهند که چگونه تغییر میدان مغناطیسی (B) همواره به وجود اورنده ی میدان الکتریکی (E) و تغییر میدان الکتریکی سبب تولید میدان مغناطیسی می شود . افزون بر این ماکسول با به کار گیری ی معادلاتش به طور کلی پدیده ی جدیدی به نام امواج الکترومغناطیسی را پیشگویی کرد . او ادعا کرد که نوسان های میدان الکتریکی و مغناطیسی در فضا به صورت امواجی که حامل انرژی هستند منتشر می شوند . انتشار این امواج در اثر حرکت شتابدار بار الکتریکی است . این نتایج به طور خلاصه در شکل های زیر نشان داده شده است .

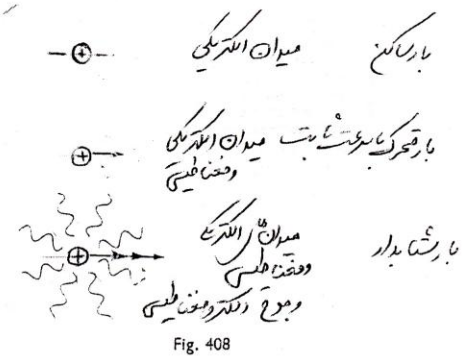


Fig. 408

معادلات ماکسول همچنین پیش بینی کرد که سرعت انتشار امواج الکترومغناطیس دقیقا برابر با سرعت نور است که قبلا دانشمند دیگری به نام فیزو آن را اندازه گیری کرده بود . ماکسول نتیجه گرفت که نور هم باید نوعی تابش الکترومغناطیس باشد .

تا آن زمان هیچ شاهد تجربی که وجود امواج الکترومغناطیسی را تائید کند وجود نداشت و هیچکس نتوانسته بود این امواج را با استفاده از ابزار الکترومغناطیسی تولید کند . در سال ۱۸۸۸ چند سال پس از درگذشت ماکسول ، دانشمند دیگری به نام هرتز با استفاده از یک مدار الکتریکی که شامل سیم پیچ القایی بود خواص امواج الکترومغناطیس را بررسی کرد . مدار مطابق شکل زیر از دو صفحه تخت و دو کره کوچک تشکیل شده است.فرستنده ی هرتزازیک‌شکاف‌جرقه‌زن تشکیل شده است که به وسیله ی دو رشته سیم به صورت موازی به صفحات خازنی متصل می شود . هر تپ گسیل شده از قرقره ی القا خازن را چنان شارژ می کند که نارسانای میان دو کره ی کوچک را دستخوش پدیده ی فروشکست می کند و خازن در هوای یونیده تخلیه می شود . در اثر این عمل یک جریان نوسانی ی میرا با بسامد تقریبی ۵۰ MHZ بوجود می آید. اگر پیش بینی ی ماکسول درست می بود این دستگاه باید به عنوان یک فرستنده ی امواج الکترومغناطیسی عمل کند. هرتز،گیرنده ی خود را به شکل حلقه ی سیمی که دارای شکاف کوچکی است انتخاب کرد و دید که با روشن شدن قرقره ی القا در حلقه ی سیمی ی شکاف دار که در چند متری ی فرستنده قرار دارد جرقه های کوچکی زده می شود هرتز نشان داد که امواج رادیویی از روی صفحات فلزی باز تابش می یابند و با گذشتن از منشور عظیم ساخته شده از نیم تن اسفالت شکست می یابند و بنابراین مانند نور عمل می کنند . به جای دو صفحه فرستنده و گیرنده هرتز امروزه از آنتن استفاده می کنیم .

معادلات ماکسول به نحو شایسته ای می توانند امواج الکترومغناطیسی را توصیف کنند . اما این معادلات

برای کسانی که ریاضیات پیشرفته را نمی دانند کـاملا بی معنا هستند .

اگراین‌موضوع‌راباورنداریداین شما و این هم معادلات :

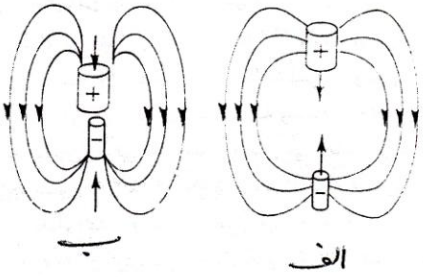
$$CurlE = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (۳)$$

$$divD = \rho \ (۱)$$

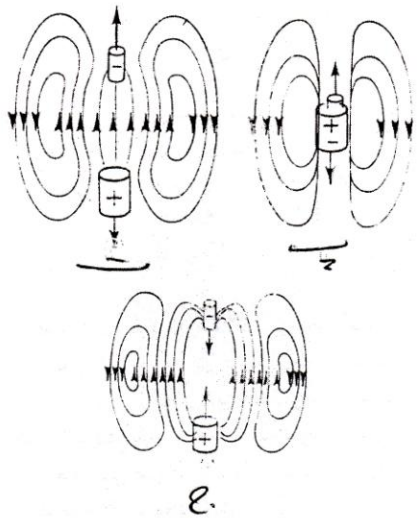
$$\text{div } B = 0 \ (۲) \qquad CurlH = i + \frac{\partial D}{\partial t} = 0 \quad (۴)$$

اما مایوس نشـوید هنگامـی کـه فـارادی بـا معـادلات ماکسول روبرو شد به ماکسول نوشت : " عالیجناب اگر به پرسش من پاسخ دهید بسیارخوشحال خواهم شد . اگر ریـاضیدان در پژوهـش دربـاره ی کنـش هـای فیزیکی سرانجام به نتایجی برسد ، ایا امکان دارد ایـن نتایج را با زبانی عامه پسند چنان بیان کند کـه مـانند روابط ریاضی ، کامل و واضح باشند ؟"

حتی اگر پاسخی که به فـارادی داده مـی شـد منفـی باشد ، در برخی مـوارد مـی تـوان بـا انتخـاب الـگوی مناسب تصویر روشنی از یک فرایند پیچیـده فـیزیکی را ارائه کرد . مدل زیر از ان جمله است . مطابق شکل زیر دو استوانه بـا بارهـای (+) و (-) در راسـتای قـائم حرکت نوسـانی سـاده دارنـد . اسـتوانه بـا بـار منفـی می تواند از داخل استوانه دیگر بگذرد .



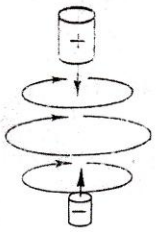
الف



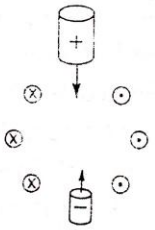
ب

در وضعیت (الف) در حالیکه استوانه هـا از هـم کـاملا دور هستندناگهان به سوی یکدیگر شروع بـه حرکـت می کنند.

در وضعیت (ب) استوانه ها به هم بسیار نزدیـک شـده اند اما هنوز خطوط نیرو به انـها ختـم مـی شـود . در وضعیت (پ) استوانه هـا روی یکدیـگر جـای دارنـد ، بنابراین میدان الکتریکی بوجود نمی اورند اما خطـوط نیرو به یکباره مستهلک نمی شـوند بلکـه بـه صـورت حلقه های مسدودی در مـی اینـد و بـه سـوی خـارج حرکت می کنند . در وضعیت (ت) بارهـا از هـم جـدا شده اند و از یکدیگر دور می شوند و خطـوط نـیرو بـا سوی مخالف ظاهر می شوند. در وضعیت (ث) بـار هـا مجددا از یکدیگر دور شده انـد . اگر حرکـت نوسـانی بارهای الکتریکی به سـوی بـالا و پـائین ادامـه یـابد ، الگوی حلقه های بسته ی در حـال گسـترش تشـکیل می شود . این حلقه ها با سرعت ثـابت 3×10^{8} m/s در فضا منتشر مـی شـوند امـا ایـن توصیـف نیمـی از داستان را بیان می کند زیرا ما تاکنون ذکـری از ایـن واقعیت که ذره باردار متحرک مولد میدان مغنـاطیس است نکرده ایم ، حرکت رو به پائین بار (+) و حرکـت روبه بالای بـار (-) هـر دو مطـابق شـکل زیـر میـدان مغناطیس یکسانی پیرامون بارها به وجود می آورند .



در موقعیت الف و ت میدان مغناطیسی بوجود آمده بر خلاف میدان الکتریکی حاصل در یکسو مـی باشـند . این میدان مغناطیسی وقتی تغییر سو می دهنـد کـه مطابق حالت (ث) بارها به هم نزدیک شـوند . خطـوط میدان مغناطیسی عمود بر خطـوط میـدان الکـتریکی اند و هر دو میدان بر محور انتشار عمودند .
برای سادگی ، خطوط میدان مغناطیسی را به صـورت نقطه (.) وضربدر (×) در شکل زیر مشخص کرده ایم .



مدل بالا شبیه اوضاع و شرایطی است که در یک آنتن فرستنده در اثر حرکت نوسانی بارها بوجود مـی آیـد . شکل زیر طرح چنین دستگاهی را نشان می دهد .

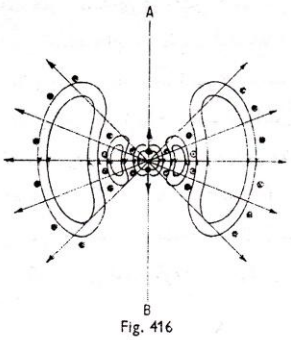


Fig. 416

باید توجه داشت که این الـگو بـاید سـه بعـدی باشـد بنابراین می توان تصور نمود کـه شـکل حـول محـور AB دوران می کند تا دونات های چند لایه ای که بـا سرعت نور در حال گسترش می باشند تشکیل شود .

مقیاس لگاریتمی با یک مثال سودمند

مقیاس شدت لگاریتمی به طور فراگیر با نجـوم (قـدر ستارگان) ، صوت (دسی بل) زلزله شناسـی (درجـه ریشتر) و موارد دیگر سر و کـار دارد . بـا وجـود ایـن بیشـتر دانـش آمـوزان در تسـلط بـر مفـهوم مقیـاس لگاریتمی مشکل دارند .
در این یادداشت توجه خود را به یک مـورد از کـاربرد مقیاس لگاریتمی معطوف می کنیم که آسان ، شـفاف و بسیار فهمیدنی باشد .
سادگی این مثال به حدی است کـه مزیـت و کـارآیی مقیاس‌لگاریتمی‌رابه‌آسانی‌محبوب‌دانش آموزان میکند.
با درک این مقیاس ساده ی لگاریتمـی مـی تـوان در مقایسه ی شدت های صوت از آن استفاده کرد .

یک مقیاس جالب لگاریتمی :

در مقاله ی " آمار نبرد های مرگبار [1] " نوشـته بریـان هایس ، شرح یک مقیاس جالب لگاریتمـی را در مـی یابیم که در آغاز سده ی بیسـتم بـه وسـیله ل- ف . ریچاردسون معرفی شده است . هایس می نویسد :
ریچاردسون برای سامان بخشیدن بـه دانسـته هـایش (در تعداد تلفات جنگ ها) نظری سر نوشـت سـاز را از نجوم به وام گرفت . وی جنگ ها و دیگر نبرد هـا را بر حسب مرتبه ی بزرگی آنها یعنـی لگاریتـم پایـه ده تعداد کل تلفات طبقه بنـدی کـرد . بنـابراین نـبردی هراسناک که صد نفـر را بـه کشـتن مـی دهـد دارای بزرگی۲است وجنگی باتلفات یک میلیون نفر،بزرگی ۶ خواهدداشت.بزرگی‌ی‌کشتاری‌که فقط یک قربانی دارد

صفراست(زیرا۱ = ۱۰°).مقیاس لگاریتمی از آن رو برگزیده شد که تا حد زیادی جبران کمبود دانستنیهای لازم را بنماید . هر چند تعداد کل تلفات به ندرت به طور دقیق معلوم می شودولی میتوان لگاریتم رادرمحدوده ی (۰/۵±۰) تخمین زد . جنگی با بزرگی (۰/۵ ± ۶)می تواند تلفاتی بین ۳۱۶۲۲۸ تا ۳۱۶۲۲۷۸ داشته باشد. اما کاربرد اندازه ی لگاریتمی یک فایده روان شناختی هم دارد : می توان گستره‌ی خشونت بشری را با مقیاسی ازیکاهابررسی کرد . دانش آموزان با این مقیاس به عنوان راهنما ، می توانند در یابند که انقلاب آمریکا با تلفات ۶۸۲۴ نفر دارای بزرگی M است که از معادله۶۸۲۴ $=10^{M}$ و در نتیجه ۳/۸۳ =(۶۸۲۴)Log=M به دست می آید . می توان از دانش آموزان خواست که بزرگی ی تلفات سایر جنگ هایی را که مورد مطالعه قرار دارند تخمین بزنند . به عنوان مثال در جنگ ویتنام تلفات آمریکائیها ۵۰۰۰۰ کشته بوده است که بزرگی آن در حدود ۴/۷ است . در صورتی که تلفات ویتنامها را بدان بیفزاییم ،بزرگی تلفات جنگ از ۵ فراتر می رود .

نسبت شدت ها :

مقیاسی که تا اینجا تعریف کردیم مطلق است . یک کشته دارای مرتبه صفر است . فرض کنید می خواهیم جنگی با مرتبه ۶ (یک میلیون کشته) را با نبردی به بزرگی ۲ (۱۰۰ کشته) مقایسه کنیم . نسبت تعداد کشته ها ۱۰۰۰۰ است . این مقایسه با به کار گیری لگاریتم نسبت دو عدد تلفات آسان می شود و به صورت ۴= (۱۰۰۰۰) Log در می آید بنابراین بزرگی نبرد بزرگتر ۴ برابر بزرگی ی نبرد کوچک است . این پاسخ را از کاهش دو بزرگی ۴=۲-۶ می توان به دست آورد . این سادگی از آنجا سر چشمه می گیرد که لگاریتم حاصل از یک کسر برابر تفاضل لگاریتم های صورت و مخرج آن کسر است . فرض کنید که نبرد بزرگتر ۳۰۰۰ تلفات و نبرد کوچک ۱۰۰۰ تلفات دارد . نسبت تلفات ۳ و بزرگی آن ۰/۴۷۷۰۰۰ = ۳ Log است.بنابراین بزرگی نسبت تلفات ۰/۴۷۷ است . برای سهولت بیشتر میتوان dMرا معرفی نمود .یعنی یکدهم بزرگی،نسبت بزرگیهابرحسب dMچنین است:۴/۷۷dM = ۱۰ Log ۳ به خاطر داشته باشیدکه نبرد اول تلفاتی سه برابرنبرددوم داردونسبت شدتها ۴/۷۷dMواین نسبت مستقل از تعداد تلفات درنبرددوم است

جمع شدت ها :

اگر کسی درباره‌ی نتیجه‌ی کلی دونبردبابزرگی_۳سئوال کند

با تمرین جالبی در ریاضیات رو به رو می شود.دانش آموزان درمی یابندکه دوجنگ با بزرگی ی ۳ ، جنگی با بزرگی مجموع آن دو یعنی نبردی با بزرگی ۶ نخواهد بود . بزرگی ها با هم جمع نمی شوند . چون دو نبرد با بزرگی ۳ می تواند تلفاتی تا ۲۰۰۰ نفر را داشته باشد ، در می یابیم که ۳/۳۰۱ = (۲۰۰۰) M = Log است . پاسخ ما در این باره است که :

Log(۱۰۰۰×۲)=Log۱۰۰۰+Log۲ = ۳/۰۰۰+۰/۳۰۱۰۳۰۰=۳/۳۰

که این نتیجه مستقل از شدت است و با دو برابر شدن آن ، بزرگی به اندازه‌ی لگاریتم۲که ۰/۳۰۱۰۳۰۰است افزایش میابد.این نسبت شدتهابرابر dM ۳/۰۱ است.

شدت صوت

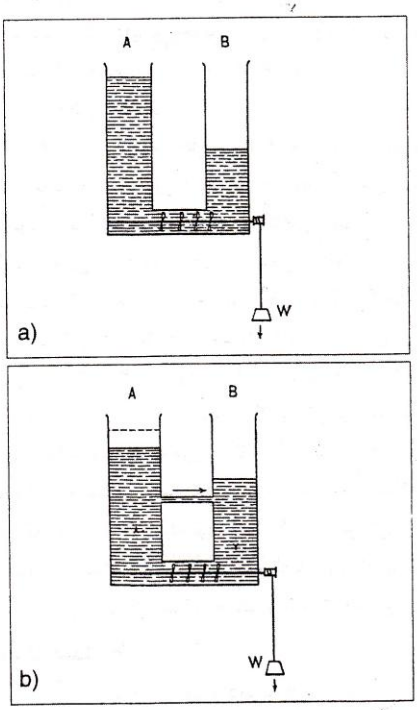
شدت صوت را با یکای وات بر متر مربع (w/m^2) اندازه می گیرند . تراز شدت صوت (L) طبق رابطه زیر تعریف می شود : $L = 10 \text{ Log } (\frac{I}{I_0})$

که در آن $I_0 = 10^{-12} w/m^2$ است . به عنوان مثال اگر صوت منبع صوتی به طور یکنواخت در فضا تابش شود ، شدت صوت تابع قانون وارون مجذور فاصله است . اگر فاصله آشکارسازی ازیک منبع نقطه ای صوت نصف شود ، شدت صوت ۴ برابر می شود در حالی که طرازشدت‌صوت به اندازه ی۶/۰۲ = (۴) Log دسی بل افزایش افزایش می یابد . با دو برابر شدن فاصله تا منبع صوت،شدت صوت‌به $\frac{1}{4}$ شدت‌اولیه کاهش میابد . تغییر تراز شدت صوت d ۶/۰۲ - = $(\frac{1}{4})$ Log ۱۰ میشود.یکی از فیزیک دانها می نویسد : ((وقتی فاصله تا منبع صورت دو برابر شود ، تراز شدت صوت در یک میدان آزاد به اندازه ی dB ۶ کاهش می یابد))

همانند هیدرولیکی جریان الکتریکی

در حدود سال ۱۹۰۰ سر اولیور لاج (۱۹۴۰- ۱۸۵۱) دانشمند بریتانیایی به توصیف گونه ای همانند هیدرولیکی برای مدارهای الکتریکی پرداخت که درنیمه ی نخست سده ی بیستم کاربرد گسترده ای داشت و هنوز هم برجا است.این همانندهیدرولیکی باهمه‌ی‌مخالفت‌های معلمان فیزیک ، همچنان در ژرفای آگاهی ما پا برجاست است و بد نیست ببینیم پاره ای از کتابهای درسی قدیمی چگونه از آن بهره می گرفتند . مدل مکانیکی نیروی محرکه تا اندازه ای از چشم افتاده است ولی مدل های دیگر را به راحتی می توان به منزله ی همانند پذیرفت .

در الگوی لاج نیروی محرکه ی باتری به صورت دو ستون بلند آب با سطح برش یکسان نشان داده می شود که با لوله ای که در آن یک پمپ کار گذاشته شده است به هم راه دارند . (تصویر ۱- الف) . پمپ به کمک یک وزنه ی در حال فرو افتادن کار می کند و آب را به ستون سمت چپ می راند و ارتفاع آب را در آن بالا می برد تا اختلاف فشار با کنش پمپ برابر شود . اختلاف ارتفاع آب در دو ستون به منزله ی اختلاف پتانسیل میان دو قطب باتری است . سطح برش ستون ها تاثیری در فشار آب ندارد ، همچنان که سطح قطب ها ی مولد تاثیری بر اختلاف پتانسیل دو قطب ندارد . اکنون دستگاه در حالت تعادل و آماده ی کار است . سیم و مصرف کننده ی متصل به دو سر مولد با لوله ی افقی متصل کننده ی دو ستون آب نشان داده می شود (تصویر۱- ب)سطح آب درستون سمت چپ شروع به پایین آمدن می کند و پمپ بی درنگ ضربه وار وارد عمل می شود . و می کوشدتااختلاف سطح میان دوستون را ثابت نگه دارد .

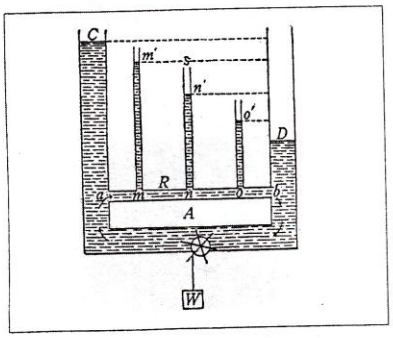


تصویر۱ -الف)همانندهیدرولیکی باتری بدون اتصال به مصرف کننده
ب) الگوی همانند همراه با مصرف کننده

در این عمل وزنه پایین می رود و تا هنگامی که پایین رفتن آن ادامه دارد آب در لوله ی افقی پمپ می شود و این نکته معادل کار باتری در به گردش درآوردن جریان در مدار بسته است تا هنگامی که واکنش های شیمیایی درون آن ادامه دارد . با آن که در اصل این همانند سازی به این نکته اشاره نمی شود می توان افت مختصر در ارتفاع ستون آب را با افت پتانسیل ناشی از عبور جریان از مقاومت درونی مولد همانند دانست .

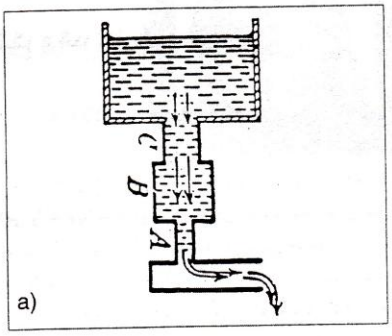
اگر سطح برش لوله ی اتصال دهنده یا سیم اتصال یکنواخت باشد،کاهش انرژی پتانسیل بافاصله رابطه ی خطی دارد . این موضوع در همانند پیچیده تر تصویر

۲ که از درسنامه ی پایه ی رابرت میلیکان برگرفته شده است دیده می شود .

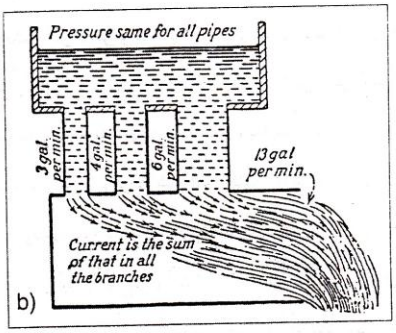


تصویر ۲) همانند هیدرولیکی ی افت یکنواخت پتانسیل
در طول سیم حامل جریان

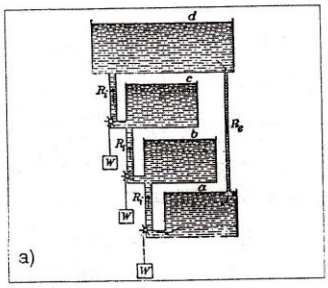
در تصویر های ۳- الف و ۳- ب همانند های هیدرولیکی مدارهای متوالی و موازی دیده می شود .



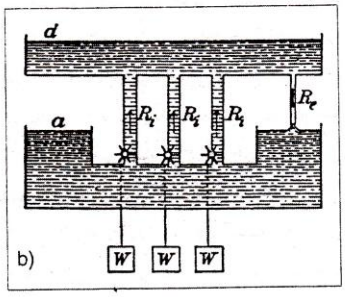
تصویر ۳-الف) همانند هیدرولیکی مدار متوالی



شاید این معمول ترین شکل الگو و محتمل ترین همانند کاربردی باشد که این روزها برای مدار الکتریکی در نظر گرفته می شود . باید توجه داشت که فشار در بالای سه لوله در الگوی موازی یکسان است . همان گونه که در مدار افت پتانسیل برای هر سه یکسان است . در تصویر های ۴- الف و ۴- ب ، پمپ های متوالی و موازی همانند مدارهای متوالی و موازی اند . طراحان این الگوها توجه داشته اند که دراتصال‌متوالی‌نیروی محرکه ی کل برابر با مجموع نیروی محرکه هر مولد است و در همانند ، ارتفاع کل ستون آب برابر با مجموع افزایش ارتفاع ستونها به وسیله‌ی هرپمپ‌است . مقاومت های درونی مولد ها به صورت خطی بر هم افزوده می شوند و در همانند هم این مقاومت درونی کل با لوله ی اتصال سمت راست نشان داده شده است دراتصال موازی مولدهای همسان ، نیروی محرکه‌ی کل برابربانیروی محرکه‌ی یکی‌از مولدها است‌ومقاومت‌درونی‌آنهاباروش آشنای $\frac{۱}{R}$ بدست‌می آید.



تصویر ۴-الف) همانند هیدرولیکی مولد های متوالی



تصویر ۴-ب همانند هیدرولیکی مولد های موازی

همـانند هیدرولیکـی پـل وتسـتن درتصویـر۵ دیـــده می شود . جریان در نقطه ی a تقسیم می شـود و در نقطه ی C بار دیگر با جمع قسمت ها به مقدار اولیـه می رسد . برای آن که شارش در کانال عرضی G صفر باشد باید انرژی پتانسـیل گرانشـی (مـانند پتانسـیل الکتریکی) در نقطه های b و d یکسان باشد .

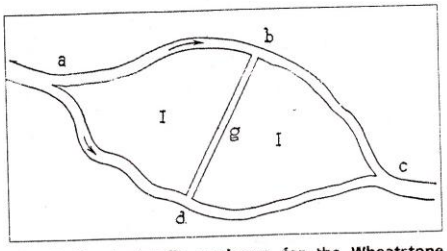


Fig. 5. The hydraulic analogue for the Wheatstone bridge, from Spinney (1925).[5]

تصویر ۵) همانند هیدرولیکی پل و تستن

لاج در کتاب ***نگرش های نو درباره ی الکتریسته*** یـک همـانند هیدرولیکـی بـرای بطـری لیـد (شـکل نخستین خازن ها) ارائه کرده است که در تصویـر (۶) دیده می شود . ظرف کروی یـک فلاسـک شیشـه ای محکم است با سه دهانه که با چوب پنبه یـا لاسـتیک بسته می شوند . یک بـادکنک لاسـتیکی در فلاسـک دیده می شود . در دو سـوی ایـن فلاسـک دو فشـار سنج a و b نصـب شـده اسـت کـه فشـار هیدرولیـک همـانند بـا پتانسـیل الکـتریکی را انـدازه گیـری مـی کنند.لوله‌ی فرعی زیرین نشـان دهنـده ی وسـیله ای است که تخلیه الکتریکی در آن صـورت مـی گیـرد و پمپ سمت راست کار ایجاد فشار یا اختلاف پتانسـیل در آن سمت را انجـام مـی دهـد . بـا افزایـش فشـار ، بادکنک باد می شود و این رویداد همانند تمرکز بار بر روی یکی از جوشن های خازن است . لولـه ی سـمت چپ دستگاه بـه منبـع آب متصـل اسـت و ایـن کـار همانند متصل کردن جوشن دیگر خازن به زمین است که منبع پایان ناپذیر بار الکتریکی است.

امروز از این الگوهای بهره گیری گسـترده نمـی شـود ولی به هر حال این الگو ها وجود دارند . مـا همچنـان درباره ی جریان ، افت پتانسیل و شارش حـامل هـای بار گفتگو می کنیم که واژه هایی وام گرفتـه ازدانـش هیدرولیک هستند .

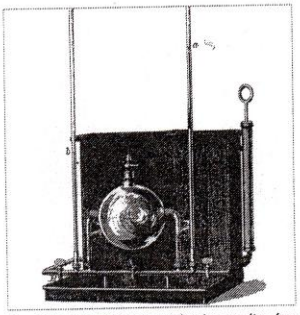


Fig. 6. The hydraulic analogue for the capacitor, from Lodge (1889).[6]

تصویر ۶) همانند هیدرولیکی خازن

تشکر و قدر دانی از یک همکار

بی گمان تلاش های همیشگی و صادقانه ی سر کار خانم کبری غلامی را نه تنها تمام همکاران گرامی در سرتاسر استان فـارس بلکه دوستان عزیز در گروه تالیف،برگزیدگان جشنواره خوارزمی وسرگروه های آموزشی استان های کشور،ستاد انتخاب معلمـان نمونه، انجمن علمی،مرکزآموزش ضمن خدمت، همکاران محترم در مجله رشد فیزیک و بسیاری دیگر از عزیزانی کـه دسـتی در آموزش فیزیک این کشور دارند می شناسند و از کوشـش هـای ایشان باخبرند

سرکار خانم غلامی بیش از ده سـال در مقـام عضـو و سـرگروه فیزیک استان فارس و مؤسس انجمـن علمـی معلمـان فـیزیک استان تلاش زیادی را برای بالا بردن سطح علمی دانش آمـوزان و معلمان این استان پهناور برداشـته و بـه عنـوان معلـم نمونـه استان و کشوری برگزیده شده اند . اکنون که در استان دیـگری انجام وظیفه مـی نمایدجـا دارد یـک بـار دیـگر از تـلاش هـای صادقانه ی ایشان تقدیـر و تشـکر کنیـم واز خداونـد بـهروزی و پیروزی ایشان و خانواده ی محترمشان را درخواست کنیم .

خطای اندازه گیری فاصله کانونی ی عدسی ی همگرا

یک روش معمول بـرای انـدازه گیـری فاصلـه کـانونی عدسی همگرا این است که جسـم را در فاصلـه بسـیار دوری ($p=\infty$) از عدسی قرار مـی دهنـد . تصویـر این جسم به فاصله f (فاصله کانونی عدسی) از عدسی تشکیل می شـود . بـا اسـتفاده از فرمـول عدسـی هـا می توان به این نتیجه رسید :

$$\frac{1}{P}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \xrightarrow{P=\infty} \frac{1}{\infty}+\frac{1}{q}+\frac{1}{f} \Rightarrow q=f$$

در عمل برای جسم فاصله محدودی را بر می گزینند . پرسشی که غالبا دانش آموزان مطرح مـی کننـد ایـن است که این فاصله محدود تا عدسی چقـدر باشـد تـا خطای محاسبه نا چیز باشد .

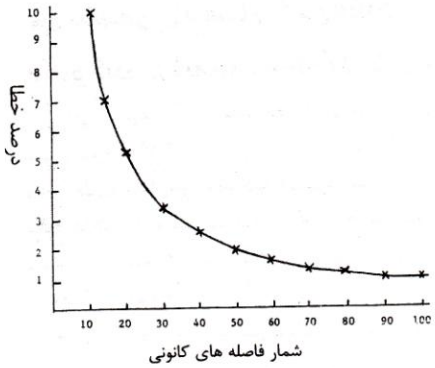
متاسفانه این خطا برای عدسی های همگرا بـا فواصـل کانونی متفاوت و یک جسم معین متفاوت است . مثلا اگر برای محاسبه فاصله کانونی عدسـی ، جسـم را در فاصله ۵۰ متری عدسی بگذاریم تصویـر در فاصلـه ای بیشتر از فاصلـه کـانونی تشـکیل مـی شـود . خطـای نسبی ایـن آزمـایش بـرای عدسـی هـایی بـه فواصـل کـانونی ۵ cm و ۵۰ cm بـترتیب ٪ ۰/۱ و ٪ ۱/۱ خواهد بود . با همه اینها اگر فاصله ی جسم تا عدسـی را به صورت مضربی از فاصله کانونی در نظر بگیریم به رابطه مفیدی می رسیم که درصـد خطـای نسـبی بـه صورت زیر :

$$\frac{100(q-f)}{f}$$

از آن بدست می آید .

در این رابطه q فاصله تصویر تا عدسی است کـه بـه خطا آن را برابر فاصله کـانونی اختیـار کـرده ایـم . بـا توجه به آن کـه p را برابـر بـا nf گرفتـه ایـم درصـد خطای نسبی $\frac{100}{(n-1)}$ خواهد بود .

شکل زیر این رابطه را به خوبی نشان می دهد .



شکل ۱)رابطه ی میان خطای اندازه گیـری فاصلـه ی کـانونی مجـهول و فاصله جسم تا عدسی به صورت مضربی از فاصله ی کانونی

نمودار بالا نشان می دهد که درصد خطـای نسـبی بـا افزایش فاصله جسم تا عدسی ابتدا به تندی و سـپس به طورآهسته کاهش می یابد .

برای فاصله ای معادل ۱۰۰ برابـر فاصلـه کـانونی ایـن خطا در حدود ۱ درصد است .

در فاصله ای بیش از فاصله ی بالا به شرطی کـه ایـن فاصله افزایش قابل ملاحظه ای بیابد ، خطا بـه مـیزان قابل توجهی کاهش می یابد آشـکار اسـت کـه کسـی نمی تواند از پیش به طور دقیق خطای این آزمایش را معین کند زیرا خود فاصله کانونی مورد انـدازه گیـری است . با همه ی اینها ، چـون فواصـل کـانونی بیشـتر عدسی هائی که به کار می بریم در حـدود ۱ مـتر یـا کمتر از آن است برای اینکه خطای آزمایش بیشـتر از ۱ درصد نباشد کافی است که جسم را در فاصلـه ۱۰۰ متر از عدسی قرار دهیم .

حل تشریحی ی مسائل جامع فیزیک مطرح شده در شماره ۱ مجله آذرخش

۱- روباهی با سرعت V_1 درامتداد خط راستی می دود . سگی با سرعت V_2 که اندازه ی آن ثابت است این روباه را طوری دنبال می کند که همواره متوجه آن است . هنگامی که سرعت های V_1 و V_2 بر هم عمودند فاصله سگ از روباه L است شتاب حرکت سگ در این لحظه چقدر است ؟

حل:چون اندازه ی سرعت ثابت ولی جهت ان در لحظه های مختلف متفاوت است شتاب بر سرعت عمود است و مسیر حرکت در یک لحظه تقریبا کمانی از دایره است . این شتاب که همان شتاب مرکز گرا است از رابطه $a_c=\frac{V^2}{R}$ به دست می آید که در ان R شعاع دایره ی مسیر حرکت سگ است. بنابراین با توجه به شکل زیرمی توان نوشت :

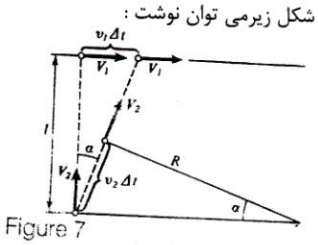


Figure 7

$$\alpha \cong \frac{V_2\Delta t}{R} \quad , \quad V_1\Delta T \cong \alpha L \Rightarrow \frac{V_1\Delta t}{L} = \frac{V_2\Delta t}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V_2}{V_1}L \Rightarrow a_c = \frac{V_2^2}{R} = \frac{V_1V_2}{L}$$

۲- بسته ای به جرم m_1 روی یک سطح افقی می لغزد . این بسته به وسیله نخی سبک به طول Lبه بسته ی دیگری به جرم m_2 متصل است . این نخ از سوراخ کوچکی که روی میز قرار دارد عبور می کند . در صورتی که در ابتدا تمام طول نخ روی میز باشد و بسته در حال سکون باشد ، بسته ی دوم پس از برخورد با زمین تا چه ارتفاعی بالا می رود ؟ ارتفاع میزازسطح زمین H است.ازاصطکاک صرف نظرمی‌شود.
$H<L$

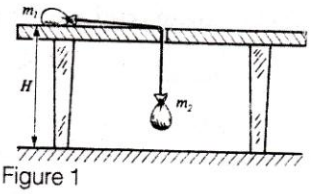


Figure 1

حل : با توجه به قانون پایستگی انرژی ی مکانیکی ، سرعت کیسه ها درلحظه ی تماس‌کیسه‌ی دوم بازمین ازرابطه ی زیر بدست می آید :

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2 = m_2gh \qquad (1)$$

از طرف دیگر اندازه ی تغییرات سرعت کیسه ها یکسان است با توجه به قانون پایستگی اندازه حرکت داریم :

$$m_1v = (m_1+m_2)u \qquad (2)$$

که درآن u سرعت هرکدام از دو کیسه درست در لحظه ی راه افتادن آنهاست.بنابراین مقدار ارتفاعی که کیسه ی دوم‌پس‌ازبرخوردبازمین،بالامی‌آیدازفرمول زیربه‌دست‌می آید :

$$m_2gh = \frac{1}{2}(m_1+m_2)u^2 \qquad (3)$$

با توجه به روابط (۱) و (۲) و (۳) مقدار h به دست می آید:

$$h = \left(\frac{m_2}{m_1+m_2}\right)^2 H$$

۳- دو ظرف پرازآب مطابق شکل زیر به هم مربوطند . اگر یکی از دو ظرف گرم شود جهت جریان آب در کدام طرف خواهد بود ؟

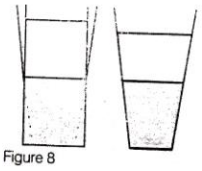


Figure 8

جواب : هر کدام از دو ظرف که گرم شود جریان آب

به طرف سمت راست خواهد بود . مثلا اگر ظرف سمت راست را گرم کنیم آب داخل آن منبسط می شود . در صورتی که ظرف استوانه ای شکل بود ، فشار وارد بر ته آن ثابت می ماند . زیرا کاهش چگالی آب در اثر بالا رفتن دما با افزایش ارتفاع آب خنثی می شود . به عبارت دیگر اگر وزن ستون آب داخل ظرف ، سطح مقطع ظرف و فشار وارد بر ته ظرف را به ترتیب با W و A و P نشان دهیم بنابررابطه W=P.A چون وزن ستون آب و سطح مقطع ظرف ثابت است ، فشار هم ثابت می ماند . اما در ظرف مخروطی شکل به همان نسبت که چگالی آب کاهش می یابد ارتفاع آن زیاد نمی شود . زیرا این ظرف در مقایسه با ظرف استوانه ای شکل آب کمتری داشته ، تغییرات حجم آن کمتر خواهد بود . بنابراین ارتفاع آب کاهش یافته فشار واردبرته ظرف کاهش می یابد . یعنی آب از طرف سمت راست به طرف چپ جریان می یابد .

در صورتی که ابتدا ظرف سمت چپ گرم شود با دلیل مشابهی ، فشار آب وارد بر ته ظرف افزایش می یابد و جریان آب را به طرف راست باعث می شود .

۴- لامپی را به دو سر یک باتری وصل میکنیم پس از ۳ ساعت باتری از کار می افتد و لامپ خاموش می شود . اگر باتری دیگری را که عین باتری اول بوده و اندازه ی آن دو برابر اندازه ی باتری اول است به دو سر لامپ وصل کنیم ، لامپ چند ساعت روشن می ماند ؟ مقاومت درونی باتری در مقایسه با مقاومت لامپ ناچیز است .

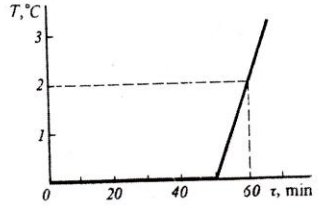
حل : چون نیروی محرکه ی باتری از مواد شیمیایی درون آن سرچشمه می گیرد نیروی محرکه دو باتری یکسان خواهد بود . بنابراین اگر نیروی محرکه هر باتری را با E و مقاومت درونی باتری ها را با r_1 و r_2 و مقاومت لامپ را با R نشان دهیم توان گرمائی به صورت زیر در می آید :

$$P_1 = \frac{E^2}{R + r_1} \quad , \quad p_2 = \frac{E^2}{(R + V_2)}$$

$$r_1 << R, r_2 << R \Rightarrow P_1 \cong P_2 = \frac{E^2}{R}$$

چون جریان الکتریکی حاصل از یک باتری در اثر تبدیل انرژی شیمیایی مواد درون باتری به انرژی الکتریکی است باتری بزرگتر با ابعاد ۲برابرمحتوی 2^3 یعنی ۸ برابر انرژی است . بنابراین چون توان مفرض یکسان است باتری بزرگتری می تواند به مدت ۲۴ ساعت لامپ را روشن نگهدارد .

۵- سطلی محتوی مخلوط آب و یخ به جرم kg m=۱۰ را به درون اتاقی می بریم . اگر فورا دمای سطل را اندازه بگیریم نمودار دما بر حسب زمان به صورت زیر در می آید . جرم یخ درست در لحظه ی ورودبه اتاق چقدر بوده است؟ازظرفیت گرمائی ویژه ی سطل صرفنظر می کنیم .



L_f=۳۴۰kj/kg c=۴/۲ Kj/kg.k ب

حل : با توجه به نمودار در مدت ۵۰ دقیقه دما ثابت و برابر صفر درجه سلسیوس است یعنی گرمای گرفته شده از اتاق در این مدت صرف ذوب یخ می شود . بنابراین در مدت ۵۰ دقیقه همه یخ ذوب می شود و دمای آب افزایش می یابد . در ۱۰ دقیقه بعدی دما با اندازه ی ۲ درجه سلسیوس افزایش می یابد و گرمای گرفته شده از اتاق از رابطه $\varphi = mc\Delta t = ۸۴kJ$ به دست می آید . پس مقدار گرمایی که در مدت ۵۰ دقیقه از اتاق گرفته شده $\varphi' = ۵\varphi = ۴۲۰kJ$ می شود که صرف ذوب یخ می شود پس داریم :

$$\varphi' = mL_f \Rightarrow m = \frac{\varphi'}{L_f} = \frac{۴۲۰}{۳۴۰} = ۱/۲۱۲g$$

۶- ذرات الفا (α) به طور یکنواخت از یک منبع نقطه ای در تمام جهت ها انتشار می یابد . صفحه حساس عکاسی به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی متری را در فاصله ۱۰ سانتیمتر از این چشمه قرار می دهیم . پس از گذشت ۱۰ ثانیه تعداد ۲۰۰ ذره ی آلفا ردیابی می شود . این

چشمه در مدت یک ساعت چند ذره گسیل کرده است ؟

حل : اگر صفحه حساس عکاسی را یک وجه مکعبی در نظر بگیریم که چشمه در مرکز آن قرار گرفته است ، $\frac{۱}{۶}$ ذرات گسیل شده به صفحه می رسد . بنابراین تعداد کل ذرات گسیل شده در مدت یکساعت به صورت زیر بدست می آید :

$$N = ۶ \times ۲۰۰ \times \frac{۳۶۰۰}{۱۰} = ۴ \times ۱۰^{۵}$$

چون فرایند گسیل ذرات ، تصادفی و تعداد ذرات شمارش شده(۲۰۰)بسیار زیاد نیست ، نیاز به محاسبه دقیق تری نخواهد بود .

۷- دو گلوله مشابه را به دو سر یک میله سبک وصل می کنیم . دمبل در راستای قائم روی میز صافی قرار دارد . اگر به گلوله بالایی سرعت اولیه V_0 داده شود کمترین طول میله چقدر باشد تا به محض این عمل ، گلوله ی پائین فورا تماس خودرابا میز از دست بدهد .

حل : پس از اعمال سرعت افقی V به گلوله بالایی، گلوله ها حول مرکز جرم دستگاه که به نوبه ی خود با سرعت $\frac{V}{۲}$ به جلو می رود ، دوران خواهد کرد . اگر گلوله بالایی فورا تماس خود را با میز از دست بدهد تنها نیروی وارد بر دستگاه نیروی جاذبه خواهد بود . این نیرو به دستگاه و در نتیجه گلوله ی پائینی شتاب g را می دهد . برای اینکه گلوله پاینی تماس با میز را از دست بدهد ، شتاب مرکز گرا باید بیشتر از g باشد ، بنابراین می توان نوشت :

$$a_c = \frac{\left(\frac{V}{۲}\right)^{۲}}{\frac{L}{۲}} = \frac{V^{۲}}{۲L} \Rightarrow \frac{V^{۲}}{۲L} \geq g \Rightarrow L \leq \frac{V^{۲}}{۲g}$$

۸- لامپی را که با ولتاژ ۲/۵ ولت و شدت جریان A ۰/۲ کار می کند به وسیله سیم درازی به دو سر یک باتری وصل می کنیم . اگر آمپر سنجی را به طور متوالی در مدار قرار دهیم عدد $I_1 = ۰/۲$ A را نشان می دهد.درصورتی که لامپ را به طور موازی با آمپرمتر قرار دهیم . لامپ دقیقا مانند حالت اول می درخشد . در این صورت آمپرسنجی چه عددی را بر حسب آمپر نشان می دهد ؟ (باتری را ارمانی فرض کنید .)

حل : در حالت اول اختلاف پتانسیل دو سر لامپ برابر $V_0 = ۲/۵$ ولت است .

در حالت دوم که لامپ مثل حالت اول می درخشد ، شدت جریان و ولتاژ به ترتیب ۰/۲A و ۲/۵ ولت خواهد بود . حال اگر قانون اهم را برای دو حالت یاد شده بنویسیم خواهیم داشت :

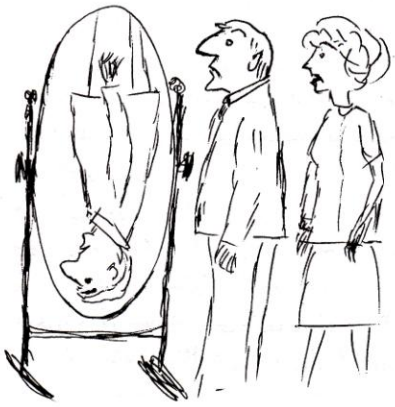
$$E = I_0(R+r) + v_0 \qquad (۱)$$

$$E = (I_0+I_1)R + V_0 \qquad (۲)$$

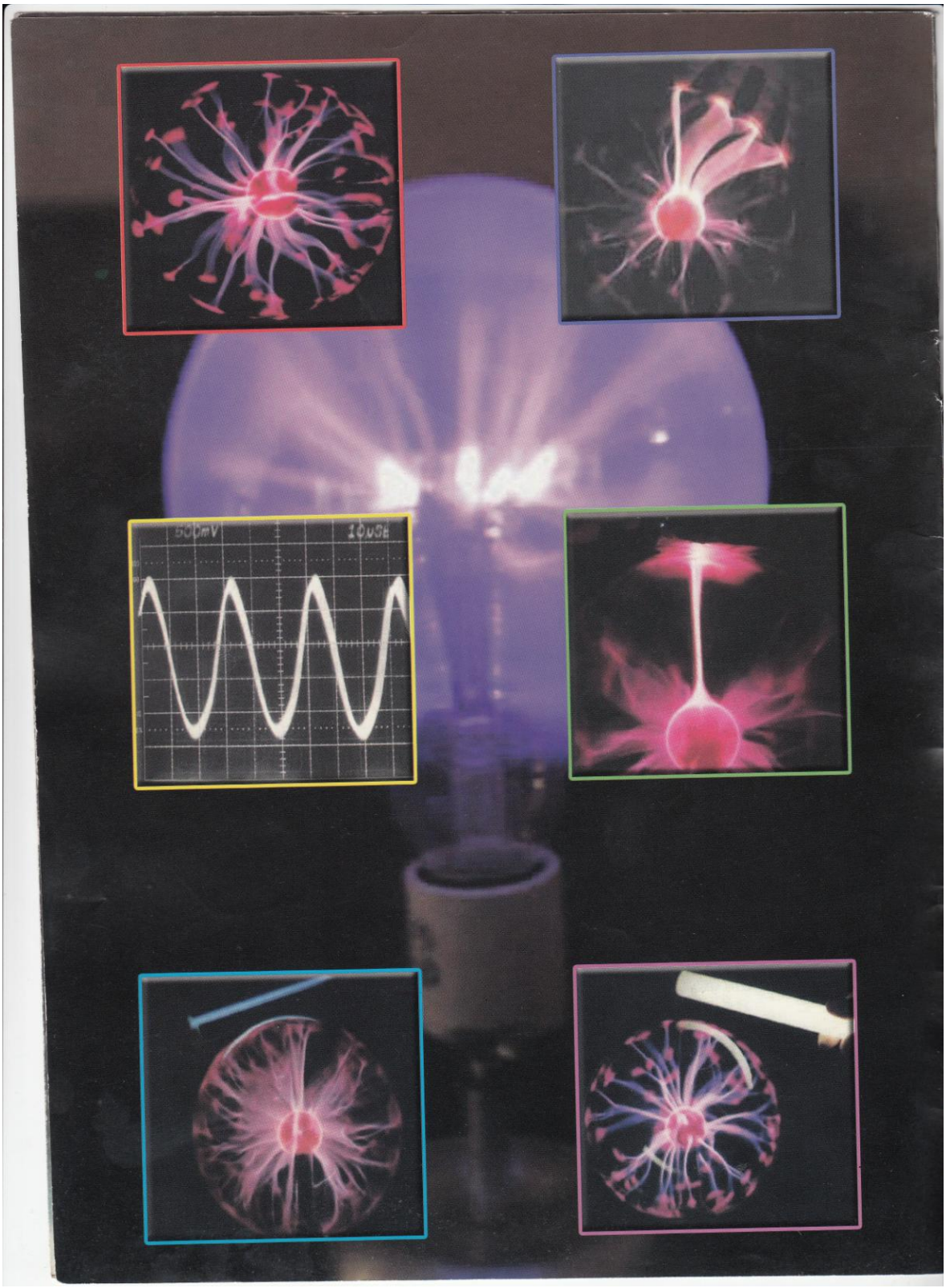
که در آن R مقاومت سیم رابط ، r مقاومت آمپر مترو I_1 شدت جریان گذرنده از ان با توجه به اینکه $V_0=RI_1$ است می توان نوشت

$$E = I_0(R + \frac{V_0}{I_1}) + V_0 \qquad (۳)$$ از حل معادلات (۲) و (۳) شدت جریان بدست می آید :

$$I_0 = \sqrt{\frac{V_0 I_0}{R}} = \frac{۱}{۲} A$$



داروئی جانبی دیده بودیم ، این جوریش را ندیده بودیم !


500mV
10uSE