AZARAKHSH

آذرخش

گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس
سال چهارم. شماره هفتم. بهار ۸۸

به جای سخن سردبیر ۲
برندگان جایزه نوبل فیزیک ۲۰۰۸ ۳
جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۰۸ ۴
شناخت هادرون‌ها ۸
برخورد دهنده‌ی بزرگ هادرون (LHC) ۱۱
ماده‌ی تاریک ۱۴
آیا انرژی پتانسیل مغناطیسی وجود دارد؟ ۱۶
۵ کشف بزرگ اخترشناسی ۱۸
آینده ی فیزیک ۱۹
فیزیک گذشته،اکنون، آینده ۲۱
راز حلقه ی گمشده ۲۲
پاسخ مسأله‌ی جایزه دار شماره‌ی پیش ۲۴
ارتفاع اوج در حرکت پرتابی- ناساز نمای انبساط گرمایی ۲۵
معادلات حرکت شناسی و حل معادله‌ی درجه دوم ۲۶
نمونه‌ای از پرسش‌های کاربردگرا برای سنجش کاربردگرا ۲۷
نمونه‌ای از پرسش‌های آزمون فیزیک در آمریکا ۳۰
انجمن‌های علمی دربرزخ بود و نبود ۳۳
معرفی کتاب‌های علمی خواندنی ۳۵
معرفی یک کتاب ۳۶
یادی از همکار در گذشته ۳۷
دو پرسش ۳۸
خاطرات یک ترم تدریس در برزیل ۳۹
امامزاده مظلوم ۴۲
اسطوره ی حسابی ۴۴
با شیادی- پاسخ دو پرسش ۴۸

شرح تصویرها:
روی جلد: برق و برقگیر بلندترین برج جهان در دبی
درون جلد: تیغ شناور بر مایع و انجماد هلیوم در میدان مغناطیسی با پوزش، روی جلد شماره ی پیش گلوله ای را نشان می داد که به درون شعله ی شمع شلیک شده است

AZARAKHSH
آذرخش

گاهنامه ی انجمن معلمان فیزیک استان فارس
شماره هفتم
صاحب امتیاز: انجمن معلمان فیزیک استان فارس
مدیر مسئول : صیاد رزم کن
سردبیر: علی معصومی
گروه نویسندگان:
صیاد رزم کن.حمید مصطفی نژادیان.علی معصومی
مصطفی افشاری پور

نوشته هایی که از منبع آنها یاد نشده است از اینترنت گرفته شده اند

آدرس: شیراز. بلوارمدرس. خیابان آزادگان
پژوهشکده معلم . دفتر انجمن فیزیک
تلفن:۴-۷۲۵۰۵۵۳
صندوق پستی:۷۱۶۴۵/۴۱۸

سخن سردبیر

درد دل‌های یکی از اعضای انجمن:

امروز در تار عنکبوتی جهان گستر هر نهاد مدنی برای فراهم آوردن دسترسی اعضاء و هواداران و دیگر افراد نیازمند اطلاعات به داشتن یک پایگاه اضلاع رسانی نیازمند است.

این وسیله‌ی سریع اطلاع رسانی محدودیت‌های چاپ و ارسال اطلاعات به شیوه‌های معمولی را ندارد و علاوه بر آن کاربران می‌توانند به راحتی و بدون اتلاف وقت به اطلاعاتی طبقه‌بندی شده دسترسی یابند.

اما گرداندن یک سایت و به روز نگهداشتن مطالب آن نیازمند صرف وقت و تلاش زیادی است و کسانی که در این زمینه از نزدیک دستی به آتش دارند به خوبی بر این امر آگاهی دارند.

در سال نخست فعالیت شورای اجرائی دوم انجمن جرقه‌ی راه اندازی سایت انجمن زده شد. در آن سال با همه‌ی کمبودهای مالی مبلغ قابل توجهی به خرید فضا و طراحی سایت که به وسیله‌ی بخش خصوصی انجام گرفت اختصاص داده شد و از آن به بعد هر سال اجاره‌ی سایت به هزینه‌های جاری انجمن افزوده شده است.

در سال ۸۷ با توجه به نظرات اصلاحی اعضای شورای اجرائی لزوم بازنگری در صفحه‌ی اصلی و صفحه‌ی کاربری آن احساس شد تا درج مطالب در سایت و همچنین دسترسی به مطالب توسط کاربران آسانتر شود و از جذابیت بیشتری نیز برخوردار گردد. در این راستا صفحات جدیدی به سایت افزوده شد که هزینه‌هایی را دربر داشت، علاوه بر آن تهیه‌ی فیلم‌ها و بعضی مطالب و درج آنها در سایت که نیاز به تخصص ویژه دارد هزینه‌های نگهداری سایت را افزایش داده است. (هر چند که در برابر چاپ نشریه و دردسرهای ارسال آن که باعث شده در سال فقط یک شماره چاپ شود کمتر است.)

در این سایت برای جلب توجه همکاران به اهمیت سایت و لزوم حمایت و پشتیبانی از آن با ارسال مطالب برای درج در سایت و همچنین سر زدن مرتب به آن و تشویق دانش‌آموزان برای ارسال مطالب و رجوع به آن عرضه می‌شود زیرا مطالب آن خصوصاً فیلم‌های آزمایشهای کوتاه می‌تواند هم برای معلمان و هم برای دانش‌آموزان سودمند باشد، علاوه بر آن شماری از سایتهای مرتبط که لینک شده‌اند مرجع خوبی برای پژوهش می‌باشند که از طریق سایت انجمن می‌توان به آنها دسترسی داشت.

با اینکه در سال تحصیلی جاری بخشنامه‌ای از طریق سازمان به مدارس ارسال و در جلسات عمومی نیز اطلاعیه‌ی سایت میان همکاران توزیع و ایمیل انجمن برای ارسال مطالب در اطلاعیه بیان شد، تاکنون هیچ همکاری مطلبی برای درج در سایت ارسال نکرده است و آمار بازدید کنندگان هر روزه‌ی سایت در خور نام انجمن فیزیک و رضایت بخش نیست و خستگی را از تن گردانندگان بیرون نمی‌کند.

بار دیگر با جلب نظر همکاران به عنایت بیشتر به این وسیله ی مهم ارتباطی که هر روز نیز بر اهمیت آن افزوده می‌شود که شاید تا چند سال دیگر جایگزین خیلی از چیزها شود آدرس سایت و ایمیل انجمن و صفحات موجود در سایت برای مراجعه و ارسال مطالب در زیر ذکر می‌شود.

همانطور که قبلاً نیز گفته شده سایت، آمادگی درج گزارش فعالیت های گروه‌های آموزشی مناطق مختلف استان و فعالیت های فردی همکاران را دارد تا بدین وسیله همگی در تجربیات یکدیگر شریک شویم. امیدواریم هم شاهد روز افزون شدن تعداد بازدیدکنندگان و هم همکاری بیشتر دبیران محترم برای پر شدن سایت و خروج از تنهایی فعلی باشیم.

حمید مصطفی نژادیان

www.amff.ir آدرس الکترونیکی انجمن: info@amff.ir

اخبار	گزارشات	مقالات	دانش‌آموز و فیزیک
آزمایشهای ساده (فیلم)	عکس و پستر و فلاش	سخنرانی‌ها (فیلم)	آموزش ساخت وسایل ساده‌ی آزمایشگاهی

برندگان جایزه نوبل فیزیک ۲۰۰۸

توشی هیده ماسکاوا

فیزیکدان نظری ژاپون (زاده شده در ۷ فوریه ۱۹۴۰)؛ یکی از دانشمندانی است که درباره شکست CP پژوهش کرده است و همراه با کوبایاشی مقاله پر آوازه ی «شکست CP در نظریه باز هنجار پذیر اندر کنش ضعیف» را نوشته است که تا سال ۲۰۰۶ پر خواننده ترین اثر در فیزیک انرژی بود. همراه با کابی بو و کوبایاشی ماتریس مشهوری را عرضه کرد که درهم آمیزی پارامترها در میان کوارک ها را توضیح می دهد. همکار نشریه «پیشرفت فیزیک نظری» بود. د ر۱۹۶۷ از دانشگاه ناگویا درجه دکترا گرفت و اکنون استاد دانشگاههای کیوتو و سانگ یوی کیوتو است.

ماکوتو کوبایاشی

فیزیک دان ژاپونی (زاده شده در ۷ آوریل ۱۹۴۴)، با ماسکاوا در نوشتن مقاله ی «شکست PC در نظریه ....» و ابداع ماتریس CKM همکاری داشت. در این مقاله وجود نسل سوم کوارک ها پیش بینی می شد که چهارسال پس از آن با کشف کوارک ته تأیید شد. وی اکنون استاد دانشگاه KEK است.

یوئی چیرونامبو

دانشمند آمریکایی ژاپونی تبار در حوزه فیزیک نظری در ۱۸ ژانویه ۱۹۲۱ در توکیو زاده شد و در دانشگاه امپراتوری فیزیک آموخت و به استادی دانشگاه اوزاکارسید.
در ۱۹۵۲ به دعوت نهاد پژوهش های پیشرفته به دانشگاه پرنیستون آمد و سپس به دانشگاه شیکاگو رفت. کار بزرگ او ارائه نظریه ای است درباره «بار رنگ» در رنگ پویایی کوانتومی و نیز کاربر روی شکست تقارن در فیزیک ذرات و کشف مدل تشدید دوگانه ی توضیح دهنده نظریه کوانتومی و ریسمان ها.

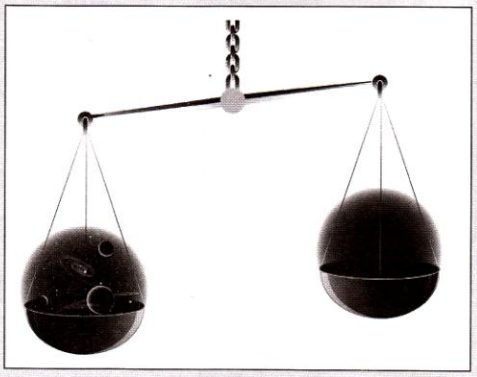
جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۰۸

چرا به جای هیچ، چیزی هست؟ چرا این همه ذره‌ی بنیادی گوناگون هست؟ برندگان جایزه‌ی نوبل ۲۰۰۸ به عرضه‌ی بینش‌هایی نظری پرداخته‌اند که فهم ژرف‌تری از آن چه در درون ریزترین آجرهای ساختمان ماده می‌گذرد فراهم می‌آورند.

باز گشودن تقارن‌های پنهان طبیعت:

اصل مطلب به قانون‌های تقارن طبیعت و به سخن دیگر به تقارن‌های شکسته باز می‌گردد. هم آنهایی که ظاهراً از همان آغاز در جهان ما وجود داشته‌اند و هم آنهایی که جایی در میانه‌ی راه رخ داده‌اند.

در واقع، ما فرزندان تقارن شکسته‌ایم. این پیشامد باید بی‌درنگ پس از مهبانگ در حدود ۱۴ میلیارد سال پیش روی داده باشد. یعنی هنگامی که ماده و پاد ماده به یک اندازه آفریده می‌شد، برخورد این دو با یکدیگر نابودی هر دو را دربردارد، یکدیگر را نابود می‌کنند و آنچه بر جا می‌ماند تابش است. پیدا است که ماده بر پاد ماده پیروز شده است وگرنه، نبودیم. ولی ما هستیم و تنها کجروی ناچیزی از تقارن کامل برای بودن ما یعنی یک ذره ماده دربرابر ده میلیارد ذره‌ی پاد ماده برای نجات جهان، بس بوده است. این فزونی ماده بذر کل جهان ما است که از کهکشان و ستاره و سیاره و سرانجام زندگی آکنده است. ولی آنچه در پس این برهم خوردگی تقارن کیهان نهفته است همچنان به صورت رمز و راز و میدان پویای پژوهش بر جا مانده است.



شکست توزیع ناپذیر تقارن در هنگام زاده شدن جهان، اگر در مهبانگ به یک اندازه ماده و پاد ماده آفریده می‌شد، یکدیگر را نابود می‌کردند. اما فزونی ناچیز یک ذره‌ی ماده در برابر ده میلیارد ذره‌ی پاد ماده برای پیروزی ماده بر ماده، کافی بود و این فزونی ماده کیهان را پر از کهکشان و ستاره و سیاره و سرانجام زندگی کرد.

از درون آینه:

فیزیکدان‌ها سالها بر یافتن قانونهای طبیعی نهفته در ژرفای درون دامنه‌ی گسترده‌ی پدیده‌هایی که پیرامون خود می‌بینیم تمرکز داشته‌اند. قانون‌های طبیعی باید مطلق و دارای تقارن کامل باشند و در کل عالم به یکسان اعتبار داشته باشند. در بیشتر شرایط این رویکرد درست است، اما نه در همه‌ی شرایط.

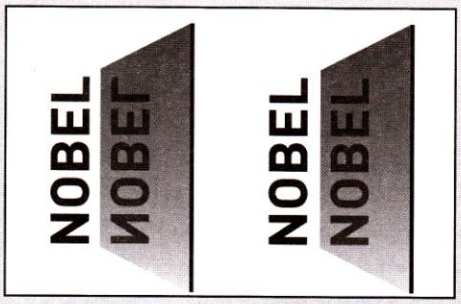
از این رو تقارن‌های شکسته درست به همان اندازه‌ی خود تقارن‌ها به صورت موضوع پژوهش در دانش فیزیک درآمده است. خود تقارن چندان شایسته‌ی توجه نیست چون در جهان ناهمتراز ما تقارن آرمانی کمیاب است.

چندین گونه تقارن و تقارن شکسته بخشی از زندگی روزانه‌ی ما را تشکیل می‌دهند؛ تصویر حرف A در آینه نسبت به خود A دگرگون نمی‌شود در حالی که تصویر Z با Z متقارن نیست. از سوی دیگر Z به هنگام وارون شدن قائم همسان می‌ماند ولی A از چنین تقارنی برخوردار نیست.

نظریه‌ی پایه ی ذرات بنیادی سه اصل گوناگون را برای تقارن بیان می‌کند. تقارن آینه‌ای، تقارن بار، و تقارن زمان (در زبان فیزیک، تقارن آینه‌ای P، حرف نخست واژه‌ی Parity، تقارن بار با c حرف نخست واژه‌ی charge و تقارن زمانی با T حرف نخست واژه‌ی Time مشخص می‌شود).

در تقارن آینه‌ای همه‌ی رویدادها دقیقاً یک جور رخ می‌دهند چه رو در رو دیده شوند و چه در آینه. میان چپ و راست تفاوتی نیست و کسی نمی‌تواند قطعاً بگوید این رویدادها در جهان ما پیش می‌آیند یا در آینه. تقارن بار نشان می‌دهد که ذرات باید دقیقاً مانند من دیگر خود یعنی پاد ذره‌ای عمل کنند که همه‌ی ویژگی‌های آن با ویژگی‌های خودش یکسان است اما بار آن مخالف است. بر پایه‌ی تقارن زمان پیشامدهای فیزیکی در سطح خرد باید چه رو به پیش و چه رو به پس در زمان به یک اندازه مستقل باشند.

تقارن‌ها در فیزیک صرفاً دارای ارزش زیبایی شناسیک نیستند و بسیاری از محاسبات دشوار را آسان می‌کنند و در توضیح ریاضی جهان خرد نقش تعیین کننده‌ای دارند و مهمتر از اینها به شمار بسیاری از قانون‌های پایستگی در سطح ذره دلالت دارند. به عنوان مثال در برخورد ذره‌های بنیادی انرژی از دست نمی‌رودو باید اندازه‌ی آن پیش از برخورد و پس از برخورد یکسان باشد و این موضوع در تقارن برابری‌های توصیف کننده‌ی برخورد ذره‌ها آشکار است. همچنین قانون پایستگی بار الکتریکی به تقارن نظریه‌ی الکترومغناطیس ربط دارد.

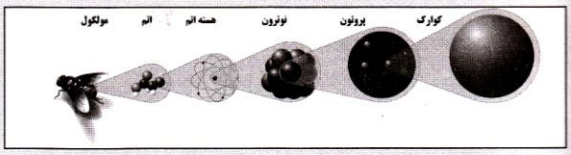


تقارن آینه ای: در تصویر سمت چپ شکسته است ولی در تصویر راست نشکسته است و بر پایه ی آن نمی توان تصمیم گرفت آیا در جهانیم یا در جهان آینه ای

طرح روشن‌تر می‌شود.

در حدود نیمه‌های سده‌ی بیستم شکست تقارن نخستین بار در پژوهش‌های اصول پایه ی ماده آشکار شد. در این هنگام فیزیک یکسره در بزرگترین رؤیای خود یعنی یگانه کردن همه‌ی اجزای کوچک ساختمان طبیعت و یگانه کردن همه‌ی نیروها در یک نظریه بود. ولی فیزیک ذرات از همان آغاز پیچیده و پیچیده‌تر می‌شد.

شتاب دهنده‌های تازه‌ای که پس از جنگ جهانی دوم ساخته شدند جریان ثابتی از ذره‌هایی به وجود آوردند که پیش از آن خبری از آنها نبود. بیشتر این ذره‌ها در مدل‌هایی **عرضه می شد** که فیزیکدان‌های آن روزگار در دسترس داشتند و بر پایه‌ی آنها ماده از اتمهایی تشکیل می‌شد که پروتون و نوترون هسته‌ی آنها را تشکیل می‌داد و الکترون‌ها به دور آنها می‌چرخیدند. پژوهش‌های ژرف‌تر در درونی‌ترین بخش‌های ماده نشان داد که پروتون‌ها و نوترون‌ها خود از ترکیب سه تایی کوارک‌ها به وجود آمده‌اند. سپس مشخص شد که ذره‌هایی هم که به تازگی کشف شده‌اند از کوارک تشکیل شده‌اند.



درون ماده: الکترون‌ها و کوارک‌ها کوچکترین اجزای ساختار کل ماده‌اند.

ذره های پیام رسان	نیروها	سومین خانواده	دومین خانواده	نخستین خانواده	
فوتون	الکترومغناطیس	تاو	میون	الکترون	لپتون
		نوترینو	نوترینو	نوترینو	
		تاو	میون	الکترون	
W, Z	ضعیف	هیگز			
گلوئون	قوی	سر	افسون	بالا	کوارک
		ته	شگفت	پایین	

مدل استاندارد امروزی همه‌ی اجزای بنیادی ساختار ماده و سه نیرو از چهار نیروی بنیادی را یگانه می‌کند. کل ماده‌ی شناخته شده از ذره‌های خانواده‌ی نخست ساخته شده‌اند، دیگر ذره‌ها تنها در زمان‌های بسیار کوتاه هستی دارند. برای کامل کردن مدل، یک ذره‌ی جدید به نام بوزون هیگز لازم است که جامعه‌ی فیزیک امیدوار است به یاری LHC در CERN در شهر جنوا آن را به دست بیاورد.

اکنون تقریباً همه قطعه‌های چیدمان در جای خود قرار گرفته‌اند. مدل استاندارد ذره‌های تجزیه ناپذیر ماده، سه خانواده را دربر می‌گیرد (شکل بالا). این سه خانواده همسانند ولی تنها ذره‌های خانواده‌ی نخست که سبک‌ترین خانواده هستند آنقدر پایدارند که بتوانند کیهان را بسازند. ذره‌های دو خانواده‌ی دیگر در شرایط بسیار ناپایدار هستی می‌یابند و بی‌درنگ به ذره‌های سبکتر واپاشی می‌یابند.

نیروها همه چیز را مهار می‌کنند و بر آنها فرمان می‌رانند. مدل استاندارد، دست کم در زمان کنونی سه نیرو از چهار نیروی بنیادی طبیعت و ذره‌های پیام رسان آن را دربر می‌گیرد که اندرکنش ذره‌های بنیادی را ابلاغ می‌کنند (شکل بالا). پیام رسان « نیروی الکترومغناطیسی » فوتون است که جرم در حال سکون آن صفر است. نیروی ضعیفی که واپاشی رادیواکتیو را بر عهده دارد و نمایه‌ی درخشندگی خورشید و ستارگان می‌شود با بوزون‌های W و Z حمل می‌شود در حالی که آن چه نیروی قوی را حمل می‌کند ذره‌ای به نام گلوئون است که عهده دار به هم پیوسته ماندن هسته است. گرانش یعنی چهارمین نیرو که پای ما را بر زمین استوار می‌کند هنوز به جا گرفتن در مدل تن در نداده است و به صورت چالش عظیم فیزیکدان‌ها درآمده است.

آینه می‌شکند.

مدل استاندارد، هم نهشت همه‌ی بینش‌ها به درونی‌ترین اجزای ماده است که دانش فیزیک در سده‌ی گذشته بدانها دست یافته است. این مدل بر پایه‌ی نظری استوار است که اصول تقارن فیزیک کوانتومی و نظریه‌ی نسبیت را دربر می‌گیرد و از چندین آزمون سربلند بیرون آمده است. ولی پیش از روشن شدن کامل طرح، چند بحران این ساختار بسیار متوازن را تهدید کرد. این بحران‌ها از واقعیتی سرچشمه می‌گرفتند که بر پایه‌ی آن فیزیکدانها می‌انگاشتند که قانون‌های تقارن در جهان لیلی پوتی ذره‌های بنیادی کاربرد دارند، ولی مشخص شدکه کل قضیه این نیست.

نخستین شگفتی در ۱۹۵۶ پیش آمد که دو نظریه پرداز آمریکایی چینی تبار به نام‌های تسون دائولی و چن نین یان (برندگان جایزه نوبل سال ۱۹۵۷) با تقارن آینه‌ای (تقارن P) در نیروی ضعیف به چالش برخاستند. این دو تن برای آزمودن تقارن آینه‌ای زنجیره‌ای از آزمایش‌ها را پیشنهاد کردند و واقعاً هم چند ماهی بعد واپاشی هسته‌ی اتم در عنصر رادیواکتیو کبالت ۶۰ نشان داد که اصل تقارن آینه‌ای در آن برقرار نیست. هنگامی که الکترون هسته‌ی کبالت را ترک کرد و یک راستا را بر راستای دیگر ترجیح داد تقارن آینه‌ای در هم شکست. گویی شما در ایستگاه راه‌آهن ایستاده‌اید و می‌بینید که بیشینه‌ی مسافران پس از بیرون رفتن از ایستگاه رو به سوی چپ می‌روند.

تقارن ذاتی تعیین کننده‌ی سرنوشت ما:

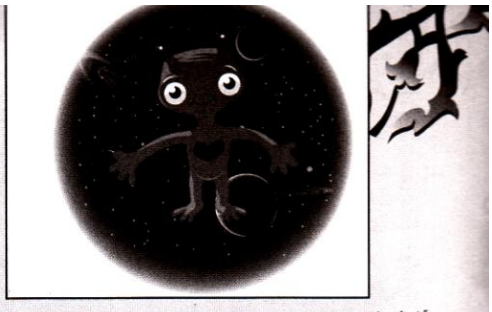
بار الکترون و تقارن آینه‌ای، جداگانه و در زمان‌های متفاوت شکسته شدند و از این جریان با عنوان شکسته شدن تقارن PC یاد می‌شود. جامعه‌ی فیزیکدانها خودرا با این اندیشه آرامش می‌دادند که این تقارن نمی‌تواند بشکند و اگر انسان به درون جهان آینه پا بگذارد که در آنجا پاد ماده جانشین ماده می‌شود نباید قانون‌های طبیعت دگرگون شود.

این نکته همچنین بدین معنا است که اگر با موجودی برون زمینی برخورد کنیم نباید راهی باشد که از طریق آن بتوانیم تشخیص دهیم که این موجود فضایی از جهان می‌آید یا از پاد جهان. ولی اگر او را برای خوشامدگویی در آغوش بکشیم فاجعه‌ای رخ خواهد داد و ماده و پاد ماده با نابود کردن یکدیگر تنها پُفی از انرژی بر جا خواهند نهاد.

نیروی ضعیف در ۱۹۶۴ وارد صحنه شد. در واپاشی رادیو اکتیو یک ذره‌ی عجیب که کائون خوانده شد بار دیگر قانون‌های تقارن نقض شد (جیمز کرونین و وال فیچ در ۱۹۸۰ جایزه‌ی نوبل را بردند). بخش کوچکی از کائون‌ها از تقارن آینه‌ای رایج بار پیروی نکردند و تقارن دوگانه‌ی PC را در هم شکستند و کل ساختار نظریه را به چالش کشیدند.

در اندیشه درباره‌ی دیدار موجود فضایی، این کشف می‌تواند راه نجاتی ارائه کند. کافی است پیش از در آغوش گرفتن او دقت کنیم و با توجه به واپاشی کائون ببینیم آیا او از ماده ساخته شده است یا پاد ماده.

نخستین کسی که به اهمیت تعیین کننده‌ی تقارن در هم شکسته در پیدایش جهان اشاره کرد آندره‌یی ساخاروف روسی بود. او در ۱۹۶۷ سه شرط برای به وجود آمدن جهانی مانند جهان ما که تهی از پاد ماده باشد مطرح کرد. نخست آن که قانون‌های فیزیک ماده و پاد ماه را از هم تمیز



در آغوش کشیدن؟ صبر کنید تا اول تقارن روشن شود چون اگر موجود فضایی از پاد ماده ساخته شده باشد هر دو تان دود می‌شوید و به هوا می‌روید.

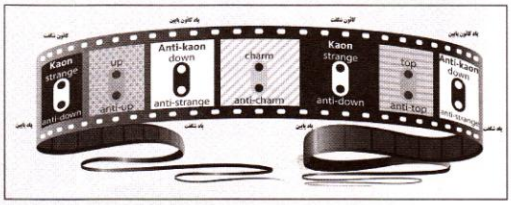
دهند که این نکته در نقض تقارن PC کشف شد. دوم آن که کیهان از گرمای مهبانگ سرچشمه بگیرد و سوم آن که پروتون‌های هسته‌ی اتم واپاشی بیابند. شرط سوم ممکن است به پایان جهان بینجامد چون به معنای نابودی نهایی کل ماده است. البته تا امروز این پیشامد روی نداده است و آزمایش‌ها نشان داده‌اند که پروتون‌ها به مدت 10^{33} سال پایدار می‌مانند که الحمدالله ده ترلیون بار از عمر جهان بزرگتر است، چون عمر جهان اندکی بیش از 10^{10} سال است. تا امروز هنوز کسی نمی‌داند زنجیره‌ی رویدادهای ساخاروفی چگونه در آغاز جهان رخ داده‌اند.

گشوده شدن رمز تقارن شکسته:

اگر شرایط پیشنهادی ساخاروف به صورت بخشی از مدل استاندارد فیزیک درآید می‌توان برای مازاد ماده‌ای که در هنگام زایش جهان آفریده شده است توضیحی ارائه کرد. ولی این توضیح نیازمند نقض تقارنی بسیار بزرگتر از نقض دوگانه‌ای است که کرونین و فیچ در آزمایش خود یافته‌اند.

البته حتی نقض کوچک تقارن که در آن کائون مقصر است نیازمند تفسیر است وگرنه کل مدل استاندارد در خطر می‌افتد. مسأله‌ی علت در هم شکستن تقارن‌ها تا سال ۱۹۷۲ به صورت رمز بر جا مانده بود اما در آن سال ماکوتو کوبایاشی و توشی هیده ماسکاوا دو پژوهشگر جوان از دانشگاه کیوتو که به خوبی از محاسبات کوانتوم آگاهی داشتند حل آن را در یک ماتریس ۳×۳ یافتند.

این نقض دوگانه چگونه روی می‌دهد؟ هر ذره‌ی کائون از یک کوارک و یک پادکوارک ساخته شده است. نیروی ضعیف هویت آنها را گاه به گاه تعویض می‌کند یعنی کوارک را به پاد کوارک و پاد کوارک را به کوارک تبدیل می‌کند و کائون را به آنتی کائون بدل می‌سازد. بدین ترتیب کائون گاهی خود و گاهی پاد خود است. ولی اگر شرایط مساعد شود این تقارن میان ماده و پاد ماده در هم می‌شکند. محاسبه‌ی ماتریسی کوبایاشی و ماسکاوا دربرگیرنده‌ی احتمالاتی برای توصیف چگونگی روی دادن تبدیل کوارک‌ها است.



« فیزیک کوانتومی پشت پرده‌ی این تبدیل عجیب و غریب نهفته است. کائون می‌تواند خود و پاد خود یعنی کائون و پاد کائون شود. همه‌ی خانواده‌های کوارک که امروز شناخته شده‌اند باید در این فرآیند که در آن تقارن در مواردی می‌شکند مشارکت داشته باشند. توضیح چگونگی روی دادن این امر جایزه‌ی نوبل امسال را نصیب کوبایاشی و ماسکاوا کرد. »

مشخص شده است که کوارک‌ها و پاد کوارک‌ها در درون خانواده‌ی خود تبدیل ماهیت می‌کنند. اگر مبادله‌ی هویت با تقارن شکسته‌ی دوگانه میان ماده و پاد ماده روی می‌داد علاوه بر کوارک و پاد کوارک در حال مبادله خانواده‌ی دیگری از کوارک‌ها هم لازم می‌شد. این مفهوم بی باکانه است و مدل استاندارد این کوارک‌های جدید ذهنی را همانگونه که آزمایش‌های بعدی نشان داد دریافت کرد. کوارک افسون در ۱۹۷۴، کوارک ته در ۱۹۷۷ و آخرین یعنی کوارک سردر ۱۹۹۴ کشف شدند.

کارخانه‌های تولید مزون پاسخ مسأله را عرضه می‌کنند.

ممکن است توضیح تقارن شکسته‌ی PC برای خانواده‌های دوم و سوم ذره‌ها علت وجودی عرضه کند. این دو خانواده از بسیاری لحاظ با خانواده‌ی نخست همسانند ولی آنقدر کوتاه عمرند که نمی‌توانند چیزی که پایدار باشد در جهان ما تولید کنند. یک امکان این است که این ذره‌های دمدمی مزاج مهمترین عملکرد خود را در آغاز زمانی به نتیجه برسانند که حضورشان در آن زمان، ضامن ایجاد تقارن شکسته‌ای باشد که باعث پیروزی بر پاد ماده شده است. هنوز از جزئیات چگونگی حل این مسأله برای طبیعت آگاهی نداریم. برای آفریدن کل ماده‌ای که آسمان پر ستاره‌ی ما را به وجود آورده است، تقارن شکسته باید بارها و بارها روی بدهد.

نظریه‌ی کوبایاشی و ماسکاوا نشان می‌دهد که می‌توان نقض عمده‌ی تقارن را در ذره‌های مزون B دید که ده بار سنگین‌تر از پسر عموهای خود یعنی کائون ها هستند. البته نقض تقارن در مزون B فوق‌العاده کمیاب است و برای دیدن چند مزون B که تقارن را شکسته‌اند باید انبوه عظیمی از این ذره‌ها را بررسی کرد. دو ساختار عظیم ردیاب ذره‌ی BaBar در شتاب دهنده‌ی SLAC در استنفورد کالیفرنیا و بل در شتاب دهنده‌ی KEK در توسوکوبای ژاپن روزانه بیش از یک ملیون مزون B تولید و جزئیات واپاشی آنها را بررسی می‌کنند. در سال ۲۰۰۱ هر دوی این آزمایش‌ها مستقل از یکدیگر نقض تقارن مزون B را درست همانگونه که کوبایاشی و ماسکاوا سی سال پیش از آن پیش‌بینی کرده بودند، تأکید کردند. بدین گونه مدل استاندارد که سالها به خوبی عمل کرده بود کامل شد. تقریباً همه‌ی قطعه‌های چیدمان طبق پیش‌بینی‌های جسورانه در جای خود جا افتادند، ولی فیزیکدانان‌ها همچنان ناراضی‌اند.

تقارن در زیر نقض‌های خود به خودی پنهان مانده است.

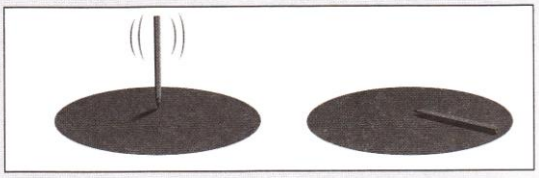
همانگونه که گفتیم مدل استاندارد همه‌ی ذره‌های بنیادی شناخته شده و سه نیرو از چهار نیروی بنیادی را دربر می‌گیرد ولی چرا این نیروها این همه متفاوت‌اند؟ و چرا جرم ذره‌ها این همه با هم فرق دارد؟ سنگین‌ترین این ها یعنی کوارک سر بیش از سیصد هزار بار سنگین‌تر از الکترون است. اصلاً چرا اینها جرم دارند؟ نیروی ضعیف باز هم پیش می‌افتد: ذره‌های پیام رسان آن یعنی بوزون‌های WgZ بسیار سنگین اند در حالی که یار آنها یعنی فوتون که ابلاغ کننده‌ی نیروی الکترومغناطیس است اصلاً جرم ندارد.

بیشترین شمار فیزیکدانها بر این باورند که یک تقارن شکسته‌ی خود به خودی یعنی سازوکار هیگز، تقارن اصلی میان نیروها را بر هم زده است و از همان آغاز پیدایش جهان به ذره‌ها جرم داده است.

یویی چیرو نامبو در ۱۹۶۰ نقشه‌ی راه این کشف را مشخص کرد. او نخستین کسی بود که نقض خود به خودی تقارن را به فیزیک ذره‌های بنیادی وارد کرد و به خاطر همین کشف اکنون برنده‌ی جایزه نوبل شده

اســت. نامبو در آغاز روی محاسبات نظری یک پدیده‌ی مهم دیگر یعنی ابر رســانایی کار می‌کــرد. نامبو بعدا نقض خود به خــودی تقارن را که توضیح دهنده‌ی ابر رســانایی بود به جهان ذره‌هــای بنیادی منتقل کرد و ابزارهــای ریاضی او اکنون به درون همه‌ی نظریه‌های مدل اســتاندارد نفوذ کرده است.

در زندگــی روزانه شــاهد نقض‌های خود به خودی و پیــش پا افتاده‌ی تقارن هســتیم. مدادی که روی نک ایستاده است هستی یکسره متقارنی دارد که در آن همه‌ی راستاها یکسان‌اند ولی همین که می‌افتد این تقارن بر باد می‌رود و تنها یک راستا به حساب می‌آید. اما از سوی دیگر در این حالت وضعیت آن پایدارتر می‌شود و دیگر نمی‌تواند بیفتد و به پایین‌ترین سطح انرژی پتانسیل می‌رسد.



« **نقض خود به خودی تقارن**، جهان این مداد یکسره متقارن است. همه‌ی راستاها عین هم‌اند. ولی اگر مداد بیفتد این تقارن نابود می‌شود و تنها یک راستا بر جا می‌ماند و تقارن در پشت مداد پنهان می‌شود. »

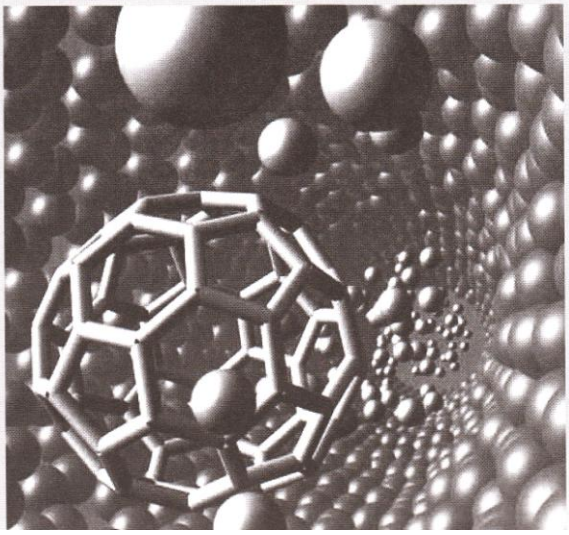
خلاء در کیهان دارای پایین‌ترین سطح انرژی است و در واقع در فیزیک پایین‌ترین سطح انرژی ممکن همان خلاء است، ولی خلاء به هیچ روی تهی نیســت و از هنگام پیدا شدن سر و کله‌ی فیزیک کوانتومی خلاء پر از ســوپ پر حباب ذره‌ای دانســته می‌شود که پف می‌کند و بی درنگ در میدان‌های همواره حاضر ولی پنهان کوانتومی ناپدید می‌شــود. در سراسر فضا گونه‌های بســیاری از میدان‌های کوانتومی مــا را در میان گرفته‌اند و چهار نیروی بنیادی طبیعت هم به صورت میدان توصیف می‌شــوند. از میان آنها میدان گرانش نزد همه‌ی ما شــناخته شــده است و پای ما را بر زمین استوار می‌دارد و تعیین کننده‌ی پایین و بالا است.

نامبــو از همان آغــاز دریافت که برای پژوهش دربــاره‌ی نقض خود به خودی تقارن بررســی ویژگی‌های خلاء باید در دســتور کار باشــد. خلاء یعنی پایین‌ترین ســطح انرژی ممکن با متقارن‌ترین حالت متناظر نیست. در این مورد هم مانند مداد افتاده تقارن میدان کوانتومی در هم شکســته اســت و تنها یکی از چندین راستای ممکن میدان برگزیده شده است. در چند دهه‌ی اخیر، روش‌های نامبو در برخورد با نقض خود به خودی تقارن در مدل استاندارد پالایش یافته است و امروز بارها در محاسبه‌ی تأثیرات نیروی قوی از آنها بهره گرفته می‌شود.

هیگز ایجاد جرم می‌کند.

نقض خــود به خودی تقــارن میدان فرضیــه‌ای هیگز مســأله‌ی جرم ذره‌های بنیادی را حل کرده اســت. اندیشــه شده اســت که در مهبانگ میــدان یکســره متقارن و جرم همــه‌ی ذره‌ها صفر بوده اســت ولی این میدان هیگز مانند مداد ایســتاده روی نک ناپایدار اســت و به هنگام سرد شــدن جهان، میدان به پایین‌ترین سطح انرژی می‌افتد و به خلاء تعریف شــده در کوانتوم می‌رسد. تقارن ناپدید می‌شــود و میدان هیگز به نوعی سوپ ذره‌های بنیادی تبدیل می‌شود که مقدارهای گوناگونی از میدان را جذب می‌کنند و دارای جرم‌های گوناگون می‌شــوند. پاره‌ای از آنها مانند فوتون‌هــا جرمی جذب نمی‌کنند و بی‌وزن می‌ماننــد ولی چرا الکترون‌ها جرم می‌یابند؟ هنوز نمی‌دانیم.

میــدان هیگز ماننــد دیگــر میدان‌های کوانتومــی نماینــده‌ی ویژه‌ی خــود را دارنــد: ذره‌های هیگز. فیزیکدان‌ها مشــتاقند که بــه زودی این ذره را در قوی‌تریــن شــتاب دهنــده‌ی جدیــد LHC در CERN در شــهر جنــوا پیدا کننــد. ممکن اســت چندین ذره‌ی گوناگــون هیگز ردیابی شــود یا اصلاً چنین ذره‌ای به دســت نیایــد. فیزیکدانها آماده‌اند و از میــان چندیــن نظریــه، نظریه‌ی ابرتقارن برای گســترده شــدن در مدل اســتاندارد مناســب به نظر می‌رســد. نظریه‌های دیگری هم وجود دارد. بعضــی بســیار نامتعارف و عجیــب و بعضی کمتــر عجیب. به هر حــال همه‌ی اینهــا احتمالاً متقارن‌انــد، هر چند تقارن ممکن اســت در آغاز آشــکار نباشــد ولی وجود دارد و خود را در پشت نمای ظاهراً آشفته نهان می‌دارد.



شناخت هادرون‌ها

درآمدی بر شناخت ساختار و کارکرد برخورد دهنده‌ی بزرگ هادرون (LHC)

همـه‌ی ذره‌هـا به جـز فوتـون در دو دسـته رده‌بندی می‌شوند: هارون‌ها و لپتون‌ها. ذره‌هایی که با نیروی قوی اندرکنش می‌کنند هادرون خوانده می‌شوند که خود به دو دسـته‌ی مزون‌ها و باریون‌ها رده‌بندی می‌شوند که جرم واسـپین آنها را از یکدیگر متمایز می‌کند. همه‌ی مزون‌ها سـرانجام واپاشـی می‌یابند و الکترن، پوزیترون، نوترینو و فوتـون تولید می‌کننـد. پیون‌ها سـبکترین مزون‌های شـناخته شده هستند که جرمی برابر $140\frac{mev}{c^2}$ و اسپینی برابر با صفر دارند. جرم مزون‌های K در حدود $50\frac{mev}{c^2}$ و اسپین آنها صفر است.

جـرم باریون‌ها با جـرم پروتون برابر یا از آن بیشـتر و اسـپین آنها همواره $\frac{1}{2}$ یا $\frac{3}{2}$ اسـت. بسیاری از ذره‌ها و از آن میان پروتون‌ها و نوترون‌ها باریون شـمرده می‌شوند و همگی به جز پروتون‌ها به گونه‌ای واپاشی می‌یابند که در فرآورده‌های پایانی واپاشی آنها پروتون هم دیده می‌شود. مثـلاً بار یونی که هایپرون ε خوانده می‌شـود. در مدت 10^{-10} ثانیه واپاشـی می‌یابـد و λ_0 تولید می‌کند که در مدت 3×10^{-10} ثانیه به پروتون و π' واپاشی می‌یابد.

امروز باور بر آن اسـت که هادرون‌ها از کوارک تشکیل می‌شوند.

لپتون‌ها:

لپتون‌هـا ذره‌هایی هسـتند کـه در اندر کنـش ضعیف

چند ذره و ویژگی‌های آنها

رده	نام	نماد	پادذره	جرم سکون	عدد باریونی	عددهای لپتونی			عدد شگفتی	نیمه عمر	فرآورده‌های واپاشی
فوتون	فوتون	γ	خودش	0	0	0	0	0	0	پایدار	----
لپتون‌ها	الکترن	e^-	e^+	۰/۵۱۱	0	+1	0	0	0	پایدار	----
	نوترینو (e)	υ_e	$\overline{\upsilon}_e$	0 (؟)	0	+1	0	0	0	پایدار	----
	مئون	μ^-	μ^+	۱۰۵/۵	0	0	+1	0	0	2.20×10^{-6}	$\upsilon_\mu\ \overline{\upsilon}_e\ e$
	نوترینو (μ)	υ_μ	$\overline{\upsilon}_\mu$	0 (؟)	0	0	1+	0	0	پایدار	----
	تاو	J^-	J^+	۱۷۸۴	0	0	0	-1	0	$<4\times10^{-13}$	$\overline{\upsilon}_e\ e\ \upsilon_J\ \overline{\upsilon}_\mu\ \mu^-$
	نوترینو	υ_J	$\overline{\upsilon}_J$	0 (؟)	0	0	0	1-	0	پایدار	------
هادرون‌ها											
مزون‌ها	پیون	π^+	π^-	۱۳۹/۶	0	0	0	0	0	2.60×10^{-8}	$\upsilon_\mu\ \mu^+$
		π^0	خودش	۱۳۵/۰	0	0	0	0	0	0.83×10^{-16}	2γ
	کائون	K^+	K^-	۴۹۳/۷	0	0	0	0	+1	1.24×10^{-8}	$\pi^0\pi^+, \upsilon_\mu\ \mu^+$
		K_S^0	$\overline{K}_S^0$	۴۹۷/۷	0	0	0	0	+1	0.89×10^{-10}	$2\pi^0, \pi^-\pi^+$
		K_L^0	$\overline{K}_L^0$	۴۹۷/۷	0	0	0	0	+1	5.2×10^{-8}	$\overline{\upsilon}_e e^+\pi^-$
											$\pi^+ e^-\overline{\upsilon}_\mu$
											$3\pi^0$
	۱ تا	η^0	خودش	۵۴۸/۸	0	0	0	0	0	$<10^{-18}$	$2\gamma, 3\gamma$
باریون‌ها	پروتون	P	$\overline{P}$	۹۳۸/۳	+1	0	0	0	0	پایدار	
	نوترون	n	$\overline{n}$	۹۳۹/۶	+1	0	0	0	0	۹۲۰	$Pe\ \overline{\upsilon}_e$
	لاندا	λ^0	$\overline{\lambda}^0$	۱۱۱۵/۶	+1	0	0	0	-1	2.6×10^{-10}	$P\pi^-, n\pi^0$
	سیگما	Σ^+	$\overline{\Sigma}^-$	۱۱۸۹/۴	+1	0	0	0	-1	0.89×10^{-10}	$P\pi^0, n\pi^+$
		Σ^0	$\overline{\Sigma}^0$	۱۱۹۳/۵	+1	0	0	0	-1	6×10^{-20}	$\lambda^0\gamma$
		$\overline{\Sigma}^+$	Σ^-	۱۱۹۷/۳	+1	0	0	0	-1	1.5×10^{-10}	$n\pi^-$
	سای	$\equiv^0$	$\overline{\equiv}^0$	۱۳۱۵	+1	0	0	0	-2	2.9×10^{-10}	$\lambda_0\pi^0$
		$\equiv^+$	$\equiv^-$	۱۳۲۱	+1	0	0	0	-2	1.64×10^{-10}	$\lambda_0\pi^-$
											$\equiv^0\pi^0, \lambda^0 K^-$

مشـارکت دارند. اسـپین همه‌ی آنها $\frac{1}{2}$ اسـت و الکترون‌ها و موئون‌ها و نوترنیوها که از سـبکترین هادرون‌ها هم سـبکترند جزو آنها شـمرده می‌شوند. لپتون‌ها بر خلاف هادرون‌ها اندازه و سـاختار مشخص ندارند ومی‌توان آنها را ذره های بنیادی واقعی دانسـت. تاکنون تنها شش لپتون همراه با پادلپتون آنها شناخته شده‌اند: الکترون، موئون،تاو و نوترینوی وابسته به هر کدام:

$$\begin{pmatrix} e^- \\ \upsilon_e \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} M^- \\ \upsilon_m \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} T^- \\ \upsilon_J \end{pmatrix}$$

جرم لپتون تاو که در ۱۹۷۵ کشـف شد در حدود دو برابر جرم پروتون اسـت و نوترینوی وابسـته به آن هنوز در آزمایشگاه به دسـت نیامده است. باور بر این اسـت که این ذره جرم ناچیزی دارد.

قانون‌های پایستگی:

در بررسـی ذره‌های بنیادی چند قانون پایسـتگی که تا امروز صرفاً بر شواهد تجربی استوارند دارای اهمیت است و مهمترین آنها به عدد بار یونی و عدد لپتونی باز می‌گردد.

قانون پایستگی عدد بار یونی:

طبق این قانون هر گاه در واپاشـی یا واکنشـی بار یون تولید شود، پاد بار یون هم تولید می‌شود و ۱+ = B برای بار یون، = B ۱- بـرای پاد بار یون و ۰ = B برای دیگر ذره‌ها در نظر گرفته می‌شود. طبق قانون پایستگی در هر واکنش یا واپاشی هسته‌ای جمع عددهای بار یونی پیش و پس از فرایند برابر می‌ماند.

توجه داشته باشید که اگر قرار باشد عدد بار یونی مطلقاً پایسته باشـد، پروتون‌ها باید مطلقاً پایدار باشـند و در غیر این صورت پروتـون به پوزیتـرون و پیون خنثی واپاشـی می‌یابد. البته این گونه واپاشی تاکنون دیده نشـده است. امروز می‌توان گفت که نیمه عمر پروتون دسـت کم 10^{31} سال است (بسنجید با عمر جهان که 10^{10} سـال اسـت). در یکـی از نظریه‌های یگانگی بزرگ (GUT) اظهار نظر شـده است که پروتون عملاً ناپایدار اسـت و عدد بار یونی برخلاف بـار الکتریکی به صورت مطلق پایسته نیست.

عدد لپتونی:

برای سـه نـوع لپتون سـه قانون پایسـتگی در نظـر گرفته می‌شود:

۱ – قانون پایستگی عدد لپتونی الکترون که در آن به الکترون و نوترینـوی الکترون عدد لپتونـی ۱+ = Le و برای پاد لپتون و پادنوترینو ۱– = Le و برای ذره‌های دیگر ۰=L نسـبت داده می‌شـود و عین این جریـان در مورد موئون‌ها و تاوها درسـت است.

***

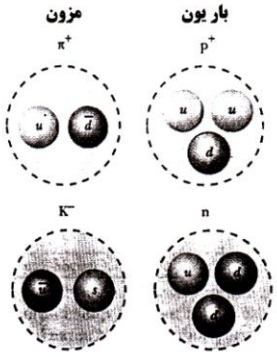
شگفتی:

برخی از ذره‌ها مانند ε, λ, k به هنگام تولید یا واپاشـی رفتاری نامعمول نشان می‌دهند. این ذره‌ها همواره به صورت جفت تولید می‌شوند و قانون پایستگی شگفتی در مورد فرآیندهای مربوط به آنها صدق می‌کند.

کوارک‌ها:

گلمان و تسویگ در ۱۹۶۳ هر یک جداگانه هادرون‌ها را دارای ساختار بنیادی‌تر دانستند. هر هادرون از دو یا سه سازه‌ی بنیادی به نام کوارک تشکیل می‌شود. سه کوارک اصلی عبارتند از: بالا، پایین و شـگفت (s, d, u). ویژگی نامعمول کوارک‌ها داشتن بار الکترونیک کسری است و هر کدام دارای پادکوارک با بار و عدد بار یونی و عدد شگفتی مخالف است.

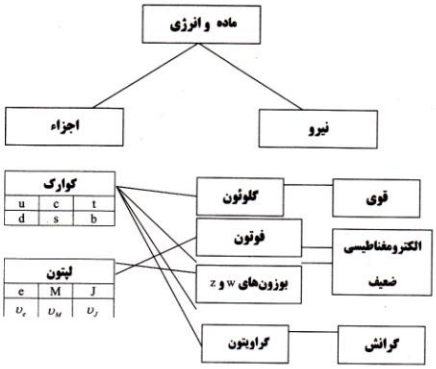
کوارک‌ها								
نام	نماد	اسپین	بار	عدد بار یونی	شگفتی	افسون	ته بودن	سر بودن
بالا	u	$\frac{1}{2}$	$+\frac{2}{3}e$	$\frac{1}{3}$	۰	۰	۰	۰
پایین	d	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{3}$	۰	۰	۰	۰
شگفت	s	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{3}$	۱-	۰	۰	۰
افسون	c	$\frac{1}{2}$	$+\frac{2}{3}e$	$\frac{1}{3}$	۰	۱+	۰	۰
ته	b	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{3}$	۰	۰	۱+	۰
سر	t	$\frac{1}{2}$	$+\frac{2}{3}e$	$\frac{1}{3}$	۰	۰	۰	۱+



مزون‌ها از یک کوارک و یک پاد کوراک تشـکیل شـده‌اند و عدد بار یونی آنها صفر اسـت. بار یون‌ها از سـه کوارک تشکیل شده‌اند.

پاد بار یون‌ها از سه پادکوارک تشکیل شده‌اند.

در جدول زیر ترکیب کوارکی انواع مزون‌ها و بار یون‌ها نشـان



داده شـده اسـت. توجه داشته باشـید که در هادرون‌های مـاده‌ی معمولـی یعنـی پروتون‌هـا و نوترون‌هـا تنهـا کوارک‌هـای u و d موجود اسـت و کـوارک s تنها در ساختار ذرات شگفت با عدد شگفتی ۱+ یا ۱- وجود دارد.

برای هر کوارک یک پادکوارک در نظر گرفته می‌شود.

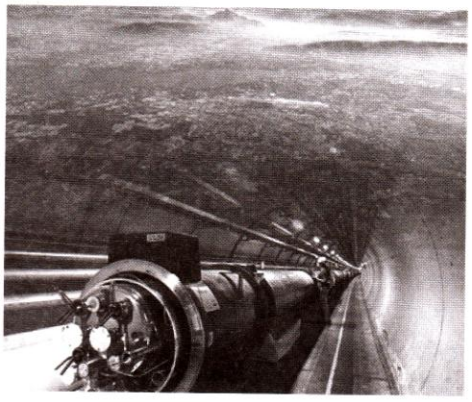
تلاش‌هایی که تاکنون برای دسـتیابی به کوارک منفرد صـورت گرفته اسـت بی نتیجـه مانده اسـت. از این رو می‌توان گفت که کوارک‌ها با یک نیروی بسـیار قوی در درون ذرات معمولی نگه داشته می‌شوند که نیروی « رنگ » خوانده می‌شود.

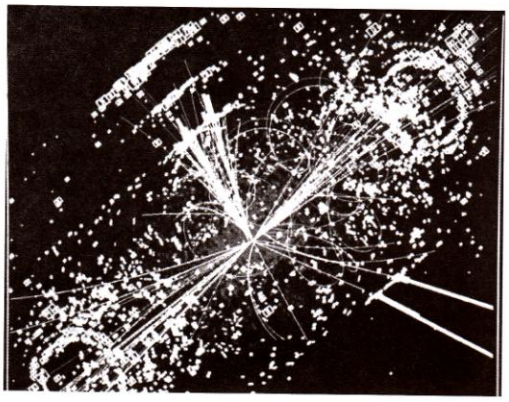
مدل استاندارد:

پس از ارائه مفهوم کوارک‌ها که دارای اسـپین بودند به دانشـمندان در مورد ذره‌هایی که از سـه کوارک تشکیل می‌شـدند با توجه به اصل طرد پائولی دچار دشواری شدند و برای چیره شـدن بر این دشـواری مفهومی به نام رنگ در نظر گرفتند که از بسیاری لحاظ با بار الکتریکی همانند بود ولی از سـه نوع سبز و آبی و قرمز تشکیل می‌شد. پاد ذره‌هـا هم دارای رنگ‌هـای پادآبی، پاد سـبز و پاد قرمز بودند. در این جا هم رنگ‌های همانند یکدیگر را می‌رانند و رنگ‌ها و پاد رنگ‌ها یکدیگر را می‌ربودند. بدین ترتیب اصل طـرد در مورد ذره‌هایی چون بار یون Ω که از سـه کوارک شگفت هم اسپین تشکیل می‌شد نقض نمی‌شد. رشته‌ای از فیزیک که به این مفهوم می‌پردازد دینامیک کوانتومی رنگ ($Q \subset D$) خوانده شد . C

اماذره‌های میدان نیروی ضعیف یعنی بوزون‌های Z°, W^{-}, W^{+} دارای بار ضعیف دانسته می‌شوند و بنابراین ذره‌های بنیادی دارای جـرم، بار الکتریکی، بار رنگ، و بار ضعیفند. نظریه‌ی الکتروضعیف دو گونه اندر کنش الکترومغناطیسـی و ضعیف را بـا هـم می‌آمیـزد و از ترکیب نظریـه‌ی الکتروضعیف و اندرکنش قوی در Q C D مدل استاندارد به دست می‌آید.

مدل استاندارد بسـیاری از پرسش‌ها را پاسخ می‌دهد ولی پرسـش‌های دیگری هم بر جا می‌مانـد، مثلاً چرا فوتون‌ها جـرم ندارنـد ولی بوزون‌هـای W و Z جرم دارنـد. نیروی الکترومغناطیسـی و ضعیف به خاطـر همین تفاوت جرم در انرژی‌های پایانی یکسره از هم متمایزند ولی در انرژی‌های بـالا همانند می‌شـوند و این تغییر رفتار « شکسـت تقارن » خوانده می‌شـود و دشـواری منشـاء جرم ذره‌هـا را برجا می‌گـذارد. برای رفع این دشـواری یـک ذره فرضی به نام «بوزون هیگز » در نظر گرفته می‌شـود کـه می‌تواند برای شکسـت تقارن الکتروضعیف سـاز و کاری پیشـنهاد کند. برای تعیین وجود بوزون هیگز باید دو کوارک با انرژی‌های دسـت کم ۱۰Tev با هم برخورد کنند و برای این منظور بایـد ۴۰Tev انرژی را در حجمی به انـدازه‌ی حجم یک پروتـون متمرکـز کرد. ایـن کار در « برخـورد دهنده »ها صورت می‌گیرد کـه در آنها دو باریکه ذره با جرم و انرژی یکسان از درجه ی دو با هم برخورد می‌کنند و به خاطر صفر بودن اندازه‌ی حرکت کل، همه‌ی انرژی جنبشی آنها صرف تشکیل ذره‌های جدید می‌شود.





برخورد دهنده‌ی بزرگ هادرون (LHC)

برخـورد دهنـده‌ی بزرگ هـادرون بزرگتریـن و قدرتمندترین شـتاب دهنده‌ی انرژی دهنده به ذرات اسـت برای برخورد دادن باریکه‌ی پروتون یا یون‌های سـرب که با سـرعت تقریباً ۹۹/۹۹۹۹۹۹ درصد سرعت نور در خلاء از روبه رو در حرکتند.

سـازمان اروپایـی پژوهش هسـته‌ای (CERN) برای آزمـودن انواع پیش‌بینی‌های فیزیک انرژی بالا و از آن میان وجود بوزون فرضی هیگز و خانواده‌ی بزرگ ذرات جدید پیش‌بینی شده بر پایه‌ی ابر تقارن، این دستگاه را بـر پا کرد. این مجموعه در تونلی به طـول ۲۷ کیلومتر در ژرفای ۱۷۵ متری در مرز فرانسـه و سوئیس در نزدیکی جنوا جا داده شده است. بیش از هزار دانشمند و مهندس از بیش از ۱۰۰ کشور همراه با صدها دانشگاه و آزمایشگاه در بنیاد کردن این مجموعه مشارکت داشته‌اند.

نخسـتین بار در دهم سـپتامبر ۲۰۰۸ باریکه‌های پروتـون با کامیابی در حلقه‌ی اصلی LHC به چرخش درآمدند. در ۱۹ سـپتامبر ۲۰۰۸ عملیات به خاطر نقص جدی دو آهنربای خمیده‌ی ابررسـانا متوقف شـد. به خاطر این نقص کار دستگاه تا تابستان ۲۰۰۹ آغاز نخواهد شد.

هدف:

طبـق نظریه این برخورد دهنده بایـد بوزون گریز پای هیگز را تولید کند که آخرین ذره‌ی مشاهده شـده در میان ذره‌هایی است که مدل استاندارد وجود آنها را پیش‌بینی کرده است.

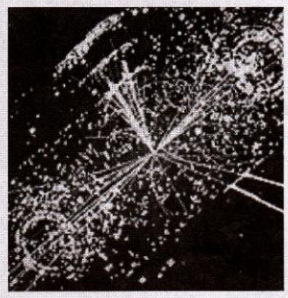
اثبات وجود بوزون هیگز سـازوکار شکستن تقارن الکتروضعیف را که بر پایه‌ی مدل اسـتاندارد ذرات از طریق آن جرم به دسـت می‌آورند روشـن می‌کنـد. با گسـترش مدل اسـتاندارد علاوه بر بوزون هیگـز وجود ذرات دیگری هم پیش بینی شـده اسـت که این دسـتگاه می‌توانـد آنها را هم بیافریند. در گسـتره‌ای کلی‌تر فیزیکدانها امیدوارند که LHC توانایی انها را در پاسخ دادن به پرسش‌های زیر افزایش دهد:

۱ – آیـا سـازوکار هیگز در تولید جـرم ذرات بنیادی مدل اسـتاندارد در طبیعت هم تحقق می‌یابد؟ اگر چنین باشـد چه تعـداد بوزون هیگز وجود دارد و جرم آنها چقدر است؟

۲ – آیا نیروهای الکترومغناطیسـی و هسـته‌ای قوی و هسته‌ای ضعیف جلوه‌های نیروی یگانه‌ای هسـتند که نظریه‌های گوناگون یگانگی بزرگ آن را پیش‌بینی می‌کنند؟

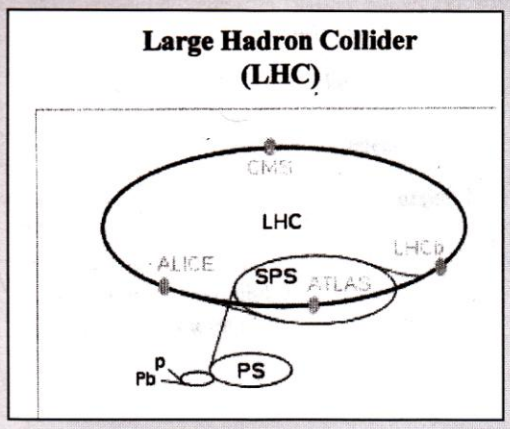
۳ – چرا نیروی گرانش چندین مرتبه از سه نیروی بنیادی دیگر ضعیف‌تر است؟

۴ – آیا ابر تقارن در طبیعت تحقق یافته اسـت و ذرات شـناخته شـده‌ی



همانندسازی رویداد در ردیاب موئون نشان دهنده مسیر ذرات هیگز

مدل استاندارد دارای شرکای ابر متقارن‌اند؟



استاندارد هم همچنان متقابلاً پایدار می‌مانند؟

۶ – چرا میان ماده و پاد ماده تقارن ظاهراً نقض می‌شود؟

۷ – ماهیت ماده‌ی تاریک و انرژی تاریک چیست؟

۸ – آیا آن گونه که مدل‌های گوناگون برخاسـته از نظریه‌های ریسـمان پیش‌بینی می‌کنند ابعاد دیگری هم وجود دارد؟

از میان کشـف‌هایی که LHC ممکن اسـت صورت دهد، تنها کشـف ذرات هیگز نسـبتاً خالی از مجادله اسـت که حتی آن هم قطعی نیسـت. اسـتیفن هاکینگ در مصاحبه‌ای با BBC می‌گویـد: « فکر می‌کنم پیدا نشـدن ذرات هیگز هیجان انگیزتر باشد، چون نشان می‌دهد که چیزی در این میان نادرسـت اسـت و باید درباره‌ی آن بازاندیشی شود. من سر صد دلار شـرط می‌بندم که ذرات هیگز پیدا نمی‌شـوند. » هاکینگ در همین مصاحبه درباره‌ی امکان پیدا شـدن ابر شـرکا بحث می‌کند و می‌گوید: « نتایج کار LHC صرف نظر از این که چه چیزهایی را کشف کند یا نکند، آگاهی‌های بسیاری درباره‌ی ساختار جهان به ما می‌دهد. »

LHC در مقام برخورد دهنده‌ی یون:

برنامه‌ی LHC در زمینه‌ی فیزیک عمدتاً بر پایه‌ی برخوردهای پروتون ـ پروتون اسـتوار اسـت. دوره‌های کوتاهتر کار مثلاً یک ماه در سال برای برخوردهای یونهای سـنگین در این برنامه گنجانده شـده است. یون‌های سـبک تر هم در نظر گرفته می‌شوند ولی خط کار اصلی برخورد یون‌های سرب است. این کار زمینه‌های پیشرفت را برای برنامه‌ی آزمایشی برخورد دهنده‌ی نسـبیتی یون سـنگین که در حال اجرا اسـت (RHIC) فراهم می‌آورد. هدف برنامه‌ی یون سـنگین گشودن دریچه‌ای است بر حالتی از ماده که پلاسـمای کـوارک ـ گلوئون خوانده می‌شـود و ویژگی مرحله‌ی اولیه‌ی هستی عالم است.

طراحی:

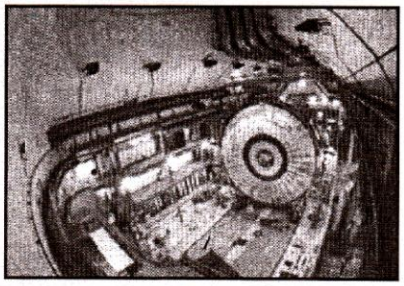
LHC بزرگترین و پرانرژی‌ترین شتاب دهنده‌ی ذره در جهان است. این دسـتگاه در یک تونل دایره‌ای به محیـط ۲۷ کیلومتر در ژرفایی میان ۵۰ تا ۱۷۵ متر زیرزمین جدا دارد. این تونل که پهنای آن ۳/۸ متر و پوشـیده از بتون مسـلح است میان سـالهای ۱۹۸۳ و ۱۹۸۸ برای برخورد دهنده‌ی بزرگ الکترون ـ پوزیترون سـاخته شـد و در چهار نقطه خط مرزی میان سوئیس و فرانسه را قطع می‌کرد که البته بیشتر آن در خاک فرانسه است. در سـاختمان‌های روی زمین تجهیزاتی مانند کمپرسـورها و هواکش‌ها و نظام‌های الکترونیکی کنترل و دستگاه‌های سرد کننده جا دارند.

کـه در چهار نقطه یکدیگر را قطـع می کنند. حدود ۲۳۲ مغناطیس دو قطبی ایـن دو باریکه را در مسـیر دایره‌ای نگـه می‌دارنـد و ۳۹۲ مغناطیس چهار قطبـی آنهـا را در حالت کانونی نگه می‌دارند و بخت برخورد ذرات را در چهار نقطه‌ی برخورد افزایش می‌دهند. روی هم رفته ۱۶۰۰ مغناطیس ابر رسانا در مجموعه نصب شـده اسـت که وزنی در حدود ۷۲ تن دارند. در حدود ۹۶ تن هلیـوم مایع مغناطیس هارا در دمای کارکردی یعنی ۱/۹ کلوین نگه می‌دارند و LHC را به بزرگترین تسـهیلات سـرما آفرین جهان در دمای هلیوم مایع تبدیل می‌کنند.

پروتون‌ها هر روز یک تا دو بار شتابی از ۴۵۰Gev تا ۷Tev می‌گیرند و میدان مغناطیس‌های ابررسانای دو قطبی از ۵۴/۰ T به ۳/۸ T می‌رسد.

انـرژی هر پروتون در حـدود ۷Tev و در نتیجه انرژی برخوردی در حدود (۲/۲Mj)- ۱۴Tev دارند. دراین سـطح انرژی عامـل لورنتس هر پروتون ۷۵۰۰ و سـرعت حرکت آن ۹۹/۹۹۹۹۹۱ درصد سرعت نور در خلاء است. زمـان یک بار پیمودن مسـیر حلقه‌ی گردش کمتر از ۹۰HS یعنی بسـامد گردش در حدود ۱۱۰۰۰ بار در ثانیه اسـت. پروتون‌ها باریکه‌ی پیوسـته‌ای را تشـکیل نمی‌دهند و به صورت ۲۸۰۸ بسـته خواهند بود که برخورد میان دو باریکه در بازه‌های زمانی بزرگتر از ۲۵ns صورت می‌گیرد. البته در نخسـتین راه‌اندازی تعداد بسته‌ها کمتر و بازه‌ی زمانی برخوردها ۷۵ns است.

ذرات پیش از تزریق شدن به درون شتاب دهنده‌ی اصلی در چند دستگاه پی در پی با افزایش انرژی آماده می‌شـوند. نخستین دستگاه یک شتاب دهنده‌ی خطی ذره یعنی LINAC ۲ است که پروتون‌هایی با انرژی ۵۰Mev آماده می‌کنند تا به دسـتگاه تقویت کننده‌ی سنکرون پروتون (PSB) وارد شوند. در آنجا پروتون‌ها شـتابی برابر با ۱/۴Gev به دسـت می‌آورند و به درون سـنکروترون پروتون (PS) وارد می‌شوند و شتابشان به ۲۶Gev می‌رسد.



سـرانجام ابر سـنکروترون پروتـون (SPS) انرژی آنهـا را به ۴۵۰Gev می‌رسـاند تا در مدتی بیش از ۲۰ دقیقه بـه درون حلقه‌ی گردش اصلی وارد شـوند. در آنجا بسـته‌های پروتون انباشته می‌شوند و باز هم در مدتی بیش از بیست دقیقه به بیشینه‌ی انرژی خود یعنی ۷Tev می‌رسند و سرانجام مدتی میـان ۱۰ تا ۲۴ سـاعت می‌چرخند تا در چهار نقطـه‌ی برخورد با هم برخورد کنند.

LHC بـرای برخـورد دادن یون‌های سـنگین سـرب با انـرژی برخورد ۱۱۵۰Tev هم به کار می‌رود. یون‌های سـرب ابتدا با شتاب دهنده‌ی خطی ۳ LINAC شـتاب می‌گیرنـد و حلقه‌ی تزریق انـرژی پایین (LEIR) به صورت یکای نگهداری و سـرد کننده به کار می‌رود. یون‌ها در دستگاه PS و SPS شـتاب بیشتری می‌گیرند و سـپس وارد حلقه‌ی LHC می‌شود و انرژی آن به ۷۶/۲ Tevدر هر نوکلئون می‌رسد.

ردیاب‌ها:

شـش ردیـاب LHC در حفره‌های بزرگ زیرزمینـی در نقطه‌های برخورد جا داده شـده است. دو ردیاب آزمایش ATLAS و سولنوئید موئون فشرده

دسـتگاه آزمایش برخورد دهنده‌ی یـون (ALICE) و LHCb نقش‌های ویژه‌تـری دارنـد و آخرین TOTEM و LHCF بسـیار کوچکند و برای پژوهش‌های بسیار تخصصی به کار می‌روند.

مروری بر ردیاب‌های اصلی:

۱ - ATLAS: یکـی از دو ردیاب با منظور عام، برای یافتن نشـانه‌های فیزیک نو و سرچشمه‌های جرم و ابعاد دیگر به کار می‌رود.

۲ - CMS: ردیاب با منظور عام دیگر که مانند ATLAS در پی به دام انداختن بوزون هیگز و یافتن سر نخ‌های ماهیت ماده‌ی تاریک است.

۳ - ALICE: درباره‌ی شکل « مایع » ماده که پلاسمای کوارک گلوئون نامیده می‌شود و اندک زمانی پس از مهبانگ وجود داشت پژوهش می‌کند.

۴ - LHCb: در مهبانگ به یک اندازه ماده و پاد ماده آفریده شده است. LHCb می‌کوشـد دریابد که چه بر سـر پاد ماده‌های « گم شـده » آمده است.

زمان آزمون:

نخسـتین باریکه در روز دهم سـپتامبر ۲۰۰۸ در برخورد دهنده به چرخش درآمد. CERN با کامیابی در چند مرحله‌ی سه کیلومتری در پیرامون تونل پروتون ها را به چرخش درآورد. ذرات در جهت گردش عقربه‌های سـاعت به درون شـتاب دهنده شلیک شدند و در ساعت ۱۰:۲۸ به وقت محلی دور خود را به پایان رسـاندند. LHC نخسـتین آزمون عمده‌ی خود را پس از چند راه اندازی آزمایشی از سر گذراند. دو نقطه‌ی سفید روی صفحه کمپیوتر درخشید و سفر پروتون‌ها را در سرتاسر طول برخورد هنده نشان داد. هدایت جویبار ذرات به دور مدار آغازین کمتر از یک سـاعت طول کشید. پس از آن CERN با کامیابی یک باریکه‌ی پروتون را در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت به چرخش درآورد که به خاطر مسأله‌ی سرما- بنیاد اندکی بیش از یک ساعت و نیم طول کشید و مدار در ساعت ۱۴:۵۹ کامل شد.

در ۱۹ سـپتامبر ۲۰۰۸ در مغناطیس صد دوری بخش‌های ۳-۴ فروپاشـی روی داد و تقریباً شـش تـن هلیوم مایع از میان رفت و در تونل پخش شـد و در چند مغناطیس دما به اندازه‌ی حدود ۱۰۰ کلوین افزایش یافت. شـرایط خلاء در لوله‌ی باریکه هم از میان رفت. اندکی پس از این پیشامد CERN گزارش داد که محتمل‌ترین علت این دشـواری اتصال نادرست دو مغناطیس بوده اسـت و به خاطر زمان لازم برای گرم شـدن و سـپس سرد شدن آن تا دمای عملکرد، دسـت کم ودو ماه برای آماده ساختن دسگاه وقت لازم است. CERN در ۱۶ اکتبر ۲۰۰۸ بررسی مقدماتی و در ۵ دسامبر بررسی مفصل خود را درباره‌ی این رویداد منتشـر کرد. هر دو بررسی تأیید کردند که اشکال در واقع از اتصال نادرسـت مدار الکتریکی سرچشـمه گرفته اسـت. بیشترین شمار مغناطیس‌های آسیب دیده ۲۹ عدد بود که باید تعمیر یا تعویض شوند.

در زمان بندی اصلی LHC قرار بود نخستین برخوردهای پرانرژی«متعادل» در مرکـز جرم بـه انرژی ۹۰۰Gev پیش از پایان سـپتامبر صورت بگیرد و LHC در ۲۱ سـپتامبر یعنی روز گشایش با انرژی ۱۰Tev کار کند. اما به خاطر تأخیر ناشـی از رویداد بالا این کار تا تابسـتان ۲۰۰۹ به تعویق افتاد. البته با وجود این تعویق، دسـتگاه در ۲۱ اکتبر به طور رسمی در حضـور دولتمردان و وزرای علوم ۲۰ کشـور عضـو و مقام‌های CERN و اعضای انجمن‌های علمی جهانی گشایش یافت.

نتایج مورد انتظار:

هنگامـی که این ابر برخورد دهنده آغاز به کار کند، دانشـمندان در صورت درسـت بودن مدل اسـتاندارد باید هر چند سـاعت یک بوزون هیگز بیابند. با این آهنگ گردآوری داده‌های کافی برای دستیابی روشن و بی‌اشـکال به بوزون هیگز سه سـال وقت لازم است. برای گردآوری نتایج کافی درباره‌ی ذرات ابر متقارن و رسـیدن به نتایج معنادار هم یکسـال وقت

بهبود و تقویت پیشنهادی:

چند سال پس از آغاز کار دستگاه، آزمایش‌های فیزیکی ذره‌های بنیادی دچار پدیده‌ی بازده نزولی می‌شوند و شمار اکتشاف‌ها هر سال کمتر از سال پیش خواهد بود. راه پرهیز از این پدیده بالا بردن سطح انرژی یا درخشندگی آزمایش است. افزایش درخشندگی LHC که Super LHC خوانده می‌شود. باید ده سال پس از آغاز کار آن انجام بگیرد. مسیر بهینه‌ی بهسازی درخشندگی LHC شامل افزایش شدت جریان باریکه (یعنی شمار پروتون‌های باریکه) و تقویت دو ناحیه‌ی اندرکنش با درخشندگی بالا یعنی ATLAS و CMS است. برای دستیابی به این هدف باید انرژی باریکه را در نقطه‌ی تزریق به درون Super LHC به ۷۱Te رساند. برای این افزایش باید دستگاه پیش تزریق کامل را بهسازی کرد و تغییرات ابر سنکروترون پروتون را به گسترده‌ترین صورت انجام داد.

هزینه:

هزینه‌ی کل برنامه میان ۳/۲ تا ۶/۴ میلیارد یورو پیش‌بینی شده است. بر پا کردن این تأسیسات با سرمایه‌ای برابر با ۱/۶ میلیارد یورو به علاوه‌ی ۱۴۰ میلیون یورو هزینه در ۱۹۹۵ تصویب شد. اما در ۲۰۰۱ هزینه‌ی سرریزی در حدود ۳۰۰ میلیون یورو برای شتاب دهنده، و ۳۰ میلیون یور برای آزمایش‌ها همراه با کاهش سرمایه‌ی CERN تاریخ تکمیل تأسیسات را از ۲۰۰۵ به ۲۰۰۷ موکول کرد. برای تأمین مغناطیس‌های ابر رسانا ۱۲۰ میلیون یورو به بودجه افزوده شد. دشواری‌های مهندسی در کندن حفره‌های زیرزمینی برای سلونوئیدهای موئون فشرده ناشی از اجزای نامناسبی بود که آزمایشگاه ملی آرگون، آزمایشگاه فرمی ، و KEK در اختیار CERN گذاشته بودند.

منابع محاسبه:

شبکه‌ی محاسبات LHC به گونه‌ای در نظر گرفته شده است که مقدارهای عظیم داده‌های LHC را سامان دهد. در این شبکه هم اتصال‌های کابل فیبر نوری و هم بخش‌های پر سرعت اینترنت عمومی موجود به کار گرفته می‌شوند تا داده‌ها را از CERN به نهادهای دانشگاهی و پژوهشی سرتاسر جهان منتقل کنند. شبکه‌ی گشوده‌ی علمی به منزله زیرساخت آغازین ایالت‌های متحده و بخشی از فدراسیون درون ـ عملیاتی شبکه‌ی محاسبه‌ی LHC به کار گرفته می‌شود. برنامه‌ی محاسباتی LHC@home هم برای پشتیبانی ساختمان و مدرج سازی LHC توزیع شد. این برنامه از طرح BOINC بهره می‌گیرد که به دارندگان ارتباط اینترنتی فرصت می‌دهد تا زمان‌های آزاد بودن کامپیوتر خود را برای همانند سازی حرکت ذرات در تونل صرف کنند.

دانشمندان با دسترسی به این آگاهی می‌توانند تعیین کنند که مغناطیس‌ها برای دستیابی به پایدارترین « مدار » گردش باریکه در حلقه باید چگونه درجه بندی شوند.

امن بودن برخورد ذرات:

آزمایش‌های برنامه‌ریزی شده LHC در میان مردم هراسی ایجاد کرده است که شاید این آزمایش‌ها با به وجود آوردن سیاهچاله‌های خرد پایدار یا ذرات فرضی دیگر به نابودی جهان می‌انجامند.

مرورهایی بر تدبیرهای ایمنی نشان داد که خطری در میان نیست و جایی هم برای نگرانی نیست. دومین سازمان بزرگ فیزیکدان‌های جهان یعنی انجمن فیزیک آمریکا این نظر را تأیید کرده است.

چالش‌هایی درباره عملیات:

بزرگی LHC نوعی چالش مهندسی استثنایی در مورد امور عملیاتی بر پایه‌ی انرژی بزرگ ذخیره شده در مغناطیس‌ها و باریکه‌ها پیش می‌آورد. در هنگام کار کل انرژی ذخیره شده در مغناطیس‌ها به ۱۰Gj یعنی معادل انرژی ۱/۵ بشکه نفت یا ۲/۴ تن TNT و کل انرژی حمل شده به وسیله‌ی دو باریکه به ۱۲۴Mj معادل انرژی $\frac{1}{10}$ شبکه‌ی نفت یا نیمی از انرژی یک صاعقه می‌رسد.

از دست رفتن $\frac{1}{1000000}$ باریکه کافی است تا یک مغناطیس ابر رسانا غیرفعال شود و مازاد باریکه باید۳۶۲Mj انرژی جذب کند که معادل انرژی حاصل از سوزاندن هشت کیلوگرم نفت برای هر یک از دو باریکه است. این انرژی‌های عظیم با توجه به کوچکی ماده‌ی حمل کننده ی آن قابل توجه‌تر می‌شود. در شرایط اسمی عملکرد یعنی ۲۸۰۸ بسته در هر باریکه و $1/15\times10^{11}$ پروتون در هر بسته، لوله‌های باریکه حاوی 1×10^{-9} گرم هیدروژن هستند که در شرایط استاندارد فشار و دما حجم یک دانه‌ی شن را پر می‌کنند.

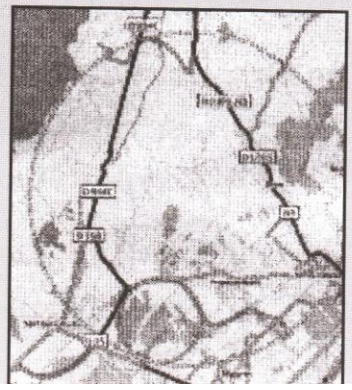
در روز دهم اوت ۲۰۰۸ هکرها یک سامانه‌ی CERN را از کار انداختند و ایمنی کمپیوترها را نفوذپذیر کردند و دستیابی به شبکه‌ی کنترل برخورد دهنده را ناممکن ساختند.

حوادث ساختمانی و تعویق‌ها:

۱ – در ۲۵ اکتبر ۲۰۰۵ یک تن از کارکنان فنی در اثر سقوط بار از روی گران کش کشته شد.

۲ – در ۲۷ مارس ۲۰۰۷ پایه‌ی یک مغناطیس سرما بنیاد در یک آزمایش فشار بر روی مجموعه‌ی سه تایی مغناطیس‌ها KEK و آزمایشگاه فرمی شکست. هیچ کس صدمه ندید. پیراودون مسئول آزمایشگاه اعلام کرد: « در این مورد از نقض تعادل بسیار ساده‌ی نیروها حیرت زده شدیم. » این اشکال در طرح اصلی وجود داشت و در اثنای چهار بررسی مجدد در طول سالهای بعد بر جا ماند. بررسی‌ها نشان داد که طرح که به خاطر برقراری عایق سازی تا آنجا که ممکن بود نازک در نظر گرفته شده بود. تحمل نیروهایی که در آزمایش فشار بر آن وارد می‌شد نداشت. جزئیات آن در اعلامیه‌ی آزمایشگاه فرمی که CERN هم با آن موافق بود روشن شده است. تعمیر مغناطیس شکسته و تقویت هشت مجموعه‌ی همانندی که LHC به کار می‌برد تاریخ آغاز کار را به عقب انداخت و این تاریخ به نوامبر ۲۰۰۷ موکول شد.

۳ – دشواری‌های از کار افتادن یک مغناطیس در ۱۹ سپتامبر ۲۰۰۸ باعث نشت شش تن هلیوم مایع و تعویق کار به مدت چندین ماه شد. قرار است LHC در تابستان ۲۰۰۹ شروع به کار کند. باور کنونی بر این است که اتصال نادرست دو مغناطیس باعث ایجاد جرقه‌ای شد که خاصیت سرد کنندگی هلیوم مایع را خنثی کرد. در اثر قطع عملکرد سرمازایی، هلیوم با نیروی کافی برای شکستن و جدا کردن مغناطیس‌های ده تنی از پایه‌ها در لایه های خلاء پیرامون سیلاب وار به راه افتاد. انفجار باعث آلوده شدن لوله‌های پروتون با دوده شد.

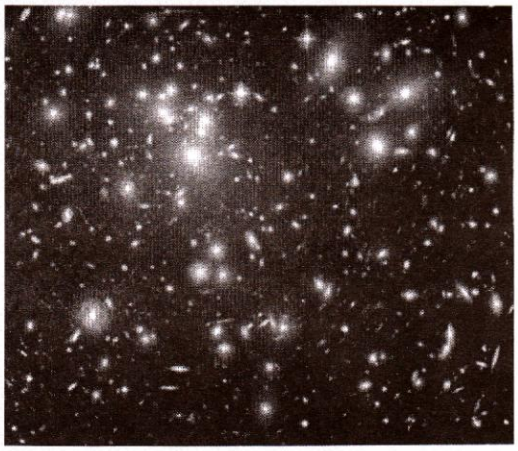


ماده‌ی تاریک

جهـان از چـه سـاخته شـده اسـت؟ طیف‌هـای جذبی خورشـید نشـان می‌دهند که خورشـید از عنصرهای آشـنا سـاخته شده است و طیف‌های سـتارگان کهکشان‌های دور نشـان دهنده‌ی وجود آنها اسـت. حتی اشـیاء عجیبی چون کوتوله‌های سـفید، ابـر نواخترها و سـتارگان نوترونی هم از قطعه‌های ساختاری آشنایی ساخته شده‌اند. تا ۳۰ سـال پیش کهکشان‌ها هم تشکیل شده از پروتون و نوترون و الکترون یعنی ماده‌ی بار یونی دانسـته می‌شدند ولی اکنون بیشینه‌ی جرم کهکشـان‌ها و خوشه‌های کهکشـانی را از نوع ماده‌ای می‌دانیم که تاکنون مشـاهده نشده اسـت. این نتیجه‌گیری حاصل یافته‌های مبتنی بر چرخش کهکشانی و کیهان شناسی و ویژگی عدسی گونه‌ی گرانشی است.

پویایی شناسی خوشه‌های کهکشانی:

در ۱۹۳۸ فریتس زوویکی از دانشـگاه کلتک بر نخسـتین شـواهد وجود ماده‌ای دست یافت که از راه گرانش اندرکنش داشت ولی از راه الکترومغناطیس اندرکنشـی نداشت و بنابراین نوری گسیل نمی‌کرد و از این رو آن را ماده‌ی تاریک نامید. زوویکی به پژوهش درباره‌ی آمار



خوشه‌ی کوما ـ بررسی حرکت دورترین کهکشان‌ها به محاسبه‌ی جرمی بسیار بزرگتر از جرم کلی انجامید که به ماده‌ی درخشنده مشاهده شده مربوط می‌شد.

حرکت و مکان کهکشـانها در خوشـه‌ی کوما پرداخت که منظومه‌ی غول آسایی است در فاصله‌ی ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ سال نوری (بیش از ۲۰۰ برابر اندازه‌ی کهکشـان‌های مارپیچ معمولی). زوویکی این خوشه را دارای تقـارن کروی انگاشـت که همه ی کهکشـان هـا با گرانش متقابل به سوی مرکز آن کشیده می‌شدند و دورترین آنها باید به طور میانگین در اثر جرمی برابر با جرم کل خوشه طبق قانونهای مکانیک نیوتنی حرکت کنند. زوویکی با اندازه‌گیری اثر دوپلر در خطهای طیف این کهکشان‌ها سرعت میانگین آنها را به دست آورد و به طور جداگانه شعاع خوشه را اندازه‌گیری کرد. او جرمی را که برای حرکت کهکشانی مشاهده شده لازم بود محاسبه کرد و برای مقایسه جرم کل را هم بر پایه‌ی درخشـندگی کهکشان‌ها به دست آورد. این دو نتیجه به شدت با هم اختلاف داشتند و جرمی که بر پایه‌ی درخشندگی به دست آمده بود $\frac{1}{10}$ جرمی بود که بر پایه‌ی حرکت مشـاهده شـده به دست آمده بود.

پویایی شناسی کهکشانها:

تا حدود ۴۰ سـال به نتیجه‌گیری‌های زوویکی توجهی نشـد سپس وراروبین و دبلیوک فورد با گـزارش اندازه‌گیری‌های طیفی جدید که نشـان می‌دادستارگان در کهکشـان‌های مارپیچی بدون وابستگی به فاصله‌ی شعاعی با یک سرعت به دور مرکزهای کهکشانی می‌چرخند جامعه‌هـای اختر شناسـی را مبهوت کردند. اخترشناسـان با توجه به درخشندگی « شکم دادگی » مرکزی فرض کرده بودند که بیشینه ی جرم در آنجا متمرکز است و این وضعیت باید توزیع سرعتی مانند آنچه در منظومه‌ی خورشـیدی می‌بینیم ایجـاد کند که با افزایش فاصله از مرکز کاهش می‌یابد. رابین و فورد در رویارویی با ناباوری‌ها و انتقادها بـر نظر خود اسـتوار ماندند و کارهای بعدی در مورد کهکشـان‌های مارپیچی و بیضوی نظر آنها را تأیید کرد.

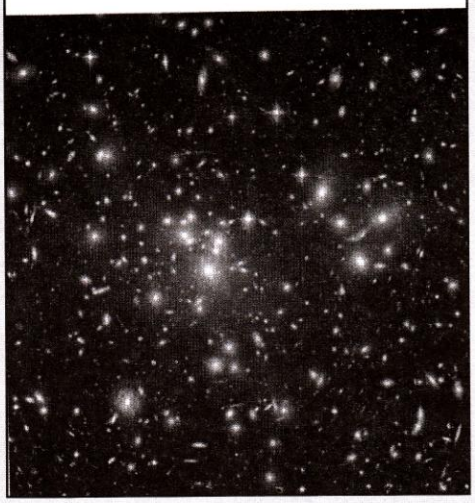
اخترشناسـان با وضعیت ناجوری روبه رو شدند: یا قانون‌های نیوتن درباره‌ی اندازه‌ی کهکشـان با قطری در حدود صد هزار سـال نوری صدق نمی‌کرد یا کهکشـان‌ها حـاوی مقدارهای عظیمی از « ماده‌ی تاریک » بودند که ناحیه‌های کم ستاره را دربر می‌گرفت.

اثر لنز گونه‌ی گرانشی:

حرکت کهکشان‌ها در خوشـه هایی کروی مسأله‌ای است در حوزه نیروی مرکزی یعنی حرکتی مانند حرکت سیارات در مدارهای دایره‌ای با کاتورگی‌های ناشی از اندرکنش‌های گرانشی همه‌ی کهکشان‌ها.

اندیشه‌ی اصلی را می‌توان به راحتی از مکانیک حرکت دایره‌ای یک شیء به دور مرکز جرم نقطه‌ای به دست آورد. اگر نیروی مرکز گرا را

نموداری از یک عدسی گرانشی



« تصویر خوشه‌ی کهکشانی ابل ۱۶۸۹، که گرانش در آن تصویر کهکشان‌های پشت را در اثر عدسی گونگی (در راستای خط دید) کژ ریخت کرده است. جرم محاسبه شده بر پایه‌ی اثر عدسی گونه بسیار بزرگتر از جرم مادی محاسبه شده بر پایه‌ی درخشندگی دیده شده است.»

با نیروی گرانشی برابر بگیریم خواهیم داشت:

$$\frac{V^2}{R} = C\frac{M}{R^2}$$

$$\Rightarrow M = \frac{V^2 R}{C}$$

$$\Rightarrow V = \left(\frac{CM}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

با افزایش شعاع سرعت کاهش می‌یابد.

زنجیره‌ی یکسره دگرگونه‌ای از شواهد وجود ماده‌ی تاریک از مشاهدات اثر عدسی گونه‌ی گرانش و کژریختی تصویر کهکشان‌های دور در اثر نیروی گرانش کهکشان‌ها در راستای خط دید به دست آمد. برای دیدن کمان‌های ویژه‌ی تولید شده به وسیله‌ی اثر عدسی گونه به تصویر خوشه‌ی کهکشان آبل نگاه کنید.

توزیع جرم خوشه با دو عامل تعیین می‌شود:

۱ – اثر عدسی گونه‌ی گرانش

۲ – نور گسیل شده از خوشه

دو جرم، کاملاً با هم تفاوت دارند، جرم محاسبه شده با اثر عدسی گونه به نتایج به دست آمده برای کهکشان‌ها و خوشه‌های کهکشانی بالا مرتبط است.

با تکنیک مرتبطی که « عدسی گونگی ضعیف » خوانده می‌شود و عبارت است از بررسی آماری کژ ریختی‌های ناچیز کهکشان‌های زمینه ی مشاهده شده، شواهد دیگری به دست می‌آید.

کیهان شناسی:

بررسی‌های مفصل تابش امواج خرد زمینه نشان داده است که ماده‌ی معمولی در جهان از نیروی گرانش متقابلی که بتواند در چگالی افت و خیزهای منجر به شکل‌گیری ستارگان و کهکشان‌ها ایجاد کند بی‌بهره است. به سخن دیگر دما و فشار ماده‌ی معمولی بیشتر از آن است که بگذارد در ابرهای گاز انقباض گرانشی صورت بگیرد. بدین ترتیب برای آن که جهان ما وجود داشته باشد ماده‌ی تاریک لازم است.

پروتون، نوترون، الکترون (ماده‌ی بار یونی):

اتم‌ها و مولکول‌ها به خاطر جذب و گسیل نور کنار نهاده شده‌اند ولی کیهان شناسی به طور جدی مقدار ممکن ماده‌ی بار یونی را حفظ کرده است، چون فراوانی نسبی هیدروژن و هلیوم نسبت به مقدار بار یونی موجود در آغاز جهان فوق‌العاده حساس است.

این مقدار ماده باید در میان درصد کوچکی از ماده‌ای که اکنون می‌بینیم جا داشته باشد.

ماده‌ی غیر بار یونی:

۱ – این گروه که نوترینوها را دربر می‌گیرد، گروه ذره‌های جرم دار با اندرکنش ضعیف است (WIMP) ماده‌ای تاریک داغ یعنی نوترینوهایی که با سرعتی نزدیک به سرعت نور در حرکت‌اند.

۲ – ماده‌ی تاریک گرم (نسبتاً کند ولی باز هم نسبیتی).

۳ – ماده‌ی تاریک سرد (غیر نسبیتی).

برخی از WIMPها که نظریه‌ی ابر تقارن آنها را پیش‌بینی کرده است کاندیدای دریافت عنوان ماده‌ی تاریک‌اند (این نظریه با در نظر گرفتن شریک یا « ابر شریک » برای هر گونه از ذره‌های ماده‌ی معمولی شمار آنها را دو برابر می‌کند.)

این موضوع فیزیک را بر سر دو راهی رها می‌کند: در نظر گرفتن ماده‌ی تاریک و انرژی تاریک که خود داستانی مفصل است ترکیب جهان را به صورت زیر مشخص می‌کند:

۱ – ٪۵ ماده‌ی معمولی

۲ – ٪۲۵ ماده‌ی تاریک

۳ – ٪۷۰ انرژی تاریک (که نمی‌دانیم چیست !)

آیا انرژی پتانسیل مغناطیسی وجود دارد؟

احمد رضا شهاب زاده- دبیر فیزیک دبیرستان های شیراز

مقدمه:

مفهوم انرژی پتانسیل یا انرژی ذخیره شده در یک دستگاه تنها در حالتی قابل تعریف است که با میدانهای نیروی پایستار مانند میدان گرانشی یا میدان الکتریکی و نیروی فنر و ... سروکار داشته باشیم.

در چنین میدانهایی:

اولاً کار انجام شده میان دو نقطه به مسیر بستگی ندارد. به عبارت دیگر کار انجام شده در یک مسیر رفت و برگشت به هر نقطه از این فضا مجموعاً صفر است.

ثانیاً میدان در هر نقطه‌ی این فضا به عنوان یک تابع برداری، با رابطه‌ی معین تعریف شده است. با در نظر گرفتن قضیه کار و انرژی جنبشی $W_R = \Delta K$ می‌توان نتیجه گرفت ذره‌ای که تحت تأثیر چنین میدان پایستاری قرار دارد، در هر نقطه‌ی این فضا سرعتی منحصر به فرد دارد و این سرعت به مسیر طی شده بستگی ندارد.

برای مثال می‌توان وزنه‌ی متصل به یک فنر ایده‌آل را که در مسیری بدون اصطکاک حرکت می‌کند، در نظر گرفت و یا به حرکت پرتابی قائم وزنه‌ای اشاره کرد، که با چشم پوشی از اصطکاک هوا انجام می‌گیرد.

اما در بسیاری ازموارد مانند دستگاه‌های شتاب دهنده ذرات به کمک میدان مغناطیسی، در مسیرهای دورانی سرعت ذره را افزایش می‌دهند که با تعریف پتانسیل ناسازگار است.

با این مقدمه ضمن مقایسه‌ی میدانهای الکتریکی و مغناطیسی به مواردی خاص که در آن انرژی مغناطیسی ذخیره می‌شود اشاره می‌کنیم.

میدان الکتریکی:

در فضای میدان الکتراستاتیکی که میدان از وجود بارهای ساکن نتیجه گرفته است، تابع $\phi(r)$ همان انرژی پتانسیل الکتریکی است $\left(\vec{E} = -\vec{\nabla}\phi(r)\right)$.

اندازه‌ی این انرژی برای هر مجموعه از بارها، برابر با کاری است که عامل خارجی برای جمع‌آوری بارها از فاصله‌ی بی نهایت تا آرایش کنونی ثابت انجام داده است.

برای مثال انرژی پتانسیل الکتریکی در مجموعه‌ی دو بار الکتریکی q۱ و q۲ با رابطه‌ی $\phi(r)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1 q_2}{r}\right)$ محاسبه می‌شود.

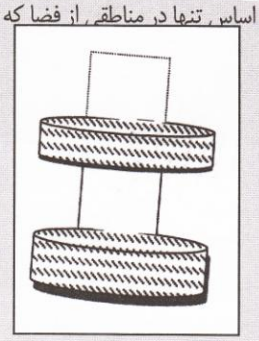
برای توزیع پیوسته‌ی بارها (جسم باردار) می‌توان نشان داد که: انرژی نهفته در فضا از رابطه‌ی $\phi(r)=\frac{1}{2}\int(\vec{D}.\vec{E})dv$ قابل محاسبه است به عبارت دیگر انرژی الکتریکی که در فضای میدان نهفته شده به میدان الکتریکی که خود تنها تابعی از مکان است وابسته شده و این موضوع با مفهوم ذخیره شدن انرژی سازگار است.

میدان مغناطیسی:

میان مغناطیسی را با استفاده از حرکت ذره‌ی باردار ، $(+q_0)$ در فضای میدان و اعمال نیروی منحرف کننده‌ی $\vec{F} = q_0(\vec{V}\times\vec{B})$ نیروی لورنتس) بر این ذره‌ی باردار تعریف کردیم. بنابراین ظاهراً نیرو تنها تابع مکان نیست بلکه تابع سرعت نیز هست و مفهوم پایستاری در آن وجود ندارد.

بررسی میدان مغناطیسی با ریاضیات پیشرفته:

با توجه به معادلات ماکسول که پایه و اساس الکترومغناطیس را تشکیل می‌دهند چرخش میدان مغناطیسی در معادله‌ی مداری آمپر $(\vec{\nabla}\times\vec{B}=\mu\vec{J})$ مخالف صفر بوده و به چگالی جریان وابسته شده است. بر این اساس تنها در مناطقی از فضا که چگالی جریان



صفر باشد $(\vec{\nabla}\times\vec{B}=0)$ میدان مغناطیسی همانند میدان الکتریکی از گرادیان یک پتانسیل قابل محاسبه است.

$$\vec{\nabla}\times\vec{B}=0\Rightarrow\vec{B}=-\mu\vec{\nabla}\phi^{*}$$

این حالت تولید کننده‌های میدان مغناطیس شدگی‌های طبیعی یا همان آهنرباها هستند.

در شکل بالا دو آهن ربای حلقه‌ای مشابه با قطب‌های هم نام را که در مقابل هم قرار دارند ملاحظه می‌کنید. نیروی وزن بالایی تحت اثر دافعه‌ی مغناطیسی دو آهنربا خنثی شده است. اگر آهنربای بالایی را به پایین برانیم، خود به خود به جای اولی باز می‌گردد و در غیاب اصطکاک ممکن است نوسانی هماهنگ آغاز شود.

بر اساس همین آزمایش ساده می‌توان گفت که در

اینجا انرژی نهفته‌ی مغناطیسی که در فضای میان دو آهنربا قرار دارد در شرایط مناسب به کار تبدیل شده است.

میدان مگنتو استاتیکی که در آزمایش بالا به نمونه‌ای از آن اشاره شده است توسط دو قطبی‌های مغناطیسی دائمی مولکولها $(\vec{m})$ که ممکن است به شکل طبیعی یا مصنوعی در کنار هم چیده شده باشند و یک دو قطبی مغناطیسی کلی یعنی $(\vec{M})$ را برای جسم تشکیل دهند ایجاد شده است.

انرژی مغناطیسی در چنین فضایی از رابطه‌ی $U_B = \frac{1}{2}\int(\vec{H}.\vec{B})dv$ محاسبه می‌شود در اینجا بردار میدان مغناطیسی $\vec{H}$ و بردار اندوکسیون مغناطیسی $\vec{B}$ است. در فضای تهی یا محیطهای خطی رابطه‌ی $\vec{B} = \mu\vec{H}$ بین این دو بردار برقرار است.

اگر چگالی جریان الکتریکی صفر نباشد هنوز هم می‌توان در خصوص پتانسیل مغناطیسی صحبت کرد. برای محاسبه‌ی انرژی ذخیره شده می‌توان مداری را در نظر گرفت که در آن چگالی جریان توسط یک منبع تغذیه از صفر تا مقدار نهایی $\vec{J}_f$ افزایش می‌یابد. انرژی الکتریکی در این حالت توسط میدان الکتریکی به حاملهای بار نیرو وارد می‌کند و آنها را در سیم به انتقال وادار می‌سازد. اما این انتقال بار درون سیم بر اساس معادلات ماکسول در دو بخش نمود می‌یابد:

۱ – مقاومت اهمی

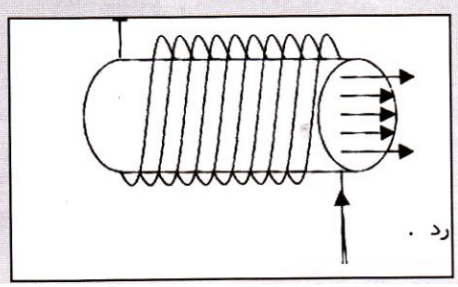
۲ – تولید میدان مغناطیسی

به عبارت دیگر در این حالت می‌توان نشان داد که کار باتری‌ها شامل دو بخش است.

$$\frac{dw_b}{dt} = \int_V \frac{J_f^2}{\sigma}dv + \int_V \left[\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}.(\vec{\nabla}\times\vec{H})\right]dv$$

جمله‌ی اول همان انرژی تلف شده‌ی اهمی را نشان می‌دهد و جمله‌ی دوم با اندکی تغییرات ریاضی به شکل قبلی انرژی مغناطیسی $U_B = \frac{1}{2}\int(\vec{H}.\vec{B})dv$ درمی‌آید.

لازم به ذکر است برای رسیدن به رابطه‌ی بالا نوعی متوسط گیری زمانی انجام شده است. بنابراین رابطه‌ی بالا تنها می‌تواند، انرژی ذخیره شده‌ی مغناطیسی را در حالتهای جریان نهایی (جریان پایدار) نشان دهد و برای حالتهای گذرا و تابع زمان قابل



رد .

کاربرد نیست.

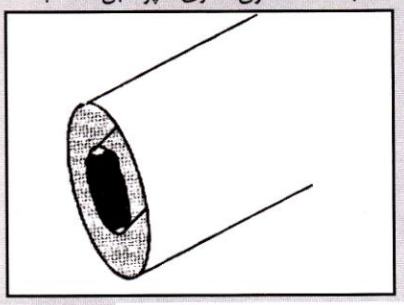
دو مثال آشنا در این مورد یعنی انرژی مغناطیسی حاصل از جریان عبارتند از:

الف) انرژی ذخیره شده در فضای داخلی سیم لوله:

$$U_B = \frac{1}{2}LI^2$$

در این معادله L ضریب خود القایی سیم لوله است که تنها به تعداد دورها و طول و قطر سیم لوله بستگی دارد.

ب) انرژی مغناطیسی در فضای داخلی یک کابل هم محور با توجه به میدانی که بین سیم مرکزی و سیم پوسته‌ی خارجی محسوب شده به کمک قانون مداری آمپر قابل محاسبه است.



$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, a \prec r \prec b$$

$$U_B = \frac{1}{2}\int(\vec{H}.\vec{B})dv \Rightarrow U_B = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi}Ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

مقایسه‌ی اندازه‌ی انرژی‌های قابل ذخیره سازی در میدانهای الکتریکی و مغناطیسی:

برای شارژ کردن خازنها معمولاً آنها را به باتری متصل می‌کنیم اما تنها نیمی از کار باتری‌ها در خازن به صورت پتانسیل ذخیره می‌شود و نیم دیگر هنگام عبور جریان متغیر با زمان گسیل می‌شود:

$$U = \frac{1}{2}W_b$$

از طرف دیگر اگر در ساده‌ترین حالت یک سیم لوله را در مداری شامل مولد و کلید قرار دهیم، باز هم تنها نیمی از کار باتری به صورت پتانسیل مغناطیسی در فضای سیم لوله ذخیره می‌شود:

$$U = \frac{1}{2}W_b$$

۵ کشف بزرگ اخترشناسی

در ژانویه ۲۰۰۹ انجمن اخترشناسی آمریکا نشست بزرگ سالانه خود را که سرشار از کشف‌های مهم بود برگزار کرد. اجازه دهید پیش از هر چیز بگویم که کهکشان ما بزرگتر و چرخشش سریع‌تر از آن است که قبلاً فکر می‌کردیم.

بد نیست در این مورد به پنج کشف مورد علاقه ی خود اشاره کنم:

۵ - سیاهچاله ها بر کهکشانها تقدم دارند:

از آن زمان که اخترشناسان در مرکز کهکشان‌ها سیاهچاله‌های غول آسایی را کشف کردند، همواره در تلاش بودند مشخص کنند کدامیک از این دو زودتر شکل گرفته‌اند. آیا رمبش گرانشی خوشه‌ی بزرگ ستارگان که در وسط یک کهکشان قرار دارند سبب شکل‌گیری سیاهچاله می‌شود و یا برعکس، سیاهچاله پیش از این زمان وجود داشته و ستارگان را به گرد خود جذب کرده است. اختر شناسان دریافته‌اند که جرم سیاهچاله‌ای که در مرکز یک کهکشان قرار دارد همیشه تقریباً در حدود یک هزارم جرم همه ستارگان موجود در قرص برجسته کهکشان است. اما، وقتی ناظری با دقت به بعضی از دورترین و مُسن‌ترین کهکشان‌ها، که سیاهچاله‌هایی در مرکز آنها قرار دارند، می‌نگردد. آنها را به نسبت بزرگتر از دیگران می‌یابد، بنابراین پژوهگشران نتیجه می‌گیرند که احتمالاً نخست سیاهچاله‌ها شکل گرفته‌اند و سپس ستارگان و دیگر مواد را به گرد خود جذب کرده‌اند.

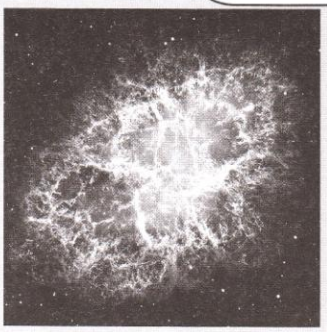
۴ -ستارگان گرد سیاهچاله شکل گرفته‌اند. نکات بیشتری در مورد سیاهچاله‌ها:

به نظر نمی‌رسد محیط آشفته‌ی گرداگرد یک سیاهچاله پُر جرم شبیه آن که در مرکز کهکشان ما قرار دارد زادگاه یک ستاره باشد. اما اخترشناسان توانسته‌اند شکل‌گیری دو ستاره را که فقط در فاصله چند سال نوری از مرکز کهکشان ما قرار دارند در جایی که نیروهای گرانشی موجب پاره شدن آنها می‌شود، مشاهده کنند. این موضوع دقیقاً نشان می‌دهد که هنوز در حیاط خلوت کهکشانمان چیزهای زیادی وجود دارند که ما از آن بی‌خبریم.

۳- مگنتارها و ستارگان کوارکی:

عنوان بالا عجیب و غریب است. پس از آن که یک ستاره‌ی بزرگ سوخت خود را به پایان می رساند، در یک انفجار بزرگ که ابَر نو اختر نامگذاری شده است، پاره پاره می‌شود و نیروی گرانشی قطعات باقیمانده را به شکل ماده ابَر چگال درمی‌آورد. اگر ستاره به حد کافی پر جرم باشد فشرده می‌شود و به شکل سیاهچاله درمی‌آید، در غیر این صورت به ستاره نوترونی تبدیل می‌شود. در ستارگان نوترونی مواد به حدی متراکم شده‌اند که الکترونها و پروتون‌های موجود در اتم آنها به هم فشرده می‌شوندو ماده خالصی از نوترونها شکل می‌گیرد و همه جرم بسیار بزرگ ستاره به یک اتم غول آسا همانند می‌شود. پیش از این زمان هر گاه پژوهشگران با میدان مغناطیسی توانمند و شگفت انگیزی روبه رو می‌شدند، آن را مگنتار می‌نامیدند، اما هیچ کس از علت قدرتمند بودن آن کاملاً آگاه نبود. اکنون اختر شناسان فکر می‌کنند احتمالاً دلیل این پدیده وجود نوترون‌های ستاره ی نوترونی است که در یک نقطه به حدی فشرده شده‌اند که ماده‌ای بسیار چگال از کوارک‌های بنیادی سازنده ی آنها تشکیل شده است. این رویداد باعث می‌شود که در اصل یک ستاره ی کوارکی و بخشی از این ماده‌ی عجیب دارای خواص مغناطیسی بسیار قدرتمند باشد.

۲- شکل‌گیری غول‌های گازی بایستی سریع انجام شده باشد.



سیاره‌هایی مانند مشتری زمانی شکل گرفته‌اند که گاز و تکه پاره‌هایی که گِرد یک ستاره می‌چرخیده‌اند، در اثر نیروی گرانش در یک مکان منفرد جمع و در نهایت یک غول گازی تشکیل داده‌اند. پس از تحلیل یک خوشه ستاره‌ای جوان و نزدیک پژوهشگران شگفت زده شدند و چون کشف کردند که ظاهراً همه‌ی مواد غول‌های گازی از پراکندگی مواد گِرد یک ستاره‌ی جوان فقط در مدت چند میلیون سال تشکیل شده‌اند. به طور کلی این زمان در مقیاس زمانِ میان ستاره‌ای بسیار ناچیز است، یعنی غول‌های گازی بسیار سریع پیش از آن که همه مواد خامشان از بین رفته باشد شکل گرفته‌اند. به نظر می‌رسد مواد جامدی که سازنده سیاره‌های سنگی مانند زمین و مریخ هستند در زمان طولانی تری تشکیل شده‌اند و سیاره‌های چگالتر و کوچکتر برای شکل‌گیری فرصت بیشتری داشته‌اند.

۳- صدای نوفه‌ی زمینه‌ی کیهانی بیش از انتظار بلند است.

وقتی که گروهی از پژوهشگران با استفاده از یک گیرنده ی رادیویی پاره‌ای از پیرترین ستارگان آسمان را مشاهده می‌کردند، در نهایت شگفتی کشف کردند که تداخل رادیویی این ستارگان در ابزارهایشان ۶ مرتبه بزرگتر از آن است که انتظار داشتند. پس از بررسی و بازسنجش‌های بسیار، این گروه مجبور شدند این نتیجه را بپذیرند که ابزارشان درست کار می‌کند و نوفه‌ی زیاد رادیویی از چیزی گسیل می‌شود. هیچ کس با اطمینان نمی‌تواند درباره‌ی این رویداد توضیحی ارائه دهد. در حال حاضر ما پدیده‌ای را نمی‌شناسیم که بتواند چنین علامت رادیویی توانمندی را در همه جهات توضیح دهد. تداخل سبب می‌شود که ردیابی پیرترین ستارگان که گروه از آغاز در پی رصد آنها بودند بسیار دشوار شود. نتایج نامنتظر تداخل به دست آمده بسیار وسوسه انگیز است، اما این رویداد هم به این معناست که هنوز در عالم چیزهایی وجود دارد که باید بررسی شوند. اکنون همه ما می‌دانیم که چیزی وجود دارد که سر و صدای بلندی راه می‌اندازد.

آینده ی فیزیک

مندل ساکز

من در دوران کار حرفه‌ای خودم دریافته‌ام که برای افزودن درک خود از جهان مادی باید پرسش‌های معناداری پیش کشید و برای پاسخ دادن به آنها کوشش کرد و هر قدر هم که پرسش‌ها در آغاز دشوار به نظر برسند، پاسخ آنها باید کامل و بی‌چون و چرا باشد. در باور من « پرسش معنادار » پرسشی است که پاسخ آن بتواند فهم ما را بیشتر کند. البته نمی‌توان از همان آغاز تضمین کرد که پس از بررسی‌ها باز هم پرسش معنادار جلوه کند. اما از سوی دیگر اگر پرسشی معنادار نباشد، از همان آغاز معنادار نبودن آن پیداست. اکنون به طرح چند پرسش می‌پردازم که به نظر من معنا دارند:

۱ – به نظر ما بنیادی‌ترین ادعاهای قانون‌های طبیعت کدامند؟ پاسخ من این است: مبانی نظریه‌ی کوانتوم و نظریه‌ی نسبیت. در اینجا منظور من بیان ریاضی این نظریه‌ها نیست و به مفهوم‌های پایه و زیربنایی آنها نظر دارم.

۲ – از دیدگاه ساختار منطقی « نظریه‌ی کوانتوم » و « نظریه‌ی نسبیت » با هم ناسازگاری‌هایی دارند که نمونه‌هایی از آنها عبارتند از:

الف) اصل تکمیل به « چندگانگی » اشاره دارد در حالی که اصل نسبیت متضمن « یگانگی » است.

ب) باور داشتن به اتم و ذرات بنیادی و جدایی پذیری ذرات ماده در الگوی « نظام باز » معنا دارند در حالی که مفهوم میدان پیوسته و الگویی که از همان آغاز « نظام بسته » را در نظر دارد بر این باور متکی است که اجزای مادی اساساً از منظومه‌ی مادی جدایی ناپذیرند.

پ) در رویکرد خود به آنچه که حقیقتاً « می‌دانیم » با تعارض اثبات گرایی منطقی در برابر واقع گرایی روبه روییم که اولی می‌گوید همه‌ی آنچه را که ما امکان دانستن شان داریم، همان چیزهایی هستند که مستقیماً با اندازه‌گیری دریافت می‌کنیم و دیگری می‌گوید جهانی واقعی مستقل از آنچه ما برای درک آن صورت می‌دهیم وجود دارد و ما می‌توانیم چیزهایی درباره‌ی جهان بیاموزیم که مستقیماً با اندازه‌گیری اثبات پذیر نیستند ولی از ساختار منطقی نظریه‌های خود ما استنباط پذیرند. البته در صورتی که این نظریه‌ها به درستی واقعیت‌های تجربی را پیش‌بینی کنند.

ت) ذهنیت فروکاهی ناپذیر نقش دستگاه‌های اندازه گیری به منزله‌ی جزء بنیادی فهم ما از ماده در برابر عینیت کاملی که در آن « ذهن » و « عین » یک نظام دارای اندرکنش بدون ازدست دادن حقیقت عینی کل نظام بسته قابل تبدیل به یکدیگر باشند.

ج) نایقینی بودن (یعنی « از پیش تعیین شده » نبودن همه متغیرهای مادی) در برابر یقینی بودن (یعنی از پیش تعیین شده بودن متغیرها).

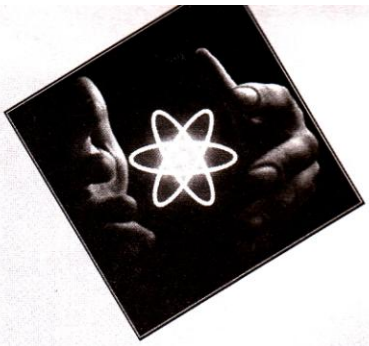
د) ریاضیات خطی در برابر ریاضیات غیرخطی.

ر) نقش بنیادی قانون‌های ماهیت احتمالات و محاسبات مربوط به آنها در برابر نقش احتمالات صرفاً به منزله‌ی ابزار دست مشاهده گر بدون داشتن نقش بنیادی در قانون‌های طبیعت.

ز) دستگاه مرجع ویژه‌ی دستگاه‌های اندازه‌گیری در برابر نبود چنین مرجعی برای اجزای نظام بسته، صرفنظر از آن که مشاهده‌گر کلان و بزرگ یا خرد و کوچک باشد.

۳ – آیا در یگانه ساختن نظریه ی کوانتوم و نظریه‌ی نسبیت کامیابی داشته‌ایم؟ به نظر من در این راه توفیق اساسی نداشته‌ایم. یگانه کردن کامل این دو نظریه بدان می‌ماند که میخ چهارگوشی را در سوراخی گرد فرو کنیم.

۴ – آیا می‌توان نظریه‌ی کوانتوم را با حذف کامل بایست‌های نسبیت بازگویی کرد؟ به نظر من نه! چون بر پایه‌ی باورهای مکتب کپنهاک عناصر پایه‌ی نظریه‌ی کوانتوم، سه نکته‌ی جدا نشدنی فرآیند اندازه‌گیری هستند یعنی: گسیل کننده، علامت، جذب کننده. دشواری در آن است که اگر هم دو عنصر گسیل کننده و جذب کننده در توصیف دارای محدوده‌ی غیرنسبیتی باشند یعنی بتوان همواره دستگاه مرجعی یافت که نسبت به آنها ساکن باشد تا بتوان از درون آن توصیفی ریاضی برای این عنصرها ارائه کرد، عنصر سوم یعنی علامت چنین حدی ندارد. این موضوع در مورد علامت الکترودینامیکی یعنی فوتون به خوبی دانسته



بنیادی و عظیم اندرکنش آن با دیگر مواد به شـیوه‌ای نسـبیتی توصیف کرد. پس معلوم می‌شـود که یکاهای اندازه‌گیری « گسیل کننده، علامت، جذب کننده » را بر پایه‌ی خود نظریه‌ی کوانتوم باید الزاماً کاملاً بر حسب نظریه‌ی کوانتوم، تابع بایست‌های تقارن نظریه‌ی نسـبیت توصیف کرد. در مورد نظریه‌ی نسـبیت خاص (که در اصل باید تابع قواعد نسـبیت عام باشـد) با الکترودینامیک کوانتومی سر و کار داریم که در آن اندرکنش الکترومغناطیسی است. کلاً این نظریه « نظریه میدان کوانتومی نسبیتی » (RQFT) خوانده می‌شود.

اشـکال RQFT در آن اسـت که اگر بیان صوری آن را برای حل امتحان کنیم می‌بینیم که حلی در کار نیسـت! چون در این صورت بندی چندین بی نهایت به صورت خودکار به وجود می‌آید. پس از کشـف این ناکامی شـگردها و فن های محاسـباتی از نو هنجارسازی شد تا بتوان این بی‌نهایت ها را حذف کرد و به پیش‌بینی‌های معین دارای نهایت رسید که پاره‌ای از آنها توفیق تجربی شگرفی داشتند. اما دشواری در آن است که:

الف) این الگو سازگاری ریاضی ندارد (یعنی در اصل از یک شرایط فیزیکی چندین پیش‌بینی به دست می‌آید که تنها یکی از آنها از لحاظ تجربی درست است.)

ب) برای مسـأله راه حل‌های معینی وجود ندارد؛ بنابراین اگر هم مکانیک کوانتومی غیر نسـبیتی چیزی بیش از تقریب RQFT نباشد و اگر هم RQFT به صورت یک نظریه‌ی منسجم ریاضی (یا منطقی) وجود نداشته باشد باز هم حق نداریم حقیقت علمی پایه‌های مکانیک کوانتوم غیر نسبیتی را اعلام کنیم (که منظور نایقینی بودن بنیادی و احتمال در قانون‌های ماده و خطی بودن و نظام باز و نمایش ریاضی در فضای هیلبرتی است.)

مهم آن است که بدانیم توافق تجربی با پیش بینی‌های یک نظریه‌ی علمی با وجود آن که برای درستی آن نظریه ضروری است، برای اثبات درسـتی آن بسـنده نیست. برای آن که یک نظریه‌ی درست علمی داشته باشیم باید بیان آن هم از لحاظ منطقی و هم از لحاظ ریاضی همخوان و منسجم باشد. متأسفانه RQFT از هیچ کدام از این دو لحاظ چنین نیست.

رویکرد دیگری که شاید بتواند ما را از این بن بست برهاند آن است که از همان آغاز کار با نظریه‌ای شروع کنیم که از هر لحاظ بر شالوده‌ی فرض‌ها و روابط ریاضی ناشی از نسبیت عام استوار باشد (فضا، زمان منحنی، مفهوم میدان، یقینی بودن، نظام بسته و مانند آنها که متضمن نظریه‌ی میدان غیرخطی و غیرموضعی هستند). در عین حال در این نظریه بخشی از صورت بندی کوواریانت عام به محاسبه احتمال صوری مکانیک کوانتومی به منزله‌ی تقریبی خطی از نظریه‌ی غیرخطی و غیر موضعی نظریه‌ی میدان ماده فرو کاسـته می‌شـود. اگر بتوان این نکته را به صورتی منسجم نشان داد می‌توان گفت که باید ادعاهای مکتب کپنهاگ در رویکرد به مکانیک کوانتومی (و نیز امور وابسـته‌ی دیگری همچون نظریه‌های متعدد متغیرهای پنهان) را کنار بگذاریم. ولی تقریب خطی و غیرنسـبیتی این نظریه‌ی میدان نسـبیتی و غیرموضعی و غیرخطی و یقینی ماده (با متغیرهای ناپنهان) دقیقاً همان محاسـبه‌ی احتمالات صوری است که عبارت است از بیان مکانیک کوانتومی غیرنسبیتی در فضای هیلبرت. این رویداد درست مانند سرنوشت نظریه‌ی گرانش نیوتنی اسـت پس از ارائه‌ی نظریه‌ی نسـبیت عام اینشـتین نظریه‌ی نیوتن به صورت تقریب خطی یک نظریه‌ی گرانش کاملاً متفاوت درامد که با وجود رد شدن درستی مفهومی آن همچنان نقشی سودمند بر عهده دارد.

سی و پنج سال است که من این رویکرد میدانی به نسبیت عام را پیگیری می‌کنم تا نشان دهم که مکانیک کوانتومی به صورت تقریبی ریاضی از یک نظریه‌ی میدان ماده‌ی کاملاً متفاوت به دست آمده است که هم از لحاظ ریاضی و هم از لحاظ مفهومی ریشه در نظریه‌ی نسبیت عام اینشتین دارد. در این پژوهش دریافته‌ام که نظریه‌ی کوواریانت عالم ماده که مکانیک کوانتومی به صورت تقریب خطی از آن زاده شـده اسـت نظریه‌ی میدان اینرسی است. متوجه شده‌ام که این نکته جزء اساسی هر نظریه یگانگی بخش اسـت، چون هم نظریه‌ی نسـبیت عام به طور منطقی اشاره دارد که ما باید نیروهای طبیعت را که نشان دهنده‌ی کنش‌های ماده روی ماده هستند یگانه کنیم و هم این که باید واکنش‌های یکی بر دیگری را در یک نظام واقعاً بسته نیز در نظر بگیریم. اینشتین و شرودینگر این عنصر را به صورت منسجم در نظر نگرفته‌اند ولی به نظر من برای تکمیل نظریه ضروری است.

فیزیک

گذشته، اکنون، آینده

اگر هفت پرسش درباره‌ی گذشته، اکنون و آینده را با گروهی از برجسته‌ترین فیزیکدان‌های جهان در میان بگذارید چه روی می‌دهد؟

وای، باز هم یک بررسی دیگر!

چه فکر خوبی!

برای من هم این پرسش‌ها و پاسخ‌ها پیش آمده است.

هنگامی که نشریه‌ی « جهان فیزیک » تصمیم گرفت فیزیکدان‌ها را برای شماره ویژه‌ی هزاره‌ی خود به یک بررسی وادارد، با اظهار نظرهایی مانند سه نظر بالا روبه رو شد. ما سیاهه‌ای از هفت پرسش را به صورت Fax و e-mail برای ۵۰ فیزیکدان در سرتاسر جهان فرستادیم. پاره‌ای از پرسش‌ها، پرسش‌هایی سر راست بودند، مانند: پنج تن را نام ببرید که مهمترین کار را در زمینه‌ی فیزیک صورت داده باشند. برخی دیگر از پرسش‌ها کلی‌تر و گشوده پایان بودند، مانند: اگر امسال وارد دانشگاه می‌شدید باز هم فیزیک می‌خواندید؟ پاسخ‌ها گاهی پیش بینی شدنی و گاهی تعجب انگیز، غالبا انگیزه و گاهی هم فلسفی بودند. در پرسش درباره ی بزرگترین فیزیکدان ها روشن نکردیم که آیا منظورمان فیزیکدان های صد سال گذشته، هزار سال پیش یا در کل زمان بوده است، چون اگر خود را به سده‌ی بیستم محدود می‌کردیم باید نیوتن و گالیله و کشف پرتو مجهول و پرتوزایی و الکترون را که در سالهای پایانه دهه‌ی ۱۸۹۰ صورت گرفت نادیده می‌گرفتیم. اگر خود را به هزار سال گذشته محدود می‌کردیم ارستو و ارشمیدس و بسیاری دیگر را از قلم می‌انداختیم.

ما در پایان کار ۱۳۰ پاسخ دریافت کردیم که بیشترشان شوق‌آمیز، برخی از آنها حاکی از بی میلی یا دودلی و چند تایی از آنها طنز آمیز بود. یکی از اختر فیزیکدان‌ها به شوخی نوشته بود که بزرگترین مسأله در فیزیک « به دست آوردن حق تصدی یا گرانش کوانتومی است. »

پاره‌ای از فیزیکدان‌ها وقت پاسخ دادن نداشتند گروهی از آنان دادن پایگان به فیزیکدان‌ها یا کشف‌ها را درست نمی‌دانستند، و عده‌ای هم گفته بودند: « پرسش‌هایتان مسخره است » تنها دو تن اشاره کرده بودند که در پایان سال بعد هزاره به پایان می‌رسد.

معیار برای گزینش یکی دانستن اندیشه‌ی ژرف درباره‌ی فیزیک، دیگری فرا رفتن از چارچوب پژوهش‌های شخصی، یا داشتن نظراتی اندیشه انگیز بود. تلاش کردیم میان نظریه‌پردازان و آزمایشگران، میان مردان و زنان، میان رشته‌های گوناگون فیزیک، و میان کشورهای جهان ترازمندی را رعایت کنیم، ولی به هر حال پاره‌ای از رشته‌ها و کشورها کوتاه آمدند.

یکی از برندگان اخیر جایزه ی نوبل نوشته بود: « گزینش پرسش‌ها خرسنده کننده نیست و احتمالاً به دادن پاسخ‌های ناهمگون می‌انجامد. » متأسفانه با ایشان موافق نیستیم و امیدواریم شما هم پس از خواندن این مقاله به همین نتیجه برسید.

پرسش‌ها:

۱ – سه کشف فیزیکی را نام ببرید که از نظر شما مهمترین کشف‌ها داشته‌اند.

۳ – بزرگتین مسأله‌ای که در رشته‌ی شما حل نشده مانده است کدام است؟

۴ – بزرگترین مسأله‌ای که در دیگر رشته‌های فیزیک حل نشده مانده است کدام است؟

۵ – اگر امسال وارد دانشگاه می‌شدید آیا باز هم فیزیک می‌خواندید؟

۶ – اگر قرار بود امروز پژوهش را در رشته‌ی فیزیک آغاز کنید، در چه رشته‌ای آغاز می‌کردید؟

۷ – استیفن هاکینگ گفته است که به احتمال ۵۰–۵۰ در ۲۰ سال آینده نظریه‌ی وحدت کامل یافته خواهد شد. آیا به نظر شما هم پایان فیزیک نظری نزدیک است.

۱ – سه کشف که از دیگر کشف‌های فیزیک مهمتر است:

شاید از نظر تاریخدان‌ها و جامعه شناسان، واژه‌ی « مهم » و « کشف » خطرآفرین باشند ولی فیزیکدان‌های مورد نظر ما در این مورد دچار دو دلی نبودند. بارها از مکانیک کوانتومی، نظریه‌های نسبیت خاص و عام اینشتین، و گرانش و مکانیک نیوتنی به منزله‌ی مهمترین کشف‌ها یاد شد. دیوید دویچ پیشگام محاسبه‌ی کوانتومی از دانشگاه آکسفرد می‌نویسد:

« در این سه مورد، کشف‌ها علاوه بر ایجاد انقلاب در یک شاخه‌ی فیزیک، چارچوبی ژرف و جهانی فراهم آوردند که همه‌ی نظریه‌های فیزیکی بعدی در درون آن صورت بندی شدند. »

می‌چی‌یو کاکو، نظریه پرداز ریسمان از سیتی یونیورسیتی نیویورک از این هم آشکارتر چنین گفته است: سر جمع کل دانش فیزیک درباره‌ی جهان دو نظریه‌ی نسبیت و نظریه ی کوانتوم است که از زمان یونان باستان، بزرگترین دستاورد پژوهش درباره‌ی جهان هستند؛ قانون‌های نیوتن برای توصیف حرکت و گرانش نشان دهنده‌ی نخستین تلاش مهم برای دستیابی به قانون‌های فیزیک است که بتوان آنها را بر حسب روابط ریاضی بیان کرد و به محک آزمایش زد. این قانونها باورهای قدیمی به متفاوت بودن قانون‌های حاکم بر اجرام آسمانی با قانون‌های حاکم بر زمین را نقش بر آب کردند.

برنارد شوتز از نهاد ماکس پلانک برای فیزیک گرانش در پتسدام آلمان می‌نویسد: « نیوتن الگویی بر جا نهاد که همه‌ی ما باید از آن پیروی کنیم. »

از سوی دیگر نظریه‌های نسبیت انیشتین نشان دادند که فهم شهودی ما از کمیت‌های فیزیکی می‌تواند در هر سطحی به چالش کشیده شود. بر این گرین نظریه پرداز ریسمان از دانشگاه کلمبیا می‌نویسد: « بخشی از شگفتی دانش در توانایی آن در کندن پوسته‌ی شهود متعارف و آشکار کردن ماهیت حقیقی جهان و ویژگی‌های برجسته و حیرت آور آن است که گاهی از تجربه‌های روزانه‌ی زندگی ما دورند. نظریه‌های نسبیت خاص و عام، برداشت‌های پیشین انسان از زمان و مکان جهانی و دگرگون ناشدنی را برانداخت و چهارچوب تکان دهنده‌ی تازه‌ای را جانشین آنها کرد که در آنها زمان و مکان سیال و انعطاف پذیرند. این نظریه‌ها کاربرد عملی دارند مثلاً

راز حلقه ی گمشده

سالی ادی

تمام آنهایی که با الکترونیک آشنا هستند گروه سه گانه اجزای بنیادی آن را به خوبی می‌شناسند: مقاومت، خازن و سلف (القاگر). در واقع سالهاست که این سه به عنوان الفبای الکترونیک به مشتاقان الکترونیک در سراسر دنیا آموخته می‌شود. با این حال در سال ۱۹۷۱ مهندسی از دانشگاه بر کلی در کالیفرنیا پیش‌بینی کرد که باید عنصر چهارمی نیز وجود داشته باشد: مقاومت حافظه یا ممریستور (Memristor). اما هیچ کس نمی‌دانست که چگونه می‌شود یکی از آنها را ساخت. سرانجام ۳۷ سال پس از آن ماجرا و در نخستین روز ماه مه سال جاری (۱۲ اردیبهشت ۸۷)/ تجهیزات الکترونیکی آنقدر کوچک شدند که بتوانند پرده از راز این چهارمین عنصر بردارند. این ممریستور ه امروز به دست محققان کمپانی آمریکایی هیولیت ـ پاکارد (HP) در ژورنال Nature رونمایی شد در تمام این سالها در برابر چشمان همه و درون ویژگی‌های نوعی از ابزارهایی در مقیاس نانو پنهان شده بودند. محققان HP بر این باورند که این عنصر جدید می‌تواند راهگشای کاربردهای فراوانی در آینده ی دور و نزدیک، از حافظه با دستیابی تصادفی (RAM) غیر فرار تا شبکه‌های عصبی واقع گرایا باشد.

داستان ممریستور نزدیک به چهار دهه پیش و با جرقه‌ای در ذهن بسیار خلاق لئون چوا (L.Chua) از اعضای IEEE و یکی از پیشگامان تئوری مدار غیرخطی آغاز شد. چوا در مقاله‌ای در سال ۱۹۷۱ که در آن به ارزیابی روابط میان بار الکتریکی و شار مغناطیسی در مقاومتها، خازن‌ها و سلف‌ها پرداخته بود، وجود عنصر چهارمی را فرض کرده بود که آن را مقاومت حافظه نامید. در واقع او عنصری را تجسم کرده بود که می‌توان رابطه‌ای میان بار و شار مغناطیسی ایجاد کند که درست مثل رابطه ولتاژ و جریان در مقاومت‌ها باشد.

در عمل این عنصر بسان مقاومتی کار می‌کد که مقدار مقاومت آن می‌تواند بر اثر عبور جریان تغییر کند و حتی پس از ناپدید شدن جریان نیز مقدار مقاومت را به خاطر بیاورد اما اغلب با این دستگاه تئوری به شکل یک معمای سرکاری ریاضی برخورد شد که پایانی جز وقت تلف کردن نخواهد داشت. سی سال بعد زمانی که توجه استنلی ویلیامز (S.Williams)، یکی از دانشمندان عالی رتبه در کمپانی HP و گروهش به برخی رفتارهای نامتعارف در دستگاه‌ها جلب شد، کار تحقیقاتی روی الکترونیک مولکولی را آغاز کردند. به گفته ویلیامز « ما در این سالها به راستی کارهای عجیب و غریبی انجام دادیم، و هرگز نفهمیدیم چی به چی بود. » سپس ناگهان گرگ اشنایدر (G.Snider) از همکاران ویلیامز در کمپانی HP دستگاه ارزنده چوا در سال ۱۹۷۱ را دوباره کشف کرد. ویلیامز در این باره می‌گوید: «به خاطر دارم که اشنایدر گفت هی بچه‌ها من نمی‌دانم به چه چیزی رسیدیم، اما این همان چیزی است که لازم داریم. » ویلیامز چندین سال را به خواندن مقاله‌های چوا سپری کرد. سرانجام دریافت که آن دستگاه مولکولی به راستی همان ممریستورهایی بود که چوا می‌گفت. به گفته ی ویلیامز: « این سالها سالهایی بود که تمام وقت سرم را می‌خاراندم و درباره ی آن فکر می‌کردم، ناگهان در پیش چشمانم ظاهر شد. »

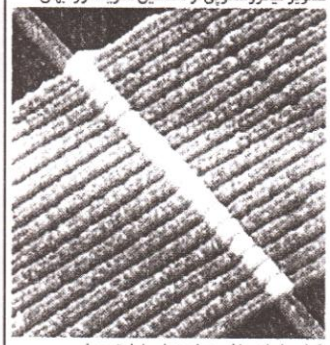
علت تفاوت فاحش میان ممریستور و دیگر عنصرهای اساسی مدار این است که ممریستور برخلاف آنها، حافظه‌ای را بر پشت حمل می‌کند. زمانی که ولتاژ متصل به مدار قطع شود ممریستور همچنان به خاطر خواهدداشت که پیش از آن چه مقدار ولتاژ و برای چه مدت اعمال شده بود. در واقع این اثری است که با هیچ مدار ساخته شده از مقاومت، خازن و سلف قابل تکرار نخواهد بود و این همان خاصیتی است که بر اساس آن ممریستور به عنوان چهارمین عنصر بنیادی الکترونیک شناخته شد. تمثیل کلاسیک برای یک مقاومت، لوله‌ای است که در آن آب جریان دارد و در آن قطر لوله مشابه میزان مقاومت در برابر جریان الکتریکی در مقاومت‌ها است؛ هر چه لوله باریک‌تر باشد مقاومت بیشتری خواهد داشت. البته در مقاومت‌های عادی، عرض لوله یا همان میزان مقاومت الکتریکی تغییر نمی‌کند و ثابت است. اما ممریستور مقاومتی است که میزان مقاومت آن با تغییر مقدار جریان آب ورودی به لوله (جریان الکتریکی)، تغییر می‌کند. زمانی که آب را از یک طرف لوله وارد می‌کنید، لوله گشادتر (مقاومت کمتر) خواهد شد. اگرسعی کنید جلوی جریان آب را در سمت دیگر لوله بگیرید، لوله تنگ‌تر (مقاوم‌تر) می‌شود و ممریستور همه چیز را به خاطر می‌آورد زمانی که جریان آب قطع شد اندازه قطر لوله بی‌تغییر می‌ماند. چنین مکانیزمی را می‌توان به کمک ترانزیستورها و خازن‌ها شبیه سازی کرد اما ویلیامز می‌گوید: « باید از یک عالمه ترانزیستور و خازن استفاده شود تا کاری را انجام دهند که یک ممریستور به تنهایی انجام می‌دهد. »

ممریستورها پی آمدهای بسیار جذابی دارند، علتی که بر اساس آن کامپیوترها پس از هر بار روشن و خاموش شدن باید ریبوت (راه‌اندازی مجدد) شوند این است که مدارهای منطقی آنها پس از قطع شدن جریان برق، نمی‌توانند بیت‌های اطلاعات را در خود نگه دارند. اما با توجه به اینکه ممریستور می‌تواند ولتاژ را به خاطر بیاورد، بعید نیست که یک کامپیوتر مجهز به ممریستور هرگز به ریبوت نیاز نداشته باشد. به گفته ویلیامز: « می‌توانید تمام فایل‌های Word و نتیجه ی محاسبات پیچیده‌تان را باز بگذارید و کامپیوتر را خاموش کنید و بروید فنجانی قهوه درست کنید یا حتی مدت دو هفته به تعطیلات بروید. وقتی برگشتید کافی است کامپیوتر را روشن کنید تا همه چیز بی‌درنگ و به همان شکلی که رها کرده بودید، روی صفحه نمایش ظاهر شود. »

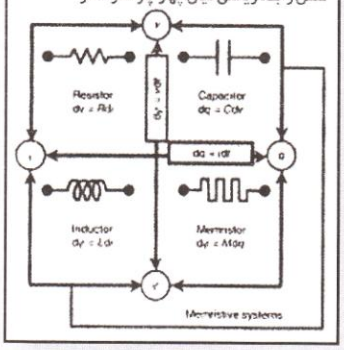
به گفته دیوید والانکورت (D.Vallancourt)،

استنلی ویلیامز، کاشف ممریستور در آزمایشگاه کمپانی HP

تصویر میکروسکوپی از نخستین ممریستور جهان



شش رابطه ریاضی میان چهار پارامتر مدار



پروفسور مهندسی برق در دانشگاه کلمبیا، «دو روش از این شش روش تناسب توسط قوانین فیزیک و سه تا از آنها هم توسط عنصرهای شناخته شده مدار (مقاومت، خازن و سلف) تعیین می‌شوند. » تنها یک نسبت ممکن دیگر میان کمیت‌های مدار باقی می‌ماند که به حساب نیامده باشد.

در واقع بر اساس همین ادراک بود که چوا ممریستور را به عنوان نوعی عنصر مبتنی بر رابطه میان بار الکتریکی و شار، به کلی در قالب زیبایی شناسی ریاضیاتی توصیف کرد. چوا کار اخیر محققان کمپانی HO را یک جهش مثال زدنی می‌خواند، او افزودن ممریستور به واحدهای سازنده ی مدار را هم ارز افزودن عنصری جدید به جدول تناوبی می‌داند.

اما چرا پیش از آن کسی ممریستور ا ندیده بود؟ در واقع چوا در دهه ۱۹۷۰ برای اثبات این عقیده با استفاده از ترکیب غیر عملی از مقاومت، خازن، سلف و آمپلی فایر، توانست یک ممریستور واقعی بسازد. اما مقاومت حافظه به عنوان خاصیتی از ماده تا همین اواخر به حدی ظریف بود که نمی‌شد از آن استفاده کرد. در واقع این خاصیت در میان باتلاق ناشی از دیگر اثرات ماده گرفتارخواهد ماند مگر اینکه با مواد و دستگاهی در ابعاد نانومتر سر و کار داشته باشید. از طرف دیگر هیچ کس هم تاکنون با جدیت دنبال ممریستور نگشته بود. شاید در غیاب کاربرد، نیازی هم در کار نباشد. به گفته والانکورت « هیچ مهندسی نمی‌گفت اگر فقط یک ممریستور داشتیم، می‌توانستیم فلان کار را بکنیم. » در واقع والانکورت که سالها طراحی مدار درس می‌داد، تا پیش از هفته گذشته هرگز چیزی درباره ممریستور نشنیده بود. لئون چوا برنده جایزه کیرشهف از IEEE به خاطر کشف ممریستور گفت: « اکنون تمام کتاب‌های مرجع مهندسی برق باید تغییر کند. »

چواکه اکنون در دانشگاه برکلی یک پروفسور با سابقه است افزود: « هر چه مهندسان و دانشمندان با دستگاه‌هایی در مقیاس کوچکتر کار کنند بیشتر شاهد رفتارهای عجیب ناشی از اثر ممریستور در این دستگاه‌ها خواهند بود. »

در طول تمام این سالها همواره نشانه‌هایی از وجود ممریستور به چشم می‌خورد. به گفته ویلیامز « محققان بیش از پنجاه سال در نوشته‌هایشان ویژگی‌های خنده‌داری از جریان و ولتاژ را گزارش می‌کردند. سراغ مقاله‌های قدیم رفتم و به شکل‌ها نمودارها نگاه کردم و گفتم، بله آنها به ممریستور رسیدند اما نتوانستند تفسیرش کنند. » ویلیامز در ادامه افزود: « بدون معادلات مداری چوا، نمی‌توان از این وسیله استفاده کرد، ممریستور به راستی مداری نادرست، استفاده می‌کردند. درست مثل این است که موتور یک ماشین لباسشویی را بگذاریم داخل یک اتومبیل بنزینی و بعد تعجب کنیم که چرا راه نمی‌رود. »

ویلیامز دریافت که دی اکسید تیتانیوم، همان ماده‌ای که در ساخت رنگ سفید و کرم‌های ضد آفتاب به کار می‌رود، می‌تواند ممریستور ایده‌آلی باشد. دی اکسی تیتانیوم (TiO_2) درست مثل سیلیکون، یک نیمه هادی است و در حالت خالص مقاومت الکتریکی بسیار بالایی دارد. به هر حال دی‌اکسید تیتانیوم را می‌توان با دیگر عناصر ترکیب کرد و موادی به دست آورد که بسیار رسانا نیز باشند. این افزودنی‌ها که در الکترونیک به آن دوپانت (Dopant) گفته می‌شود، موادی هستند مثل عنصر بور که در مقادیر کوچک به مواد نیمه هادی خالص اضافه می‌شوند تا خواص رسانایی آن را به منظور استفاده در ترانزیستورها و دیودها تغییر دهد. در واقع دوپانت‌های اضافه شده به دی اکسید تیتانیوم در برابر یک میدان الکتریکی قوی، بی تغییر و ساکن باقی نمی‌مانند. به بیان دیگر این دوپانت‌ها تمایل دارند تا در جهت جریان روی هم انباشته شوند و به شکل توده درآیند. با اینکه این قابلیت جا به جایی در ماده می‌تواند برای ترانزیستورها کشنده باشد اما به نظر می‌سد دقیقاً همین ویژگی است که باعث می‌شود ممریستورها کار کنند. اعمال یک ولتاژ بایاس به فیلم نازکی از نیمه رسانای دی اکسید تیتانیوم که تنها به یک طرف آن دوپانت اضافه شده باشد باعث می‌شود که این دوپانت‌ها به طرف دیگر فیلم دی اکسید تیتانیوم حرکت کنند و در نتیجه این جا به جایی مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد. در مقابل اعمال جریان در جهت مخالف این دوپانت‌ها را به سمت جای اولشان هل می‌دهد و مقاومت کلی دی اکسید تیتانیوم را افزایش خواهد داد. آزمایشگاه‌های کمپانی HP در حال حاضر روی چگونگی تولید ممریستور از دی اکسید تیتانیوم و دیگر مواد کار می‌کنند و سعی دارند از اصول فیزیک پشت ماجرای ممریستور، سر در بیاورند. علاوه بر این، گروهی از متخصصان مدار در این آزمایشگاه‌ها نیز تلاش می‌کنند تا مدارهای سیلیکون و ممریستورها ر اروی تراشه ی واحدی بگنجانند. به گفته ی ویلیامز « گروه تحقیقاتی کمپانی HP تراشه‌ای هیبریدی در اختیار دارد که از ترکیب CMOS سیلیکونی و ممریستور ساخته شده است. این تراشه هیبریدی در حال حاضر روی دستگاه آزمایش تراشه نصب شده است. »

این درگیری‌ها برای طراحی مدار شاید در این لحظه شروع مناسبی باشد. والانکورت در این مناسبی از این کشف داشته باشیم، باید کارهای بسیاری انجام شود. » باید کاربردهای خاصی شناسایی شود که در آنها ویژگی‌های بی‌همتای ممریستور امکاناتی را در اختیار می‌گذارد که توسط دیگر عنصرهای رایج امروز قابل دستیابی نباشد. ویلیامز در حال گفتگو با برخی از آزمایشگاه‌های مهندسی و علوم اعصاب است که به دنبال ساخت دستگاه‌هایی با قابلیت تقلید سیستم‌های عصبی باشند. چوا معتقد است که سیناپس‌ها،(اتصالات میان سلولهای عصبی) به نوعی رفتار ممریستور وار از خود نشان می‌دهند.

بنابراین ممریستور همان دستگاه الکترونیکی است که برای تقلید رفتار سیناپس‌ها ایده‌آل خواهد بود. ویلیامز پیش بینی می‌کند با طراحی دوباره برخی از مدارها به گونه‌ای که بتوان ممریستور را در آنها گنجاند، می‌توان با عنصرها و اجزای مداری کمتری به همان کارکردها دست یافت که در نتیجه ی این تغییرات مدارها ارزانتر خواهند شد و میزان مصرف برقشان نیز به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت. در واقع ویلیامز امیدوار است با ترکیب ممریستور با المان‌های رایج در طراحی مدارها بتواند دستگاهی بسازد که قادر به محاسبه به روش غیر بولی باشد. منطق بولی همان منطق مورد استفاده در زبان‌های برنامه‌نویسی و محاسبات کامپیوتری است که از طریق تعیین درستی و نادرستی توابع منطقی کار می‌کند. ویلیامز در این باره می‌گوید: « ما ادعا نمی‌کنیم که می‌خواهیم یک مغز بسازیم، اما به دنبال چیزی هستیم که برخلاف کامپیوترهای امروزی بتواند به شیوه ی عملکرد مغز، محاسبه کند. » به نظر می‌رسد آنها بر این باورند که با استفاده از چکیده ی طرز کار کلی سیناپس‌ها، می‌توانند محاسبه آنالوگ را به شکلی بسیار کارآمد انجام دهند. به گفته ی ویلیامز « چیزی که انجام آن برای یک کامپیوتر دیجیتال تا ابد طول خواهد کشید، برای کامپیوتر آنالوگ مثل آب خوردن است. » گروه محققان کمپانی HP علاوه بر این به دنبال طراحی و ساخت حافظه غیر فراری بر پایه ممریستورها نیز هستند. ویلیامز با شور و شوقی که بچه‌ها در مغازه شکلات فروشی از خود نشان می‌دهند در این باره گفت: « حافظه‌ای که بر پایه ممریستورها ساخته شود می‌تواند هزار برابر سریع‌تر از دیسک‌های مغناطیسی باشد و برق کمتری نیز مصرف کند. » چوا با تأیید این مسئله که حافظه غیر فرار زودآیندترین کاربرد ممریستور خواهد بود، افزود: « خوشحالم که این یک سدشکنی واقعی است، حقیقت این است که در مقیاس نانو اثر مقاومت حافظه بر دیگر اثرات غالب می‌شود، چه بخواهید و چه نخواهید پیش چشمتان سبز خواهد شد. خوشحالم که راه درست را به دیگران نشان دادم. »

پاسخ مسأله‌ی جایزه دار شماره‌ی پیش

متأسفانه علی‌رغم قولی که همکاران محترم در گردهمایی‌ها داده بودند، همکاری قابل توجهی در مورد نشریه‌ی آذرخش به عمل نیامده است. در شماره‌ی قبل مجله‌ی آذرخش دو مسأله‌ی جایزه دار مطرح شده بود که تاکنون جوابی در این خصوص دریافت نداشته‌ایم. اما قرار ما بر آن است که مأیوس نشویم و همچنان چشم به راه همکاری همکاران ارجمند باشیم. بنابراین صورت مسأله اول و جواب آن را در این شماره مطرح می‌کنیم و منتظر دریافت جواب مسأله ۲ می‌مانیم. به امید آنکه با دریافت جواب مناسب این مسأله جایزه‌ی مربوطه را تقدیم همکاران ارجمند کنیم.

مسأله‌ی ۱:

مطابق شکل تمام رنگی درون جلد شماره ی ششم نشریه‌ی آذرخش به انتهای طناب بسیار سبکی مخزن مکعب شکلی به طول ضلع ۲a بسته شده است. مخزن را از مایعی به جرم M۰ پر می‌کنیم. در زیر مخزن سوراخ کوچکی است که مایع با آهنگ ثابت r از آن فرو می‌ریزد. درلحظه‌ی t ارتفاع مایع درون مخزن L و طول آونگ که به طور نسبی از مرکز جرم لحظه‌ای دستگاه اندازه‌گیری می‌شود L۰ است. از جرم مخزن صرفنظر می‌شود و آونگ را ساده در نظر می‌گیریم:

الف) دوره‌ی نوسانات کم دامنه‌ی آونگ را بر حسب تابعی از زمان بیابید.

ب) نمودار تغییرات دوره‌ی آونگ را بر حسب زمان رسم کنید.

ج) اگر جرم مخزن را M۰ بگیریم (هم جرم با مایع درون آن) چه تغییری در جواب مسأله روی می‌دهد؟ مرکز جرم مخزن را بر مرکز هندسی آن منطبق می‌گیریم.

جواب: حداکثر زمان لازم برای خالی شدن مخزن از مایع را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود:

$$t_{\max}=\frac{M_0}{r}=\frac{8a^3\delta}{r}$$

که در آن M۰ جرم مایع درون مخزن، a طول ضلع مکعب، δ چگالی مایع و r آهنگ خروج مایع از مخزن است. برای احتراز از نوشتن چند باره تعدادی ضرایب ثابت، متغیر بدون بعدی به نام τ را تعریف می‌کنیم:

$$\tau=\frac{t}{t_{\max}} \qquad , \qquad 0\le\tau\le 1$$

جرم مایع باقیمانده در مخزن و طول آونگ بر حسب تابعی از زمان به صورت زیر درمی‌آید:

$$M(t)=M_0(1-\tau)$$

$$L(t)=L_0+a-\frac{l(t)}{2}=l_0+a\tau$$

نوشتن رابطه‌ی بالا با توجه به اینکه مرکز جرم دستگاه در خلال زمان τ به طور یکنواخت از l۰ به ℓ_0+a تغییر می‌کند قابل درک است.

دوره‌ی نوسانات آونگ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{\ell_0+a\tau}{g}}=T_0\sqrt{1+\frac{a\tau}{\ell_0}}$$

که در آن $T_0=2\pi\sqrt{\frac{\ell_0}{g}}$ دوره نوسانات اولیه آونگ ساده است.

نمودار دوره‌ی نوسانات بر حسب زمان را در شکل زیر ملاحظه کنید. نمودار بالایی به ظاهر خط راست به نظر می‌رسد اما به دلیل ریشه ی دوم رابطه خمیدگی مختصری خواهد داشت.

با در نظر گرفتن جرم مخزن (M۰)، مرکز جرم دستگاه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$x_{cm}=\frac{m_e x_e+m_f x_f}{m_e+m_f}$$

که در آن m_e جرم مخزن و m_f جرم مایع درون آن در هر لحظه است. در صورتی ک مرکز جرم دستگاه را نسبت به مرکز جرم مخزن محاسبه کنیم خواهیم داشت:

$$x_e=0 \quad , \quad x_{cm}=\frac{M_0(1-\tau)a\tau}{M_0+M.(1-\tau)}=a\frac{\tau(1-\tau)}{2-\tau}$$

بنابراین دوره‌ی نوسانات آونگ بر حسب زمان به صورت زیر درمی‌آید:

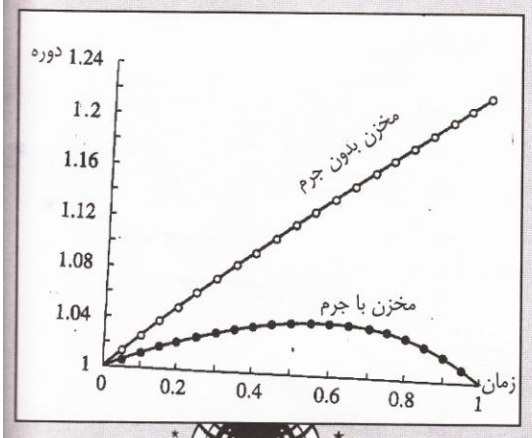
$$T=T_0\sqrt{1+\frac{a\tau(1-\tau)}{L_0(2-\tau)}}$$

نمودار این تابع به صورت منحنی در زیر خط تقریباً راست در شکل ملاحظه می‌شود. برای یافتن حداکثر دوره کافی است از رابطه بالا مشتق بگیریم. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\tau=2-\sqrt{2}\cong 0/586$$

توجه داشته باشید که این مقدار حداکثر مستقل از آهنگ ریزش مایع از مخزن است. بنابراین حداکثر دوره تناوب آهنگ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$T_{max}=T_0\sqrt{1+\frac{(3+2\sqrt{2})}{\ell_0}}$$



ارتفاع اوج در حرکت پرتابی

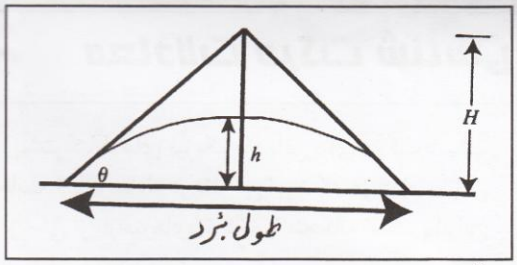
در صورتی که زاویه‌ی پرتاب و طول بردیک پرتابه معلوم باشد می توان به روش ترسیمی آسانی به ارتفاع اوج پرتابه در شرایط خلاء دست یافت.

مثلث متساوی الساقینی را در نظر بگیرید که طول قاعده‌ی آن برابر اندازه بُرد و هر یک از دو زاویه‌ی برابر آن مساوی با زاویه پرتاب θ باشد (مطابق شکل). ارتفاع اوج پرتابه برابر نصف ارتفاع این مثلث خواهد بود.

برای اثبات این مطلب کافی است که در معادله‌ی مؤلفه‌ی قائم حرکت به جای زمان t، زمان رسیدن پرتابه به نقطه‌ی اوج را جانشین کنیم. پس می‌توان نوشت:

$$y = V_{(y)}t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = V_y t_h - \frac{1}{2}gt_h^2$$

عبارت $V_y t_h$ که همان ارتفاع مثلث است، ارتفاعی است که پرتابه در مدت t در غیاب گرانش زمین می‌تواند به آن برسد. حال به آسانی می‌توان دریافت



که $h = \frac{H}{2}$ است. برای این منظور می‌توان نوشت:

$$h = H - \frac{1}{2}gt_h^2 \quad , \quad V_y = V_y - gt$$

با توجه به اینکه مؤلفه‌ی قائم سرعت در نقطه‌ی اوج صفر است، داریم:

$$V_y = 0 \rightarrow t_h = \frac{V_y}{y}$$

$$h = H - \frac{1}{2}gt_n\left(\frac{V_y}{g}\right) = H - \frac{1}{2}V_y t_h = H - \frac{1}{2}H = \frac{1}{2}H$$

ناساز نمای انبساط گرمایی

فرمول معروف انبساط طول که به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (فرمول‌های مشابهی که برای انبساط سطح، حجم، مقاومت الکتریکی و غیره به کار می‌رود) به تناقض آشکاری منجر می‌شود.

$$L = L_0(1+\alpha\Delta T) \quad (۱)$$

اگر میله‌ای به طول L_0 را به اندازه‌ی ΔT گرم کنیم، طول جدید از رابطه‌ی (۱) به دست می‌آید. حال اگر این میله را سرد کنیم تا به دمای اولیه برسد، با به کارگیری همین رابطه می‌تون طول جدید میله را که همان L_0 است بنا به انتظار به دست آورد. اما به نظر می‌رسد که طول جدید به میزان بسیار کمی، کوچکتر از حد انتظار است.

مثال زیر این مطلب را به خوبی روشن می‌سازد:

درصورتی‌که $L_0 = 1/00000$ مترو $\Delta T = 200°C$ و $\alpha = 3/0\times10^5(0C)^{-1}$ باشد، داریم:

$$L = L_0(1+\alpha DT)$$

متر

$$L = 1/00000[1+(3/0\times10^{-5})\times200] = 1/00600$$

حال با سرد کردن میله تا دمای $-200°C$ طول جدید برابر است با:

$$L' = 1[1+(3/0\times10^{-5})(-200)] = 0/99996m \neq L$$

این مطلب زمینه ساز مسأله‌ی جالبی برای بررسی بیشتر است.

راز این مسأله نهفته در روشی است که رابطه‌ی (۱) از آن به دست می‌آید. این رابطه نسبت به تغییر دمای ΔT بدین سبب نامتقارن است که اگر ΔT به ΔT – تغییر کند. طول L برابر با طول L_0 نخواهد بود. این عدم تقارن وقتی واضح تر می‌شود که تغییر طول را با توجه به رابطه‌ی (۱) به صورت زیر بنویسیم:

تغییر طول به هنگام گرم شدن میله (۲) $\Delta L = L_0 \times \Delta T$

تغییر طول به هنگام سرد شدن میله (۳) $\Delta L' = L \times \Delta T$

با توجه به روابط بالا روشن است که تغییر طول متناسب با L0 است که به نوبه‌ی خود کوچکتر از طولی (L) است که متناسب با کاهش طول است.

حال پرسش اینجا است که چرا این معادلات تقارن ندارند و چگونه می‌توان آنها را متقارن ساخت؟ برای پاسخ به این پرسش باید دید که این روابط چگونه به دست آمده‌اند و با به کارگیری آنالیز ریاضی طول نهایی L را به دست آورد.

تغییر طول dl متناسب با l و dt است یعنی $dl = l \times dT$ است. با تغییر دما از ... تا ΔT طول ... تا L تغییر ... که با انتگرال‌گیری خواهیم داشت:

$$\int_{L_0}^{L}\frac{dl}{l} = \int_0^{\Delta t}\alpha\, dt \Rightarrow Ln\left(\frac{L}{L_0}\right) = \alpha\,\Delta T$$

$$\alpha\,\Delta T$$

$$\Rightarrow L = L_0\, e^{\alpha DT}$$

رابطه‌ی (۴) متقارن است زیرا می‌توان نوشت:

$$L = L_0 e^{\alpha\,\Delta T} \quad , \quad L_0 = Le^{-\alpha\,\Delta T}$$

حال می‌توان با تقریب $\alpha\,\Delta T << 1$ رابطه‌ی (۱) را از رابطه ی (۴) نتیجه گرفت. این تعریف همان حالتی است که در فیزیک مقدماتی مطرح است. اگر فاکتور $e^{\alpha\,\Delta T}$ در رابطه‌ی (۴) را به روش سری تایلور بسط دهیم خواهیم داشت:

$$L = L_0\left(1+\alpha\Delta T+\frac{1}{2}\alpha^2\Delta T^2+...\right)$$

که با رعایت تعریف $\alpha\,\Delta T << 1$ رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$L = L_0(1+\alpha\Delta T)$$

توجه داشته باشید که با بسط L0 می‌توان نوشت:

$$L_0 = L\left(1\alpha\,\Delta T+\frac{1}{2}\alpha^2\Delta T^2-...\right)$$

یعنی با تغییر تقارن می توان اختلاف طول را به دست آورد.

ریاضیات همانندی در واپاشی پرتوزا مطرح است. معادله‌ی معروف واپاشی پرتوزا را می‌توان به صورت زیر نوشت:(۵)

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \Rightarrow N = N_0 e^{-\lambda t}$$

برای ماده‌ی پرتوزایی چون اورانیوم ۲۳۸ با نیمه‌ی عمر بالا مقدار λ بسیار کوچک است و می‌توان نوشت:

$$\lambda t << 1 \Rightarrow N = N_0(1-\lambda t) \quad (۶)$$

دانش‌آموزان با مقایسه‌ی روابط (۵) و (۶) به ترتیب با روابط (۴) و (۶) می‌توانند

معادلات حرکت شناسی و حل معادله‌ی درجه دوم

بیشتر کتاب های فیزیک مقدماتی برای حرکت باشتاب ثابت ۴ یا ۵ معادله در نظر می‌گیرند که هر کدام مستقل از یکی از پارامترهای ۴ گانه یا پنجگانه است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$V = at + V_0 \quad (1)$$

$$x - x_0 = V_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad (2)$$

$$V^2 = V_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (3)$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(V - V_0)t \quad (4)$$

$$x = x_0 = Vt - -\frac{1}{2}at^2 \quad (5)$$

حل معادلات فوق به جز معادلات (۲) و (۵) که درجه دوم اند آسان است. دانش‌آموزان و معلمان باید بدانند که با به کارگیری معادلات (۱) و (۳)، نیازی به فرمول حل معادله‌ی درجه دوم نخواهد بود. برای این کار کافی است پارامتر t را از معادله‌ی (۱) به دست آورده، V یا V۰ ازمعادله‌ی (۳) را در ان جایگزین کنیم:(۶)

$$V = at + V_0 \Rightarrow t = \frac{V - V_0}{a} = \frac{V}{a} - \frac{V_0}{a} \quad (6)$$

$$t = -\frac{V_0}{a} \pm \frac{\sqrt{V_0^2 + 2a(x - x_0)}}{s} = \frac{V}{a} \pm \frac{\sqrt{V^2 - 2a(x - x_0)}}{a} \quad (7)$$

جواب بالا درست همان جواب‌هایی است که از حل معادلات (۲) یا (۵) به دست می‌آیند. به همین ترتیب با استفاده از معادلات (۴) و (۵) می‌توان نوشت:

$$t = \frac{2(x - x_0)}{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2a(x - x_0)}} = \frac{2(x - x_0)}{V \pm JV^2 - 2a(x - x_0)} \quad (8)$$

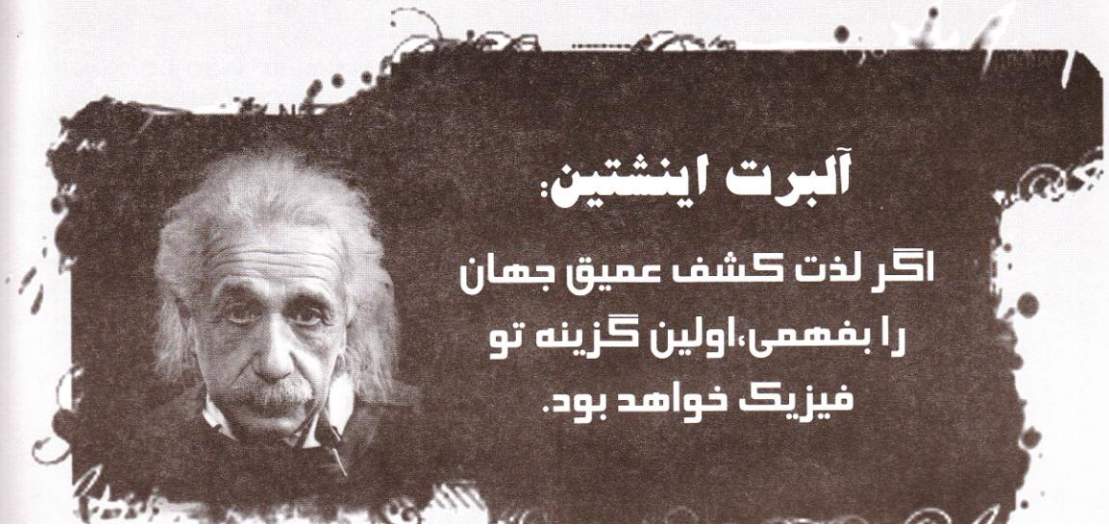
ارتباط جواب بالا با جوابی که از حل معادله‌ی درجه دوم به دست می‌آید ظاهراً روشن است. وقتی به دانش‌آموزان گفته‌شد که‌حل معادله‌ی درجه‌ی دوم $ax^2 + bx + c = 0$ که در آن $x = \frac{2c}{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}$ است.

درست همان جواب $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ است در شگفت می‌مانند. برای درک این مطلب کافی است در رابطه‌ی ۸ به جای X مقدار $\frac{1}{y}$ را جایگزین کنیم. در این صورت خواهیم داشت:

$$cy^2 + by + a = 0$$

با حل این معادله و جایگزین کردن مجدد X، مطلب روشن می‌شود.

The Physics Teacher, vol. 35, September1997



نمونه‌ای از پرسش‌های کاربردگرا برای سنجش کاربردگرا

مریم باغبان- دبیر فیزیک دبیرستان های شیراز

تجربه‌ی آزمون‌ها در سالهای گذشته نشان می‌دهد که هرگاه در ارزشیابی آزمون‌های هماهنگ یک یا چند پرسش کاربردی طرح شود، بیشتر دانش‌آموزان توان پاسخگویی ندارند و خواهان حذف پرسش و تغییر بارم آزمون می‌شوند. این کمبودها شیوه‌ی آموزش فیزیک و ارزشیابی آن را دچار اشکال می‌کند. همراهی و پشتیبانی برخی از معلمان با این دانش‌آموزان هم نشان می‌دهد که بیشتر آنان خواهان پرسش‌های تکراری به ویژه در حیطه‌ی دانش هستند.

فیزیک دانش زندگی است و باید از دانش‌آموز امروز شهروندی شایسته برای فردا بسازد. حاصل آموزش فیزیک باید پرورش افرادی باشد که در عرصه‌ی مدیریت علمی وفناوری انسانهایی کامیاب باشند. دانش‌آموزان امروز مدیران آینده ی جامعه خواهند بود، بنابراین باید به دانش‌آموزان فرصت تجربه‌ی شخصی و اندیشه‌ی شخصی داده شود و نباید علوم را به صورت قالب‌های کلیشه‌ای به آنان عرضه کرد. باید به آنها بیاموزیم که با نگرش جامع‌تر به مفاهیم می‌توان گستره‌ی کاربرد قانونهای علمی را در پدیده‌های به ظاهر متنوع دریافت.

تدریس فعال و سنجش کاربردگرا از مهمترین عوامل تأثیرگذار در بهبود آموزش فیزیک هستند. از این رو شایسته است دبیران فیزیک به هنگام سنجش و ارزشیابی دانش‌آموزان در امتحانات مستمر چند پرسش کاربردگرا نیز در آزمون خود بگنجانند تا دانش‌آموزان را به پاسخگویی به اینگونه پرسش‌ها عادت دهند.

هر یک از ما در زندگی شخصی و اجتماعی خود به مسائل پیچیده‌ای برخورد می‌کنیم که بدون کمک روش‌های علمی و مهارت‌های لازم قادر به حل آنها نخواهیم بود.

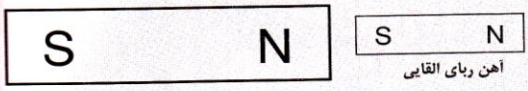
بنابراین وظیفه‌ی معلمان است که توانایی برخورد با پرسش‌های کاربردی را در شخص ایجاد کنند. در این نوشته کوشش شده است برخی از این توانایی‌ها طبقه‌بندی شود و پرسش نمونه‌ای برای آنها ذکر شود.

الف) توانایی خواندن و نوشتن یک متن علمی

۱ – توانایی خواندن: هر گاه دانش‌آموز با یک متن علمی جدید مواجه می‌شود باید بکوشد میان آموخته‌های ذهنی خود و متن علمی ارتباط برقرار کند.

مثال ۱: متن زیر را با دقت بخوانید و به پرسشهای آن پاسخ دهید:

آهن ربای دائمی

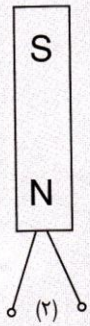


آهن ربای القایی

(۱)

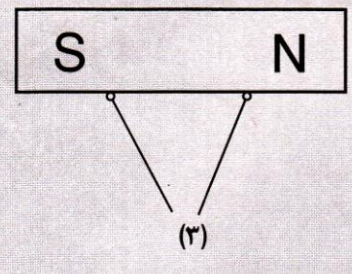
قطب‌های مغناطیسی بخش‌هایی از آهن‌ها هستند که مواد مغناطیسی مانند براده‌های آهن جذب آن می‌شوند. قطب‌ها به صورت جفت نزدیک دو سر میله‌های آهن ربایی قرار گرفته‌اند و دارای توان جذب یکسان هستند. وقتی قطعه‌ای از یک ماده مغناطیسی آهن ربا نشده به قطب یک آهن ربا نزدیک شود یا با آن تماس پیدا کند. خود تبدیل به یک آهن ربا می‌شود. در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم که خاصیت مغناطیسی در ماده « القا » شده است. شکل (۱) نشان می‌دهد که قطب N یک آهن ربای دائمی در انتهای دورتر ماده‌ی القا شده قطب N و در انتهای نزدیکتر آن قطبS القاء می‌کند.

پرسش ۱: مطابق شکل دو میخ آهنی از قطب N یک آهنربا آویخته‌ایم چرا انتهای پائینی میخ‌ها همدیگر را دفع می‌کنند.



(۲)

پرسش ۲: توضیح دهید چرا دو میخ آهنی که از دو سر یک میله آهنربایی که به طور افقی قرار دارد، آویزان شده‌اند. مثل شکل به طرف یکدیگر متمایل می‌شوند.



(۳)

مثال ۲: متن زیر را به دقت بخوانید و به پرسشهای آن پاسخ دهید.

اولین آهن‌رباهای دائمی از فولاد ساخته شد. آهنرباهای جدید بسیار قویترند و دو نوع از آنها را در دست داریم:

۱ - آهن رباهای آلیاژ ساخت: این آهنرباها از آلیاژهای موادی همچون آهن، نیکل، مس، کبالت و آلومینیوم ساخته شده‌اند که دارای نامهای تجارتی مثل « آلینکو » و « الکوماکس » هستند.

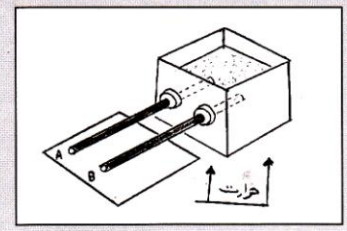
۲ - آهن رباهای سرامیکی: این آهنرباها از گرد ویژه‌ای به نام فریت ساخته می‌شوند که از اکسید آهن و اکسید باریم تشکیل شده است. آهنرباهای سرامیکی شکننده هستند. نام تجاری این نوع آهن ربا « مگنادور » است. آهن رباها در دینامو دوچرخه، موتورهای الکتریکی، بلندگوها و تلفن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. پودر فریت را می‌توان به همراه پلاستیک در ساخت آهن رباهای کشسان با هر شکل و اندازه‌ای به کار برد. پودرهای خیلی ریز فریت که هر ذره‌ی آن می‌تواند آهنربا شود در پوشاندن نوار ضبط صوت به کار می‌رود. در کامپیوترهای بزرگ تعداد زیادی آهنرباهای سرامیکی کوچک و حلقوی هر کدام به قطریک میلیمتربهم متصل شده‌اند که به عنوان خانه‌های حافظه‌ی کامپیوتر عمل می‌کنند.

پرسش ۱: در، در یخچال از کدام آهنربا استفاده می‌شود؟

پرسش ۲: یکی از عیب‌های آهنرباهای سرامیکی را بیان کنید.

پرسش ۳: چند کاربرد برای آهنرباهای دائمی بنویسید.

پرسش ۴: در جرثقیل الکتریکی بهتر است از آهنربای دائمی استفاده شود یا آهنربای موقتی؟



(٤)

مثال ۳: متن زیر را به دقت بخوانید و به پرسشهای آن پاسخ دهید.

دو میله با ابعاد یکسان اما از فلزهای متفاوت را روی یک کاغذ حساس به گرما قرار داده‌ایم.

به طوری که بخش‌های برابری از هر یک از آنها از لبه‌ی کاغذ بیرون مانده است. آن سر میله‌ها که روی کاغذ قرار ندارند، با آب جوش احاطه شده‌اند و بخش‌های آزاد آنها درون آبی قرار دارند که در حال جوشیدن است. همچنان که میله‌ها داغ می‌شوند ورقه زیر آنها در دمای معینی رنگی می‌شود. پس از مدتی ملاحظه می‌کنیم که قسمت تغییر رنگ یافته دور میله A نسبت تغییر رنگ یافته دور میله B تا فاصله بیشتری نسبت به لبه کاغذ پیشروی کرده است.

پرسش ۱: توضیح دهید چگونه گرما در طول میله‌ها انتقال می‌یابد.

پرسش ۲: چرا دمای نهایی قسمتهای مختلف دو میله متفاوت است.

پرسش ۳: از این واقعیت که نقطه‌ای روی A با یک دمای معین فاصله ی بیشتری تا لبه ی کاغذ دارد تا نقطه‌ای با همان دما روی B چه می‌فهمید؟

پرسش ۴: طبق مشاهدات، در ابتدای کار قسمت تغییر رنگ یافته دور B سریعتر از قسمت تغییر رنگ یافته دور A در کاغذ پخش شده است. از این واقعیت چه مطلبی استنباط می‌کنید؟

۲ - توانایی نوشتن:

تقویت مهارت نوشتنی که از ذهن خود دانش‌آموز تراوش کند به یادگیری او کمک می‌کند. بسیاری از دانش‌آموزان هنگام ترک جلسه امتحان تصور می‌کنند نمره‌ی خوبی می‌گیرند ولی هنگام دریافت کارنامه نمره‌ی خود را در حد انتظار نمی‌بینند. یکی از دلیل‌های این امر وجود پرسش‌هایی است که مهارت نوشتن دانش‌آموز را ارزیابی می‌کند. در اینگونه پرسش‌ها اگر دانش‌آموز با نگارشی مناسب پاسخ ندهد و مفهوم رسانده نشود از نمره‌ی آن محروم خواهد شد.

مثال ۱:

الف) تفاوت چگونگی انتقال گرما از راه رسانایی و تابش را شرح دهید.

ب) آزمایشی شرح دهید که نشان دهد سطح براق یا سفید نسبت به سطح مات یا سیاه جذب کننده‌ی ضعیف‌تری است. توضیح مختصری درباره‌ی کاربردهای این موضوع در زندگی روزانه بدهید.

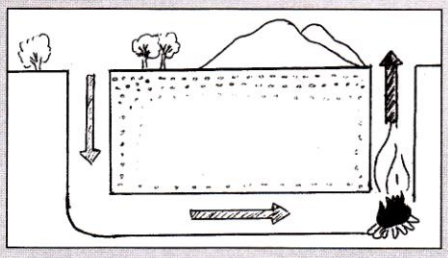
مثال ۲: موارد زیر را توضیح دهید:

الف) در یک روز بسیار سرد به خوبی نمی‌توان گلوله برفی ساخت.

ب) مقداری آب در کیسه‌ای از جنس یک ماده خلل و فرج دار، مثل کرباس می‌ریزیم و طوری آویزان می‌کنیم که در معرض جریانی از هوا قرار گیرد. چرا دمای آب کمتر از دمای هوا خواهد

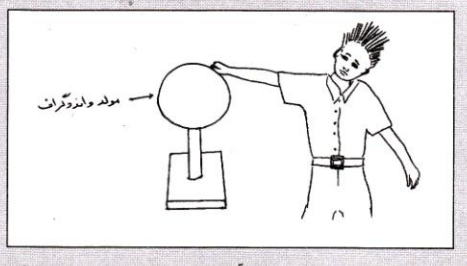
بود؟

مثال ۳: پیـش از آنکه پمپ‌ها تکامل پیدا کنند با کندن دو چاه و بـر پا کـردن آتش بزرگـی در ته یکی از آنها معـدن را تهویه می‌کردنـد. توضیح دهید که چگونه آتـش هوای تازه را به درون معادن می‌کشید !



(۵)

مثال ۴: برای شـکل زیر آزمایشـی طراحی کنید که علت سیخ شدن موهای شخص را توجیه کند.



(۶)

ب) توانایی تطبیق میان آموخته‌های ذهنی و دنیای واقعی:

اگـر دانش‌آموز این توانایی را به دسـت آورد هنـگام برخورد با مسایل پیچیده واقعی به راحتی به تجزیه و تحلیل آن می‌پردازد و می‌تواند از راه علمی به حل آن دست یابد.

مثـال ۱: یک اتومبیل با افشـانه الکتروسـتاتیکی رنگ آمیزی می‌شود.

الف) وقتی قطره‌های رنگ از دهانه افشـانه خارج می‌شـوند بار منفی پیدا می‌کنند چرا این کار کمک می‌کند تا رنگ افشانده شده به صورت یک لایه‌ی ظریف بماند؟

ب) اگر ذره‌های رنگ بار منفی داشـته باشـند، اتومبیل باید چه باری داشته باشد؟ چرا؟

مثـال ۲: الـف) کدام ویژگی در دماسـنج پزشـکی سـبب: ۱) حساسیت ۲) واکنش سریع ۳) کوتاهی طول آن می‌شود.

چرا اسـتریلیزه کردن دماسنج پزشکی در آب جوش ضرر دارد و هرگز توصیه نمی‌شود.

پ) توانایی مدل سازی فیزیکی:

مثال ۱: شـکل زیر سـاختمان ابتدایی یک قطعه‌ی خورشیدی سـاده را نشـان می‌دهد این قطعه با اسـتفاده از انرژی گرمایی خورشید آبی را که درون لوله‌ها در جریان است گرم می‌کند.

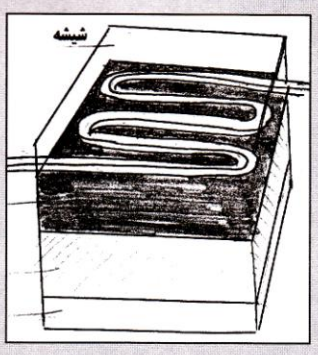
الـف) چرا لولـه روی یک مـاده جذب کننده تیره نصب شـده است؟

ب) چرا لوله از مس ساخته شده است؟

ج) چرا لوله به صورت مارپیچ درست شده است؟

د) چـرا صفحـه‌ی جمع کننده روی یک عایق گذاشـته شـده است؟

ه) چرا قطعه با یک شیشه پوشانده شده است؟

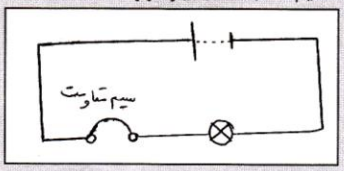


(۷)

مثال ۲: نمودار زیر یک مدار متوالی ساده شامل یک باتری، یک لامپ، مقداری سـیم‌های اتصال و طولی از سیم دارای مقاومت را نشان می‌دهد؟

توضیـح دهید اگر سـیم دارای مقاومت را با موارد زیر جایگزین کنیم، چه اتفاقی برای لامپ می‌افتد.

الف) تکه سیم مشابه که بسیار دراز است.

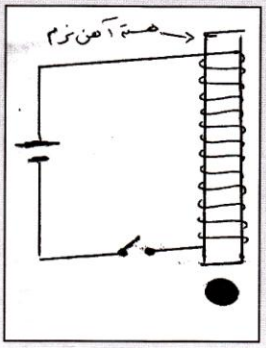


ب) تکه‌ای سیم که بسیار کلفت است.

مثـال ۳: یک آهنربای الکتریکی کوچـک، که برای بلند کردن و رها سـاختن یـک گلوله‌ی فولادی کوچک بـه کار می‌رود در آزمایشگاه ساخته شده است.

الف) توضیح دهید چرا جنس هسـته بهتر است از آهن نرم باشد تا فولاد ؟

ب) بـرای اینکـه گلوله سـنگین‌تری را بلند کنیم لازم اسـت آهنربـای الکتریکی قوی‌تری را مورد اسـتفاده قرار دهیم دو راه برای افزایش قدرت این آهنربای الکرتیکی بیان کنید.



نمونه‌ای از پرسش‌های آزمون فیزیک در آمریکا

۷ – جسمی به جرم M بانتهای میله‌ای چسبیده و با سرعت ثابت در یک صفحه قائم دوران می‌کند نیروئی که میله بر جسم وارد می‌کند:

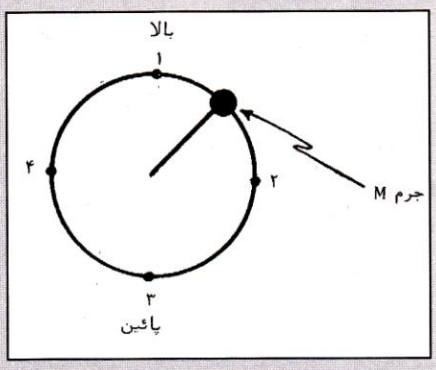
الف) در نقاط ۱ و ۲ و ۳ و ۴ یکی است.

ب) در نقطه ۱ بالاترین نقطه مسیر ماکزیمم است

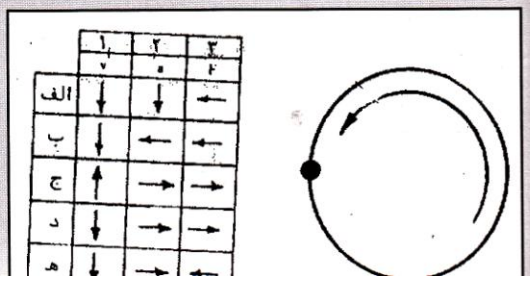
ج) در نقطه ۲ ماکزیمم است.

د) در نقطه ۳ پایین‌ترین نقطه مسیر ماکزیمم است.

ه) در قنطه ۴ ماکزیمم است.



۹ – دانش‌آموزی مطابق شکل زیر سوار بر چرخ فلک با سرعت ثابت دوران می‌کند. وقتی که در نقطه P از مسیر خود قرار دارد کدامیک از مجموعه بردارهای زیر جهت حرکت دانش‌آموز را نشان می‌دهد؟



۱۳ – نمودار زیر تغییرات برآیند نیروهای وارد بر یک نقطه مادی به جرم ۵ کیلوگرم را در مسافت ۹ متر نشان می‌دهد. نیرو در امتداد حرکت است از اصطکاک صرفنظر می‌شود.

چند ژول انرژی لازم است تا این نقطه از ۵ متری مبدأ به ۷ متری مبدأ برسد؟

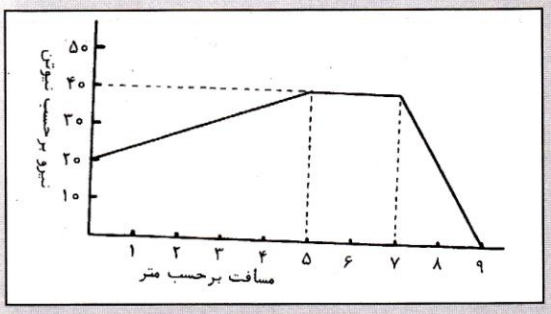
الف) ۴۰ ب) ۸۰ ج) ۲۰۰ د) ۲۸۰

ه) ۳۶۰

۱۴ – اگر نقطه مادی (آزمون بالا) از حال سکون شروع به حرکت کرده باشد، سرعت آن پس از طی ۵ متر اول مسافت چند متر بر ثانیه است؟

الف) کمتر از ۲ ب) بین ۲ و ۴ ج) بین ۴ و ۶

د) بین ۶ و ۸ ه) بیشتر از ۸

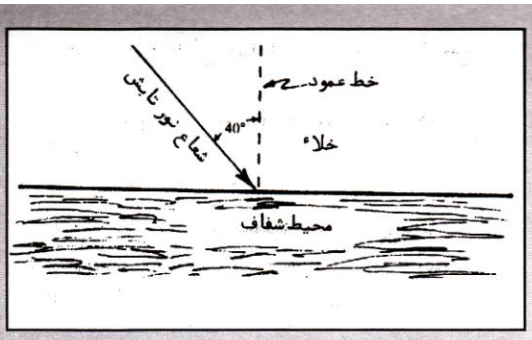


۳۱ – مطابق شکل، شعاع نوری از خلاء به سطح تحت محیط شفافی می‌تابد. قسمتی از نور منعکس و قسمت دیگر شکسته می‌گردد، زاویه بین شعاعهای بازتابش و شکست برابر است با :

الف) کمتر از ۴۰ درجه ب) بین ۴۰ و ۵۰ درجه

ج) بین ۵۰ درجه و ۱۰۰ درجه د) بین ۱۰۰ درجه و ۱۴۰ درجه

ه) بیشتر از ۱۴۰ درجه

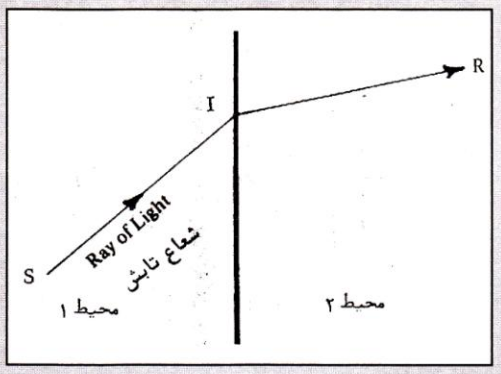


۳۵ – نور تکرنگی مسیر SIR را مطابق شکل در دو محیط مختلف طی می‌کند. در مقایسه با نور در محیط (۱)، نور در محیط (۲) دارای:

الف) فرکانس کمتری است. ب) فرکانس بیشتری است.

ج) سرعت کمتری است. د) سرعت بیشتری است.

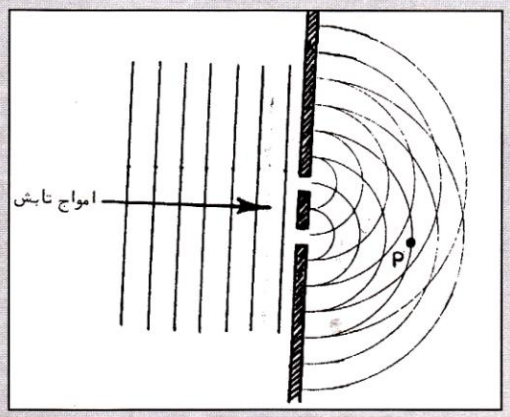
ه) شدت بیشتری است.



۳۸ – کدامیک از امواج زیر پولاریزه نمی‌شود؟

الف) امواج رادیویی ب) امواج ساکن ایجاد شده در یک تار

ج) امواج رادار و تلویزیونی د) امواج صوتی ه) نور



۳۹ – مطابق شکل صفحه قبل امواج تخت از سمت چپ بد

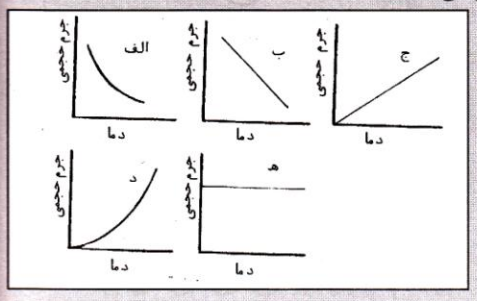
نقطه P می‌رسند دارای اختلاف فاز ۱۸۰ درجه هستند؟ T پریود موج است:

الف) هیچ وقت ب) $\frac{T}{2}$ ج) T د) T۲ ه) همیشه

الف) ۸۰ ب) ۱۰۰ ج) ۵۲۰ د) ۵۴۰

ه) ۵۶۰

۴۷ – کدامیک از نودارهای شکل صفحه تغییرات جرم حجمی یک گاز کامل را بر حسب درجه حرارت مطلق (کلوین) در فشار ثابت نشان می‌دهد؟



۴۹ – در یک الکتروسکوپ باردار مثبت به طور کلی:

الف) شمار الکترونها از شمار پروتونها بیشتر است.

ب) شمار الکترونها از شمار پروتونها کمتر است.

ج) جسم باردار منفی را از خود می‌راند.

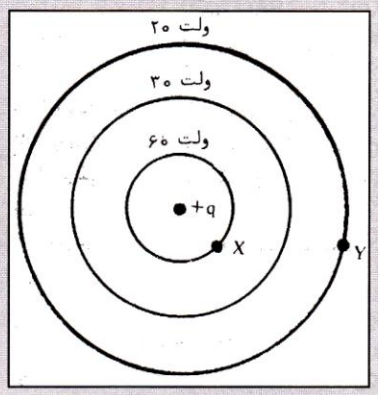
د) تعداد الکترونهایش با تعداد پروتونهایش برابر است.

ه) پروتون ندارد.

۵۴ – در شکل زیر خطوط دایره‌ای هم پتانسیل ۶۰، ۳۰ و ۲۰ ولت است. در اطراف بار q نشان داده شده‌اند. برای انتقال بار ۱۰ کولن از نقطه Y به X چند ژول کار مصرف می‌شود؟

الف) صفر ب) ۴۰ ج) ۱۱۰ د) ۲۰۰

ه) ۴۰۰



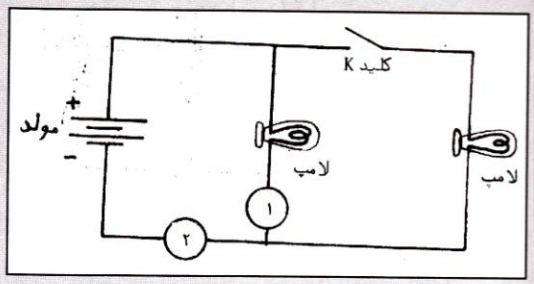
۶۰ – اگر در مدار شکل زیر کلید K را ببندیم (دو لامپ مشابه‌اند):

الف) آمپرمتر (۱) بدون تغییر باقی می‌ماند.

ب) آمپرمتر (۲) بدون تغییر باقی می‌ماند.

د) عددی که (۲) نشان می‌دهد نصف می‌شود.

ه) عددی که آمپرمتر (۱) نشان می‌دهد دو برابر می‌شود.



۷۲ – در یک آزمایش پدیده فتوالکتریک، انرژی آستانه فلز به کار رفته ۳/۸ الکترون ولت است. با اعمال پتانسیل بازدارنده‌ی ۸ ولت، شدت جریان به صفر می‌رسد. این نشان دهنده این است که:

الف) انرژی الکترونهای رها شده به طور متوسط ۸ الکترون ولت است.

ب) انرژی الکترونهای رها شده به طور متوسط ۱۱/۸ الکترون ولت است.

ج) انرژی فوتونهائی که به فلز اصابت می‌کند ۴/۲ الکترون ولت است.

د) انرژی فوتونهائی که به فلز اصابت می‌کند ۳/۸ الکترون ولت است.

ه) حداکثر انرژی فوتونهائی که به فلز اصابت می‌کند معادل ۱۱/۸ الکترون ولت است.

	الف	ب	ج	د	ه
1	●				
2		●			
3			●		
4				●	
5					●
6			●		
7				●	
8					●
9				●	
10	●				
11			●		
12		●			
13		●			
14				●	
15	●				
16		●			
17		●			
18			●		
19		●			
20			●		
21					●
22			●		
23					●
24			●		
25	●				
26			●		
27	●				
28	●				
29	●				
30			●		
31			●		
32		●			
33		●			
34			●		
35		●			
36	●				
37		●			
38			●		
39				●	
40				●	
41			●		
42				●	
43		●			
44			●		
45			●		
46			●		
47	●				
48	●				
49		●			
50		●			
51			●		
52				●	
53			●		
54				●	
55			●		
56			●		
57		●			
58			●		
59		●			
60	●				
61	●				
62		●			
63		●			
64			●		
65		●			
66		●			
67			●		
68			●		
69	●				
70			●		
71	●				
72				●	
73	●				
74	●				
75		●			
76			●		
77		●			
78		●			
79		●			
80			●		
81				●	
82					●
83				●	
84					●
85				●	
86					●
87				●	
88					●
89				●	
90					●
91				●	
92					●
93				●	
94					●
95				●	
96					●
97				●	
98					●
99				●	
100				●	
101				●	
102					●
103					●
104				●	
105				●	

انجمن‌های علمی در برزخ بود و نبود

حمید مصطفی نژادیان
دبیر فیزیک دبیرستان های شیراز و
بازرس انجمن معلمان فیزیک فارس

تشکیل انجمن‌های علمی، آموزشی معلمان به عنوان یک نهاد غیردولتی بر اساس مصوبه‌ی ۳۶۹ مورخ ۷۴/۱۱/۱۷ شورای عالی انقلاب فرهنگی به تصویب این شورا رسیده و صدور پروانه‌ی فعالیت آنها به عهده‌ی وزارت آموزش و پرورش است.

از آن تاریخ به تدریج انجمن‌ها در سطح کشور شکل گرفتند و مثل همه‌ی فعالیتهای دیگر که در آغاز با جنب و جوش زیادی همراه است مرتباً بر تعداد آنها افزوده شد و معلمان رشته‌های مختلف با شوق و علاقه‌ی بسیار به بنیانگذاری این انجمن‌ها همت گماشتند تا چتر گسترده‌ای باشد که معلمان هر رشته در سایه ی آن به وحدت برسند.

شکل‌گیری تشکل‌های غیر دولتی به عنوان اهرم‌های قدرت و همچنین پل ارتباطی میان دولت و مردم یکی از ضرورتهای جامعه‌ی مدنی و مبتنی بر دموکراسی است که غالباً نیز از طرف دولتها برای ایجاد نشاط در جامعه و تأکید بر نقش مؤثر آنها در رشد و اعتلای جامعه، تقویت می‌شوند البته در جامعه‌های در حال توسعه که بعضاً می‌خواهند به دموکرات و پیشرفته بودن شناخته شوند شکل‌گیری و ادامه‌ی فعالیت این انجمن ها با دشواری‌های بسیار همراه است چون هنوز نقش و جایگاه و معنای NGOها برای مردم و مسئولان چندان شناخته شده نیست.

این انجمن‌ها با اجرای برنامه‌های گوناگون (گردهمایی و بازدیدهای علمی، انتشار نشریه و ...) باعث یگانگی و همدلی دبیران رشته‌های مختلف علمی شدند و برای انتقال تجربیات دبیران هم رشته به یکدیگر مسیر مناسبی فراهم آوردند وباعث شدند که دبیران رشته‌هایی که دارای انجمن علمی فعال هستند از رشد علمی خوبی برخوردار شوند و اثر این رشد علمی در کلاسهای درس آشکار شود(این انجمن‌ها باعث می‌شد که تجربه‌ی دبیران با سابقه با علم دبیران جوان پیوند بخورد.)

انتشار نشریه‌های تخصصی این انجمن‌ها می‌تواند باعث تحرک دبیران و دست به قلم شدن آنها شود. ترجمه‌ی مقالات علمی برگرفته از سایتهای تخصصی و چاپ آنها در نشریه در به روز نگهداشتن اطلاعات علمی معلمان نقش مؤثری ایفا کند. به ویژه راه اندازی پایگاه اطلاع رسانی ارتباط میان دبیران را آسان می‌کند.

با توجه به تخصصی شدن علوم، شایسته‌ترین افراد برای نظر دادن راجع به هر علمی، متخصصین آن هستند و در این راستا با نقد و بررسی کتاب‌های درسی توسط دبیران هر رشته در انجمن‌های علمی و انتقال نظریات جمعی به مراجع ذیصلاح می‌تواند به اصلاح نقاط ضعف این کتابها و بهبود کیفیت آنها کمک کند.

از طرف دیگر انجمن‌های علمی می‌توانند در ایجاد ارتباط طولی میان معلمان مقاطع مختلف نقش مؤثری داشته باشند و این کار از گروه‌های آموزشی به علت مقطعی بودن آنها ساخته نیست.

در چند سال گذشته توجه نسبتاً خوبی به انجمن‌ها شد و به همین دلیل شمار آنها روز به روز گسترش بیشتری یافت به طوری که کمیته‌های مربوط به آنها در وزارت آموزش و پرورش برای نزدیک به ۳۰۰ انجمن پروانه‌ی فعالیت صادر کرد و دو اتحادیه‌ی سراسری انجمن‌ها (ریاضی و فیزیک) نیز تشکیل شد که در ایجاد ارتباط بین

انجمن‌های استانی نقش مؤثری دارند و باعث انتقال تجربیات انجن‌های هر رشته میان خود شده‌اند.

متأسفانه در چند سال اخیر کمکهای مادی وزارت آموزش و پرورش که در کنار حق عضویت اعضاء می‌توانست گره گشای مشکلات مالی انجمن‌ها باشد قطع شد و به دنبال آن مسئولان محلی نیز که ظاهراً همه چیز را از دریچه‌ی بودجه می‌بینند و خیال می‌کنند با قطع بودجه یک قسمت دیگر آن قسمت وجود خارجی ندارد با وجود شناختن نقش مؤثر این انجمن‌ها در فرآیندهای آموزشی حمایتهای تدارکی خود را نیز از انجمنها قطع کردند و یا به کمترین مقدار رساندند (آن هم با هزار منت، گویی شورای اجرایی این انجمن‌ها که بدون چشمداشت مادی دل در گرو عشق به انجمن‌ها داده‌اند چیزی برای خود می‌خواهند) و همین باعث شد به یکباره انجمن‌ها در کما فرو روند و از آن جنب و جوش گذشته چندان اثری نماند. این روال تاکنون باعث شده است که از ۲۲ انجمن دارای پروانه در سطح استان فارس نزدیک به ۵ انجمن هنوز نیمه رمقی داشته باشند و به همت عده‌ای که عاشقانه دل به اعتلای ایران اسلامی بسته‌اند لنگ لنگان به راه خود ادامه دهند که اگر حمایتهای ضعیف فعلی از طرف اعضاء و مسئولان قطع شود و چراغ این چند انجمن نیز به خاموشی گراید امید چندانی نمی‌توان داشت که دوباره شاهد فعالیت دوباره‌ی آنها باشیم. متأسفانه پشتیبانی اندکی را از سوی وزارت و سازمانها در مورد انجمن‌ها شاهد هستیم و گاهی نیز دیده شده است که تنها سعی در فعال سازی آنها نیست بلکه با مانع تراشی در راه فعالیت آنها سعی در به انزوا کشیدن جمع محدود فعال باقی مانده نیز دارند به طوری که حتی حاضر به برگزاری نشستی کوتاه نیز برای شنیدن درد دل انجمن‌ها نیستند.

با آنکه چند سال پیش وزارت آموزش و پرورش یک بخشنامه‌ی ۳۰ ماده‌ای زیر عنوان « راهکارها و راهبردها در توسعه‌ی ظرفیت و عملکرد انجمن‌های علمی- آموزشی معلمان در سطح سازمان ها و حوزه‌های ستادی آموزش و پرورش » صادر کرد (که نشان از آن داشت در مقطعی کسانی در سطح وزارت حضور داشتند که به نقش انجمن‌ها واقف بودند) و راهکارهای زیادی برای استفاده از ظرفیتهای بالقوه این انجمن‌ها داد. متأسفانه در سطح سازمان و حوزه‌های ستادی وزارت انگار نه انگار که چنین بخشنامه‌ای وجود خارجی دارد.

با توجه به نکات بسیارمثبت بخشنامه‌ی وزارت که در سایت انجمن به آدرس WWW.AMF.IR دسترس پذیر است به پاره‌ای از آنها اشاره‌ای می‌کنیم (هر چند که مسئولان سازمان به طور کلی منکر بخشنامه‌ی فوق هستند و شاید هم چون توان اجرای آن را ندارند ترجیح می‌دهند آن را نادیده بگیرند).

۱ – واگذاری ۲۵٪ فعالیتهای معاونتهای زیر مجموعه‌ی سازمان و مراحل تدوین و تألیف کتابهای درسی به وسیله‌ی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی تا پایان برنامه‌ی چهارم توسعه به انجمن‌ها.

۲ – عقد قرارداد برای خرید خدمات آموزشی از انجمن‌ها.

۳ – ایجاد پست مشاوره در امور انجمن‌ها در سطح سازمان و وزارت.

۴ – برگزاری همایش انجمن‌ها در هر سال با تأمین اعتبارات و برگزاری کنفرانسهای علمی با مشارکت انجمن‌ها در سطح کشوری و صدور و پرداخت حق مأموریت به افراد فراخوانده شده در کنفرانسهای علمی.

۵ – قرار دادن مکان مناسب با امکانات و تجهیزات در اختیار انجمن‌ها.

۶ – تخصیص ۵٪ از اعتبارات شورای آموزش و پرورش به انجمن‌ها و تشکیل پایگاه اطلاعات علمی انجمن‌ها، عضویت نماینده‌ی انجمن‌های علمی، آموزشی استان در شورای برنامه ریزی امور فرهنگی، اجتماعی به ابلاغ استانداری.

۷ – انتشار خبرنامه و فصلنامه‌ی پژوهشی و تحقیقاتی انجمن‌ها و خرید و توزیع نشریه‌های علمی انجمن‌ها در واحدهای آموزشی.

۸ – واگذاری وظایف و فعالیتهای گروه‌های آموزشی به انجمن‌ها، ایجاد دبیرخانه‌ی انجمن‌ها و پستهای هیأت علمی در علوم انسانی و علوم پایه و علوم فنی و مهندسی در دبیرخانه‌ی انجمن‌ها مستقر در وزارتخانه.

مسئولان محترم حتی از در اختیار قرار دادن یک سالن و پذیرایی مختصر از دبیران درهمایش‌های درون استانی خود دارای می کنند (و در همین شرایط سالن‌های آموزش و پرورش را برا درآمد زایی در اختیار دیگر ارگانها قرار می‌دهند). مکان کنونی انجمن‌ها که درفارس در پژوهشکده‌ی معلم است از هیچ امکانی برخوردار نیست و تاکنون تلاشی برای تأمین مکان مناسب صورت نگرفته است. پست مشاوره که پیشکش حتی به خواست مسئولان انجمن‌ها برای دیدار حضوری با مسئولانی که به علت گرفتاری زیاد همیشه پشت درهای بسته‌ی خود پنهان‌اند نیز پاسخی داده نمی‌شود. چاپ نشریه ظاهراً توقع زیادی است و آنان حتی از عرضه‌ی چند بند کاغذ نیز طفره می‌روند و همه‌ی درخواستها یا بی پاسخ می‌ماند یا با جواب منفی وربه رو می‌شود حتی اخیراً بخشنامه‌های انجمن نیز با اکراه ارسال می‌شود.

دراین وضعیت وانفسا باید گفت قدر عافیت احساس مسئولیت کردن و در صحنه بودن معلمان را وقتی می‌دانند که به بلای بی‌تفاوتی معلمان و در لاک خود فرو رفتن دوباره‌ی آنها دچار شوند و البته مسئولیت شرعی این عمل را هم باید به عهده گیرند خلاصه آنکه:

گر مسلمانی از این است که حافظ دارد

وای اگر از پس امروز بود فردائی!

معرفی کتاب‌های علمی خواندنی

فلسفه‌ی علم:

نویسنده سمیر اُکاشا ترجمه‌ی هومن پناهنده انتشارات: فرهنگ معاصر

سمیر اکاشا مدرس فلسفه در دانشگاه یورک است. از او مقالاتی در حوزه‌ی فلسفه‌ی علم، زیست شناسی و شناخت شناسی در مجلات فلسفی منتشر شده است. اکاشا در دانشگاه مای مکزیکو نیز تدریس کرده است.

نویسنده در این کتاب این پرسش را مطرح می‌کند که علم چیست؟ آیا علم از عینیت برخوردار است؟ آیا همه چیز را می‌توان با علم تبیین کرد؟ کتاب سمیر اُکاشا مقدمه‌ای کوتاه بر فلسفه‌ی علم معاصر است که مضامین اصلی این شاخه از فلسفه را دربر می‌گیرد.

نویسنده در ابتدا نگاهی کوتاه به تاریخ علم می‌اندازد و سپس مفاهیمی از قبیل استدلال علمی، تبیین علمی، انقلاب علمی و نیز رئالیسم علمی و ضد رئالیسم را بررسی می‌کند. او همچنین بخشی از کتاب خود را به برخی مباحث فلسفی مربوط به این یا آن علم خاص اختصاص می‌دهد. مسایلی مانند طبقه‌بندی در زیست شناسی و ماهیت زمان و مکان در فیزیک.

اُکاشا در آخرین کتاب به مواردی از تعارض علم و دین اشاره می‌کند و در نهایت به این سئوال می‌پردازد که آیا علم مفید است.

آگاهی:

نویسنده: سوزان بلکمور ترجمه‌ی: رضا رضایی، انتشارات: فرهنگ معاصر

آگاهی چیست و دقیقاً چه می‌کند و آیا اصلاً کاری می‌کند؟ چه طور تحریک الکتریکی میلیون‌ها سلول کوچک مغز می‌تواند موجب تجربه‌ی ما از جهان شود؟ آگاهی که « آخرین راز بزرگ علم » نامیده می‌شود. اکنون موضوع بحث‌های داغ است و تحولات جدید هیجان انگیزی که در حوزه‌ی پژوهش مغز صورت گرفته است میدان را به روی زیست شناسان، عصب پژوهان، روان شناسان و فیلسوفان گشوده است.

در این کتاب خواندنی بحث می‌شود که آیا ما واقعاً اختیار (اراده آگاهی) داریم یا نه، و چه چیزی سبب تصور ما از « خود » می‌شود؛ از بعضی نظریه‌های مهم نیز بحث شده است. از جمله آزمایش‌های جدید در مورد عمل و آگاهی، بینایی و توجه، حالت‌های تغییر یافته‌ی آگاهی، و آثار و عوارض آسیب‌های مغزی و داروها.سوزان بلکمور می‌پرسد که آیا آگاهی نوعی توهم نیست، و نشان می‌دهد که دانشمندان و فیلسوفان وقتی می‌کوشند فاصله‌ی عمیق میان جهان مادی و تجربه‌های شخصی ما را پر کنند با چه دشواری‌های عظیمی مواجه می‌شوند.

فیزیک ذرات:

نویسنده: فرانک کلوز ترجمه‌ی: فیروز آرش، انتشارات: فرهنگ معاصر

فرانک کلوز، استاد فیزیک دانشگاه آکسفورد و عضو کالج اکستر آن دانشگاه است. وی چند سالی هم رئیس بخش ارتباطات و آموزش عمومی در آزمایشگاه معروف سِرن بود.

کلوز از محققین بنام فیزیک ذرات بنیادی است. او کتاب‌های علمی متعددی برای عامه نوشته است که معروف‌ترین آنها میراث لوسیفر است. انجمن فیزیک انگلیس به خاطر این کتار مدال « کلوین » آن انجمن را به کلوز اهدا کرده است.

در این کتاب کوچک، فرانک کلوز ما را به سفری در دنیای درون اتم می‌برد و با ذراتی چون الکترون معمولی، کوارک جدایی ناپذیر و نوترنیوی شبح مانند و جز اینها روبرو می‌کند.در این سفر با کشف‌های بزرگ فیزیک ذرات، با دستگاه‌های غول پیکری که این کشف‌ها را میسر می‌سازند، و بالاخره با چشم انداز آینده پژوهش در این حوزه‌ی علم آشنا می‌شویم.

نظریه‌ی کوانتومی:

نویسنده: جان پاکینگ هُرن، ترجمه‌ی: حسین معصومی همدانی، انتشارات: فرهنگ معاصر

نظریه‌ی کوانتومی یکی از بزرگترین دستاوردهای فکری بشر است. به برکت این نظریه است که ما امروزه ساختمان جهان مادی را، از کهکشانها تا خردترین ذرات بنیادی، بسیار بهتر از گذشتگان می‌شناسیم. در این کتاب نویسنده سعی کرده است ضمن بیان مبانی تاریخی و مفهومی این نظریه برخی از مشکلاتی را که نظریه‌ی کوانتومی برای فیزیکدانان و فیلسوفان و مردم عادی پدید آورده و راه‌هایی را که برای حل آنها پیشنهاد شده به زبان روشن توضیح دهد.

جان پاکینگ هرن فیزیکدان و کشیش کلیسای انگلیکان است. از ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۹ استاد فیزیک ریاضی در دانشگاه کمبریج و پس از آ« رئیس کوئینز کالج بود. او عضو انجمن سلطنتی انگلستان است و در ۱۹۹۷ لقب سِر گرفت. از جمله آثار او جهان کوانتومی (۱۹۸۶)، ایمان یک فیزیکدان (۱۹۹۴) و علم و الهیات (۱۹۹۸) است.

نقشی بر سنگ:

مبانی مفهومی کامپیوتر، نویسنده: دانیل هیلیس، ترجمه‌ی بهروز بیات، انتشارات: فرهنگ معاصر.

کامپیوترها شاید اسرارآمیز باشند. لیکن این کتاب با توضیحات روشن و لطیفه‌های زیبایش کمکی است بزرگ برای اسرار زدایی از آنها، بعد از تشریح شیوه‌ی عمل کامپیوتر، دانیل هیلیس خطوط کای جالب‌ترین پیشرفت‌های دانش کامپیوتری از جمله کامپیوتر کوانتومی را ترسیم می‌کند و درباره‌ی کامپیوترهای هوشمند بحث می‌کند. هیلیس نشان می‌دهد که چگونه پیچیدگی کامپیوتر از هزارها عملکرد ساده‌ی منطقی نشأت گرفته است. کتاب هیلس توضیحی است روشن و موجز از چگونگی کار کردن کامپیوتر.این کتاب کمکی گرانبهاست، هم به کسانی که قصد پرداختی به علوم کامپیوتر دارند و هم به علاقمندان عادی دانیل هیلس دانشمند، نویسنده و مخترع است. او دکترایش را در علوم کامپیوتر از دانشگاه ام آی تی دریافت کرده است. او به طور گسترده در روزنامه‌ها، کتاب‌ها و مجلات علمی مقاله نوشته است و ۴۰ اختراع به نامش ثبت شده است. در حال حاضر رئیس شرکی است که خدمات پیشرفته در تکنولوژی کامپیوتری عرضه می‌کند.دانیل هیلس اولین رو با تنش را در دوران کودکی ساخته است و امروز یکی از متخصصان بین‌المللی از اول به شمار

اینشتین و شاعر (مروری بر نگرش‌های سیاسی، اجتماعی، فرهنگی اینشتین)

این کتاب حاصل چهار مصاحبه‌ی دکتر ویلیام هرمان (جامعه شناس و شاعر) با اینشتین است که در باب تفاوت واقعیت و حقیقت، هم ارزی ماده و انرژی، شعر و واقعیت، نیروی جاذبه و خمیدگی فضا، علم و فلسفه آزادی و انقلاب، نظریه‌ی نسبیت و الاهیات، عرفان و قوانین طبیعت و ... بحث شده است.

هرمان این چهار گفتگوی پربار و جدل آمیز را چنان وصف می‌کند که خواننده عملاً خود را در همان فضای تاریخی، در همان اتاق و رو در روی اینشتین احساس می‌کند.

بیشتر مباحث مطرح شده نگرش‌های اجتماعی و سیاسی و فرهنگی اینشتین است و کمتر روی نظریات فیزیکی به ویژه از جنبه ریاضی بحث و گفتگو شده است.

این گفتگوها در چهار زمان مختلف پیش از جنگ جهانی دوم (۱۹۳۱) در آلمان شروع می‌شود و به واپسین گفتگو در سال ۱۹۵۴ در پرینستون آمریکا و تقریباً یک سال پیش از مرگ اینشتین پایان می‌یابد.

کتاب را ناصر موفقیان ترجمه کرده و چاپ سوم آن در تابستان ۱۳۸۵ از سوی انتشارات علمی و فرهنگی در ۲۵۲ صفحه به چاپ رسیده است.

اینشتین در مقام یک فیزیکدان و آفریننده‌ی نظریه‌ی نسبیت شناخته می‌شود، اما یک مصلح اجتماعی است که از پیش در جلوگیری از جنگ تلاش می‌کند و در خلال جنگ نیز موضعگیری‌های تندی علیه آن داشته است. پس از جنگ نیز سعی می‌کند با هشدار دادن درباره‌ی آثار ویرانگر جنگ سوم جهانی که به گفته‌ی او دو سوم مردم جهان را نابود می‌کند و جنگ چهارم که در آن انسانها با چوب و چماق به جان هم می‌افتند (با طرح دولت جهانی و پلیس بین‌الملل) تا آنجا که در توان دارد از روی دادن جنگ جلوگیری کند. شاید این جنبه از شخصیت اینشتین برای بیشتر مردم و حتی معلمان فیزیک شناخته شده باشد چون شخصیت علمی ـ فیزیکی اینشتین شخصیت اجتماعی - سیاسی او را در سایه‌ی خود قرار داده است. این کتاب می‌تواند دید تازه‌ای نسبت به این بعد از شخصیت اینشتین به افراد بدهد. می‌توان با آشنا کردن دانش‌آموزان با این نگرش به آنان فهماند که شخصیتهای علمی یک بعدی نبوده‌اند. در معرفی یک کتاب معمولاً جزئیات متن آن مطرح نمی‌شود ولی برای ایجاد شوق و اشتیاق به خواندن این کتاب گزیده‌ای از نظریات اینشتین را عیناً از متن کتاب نقل می‌کنیم تا اگر فرصیت برای خواندن آن دست نداد (که معمولاً دست نمی‌دهد) حداقل بخش‌هایی از آن پیش روی شما باشد و بی‌نصیب نمانید.

۱ – فلسفه از نزدیک با فیزیک و ریاضیات سر و کار دارد.

۲ – زبان ریاضیات حتی از زبان موسیقی هم فطری‌تر و جهانی‌تر است.

۳ – قوانین جهان بسیار ساده است. عالم آفرینش از الگوی معینی پیروی می‌کند.

۴ – رسالت من همواره آن بوده است که زندگی آدمی را از طریق ساده سازی اندیشه‌ی بشری آسان کنم.

۵ – من به مبادله‌ی آزاد دستاوردهای علمی اعتقاد دارم. علم و هنر را تنها رسولان مؤثر صلح و صفا می‌دانم.

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

۷ – قوانین کیهانی وجود دارند و با ادعیه و بخور معطر نمی‌توان آنها را دستکاری کرد.

۸ – من مشتاق آنم که جهان را به عنوان یک کل موزون و همنوا تجربه کنم. هر یاخته دارای زندگی است.

۹ – کیش کیهانی یعنی یک بشریت، یک عشق، یک صلح.

۱۰ – با اندیشه‌ی ناب می‌توان بر واقعیتها دست یافت.

۱۱ – اگر بار دیگر به دنیا بیایم حرفه‌ی پینه دوزی را اختیار می‌کنم تا در آرامش به افکار خود بپردازم.

۱۲ – کار نیک را صرفاً به قصد نیکی کردن انجام دهید نه به امید پاداش.

۱۳ – بشریت یکی است و تفکیک ناپذیر است.

۱۴ – من به جهان هستی ایمان دارم برای آنکه بخردانه است در پس هر رویدادی قانونی وجود دارد. من به قصد و هدف خود در اینجا روی زمین ایمان دارم من به کشف و شهودهای خود که بیانگر وجدانم است ایمان دارم. من به زمان تعلق دارم هم اینجاو هم اینک.

۱۵ – فلسفه اگر بر پایه‌ی علم نباشد تهی است، علم کاشف است و فلسفه مفسر.

۱۶ – معلم خوب کسی نیست که انباشته از معلومات کتابی باشد، روح زنده و پرتحرک او مهم است.

۱۷ – عشق و محبت بدون عدالت، یا عدالت بدون عشق و محبت ممکن نیست.

۱۸ – خدای من مرا انسان دوست آفریده است. پس تا هنگامی که جان در بدن داشته باشم برای نجات جان انسانها تلاش خواهم کرد.

۱۹ – هر وقت آدمی بدان مرتبه از تواضع و فروتنی برسد که خویشتن را چندان مهم نشمارد و موجودیت خویش را چیزی بیش از شن ریزه‌ای بر ساحل دریای نامتناهی علم و خرد نداند آنگاه می‌تواند خود را متدین بنامد بدین معنا، من در ردیف مخلص‌ترین افراد متدین قرار می‌گیرم.

۲۰ – دلم می‌خواهد جائی زندگی کنم که ارزشها بازیچه‌ی دست دولت نباشد.

۲۱ – هیچ هدف ویا قصدی آنقدر والا نیست که بتوان هر نوع روشی را برای رسیدن به آن توجیه کرد.

۲۲ – بیست بار کوشیده‌ام تا همه‌ی پدیده‌های طبیعت را در یک فرمول واحد بگنجانم، همه‌ی سیستم‌های ریاضی را به کار گرفتم به جائی نرسیدم.

۲۳ – من به تعدد گرایشهای ذهنی و فکری آدمیان اعتقاد دارم و خواهان بالیدن و رشد آنها هستم.

۲۴ – راه و روش دمکراسی بر قانون و اخلاق استوار است.

۲۵ – شرم‌آور است که در عین حال هم با خداوند پیمان ببندیم و هم با شیطان رجیم.

۲۶ – آزمایش ممکن است یاری بخش باشد ولی شما آنقدر از تعقل برخوردار هستید که بتوانید واقعیت فیزیکی را بدون آزمایش هم تعمیم دهید.

۲۷ – سعی کنید هر روز اندکی بیشتر از روز پیش بفهمید. کنجکاوی را مقدش بشمارید.

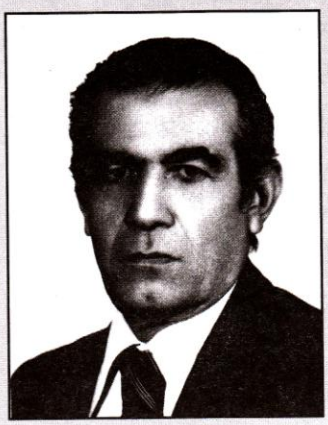
۲۸ – من به دولتی که افراد جامعه را به شکل و شمایل خود درمی‌آورد اعتمادی ندارم.

۲۹ – تا هنگامی که ادیان و مذاهب پی نبرند که والاترین تعهدشان ایجاد شرایط زیست محترمانه برای همه‌ی بشریت است عشق و محبت را دست کم گرفته‌اند.

۳۰ – اگر موجود انسانی بیش از آنکه به من جسمانی خود می‌اندیشید به علو مقام کیهانی خود پی می برد. دنیای ما از صلح و آرامش بهره‌مند می‌شد.

۳۱ – طبیعت شانس و تصادف نمی‌شناسد و بر اساس اصول ریاضی عمل می‌کند خداوند با جهان شسیر یا خط بازی نمی‌کند.

حمید مصطفی نژادیان



یادی از همکار درگذشته

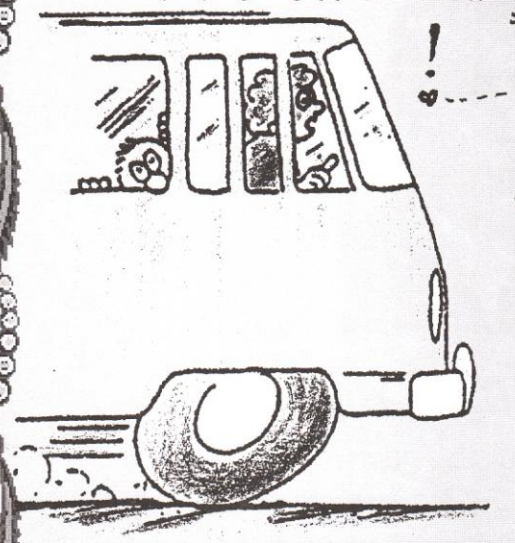
با کمال تأسف با خبر شدیم که

آقای رحمان هودی پیشکسوت آموزش فیزیک فارس

به دنبال یک بیماری طولانی دار فانی را وداع گفته‌اند. استاد رحمان هودی در سال ۱۳۰۱ در شیراز متولد گردید. تحصیلات ابتدایی را در دبستان باقری و دوره‌ی متوسط را در دبیرستان زینت گذراند. در سال ۱۳۲۹ در رشته‌ی فیزیک دانشسرای عالی تهران پذیرفته شد. پس از گذراندن دوره‌ی لیسانس به عنوان دبیر فیزیک در شهرستان‌های فسا و شیراز مشغول به کار شد. مرحوم استاد هودی تأکید خاصی بر آزمایشگاه و ساخت وسائل آزمایشگاهی داشتند. تدریس فیزیک در دبیرستان‌های شیراز از جمله دبیرستان عشایری از جمله فعالیت‌های آموزشی استاد بود. انجمن معلمان فارس درگذشت این استاد ارجمند را به قاطبه‌ی فرهنگیان فارس به ویژه خاندان محترم هودی تسلیت می‌گوید و خاطره‌اش را همواره گرامی می‌دارد.

دو پرسش

– اتوبوسی که به سرعت در حرکت است با حشره‌ای که به کندی در پرواز است از روبه رو برخورد می‌کند. حشره‌ی نگون بخت روی شیشه‌ی اتوبوس له می‌شود. در هنگام برخورد بر کدام یک نیروی بیشتری وارد می‌شود؟



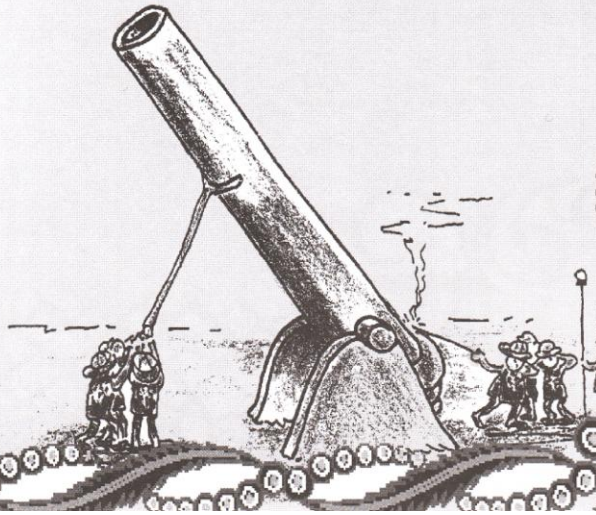
الف) حشره ب) اتوبوس
ج) هر دو به یک اندازه

– بر کدام یک ضربه‌ی بزرگتری وارد می‌شود؟
الف) حشره ب) اتوبوس
ج) هر دو به یک اندازه

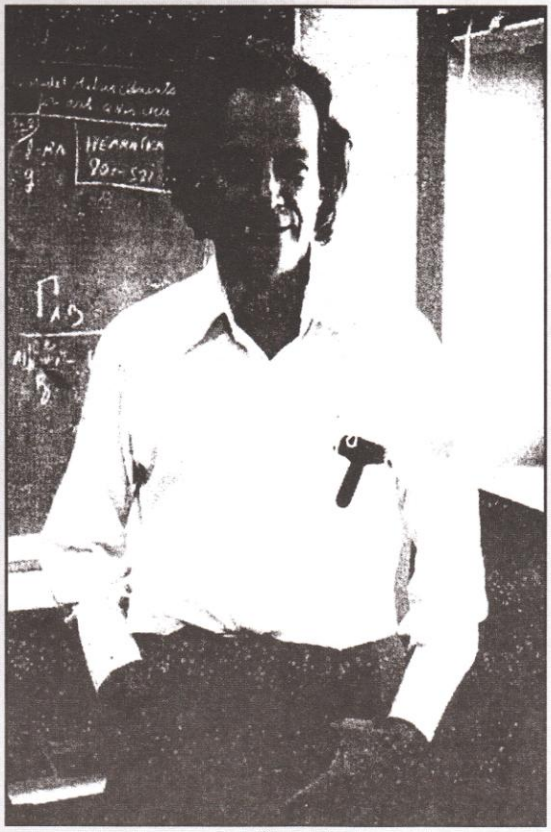
– تغییر اندازه‌ی حرکت کدام یک بیشتر است؟
الف) حشره ب) اتوبوس
ج) هر دو به یک اندازه

با یک نیروی ثابت هر چه طول لوله‌ی توپ بیشتر باشد، سرعت پرتاب گلوله هم بیشتر است. چون:

الف) زمان تأثیر نیرو بیشتر است.
ب) مسافتی که طی آن نیرو عمل می‌کند بیشتر است.
پ) هر دو مورد
ت) هیچکدام



خاطرات یک ترم تدریس در برزیل



فاینمن در سال ۱۹۵۱، بعد از جدا شدن از دانشگاه کُرنل و قبل از پیوستن به دانشگاه کلتک، در چارچوب یک برنامه مبادلات فرهنگی به مدت شش ماه در برزیل اقامت داشته است. هدف اصلی‌اش از این سفر دنیاگردی و ماجراجویی بوده ـ چنان که جز تقویت زبان پرتقالی‌اش در جشنواره سالانه موسیقی خیابانی در ریودوژانیرو، که رویداد مهمی در این کشور است. در یک گروه کاملاً حرفه‌ای با مهارت طبلک بانگو زده است. برای خالی نبودن عریضه گزارش سفرش، یک ترم هم در دانشگاه برزیل تدریس کرده است. ببینید که « آموزش عقب مانده » چه سابقه درازی است.

... و اما آن یک ترم تدریس در برزیل و مشاهده وضعیت آموزش در این کشور برایم تجربه خیلی جالبی بود. دانشجویانی که به شان درس می‌دادم بیشترشان عاقبت معلم می‌شدند چون که در آن سالها در برزیل چندان امکانی برای مشاغل دیگر در اختیار فارغ‌التحصیلان رشته‌های علمی نبود. این دانشجویان قبلاً خیلی از درس‌های فیزیک را گذرانده بودند و درس من قرار بود پیشرفته‌ترین درسشان در الکترومغناطیس باشد ـ معادلات ماکسول و این قبیل چیزها. دانشگاه در چندین ساختمان اداری در سراسر شهر پخش بود و کلاس من در ساختمانی رو به خلیج برگزار می‌شد.

در این کلاس پدیده خیلی عجیبی کشف کردم: گاهی سئوالی می‌کردم که دانشجوها فی‌الفور به آن جواب می‌دادند اما دفعه بعد که به نحوی همان سئوال را مطرح می‌کردم اصلاً نمی‌توانستند جواب بدهند ! مثلاً یک بار که داشتم درباره نور قطبیده صحبت می‌کردم به همه‌شان یک ورقه پولاروید دادم.

پولاروید فقط نوری را عبور می‌دهد که بردار الکتریکی‌اش در جهت معینی باشد، بنابراین توضیح دادم که چطور از تاریک یا روشن بودن صفحه پولاروید می‌شود فهمید که نور در کدام جهت قطبیده است.

اول دو ورقه پولاروید را آنقدر روی هم چرخاندیم که بیشترین نور ممکن از مجموعه آنها عبور کند. از این مشاهده نتیجه گرفتیم که در این حالت راستای قطبش دو ورقه یکی است، یعنی نوری که از اولی عبور کرده از دومی هم عبور می‌کند ولی وقتی از انه پرسیدم که چطور می‌توانیم جهت مطلق قطبش یک ورقه پولاروید را فقط با استفاده از همان ورقه تعیین کنیم، هیچ کس نظری نداشت.

می‌دانستم که برای پاسخ به این سئوال باید قدری ابتکار به خرج داد، پس برای این که راهنمایی‌شان کرده باشم، گفتم: به نوری که آن بیرون از دریا منعکس می‌شود نگاه کنید. » باز هم هیچ کس چیزی نگفت.

بعدش پرسیدم: « هیچ وقت چیزی از زاویه بروستر به گوشتان خورده؟ » « بله استاد، زاویه بروستر زاویه‌ای است که در آن نور بازتابیده از یک محیط شفاف کاملاً قطبیده است. »

« خوب، حالا این نور بازتابیده در چه راستایی قطبیده است؟ »

« در راستای عمود بر صفحه بازتابش، استاد. »

هنوز هم برای من عجیب است، آنها مثل تو

جواب این سئوالها را می‌دادند. حتی این را هم می‌دانستند که تانژانت زاویه بروستر برابر با ضریب شکست محیط است. گفتم: « خوب، حالا چه می‌گویید؟ »

اما باز هم سکوت. هنوز هم هیچ حرفی برای گرفتن نداشتند. همین چند لحظه پیش، خودشان به من گفته بودند که نور باتابیده از یک محیط شفاف ـ مثل همین دریایی که جلوی چشم‌شان بود ـ قطبیده است؛ حتی گفته بودند که در چه راستایی قطبیده است.

بالاخره بی‌طاقت شدم و گفتم: « از پشت پولاروید به دریا نگاه کنید و حالا پولاروید را کم کم بچرخانید. »

صداشان بلند شد که: « ا، چه جالب، قطبیده است. » بعد از کلی کلنجار رفتن، بالاخره به این نتیجه رسیدم که اینها همه چیز را « حفظ » کرده‌اند ولی معنی هیچ کدام از حفظیاتشان را نمی‌دانند. مثلاً وقتی می‌گویند « نوری که از یک محیط شفاف بازتابیده است. » نمی‌دانند که منظور از محیط یک محیط مادی مثل آب است، نمی‌دانند که « جهت نور » در واقع همان جهتی است که نگاه می‌کنید تا چیزی را ببینید، و الی آخر. همه چیز را تمام و کمال « از بر » کرده بودند، ولی هیچ چیز معنی‌داری از این « معلومات» شان بیرون نمی‌آمد. پس همین بود که وقتی می‌پرسیدم « زاویه بروستر چیست؟ » فی الفور، مثل کامپیوتری که این کلمات قبلاً به خوردش داده شده باشد، جواب می‌دادند؛ ولی اگر می‌گفتم: « حالا به آب نگاه کنید » هیچ اتفاقی نمی‌افتاد ـ چیزی با عنوان « به آب نگاه کنید » برای این کامپیوتر تعریف نشده بود!

یک روز اجازه گرفتم رفتم سر یک کلاس در دانشکده مهندسی. درس دادن استاد این طوری بود که داشت ـ اگر به زبان خودمان ترجمه‌اش کنیم ـ می‌گفت: دو جسم را معادل می‌گوییم اگر تحت تأثیر گشتاورهای مساوی، شتاب‌های مساوی بگیرند. » دانشجوها گوش‌تاگوش نشسته بودند و داشتند در واقع دیکته می‌نوشتند. استاد هر جمله‌ای را که بریده بریده گفته بود یک بار هم

سریع و پشت سر هم تکرار می‌کرد و دانشجوها مواظب بودند چیزی را جا نیندازند. و بعد به همین ترتیب جمله‌های بعدی را می‌نوشتند. من توی آن کلاس تنها کسی بودم که می‌دانستم استاد دارد درباره اجسامی با لختی دورانی یکسان صحبت می‌کند، که البته فهمیدنش با این جور عبارت‌ها آسان هم نبود.

نمی‌فهمیدم که دانشجوها چطور ممکن است از این حرفها چیزی یاد بگیرند. درس راجع به لختی دورانی بود اما هیچ صحبتی از این نبود که مثلاً باز کردن دری که پشتش وزنه سنگینی گذاشته باشند چقدر سخت است، ولی اگر جای وزنه خیلی نزدیک به لولای در باشد چقدر آسان است!

بعد از کلاس، با یکی از دانشجوها صحبت کرم: « این جزوه‌ای که نوشتی به چه دردت می‌خورد؟ »

« خوب، می‌خوانمش. باید امتحان بدهم. »

« فکی می‌کنیم امتحان‌تان چه جوری باشد؟ »

« خیلی آسان، می‌توانم یکی از سئوالها را از همین الان برایتان بگویم. »

آن وقت نگاهی به دفترچه‌اش کرد و گفت: « چه وقتی دو جسم معادل‌اند؟ » جوابش هم این است که دو جسم را معادل می‌گوییم اگر تحت گشتاورهای مساوی شتاب‌های مساوی کسب کنند.

خب، می‌بینید که اینها می‌توانند در امتحان هم قبول بشوند، می‌توانند همه این خزعبلات را « یاد بگیرند » ولی هیچ چیز جز همان حفظیات حالی‌شان نباشد.

یک بار هم رفتم سر جلسه امتحان ورودی دانشکده مهندسی. این امتحان شفاهی بود و من اجازه داشتم گوش کنم. یکی از داوطلب‌ها معرکه بود؛ به همه سئوالها خیلی قشنگ جواب داد. ازش پرسیدند دیامغناطیس چیست و او به طور کامل جواب داد. آن وقت پرسیدند: « وقتی نور به طور مورب از محیطی با ضریب شکست معلوم و ضخامت معلوم عبور می‌کند چه اتفاقی برایش می‌افتد؟ »

« پرتو نور به موازات خودش جابه جا می‌شود.»

« جقدر جابه جا می‌شود؟ »

« نمی‌دانم، ولی می‌توانم حساب کنم. » و حسابش هم کرد. شاگرد خیلی خوبی بود، ولی من هم کم کم داشتم به اوضاع بدگمان می‌شدم.

بعد از امتحان رفتم پیش این جوان تیزهوش وبرایش توضیح دادم که از آمریکا آمده‌ام و می‌خواهم چند تا سئوال ازش بپرسم که به هیچ وجه در نتیجه امتحانش تأثیری ندارد. اولین سئوالم این بود که « می‌توانی برای ماده

« نخیر »

بعد پرسیدم: « فرض کن این کتاب از جنس شیشه است و من دارم از توی آن به یک چیزی روی این میز نگاه می‌کنم. حالا اگر من کتاب را کمی به طرف خودم کج کنم چه اتفاقی برای تصویر می‌افتد؟ »

« تصویر منحرف می‌شود؛ به اندازه دو برابر زاویه‌ای که کتاب را چرخانده‌اید. »

گفتم: « فکر نمی‌کنی با آینه قاطی کرده باشی؟ »

« نه، استاد. »

این جوان همین چند دقیقه پیش در امتحان گفته بود که نور به موازات خودش جابجا می‌شود و بنابراین تصویر قدری به یک طرف منتقل می‌شود؛ حتی حساب کرده بود که چقدر منتقل می‌شود. اما حالا نمی‌فهمید که یک تکه شیشه هم ماده‌ای با ضریب شکست است و تشخیص نمی‌داد که سئوال من هم همانی است که در امتحان جوابش را داده است.

در دانشکده مهندسی درس روش‌های ریاضی در فیزیک و مهندسی را هم تدریس کردم. سعی کردم به‌شان یاد دهم که چطورمی‌شود مسائل را با روش آزمون و خطا حل کرد. این چیزی است که دانشجویان معمولاً یاد نمی‌گیرند و بنابراین من کار را بامثال‌های ساده‌ای از حساب شروع کردم تا روش را توضیح بدهم. برایم عجیب بود که از حدود هشتاد نفر دانشجو فقط هشت نفر اولین تکلیف را تحویل دادند. برایشان سخنرانی آتشینی کردم در این باره که باید خودشان عملاً با مسائل کلنجار بروند نه این که فقط لم بدهند و تماشا کنند که من چه جوری حل می‌کنم.

بعد از آن جلسه چند تا از دانشجوها به نمایندگی بقیه کلاس به دفترم آمدند و گفتند که من از زمینه تحصیلی‌شان بی‌خبرم و معلوماتشان را دست کم گرفته‌ام؛ که می‌توانند درس را بدون حل مسئله هم یاد بگیرند؛ که قبلاً به قدر کافی ریاضیات خوانده‌اند؛ که خلاصه سطح مطالبی که من می‌گویم برایشان پایین است.

به هر حال درس را ادامه دادم، اما به مطالب سطح بالاتر و سخت‌تر هم که رسیدیم باز هم دریغ از یک مسئله که کسی حل کند و بیاورد و البته علتش برای من معلوم بود: نمی‌توانستند حل کنند.

چیز دیگری هم که هیچ وقت نتوانستم به آن وادارشان کنم سئوال کردن بود. سرانجام یکی‌شان برایم توضیح داد که: اگر من موقع درس از شما سئوالی بپرسم، بعد از کلاس همه می‌ریزند که چرا وقت کلاس را تلف می‌کنی؟ ما داریم زحمت می‌کشیم یک چیزی یاد بگیریم، و تو با این سئوال کردنت نمی‌گذاری ! »

سال تحصیلی که تمام شد، دانشجوها ازم

در برزیل داشته‌ام حرف بزنم. گفتند که علاوه بر دانشجوها، استادهای دانشگاه و چند تا از مقامات دولتی هم به این سخنرانی خواهند آمد. ازشان قول گرفتم که بتوانم هر چه دلم خواست بگویم. گفتند، البته که می توانید. اینجا یک کشور آزاد است.

روز موعود یک جلد کتاب فیزیک عمومی را که در سال اول تدریس می شد زیر بغل زدم و به تالار سخنرانی رفتم.

تصورشان این بود که این کتاب خیلی خوبی است، چون که مثلاً با حروف متنوع چاپ شده بود ـ چیزهایی خیلی مهم با حروف سیاه بزرگ محض حفظ کردن، و مطالب کم اهمیت‌تر با حروف نازک‌تر و کوچک‌تر، و از این قبیل چیزها.

همان دم در یکی گفت: « چیز بدی که از این کتاب نمی‌خواهید بگویید، نه؟ مؤلف هم توی جمعیت است، و همه فکر می‌کنند که این کتاب کتاب درسی خوب است. » قولشان را یادآوری کردم.

تالار کاملاً بود. در شروع حرفه‌هایم گفتم که علم در واقع درک رفتار طبیعت است. بعد پرسیدم: « چرا آموزش علوم اهمیت دارد؟ واضح است که هیچ کشوری نمی‌تواند خودش را متمدن حساب کند مگر این که ... وِر وِر وِر وِر. » همه داشتند سر تکان می‌دادند، چون که من داشتم همان حرفه‌هایی را می‌زدم که می‌دانستم قبولش دارند.

آن وقت ادامه دادم که: « اینها البته همه‌اش مزخرفات است، برای این که اصلاً چرا ما باید فکر کنیم که لازم است از کشور دیگری عقب نیفتیم؟ لابد باید یک دلیل خوب داشته باشد، یک دلیل معقول ـ نه صرفاً به این دلیل که کشورهای دیگر هم همین فکر را می‌کنند. » بعدش از فواید علم صحبت کردم و از سهمی که در بهبود اوضاع بشر دارد و از این قبیل افاضات ـ راستش، یک کمی سر به سرشان گذاشتم.

بعد گفتم: « هدف اصلی‌ام از این حرفها این است که نشانتان بدهم در برزیل اصلاً علم آموزش داده نمی‌شود! » دیدم که چه ولوله‌ای دارد در جمعیت به پا می‌شود.

به‌شان گفتم که یکی از اولین چیزهایی که در برزیل بر من تأثیر گذاشت دیدن بچه‌های دبستانی در کتاب فروشی‌ها بود که داشتند کتابهای مربوط به فیزیک می‌خریدند. این همه بچه دارند در برزیل فیزیک می‌خوانند، و این مطالعه را خیلی زودتر از بچه‌های آمریکایی شروع می‌کنند. ان وقت خیلی عجیب است که شما چندان فیزیکدانی در این کشور پیدا نمی‌کنید ـ چرا چنین است؟ این همه زحمت و فعالیت این همه کودک هیچ حاصلی ندارد.

عاشق زبان یونانی بود و متأسف از اینکه در کشور خودش زیاد نیستند جوان هایی که زبان یونانی می‌خوانند. یک وقتی می‌رود به یک کشور دیگر و بسیار مشعوف می‌شود وقتی می‌بیند آنجا همه دارند یونانی می‌خوانند، حتی بچه‌های دبستانی. می‌رود به جلسه امتحان دانشجویی که می‌خواهد مدرک زبان یونانی‌اش را بگیرد و از او می‌پرسد: « نظر سقراط درباره رابطه میان حقیقت و زیبایی چه بود؟ » و دانشجو نمی‌تواند جواب بدهد. باز می‌پرسد، « در سمپوزیوم سوم سقراط به افلاطون چی گفت؟ » این بار گل از گل دانشجو وا می‌شود و بلافاصله مثل تیر جواب می‌دهد ـ کلمه به کلمه چیزهایی را که سقراط گفته بود، به زبان یونانی فصیح، بیان می‌کند.

اماچیزی که سقراط در سمپوزیوم سوم گفته بود همان رابطه میان حقیقت و زیبایی بود !

چیزی که این محقق کشف می‌کند این است که شاگردها در کشور دیگر برای یاد گرفتن یونانی اولش تلفظ کردن حرف‌ها، بعد تلفظ کردن کلمه‌ها، و بعد هم تلفظ کران جمله‌ها و پاراگراف‌ها را یاد می گیرند. کلمه به کلمه عین گفته‌های سقراط را از حفظ تکرار می کنند، غافل از اینکه این الفاظ یونانی در واقع یک معنایی هم دارند. در نظر شاگردها همه این‌ها صرفاً اصوات ساختگی‌اند. هیچ وقت کسی این الفاظ را برایشان به کلمات و عبارات مفهوم ترجمه نکرده است.

گفتم: « من وقتی، علم یاد دادن شما به بچه‌های مردم را در برزیل می‌بینم یاد همین چیزهایی که تعریف کردم می‌افتم. » (ولوله عظیم در جمعیت!)

بعد آن کتاب فیزیک مقدماتی را که کتاب درسی‌شان بود بالا گرفتم و گفتم که در هیچ جای این کتاب هیچ نتیجه تجربی ذکر نشده، جز یک جا که توپی روی سطح شیبدار می‌غلتد، و می‌خواهد نشان بدهد که توپ بعد از یک ثانیه، دو ثانیه، سه ثانیه و غیره به کجا رسیده، مقادیری که برای مسافت‌ها نوشته شده‌اند « خطا » دارند ـ یعنی اگر به آنها توجه کنید می‌بینید که از آزمایش به دست آمده‌اند، چون که این عددها کمی کمتر یا کمی بیشتر از مقادیر نظری‌اند. در کتاب حتی از لزوم تصحیح خطاهای تجربی هم صحبت شده ـ که البته هیچ اشکالی هم ندارد. مشکل اینجاست که وقتی با این مقادیر شتاب حرکت را محاسبه می‌کنید به همان جواب درست برای حرکت ذره می‌رسید. اما توپی که از سطحی شیبدار پایین می‌غلتد، عملاً لختی دورانی دارد و برای دورانش هم نیازمند انرژی است. به همین علت، اگر آزمایش را عملا انجام بدهید ، می بینید شتابی که توپ می گیرد به خاطر همین انرژی اضافی‌ای که صرف دوران می‌شود، تنها پنج هفتم شتاب نظری ذره‌ای است که روی سطح شیبدار صاف به پایین می‌لغزد. پس « نتایج » تجربی این یک دانه مورد هم حاصل از یک آزمایش جعلی است. معلوم است که هیچ کس این توپ را نغلتانده، چون اگر غلتانده بود هیچ وقت چنین نتایجی به دست نمی‌آورد!

به‌شان گفتم که یک چیز دیگر هم دستگیرم شد. اگر همین طور شانسی کتاب را باز کنم و جملات توی صفحه‌ای را که آمده است بخوانم، آن وقت می‌توانم نشانتان بدهم که مشکل چیست ـ که اینها علم نیست، و صرفاً برای حفظ کردن است. بنابراین شجاعتش را دارم که همین حالا، جلوی چشم همه شماهایی که اینجا نشسته‌اید، انگشتم را الله بختکی توی صفحات فرو ببرم و همان جایی را که آمده است برای‌تان بخوانم تا ببینید چه خبر است. همین کار را هم کردم، و مطلب آن صفحه را بلند خواندم: « درخشش اصطکاکی: درخشش اصطکاکی نوری است که هنگام خرد شدن بلورها گسیل می‌شود ... ».

آن وقت گفتم: خوب حالا شما به این می‌گویید علم؟ نخیر! این فقط معنی کردن یک کلمه بر حسب کلمه‌های دیگر است. هیچ چیز درباره طبیعت گفته نشده است ـ چه بلورهایی موقع خرد شدن نور تولید می‌کنند؟ اصلاً چرا نور تولید می‌کنند؟ تا حالا دیده‌اید که دانشجویی رفته باشد خانه‌اش این پدیده را آزمایش کرده باشد؟ حتماً ندیده‌اید ـ چون با این اوضاع اصلاً نمی‌تواند که چنین کاری بکند. اما اگر به جای این حرفها مثلاً نوشته شده بود که « اگر یک تکه قند را توی قندشکن خرد کنید، می‌توانید ببینید که نور تقریباً آبی رنگی تولید می‌شود، و این پدیده در بعضی بلورهای دیگر هم اتفاق می‌افتد. علتش را هنوز کسی نمی‌داند، اما اسمش درخشش اصطکاکی است » در این صورت حتماً یک عده‌ای می‌روند پدیده را امتحانش می‌کنند و در واقع تجربه‌ای از طبیعت به دست می‌آورند.

من برای نشان دادن اوضاع کتاب از این مثال استفاده کردم، ولی در واقع هیچ فرقی نمی‌کرد که انگشتم را روی کدام صفحه بگذارم، همه جایش همین طوری بود.

دست آخر هم گفتم که من نمی‌توانم بفهمم که چطور ممکن است کسی در چنین نظامی یاد بگیرد؟ در سیستم خودزایی که در آن افرادی درس‌هایی می‌گذرانند و به افراد دیگری یاد می‌دهند که درس‌هایی بگذرانند، اما هیچ کس چیزی سرش نمی‌شود. ادامه دادم: « ولی شاید هم اشتباه باشم؛ دو تا از شاگردان کلاسم نتایج خیلی خوبی گرفتند، و یکی از فیزیکدان‌هایی که این جا می‌شناسم درسش را تا آخر در برزیل خوانده است. پس لابد باید برای بعضی‌ها ممکن بوده باشد که در این نظام، با تمام اشکالاتش، پیشرفت کنند. »

بعد از تمام شدن حرف‌هایم، رئیس بخش آموزش علوم از جایش بلند شد و گفت: « آقای فاینمن به ما چیزهایی گفت که شنیدنش برایمان خیلی سخت بود، اما معلوم است که او عاشق علم است و انتقادش هم صمیمانه است. بنابراین فکر می‌کنم که باید به حرفش گوش کنیم. من وقتی به این سخنرانی آمدم می‌دانستم که نظام آموزشی ما بیمار است، اما حالا فهمیدم که بیماری‌اش سرطان است.» ـ و نشست.

بعد از شنیدن حرف‌های رئیس بقیه هم دل و جرئت پیدا کردند که ابراز نظر کنند و هیجان شدید به پا شد. هر کسی بلند می‌شد و پیشنهادی می‌کرد. دانشجوها دور هم جمع شدند و کمیته‌هایی برای تکثیر متن سخنرانی‌ها و کارهای دیگری از این قبیل تشکیل دادند.

بعد اتفاقی افتاد که کاملاً برایم غیرمنتظره بود. دانشجویی بلند شد و گفت « من یکی از دو دانشجویی هستم که دکتر فاینمن در آخر صحبت‌هایشان اشاره کردند. می‌خواستم بگویم که من در برزیل درس نخوانده‌ام، در آلمان درس خوانده‌ام و تازه امسال به برزیل آمده‌ام.»

آن یکی دانشجویی هم که خوب امتحان داده بود یک چیزهای مشابهی گفت. آن استادی هم که مثال زده بودم بلند شد و گفت: «درس خواندن من در برزیل مقارن با سال‌های جنگ بود ـ دورانی که همه استادها دانشگاه را ترک کرده بودند ـ و به همین علت خوشبختانه من همه چیز را تنهایی پیش خودم خواندم. بنابراین واقعش این است که من از نظام آموزشی برزیل مستفیض نشده‌ام.»

انتظار این یکی را نداشتم. می‌دانستم که نظام آموزشی بدی است، و حالا می‌دیدم که خیلی بد است ـ وحشتناک است.

برزیل رفتن من در چارچوب طرحی بود که دولت آمریکا منابع مالی‌اش را تأمین می‌کرد. بنابراین، وقتی برگشتم، وزارت امور خارجه ازم خواست گزارشی از سفرم بنویسم. من هم کلیات و مطالب مهمتر سخنرانی‌ام در برزیل را برایشان نوشتم. بعدها از جایی شنیدم که در وزارت خارجه یکی‌شان گفته بود « وقتی یک آدم ساده لوح و خطرناک را بفرستی برزیل همین می‌شود دیگر؛ مردک احمق! کاملاً برعکس! فقط بلد است دردسر درست کند. اصلاً نمی‌فهمد چه مشکلاتی هست. » کاملاً برعکس! به گمان من این یارو وزارت خارجه‌ای خودش ساده لوح بوده که خیال می‌کرده هر جایی به اسم دانشگاه، با فهرستی از رشته‌ها و درس‌ها و غیره، واقعاً دانشگاه است.

امامزاده مظلوم

دکتر احمد شیرزاد

استعداد عجیبی داریم ما ملت در امامزاده درست کردن. چوب خشک را می‌تراشیم و صیقل می‌دهیم و از آن بتی می‌سازیم بعد به پایش می‌ریزیم هر چه داریم از حرمت و آبرو، هر آنچه از خوبی و پاکی‌ست به حسابش می‌نویسیم و هرگز از خود نمی‌پرسیم نقل‌ها و روایت‌هایی که در شأن آن دردانه ی هستی آمده از کدام مأخذ و سندیتی برخوردار است. پاسخ هر تردیدی را با تعصبی ایمان نما می‌دهیم و با پوزخندی عالمانه در حیرت می‌مانیم که چرا کسانی منکر حقایقی چنین آشکار هستند !

قریب به سه دهه قبل، انقلاب اسلامی در ایران رخ داد. بنا به بدیهیات فرهنگ رایج در انقلاب، هر کس در رژیم سابق سمت و موقعیتی داشت خائن بود. در مخیله هیچ انقلابی نمی‌گنجید که یک وکیل مجلس یا یک سناتور رژیم گذشته منشأ خیر هم بوده باشد. این نگرش کسانی را در آتش قهر خویش سوزاند و بسیاری دیگر را از مملکت تاراند. بگذریم بحث ما این نیست.

در سال ۱۳۶۴ برخی از فیزیک پیشگان کشور بر آن شدند گرد محنت و غربت از چهره برخی خادمان علم در ایران که در رژیم قبل نیز، بر حسب معمول دوران، موقعیتی داشتند بزدایند. دکتر محمد حسابی از این جمله بود. بنیانگذار دانشکده فنی و گروه فیزیک دانشگاه تهران، سناتوری انتصابی که بیشترها تلاش کرده بود حکومت رضاخان را به ساخت دانشگاه و ترویج علم تشوق کند و ...

علی‌رغم مخالفت‌ها کنفرانس فیزیک سال ۶۵ یعنی سومین کنفرانسی که پس از تجدید حیات انجمن فیزیک ایران برقرار می‌شد به نام دکتر حسابی نام گذاری شد. همچنین تا چندین سال نیز جایزه فیزیکدان جوان به نام جایزه حسابی نامیده شد. این گذشت و کم کم رجالی از اهل حکومت نه فقط پذیرفتند که می‌توان اجازه داد در بین شخصیت‌های قدیمی کشور کسانی مثل دکتر حسابی پاس داشته شوند بلکه خود پیشگام تجلیل از دکتر حسابی شدند و در هر محفل و مجلسی او را دعوت کردند. پیرمرد نیز در حالی که از تحلیل رفتار دولتمردان جدید عاجز بود در هر مراسمی کراوات خود را میزان می‌کرد و خطابه همیشگی‌اش را با ذکر این روایت که « اگر علم در ثریا باشد رجالی از فارس به آن دست خواهند یافت » تکرار می‌کرد.

دیری نگذشت که عنان از کف کاشفان دکتر حسابی در عصر پس از انقلاب به در شد. آنها ناباورانه دیدند که به تدریج از آن دکتر حسابی که می‌شناختند دکتر حسابی دیگری زاده شد، رشد یافت، همه جا را اگرفت و سرانجام آنچنان هیبت و ابهتی یافت که دکتر حسابی اصلی در آن گم شد، به فراموشی رفت. در وصف این دکتر حسابی جدید کرامات و مقاماتی به عرصه ی تبلیغات عوام پسند بازاری راه یافت که دیگر جایی برای طرح شخصیت اصلی حسابی به عنوان ترویج گر علم و استادی تلاشگر در زمانی که چندان کسی به فکر علم نبود، باقی نماند.

کار به دست رسانه‌ها و برنامه سازانی افتاد که گویا در تنگنای سوژه له له می‌زدند تا عقده‌های انباشته شدن قرن‌ها عقب ماندگی و تحقیر را با صورتکی از علم و نقاب یک دانشمند بی بدیل فرو نشاندند، محمود حسابی پیرمرد کم حرفی که آخرین سالهای عمر خویش را می‌گذراند، با خاطراتی محو و مبهم از گذشته‌های دور با چهره‌ای دوست داشتنی، در خانه‌ای قدیمی و اشرافی و در میان کتابهای کتابخانه‌ای بزرگ، در حالی که آرام از گوشه‌ای به گوشه‌ای حرکت می‌کرد تمام عناصر ساختن و پرداختن چهره‌ای تلویزیونی از یک دانشمند تمام عیار ایرانی معاصر را فراهم می‌کرد. فیلم تنها یک روایتگر متبحر و خوش کلام کم داشت تا تمام کمبودهای سناریو را ماهرانه تکمیل کند.

حاصل داشت. نابغه‌ای در عصر تبلیغات و موقع شناسی و لفظ پردازی ـ به جبران کم گویی و گزیده گویی استاد ـ ظهور کرد و از آقای دکتر آن چهره‌ای را ساخت که جامعه و به خصوص رسانه‌هایش سخت تشنه آن بودند. افتخار این کشف را نیز باید به برخی برنامه سازان رسانه ملی و مراسم سازانی داد که بخش حذف ناکردنی برنامه‌هاشان را به قصه پردازی‌های آقای مهندس اختصاص می‌دادند. من گمان نمی‌کنم که مرحوم پدر با آن همه مقامات دانشگاهی و غیردانشگاهی‌اش، در تمام عمر طولانی‌اش به اندازه‌ای که فرزند تنها در یک سال در مراسم مختلف حضور می‌یابد سخنرانی می‌کند جایزه می‌دهد و خلاقانه داستان می‌سازد، در محافل رسمی و غیررسمی رژیم گذشته یا جمهوری اسلامی شرکت کرده باشد. جزع و فزع‌های فیزیک پیشگان و حتی کسانی که خود پیشگام طرح نام دکتر حسابی بودند راه به جایی نبرد.

انتقادها هرگز از محافل محدود علمی و دانشگاهی فراتر نرفت. رسانه‌ها کار خودشان می‌کردند و مراسم گیران نیز هرگز تمایل نداشتند تریبون‌هارا به دست کسانی بدهند که با « اما و اگر »های عالمانه، تصور ساخته شده و روایت‌های من درآوردی کسانی را که نانشان و شهرتشان در گرو وجود یک « دانشمند اسطوره‌ای » به نام حسابی است، مورد تردید قرار بدهند.

فیزیک پیشگان نه توان آن را دارند و نه وقتش را که در مقابل موج تبلیغاتی چهره سازانی که جامعه را در ارزیابی واقعیت‌ها و توانایی‌هایش به اشتباه می‌اندازند، قد علم کنند. در عوض کسانی هستند که تمام وقت در حال برنامه ساختن و تبلیغات کردن بر روی سوژه‌ای هستند که به گمان آن ها هنوز برای بهره‌برداری جا دارد. اینها نیاز جامعه را خوب شناخته‌اند و روان شناسی مردم را در این عرصه خوب می‌دانند.

جامعه ما در عرصه ادب و هنر خود را فاخر می‌بیند و نیازی به اسطوره تراشی ندارد. علاوه بر این در این عرصه چندان نمی‌توان لاف زد، چون عموم جامعه به همان سادگی که زیبایی و جاودانگی کلام حافظ و سعدی را درمی‌یابند، قادرند توان شایستگی هر مدعی نبوغی را هم محک بزنند. اما در عرصه علم و دانش بعد از بوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، زکریای رازی و دیگر نامهایی که قرنها از خاموشی‌شان می‌گذدرد محملی برای ارضای غرور ملی به ویژه در عرصه ی علوم جدید نیست. به دیگر بیان، جامعه با تمام وجود آرزو می‌کند که ای کاش ما هم در میدان دانش وفناوری امروز چهره‌هایی مثل اینشتین و ادیسون داشته باشیم تا در این عرصه احساس کوچکی و حقارت نکنیم. از دیگر سو در جامعه‌ای که نهادهای علمی و جوامع تخصصی شکل نیافته و ریشه‌دار نشده‌اند، محک زدن ادعاهای بزرگ محلی از اعراب ندارد.

بنابراین آن نیاز وافر را می‌شود به سهولت با برنامه سازی‌های تبلیغاتی پاسخ گفت: می‌شود دانشمند ساخت بر فراز ابرها؛ می‌شود داستان ساخت از عظمت و نبوغ چهره‌ای که یک تنه استخوان همه دانش‌های زمان را خرد کرده است؛ می‌شود تمام خصایل پیامبران و فرشتگان الهی را نیز بر او افزود تا چهره‌ای شود آنچنان که می‌خواهیم و آرزو داریم. چنین اسطوره‌ای بیش از آنکه نمایشگر توانایی‌ها و برتری‌های یک ملت باشد بیانگر آرزوها و خودکم بینی‌های برخی از آنهاست. همچنان که روان شناسان می‌گویند آدم‌های حقیر و خود کم بین بیش از دیگران به ستایش خود می‌پردازند و از خود چهره می‌سازند!

بدین سان آرام آرام و به ویژه از فوت مرحوم دکتر حسابی با میدان داری برخی اشخاص و صرف پول و امکانات به تدریج او سوژه‌ای برای پرداختن چهره یک دانشمند اسطوره‌ای ملی شد و این چهره به مرور ایام کامل و کامل‌تر گردید.

آگاهان عرصه ی فیزیک می‌دانند که هر چند حسابی یک استاد متقدم و محترم است اما هرگز در آن سطح از توانمندی که برای وی تصویر می‌شود نبوده است. آنچه به عنوان نظریه ایشان گفته می‌شود مقاله ساده‌ای است که هرگز در هیچ مأخذ معتبر علمی نیز به چاپ نرسیده است و هیچ فیزیکدانی هم به آن ارجاع نکرده است. هر چند در آن روزگار چندان کسی در ایران به مساله ی انتشار مقالات علمی در مجلات معتبر توجه نداشته است، اما برای دانشمندی

در فیزیـک ذرات ارائه کرده باشـد در جامعه علمـی آن روزگار حداقل رد پایی به جا گذاشته باشد. واقعیت تلخ آن است که در زمینه ی اعتبار عملی نظریه ی دکتر حسابی، میزان تأثیرگذاری آن، جایگاه آن مرحوم در جامعه ی علمی زمان خویش و مسـایلی از قبیل ملاقات یا ارتباط ایشـان با اینشتین تنها و تنها یک مرجع مورد استناد قرار می‌گیرد و آن گفته‌های آقای مهندس است.

لازم به دقت اسـت که بنا به اقوال ذکر شـده از سوی حامیان دکتر حسابی، او متولد ۱۲۸۱ هجری شمسـی بوده و در ۲۵ سالگی دکترای فیزیک گرفته است. در صورت صحت این اطلاعات وی تقریباً در حوالی سال ۱۹۲۷ میلادی دانش آموخته فیزیک از اروپا بوده اسـت. نکته جالب این است که این دوره یعنی دهه ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰، طلایی‌ترین دوران فیزیک مدرن است. حتی امروزه نیز بسیاری از فیزیکدان‌ها حسـرت می‌خورنـد کـه ای کاش در آن دوره زندگی می‌کردند فیزیک دنیا در ان دوران آنچنان به سرعت رشد می‌کرد که حتی فیزیکدان‌های درجـه دوم و سـوم زمـان نیز امـکان ارائـه کشـف‌های درجه اول داشـتند. نکته ی بسـیار غریبی است که شخصیتی در رده فیزیکدان‌های برجسته دنیا در آن زمان فیزیک خوانده باشد و به ایران برگشته باشداما هیچ رویداد فوق‌العاده‌ای در عرصه علمی کشور رخ نداده باشد. گفتنی است که حتی تدریس درس نسبیت خاص و عام و مکانیک کوانتومی که از پایه‌های اساسـی فیزیک جدید اسـت تا دهه‌های متوالی بعد از دکتر حسابی در دانشگاه تهران و سایر دانشگاه‌های کشور رایـج نبود. این علامت مهم و دقیق حاکی از آن اسـت که آن مرحوم حضوری عمیق،آن طور که ادعا می‌شـود، در متـن تحولات علمی دوران طلایی فیزیک نداشته است.

نه من و نه هیچ یک از فیزیک پیشه‌هایی که این روزها نگران درک غیرواقعی مردم از توانمندی‌های علمی جامعه هستند و از چهره‌پردازی بازاری ـ تبلیغاتی و سرشـار از توهمات نابه جا درباره ی مرحوم دکتر حسابی یا هر شخصیت علمی دیگر کشـور رنج می‌برند، در صدد نیسـتند خدمات و تلاش‌های کسـانی را که به گردن آموزش عالی کشـور حق دارند، کتمان کنند. اما مدح و ستایشی که بر مبنای دروغ و خیال پردازی باشد، بیش از آنکه به کسی عزت بدهد، باعث ظلم و خیانت به اوست.

مرحوم دکتر حسـابی یکی از ده‌ها شخصیت ارزشمندی است که با اندکی کم و زیاد آغازگر علوم جدید و نظام آموزش نوین دانشـگاهی در ایران بوده‌اند. این کم افتخاری نیسـت. سـاختن و پرداختن ارزش‌ها و برجسـتگی‌های غیرواقعی و بی‌ربط و مدایحی که با عقل سـلیم قابل پذیرش نیسـت، باعث می‌شـود که همان خدمات ارزشـمند و افتخارآمیز نیز لوث شـود و مورد تردید قرار گیرد. به نظر می‌رسـد آن مرحوم دچار آن بدبیاری شده است که کسانی چهره او را برای ساختن و پرداختن اسطوره عملی مدنظر خود مناسب تشخیص داده‌اند.

خیابان‌های تهران و شهرستانها پر شده است از تبلیغات تجاری سوداگرانی که به بهانه ی چاپ عکس‌های او و ذکر همان ویژگی‌های مخدوش و دور از واقع به تبلیغ آموزشگاه‌ها و کلاس‌های سودجویانه خود پرداخته‌اند. ماشین سوداگری بر سـر نام دکتر حسـابی هر بار از جایی سـربرمی‌آورد. چندی پیش در دانشگاه اصفهان بدون اطلاع فیزیک پیشـگان آن دانشـگاه به گونه‌ای ناگهانی ستونی افراشته‌اند که روی آن نیم تنه مرحوم حسابی نصب شده است و بر دو سمت آن ستون متونی سرشار از ادعاهای خدشه پذیر در معرفی او.

دانشگاهی که باید خاسـتگاه علم و تجزیه و تحلیل عالمانه باشد، نوشته‌هایی بر لوح سـنگی می‌نگارد که از کمترین استناد علمی و تاریخی برخوردار نیستند. آیا دانشـگاهیان محجورند یا یکی در این دانشـگاه بزرگ کشور پیدا نمی‌شود تا بپرسـد بر چه مبنایی و با چه اسـتنادی یک نفر هم حافظ قرآن و دیوان حافظ اسـت، هم بر شاهنامه فردوسـی، مثنوی و گلستان اشـراف دارد، هم لیسانس ادبیات، بیولوژی و راه و ساختمان دارد، هم در پزشکی و ستاره شناسی تحصیل کرده اسـت، مهندس معدن هم هسـت و آخر سر هم دکترای فیزیک را در ۲۵ سـالگی گرفته اسـت! و بعد آیا جای سـئوال ندارد که با کدام متر و سنجشی او یک استاد موحد علوی و حجت خدا بر دیگران و واجد خصلت‌های ذکر شده در این لوح‌هاست!

برگردم به مطلع سخن، استعداد عجیبی داریم در اینکه از آدم‌های معمولی، امام زاده بسازیم و شیفته آنها شویم. بیچاره دکتر حسابی که شخصیتش بازیچه این بازی‌ها شـده است. راسـتی متولیانی که از امام زاده کردن مرحوم دکتر حسابی سود می‌برند، چه کسانی هستند؟

لوحه‌های نصب شده در دانشگاه اصفهان

در لوحه سمت راست نوشته شده است:

به نام خدا

او نمونه یک استاد موحد علوی است.

سد محمد حسابی در سال ۱۲۸۱ ه‍ش در تهران متولد و در

کشیش‌های فرانسوی آغاز و همزمان نزد مادر فداکار و متدین خود قرآن و دیوان حافظ را از حفظ کرد و به کتابهایی چون شاهنامه فردوسی، مثنوی و گلستان سعدی اشراف کامل پیدا نمود. با آغاز جنگ جهانی اول دوره ی متوسط ی را شروع نمود و در اندک زمانی توانست لیسانس ادبیات، بیولوژی، راه و ساختمان را اخذ نماید او تحصیلات دانشگاهی خود را در پزشکی و ستاره شناسی و معدن و برق ادامه داد و در سن بیست و پنج سالگی دکترای فیزیک خود را دریافت نمود. نظریه وی در مورد اثر ماندگار ذره به طور قطع از آنچه انشتین ابراز داشته بود برتر و عمیق‌تر بود و پیچیدگی و ژرف بودن افکار وی مانع از دیگران و به خوبی بشناسند

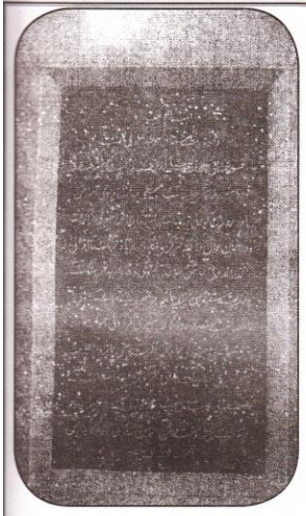
وی سبب شد که اولین فعالیت‌های هسته‌ای در ایران در دانشگاه تهران آغاز شود و البته پاکستانی‌ها نیز پیشرفت خود را در زمینه هسته‌ای مدیون این مرد بزرگند.

و در لوحه ی سمت چپ:

به نام خدا

او نمونه یک استاد موحد علوی است.

پرفسور حسابی حجت خدا بر همه کسانی است که پیشرفت خود را مشروط به شرایط مناسب محیطی می‌دانند زیرا وی آموزش را در دوران کودکی در مدرسه کشیشان فرانسوی فرا گرفت و در همان حال حافظ قرآن« شد. در دیار فرنگ جوانی را گذراند ولی عاشق موحد علوی وفادار به فرهنگ و اندیشه سرزمین ایران ماند. در نهایت تنگدستی و با مصائب متعدد



از نظر سلامتی به ویژه از ناحیه چشم دارای محدودیت‌های فراوان بود اما سلامت روح و بلندای همت وی سبب شد که زمان او را همواره شاد و شاداب و امیدوار و سخت کوش به سن ۹۰ سالگی تا زادگاه پدریش تفرش همراهی کند.

اسطوره ی حسابی

احمد شریعتی

نزدیک به دو دهه است که مرحوم دکتر محمود حسابی به عنوان « بنیانگذار فیزیک ایران » و « یک فیزیک پیشه ی بسیار برجسته » در جامعه ی ما مطرح است. گفته می‌شود که ایشان به نوعی شاگرد، همکار، و حتی جانشین اینشتین بوده است. از جمله گفته می‌شود که ایشان نظریه‌ای دارد در مورد ذره‌ها. تصور بسیاری از دانش‌آموزان این است که این نظریه یکی از مهمترین نظریه‌های فیزیک است. از حسابی چنان قهرمانی ساخته شده، که برخی گمان می‌کنند ایشان در ردیف خوارزمی و بیرونی و خیام و بوعلی سینا و رازی است. به گمان من این تصوری از مرحوم حسابی تصور نادرست ومضر است. اسطوره ی حسابی در دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ ساخته شد و محصول چند عامل بود. یکی نیاز جامعه به قهرمان علمی، دوم ناآگاهی جامعه و اصحاب رسانه‌ها از علم، سوم سود شخصی کسانی که با انتساب خود به این قهرمانان علمی تجارت می‌کنند، و چهارم نسنجیده عمل کردن گروهی از فیزیک پیشه‌های خوب ما.

۱ - مقدمه:

به گمان من، جامعه ما برای آن که قهرمان‌های علمی داشته باشد، راه غلطی در پیش گرفته است یعنی به جای آن که بکوشد زمینه‌های ظهور دانش پیشه‌های بزرگ را فراهم کند، می‌کوشد کسانی را به مقام دانش پیشه بزرگ برکَشَد. کسانی که در این فرآیند معمولاً کشف می‌شوند، چند دسته‌اند. یک دسته سودازده‌ها هستند. سودازده کسی است که می‌پندارد دانش پیشه‌ای است بی‌رقیب، که بنیادهای علم را دگرگون کرده است؛ و معمولاً تحصیلات دانشگاهی ندارد، یا اگر دارد، درعرصه‌ای جز رشته تحصیلی‌اش مدعی است. مسئله مواجهه با سودازده‌های خاص جامعه ی ما نیست. جوامع بسیار پیشرفته هم با جنین سودازده هایی مواجه‌اند، فرق جامعه ما با جوامع پیشرفته این است که متأسفانه پای این عده به رسانه‌های عمومی و نهادهای دولتی خیلی بازتر از دانش پیشه‌های حرفه‌ای است، و این که رسانه‌های ما گول این عده را بخورند، قاعده است، نه استثناء.

جز سودازده‌ها اشخاص دیگری هم هستند که رسانه‌های ما ایشان را به عنوان قهرمان علمی به جامعه معرفی می‌کنند، نمونه بارز این عده مرحوم حسابی است. (از خواننده خواهش می‌کنم دقت کند که من به هیچ وجه ایشان را در ردیف « سودازده‌ها » نمی‌گذارم.) پیش از پرداختن به این مسئله، ذکر مقدمه‌ای را لازم می‌دانم.

فیزیک پیشه حرفه‌ای در زندگی حرفه‌ای‌اش، به چند کار می‌پردازد:

۱ - پژوهش

۲ - آموزش

۳ - محاسبه یا آزمایش

۴ - کارهای اجرایی در این زمینه‌ها

برای فیزیک پیشه ی درجه ی یک، از این بین پژوهش از همه مهمتر و تعیین کننده‌تر است: فیزیک پیشه ی بزرگی که در عمرش پژوهش نکرده باشد بی‌معنی است، اما کاملاً ممکن است که فیزیک پیشه‌ای زیاد به آموزش و مدیریت نپردازد و با این حال فیزیک پیشه ی بزرگی باشد.

حاصل کار پژوهش، اگرابداع روشی نو یا ابزاری نوباشد، به صورت اختراع ثبت می‌شود؛ و اگر پرداختن نظریه ی جدیدی باشد، به شکل سخنرانی، مقاله، یا کتاب ارائه می‌شود. مقاله رایج‌تر و رسمی‌تر است. در واقع، پژوهشکده‌ها و دانشگاه‌ها بر مبنای کمیت و کیفیت مقاله‌های پژوهشی است که فیزیک پیشه‌ها را ارزیابی می‌کنند. فیزیک پیشه متوسط فعلا، در سال معمولاً یکی دو مقاله می‌نویسد. فیزیک پیشه‌های خوب فعال معمولاً بیشتر می‌نویسند، و مهمتر این که آنچه می‌نویسند اثرگذارتر و ماندگارتر است. اکنون در ایران هستند فیزیک پیشه‌هایی که با حدود ۴۰ سال سن، حدود ۴۰۰ صفحه مقاله دارند. ضمناً، منظور از مقاله چیزی است که در یک نشریه معتبر چاپ شده باشد. خوب است این عدد را هم در ذهن داشته باشیم: در دنیای فیزیک چند هزار نشریه (ژورنال) هست. اینها را تقریباً می‌توان بر حسب اعتبار درجه بندی کرد. فعلاً یکی از معتبرترین نشریه‌های فیزیک مجموعه فیزیکال ریویو است که شامل ۷ مجله مستقل است، و هر سال بیش از ۱۰۰۰۰۰ صفحه مقاله منتشر می‌کند.

در کار آموزش، فیزیک پیشه‌ها هر ساله تعدادی درس می‌دهند، و برای این تدریس‌ها معمولاً جزوه‌هایی تهیه می‌کنند که گاهی هم ویرایش و چاپ می‌شوند.

گاهی فیزیک پیشه‌ها درگیر کارهای اجرایی می‌شوند. این کار ممکن است مدیریت یک گروه آموزش باشد، یا ویراستاری یک نشریه علمی، یا عضویت در کمیته‌هایی که نظرهای تخصصی و مشاوره‌ای می‌دهند. تأسیس یک پژوهشکده یا دانشکده جدید هم از این نوع کارهاست. کارهای اجرایی باعث می‌شود فیزیک پیشه از دو فعالیت نخست، یعنی پژوهش و آموزش، تا حدودی باز بماند. اما اولاً این نباید به معنی بازماندن کامل باشد و ثانیاً معمولاً فیزیک پیشه‌هایی درگیر این کارها می‌شوند که سنی از ایشان گذشته و کارهایشان را کرده‌اند ـ مثل عبدالسلام که مرکز بین‌المللی فیزیک نظری (ICTP) را بعد از گرفتن جایزه نوبل در ایتالیا راه انداخت.

۲ - حسابی:

هیچ جا به تاریخ دقیق تولد محمود حسابی برنخورده‌ایم. در مقدمه

مصاحبه‌ای با دکتر حسابی نوشته شده است که در سال ۱۹۲۷ میلادی حسابی ۲۵ ساله بود بنابراین سال تولد او باید ۱۹۰۲ میلادی (۱۲۸۱ شمسی) باشد. اما ۱۰۰امین سالگرد تولد او در ۲۴ فوریه ۲۰۰۳ جشن گرفته شد که یعنی حسابی در ۲۴ فوریه ۱۹۰۳ (۴ یا ۵ اسفند ۱۲۸۱) به دنیا آمده است. در ۱۳۰۶ (۱۹۲۷) از یکی از دانشگاه‌های پاریس دکترای فیزیک گرفت و سپس به ایران آمد. حسابی در مجموع کمتر از ۱۰ مقاله در نشریه‌های علمی دارد. در هیچ یک از کتابهای درسی فیزیک (از مکانیک کلاسیک و مکانیک کوانتومی گرفته، تا نظریه میدان، گرانش، ذرات بنیادی و غیره) نکته‌ای نیست که ملهم از مقاله‌های حسابی باشد، هیچ یک از فیزیک پیشه‌های فعال کنونی، مقاله‌های حسابی را دنبال نمی‌کنند. شاهد این ادعا این است که در فاصله سالهای ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۷، هیچ مقاله‌ای در فهرست ISI نیست که به یکی از مقاله‌های حسابی ارجاع داده باشد. معنی این عددها واضح است: حسابی در دنیای فیزیک پژوهشگر برجسته یا مطرحی نبوده است. در حال حاضر، جز در ایران، در هیچ بخش یا دانشکده ی فیزیک در دنیا نامی از حسابی نیست، زیرا هیچ یک از مقاله‌های ایشان منجر به تحولی در علم فیزیکی نشده است. این البته اصلاً عجیب نیست. در دنیا، در قرن بیستم، بیش از صد هزار فیزیک پیشه بوده‌اند که چیزهایی هم نوشته‌اند، اما اکنون از ایشان نامی نیست. قرار گرفتن در ردیف اینشتین و هایزنبرگ و شرودینگر و دیراک و فاینمن و سلام و واینبرگ و امثال اینها اتفاقی بسیار نادر است.

یکی از چیزهایی که در رسانه‌ها عنوان شده و می‌شود این است که حسابی شاگرد، همکار، و حتی جانشین اینشتین بوده است. ببینیم این ادعا چقدر ریشه در واقعیت‌ها دارد.

هنگامی که حسابی در فرانسه مشغول درس خواندن بوده اینشتین در برلین به سر می‌برده است. در این سالها (یعنی در فاصله سالهای ۱۳۰۲ تا ۱۳۰۶ یا ۱۹۲۳ تا ۱۹۲۷ میلادی) اینشتین معروفترین فیزیک پیشه‌ی جهان بوده است و فقط در کنفرانس های بسیار مهم که فیزیک پیشه های بزرگ راه داشته‌اند ـ از جمله کنفرانس سلوی ۱۳۰۶ (۱۹۲۷) ـ شرکت می‌کرده است. بعید است حسابی در این سالها اینشتن را دیده باشد، اگر هم دیده باشد احتمالاً در محل یک کنفرانس دیده است. پس ادعای شاگردی و همکاری در این دوران که به او منتسب کرده‌اند، هیچ مبنایی نمی‌تواند داشته باشد. حسابی حدود ۱۳۰۶ (۱۹۲۷) به ایران می‌آید، و اینشتین در ۱۳۱۲ (۱۹۳۳) به آمریکا می‌رود. حسابی پس از جنگ جهانی دوم به آمریکا رفته و بین سالهای ۱۳۲۵ (۱۹۴۶) تا ۱۳۲۷ (۱۹۴۸) در آمریکا بوده و در همین دوره است که گویا به دیدن اینشتین رفته است. این حدود هشت سال پیش از درگذشت اینشتین است، یعنی سالهایی که او کار مهمی در فیزیک نکرده است.

پیش از ادامه بحث تذکر یک نکته را لازم می‌دانم: درفاصله سالهای ۱۹۴۵ تا ۱۹۵۵ برخلاف آنچه مردم عادی می‌پندارند فیزیک پیشه‌ها جویای همکاری و مصاحبت با اینشتین نبودند و چنین همکاری‌ای در زمینه فیزیک چیزی نبوده که برایش سر و دست بشکنند. این را به بهترین صورت در بیان هانس بته می‌بینیم که خود یکی از فیزیک پیشه‌های بزرگ قرن بیستم بوده است:

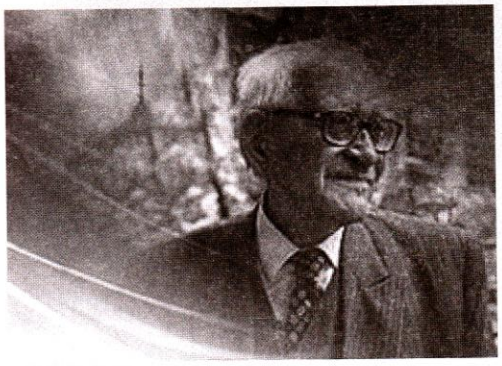
– نقش اینشتین در جامعه ی آمریکا، به خصوص در جامعه فیزیک پیشه‌های آمریکا چه بود؟ آیا به او توجه می‌کردند؟

– بته: به عنوان فیزیک پیشه؟ نه، به عنوان یک شخص سیاسی؟ بله.

در این سالها کمتر کسی به فیزیک اینشتین توجه می‌کرد. فقط اعضای حلقه کوچکی، احتمالاً شامل حدود ده نفر، با او کار می‌کردند و اطلاعی از تحقیقاتش داشتند.

برگردیم به دیدار حسابی و اینشتین. بنابر آنچه خود دکتر حسابی سالها پیش برای دانشجوها و همکارهایش نقل کرده، وقتی در آمریکا بوده از اینشتین وقت گرفته و به دیدن او رفته است. در این دیدار نظریه‌اش را برای اینشتین توضیح می‌دهد و اینشتین می‌گوید: « ما این طور فکر نمی‌کنیم. شما آزمایش هم کرده‌اید؟ بهتر است آزمایش کنید. همین! آن طور که حسابی برای دانشجوهایش نقل کرده، گویا نظریه‌اش را با فیزیک پیشه‌های دیگری مثل فرمی هم در میان می‌گذارد. در دانشگاه شیکاگو درباره نظریه‌اش آزمایش هم می‌کند. اما آزمایش‌ها نظریه‌اش را تأیید نمی‌کند. اگر فیزیک پیشه‌هایی که حسابی نظریه‌اش را به ایشان گفته، تحت تأثیر قرار می‌گرفتند، لابد روی آن کار می‌کردند. در مورد آزمایش‌ها هم، اگر نتایجی نو به دست آمده بود، حسابی آنها را منتشر می‌کرد و دیگران آزمایش‌های او را پی می‌گرفتند. اما چنین نشده، یعنی از آزمایش‌ها هم نتیجه‌ای عاید نشده است.

در اینجا یک نکته ی بسیار ظریف هست. نکته‌ای که متأسفانه به نظر می‌رسد درکش برای کسانی که اهل علم نیستند سخت است، مسئله این است که اصلاً کار فیزیک پیشه‌ها همین است که نظریه‌هایی بدهند



و آزمایش کنند. در بسیاری از موارد این نظریه‌ها راه به جایی نمی‌برند. تنها در سال ۲۰۰۵، فقط در مجله‌های گروه فیزیکال ریویو، چیزی بیش از صد هزار صفحه مقاله منتشر شده است. تازه اینها جزو بهترین مقاله‌ها هستند، و همه آنها را متخصصینی هم تراز با نویسنده‌ها داوری کرده‌اند که یعنی به گمان داوران مقاله‌ها احتمالاً درست‌اند. حجم کل مقاله‌هایی که در همه علوم نوشته می‌شود شاید صد برابر این است. کسر بزرگی از این کارها در آینده فراموش خواهند شد. پنجاه سال دیگر از این چند ده هزار مقاله، تنها چند مقاله به عنوان مقاله مهم مطرح خواهند بود. درست همان طور که مقاله‌های سال ۱۹۰۵ اینشتین هنوز مهم‌اند. در همان سال ۱۹۰۵، فیزیک پیشه‌های فعال دیگری هم بوده‌اند، مقاله هم نوشته‌اند، برخی آزمایش هم کرده‌اند، و امروز اثر چندانی از کارهاشان نیست. اینها می‌شوند کارهای « بی سرانجام » فیزیک. نکته ی ظریف این است که فیزیک پیشه‌های متوسط، که اکثریت فیزیک پیشه‌ها هستند، پژوهش‌هایی می‌کنند که چندان دنبال نمی‌شوند، اما این از

ارزش وجود فیزیک پیشه‌های متوسط برای جامعه کم نمی‌کند. برای ان که چند فیزیک پیشه بزرگ در جامعه ظهور کنند باید چند هزار فیزیک پیشه متوسط مشغول کار باشند. اگر پژوهشی پس از چند دهه همچنان « خواندنی » باقی ماند، آن پژوهش می‌شود کار درجه یک، و آن پژوهشگر می‌شود فیزیک پیشه درجه یک. نکته ظریف تر آن است که به نظر می‌رسد. باید دقت کرد که فرق هست بین کار « بی‌سرانجام » فیزیک پیشه‌ای که مقاله‌ای معمولی دارد (مقاله‌ای که ممکن است تعداد بسیار کمی ارجاع بگیرد)، با سودازده‌ای که مصر است نظریه‌ای مهم دارد. تعداد فیزیک پیشه‌ها از معیارهای پیشرفت است. اما تعداد سودازده‌ها نه. مشکل جامعه ما این است که این نکته رادرک نمی‌کند.

به گمان من وقتی منصوری و دیگران از حسابی تجلیل کردند، منظورشان دقیقاً این بود که از زحمات یکی از فیزیک پیشگان تقدیر کنند، هر چند پژوهش‌های این فیزیک پیشه ممکن است بی‌سرانجام بوده باشد اما متأسفانه جامعه ما دوست دارد تنها به کسانی در ردیف اینشتین ارج بگذارد؛ پس کلاه بر سر خودش می‌گذارد. مسبب اصلی هم رسانه‌های عمومی‌اند، که اکثریت قریب به اتفاق اصحاب آن نمی‌دانند علم چیست و پژوهش کدام است؟

حسابی یک فیزیک پیشه ی متوسط بوده و در دوره‌ای می‌زیسته که حتی تعداد فیزیک پیشه‌های متوسط جامعه ما بسیار کم بوده، کارهایی هم کرده است. کارهایش زیاد نیست و امروز دنبال نمی‌شود.

اکنون به کارنامه آموزشی و مدیریتی حسابی نگاهی بیندازیم.

حسابی در راه‌اندازی مؤسسه‌هایی در ایران سهیم بوده است. این که اندازه این سهم چیست چیزی است که باید بعد از یک پژوهش دقیق نتیجه شود. اما بنا به روایت‌های شفاهی، تصور بسیاری این است که در تأسیس برخی مؤسسه‌ها، از جمله دانشگاه تهران، نقش نسبتاً بزرگی داشته است. کمک به تأسیس مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی ارزشمند است. باید خوب دقت کنیم که از یک طرف این کار را بی‌ارزش قلمداد نکنیم، و از طرف دیگر کسی را به صرف تأسیس و اداره این نوع مؤسسه‌ها، به مقام مدیر یا دانش پیشه برجسته ارتقاء ندهیم.

رشته تخصصی حسابی فیزیک بوده، پس قاعدتاً در شکل گیری گروه فیزیک دانشگاه تهران نقش داشته است. حتی در سالهایی که رئیس این گروه نبوده، نفوذ بسیار زیادی در آن داشته یعنی به نوعی رهبر گروه فیزیک دانشگاه تهران بوده است. دراین مقام، حسابی بر فیزیک ایران در فاصله سال‌های ۱۳۲۰ (۱۹۴۰) تا ۱۳۵۰ (۱۹۷۰) تأثیر گذاشته است. اما گمان من این کار حسابی در حد قابل تقدیر نیست، زیرا با وجود آن که دانشگاه تهران در ۱۹۳۹ راه افتاد و در این هنگام مکانیک کوانتومی جزء لاینفک فیزیک بوده است، درس مکانیک کوانتومی تا سالها بعد هم در دانشگاه تهران تدریس نمی‌شد. از یکی از دانشجوهای آن ایام شنیدم که نخستین بار در ۱۳۴۳ (۱۹۶۴) این درس به همت هوشنگ روحانی نژاد تدریس شد. معنی این جمله این است که « معمار فیزیک ایران » در فاصله ۲۵ سال، مکانیک کوانتومی را جزو دروس کارشناسی فیزیک نکرد.

از سالهای ابتدای تأسیس گروه فیزیک دانشگاه تهران اطلاع زیادی ندارم، اما درباره سال‌های ۱۳۲۰ و ۱۳۴۰ از دانشجوهای آن موقع شنیده‌ام که حسابی تنها دو درس می‌داده: اپتیک موجی، و الکترومغناطیس. اغلب درس‌هایی که در آن دوره در گروه فیزیک دانشگاه تهران ارائه می‌شده، بنابر آنچه دانشجویان آن موقع می‌گویند ـ آنهایی که امروز استاد دانشگاه هستند ـ به هیچ وجه کیفیت مطلوبی نداشته است. مثلاً درس مکانیک تحلیلی که در آن ایام در دانشگاه تهران داده می‌شده، سطحی بسیار پایین داشته، و شاهدش ان که در آن درس تا سالها حتی نامی از « لاگرانژی » نمی‌آمده است. برای سالها در درس مکانیک تحلیلی فقط آونگ و سطح شیب‌دار و چیزهایی از این دست تدریس می‌شده، چیزهایی که امروز بخشی از درس فیزیک عمومی‌اند. این واقعیت‌ها را من از کسانی شنیده‌ام که خود در این کلاس‌ها حضور داشته‌اند. شاید گفته شود که تقصیر بد ارائه شدن درس مکانیک تحلیلی را نباید متوجه حسابی دانست. اما دقت کنیم که مدعیان می‌گویند « حسابی معمار فیزیک ایران » بوده است. اگر بگوئیم معمار گروه فیزیکی دانشگاه تهران، آن وقت درست است؛ اما به آن باید افزود که حسابی معمار خوبی نبوده، زیرا در گروهی که او سالها حتی از رئیس هم بالاتر بوده، کیفیت درسها پایین بوده است.

واقعیت این است که با تأسیس دانشگاه شیراز و دانشگاه صنعتی شریف (پیش از انقلاب)، و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و مرکز تحصیلات تکمیلی در علوم پایه (پس از انقلاب)، معلوم شد که کیفیت آموزشی و پژوهشی گروه فیزیک دانشگاه تهران (دست کم تا نیمه دهه هشتاد شمسی) به هیچ وجه در سطح دانشگاه‌های خوب دنیا نبوده است. هنوز هم، با استناد به آمار وزارت علوم، گروه فیزیک دانشگاه تهران به لحاظ کارهای پژوهشی و آموزشی پس از دانشگاه صنعتی شریف و یکی دو جای دیگر است. فکر می‌کنم بسیار بجاست که کسانی راجع به علل این عقب ماندگی نسبی تحقیق کنند، و گمان می‌کنم یکی از علل ان کج گذاشته شدن خشت‌های اولیه آن توسط حسابی بوده است. خوب است ایشان را با بنیان گذاران دانشکده فیزیک داشگاه صنعتی شریف مقایسه کنیم. بنیانگذاران دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف فیزیک پیشه‌های خوبی بودند. مسلماً در اندازه‌های کسانی مثل اینشتین و هایزنبرگ و سلام نبوده‌اند. فیزیک پیشه‌هایی بودند بهتر از متوسط فیزیک پیشه‌های آن موقع ایران، و شاید بتوان گفت در حد فیزیک پیشه‌های متوسط جهان. تأثیر همین برجستگی نسبی، کاملاً در دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف، حتی پس از سالها دیده می‌شود.

۳- اسطوره حسابی چگونه شکل گرفت؟

مسئله برمی‌گردد به دهه ۱۳۶۰ خورشیدی / ۱۹۸۰ میلادی، یعنی دهه پس از انقلاب اسلامی. در این دهه گروهی از فیزیک پیشه‌ها، برای بهتر کردن کیفیت فیزیک در ایران کارهای زیادی کردند: همزمان با تأسیس مرکز نشر دانشگاهی (۱۳۶۰)، سعی کردند کتابهای خوبی منتشر کنند؛ مجله فیزیک را راه انداختند (۱۳۶۱)، کنفرانس سالانه فیزیک را راه انداختند (۱۳۶۲)، و بلافاصله انجمن فیزیک یاران را برای سومین بار بنیان گذاشتند (۱۳۶۳-۱۳۶۴). فیزیک پیشه‌های درگیر دراین فعالیت‌ها، که از نسلی جدید بودند، بر آن شدند که از « پیش کسوت » های فیزیک ایران تقدیر کنند. در رأس فهرست این دوستان، نام محمود حسابی بود. در کنفرانس شیراز (۱۳۶۶)، از حسابی تجلیل شد و اعلام شد که انجمن جایزه‌ای به نام جایزه حسابی می‌دهد. مبلغان اصلی این دو کار هم رضا منصوری و محمدتقی توسلی بودند.

نکته جالب این که در سال ۱۳۶۶ هنوز فضای سیاسی ایران ملتهب از انقلاب و جنگ بود و این که از کسی تقدیر شود که زمانی سناتور انتصابی بوده به بسیاری کسان گران می‌آمد؛ تا جایی که حتی کسانی تهدید کرده بودند « کنفرانس را بر هم خواهند زد » ، اما منصوری نترسید و از این بزرگداشت حمایت کرد. از طرفی، جامعه نیازمند قهرمان بود؛ و ذهنیت جامعه را نه منصوری، بلکه رسانه‌هایی شکل می‌دادند که خود تصور

درستی از علم و دانش نداشتند (و هنوز هم ندارند). پس از مدتی حسابی، با تبلیغات رسانه‌ها، تبدیل شد به قهرمان علمی ایران. در آغاز، موضع گیری‌های منصوری بسیار مؤثر بود.

دو سال بعد، تبلیغات به حدی زیاد شده بود، و چنان اسطوره‌ای از حسابی ساخته شده بود که منصوری بر آن شد در سرمقاله‌ای در مجله فیزیک خطر قهرمان سازی در رسانه‌های همگانی را گوشزد کند. در این سر مقاله، ابتدا منصوری به مرحوم محسن هشترودی حمله کرد که « برای جامعه همان بود که سوپرمن برای نوجوانان. افسانه بود، و به همان اندازه دور از واقعیات جدی علوم. آنچه از طریق رسانه‌های همگانی به مردم تحویل داد نوعی شعبده علمی بود نه حقیقت علم. » بعد درباره حسابی نوشت: « جامعه فیزیک ایران همواره خرسند بوده از این که چنین شخصیتی نداشته است و در حوزه کار خود « هشترودیگری » را باب نکرده است؛ پیشگامان جدی و راهگشا داشته است ولی همه چیز دان ولنگار نداشته است. رسانه‌های همگانی نیز این را پذیرفته بودند. جامعه فیزیکدانان ایران از حسابی همواره به عنوان بنیانگذار فیزیک ایران و خادم علوم ایران یاد می‌کرد. زمانی هم که قرار گذاشت بزرگداشت وی را در شرایط سختی برگزار کند، همه گونه تهدیدها تا حد تهدید به بر هم زدن کنفرانس فیزیکی و مراسم بزرگداشت را پذیرفت. ولی دست از قدردانی از یک خادم علوم ایرانی برنداشت. » و بعد توضیح داد که « حسابی برای جامعه فیزیک ایران بسیار محترم‌تر از ان است که با عبدالسلام مقایسه شود، مقایسه‌ای که در هر صورت، چه به لحاظ کمیت و چه به لحاظ کیفیت تحقیقات این دو، قیاس مع الفارق است. قطعاً خود استاد حسابی هم از غلوی که این اواخر در رسانه‌های همگانی در مورد شخصیت ایشان می‌شود ناراحت‌اند. » و سرانجام رسانه‌ها را سوگند داد که « ای رسانه‌های عمومی شما را به قلم، به قلمی که خداوند به آن قسم می‌خورد، سوگند می‌دهیم حرمت علم را نگه دارید. از حسابی ما هشترودی دیگری نسازید. »

این سر مقاله در جامعه بازتاب‌های مختلفی داشت. بسیاری از ریاضی‌پیشه‌ها را واداشت در مورد هشترودی موضع بگیرند. این بحث نشان داد که دانش پیشه‌های جامعه ما بر سر این که چه کسی دانش پیشه هست و چه کسی نیست اتفاق نظر ندارند. پس عجیب نیست که توده مردم هم تصور نادرستی از دانش پیشه داشته باشند.

به گمان من ساخته شدن اسطوره حسابی در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ محصول چند عامل بود. یکی نیاز جامعه به قهرمان علمی، دوم ناآگاهی جامعه و اصحاب رسانه‌ها از علم، سوم سود شخصی کسانی که با انتساب خود به این قهرمانان علمی تجارت می‌کنند. دراین جا فقط می‌خواهم به عامل چهارم بپردازم، این که فیزیک پیشه‌های ایران در دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ چقدر مسئول برآمدن این اسطوره‌اند.

به گمان من، نیت این دوستان ـ از جمله منصوری و توسلی که هر دو به عنوان استاد برگردن من حق دارند، به خصوص منصوری ـ همگی خیر بوده است، و باید به خاطر کارهای مثبتی که کرده‌اند از ایشان تقدیر کرد. اما یک جای کارشان می‌لنگیده که با حفظ تمام احترامی که برایشان قائلم، می‌خواهم آن را باز کنم.

کار در علوم دقیق، به یک جور وسواس در دقت نیاز دارد. متأسفانه این بزرگواران، در کارهای اجتماعی‌شان این دقت حرفه‌ای را کنار گذاشتند. مثلاً هرگز زندگی نامه‌ای درست و حسابی از دکتر حسابی منتشر نکردندو هنوز هم یک فهرست درست و کامل از آثار ایشان در دسترس جامعه نیست. از هیچ یک از استادان که از ایشان، به خاطر دست آوردهایشان تقدیر می‌شود، هرگز هیچ زندگی نامه حرفه‌ای چاپ نمی‌شود که در آن معلوم باشد این استاد گرانقدر چه آثاری دارد و آنها را کجا می‌توان یافت. چاپ دوره ی آثار این بزرگواران هم رسم نشده است. در مورد همه، فقط به تعارف‌های متداول در ایران اکتفا می‌شود ـ مثلاً برای نامیدن ایشان از واژه‌هایی مثل پیشکسوت، پیر فرزانه، حکیم، استاد، پروفسور، و غیره استفاده می‌شود ـ وقتی مجله فیزیک با حسابی مصاحبه می‌کند. تیتر مصاحبه این است « در حضوراستاد » از این تعارف‌ها مضرتر، نادقیق صحبت کردن، نادقیق نوشتن، و نوشتن مطالب ژورنالیستی است. مثال می‌زنم.

در همان سرمقاله خطر قهرمان سازی و رسانه‌های همگانی، منصوری با این دو جمله شروع می‌کند:

الی کارتان، ریاضیدان مشهور فرانسوی، سه شاگرد داشت: چرن، لیشنرووِیتس، و هشترودی. لیشنرووِیتس گفته است که هشترودی از او و چرن باهوش‌تر بوده است.

این دو جمله در ذهن بسیاری، از جمله خود من، نقش بست. وقتی داشتم این نوشته را تهیه می‌کردم، سری به چند مرجع زدم ، دیدم:

* چرن اصلا در پاریس درس نخوانده و شاگرد کارتان هم نبوده، در هامبورگ درس خوانده، و در ۱۹۳۶، پس از گرفتن دکترایش چون می‌خواسته هندسه را ادامه بدهد، رفته پیش الی کارتان.

* هشترودی در ۱۹۳۶ در پاریس دکترا گرفته و پس از آن به ایران بازگشته، طوری که در ۱۹۳۷ در ایران مشغول تدریس بوده است.

* لیشنرووِیتس در ۱۹۳۹ دکترا گرفته است.

به گمان من این سرمقاله منصوری، همانطور که از نخستین جمله‌هایش پیداست، کاملاً ژورنالیستی است. از خواننده خواهش می‌کنم توجه کند که من به هیچ وجه نمی‌خواهم این جمله را تحلیل کنم و مثلاً بگویم که هشترودی باهوش‌تر نبوده و بخشی از آن غلط است. دانش پیشه‌ها نباید چنین جمله‌های نادقیق و تبلغیاتی‌ای بگویند یا بنویسند. منصوری وقتی برای مجله فیزیک سرمقاله می‌نویسد، آن وسواس علمی‌ای را که در کارهای پژوهشیش دارد کنار می‌گذارد و برخلاف یک دانش پیشه که باید تنها به درست بودن آنچه می‌گوید فکر کند، مانند یک سیاست پیشه نزدیک بین به اثر آنی‌ای که نوشته‌اش بر خواننده خواهد گذاشت، می‌اندیشد.

فکر می‌کنم بزرگترین ایراد دانش‌پیشه‌های ما در چند دهه اخیرهمین بوده است که در کارهای اجتماعی و مدیریتی‌شان نه مثل یک دانش‌پیشه، بلکه مثل یک سیاست پیشه نزدیک بین عمل کرده‌اند. هیچ یک از انهایی که در ۱۳۶۵ حسابی را به عنوان بنیانگذار فیزیک ایران مطرح کردند تعمق نکردند که دقیقاً چه دارند می‌گویند. به جای آن که مانند یک پژوهش علمی، به خود زحمت بدهند و ابتدا تحقیق کنند که حسابی دقیقاً چه کرده است، و کارنامه‌ای حرفه‌ای از کارهای او تهیه کنند، فوراً رفتند سراغ برگزاری بزرگداشت. آنچه از این بزرگداشت باقی ماند، یک تصویر روشن از حسابی نبود، بلکه اسطوره ای از او بود و این دقیقاً همان چیزی بود که جامعه، رسانه‌ها، وبرخی منسوبین نیاز داشتند. بعد دیگر کار از دست فیزیک پیشه‌ها در رفت.

مجله فیزیک نشر دانشگاهی

با شیادی

رضا منصوری

سرمقاله

اخیراً عکسی در رسانه ها چاپ شده از اینشتین و شخص دیگری که گفته شده مرحوم دکتر حسابی است. در توضیح عکس آمده است که حسابی برای مراسم نوروز اینشتین و برخی فیزیکدانان دیگر را به خانه اش دعوت کرده بود. در این توضیحات با آب و تاب از مراسم نوروز ایرانیان و سنت های آنها صحبت به میان آمده است که قلب هر ایرانی را به تپش می اندازد.

متأسفانه همه آنچه فرزند آن مرحوم به عنوان خاطرات حسابی در زیر این عکس نقل می کند دروغ است.

شخص کنار اینشتین در عکس، گودل، ریاضیدان معروف آلمانی است که کیهان شناسان و نسبیت دانان او را با مدل گودل به عنوان یک عالم نامتناهی چرخان می شناسند. در آن سالی هم که نقل می شود نه حسابی در پرینستون بوده و نه دیگر فیزیکدانانی که در این تخیلات زشت مکتوب آمده است.

متأسفانه رسانه های ما به این گونه دروغ پردازی ها و شیادی ها دامن زده اند و بخشی از این دروغ ها متأسفانه به کتب درسی هم راه یافته است. لازم است به جهت سلامت جامعه علمی کشور همه ما با این فساد اخلاقی مواجهه کنیم و نگذاریم بیش از این جوانان ما منحرف شوند!

«... در زمان تدریس در دانشگاه پرینستون دکتر حسابی تصمیم می گیرند سفره هفت سینی برای اینشتین و جمعی از بزرگ ترین دانشمندان دنیا از جمله «بور»، «فرمی»، «شرودینگر» و «دیراگ» و دیگر استادان دانشگاه بچینند و ایشان را برای سال نو دعوت کنند.

.... اما اینشتین ۲۰ دقیقه دیرتر آمد و گفت چون خواهرم را خیلی دوست دارم خواستم او هم جشن سال نو ایرانیان را ببیند.

... بعدها اینشتین به من گفت: «وقتی بر می گشتیم به خواهرم گفتم حالا می فهمم معنی یک تمدن ۱۰ هزار ساله چیست.»

... به گفته ایشان همه در آن جلسه از معانی این دعا و معانی ارزشمندی که در تعالیم مذهبی ماست شگفت زده شده بودند.

اینشتین رنگش می پرد، عقب عقب می رود و روی صندلی می افتد و حالش بد می شود. از او می پرسند که چه اتفاقی افتاده؟ می گوید: «ما در مملکت خودمان ۲۰۰ سال پیش دانشمندی داشتیم که وقتی این حرف را زد کلیسا او را به مرگ محکوم کرد اما شما از ۱۰ هزار سال پیش این مطلب را به زیبایی به فرزندانتان آموزش می دهید. علم شما کجا و علم ما کجا؟!»

... خاطرات مهندس ایرج حسابی

مجله نجوم

پاسخ دو پرسش

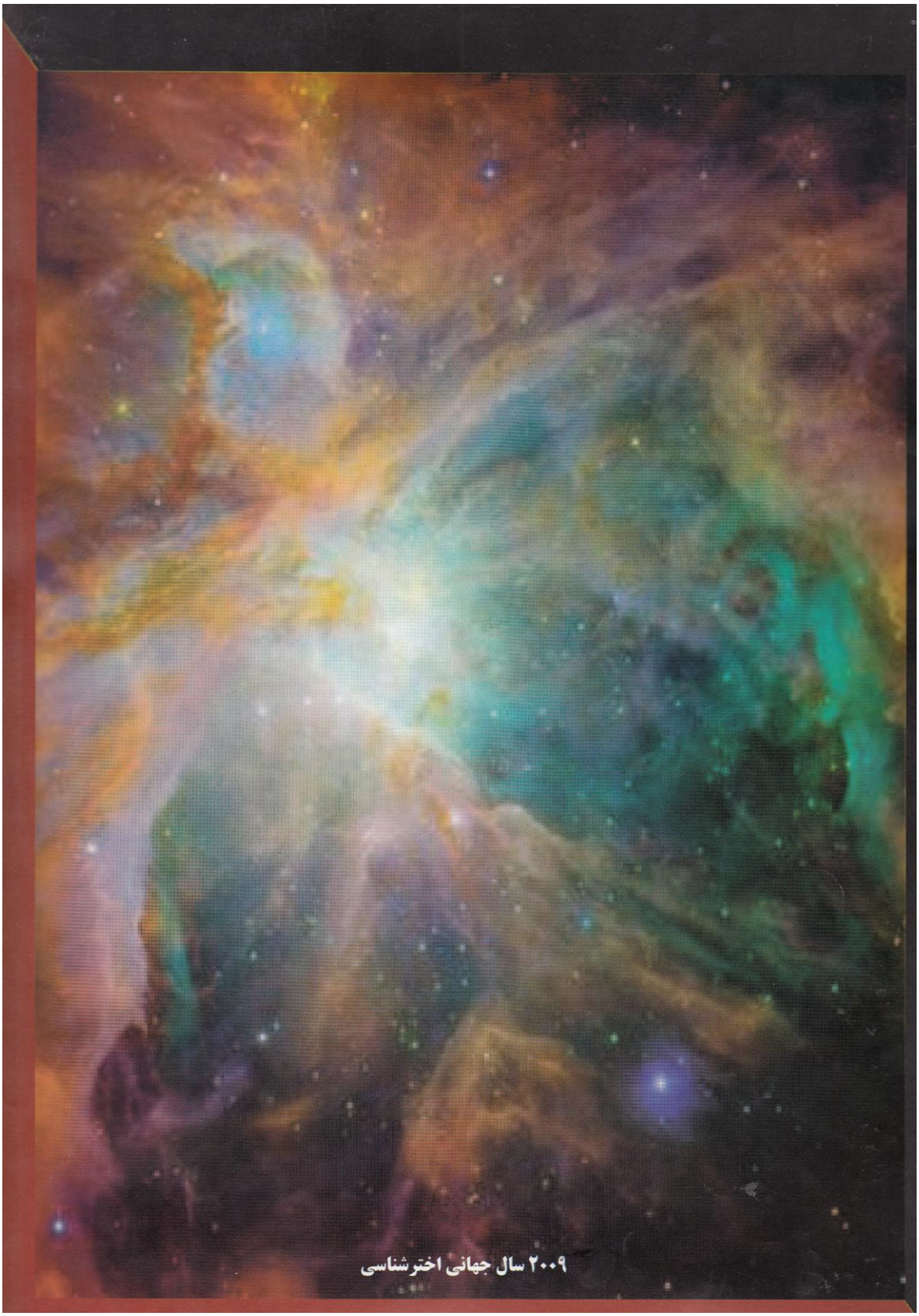
در هر سه مورد پاسخ درست گزینه‌ی (ب) است. طبق قانون سوم نیوتن نیروهای کنش و واکنش با هم برابر و در خلاف جهت یکدیگرند. از سویی چون زمان برخورد یکسان است Ft هم برای هر دو یکی است و طبق رابطه‌ی $Ft = \Delta mv$ تغییر اندازه حرکت هر دو هم برابر است. البته این نکته بدان معنا نیست که اندازه‌ی حرکت حشره و اتوبوس با هم برابر است بلکه تنها تغییر اندازه حرکت آنها با هم برابر است.

عجیب است که در برخورد دو موجود کاملاً متفاوت یعنی یک حشره و یک اتوبوس سه کمیت با جهت‌های مخالف برابری می‌کنند: نیرو، ضربه و تغییر اندازه‌ی حرکت!

.....

پ پاسخ درست است. گلوله‌ای که سرعتش بیشتر است اندازه‌ی حرکت و انرژی جنبشی بیشتری دارد. چگونه با یک نیروی معین اندازه‌ی حرکت بیشتری حاصل می‌شود؟ با ضربه‌ی بزرگتر یعنی Ft. زمان تأثیر نیرو در لوله‌ی بلندتر طولانی‌تر است. چگونه گلوله انرژی جنبشی بیشتری به دست می‌آورد؟ با کار بیشتر یعنی Fx .هر چه جابه جایی بیشتر باشد نیروی وارد بر گلوله کار بیشتری انجام می‌دهد و کار بیشتر یعنی تغییر انرژی جنبشی بیشتر.

The Physics Teachers


۲۰۰۹ سال جهانی اخترشناسی