فیزیک روز

فصلنامهٔ علمی-ترویجی انجمن فیزیک ایران
شمارهٔ ششم. پاییز ۱۳۹۳

دیباچه ۲

اخبار ۴
- مدیریت پروژه‌های علمی کلان
- جایزهٔ نوبل فیزیک ۲۰۱۴ برای مخترعان «نور آبی»
- ثبت روز جهانی «علم در خدمت صلح و توسعه»در تقویم ملی
- کنفرانس فیزیک پزشکی ایران
- هفتهٔ ترویج علم
- جایزهٔ ثبوتی
- دومین کنفرانس بین‌المللی تجاری‌سازی فن‌آوری
- هفتهٔ ملی پژوهش
- جایزهٔ آی سی تی پی (ICTP)
- تعویض بیت سریع (کلیدزنی بیتیِ سریع) در یک حافظهٔ گرمایی
- ذرات پیوندی بدون پیوند ثابت
- پالس‌های عصبی از کنار هم عبور می‌کنند.
- چین درصدد ساخت اَبَرشتابگر
- نظارت بر تأسیسات هسته‌ای با استفاده از پادنوترینوها
- سردسازی نقطهٔ کوانتومی با استفاده از جریان اسپینی
- فوتون‌های درهم‌تنیده از یک تناقض تصویر می‌سازند.
- جهش کوانتومی می‌تواند باعث انفجار سیاه‌چاله‌ها شود.

یاد ۱۸
- از ملک ادب حکم‌گزاران همه رفتند.
- یادنگار حسین

مقاله‌ها ۲۰
- مصاحبه با برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک، آندره گایم
- نگارش کتاب دانشگاهی
- بررسی شیوهٔ جدید پیشنهادی برای دورهٔ کارشناسی فیزیک
- فرق پیکان با بنز

فیزیک در جامعه ۳۷
- مدرسهٔ تابستانه سرن
- گزارشی ازبیست و دومین گردهمایی دانش آموزی فیزیک ایران

معرفی کتاب ۴۴
- معرفی کتاب: آموزش فیزیک
- معرفی کتاب: جهان کوانتومی نوین

پژوهش‌های روز ۴۷
- اثر اتلاف بر انتشار نور در آرایه‌ای از موج‌برهای نوری

پرسش‌های این شماره ۴۹
- پاسخ پرسش‌های شمارهٔ قبل
- پرسش‌های این شماره

اخبار انجمن فیزیک ۵۱
- اخبار انجمن فیزیک

تصویر روی جلد:
LED آبی رنگ
منبع:http://www.vistortech.com/news/media/k2/items/cache/edf3c19e4238ac00827849d298e6f1f9_XL.jpg

صاحب امتیاز: انجمن فیزیک ایران

مدیر مسئول:هادی اکبرزاده
(رئیس انجمن فیزیک ایران)

سردبیر: کیوان آقابابایی سامانی

هیئت‌دبیران: محمدرضا اجتهادی، سیدنادر رسولی، سیما قاسمی، فرهنگ لران، حمیدرضا مشفق، سامان مقیمی‌عراقی،مانیا ملکی

ویراستار: ماندانا فرهادیان

مسئول اجرایی: الهام صادقی

صفحه‌آرا: الهام صادقی

استفاده از مطالب «فیزیک روز»بدون کسب اجازه مجاز نیست. برای آگاهی از شرایط به وبگاه مجله مراجعه کنید.

انجمن فیزیک ایران
تهران، میدان توحید، ابتدای خیابان نصرت غربی، شمارهٔ۱۴، طبقهٔ چهار
وبگاه انجمن فیزیک ایران: www.psi.ir

مدیریت پروژه‌های علمی کلان

شاهین روحانی
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

رشد علمی‌کشور به‌طور خاصی طی دو دههٔ گذشته چشم‌گیر بوده است. این رشد علمی‌با تعریف و اجرای پروژه‌های انفرادی یا گروهی در سطح مؤسسه‌های پژوهشی کشور همراه بوده ولی اکنون در حال ورود به فاز جدیدی است. این فاز جدید مستلزم اجرای پروژه‌های کلان ملی است. علی‌رغم تأثیر بسزای این پروژه‌ها در کیفیت و کمیت عملکرد علمی‌در کشور، نکات کلیدی در مدیریت این پروژه‌ها به توجه بیشتری نیاز دارد.

توسعهٔ علمی‌کشور ما از مراحل مختلفی عبور کرده است. به عنوان مثال، سال‌ها پیش در تعریف پژوهش اشکال داشتیم. به نظر من پژوهش یعنی یافتن جواب به سؤالی که جوابش برای بشریت دانسته نیست و ثبت نشده است. این تعریف از پژوهش را قبلاً در ایران قبول نداشتند (هنوز هم البته هستند کسانی که قبول ندارند). مدتی این بحث درکشور ما مطرح بود که اگر جواب سؤالی در جهان دانسته است ولی در ایران دانسته نیست، قابل قبول است که در آن زمینه پژوهش انجام دهیم و این پژوهش بومی‌سازی به حساب می‌آید. بحث دیگر درکشور ما این بود که نیازی به ثبت پژوهش نیست. هم اکنون هر دو بحث به نتیجه رسیده‌اند. اولاً بومی‌سازی پژوهش نیست و ثانیاً ثبت نتیجهٔ پژوهش الزامی‌است.

تاکنون کشور ما فازهای متعددی را پس از این مرحلهٔ ابتدایی علمی پشت‌سر گذاشته است. اکنون کشور ما دارای بالاترین حجم پژوهش درجهان اسلام است. در بعضی زمینه‌های خاص مانند نانو، حجم تولید مقالات بیش از کشوری مانند فرانسه بوده و در رتبهٔ هفتم دنیا قرار دارد. البته از نظر کیفیت چندان چنگی به دل نمی‌زند. در بعضی موارد مانند نظریهٔ ریسمان نسبتاً در رده‌های خوب کیفیتی قرار داریم ولی حجم پایین است.

اکنون در این فاز جدید، کشور ما با چالش بسیار بزرگی روبرو است و آن اجرای پروژه‌های کلان علمی در قالب یک برنامهٔ مدون و چشم‌انداز واقع‌بینانه از افق علمی مدرن و هم‌سو با نیازهای کشور است. فعالیت‌های یک و یا چند نفره در برخی از موارد علمی‌جوابگو هستند، ولی نتایج قابل توجه جهانی فقط از پروژه‌های کلان علمی‌ای حاصل می‌شود که چند صد نفر و گاهی چندین کشور در آن مشارکت دارند. مثال‌هایی از این پروژه‌های کلان در خارج عبارتند از CERN یا ISS، و در داخل کشورمان نظیر منبع نور ایران (ILSF) یا رصدخانهٔ ملی. توسعهٔ علمی‌ایران تاکنون بیشتر از پایین به بالا صورت گرفته است، یعنی به همت استاد و یا استادانی که در گروه‌های کوچک که به هر نحوی شده منابعی را تهیه کرده‌اند و کار خود را انجام داده‌اند. اما پروژه‌های کلان نیاز به دست بالا هم دارد. یعنی ارگان‌های دولتی که متولی پژوهش علمی‌در کشور هستند نیز باید آستین بالا بزنند و حرکتی کنند. اما ما می‌دانیم که این ارگان‌ها تا چه حد مشکل دارند و ناتوان هستند.

در واقع سؤال‌های کلیدی زیر نیاز به روش‌هایی فکرشده برای بررسی دارند:

- تعریف پروژهٔ کلان علمی.
- تشخیص موضوع و ارتباط آن با شرایط اقتصادی ـ اقلیمی و فرهنگی کشور.
- تشخیص توان علمی فن‌آوری کشور برای اجرا و نیز تشخیص فرد یا افرادی که توان علمی مدیریتی اجرای پروژه‌های کلان را داشته باشند.
- نحوهٔ نظارت بر پروژه‌های کلان ملی.
- تشخیص و تعیین بهترین سازمان مجری برای مدیریت پروژه‌های کلان کشور.
- تشخیص راه‌کارهای مناسب برای تداوم پروژه‌های کلان، به این معنی‌که پروژه‌های کلان در فاز راه‌اندازی شاید بین ۲ تا ۱۰ سال تداوم داشته باشند، ولی پس از راه‌اندازی برای مدت بسیار طولانی‌تر نیاز به پشتیبانی دارند. راه‌کارهای ایجاد این تداوم چیست؟

چند سال پیش که کشورمان در پروژهٔ کلان بین‌المللی LHC واقع در مجموعهٔ CERN فعال شد، فرصتی یافتم که از نزدیک با تیم مدیریتی LHC آشنا شوم. این فرصت بسیار آموزنده بود. حتی نحوهٔ چیدمان تیم مدیریتی برای من تازگی داشت. ما در کشورمان به تازگی با پروژه‌های کلان مهندسی، مثلاً ساخت نیروگاه و یا پالایشگاه، آشنا شده‌ایم. ساختار چنین پروژه‌های مهندسی از روش و استاندارد خاصی تبعیت می‌کند، چرا که نیروی انسانیِ درگیر در این پروژه‌ها عمدتاً کارگر ساده هستند. در حالی که در یک پروژهٔ کلان علمی، نیروی‌های درگیر عمدتاً دکتری دارند و این امر ساختار مدیریتی متفاوتی را می‌طلبد. لذا این سؤال مطرح می‌شود که ما چگونه باید ساز و کار پروژه‌های کلان علمی را در کشورمان فراهم کنیم؟ انصافاً جواب قاطعی ندارم. چند راهبرد را می‌توانم نام ببرم :

۱. وارد شدن در چند پروژهٔ کلان بین‌المللی جهت کسب تجربهٔ مدیریتی.

پروژه‌های موجود بین‌المللی که اجازهٔ همکاری به کشورهای متعددی را می‌دهد، بستر مناسبی است برای این‌که پژوهشگران ما از نزدیک با نحوهٔ مدیریت پروژه‌هایِ کلان علمی‌آشنا شوند. البته حرف آخر نخواهد بود، زیرا معمولاً فاز مشارکت و نگهداری بسیار متفاوت از فاز اجرا است.

۲. انجام چند مطالعهٔ میدانی و پژوهشی جهت جمع‌بندی تجاربی که در کشور حاصل شده است.

تجربه‌های متعددی در کشور صورت گرفته‌اند، مانند پروژهٔ سزامی(SESAME)، و دیگر پروژه‌های متعدد کلان که معاونتِ پژوهشیِ وزارت علوم و یا معاونتِ علمی و فن‌آوریِ ریاست جمهوری آن‌ها را اجرا کرده‌اند. تا آن‌جا که اطلاع دارم نتایج و تجربیات حاصل از این فعالیت‌ها جمع‌بندی و مستندسازی نشده‌اند. خوب است که این مهم صورت پذیرد.

۳. ارگان‌های متعددی برای تأمین بودجهٔ پروژه‌های پژوهشی وجود دارند که تا جایی که اطلاع دارم عبارتند از:

- معاونت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های علمی کشور،
- معاونت پژوهشی وزارت علوم،
- صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور،
- معاونت علمی و فن‌آوری ریاست جمهوری ـ مدیریت طرح‌های کلان.

و این‌ها صرفاً مؤسسه‌های غیرنظامی‌هستند. چنین تکثری اصلاً سالم نیست و ای کاش این‌ها همه (حتی معاونت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها) در مرکزی ادغام شوند که طرح‌های پژوهشی را هدایت و با دیدی عملی به آن‌ها توجه کند. به تجربهٔ این‌جانب معاونت پژوهشی دانشگاه برخورد علمی‌دارد ولی توان مالی ندارد، و برعکس صندوق و معاونت ریاست جمهوری دارای منابع مالی هست، ولی عمدتاً فاقد رویکرد علمی‌است. پیشنهاد این‌جانب به‌طور حتم مبتنی بر ایجاد سازمان موازی پنجمی‌نیست، بلکه جمع‌آوری این همه دفتر و دستک و جایگزینی آن با یک واحد کارآمد و توانا است.

شماره‌های پیشین فصل‌نامهٔ «فیزیک روز»

در وبگاه مجله در دسترس است.

www.psimag.ir

جایزهٔ نوبل فیزیک ۲۰۱۴ برای مخترعان «نور آبی»

جایزهٔ نوبل فیزیک ۲۰۱۴ به دانشمندان متولد ژاپن، ایسامو آکاساکی، هیروشی آمانو، و شوجی ناکامورا برای «اختراع دیودهای نوری آبی‌رنگ پربازده که تولید نور سفید درخشان و باصرفه را امکان‌پذیر ساخته است» اهدا شد. برای تولید نور سفید رنگ کامل ترکیب سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی لازم است. رنگ‌های سبز و قرمز قبلاً توسط دانشمندان کشف شده بود اما محققان سعی داشتند مواد خاص لازم برای تولید دیود نوری آبی رنگ را پیدا کنند. این دانشمندان طی مطالعات دقیق و بررسی‌های خود متوجه شدند که استفاده از عنصر نیترید گالیوم می‌تواند به تولید نور آبی منجر شود. سپس روشی مؤثر و عملی برای تولید این دیود نوری آبی‌رنگ ابداع کردند که فرآیند کاملاً پیچیده‌ای محسوب می‌شود که طی آن از عناصری مانند آلومینیوم و ایندیوم استفاده شده است. بر اساس اعلام کمیتهٔ اهدای جوایز نوبل، این جایزه به دلیل اهمیتی که این اختراع در توسعهٔ روش جدیدی برای تولید نور سفیدِ باصرفه و بادوام در مقایسه با روش‌های سنتی تولید نور داشته به این دانشمندان اهدا شده است. آکادمی‌سلطنتی علوم سوئد (RSAS) می‌گوید: «لامپ‌های متشکل از دیود نور می‌توانند منجر به افزایش کیفیت زندگی یک و نیم میلیارد نفری در سراسر جهان شوند که متأسفانه بنا به دلایل خاصی شبکه‌های برق‌رسانی ندارند. این چراغ‌ها مصرف بسیار کمی‌دارند و با استفاده از انرژی خورشیدی محلی به ارزان‌ترین شکل ممکن قابل استفاده خواهند بود. آکاساکی و آمانو اساتید دانشگاه ناگویای ژاپن و ناکامورا استاد دانشگاه کالیفرنیا در سانتاباربارا در امریکا است.

ثبت روز جهانی «علم در خدمت صلح و توسعه» در تقویم ملی

با پیشنهاد و پیگیری انجمن ترویج علم ایران، ۱۹ آبان برابر با ۱۰ نوامبر، روز جهانی «علم در خدمت صلح و توسعه» در تقویم رسمی‌کشور ثبت شد. اطلاعات بیشتر در سایت دبیرخانهٔ شورای فرهنگ عمومی http://pcci.ir آمده است.

کنفرانس فیزیک پزشکی ایران

یازدهمین کنفرانس فیزیک پزشکی ایران ۱۵ آبان هم‌زمان با روز جهانی «فیزیک پزشکی» در محل تالار امام بیمارستان امام خمینی برگزار و «جایزهٔ پروفسور پارسایی» به هشت پژوهشگر جوان برگزیده اهدا شد. کنفرانس فیزیک پزشکی ایران هر دو سال یک بار برگزار می‌شود و اولین دورهٔ آن در سال ۱۳۷۰، در شهر تبریز برگزار شد. بیشترین مقالات ارسالی به این کنفرانس مربوط به حوزهٔ پرتودرمانی بوده است.

هفتهٔ ترویج علم

انجمن ترویج علم ۱۸ تا ۲۳ آبان‌ماه، هم‌زمان با روز جهانی «علم در خدمت صلح و توسعه» به برگزاری مراسم هفتهٔ ترویج علم با هدف بهره‌مندی آحاد جامعه از ثمرات علم، فن‌آوری و نوآوری و ایجاد بستر و فضای مناسب گفتمان پیرامون تاثیر علم، فن‌آوری و نوآوری بر زندگی روزمره مردم پرداخت. به همین مناسب همایش «نقش آموزش در صلح و توسعهٔ پایدار با تأکید برکشورهای در حال توسعه» در دانشگاه صنعتی شریف، بازدید دانش‌آموزان از مراکز پژوهشی، کارگاه آموزشی دوروزهٔ «روزنامه نگاری علمی» در برج میلاد و کارگروه‌های تخصصی زنان و معلمان مروج علم برگزار شد.

جایزهٔ ثبوتی

انجمن نجوم ایران به منظور ایجاد تحول و حرکت‌های نوین در بخش نجوم رصدی، به سازندگان دستگاه‌های رصدی یا استفاده‌کنندگان از امکانات موجود که با رویکردی جدید به حصول نتایج بدیع قابل استفاده در رصدهای نجومی می‌پردازند جایزهٔ ثبوتی اهدا می‌کند. دستگاهی که ساخته می‌شود باید حداقل دارای ویژگی‌های زیر باشد: قبلاً در ایران ساخته نشده باشد یا چنین رویکردی به آن وجود نداشته باشد. سبب سهولت و بالا رفتن کیفیت رصد شود. پدیدهٔ مهمی را به صورت تجربی به کار گیرد. امسال هم‌زمان با برگزاری هشتمین همایش ملی نجوم و اخترفیزیک در دانشگاه صنعتی امیرکبیر، سومین جایزهٔ ثبوتی اهدا می‌گردد. همایش ملی نجوم و اخترفیزیک در تاریخ ۱۵ و ۱۶ بهمن ماه ۱۳۹۳ در دانشکدهٔ مهندسی انرژی و فیزیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر با همکاری انجمن نجوم و این دانشگاه برگزار می‌شود.

دومین کنفرانس بین‌المللی تجاری‌سازی فن‌آوری

دومین کنفرانس بین‌المللی تجاری‌سازیِ فن‌آوری روزهای ۱۴ و ۱۵ دی ماه سالِ جاری در دانشگاه تهران برگزار خواهد شد. این کنفرانس شامل بخش‌های مختلفی است: ارائهٔ مقالات علمی‌پژوهشی محققان در محورهای تخصصی با حضور محققان و اساتید دانشگاهی؛ ارائه مقالات کاربردی و تجربه‌های موفق شرکت‌های دانش‌بنیان و بنگاه‌های اقتصادی؛ کارگاه‌های تخصصی در حوزهٔ محورهای تخصصی و نشست‌های تخصصیِ تجاری‌سازی فن‌آوری با حضور ذی‌نفعان نخبهٔ خصوصی و دولتی. از جمله محورهای این همایش تجاری‌سازی محصولات و خدمات علوم و فن‌آوری‌های جدید از جمله نانوفن‌آوری است. علاقمندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر به سایت همایش به آدرس .http://ictc ut.ac.ir/ مراجعه کنند.

هفتهٔ ملی پژوهش

به مناسبت پانزدهمین دورهٔ هفتهٔ ملی پژوهش، از تاریخ ۲۳ الی ۲۶ آذر نمایشگاهی با حضور ۲۰۰ غرفه از دانشگاه‌ها، مراکز علمی و فن‌آوری و آموزش عالی در محل نمایشگاه‌های دائمی بین المللی تهران برگزار شد. هدف از برگزاری هفتهٔ ملی پژوهش را می‌توان شناسایی توانمندی‌های پژوهش و فن‌آوری مراکز تحقیقاتی، شناسایی و معرفی پژوهشگران برتر، امکان تجاری‌سازی یافته‌های پژوهش و فن‌آوری (فن بازار)، فراهم کردن فضای همکاری بین پژوهشگران، برقراری ارتباط مراکز صنعتی و تولیدی با مراکز تحقیقاتی و نهادینه کردن پژوهش در سطح جامع عنوان کرد.

جایزهٔ آی‌سی‌تی‌پی (ICTP)

مؤسسهٔ آی‌سی‌تی‌پی، واقع در شهر تریستِ ایتالیا، مؤسسه‌ای است که عبدالسلام، برندهٔ جایزهٔ نوبل، برای ترویج پژوهش در رشته‌های فیزیک و ریاضی و با توجهی ویژه به پژوهشگران کشورهای در حال توسعه بنا نهاد. اهدای جایزهٔ آی سی تی پی در سال ۱۹۸۲ به پیشنهاد شورای علمی‌آی سی تی پی آغاز شد. این جایزه به افراد زیر چهل سال که در رشتهٔ فیزیک یا ریاضی کار پژوهشی در خور توجهی انجام داده‌اند اهدا می‌شود و هر ساله به نام و افتخار یک دانشمند برجسته نام‌گذاری می‌شود. جایزهٔ سال ۲۰۱۳ آی سی تی پی که مراسم اهدای آن در پاییز امسال برگزار شد به افتخار ماری کوری نام‌گذاری شده بود. این جایزه به یاسمن فرزان از ایران و پاتچانیتا تامیونگ‌کیات از تایلند اهدا شد. این دومین بار است که جایزه به یک ایرانی تعلق می‌گیرد. جایزهٔ سال ۲۰۰۷ نیز به محمد مهدی شیخ‌جباری تعلق گرفته بود. همچنین این اولین بار است که جایزه به خانم‌ها اهدا می‌شود. جایزه مشتمل است بر یک مجسمه، مبلغ ۳۰۰۰ دلار و لوح.

روال انتخاب افراد برای جایزه به این قرار است: ابتدا دانشمندان مطرح در رشتهٔ ریاضی و فیزیک، اشخاصی را که از نظرشان سزاوار دریافت جایزه هستند برای اخذ جایزه نامزد می‌کنند و رزومهٔ این اشخاص را به همراه مقاله‌ای که سهم آن‌ها را در پژوهش نشان می‌دهد به کمیتهٔ انتخاب می‌فرستند. همچنین سه نفر را به عنوان داور معرفی می‌کنند. سپس با داوران مزبور تماس گرفته می‌شود و با توجه به ارزیابی آنان از میان نامزدها کسی که جایزه را دریافت می‌کند انتخاب می‌کنند. از میان کسانی که در شاخهٔ پژوهشی انرژی‌های بالا این جایزه را گرفته‌اند به نام‌های زیر بر

می‌خوریم: آشوک سن، کودو، و محمد مهدی شیخ‌جباری. این نخستین بار است که جایزه به یک پدیده‌شناس در این شاخه تعلق می‌گیرد. امید است این رویداد نویددهندهٔ دورانی نو برای پژوهش در کشورهای در حال توسعه باشد که در کنار تمرکز بر کار پژوهش نظریِ محض، به پژوهشِ نزدیک به آزمایش نیز عنایت بیشتری شود.

از تاریخ ۶ تا ۹ اکتبر مراسمی به مناسبت پنجامین سالگرد تأسیس موسسهٔ آی سی تی پی در محل این مؤسسه برگزار شد. فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان برجسته، و تنی چند از شخصیت‌های سیاسی و فرهنگی از سراسر دنیا که سال‌هایی متمادی با این مؤسسه همکاری نزدیک داشتند در این مراسم شرکت کردند. در روز اول مراسم، آقای کِودو، رئیس فعلی آی سی تی پی، و خانم ایرنا بوکوا، رئیس فعلی یونسکو، جایزهٔ آی سی تی پی را به یاسمن فرزان از ایران و پاتچانیتا تامیونگ‌کیات از تایلند اهدا کردند. موضوع پژوهشی یاسمن فرزان فیزیک نوترینو، مادهٔ تاریک و رابطهٔ این دو است. خانم پاچانیتا تامیونگ‌کیات روی سلول‌های خورشیدی پژوهش می‌کند. جایزه به منظور پاس‌داشتِ مجموعه پژوهش‌های این دو نفر در این دو زمینه اهدا شده است.

سخنرانی یاسمن فرزان با عنوان «مادهٔ روشن چون چراغی برای مادهٔ تاریک» در روز سوم مراسم ایراد شد. دیگر سخنرانان این مراسم عبارت بودند از مایکل گرین، نظریه‌پرداز مشهورِ نظریهٔ ریسمان از دانشگاه کمبریج، جوگش پاتی، پدیده‌شناس سرشناس در زمینهٔ نظریه وحدت بزرگ از دانشگاه استنفورد، و روی گلابر برندهٔ جایزه نوبل.

در زیر چکیده‌ای از سخنرانی یاسمن فرزان در این مراسم آورده شده است:

سخنرانی با مرور کوتاهی بر شواهد مادهٔ تاریک، مشتمل بر سرعت حرکت ستارگان در کهکشان‌ها، حرکت کهکشان‌ها در خوشه‌های کهکشانی، انحراف مرکزجرم کل مادهٔ موجود در خوشهٔ کهکشانی موسوم به خوشهٔ گلوله از مرکزجرم گاز موجود در این خوشه، تشکیل ساختار، و در نهایت اثرهای مادهٔ تاریک بر تابشِ ریزموج زمینه شروع شد. سپس با برشمردن ویژگی‌های کلی ذرات مادهٔ تاریک، نظیر خنثی بودن از نظر الکتریکی و پایداری (طول‌عمر بیش از عمر جهان)، مطرح شد که هیچ کدام از ذرات شناخته‌شدهٔ فعلی نمی‌توانند نقش مادهٔ تاریک را بازی کنند. سپس به برخی از مدل‌های ساده، اما محبوبِ مادهٔ تاریک، که در مقالات به تفصیل بررسی شده‌اند، اشاره شد. آن‌گاه خانم فرزان این پرسش را مطرح کرد که آیا سادگی می‌تواند راهنمای درستی برای مدل‌سازیِ فیزیکیِ ناشناخته‌ها باشد. با بررسی فهرست ذرات بنیادیِ شناخته‌شده و برهم‌کنش‌های آن‌ها می‌بینیم که مدل استاندارد چندان ساده و کمینه نیست. خانم فرزان به عنوان مثالی مشخص روی نظریهٔ پیمانه‌ای الکتروضعیف انگشت گذاشت که عبدالسلام، برندهٔ جایزهٔ نوبل و بنیان‌گذار مؤسسهٔ آی سی تی پی در فرمول‌بندی آن سهمی‌کلیدی داشت. این مدل، به هنگام تکوین، ساده‌ترین مدلِ متصور برای توضیح مشاهداتی که تا آن زمان انجام گرفته بودند نبود. این نظریه در واقع ذرات جدیدی را با ویژگی‌های جدید و غیربدیهی، مانند بوزون Z، پیش‌بینی می‌کرد که هیچ اثری از آن‌ها چه مستقیم و چه غیرمستقیم تا آن زمان مشاهده نشده بود. مدتی بعد از تکوین فرضیه بود که این ذرات پیش‌بینی شده در آزمایش‌ها کشف شدند و درستی مدل را تثبیت کردند. اگر بخواهیم گذشته را چراغ راه آینده در نظر بگیریم از این ملاحظه می‌آموزیم که برای مدل‌سازی در مورد ناشناخته‌ها نیازی به محدود شدن به ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین امکان‌ها نیست. سپس خانم فرزان ایده‌هایی از مدل‌سازی برای مادهٔ تاریک را برشمرد که با توجه به این دیدگاه مطرح شده‌اند و خود او هم در پرداختن آن‌ها نقش داشته است. از این میان می‌توان به مادهٔ تاریکِ برداری، وجود ذرات مادهٔ تاریکِ چندگانه و اتم تاریک اشاره کرد. سپس با جزئیات بیشتری به مدلی پرداخت که با هدف مرتبط کردنِ مادهٔ تاریک و جرم کوچک نوترینوها توسط او و گروهی از همکارانشان ارائه شده است. در این مدل ذرهٔ اسکالری با جرم حدود جرم الکترون نقش مادهٔ تاریک را بازی می‌کند و جرم نوترینوها از تصحیحات حلقه به دست می‌آید. این مدل در واپاشی مزون‌ها اثراتی را پیش‌بینی می‌کند که قابل اندازه‌گیری هستند. پیام انتهایی سخنرانی این بود که برای آموختنِ بیشتر در مورد مادهٔ تاریک باید آزمایشِ دقیق، اما نسبتاً انرژیِ پایینِ مربوط به واپاشی مزون‌ها را با جدیت بیشتری دنبال کرد. فایل سخنرانی در اینترنت به آدرس زیر موجود است.

http://indico.ictp.it/event/a13223/session/28/contribution/72

«فیزیک روز» آمادهٔ دریافت خبرهای جامعهٔ فیزیک از سراسر کشور است.
خبرهای مؤسسه یا دانشگاه خود را به دفتر مجله بفرستید و با «فیزیک روز» در تهیهٔ خبر همکاری کنید.

تعویض بیت سریع (کلیدزنیِ بیتیِ سریع) در یک حافظهٔ گرمایی

نظریه‌پردازان طرح یک حافظهٔ «گرمایی» را داده‌اند که به جای ولتاژ بر مبنای دما کار می‌کند و می‌تواند سریع‌تر از طرح‌های دیگر از صفر به یک تبدیل شود.

یک بیت گرما: دو صفحهٔ نازکِ موازی که از طریق تابش حرارتی گرما مبادله می‌کنند، می‌توانند «بیت» گرمایی‌ای بسازند که به سرعت بین «یک» و «صفر» تغییر می‌کند. یکی از این صفحات از ماده‌ای مانند VO_2 ساخته شده که بین دو حالت با خصوصیات گرمایی مختلفی که به دمای آن بستگی دارند تغییر می‌کند.

فن‌آوری اطلاعات کنونی بر پایهٔ جریان‌های الکتریکی است، اما محققان می‌خواهند مدارهای دیجیتالی‌ای تولید کنند که به جای الکتریسیته بر مبنای جریان گرمایی باشد که دست‌کم برای اهداف تخصصی استفاده شود. در مقاله‌ای در مجلهٔ فیزیکال ریویو لترز، یک گروه تحقیقاتی با توصیف یک حافظهٔ گرمایی سریع، یعنی مؤلفه‌ای که بتواند یک صفر یا یک را در الگوی پایدار دمایی ذخیره کند، توانسته این فن‌آوری را یک قدم به پیش ببرد. این حافظهٔ پیشنهاد شده شامل دو صفحه است که قادر به تبادل گرما از طریق تابش هستند و سریع‌تر از حافظه‌های پیشنهاد شدهٔ قبلی که بر پایهٔ رسانش گرمایی بودند، کار می‌کند.

حدود یک دهه است که نظریه‌پردازان در حال بسط مفاهیم محاسبات گرمایی[1] هستند، نه به این خاطر که فکر می‌کنند که از الکترونیک دیجیتالی فعلی سریع‌تر هستند، بلکه به این دلیل که فکر می‌کنند ممکن است کاربردهای خاص پیدا کند. برای مثال محاسبات گرمایی ممکن است منجر به کنترل پیشرفتهٔ شارش گرما در یک ریزتراشهٔ کامپیوتری شود و در نتیجه "بتوان" گرما را در مقیاس نانو کنترل کرد.

مؤلفه‌های حافظه و ترانزیستورها از اجزای سازندهٔ اصلی مدارهای الکترونیکِ دیجیتالی هستند که برای ذخیرهٔ اطلاعات به صورت صفر و یک، و قطع و وصل کردن جریان الکتریکی استفاده می‌شوند. ترانزیستورها برای ورودی‌های منطقی[2] که اطلاعات را پردازش می‌کنند، ضروری هستند. فن‌آوری پردازش اطلاعات گرمایی نیازمند مؤلفه‌های قیاسی[3] برای قطع و وصل کردن جریان گرمایی و همچنین ذخیره‌سازی بیت‌ها در حین تغییر دما است.

تاکنون محققان با استفاده از موادی مثل نیم‌رساناها و نانولوله‌های کربنی هم کلیدهای قطع و وصل، و هم مؤلفه‌های حافظه تولید کرده‌اند؛ گو این که فن‌آوریِ منتجه، به دلیل سرعتِ شارشِ گرما از طریق رسانش در جامدات، کُند است. فیلیپ بن‌عبداله از دانشگاه پاریس جنوب[4] می‌گوید: علی‌الاصول ابزارهای سریع‌تری که به جای رسانش، از طریق گرمایی که تابش الکترومغناطیسی حمل می‌کند و با سرعت نور حرکت می‌کند، امکان‌پذیر هستند.

در ماه ژانویه، بن‌عبداله و سوِن او بیس[5] از دانشگاه کارل فون اوزیتسزکی[6] در اولدنبورگ آلمان، نشان دادند که با استفاده از ره‌یافت تابشی چگونه می‌توان یک ترانزیستور با قابلیت قطع و وصل سریع ساخت. حال، این سه نفر با همکاری لیاچسلاو کوبیتسکی[7] از دانشگاه پاریس یک حافظهٔ گرمایی تابشی را توضیح داده‌اند. بن‌عبداله می‌گوید: «حافظهٔ گرمایی آخرین جزء سازندهٔ اصلی برای ساختن مدارهای گرمایی برای فوتون‌ها است».

طرح آن‌ها شامل دو ویفر جامد نازک و کوچک است که به فاصلهٔ چند سانتیمتری از هم قرار گرفته‌اند. وقتی این ویفرها بین دو جسم که دماهای ثابتِ متفاوتی دارند گذاشته شوند، از طریق تابش با یکدیگر و با دو جسم انرژی تبادل می‌کنند. ویفرها خیلی زود در دو دمای مختلف T_1 و T_2 به تعادل می‌رسند.

نویسندگان شرح می‌دهند که کلیدِ ساختن یک حافظه این است که یکیِ از این ویفرها از ماده‌ای معمولی، مثلاً شیشه، ساخته شود و دیگری از ماده‌ای غیرمعمول‌تر. آن‌ها دیاکسید وانادیم (VO_2) را پیشنهاد دادند، ماده‌ای که خواصش در دمای ۳۴۰ کلوین به شدت تغییر می‌کند. این ماده در دماهای بالاتر از این دما الکتریسیته را به راحتی، مثل یک فلز، هدایت می‌کند، در حالی که در دماهای پایین‌تر هدایت ناچیزی دارد. این دو حالت خواص گرمایی مختلفی دارند.

این گروه به طور ریاضی نشان داده‌اند که به علت این تغییر سریع در خواص، ویفرها به جای یک جفت، دو جفت دمای تعادلی خواهند داشت که حالت نهایی آن‌ها به دماهای اولیه بستگی دارد. برای

مثال، در یک چیدمان آزمایشی خاص، اگر دمای اولیهٔ ویفر شیشه‌ای زیر ۳۰۰ کلوین و دمای ویفر VO_2 بالاتر از ۳۴۰ کلوین باشد، دماهای نهایی به ترتیب ۳۲۴ و ۳۴۲ کلوین می‌شود که آن را حالت «یک» نامیدند. اما اگر آزمایش از شرایط اولیهٔ دیگری شروع شود، دماهای نهایی برای حالت «صفر» ۳۲۸ و ۳۳۸ کلوین می‌شوند. سیستم دو حالت تعادلی دارد و «دوپایا»[8] نامیده می‌شود.

تحلیل‌های این گروه نشان می‌دهد که حالت چنین حافظه‌ای را به سادگی می‌شود فقط با گرم یا سرد کردن ویفر VO_2 به اندازهٔ حدود دو درجه (که مقدار لازم برای گذار فازش است)، بین صفر و یک تغییر داد. بن‌عبداله می‌گوید: علی‌الاصول این تغییر می‌تواند در زمانی به کوچکی نانوثانیه انجام شود که کمی کندتر از حافظه‌های الکترونیکی امروزی است. خواندن مقدار این بیت می‌تواند با اندازه‌گیری رسانایی VO_2 انجام پذیرد. البته در مدارهای دیجیتال نهایی بر پایهٔ تابش گرمایی از فوتون‌ها برای خواندن و کنترل («نوشتن») مقدار این بیت استفاده می‌شود، ولی محققان فعلاً فقط عملکرد حافظه را توصیف می‌کنند.

بن‌عبداله و همکارانش اکنون سعی دارند این ابزار در عمل به اجرا در آورند. بائوون لی[9] از دانشگاه ملی سنگاپور می‌گوید انجام این کار نباید خیلی سخت باشد. او می‌گوید: «این ابزار برای استفاده و کنترل انرژی گرمای اتلافی و کنترل جریان گرمایی در مقیاس میکروسکوپی بسیار مفید خواهد بود».

1 Thermal computing
2 logic gates
3 Analogous
4 Paris-Sud
5 Svend-Age Biehs
6 Ossietzky
7 Viacheslav Kubytskyi
8 bistable
9 Baowen Li

مترجم: پری‌ناز مصدقی

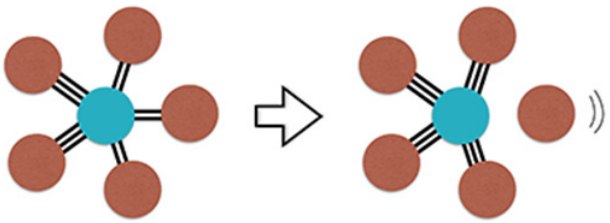
منبع:

http//:physics.aps.org/articles/v7/85(2014)

ذرات پیوندی بدون پیوند ثابت

اتصالگرهای متحرک روی کلوییدهای پوشانده شده با DNA: ظرفیت در غیاب پیوندهای ثابت

کلوییدهای وصله‌دار مخلوط‌هایی معلق از کلوییدها هستند که اتصالگرهایی کوچک با برهم‌کنش چسبنده روی سطح خود دارند. این اتصالگرها را می‌توان با پیوند دادن DNAهای تک رشته‌ای به ذرات کلوییدی ساخت؛ که این ذرات به طور گزینشی به ذرات دیگری که رشته‌های DNA مکمل دارند پیوند می‌خورند. این ویژگی سبب می‌شود این سیستم‌های خودآرا نویدبخش تحقق موادی با ساختارها و کارکردهای مشخص باشند. با این وجود، دشواری کنترل نشاندن اتصالگرهای DNA و A و B به قدر کافی به یکدیگر نزدیک شوند تا DNAها بتوانند پیوند بخورند، دو ذره می‌توانند به همدیگر متصل شوند. اما، در طرح این نویسندگان نقطهٔ پیوند ثابت نیست، بلکه آزاد است تا روی سطح کلویید حرکت کند. نتیجه سیستمی‌است که در آن قدرت برهم‌کنش جاذبه به تعداد اتصالگرهای روی هر کلویید (بیش از یک اتصالگر می‌تواند برای اتصال دو کلویید مورد استفاده قرار گیرد) و به تعداد همراهان پیوندی وابسته است. اگر نیروی دافعه‌ای با قدرت کافی موجود باشد، تعداد ذرات



نیز مشکل بودن کنترل ظرفیت (تعداد همراهان پیوندخورده به هر کلویید) دقت فرآیند خودآرایی را محدود می‌سازد. به تازگی،گروهی به سرپرستی دان فرنکل[1] از دانشگاه کمبریج در انگلستان، روشی پیشنهاد کرده است که در آن با به کار گرفتنِ رشته‌های متحرکِ DNA به جای اتصالگرهای ایستا، دیگر به نشاندن دقیق و کنترل ظرفیت نیازی نیست.

این پژوهشگران سیستمی‌متشکل از کلویید و DNA شامل دو نوع ذرهٔ A و B که روی سطح آن‌ها رشته‌های DNA مکمل (اتصالگر) نشانده شده است، شبیه‌سازی کرده‌اند. همانند سیستم‌های بررسی شدهٔ پیشین، هرگاه B متصل به A ، یعنی ظرفیت، پایین است. ظرفیت با تغییر برهم‌کنش دافعهٔ بین کلوییدها، که از طریق تغییر دما، ظرفیت نمک و یا پوشش کلویید می‌تواند انجام شود، تغییر می‌کند. درصورتی که این روش به لحاظ تجربی تحقق یابد، می‌تواند به روش‌های منعطف‌تری برای طراحی کلوییدهایی با ویژگی‌های مناسب منجر شود. این پژوهش در فیزیکال ریویو لترز چاپ شده است.

1 Daan Frenkel

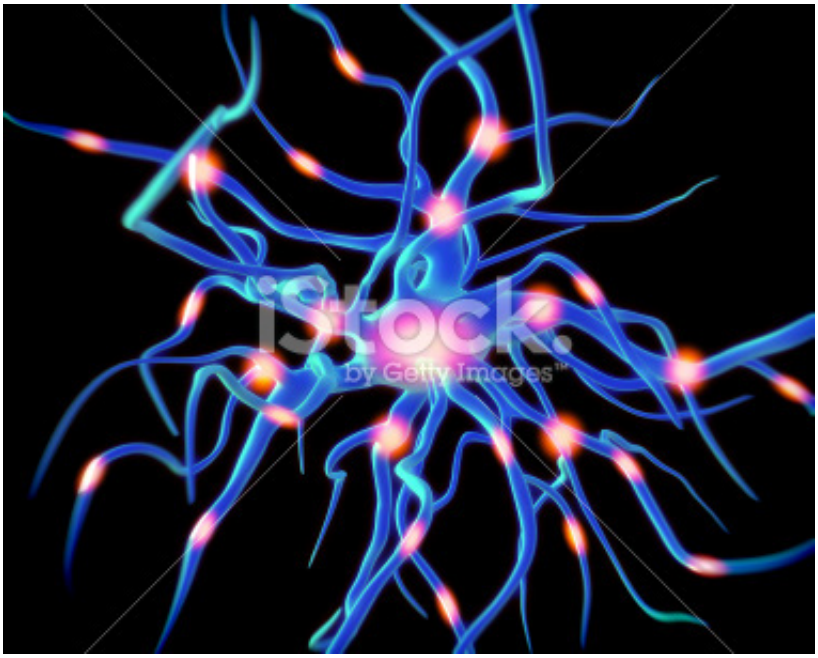
مترجم: زهرا عیدی

منبع:

Phys. Rev. Lett.113,128303 (2014)

پالس‌های عصبی از کنار هم عبور می‌کنند.

عدم تغییر شکل پتانسیل‌های عمل در حین برخورد در اَکسون‌های غول‌پیکر میانی و جانبی بی‌مهرگان



پالس‌های عصبی بر ارتباطات درون سلولی حاکم‌اند و باعث می‌شوند میلیون‌ها یا تریلیون‌ها سلول یک موجود زنده هماهنگ با یکدیگر کار کنند. بعضی از اوقات چنین پالس‌هایی ــ که پتانسیل عمل[1] نامیده می‌شوند ــ در شبکه‌های عصبی بزرگ می‌توانند از دو انتهای مخالف نورون بیایند و با یکدیگر برخورد کنند. از آن‌جایی که در پی یک پتانسیل عمل در یک نورون یک «دورهٔ بدون پاسخ»[2] وجود دارد (که در طی آن نورون تحریک‌پذیر نیست)، تا مدت‌ها فرض بر این بود که تلاقی پالس‌های عصبی در نورون‌ها، باعث نابودی آن‌ها می‌شود. اما نتایج جدیدی که یک گروه تحقیقاتی در دانشگاه کوپنهاگ دانمارک به‌دست آورده‌اند نشان می‌دهند که پالس‌های عصبی‌ای که با یکدیگر برخورد کرده‌اند می‌توانند بی آن‌که اختلال عمده‌ای را تجربه کنند، از کنار هم بگذرند.

به نظر می‌رسد از مطالعاتی در دههٔ ۱۹۴۰ روی انتشار پالس‌های عصبی در قورباغه‌ها انجام گرفته بود، مدرکی دال بر چنین نابودی‌ای به‌دست آمده بود. اما این نتایج از آن زمان تاکنون هرگز بازتولید نشدند. توماس هیمبرگ[3] و همکارانش، انتشار پالس‌های عصبی در طنابِ عصبیِ شکمی‌کرم خاکی و خرچنگ دریایی[4] را بررسی کردند. این پژوهشگران رشته‌های عصبی را با الکترودها تحریک کردند و سپس اختلاف پتانسیل را بعد از برخورد پالس‌ها ثبت کردند. نتایج نشان دادند که نه در رشته‌های میلین‌دار[5] (از کرم خاکی) و نه در رشته‌های بدون میلین (از خرچنگ دریایی) تغییری در شکل یا سرعت پالس‌ها بعد از برخورد ایجاد نمی‌شود و این حاکی از آن است که پتانسیل‌های عمل در هیچ‌کدام از این دو نوع رشتهٔ عصبی اصلی نابود نمی‌شود.

مدل‌هاجکین ـهاکسلی[6] مدلی است که انتشار پالس عصبی را توصیف می‌کند و این نتایج با انتظاراتی که این مدل پیش می‌گذارد سازگار نیست. اما نویسندگان استدلال می‌کنند که این یافته‌ها در صورتی که توضیح داده می‌شوند که پالس‌های عصبی امواج «الکترومکانیکی» باشند: مؤلفهٔ مکانیکیِ آن‌ها است که امکان می‌دهد پس از برخورد به انتشار خود ادامه دهند.

1 Action potential
2 Refractory period
3 Thomas Heimburg
4 Lobster
5 myelinated
6 Hodgkin-Huxley

مترجم: احسان بوالحسنی

منبع:
Phys. Rev. X. 4,031047(2014)

چین درصدد ساخت اَبَرشتابگر

طرح‌هایی که برای ساخت دو شتابگر در چین ارائه شده است، می‌تواند این کشور را به پایتخت شتابگرهای دنیا تبدیل کند.

دهه‌های متمادی است که هر وقت صحبت از برخورددهنده‌های پر انرژی ذرات می‌شود اروپا و ایالات متحده حرف اول را می‌زنند. اما طرحی که چین ارائه کرده و بی سر و صدا در حال شتاب گرفتن است، این امکان را مطرح کرده که این کشور خود را در خط مقدم فیزیک ذرات جای دهد.

دانشمندان مؤسسهٔ فیزیک انرژی‌های بالا (IHEP) در پکن با همکاری دانشمندان کشورهای دیگر در صدد ساختن یک «کارخانهٔ هیگز»[1] تا سال ۲۰۲۸ هستند: یک حلقهٔ ۵۲ کیلومتری در زیر زمین که الکترون‌ها و پوزیترون‌ها را به هم برخورد دهد. برخورد این ذرات بنیادی می‌تواند مطالعهٔ بوزون هیگز را با دقتی بیشتر از برخورددهندهٔ بزرگ‌هادرونی (LHC) ممکن سازد. شتابگر LHC که در سرن (CERN)، آزمایشگاه فیزیک ذرات اروپا، در نزدیکی ژنو در سوئیس قرار دارد، نسبت به این شتابگر جدید بسیار کوچک‌تر است.

فیزیک‌دانان معتقدند که این ماشین پیشنهادی ۳ میلیارد دلاری از نظر فنی قابل دستیابی است و از لحاظ وسعت و هزینه اصولی به نظر می‌رسد. در عین حال، چین امیدوار است که این پروژه همچنین بتواند سکوی پرشی به سمت نسل بعدی برخورددهنده‌ها، یعنی یک اَبَربرخورددهندهٔ پروتون ـ پروتون، در همین تونل باشد.

گروه‌های اروپایی و آمریکایی هر دو مایل به ساخت اَبَرشتابگرهایی برای خودشان هستند. اما حجم عظیم تحقیقاتی که پیش از ساخت چنین ماشینی مورد نیاز است منجر به این می‌شود که ساخت آن تا پیش از سال ۲۰۳۵ میسر نشود. اما چین قصد دارد در همین حین برخورددهندهٔ الکترون ـ پوزیترونش را، حتی در صورت نیاز، بدون پشتیبانی مالی بین‌المللی بسازد و در ادامه با بیشترین سرعتی که پیشرفت‌های فن‌آوری اجازه می‌دهد آن را به اَبَربرخورددهندهٔ پروتونی تبدیل کند. از آن‌جایی که احتمالاً فقط یک اَبَرشتابگر ساخته خواهد شد، چین عزم خود را جزم کرده تا جایگاه مستحکمی در این زمینه به دست آورد.

در کنفرانس بین‌المللی فیزیک انرژی‌های بالا که در ماه ژوئیه در والنسیای اسپانیا برگزار شد، آقای ییفانگ وانگ[2] رئیس مرکز LHC گفت که چین برای حفظ پشتیبانی دولتی می‌خواهد روی طرحی کار کند که تحقق آن سریع‌تر از اَبَربرخورددهندهایی باشد که تا سال ۲۰۳۵ آماده می‌شود. او ادامه داد: «شما نمی‌توانید از هم اکنون در مورد پروژه‌ای برای ۲۰ سال بعد صحبت کنید».

برخورددهنده‌های الکترون‌ـ پوزیترونی و برخورددهنده‌های هادرونی‌ای مانند LHC همدیگر را تکمیل می‌کنند. برخورددهنده‌های هادرونی مثل پتک عمل می‌کنند و پروتون‌ها (که نوعی‌هادرون متشکل از ذرات بنیادی به اسم کوارک هستند.) را در انرژی‌های بالا به هم کوبیده و خرد می‌کنند تا ببینیم چه چیزهایی بیرون می‌آیند. ماشین‌های کم ا نر ژ ی تر ا لکتر و ن ـ پو ز یتر و ن برخوردهای تمیزتری ایجاد می‌کنند که بررسی نتایج آن‌ها ساده‌تر است، چون خودِ ذرات بنیادی را به هم می‌کوبند.

برخورددهندهٔ پیشنهادی چین با بررسی تفصیلی‌تر برخورد بوزون هیگز با سایر ذرات باید قادر باشد که مثلاً آشکارسازی کند که بوزون هیگز یک تک ذره است یا چیزی پیچیده‌تر. چنین نتایجی به فیزیک‌دانان کمک می‌کند که بفهمند ذرهٔ هیگز با پیش‌بینی‌های مدل استاندارد فیزیک ذرات تطابق دارد یا خیر، و یا این که مثلاً نشان دهد که چند نوع ذرهٔ هیگز وجود دارد.

این ماشین گامی بلند برای چین محسوب می‌شود. محیط بزرگ‌ترین برخورددهندهٔ فعلی در این کشور فقط ۲۴۰ متر است. یان شیپسی[3]، یک فیزیک‌دان تجربی از دانشگاه آکسفورد بریتانیا، می‌گوید که ۱۰ سال پیش فیزیک‌دانان چینی شک داشتند که بتوانند مجری یک ماشین ۵۲ کیلومتری بشوند. شیپسی می‌گوید اما پس از موفقیت‌های متعدد در آزمایش‌های مربوط به برخورددهنده‌ها و نوترینوها (از جمله آزمایشی در سال ۲۰۱۲ که نشان دادند نوترینو چگونه از شکلی به شکل دیگری تبدیل می‌شود) هم اکنون چینی‌ها «برای اولین بار اعتماد به نفس طراحی یک ماشین بلندپروازانهٔ جدید را پیدا کرده‌اند».

نیک واکر[4]، فیزیک‌دان شتاب‌دهنده در DESY (آزمایشگاه فیزیک انرژی‌های بالا درهامبورگ آلمان) می‌گوید: دولت چین هنوز موافقت خود را برای پشتیبانی مالی از این پروژه اعلام نکرده است، اما شرایط اقتصادی در حال رشد این کشور، دانشمندانش را به این باور رسانده که اوضاع سیاسی مساعد است. نیک واکر ادامه می‌دهد: اگرچه هنوز مشکلات

فنی، از جمله پایین نگاه داشتن مصرف انرژی در حلقه وجود دارند، اما هیچ‌کدام از این مسائل مشکلی اساسی محسوب نمی‌شوند.

اما چین هنوز تا تسلط بر شتابگرها فاصلهٔ زیادی دارد. گوئیدو تونلی[5]، فیزیک‌دان ذرات و مدیر سابق یکی از دو آزمایش بزرگ سِرن، می‌گوید که بزرگ‌ترین ضعف چینی‌ها این است که جامعهٔ فیزیکِ انرژی‌های بالای آن‌ها کوچک است. اگر چین بخواهد نهایتاً مجری یک اَبَربرخورددهنده باشد، مشکلات فنی‌ای که باید بر طرف شوند خواهد شد. برنامه‌ریزی برای جزئیات طراحی، بودجه و مکان‌یابی در ادامه انجام خواهند شد و ساخت آن می‌تواند ظرف کمتر از پنج سال شروع شود.

اما شیپسی معتقد است که چون فقط یک ابرشتابگر ساخته خواهد شد: «همهٔ دنیا باید با هم کار کند تا بهترین مکان تعیین شود و این پروژه هرچه سریع‌تر متحقق شود». او معتقد است که، ظرف ۵ سال آینده، طرح چینی‌ها یک رقابت مثبت بین چین، ایالات متحده و اروپا نشده‌اند. در واقع او نگران است که طرح چین حمایت از طرح ILC را کاهش دهد.

فاستر می‌گوید ژاپن به شدت مشتاق میزبانی ILC است اما قدرت و نفوذ کافی را برای تصاحب آن ندارد. وی پیشنهاد می‌کند که چین به این برنامه وارد شود، و استنتاج می‌کند که چون ILC نسبت به شتابگرهای حلقوی محدودهٔ انرژی وسیع‌تری دارد، می‌تواند برای پژوهش‌هایی فراتر از ذرهٔ هیگز به کار رود: می‌تواند برای کنکاش در ذرات

به زودی بزرگ‌ترین شتاب‌دهندهٔ ذرات که چین طرح آن را پیشنهاد داده است گوی سبقت را از برخورددهندهٔ‌هادرونی عظیمِ ۲۷ کیلومتری در سرن خواهد ربود.

برنامه باید بین‌المللی شود. او می‌افزاید: «هیچ‌کس به تنهایی قادر به انجام چنین کاری نیست.»

وانگ می‌گوید که چین از کمک‌های مالی بین‌المللی برای هر دو پروژه استقبال خواهد کرد و اگر این مساعدت‌ها به قدر کافی زیاد باشند، ابعاد حلقه را می‌توان تا ۸۰ کیلومتر هم گسترش داد تا محدودهٔ کاربردهای علمی‌این ماشین هم گسترش یابد. در عین حال وی افزود که کشورش برای پیش‌برد این پروژه منتظر همکاری دیگران نخواهد ماند. دو سال آینده صرف طراحی نقشهٔ اولیه و تعیین ایجاد خواهد کرد که احتمال پدیدار شدن یک برندهٔ واقعی را افزایش می‌دهد.

اما یک مشکل دیگر هم هست. ساخت شتابگر خطی بین‌المللی (ILC)، یک شتابگرِ خطیِ الکترون ـ پوزیترونی که می‌تواند در اَنرژی‌هایی به مراتب بالاتر از حلقهٔ الکترون ـ پوزیترونِ ۵۲ کیلومتری چین عمل کند، در دَست بررسی است. برایان فاستر[6]، سرپرست گروه اروپایی طراحی ILC می‌گوید که فیزیک‌دانان به شدت پشتیبان این پروژه هستند، اما تأمین بودجه و یافتن کشور میزبان کارهایی هستند که هنوز انجام کمتر شناخته‌شده‌ای مانند کوارک بالا، یا هر پدیدهٔ دیگری که LHC می‌تواند بررسی کند، به کار رود.

1 Higgs factory
2Yifang Wang
3 Ian Shipsey
4 Nick Walker
5 Guido Tonelli
6 Brian Foster

مترجم : حمیدرضا بزرگی

منبع:

http//:www.nature.com/news/china-plans-super-collider-1.15603(2014)

نظارت بر تأسیسات هسته‌ای با استفاده از پادنوترینوها

سیستم پیشنهادی، با قرار گرفتن در نزدیکی تأسیسات هسته‌ای و استفاده از یک آشکارساز پادنوترینو، می‌تواند خروج احتمالیِ مواد قابل استفاده در ساخت سلاح را تشخیص دهد.

نیروگاه‌های هسته‌ای، می‌توانند پلوتونیوم مورد استفاده در سلاح‌های هسته‌ای را نیز تولید کنند. از این رو بازرسان بین‌المللی تمایل دارند ابزاری داشته باشند که بتواند از خارج از تأسیسات تشخیص دهد آیا مواد از رآکتور خارج شده‌اند یا نه. در مجلهٔ فیزیکال ریویو لترز، پژوهشگران سیستمی را شرح می‌دهند که می‌تواند با آشکارسازی پادنوترینوهای گسیل شده از هستهٔ رآکتور، بر آن نظارت کند. اگرچه این سیستم نیازمند پیشرفت‌هایی فراتر از فن‌آوری آشکارسازهای امروزی است، اما از نظر متخصصان این پیشرفت‌ها در عرض چند سال قابل حصول خواهند بود.

رآکتورهای هسته‌ای با گسیل حدود 10^{20} پادنوترینو بر ثانیه، قوی‌ترین منابع مصنوعی پادنوترینو روی زمین هستند. فیزیک‌دان‌ها اولین بار حدود ۳۰ سال پیش، امکان استفاده از پادنوترینوها را برای نظارت برفعالیت‌های هسته‌ای مطرح کردند، اما توانایی آشکارسازهای آن زمان بسیار محدود بود. با این وجود، به گفتهٔ پاتریک هابر[1] از دانشگاه ویرجینیاتک[2] در بلکسبرگ[3] ، به دلیل موضوع‌های پژوهشی داغِ اخیر دربارهٔ نوترینوها، «آشکارسازهای نوترینو در پنج سال گذشته بسیار بهتر شده‌اند». پژوهش‌های اخیر دربارهٔ فیزیک رآکتورها به آشکارسازهای آینده به طور بالقوه این امکان را می‌دهد که با قرار گرفتن در نزدیکی رآکتور، میان نوترینوهایی که رآکتور تولید می‌کند و نوترینوهای پس‌زمینهٔ ناشی از پرتوهای کیهانی تمایز قائل شوند.

چنین سیستمی شامل مقدار زیادی مادهٔ جرقه‌زن مانند روغن معدنی یا پلاستیک است. یک پادنوترینو با انرژی‌بالا (بیش از ۱٫۸ مگاالکترونولت) وقتی درون مادهٔ جرقه‌زن به پروتون برخورد می‌کند، یک پوزیترون (پادالکترون) و یک نوترون تولید می‌کند که بیشتر انرژی جنبشی از آنِ پوزیترون می‌شود. سیستم با استفاده از جرقه‌هایی که در حین کاهش سرعت پوزیترون در ماده ایجاد می‌شود، انرژی آن را محاسبه می‌کند.

هم اکنون حراست و نظارت بر عدم گسترش سلاح با استفاده از دوربین‌ها، مهروموم‌ها و ابزارهای دیگری انجام می‌شود که آژانس بین‌المللی انرژی اتمی‌برای ردیابی مواد رادیواکتیو در تأسیسات هسته‌ای نصب کرده است. اما نقص‌های فنی یا منازعات سیاسی ممکن است اختلالی در نظارت ایجاد کنند، همان‌طور که چند سال پیش در مورد کرهٔ شمالی اتفاق افتاد. در طی چنین اختلال‌هایی افراد طرفدارِ گسترش سلاح‌های اتمی‌می‌توانند با خارج‌سازیِ مخفیانهٔ مواد غنی از پلوتونیومی‌که در رآکتور تولید شده‌اند، سلاح تولید کنند و رآکتور را با سوخت اورانیوم تازه پر کنند. بازرسان در این مواقع هیچ راهی برای فهمیدن جابه‌جایی پلوتونیوم ندارند، مگر آن‌که رآکتور را خاموش کرده و آزمایش‌هایی طولانی و پرهزینه‌ای روی هستهٔ رآکتور انجام دهند.هابر می‌گوید، یک آشکارساز پادنوترینو به بازرسان این امکان را می‌دهد که شرایط هستهٔ رآکتور را پس از مدتی غیبت، دوباره بسنجد. همچنین به ملتی صادق این امکان را می‌دهد تا به جامعهٔ جهانی ثابت کند که سوختی خارج نشده است.

هابر و گروهش در مقاله‌ای که هنوز در دست بررسی[4] است، به صورت نظری نشان داده‌اند که اگر بازرسان به کرهٔ شمالی باز می‌گشتند، آشکارساز پادنوترینو می‌توانست رآکتورهای کرهٔ شمالی را فقط با ۹۰ روز جمع‌آوری داده بررسی کند. این پژوهشگران تجزیه و تحلیل خود را برای رآکتور آی ـ آر ۴۰ واقع در اراک ایران، که اطلاعات آن در دسترس عموم قرار دارد، مجدداً تکرار کرده‌اند. آن‌ها فرض کردند که آشکارسازی با ۲۰ تن مادهٔ جرقه‌زن در داخل یک محفظه در نزدیکی رآکتور (به فاصلهٔ حدود ۱۹ متری از هسته) قرار گرفته باشد. آن‌ها دریافتند که قرار گرفتن در این فاصلهٔ نزدیک، مقادیر کافی از پادنوترینوها را برای اندازه‌گیری‌های کامل در مهلت ۹۰ روزهٔ خواسته‌شدهٔ آژانس فراهم می‌کند.

این آشکارساز، برخلاف سیستم‌های نظارتی مبتنی بر پادنوترینو که درگذشته پیشنهاد شده بودند، طیف توزیع انرژی پادنوترینوها را نیز فراهم می‌کند. پادنوترینوهای حاصل از پلوتونیوم در مقایسه با پادنوترینوهای حاصل از اورانیوم به طور میانگین انرژی کمتری دارند، بنابراین شکل طیف می‌تواند میزان پلوتونیومِ درون رآکتور را آشکار کند. این گروه بر اساس بررسی‌هایشان ادعا می‌کنند که آشکارساز پادنوترینو قادر است خروج مقادیری از پلوتونیوم حتی به اندکی ۲ کیلوگرم را تشخیص دهد. آن‌ها همچنین طرح‌های دیگری را نیز بررسی کرده‌اند که این آشکارساز می‌تواند به عنوان ناظرهسته‌ای به کار

گرفته شود.

این پژوهشگران اذعان می‌کنند که آشکارساز آن‌ها نیازمند پیشرفت‌های فن‌آوری است. تمییز دادن پادنوترینوهای حاصل از پرتوهای پس زمینهٔ کیهانی تاکنون تنها در زیرِ زمین ممکن بوده است: به جز یک آزمایش که به تازگی روی سطح زمین انجام شده است، که در این آزمایش نیز آشکارساز دقت لازم را برای تشکیل یک طیف قابل استفاده نداشته است.

هابر عقیده دارد ایران می‌تواند از چنین سیستمی‌سود فراوانی ببرد، زیرا هم می‌تواند اطمینان جامعهٔ جهانی به برنامه اتمی‌اش را جلب کند و هم فیزیک‌دانان آن می‌توانند در این تحقیقات نقش ایفا کنند. او می‌گوید: «تبادلات علمی‌مانند این، می‌توانند پلی ارتباطی میان کشورها باشند.»

آدام برنشتاین[5] از آزمایشگاه ملی لاورنس لیورمور[6] در کالیفرنیا می‌گوید:« سیستم پیشنهادی از نظر فنی به طور بالقوه عملی است.» اما خاطرنشان می‌کند که با فن‌آوری کنونی این کار ممکن نیست. آنتونین واچرت[7] از دانشگاه آکسفورد در انگلیس می‌گوید: در حال حاضر تعدادی آزمایش پادنوترینو با مشخصاتی نظیر آن‌چه برای نظارت بر تأسیسات هسته‌ای مورد نیاز است، در حال ساخت است. او می‌گوید: «پس دور از انتظار نیست که در پنج سال آینده به پیشرفت‌های بزرگی دست یابیم که در نتیجهٔ آن‌ها این فن‌آوری به منصهٔ ظهور برسد.»

1 Patrick Huber
2 Virginia Tech
3 Blacksburg
4 Peer review
5 Adam Bernstein
6 Lawrence Livermore national
7 Antonio Vacheret

مترجم: حمیدرضا کاظمی

منبع:

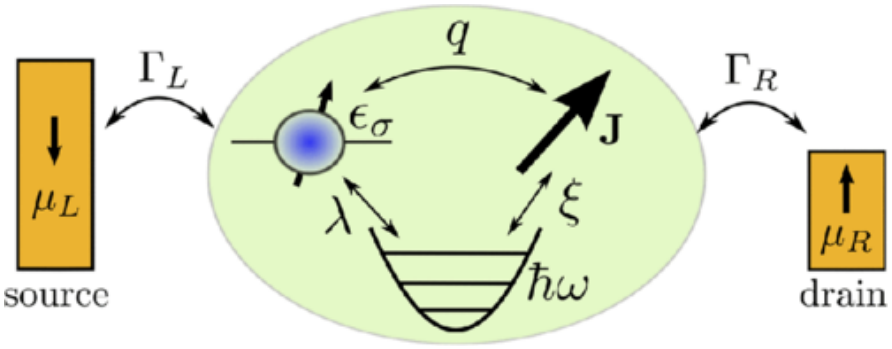
http//:physics.aps.org/articles/v7/79(2014)

سردسازی نقطهٔ کوانتومی‌با استفاده از جریان اسپینی

به لطف کوچک‌تر شدن مداوم قطعات الکترونیکی، کامپیوترهایی که قبلاً کل فضای یک اتاق را اشغال می‌کردند، اکنون به راحتی در کف دست جا می‌گیرند. اما گرمایی را که این قطعات کوچک تولید می‌کنند به راحتی نمی‌توان حذف کرد. بر طبق محاسباتی که در مجلهٔ فیزیکال ریویو لترز گزارش شده‌اند، فن‌آوری‌ای که با استفاده از جریان‌های حاملِ اسپینی می‌شود مواد مغناطیسی در اندازه‌های نانویی را سرد و گرما را تخلیله کرد.

میشائیل توروارت[1] از دانشگاه‌هامبورگ آلمان و همکارانش طرحی پیشنهاد داده‌اند که از سردسازی مغناطومکانیکی استفاد می‌شود که در آن حالت مغناطیسی یک ماده بر انرژی ارتعاشی‌اش اثر می‌گذارد (و برعکس). این جفت‌شدگی در اجسامِ نانومتری، مانند یک مولکول مغناطیسی متصل به یک نانولولهٔ کربنی، نشان داده شده است.

توروارت و همکارانش با الهام از چنین سیستم‌هایی، مدلی ارائه کردند که در آن یک نقطهٔ کوانتومیِ مغناطیسی به دو الکترود فرومغناطیسیِ متصل شود که این الکترودها نقش «چشمه»[2] و «چاه»[3]را برای الکترون‌ها داشته باشند. مغناطش چشمه باعث قطبیده شدن جریان الکترونی ورودی می‌شود وقتی الکترونی از الکترودها به نقطهٔ کوانتومی‌تونل می‌زند، اسپینش می‌تواند به سمت بالا یا پایین باشد. ورود جریان قطبیدهٔ اسپینی به داخل نقطهٔ کوانتومی، به دلیل وجود برهم‌کنش تبادلی، باعث قطبیده شدن مغناطش نقطهٔ کوانتومی در خلاف جهت میدان خارجی اعمالی می‌شود و در نتیجه انرژی نقطهٔ کوانتومی‌پایین می‌آید. در این حالت اگر جهت مغناطش دررو مخالف چشمه باشد، برای تونل‌زنی الکترون‌ها به خارج از نقطهٔ کوانتومی، اسپین آن باید معکوس شود. بنابراین الکترون‌های ورودی دچار یک تغییر انعکاسی در اسپین خود می‌شوند که همراه آن مغناطش نقطهٔ کوانتومی‌را هم معکوس می‌کنند. با این وجود، برانگیختگی مدهای ارتعاشی سیستم باعث تولید گرما و بالارفتن دمای سیستم نسبت به دمای الکترودها می‌شود. وجود جفت‌شدگی مغناتومکانیکی باعث تبادل انرژی بین مغناطش سیستم و ارتعاش آن می‌شود. با قرارگیری دوباره مغناطش نقطه کوانتومی در راستای میدان خارجی، دمای ناشی از حرکت ارتعاشی کم می‌شود، ولی جهت دادن دوبارهٔ مغناطش نقطهٔ کوانتومی در راستای میدان خارجی، باعث بالا رفتن انرژی سیستم می‌شود. الکترون‌های بعدی



که به نقطهٔ کوانتومی‌وارد می‌شوند، باعث تغییر دوبارهٔ جهت مغناطش نقطهٔ کوانتومی‌و در نهایت سردسازی سیستم می‌شوند. به ازای بعضی از مقادیر پارامتر جفت‌شدگی، دمای مؤثر ناشی از حرکت ارتعاشی سیستم می‌تواند تا بیش از نصف مقدار تعادلی کاهش یابد. این روش می‌تواند در سردسازی نقطه‌های کوانتومی‌که به عنوان واحدهای منطقی در مدارهایی با ابعاد مولکولی به کار برده می‌شوند، استفاده شود.

اصلاحیه: نویسندگان این مقاله بعد از چاپ این مقاله، به وجود کار مشابه‌ای که ایده سردسازی مواد در ابعاد نانو را با استفاده از جریان قطبیده اسپینی پیشنهاد می‌کند، آگاه شدند. رجوع شود به مقاله:

P. Stadler et al., "Ground-State Cooling of a Carbon Nanomechanical Resonator by Spin-Polarized Current," Phys. Rev. Lett. 113, 047201 (2014).

1 Michael Thorwart
2 Source
3 Drain

تهیه کننده: امیر سبزعلی‌پور

منابع خبر:

Phys. Rev. Lett.113,076602

Cooling a Magnetic Nanoisland by Spin-Polarized Currents

J. Brüggemann, S. Weiss, P. Nalbach, and M. Thorwart
Phys. Rev. Lett. 113, 076602 (2014)

فوتون‌های درهم‌تنیده[1] از یک تناقض تصویر می‌سازند.

تصویربرداری کوانتومی با استفاده از نوری که هیچ برهم‌کنشی با اشیاء ندارد طرحی کلی از آن‌ها به‌دست می‌دهد.

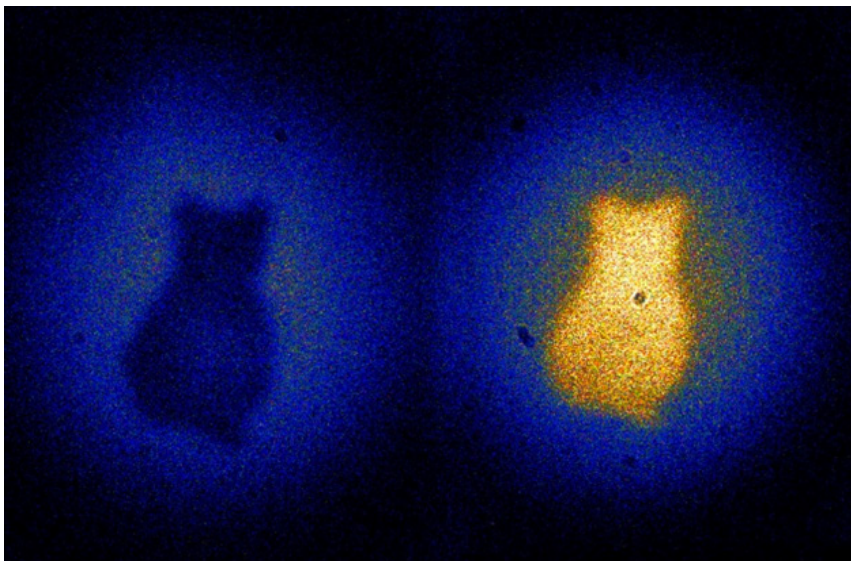
فیزیک‌دانان برای عکس‌برداری روشی طراحی کرده‌اند که در آن از نوری استفاده می‌شود که با شیء مورد تصویربرداری برهم‌کنشی نداشته است.

این روش تصویربرداری از یک جفت فوتون دوقلو استفاده می‌کند که به گونه‌ای درهم‌تنیده‌اند که حالت کوانتومی‌یک فوتون از فوتون دیگر جدانشدنی است. در حالی که یک فوتون این توانایی را دارد که از درون سوژهٔ عکس‌برداری عبور کند و سپس ناپدید شود، فوتون دوم به سمت آشکارساز می‌رود، اما با این حال از زندگی همزادش «آگاهی» دارد و می‌توان از آن برای ساختن یک تصویر استفاده کرد.

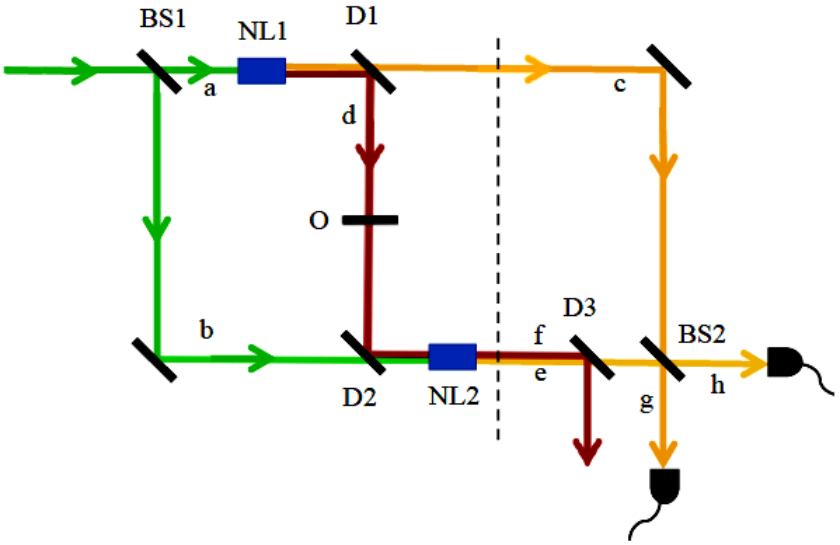
آنتون زیلینگر[2]، فیزیک‌دانی در آکادمی‌علوم اتریش در وین که این پروژه را هدایت کرده است، می‌گوید: «معمولاً برای تصویربرداری از یک شیء مجبورید ذراتی را که از آن می‌آیند جمع آوری کنید. حال، برای اولین بار، نیازی به این کار ندارید.»

به گفتهٔ زیلینگر یک مزیت این روش این است که نیازی نیست دو فوتون هم انرژی باشند، یعنی این که رنگ نوری که به شیء می‌خورد می‌تواند متفاوت از رنگِ نورِ آشکارسازی شده باشد. برای مثال، یک تصویربردارِ کوانتومی‌می‌تواند نمونه‌های زیستیِ ظریف را با گذراندنِ فوتون‌های کم‌انرژی از آن‌ها بررسی کند، در حالی که تصویر را با استفاده از فوتون‌های مرئی و یک دوربین معمولی می‌سازد. این کار در شمارهٔ ۲۸ اوت مجلهٔ نیچر چاپ شده است.

زیلینگر و همکارانش این روش را بر مبنای نظری که اولین بار در سال ۱۹۹۱ مطرح شد، بنا نهادند که در آن دو مسیر برای حرکت یک فوتون وجود دارد. هر مسیر شامل یک بلور است که نور را به یک جفت فوتونِ درهم تنیده تبدیل



بریدهٔ مقوایی از یک گربه که با فوتون‌هایی که هرگز از خودِ این برش عبور نکرده‌اند گرفته شده است.



نور لیزر (سبز) در شکافنده پرتو BS1 تقسیم می‌شود. پرتوی a به بلور غیر خطی NL1 می‌تابد که در آن فرایند تبدیل پایین هم خط ممکن است یک جفت فوتون با طول موج‌های مختلف به نام‌های سیگنال (زرد) و آیدلر (قرمز) تولید کند. آیدلر که اطلاعات فاز و دامنه ی مربوط به شی O را در بر دارد، از آینه دو رنگ D2 بازتاب پیدا می‌کند تا با مد پمپ b هم راستا شود. مد پمپ b به بلور غیر خطی NL2 می‌تابد و آیدلر هم خط ناشی از آن با آیدلر مربوط به NL1 هم‌راستا می‌شود تا وقتی که دو سیگنال در شکافنده پرتوی BS2 ترکیب می‌شوند، چشمهٔ تبدیل پایین غیر قابل شناسایی باشد. در نتیجه، تداخل سیگنال در BS2 ویژگی‌های مربوط به عبور آیدلر از شی O را فاش می‌کند.

می‌کند. اما شیء تحت تصویربرداری فقط در یکی از مسیرها قرار دارد.

به گفتهٔ گابریلا بارتو لموس[3]، فیزیک‌دانی در آکادمی‌علوم اتریش و نویسندهٔ مشترک آخرین مقاله، بر اساس قوانین فیزیک کوانتومی، اگر کسی نتواند مسیر انتخابی فوتون را آشکار کند، فوتون عملاً از هر دو مسیر عبور کرده است و بلافاصله یک جفت فوتون در هر مسیر تولید شده است.

در مسیر اول، یکی از فوتون‌های جفت‌شده از درون شیء تحت تصویربرداری عبور می‌کند و فوتون دوم عبور نمی‌کند. سپس فوتونی که از شیء عبور کرده است، با «ممکنِ خود»[4] ـ از مسیر دوم عبور کرده و از شیء عبور نکرده است ـ بازترکیب شده و دور انداخته می‌شود. فوتون بازمانده از مسیر دوم نیز با خودش از مسیر اول دوباره یکی می‌شود و با وجود این که هرگز با شیء برهم‌کنش نداشته است، برای ساختن تصویر به سمت دوربین هدایت می‌شود (شکل ۱).

پژوهشگران از بریدهٔ شکل یک گربه به پهنای چند میلیمتر، و همین‌طور از شکل‌های دیگری که روی سیلیکون حک شده‌اند تصویربرداری کردند. این گروه با استفاده از طول‌موجی بریدهٔ شکل گربه را بررسی کردند که می‌دانستند دوربینشان توانایی آشکارسازی آن را ندارد. زیلینگر می‌گوید: «این نکتهٔ مهمی‌است چون گواهی می‌دهد که این روش کار می‌کند.»

گربه به افتخار آزمایش ذهنی‌ای انتخاب شد که فیزیک‌دان اتریشی، اروین شرودینگر، در سال ۱۹۳۵ پیشنهاد داده بود. بر اساس این آزمایش، گربه‌ای فرضی داخل یک جعبه تا وقتی که هیچ کس نمی‌داند سم درون جعبه آزاد شده است یا نه، هم مرده و هم زنده است. به گفتهٔ بارتو لمو[5] در جدیدترین آزمایش انجام شده نیز به طور مشابهی تا وقتی که نمی‌توان دربارهٔ مسیری که فوتون اختیار کرده حرفی زد، یکی از فوتون‌های دوقلوی ایجاد شده هم از شیء عبور کرده و هم نکرده است.

در آزمایش‌های پیشین تلاش شده بود تا کار مشابهی را در فرایندی به نام تصویربرداری شبحوار[6] انجام دهند. اما به گفتهٔ ماری ژاکلین رومرو[7]، فیزیک‌دانی از دانشگاه گلاسکو در بریتانیا، این روش جدید ساده‌تر است. در تصویربرداری شبحوار با این‌که فقط یک فوتون با شیء برهم‌کنش می‌کند، اما برای بازتولید تصویر لازم است هر دو فوتون جمع‌آوری شوند؛ درحالی که در کارِ گروه وینی، آشکارسازیِ فقط یک فوتون هم کافی است. از آن‌جا که در تصویربرداری شبحوار برای تولید تصویر به هر دو فوتون نیاز است، برخی از فیزیک‌دانان این پرسش را مطرح می‌کنند که آیا این اثر واقعاً کوانتومی‌است یا می‌توان آن را با فیزیک کلاسیک توضیح داد، چالشی که به گفته زیلینگر مطرح کردنش در مورد آزمایش اخیر دشوار است.

رابرت بوید، فیزیک‌دانی از دانشگاه روچستر در نیویورک، می‌گوید این آزمایش آن قدر جذاب است که آرزو می‌کند کاش اول او به فکرش می‌افتاد. او می‌گوید: «این بزرگ‌ترین ستایشی است که یک دانشمند می‌تواند از یک کار داشته باشد.»

1 Entangled Photons
2 Anton Zeilinger
3Gabriela Barreto Lemos
4 possible self
5 Barreto Lemos
6 Ghost Imaging
7 Mary Jacquiline Romero

مترجم: سارا شادمهری

منبع:
http//:www.nature.com/news/entangled-photons-make-a-picture-from-a-paradox-1.15781(2014).

جهش کوانتومی‌می‌تواند باعث انفجار سیاه‌چاله‌ها شود.

اگر فضا ـ زمان دانه‌ای باشد، می‌تواند رمبش گرانشی را معکوس کند و آن را به انبساط تبدیل کند. بنا بر یک مدل جدید بر پایهٔ نظریه‌ای موسوم به گرانش کوانتومی‌حلقه‌ای، رمبش یک ستاره به یک سیاه‌چاله می‌تواند اثری موقتی باشد که به شکل‌گیری «سفیدچاله» منجر می‌شود.

دو فیزیک‌دان گفته‌اند ممکن است که سیاه‌چاله‌ها با تبدیل شدن به چیزی کاملاً مخالف خودشان، زندگیشان را به پایان ببرند ـ یعنی به سفیدچاله‌ها تبدیل شوند و تمام ماده‌ای را که بلعیده‌اند به طور انفجاری به فضا پرتاب کنند. این پیشنهاد که بر پایهٔ یک نظریهٔ گرانشیِ انتزاعیِ کوانتومی‌استوار است، می‌تواند معمای قدیمی‌در مورد این که سیاه‌چاله‌ها اطلاعات را نابود می‌کنند یا نه، حل کند.

این نظریه می‌گوید که گذار از سیاه‌چاله به سفیدچاله درست بعد از شکل‌گیری اولیهٔ سیاه‌چاله صورت می‌گیرد، اما چون گرانش باعث اتساع زمان می‌شود، ناظر خارجی می‌بیند که سیاه‌چاله، بسته به اندازه‌اش، میلیاردها یا هزاران میلیارد سال و حتی بیشتر عمر می‌کند. اگر ادعای نویسندگان درست باشد، سیاه‌چاله‌های کوچکی که در لحظات آغازین جهان شکل گرفته‌اند، اکنون آماده‌اند تا مانند فشفشه‌هایی منفجر شوند و ممکن است به صورت پرتوهای کیهانی پرانرژی یا تابش‌های دیگری قابل آشکارسازی باشند. در واقع آن‌ها می‌گویند که تحقیقاتشان می‌تواند دلالت بر این داشته باشد که برخی از شراره‌های درخور توجهی که معمولاً انفجار ابرنواختری قلمداد شده‌اند در حقیقت تلاطم‌های در حال مرگِ سیاه‌چاله‌های کوچکی بوده‌اند که کمی‌پس از مه‌بانگ شکل گرفته‌اند.

نظریهٔ نسبیت عام آلبرت آینشتاین پیش‌بینی می‌کند که وقتی یک ستارهٔ در حال مرگ در اثر وزن خودش می‌رمبد، می‌تواند به مرحله‌ای برسد که دیگر رمبش برگشت‌پذیر نیست و هیچ نیروی شناخته‌شده‌ای در طبیعت نمی‌تواند آن را متوقف کند. سیاه‌چاله به این ترتیب شکل می‌گیرد: در حین رمبش ستاره سطحی کروی، به نام افق رویداد، ظاهر می‌شود که ستارهٔ درون خود را از دید ناظران بیرونی پنهان می‌کند، زیرا هیچ چیز ـ حتی نور یا هر نوع اطلاعات دیگری ـ نمی‌تواند از افق رویداد فرار کند.

چون مادهٔ چگال فضا را خم می‌کند، نسبیت عام «کلاسیک» پیش‌بینی می‌کند که ستارهٔ درون افق رویداد به رمبش ادامه می‌دهد تا جایی که به یک تکینگی تبدیل شود، یعنی ناحیه‌ای که در آن ماده بینهایت چگال و فضا بینهایت خمیده است. در چنین شرایطی، قوانین شناخته شدهٔ فیزیک دیگر کاربردی ندارند.

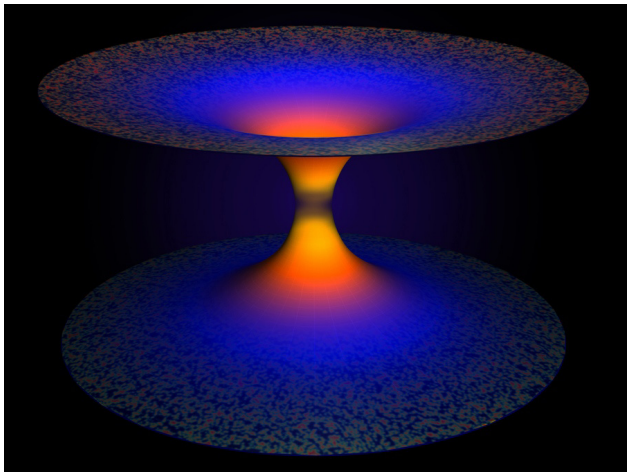
اما بسیاری از فیزیک‌دانان اعتقاد دارند که در یکی از مراحل این فرایند، اثرات گرانش کوانتومی‌باید غلبه و رمبش را متوقف کند و مانع از تکینگی شود.

درون حلقه:

یکی از ره‌یافت‌های پیشرو برای ادغام نظریهٔ کوانتومی‌و گرانش، از آن کارلو روولی[1]، از فیزیک‌دان‌های نظری پیشگام، از دانشگاه اکس ـ مارسی[2] فرانسه، است که فرض می‌کند نه فقط گرانش، بلکه خود فضا ـ زمان نیز کوانتیده است و از حلقه‌های ریزِ منفردی بافته شده است که بیش از این نمی‌توانند تقسیم شوند. حلقه‌های این «گرانش کوانتومی‌حلقه‌ای» (تلاشی نظری که هنوز تأیید تجربی‌ای برای آن پیدا نشده) آن چنان ریز هستند که هر ناظری فضا ـ زمان را هموار و پیوسته می‌بیند. روولی و همکارش،هال‌هاگارد[3]، در اکس‌ـ مارسی در پژوهشی تازه ساختار حلقه‌ای که رمبش سیاه‌چاله را متوقف کند محاسبه کرده‌اند.

ستارهٔ در حال رمبش به مرحله‌ای می‌رسد که دیگر درونش بیش از این قادر به رمبش نیست، زیرا حلقه‌ها نمی‌توانند در اندازهٔ کوچک‌تری فشرده شوند. در حقیقت آن‌ها یک فشار خارجی، که نظریه‌پردازان آن را جهش کوانتومی‌می‌نامند، اعمال می‌کنند که سیاه‌چاله را به سفیدچاله تبدیل می‌کند. روولی می‌گوید به جای این که رویداد با یک افق رویداد حقیقیِ دائمی‌پوشانده شود، با یک «افق ظاهری» موقتی پنهان می‌شود. (فیزیک‌دان نظری، استفان‌هاوکینگ، از دانشگاه کمبریج انگلیس، به تازگی اظهار کرده است که افق رویداد حقیقی با فیزیک کوانتومی‌ناسازگار است.)

بعضی از نظریه‌پردازهای کوانتوم‌ـ حلقه‌ای هم محاسباتی انجام داده‌اند که در آن‌ها نه فقط یک ستاره، بلکه کل کیهان در حال رمبش است. آن‌ها دریافته‌اند که کیهان می‌تواند به عقب جهش کند و پیشنهاد داده‌اند که مه‌بانگِ کیهان ما در واقع می‌توانسته چنین «جهش بزرگی» بوده باشد. هم اکنون روولی وهاگارد نشان داده‌اند که جهش کوانتومی‌نیاز به رمبشِ یک بارهٔ کل جهان ندارد. روولی می‌گوید: «ما فکر می‌کنیم که این تصویر ممکن است. ما



دریافته‌ایم که فرایند [تبدیل] می‌تواند به طور کامل در ناحیهٔ محدودی از فضا ـ زمان باشد که هر چیزی خارج از آن از معادلات کلاسیکی آینشتاین پیروی می‌کند.

تناقض مربوط به اطلاعات

اگر سیاه‌چاله‌ها به سفیدچاله‌ها تبدیل شوند و هرچه را که درونشان است، دوباره بیرون بریزند، می‌شود برای یکی از مشکل‌ترین پرسش‌های فیزیک بنیادی جوابی پیدا کرد.هاوکینگ در دههٔ ۱۹۷۰ محاسبه کرد که سیاه‌چاله باید به بیرون از افق رویدادش تابش کند و به آهستگی انرژی از دست دهد و در طی این فرایند فرو ریزد تا جایی که به طور کامل ناپدید شود. معنی «تابش‌هاوکینگ» این است که اطلاعاتی که مادهٔ فرو ریخته در سیاه‌چاله حمل می‌کند برای همیشه ناپدید می‌شود. این امر یکی از اصول بنیادی نظریهٔ کوانتومی‌را نقض می‌کند، اصلی که طبق آن هیچ اطلاعاتی نمی‌تواند از بین برود.

فیزیک‌دان نظری، استیون گیدینگز[۴]، از دانشگاه سانتاباربارای کالیفرنیا می‌گوید: «هر کمکی که این پژوهش جدید بتواند به فهم تناقض مربوط به اطلاعات سیاه‌چاله بکند، سودمند خواهد بود. دانستن این‌که چگونه اطلاعات از یک سیاه‌چاله فرار می‌کنند، سؤال کلیدی برای مکانیک کوانتوم سیاه‌چاله‌ها و احتمالاً خود گرانش کوانتومی‌است.»

نویسندگان اذعان کرده‌اند که برخی نتایج در مقاله‌شان هنوز باید با محاسبات دقیق‌تر به دست بیایند. فیزیک‌دان‌های دیگری، از جمله جوزف پولچینسکی[۵] از دانشگاه سانتاباربارای کالیفرنیا، نیز نگران هستند که این سناریو شامل اثرهای کوانتومی‌ای باشد که به طور غیرواقع‌بینانه‌ای بزرگ باشند.

فیزیک‌دان نظری، دونالد مارولف از دانشگاه سانتاباربارای کالیفرنیا، هشدار می‌دهد که جهش کوانتومی‌می‌تواند یکی از بنیادی‌ترین قوانین فیزیک را نقض کند: این‌که آنتروپی، معیاری از مقدار بی‌نظمی‌در یک سیستم، می‌تواند افزایش یابد اما هرگز نمی‌تواند کاهش یابد. او می‌گوید به نظر می‌رسد که مادهٔ خروجی از سفیدچاله، که در ابتدا در ناحیهٔ کوچکی فشرده بود، آنتروپی کمتری نسبت به سیاه‌چاله داشته باشد. رووِلی وهاگارد ادعا می‌کنند که در سناریوی آن‌ها انتروپی کاهش پیدا نمی‌کند.

اَبهی اَشتکار[۶] از دانشگاه ایالتی پنسلوانیا در پارک دانشگاهی، یکی دیگر از پایه‌گذاران گرانش کوانتومی‌حلقه‌ای، می‌گوید: به هر حال با این پژوهش ایدهٔ جهش کوانتومی‌بر پایهٔ استوارتری قرار گرفته است. البته گفته است پیش از این که متقاعد شود، می‌خواهد محاسبات دقیق‌تری را ببیند.

همه چیز در زمان‌سنجی

رووِلی تاکید می‌کند که او وهاگارد باید زمان لازم برای تبدیل سیاه‌چاله به سفیدچاله را با دقت بیشتری محاسبه کنند. لازم است که تخمین غیردقیق فعلی آن‌ها ـ چند هزارم ثانیه ـ به دقت تعیین شود، زیرا میدان قویِ گرانشیِ سیاه‌چاله باعث می‌شود امواج نوری کش بیایند و زمان اتساع پیدا کند، بنابراین از دید ناظر خارجی تبدیل در مدت زمان بیشتری روی می‌دهد.

اگر زمان از دید ناظر خارجی خیلی کوتاه باشد، آن‌گاه همه سیاه‌چاله‌هایی که تاکنون شکل گرفته‌اند باید منفجر و ناپدید شده باشند، که با مشاهدات اخترفیزیکی در تناقض است. از سوی دیگر، اگر زمان مشاهده خیلی طولانی باشد، تبدیل به سفیدچاله غیرمنطقی خواهد بود چرا که سیاه‌چاله به خاطر تابش‌هاوکینگ باید تاکنون تبخیر شده باشد. این گروه محاسبه کرده است که تبدیل سیاه‌چاله‌ای به جرم خورشید به سفیدچاله حدود هزار تریلیون برابر سن کنونی کیهان زمان می‌برد.

گدینگز در مقالهٔ اخیرش پیشنهاد می‌دهد که ساختار کوانتومی‌دانه‌ای فضا ـ زمان امکان می‌دهد تا اطلاعات بتوانند به حالتی کمتر انفجاری از سیاه‌چاله‌ها فرار کنند. این امر می‌تواند باعث افت و خیزهایی در هندسهٔ ناحیه‌ای درست خارج از سیاه‌چاله شود که شاید بتوان آن‌ها را در آینده به وسیلهٔ تلسکوپ افق رویداد (یک شبکه جهانی از رادیوتلسکوپ‌ها)، هنگام مطالعهٔ الگوی نورِ اطراف قنطورس A (سیاه‌چالهٔ اَبَرپرجرم مرکز کهکشان خودمان) آشکارسازی کرد.

1 Carlo Rovelli
2 Aix-Marseille
3 Hal Haggard
4 Steven Giddings
5 Joseph Polchinski
6 Abhay Ashtekar

مترجم: ابوالفضل توکلی

منبع:

http//:www.nature.com/news/quantum-bounce-could-make-black-holes-explode-1.15573(2014).

از ملک ادب حکم‌گزاران همه رفتند

عزت الله ارضی
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تهران

دکتر عبدالرحیم اشعری آستانی روز اول آذرماه ۱۳۰۹ در قم در یک خانوادهٔ روحانی پا به عرصهٔ وجود گذاشت. او لیسانس خود را در خرداد ۱۳۳۲ در رشتهٔ علوم فیزیک از دانش‌سرای‌عالی با احراز مقام رتبه اولی دریافت کرد و به دریافت یک قطعه مدال درجه یک فرهنگ نائل آمد. وی سپس به عنوان دبیر دبیرستان‌های ساوه مشغول به کار شد. او فیزیک را عاشقانه دوست داشت.

دکتراشعری در آبان ماه ۱۳۳۵ با بورس رتبه اولی برای ادامهٔ تحصیلات عالی عازم بلژیک و فرانسه شد. پس از ۴ سال کار در آزمایشگاه‌های ژولیوکوری، از مجهزترین آزمایشگاه‌های فیزیک هسته‌ای در فرانسه، در خرداد ۱۳۴۱ موفق به اخذ درجهٔ دکتری در رشتهٔ فیزیک هسته‌ای از دانشگاه پاریس شد و در تابستان همان سال به ایران بازگشت. سپس در آزمون استادیاری فیزیک اتمی دانشگاه تهران با قاطعیت انتخاب شد و پس از مکاتبات فراوان بین دانشگاه تهران و وزارت فرهنگ آن زمان، سرانجام در بهمن ماه ۱۳۴۲ به طور رسمی به مرکز اتمی دانشگاه تهران منتقل شد.

دکتر اشعری در طی سال‌های استخدام چند مسافرت علمی داشت که مهم‌ترین آن‌ها به کشورهای فرانسه و آمریکا بود. اعزام به فرانسه برای برنامه‌ریزی تحقیقات علمی مشترک با کمیساریای انرژی اتمی فرانسه در خصوص رآکتور اتمی دانشگاه تهران به مدت سه ماه بود. سفر علمی به آمریکا هم به مدت ۶ ماه بنا به دعوت پروفسور علی جوان، از دانشمندان برجسته ایرانی، برای کار در آزمایشگاه‌های ام‌آی‌تی در زمینهٔ پیشرفت‌های جدید لیزر انجام شد.

استاد دکتراشعری منشاء خدمات ارزشمندی برای جامعه علمی ایران، بخصوص رشتهٔ فیزیک، بوده است: او طیف بزرگی از دروس فیزیک دانشگاهی و حتی دروس ریاضیاتِ مختص فیزیک و دانشکدهٔ فنی را، چه در تهران و چه در شهرستان‌ها، تدریس کرد و تا همین اواخر تدریس را ادامه داد (مثلاً درس مکانیک شاره‌ها، که علی القاعده رشتهٔ تخصصی ایشان نبود، ولی خیلی خوب هم از عهدهٔ آن برآمد). با تدریس برخی از این دروس متعدد و متنوع به روش نوین و بعضاً برای اولین بار، او بی‌شک یکی از تأثیرگذاران در رشد و تعالی آموزش فیزیک دانشگاهی در ایران بوده است. حتی قبل از این‌که مکانیک کوانتومی به صورت رسمی در ایران تدریس شود، او با تشکیل جلسات غیررسمی، این درس را برای علاقه‌مندان تشریح می‌کرد.

استاد دکتراشعری، علاوه بر منصب‌های دیگر، مدیر گروه علوم هسته‌ای مرکز اتمی دانشگاه تهران نیز بود که سه بخش عمدهٔ فیزیک هسته‌ای، شیمی هسته‌ای و رادیوبیولوژی را در بر می‌گرفت، و بدینسان ایشان را می‌توان از پیشکسوتان دانش اتمی ایران دانست.

یادنگار حسین

حسام الدین ارفعی
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تهران

دکتر حسین پرتوی استاد سابق دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه صنعتی شریف و استاد دانشگاه ایالتی کالیفرنیا در سکرمنتو در تاریخ هیجدهم اکتبر پس از مبارزه ای طولانی با بیماری سرطان لوزالمعده در سن هفتاد و سه سالگی دیده از جهان فروبست. او در سال ۱۳۲۰ در تهران به دنیا آمد. تحصیلات ابتدایی و متوسطه (دبیرستان البرز) را در تهران به پایان رساند. او لیسانس خود را در رشتهٔ فیزیک از پلی تکنیک رنسلیر (نیویورک) و دکتری را از انستیتوی تکنولوژی ماساچوست در سال ۱۳۴۷ (۱۹۶۹) دریافت کرد. همان سال به ایران بازگشت و در دانشگاه صنعتی شریف به کار پرداخت.

از همان بدو آغاز به کار اثرش بر محیط اطرافش آشکار بود. تحولی در آموزش دانشکدهٔ فیزیک ایجاد کرد. برنامهٔ امروزی آموزش فیزیک مطابق با برنامه‌های استاندارد بین‌المللی طراحی شد و به عمل در آمد که نقطهٔ عطفی در تاریخ فیزیک کشور است. در سال‌های خدمت در دانشگاه صنعتی تا سال ۱۳۵۵ در برنامه‌های مختلفی در دانشگاه و دانشکده از جمله ریاست دانشکدهٔ فیزیک نقش اساسی ایفا کرد . در سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۵۷ در مقام دانشمند مدعو در انستیتوی تکنولوژی ماساچوست و مرکز شتابگرخطی در استنفورد به تحقیق پرداخت. پس از آن به دانشگاه مازندران پیوست. در سال ۱۳۶۱ پس از تلاش برای پیوستن به دانشگاه دیگری در کشور به مرکز شتابگر خطی در استنفورد بازگشت وپس از چند سال کار در آن مؤسسه به عضویت هیئت علمی‌دانشگاه ایالتی کالیفرنیا در سکرمنتو در آمد. تا پایان عمر پر بارش با شور و جدیت به تحقیق و آموزش پرداخت. در QCD ، حیطه‌های مختلف فیزیک پژوهش می‌کرد و به مسائل عمیقی همچون در هم تنیدگی و آنتروپی در مکانیک کوانتومی‌در دو بعد..... به علاوه مطالعات و تحقیقات مفصلی در اقتصاد به ثمر رسانده است که در مجلات معتبر اقتصاد به چاپ رسیده است. به دفعات علاقه او به پیشرفت فیزیک در ایران همچنان پا برجا بود و به دفعات در دیدارهای خود در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی ایران سخنرانی کرد. در این میان همکاری‌هایی نیز با فیزیک‌دانان داخل کشور شکل گرفت. درسال‌های حضورش در دانشگاه ایالتی کالیفرنیا به دفعات مورد قدردانی به صور مختلف مثل استاد وپژوهشگر نمونه قرارگرفت. او بسیار فروتن و متواضع بود به حدی که هیچ‌گاه این توفیقات را مطرح نساخت.

در گذشت استاد دکتر محمدحسین پرتوی ضایعه‌ای سترک برای جامعهٔ فیزیک ایران به ویژه آن دسته‌ای که توفیق شاگردی او را داشته اند است. فقدان او را به خانواده اش، دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه صنعتی شریف و دوستانش تسلیت می‌گوییم.

سبک نگارش او منحصر به فرد بود که با خطی خوش به رشتهٔ تحریر در می‌آورد. برای او باز کردن بحث علمی با هم‌قطاران و شاگردان سابقش لذت‌بخش بود و نکتهٔ مهم این‌که آن قدر متواضع بود که هیچ ابائی از پرسیدن مطالب جدید از سایرین نداشت.

استاد دکتراشعری در کمک به دیگران، بخصوص نسل جوان‌تر پیش‌قدم بود و در این راه نه هرگز تردیدی به خود راه می داد و نه لحظه‌ای درنگ می‌کرد. کمک‌های فکری بی‌دریغ ایشان به انجمن فیزیک ایران قابل تقدیر و تحسین است. او همیشه با صداقت و پشتکاری وصف‌ناپذیری به تدریس و تحقیق مشغول بود. از او چند مقاله و کتاب بر جای مانده است.

او که از هوش و ذکاوت بالا و خدادادی برخوردار بود، رشد و تعالی شاگردان خوب سابقش را دائماً دنبال می‌کرد و چقدر خوشحال می‌شد اگر خبری از موفقیت‌های آنان دریافت می‌کرد. او فردی بسیار متواضع و مخلص بود. به همه در هر سنی احترام

با تدریس برخی از این دروس متعدد و متنوع به روش نوین و بعضاً برای اولین بار، او بی‌شک در رشد و تعالی آموزش فیزیک دانشگاهی در ایران تأثیر بسزای گذاشته است. حتی قبل از این‌که مکانیک کوانتومی‌به صورت رسمی‌در ایران تدریس شود، او با تشکیل جلسات غیررسمی، این درس را برای علاقه‌مندان تشریح می‌کرد.

می گذاشت، تقدم در سلام داشت و همین‌ها بود که از او چهره‌ای دوست داشتنی ساخته بود. او سرانجام در مهرماه ۱۳۶۲ پس از حدود ۳۰ سال خدمت صادقانه و تربیت هزاران تحصیل کرده به افتخار بازنشستگی نائل آمد.

استاد دکتر اشعری دو فرزند تحصیل کرده به نام‌های فریده و مهدی دارد. او تا قبل از حادثهٔ شکستن پایش، کوه‌نوردی را به عنوان یک ورزش سالم برگزیده بود. گرچه در چالش با سختی‌ها در دشوارترین لحظات سودای تسلیم در سر نداشت، دریغ که در جدال سنگین و دشوار با این بیماری مهلک سرانجام تسلیم تقدیرات شد و در هفتهٔ اول تیرماه ۳۹۳۱رفت و همه را اندوهگین کرد.

روحش شاد و یادش ماندگار باد.

از ملک ادب حکم‌گزاران همه رفتند
شو بار سفر بند که یاران همه رفتند
آن گرد شتابنده که در دامن صحراست
گوید چه نشینی که سواران همه رفتند
داغ است دل لاله و نیلی است بر سرو
کز باغ جهان لاله‌عذاران همه رفتند

مصاحبه با برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک، آندره گایم

مصاحبه و تنظیم: امین صالحی، رضا عسگری

فیزیک روز: پرفسور سِر آندره گایم، پیش از هر چیز از شما بسیار متشکریم که درخواست مصاحبه با ما را پذیرفتید. مجلهٔ ما «فیزیک روز» نام دارد و هدفش مخاطبانِ عامی است که تحصیلات دانشگاهی پایه‌ای داشته باشند. برای شروع اجازه دهید سؤال را از گروه‌تان در سال ۲۰۰۴ آغاز کنم. سال ۲۰۰۴ همان سالی بود که مقالهٔ موفقیت‌آمیزتان دربارهٔ گرافین را منتشر ساختید و در آن خواص بسیار زیبای ترابردی در گرافین را برای اولین بار اندازه گرفتید. گروه شما در آن زمان چقدر بزرگ بود؟ یادتان هست؟

گایم: اوه ... بستگی دارد به این که گروه را چه‌طور تعریف کنید. گروهی از افراد بودند که روی فیزیک مادهٔ چگال کار می‌کردند و ما با یکدیگر همکاری تنگاتنگی داشتیم، اما در ابتدا، فکر کنم، شش، هفت نفر همکار روی مقاله بودیم که سه نفرشان از مؤسسه‌های مختلف دیگری بودند. دو نفرشان رفتند. برای همین می‌شود گفت که گروه کوچکی بود، سه چهار نفر.

فیزیک روز: خُب اگر بخواهید آن زمان را با زمان حال مقایسه کنید، گروه‌تان حالا چقدر بزرگ است؟

گایم: اوه، باز هم بستگی دارد. الان گروه بزرگ شده است. شمار همکاران علمی‌ام زیاد شده است، و خود آن‌ها هم گروه خودشان را دارند. کسی که به همراه من جایزهٔ نوبل را دریافت کرد، گروه خودش را دارد که احتمالاً متشکل از ۲۰ نفر است. من تا جایی که ممکن است سعی دارم گروه را کوچک نگه دارم، اما باز هم هنوز نزدیک به پنج نفر پسادکتری ، محقق و دانشجوی دکتری هستند. من همیشه می‌گویم که بزرگ لزوماً به معنی خوب نیست. برای همین سعی دارم گروه را فشرده و کارآمد نگه دارم تا این‌که بخواهم ارتشی تحت فرماندهی ژنرال داشته باشم که آن وقت هیچ وقت پایتان به آزمایشگاه نمی‌رسد. تلاش می‌کنم گروهی داشته باشم کوچک و باکفایت و بتوانم هر روز در آزمایشگاه باشم.

فیزیک روز: خیلی خوب، اجازه دهید برگردیم به زمانی که مقالهٔ با کشف مهم را منتشر کردید. پرفسور فیلیپ کیم، در دانشگاه کلمبیا داشت روی گرافین کار می‌کرد، درست می‌گویم؟ آیا پیش از آن که مقاله‌تان در مجلهٔ ساینس منتشر شود، در رابطه با گرافین با ایشان تماس علمی داشتید؟

گایم: خُب وقتی کار را روی آن چیزی که در واقع گرافین نامیده می‌شود شروع کردم ، ما از کلمهٔ گرافین استفاده نمی‌کردیم، به گمانم آن را گرافیتِ به ضخامتِ یک اتم می‌نامیدیم، یک گرافیت تک‌لایه‌ای. وقتی کار در این حوزه را شروع کردم، من مقاله‌های قبلی‌ام را به دقت از نظر گذرانده‌ام و هیچ‌وقت در زندگی‌ام از کلمهٔ گرافیت، یا کربن استفاده نکردم، و کاملاً به دور از فعالیت‌هایی مانند مواد گرافیتی، مواد مانند کربن بودم. دربارهٔ نانولوله‌ها، دربارهٔ گرافیت، دربارهٔ مواد شبیه کربنی چیزی نمی‌دانستم. تازه وارد حوزه‌های جدیدی شده بودم و برای همین نه کسی را می‌شناختم و نه از تلاش‌هایی که در گوشه و کنار دنیا انجام می‌شدند خبری داشتم. چندین گروه بودند. شما به فیلیپ کیم اشاره کردید. پل مک‌اُئن، والت دِ هِر، و چند گروه دیگر هم بودند. مایکل فورر هم بود که جایی در پس ذهنشان می‌خواستند وارد همین حوزه شوند اما هنوز درگیر این بودند که فیلم‌های گرافیتی به ضخامت صد لایه‌ای بسازند. این ایده که علی‌الاصول چنین کاری ممکن است ، نمی‌دانم، ده یا حتی چند نفر بیشتر نبود.

فیزیک روز: سؤالی که من همیشه در ذهن داشتم این است که در مکانیک آماری، و با توجه به قضیهٔ مرمین-وگنر ، می‌دانیم که بلور دو بُعدیِ یا ساختار با نظم بلند برد در طبیعت نمی‌توانند وجود داشته باشند. حال با در نظر گرفتن این واقعیت سؤال این است که شما چه‌طور به این موفقیت رسیدید که یک بلور دو بعدی پایدار را از ورقه ورقه کردن به دست آورید؟

گایم: خُب این از مزیت تجربی‌کار بودن است. اگر شما با فکر کردن به این شروع کنید که کاری ممکن است یا ممکن نیست، آن‌وقت باید به سراغ مقالات بروید و معمولاً چیزهایی پیدا می‌کنید که ناممکن هستند. اما وقتی دست به کار می‌شوید و عمل می‌کنید، آن‌وقت متوجه می‌شوید چیزهایی هستند که انگار در تضاد با نظریه هستند. بنابراین، علی‌الاصول، بله، شما درست می‌گویید، نباید ممکن باشد، اما از آن طرف همیشه این پرسش هست که چگونه آن را ممکن کنید و بسازید و دمایش چقدر باید باشد. برای همین ایدهٔ اولیه و اصلی ساختن یک تک‌لایه نبود. این اتفاق مایهٔ شگفتی و تعجب شد. ایدهٔ اولیه این بود که یک لایهٔ بسیار نازکِ گرافیت ساخته شود و خواص لایهٔ نازک گرافیت بررسی شود. برای همین وقتی شروع به ساختن آن لایه‌های نازکِ گرافیتی کردیم، متوجه شدیم که بسیار نازک هستند و خُب طبیعی بود که به پیشرفت ادامه بدهیم و لایه را نازک‌تر، و نازک‌تر، و نازک‌تر کنیم تا بالأخره به یک تک لایه، به گرافینِ به ضخامت یک اتم برسیم. اما خُب حتی این هم خیلی مهم نبود، می‌توانم بگویم اگر کیفیت گرافین درست مثل کیفیت مثلاً تک‌لایه‌های دی‌سولفیدِ مولیبدن بود آن وقت من و شما امروز با هم صحبتی نداشتیم. بنابراین اولین قدم این بود که این ماده را بسازیم، اما قدم مهم‌تر بعدی این بود که نشان بدهیم خواص این ماده بسیار شگفت‌انگیز است و این خواص را مطالعه کنیم، چون اگر چنین خواصی نمی‌داشت کسی هم به آن‌ها توجهی نشان نمی‌داد.

فیزیک روز: بله من دقیقاً به یاد دارم که در مقالهٔ بسیار خوبتان درسال ۲۰۰۴ ، شما هم تک لایهٔ دی‌سولفید مولیبدن را جدا کردید و تحرک‌پذیری حامل‌ها را ا اندازه گرفتید. شما آن را با گرافین مقایسه کردید و نتیجه گرفتید که تحرک‌پذیری در گرافین بسیار بسیار بزرگ‌تر است. امروزه، یا اجازه دهید بگویم این روزها، سعی داریم فیزیکِ متعلق به دی‌سولفید مولیبدن را نیز بفهمیم.

گایم: بله. در واقع شش ماه بعد از آن در مقالهٔ سال ۲۰۰۵، در «مقاله‌نامهٔ آکادمی ملی علوم»، نشان دادیم، که نه فقط یک ماده ـ گرافین ـ بلکه مجموعه‌ای از مواد، کتابخانه ای از مواد، پنج مادهٔ مختلف، یا فکر کنم هفت مادهٔ مختلف نشان داده شدندکه

اگر شما با فکر کردن به این شروع کنید که کاری ممکن است یا ممکن نیست، آن وقت باید به سراغ مقالات بروید و معمولاً چیزهای پیدا می‌کنید که ناممکن هستند. اما وقتی دست به کار می‌شوید و عمل می‌کنید، آن وقت متوجه می‌شود چیزهایی هستند که انگار در تضاد با نظریه هستند.

با آن مواد چه کارهایی می‌توانستیم بکنیم. وقتی بعد از گذشت نیمی دیگر از سال خواص گرافین معلوم شد همه به این حوزه هجوم آوردند و این وضعیت باقی ماند تا وقتی ته و توی این حوزه به کلی در آمد و همهٔ آزمایش‌ها جالب و زیبا انجام شدند، آزمایش‌های ساده. تا آن وقت کسی به فکر مواد دیگر نبود. اما حالا که از این معدن طلا، حسابی بهره کشیده‌ایم، ما و دیگران برگشتیم به سراغ مواد دیگر و روی آن‌ها کار می‌کنیم. سعی می‌کنیم مواد جدیدی بسازیم، سعی می‌کنیم آن‌ها را با هم ترکیب کنیم و غیره.

فیزیک روز: پرفسور گایم ظاهراً شما با گروه و پژوهشگران همکارتان جلسات هفتگی دارید؟ به آن می‌گویند «گردهمایی‌های بعدازظهر جمعه». لطفاً دربارهٔ آن بیشتر بگویید. می‌شود بگویید که از چه وقتی این جلسات را شروع کردید؟

گایم: (آه می‌کشد) شما به آزمایش‌های جمعه شب! اشاره می‌کنید. آن جلسات موجود است اما این که جلساتی بوده

که گفته می‌شود که شب‌های جمعه دور هم جمع می‌شدیم و آبجویی می‌خوردیم و بحث می‌کردیم که چه کارهایی می‌توانیم انجام بدهیم و بعد آزمایش‌های تصادفی انجام می‌دادیم ... این افسانه است. آن نشست‌ها هیچ‌وقت وجود نداشتند. آن چیزهایی که مربوط به آزمایش‌های جمعه شب بود در واقع تلاش‌ها و کارهای غیرمنتظره و بی‌مقدمه‌چینی‌ای بودند برای این که چیزهایی که قرار نبود انجام دهیم را امتحان کنیم، چیزهایی که برای انجامشان هیچ زمینه‌ای قبلی نداشتیم , قولی برای انجام آن‌ها نداده بودیم. ما فقط ... . می‌دانید، من در سخنرانیم آزمایش‌های مربوط به نفوذپذیری آب را توصیف کرده‌ام و من در زمینهٔ خواص الکترونیکی خبره و کارشناسم. این کار یک کار بدون مقدمه‌چینی آزمایشی بود. فیلترسازی فوکوشیما کاملاً بی‌مقدمه و ایده سریع بود. اما در سمینارهای جمعه هیچ چیزی سازمان و ترتیب داده نمی‌شد. برای همین هم جلسهٔ بحث برای حل مسائل یا تولید ایده نبود، فقط به جای این که یک جور ترتیب‌دهی خاص باشد، یک نوع سبک کاری بود.

فیزیک روز: اینکه همیشه فکر می‌کنیم کارهای آزمایشگاهی یک جورهایی از کار نظری یا این قبیل کارها جدا است در واقع دغدغهٔ ماست. سؤال من این است که آیا شما هیچ فرد نظریه‌پردازی در گروه‌تان دارید؟ به خصوص این‌که به طور کلی دربارهٔ همکاری بین کار تجربی و افرادی که بیشتر به سمت نظریه گرایش دارند چه فکر می‌کنید؟

گایم: متأسفانه ما در گروه‌مان نظریه‌پرداز نداریم. سال‌ها سعی کردیم آن‌ها را به طرف خودمان جلب کنیم و موفق نشدیم. ما در دانشکده یک گروه نظری داریم که روی موضوعات کاملاً متفاوتی کار می‌کنند. بنابراین تحت این شرایط بهترین کاری که می‌توانید بکنید این است‌که با افرادی در اطراف و اکناف دنیا همکاری کنید و ما هم با افرادی از اسپانیا، هلند، ایالات متحده، ... خیلی از کشورها مختلف، چین، ژاپن همکاری می‌کنیم. ما کارهای مشترک زیادی داریم, چون به باور من ما نمی‌توانیم همهٔ کارها را خودمان انجام بدهیم. یک ضرب‌المثل روسی هست که می‌گوید نانوا بهتر است نان بپزد، و کفاش کفش درست کند. برای همین یک جدایی، هست هر چند من همکار نویسنده در چندین مقالهٔ نظری با کیفیت بالا هستم ، اما به طور معمول ما ترکیب تلاش‌های مشترک بین تجربه و نظریه را داشتیم هم تجربی‌کارها از این همکاری سود بردند و هم نظریه‌پردازان. برای نظریه‌پردازها خیلی لذت‌بخش‌تر است که کاری را به دور از واقعیت است انجام ندهند. در رابطه با آنچه که به طور تجربی روی می‌دهد کار کنند، و برای تجربه‌گری مثل خودم ، خیلی بهتر است که از کسی بخواهیم که فرمولی را بنویسد که برای او ممکن است پنج دقیقه وقت بگیرد، در حالی که برای من ممکن است پنج ساعت طول بکشد.

فیزیک روز: دربارهٔ همکاری با دانشمندان دیگر و همکارانتان صحبت کنیم، به طور عمومی شما مقاله‌ای را ترجیح می‌دهید که یک نویسنده داشته باشد، یا یک کار جمعی با شمار معقولی از افراد به عنوان نویسندهٔ همکار؟

گایم: سؤال جالبی است. اگر به مقاله‌ها نگاهی بیندازید، اگر مقاله‌های گروه ما را ورق بزنید، این روزها معمولاً ... در آخرین مقاله فکر کنم از بیست نفر گذشته‌ایم. افراد شروع کرده‌اند به گفتن، و حتی شوخی کردنِ این که طولی نمی‌کشد گروه‌مان به بزرگی همکاری‌های فیزیکِ ذرات می‌رسد، و اسم نویسنده‌های همکار چند صفحه خواهد شد. اما قانون کلی این است که همه چیز را در حد امکان کارآتر کنیم. برای همین گاهی اوقات به مشارکت کمتری از سوی افراد احتیاج است و هر مقاله‌ای معمولاً حاصل مشارکت یا تلاش سه، چهار نفر است، اما افراد خیلی خیلی زیاد یک کمی اینجا یک کمی آنجا کمک کرده‌اند. شما خودتان هم می‌توانید این کار را انجام بدهید، شما می‌توانید از کس دیگری بخواهید آن را انجام بدهد، اما، چرا باید وقتمان را بر سر چیزی هدر بدهیم که دیگران به راحتی می‌توانند انجام بدهند. برای همین است که همکاری ما خیلی وسیع است. این کار را سه، چهار نفر هدایت می‌کنند، اما همه دعوت می‌شوند که نویسندهٔ همکار بر آن مقاله باشند چون همکاری‌شان را قدر می‌گذاریم.

فیزیک روز: سؤال من برمی‌گردد به روش‌شناسی راهی که یک پژوهشگر می‌تواند تلاش‌هایش را انجام دهد و کنترل کند. گاهی اوقات به نظر می‌رسد که کارهای پژوهشگر در جهت‌های مختلف و بی‌هدف است، کاملاً کاتوره‌ای بدون اینکه یک برنامه ای را دنبال کند. این

روش را می‌شود با روش دیگری که در آن محقق برنامهٔ بلند مدت پژوهشی دارد مقایسه کرد. کدام یک از این روش‌ها به نظرِ شما کار آمدند؟

گایم: احتمالاً منظورتان به دو نوع روش و نگرش است، که یکی از آن‌ها سطح را ...

فیزیک روز: می خراشد؟

گایم: می خراشد! خراش می‌دهد! بله و دیگری کندوکاو عمقی است. خُب، بله، نگرش‌ها. من اساساً آدمی هستم اهل خراش دادن. سعی می‌کنم در چشم‌انداز علمی جاهایی را پیدا کنم که تا به حال کشف نشده‌اند. این کار برای من جالب است. برای همین اگر جایی یک تکه زمینی از چمن تازه ببینم و توانایی داشته باشم، چون چمن تازه‌ای است ـ البته فقط توانایی کافی نیست، باید ابزار، مجموعهٔ ابزاری و دانشِ اکتشاف آن تکهٔ زمین کوچک از چمن تازه را هم داشته باشید ـ آن وقت است که به آنجا می‌روم. اگر، حتی اگر آن را ببینم ولی چشم ریاضی، یا دانش، یا ابزار آزمایشگاهی را نداشته باشم قدم به آنجا نخواهم گذاشت. برای من حفاری تا اعماق زیاد، سعی برای یافتن این که آیا آنجا، در چند کیلومتری در آن پایین، طلا هست یا نه چندان جذابیتی ندارد، چرا که آدم‌ها با هم فرق دارند. و ما به هر دو نگرش نیاز

برای نظریه‌پردازها خیلی لذت‌بخش‌تر است که کاری را به دور از واقعیت است انجام ندهند. در رابطه با آنچه که به طور تجربی روی می‌دهد کار کنند، و برای تجربه‌گری مثل خودم ، خیلی بهتر است که از کسی بخواهیم که فرمولی را بنویسد که برای او ممکن است پنج دقیقه وقت بگیرد، در حالی که برای من ممکن است پنج ساعت طول بکشد.

داریم. من نمی‌گویم که یکی بهتر از دیگری است، ما به هر دو تخصص احتیاج داریم. ما به حرفه‌ای‌هایی با دامنهٔ کم نیاز داریم، به حرفه‌ای‌هایی بسیار متخصص نیاز داریم و همچنین به کسانی مثل من که سطح را خراش می‌دهند.

فیزیک روز: در مورد ولگشت کاتوره ای شگفت‌انگیز تان به سوی گرافین که جایزهٔ نوبل در فیزیک را برایتان به ارمغان آورد چه‌طور به اطلاعتان رسید که شما برای دریافت جایزه انتخاب شده‌اید؟ آیا تعجب کردید، یا انتظارش را داشتید؟

گایم: خُب این مربوط به خیلی وقت پیش است. نمی‌دانم، یادم نمی‌آید که در آن زمان چه فکری می‌کردم، اما یادم می‌آید که در آن مرحله به جان الیس چه جوابی دادم. جواب دادم که من احمق نیستم، چون در طی سه سال قبل از جایزهٔ نوبل آدم‌ها، خُب بعضی‌ها، مرا که در کریدورها می‌دیدند دست می‌دادند و می‌گفتند لطفاً آن قدر عمر کن که جایزهٔ نوبلت را ببینی ، برای همین وقتی یک چنین نظر و دیدگاهی عمومی‌ای وجود داشته باشد، وقتی که شبکه‌ای از علم باشد و وقتی اسمت در برنامهٔ رویترز در مورد پیش‌بینی جوایز نوبل مرتب در بیاید خُب آن وقت جای تعجب زیادی نیست. شاید خیلی زودتر از آنچه که انتظارش را داشتم اتفاق افتاد، خیلی تعجب انگیز نبود. شوک نبود.

فیزیک روز: با توجه به این که پژوهش‌های زیادی تا به اینجا روی گرافین انجام شده است، فکر می‌کنید که در کل آیا همهٔ سؤال‌های بنیادی و فیزیکی در مورد گرافین پاسخ داده شده‌اند؟ دربارهٔ Flagship چه فکر می‌کنید؟

گایم: دربارهٔ Flagship چه فکری می‌کنم یا دربارهٔ این حوزه؟ متوجه سؤال نشدم؟

فیزیک روز: سؤال من این است که پژوهش‌های زیادی روی گرافین انجام شده است. آیا فکر می‌کنید پژوهش در گرافین در حال اشباع شدن است , یا این که پنجره هنوز باز است و باید به کار در این سمت ادامه دهیم.

گایم: خُب متوجه شدم. دربارهٔ گرافین فی‌نفسه فکر کنم همه مزهٔ کار رفته باشد. اکنون هزاران گروه در سرتاسر دنیا همهٔ حوزه‌های گرافین را در ده‌ها هزار مقاله بررسی کردند. این‌ها موضوع‌هایی هستند که خیلی خوب کندوکاو شده‌اند. برای همین رقابت در این حوزه سخت‌تر است و این را خیلی خوب می‌دانیم که حوزه‌هایی در گوشه و کنار هستند هنوز باید کشف کنیم. اما یکی از این حوزه‌ها که حوزهٔ گوشه‌کناری هم نیست و کاملاً کشف نشده است کاربرد است. خُب ما ماده را فهمیده‌ایم، خواص‌اش را می‌دانیم، از تولید انبوه آن گذشته ایم . حالا کاربرد در راه است، و برای مثال شما به پروژهٔ فِلَگ‌شیپ اشاره کردید. من خیلی شک داشتم. من دربارهٔ یک چنین سرمایه‌گذاری‌های عظیمی که به قسمت‌های بسیار کوچک می‌رود خیلی شک و تردید داشتم. سرمایه‌هایی که فقط به هزاران گروه در سرتاسر اروپا می‌رسد، اما این برنامه در اصل پژوهش‌های کاربردی در این سمت را برانگیخته می‌کند که تا ده دوازده سال دیگر هم ادامه خواهد داشت. امروزه منظور مردم از واژهٔ گرافین به گستره‌ای از مواد دو بُعدی اشاره دارد ، بنابراین امروزه حتی دی‌سولفید مولیبدن تا حدی یا دی‌سلنید نیوبیوم یا فسفرین، سیلیسین، همگی به زیر این چتر آورده شده‌اند. و برای من کسانی که این دانش را مثل شما و من دارند می‌توانند این دانش را به حوزه‌های جدیدی ترجمه کنند و این جهانی جدید از موادی است که تا ده سال پیش هیچ تصوری از آن نداشتیم. ما همیشه با تودهٔ ماده سروکار داشتیم و حالا می‌توانیم با موادی به ضخامت یک اتم یا یک مولکول کار کنیم. این کار دهه‌ها طول خواهد کشید، نه با گرافین، بلکه با موادی شبیه به گرافین.

فیزیک روز: صحبت از سرمایه‌گذاری در حوزهٔ گرافین شد، آیندهٔ گرافین را چه‌طور می‌بینید؟ کاربردهای نزدیکِ قابل حصول گرافین چیست؟

گایم: من یک فیزیکدانم و جایزهٔ نوبل را برای فیزیک برده‌ام نه

برای کاربرد. ولی خوب البته من هم علاقمندم. این مثل بچهٔ من است و به طبع به آنچه که می‌گذرد علاقه دارم. برای مدت طولانی تولید آن یک مسئله بود، چون ما از تکنیکِ به اصطلاح چسب نواری استفاده می‌کردیم و می‌کنیم که برای فیزیک بهترین نتایج را می‌دهد. اما در طی، در واقع، دو سال گذشته تولیدش رو به افزایش گذاشته و تا به کیلومترمربع و چند تُن از این ماده رسیده است. برای همین آدم‌ها چشم‌انداز کاملاً متفاوتی پیدا کرده‌اند. پیشتر مردم فکر می‌کردند که خُب اگر تقاضایی باشد ما هم چیزی می‌سازیم. اما حالا مردم فکر می‌کنند که ما به حد کافی از این ماده تولید می‌کنیم و همین کار تقاضا را ایجاد می‌کند. شایع است که در باتری‌ها به کار خواهد رفت. من یک موبایل دارم که صفحه‌اش گرافین است. یواش یواش دارد سرعت می‌گیرد. پس شاید تا یکی دو سال دیگر یک پیشرفت بزرگ داشته باشیم. آنچه که معلوم نیست این است که آیا این‌ها حوزه‌هایی حاشیه‌ای هستند مثل راکت‌های تنیس در ابزارهای مصرفی مشتریان که کاربرد جدی برای آن تصور نمی‌کنیم یا این که کاربردهای خیلی خوبی برایش پیدا می‌شود و گرافین در همه جا دیده می‌شود و به یک ابزار خانگی تبدیل می‌شود. نمی‌دانم، نمی‌دانم. من نمی‌توانم با این گذشته آن را به درستی پیش‌بینی کنم.

فیزیک روز: روی‌هم‌رفته در حرفهٔ دانشگاهی‌تان آیا هیچ فرد، مربی، معلم تأثیرگذاری داشته‌اید؟

گایم: هیچ کس را به طور اخص نمی‌توانم نام ببرم. از این موهبت برخوردار بوده‌ام که معلمان زیادی از مکتب روسی، یا مکتب علمی شوروی داشته باشم. یک آموزش خیلی خوب. اما نمی‌توانم اسم فقط یک نفر را ببرم. اگر بخواهم اسم ببرم احتمالاً بیست شخص متفاوت می‌شوند که درس می‌دادند و سرپرستی می‌کردند.

فیزیک روز: من همیشه یک سؤال، اجازه دهید بگویم یک سؤال مزورانه، در ذهن دارم که وقتی یک نفر به یک جایی رسید آیا باید توقف کند یا این که به کارش ادامه دهد؟ نتایج آزمایشگاهی شما سال‌هاست خیلی خوب استقبال می‌شوند، و حتی امروزه هم از آزمایشگاهتان گزارش نتایج شگفت‌انگیزی بیرون می‌آید. آیا انتظار دارید که جایزهٔ دوم نوبل در فیزیک را برنده شوید؟ آیا مشتاقید که آن را دریافت کنید؟

گایم: (بعد از خنده) انشاالله .. من آدم معقولی هستم. طبق آمار «انجمن سلطنتی آکادمی علوم بریتانیا» پنج، شش میلیون نفر در این سیاره هستند که به طور حرفه‌ای به کار پژوهش مشغول‌اند. و حالا می‌توانید تصور کنید که این مثل یک کشور کوچک است، مثلاً مثل سوئد یا دانمارک. و در بین این آدم‌ها قطعاً کسانی هستند که از من باهوش‌ترند، اما شاید شانس‌شان کمتر باشد. برای همین همیشه رقابت سختی در آن بالا، در لایه‌های بالایی، یا در آن یک درصد خیلی فشرده است. اما حتی یک درصدِ ـ یا حتی یک دهم درصد ـ از پنج میلیون نفر هم تعداد زیادی می‌شوند، برای همین هم نه تنها کار شدید، ضریب هوشی بالا، و دانش لازم است، بلکه بیشتر از همه به شانس هم احتیاج دارید. من همیشه می‌گویم که همهٔ جایزه‌های نوبل، غیرمترقبه هستند، اما بعضی از آن‌ها کمی کمتر غیرمترقبه هستند. انتظار جایزهٔ نوبل دوم را ندارم. من فقط از کارم لذت می‌برم.

فیزیک روز: اساتید، دانشجویان و پژوهش‌گران جوان دوست دارند توصیه‌ای از شما داشته باشند. شما به آن‌ها توصیه می‌کنید چه کارهایی انجام دهند و چه کارهایی انجام ندهند و از چه چیزهایی بپرهیزند؟

گایم: خُب این سؤال بسیاری وسیعی و گسترده‌ای است و این بستگی دارد که از من بپرسید چه‌طور حرفه‌ای کار کنید یا این که در زندگی‌تان چه کار کنید.

فیزیک روز: با توجه به تجربه‌های شخصی‌تان چه می‌توانید بگویید؟

گایم: خُب بگذارید یکی از پاسخ‌های زیاد در جهت‌های مختلف را بدهم. بعضی از آدم‌ها پیش من می‌آیند و می‌پرسند که آیا بهتر است به کار فیزیک ادامه بدهند، یا این که مثلاً یک پیشنهادِ شغلی خیلی خوب از یک شرکت یا یک بانک شده است و من می‌گویم، همیشه می‌گویم، انتخاب با خودتان هست، اما یادتان باشد اگر به سراغ بانک، یا صنعت می‌روید یک نوع شکل کاری هست، یک کاری هست از ۹ صبح تا ۵ بعدازظهر و شما به خانه می‌روید و از خانه و خانواده لذت می‌برید. اگر از این خوشتان بیاید، فبها، اما زندگیتان را به دو قسمت کرده‌اید، یکی کار، یکی دیگر، خانه. و یک قسمت‌اش، مثلاً کار، خسته‌کننده می‌شود و آن وقت کارتان ساخته است، چون مجبورید به طور میانگین چهل سال از زندگیتان را کار کنید، بله ... و اگر کارتان برایتان خسته‌کننده باشد، در آن صورت شما چهل سال رنج خواهید کشید. اما اگر در آکادمی کار کنید، آن وقت زندگیتان اساساً یک تکهٔ بزرگ خواهد بود که در زندگی خانوادگی‌تان، ... شما به خانه می‌روید و هنوز هم جایی در پس ذهنتان به کارتان و دربارهٔ کارتان فکر می‌کنید، یا مثلاً در مورد خود من، همسرم یک فیزیکدان است، دخترم می‌خواهد یک دانشمند، یا یک فیزیکدان شود، و ما با هم بحث می‌کنیم، حالا شاید نه در مورد مسائل شغلی، اما خُب دربارهٔ مسائل کاری هم در خانه حرف می‌زنیم. به این ترتیب با این که البته جدایی بین خانواده و کار هست، اما یک محیط و فضای واحد است و جدایی‌ای بین زندگی خانوادگی و زندگی کاری وجود ندارد. شما در یک فضای واحد زندگی می‌کنید و برای همین اگر بتوانید از چنین محیطی لذت ببرید، این می‌شود چهل سال تفریح به جای چهل سال کار سختی که فکر می‌کنم خیلی از کارمندان بانک تجربه می‌کنند. بله، چهل سال کیف و لذت.

فیزیک روز: از بابت وقتی که در اختیار ما گذاشتید متشکریم.

نگارش کتاب دانشگاهی

فیروز آرش
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تفرش

چکیده: چرا کتاب درسیِ دانشگاهی می‌نویسیم؟ چه نکاتی را در نگارش کتاب درسی در نظر بگیریم؟ دشواری‌های نشر کدامند؟ در این نوشته این پرسش‌ها را واکاوی خواهم کرد. گزارش من بازگویی یک تجربهٔ شخصی است.

سال‌های زیادی است که فیزیک درس می‌دهم. همیشه یکی از درس‌هایم فیزیک عمومی بوده است، هم برای دانشجوهای فیزیک و هم برای دانشجوهای رشته‌های مهندسی. دو بار هم در دانشگاه‌های تِمپل و اورگان برای دانشجوهای هنر و علوم انسانی فیزیک درس داده‌ام. اگر از این تجربهٔ کوتاه آخری بگذرم، همیشه این پرسش پیش رویم بود که چه کتابی را برای کلاسم برگزینم. برای درس‌های فیزیک عمومی، در سال‌های دور، تعداد کتاب‌ها محدود بود؛ گزینه‌ها، مبانی فیزیک هالیدی- رزنیک یا فیزیک دانشگاهی سی‌یز و ژیمنسکی بودند. این روزها چندتایی بر آن‌ها افزوده شده است. تکرار تدریس از این کتاب‌ها رفته رفته برای من آزار دهنده شد و ناخشنودی فردی به همراه داشت. احساس می‌کردم همان آدمی هستم که سال‌ها پیش بودم و کاری به جز تکرار نویسندگان این کتاب‌ها انجام نمی‌دهم. این کتاب‌ها کاستی‌های معینی هم داشتند، به ویژه برای دانشجوهای فیزیک آن‌ها را نابسنده می‌یافتم. گاهی گزاره‌های نادرست، گمراه‌کنندهٔ تاریخی هم می‌توان در آن‌ها یافت که همواره تکرار شده اند. من در اینجا چند نمونه می‌آورم. بگذارید با نیروی اصطکاک آغاز کنیم. در کتاب‌ها نوشته می‌شود که «جهت نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت جسم است.» خوب! این گزاره نادرست و در بهترین حالت، ناقص است. این را ما می‌دانیم و نیز می‌دانیم که سابقهٔ تاریخی دارد. یک بار به غلط گفته شده است و بعد از آن تکرار شده است. باید زبان درستی برای بیان ویژگی نیروی اصطکاک یافت.

هنگامی که جعبه‌ای روی سطح ناهموار در حال حرکت می‌لغزد، نیروی اصطکاک وارد به جعبه در خلاف جهت سرعت

نسبی جعبه است. این سرعت ممکن است در سوی حرکت جعبه یا در خلاف آن باشد. نمونهٔ دیگر، نیروی اصطکاک وارد به چرخ‌های اتوموبیل یا دوچرخه است. در وضعیتی که حرکت چرخ غلتشی بدون لغزش است، نیروی اصطکاک در راستای شتاب مرکز جرم است. این نیرویی است که حرکت رو به جلوی چرخ را شدنی می‌کند. اگر اتومبیل به سوی جلو شتاب گیرد، نیروی اصطکاک نیز در جهت سرعت است. تازه این هم باید با دقت بیشتری توصیف شود: فرض کنید اتومبیل دیفرانسیل جلو دارد. در این حالت، نیروی اصطکاک وارد به چرخ‌های جلو در جهت سرعت است اما نیروی اصطکاک وارد به چرخ‌های عقب رو به عقب است. اگر آدم پول‌داری می‌بودید و می‌توانستید اتومبیل دو دیفرانسیل بخرید، آن‌گاه نیروی اصطکاک وارد به هر چهار چرخ ماشین رو به جلو می‌شد.

«جرم سکون» نمونهٔ دیگری است. چیزی به نام «جرم سکون» و «جرم متحرک» یا «جرم نسبیتی» وجود ندارد. جرم، جرم است. تصورش را بکنید که کسی از شما بپرسد جرم الکترون چیست. آیا پاسختان $9.109\times10^{-31}kg$ خواهد بود یا خواهید پرسید که الکترون با چه سرعتی حرکت می‌کند. توصیف چارچوب سکون جسم برای دانشجوی سال اول چندان ساده نیست.

برای درس‌های فیزیک عمومی، در سال‌های دور، تعداد کتاب‌ها محدود بود؛ گزینه‌ها، مبانی فیزیک هالیدی- رزنیک یا فیزیک دانشگاهی سی‌یز و ژیمنسکی بودند. این روزها چندتایی بر آن‌ها افزوده شده است. تکرار تدریس از این کتاب‌ها رفته رفته برای من آزار دهنده شد و ناخشنودی فردی به همراه داشت.

«جرم متحرک» یا «جرم نسبیتی» معمولاً در بحث نسبیت به کار برده می‌شود. کتاب‌هایی که از این واژه استفاده می‌کنند، کمیت $m_{rel}=\gamma m$ را با این نام می‌خوانند که در آن m «جرم سکون» جسم پنداشته می‌شود. چون تنها یک جرم وجود دارد من از به کار بردن واژهٔ «سکون» خودداری می‌کنم. این که چرا برخی دوست دارند $m_{rel}=\gamma m$ را جرم ذرهٔ در حال حرکت بنامند این است که بتوانند تکانه را در شکل آشنای نیوتونی، $p=m_{rel}v$، بنویسند. در اینجا فرض نادرستی نهفته است که می‌گوید اگر به ذرهٔ در حال حرکت جرم m_{rel} نسبت دهیم، رابطهٔ نیوتون، با تغییری در جرم، برقرار باقی می‌ماند. یعنی رفتار ذره شبیه رفتار ذرهٔ با جرم γm در مکانیک نیوتونی می‌شود. این شبیه سازی سرانجام به بن‌بست می‌رسد و به نتیجهٔ نادرست می‌انجامد. این مانند آن است که بخواهیم مکانیک کوانتومی را با زبان مکانیک کلاسیک توصیف کنیم. خوب! این نشدنی است که بخواهیم نظریهٔ درستی مانند مکانیک کوانتومی یا نسبیت را با نظریه‌ای ناکامل توصیف کنیم. برای این که مسئله را روشن‌تر توصیف کنم، فرض کنید به قانون نیوتون وفادار باشیم. در این صورت قانون دوم نیوتون برای ذرهٔ با جرم γm را باید به صورت $F=(\gamma m)a$ بنویسیم. بگذارید خود را به دو بعد x و y محدود کنیم. فرض کنید ذره‌ای در راستای محور x حرکت می‌کند. به این ذره نیروی دو بعدی $F=(F_x,F_y)$ وارد می‌شود. تکانهٔ ذره $P=\gamma mv=\frac{m(v_x,v_y)}{\sqrt{1-v_x^2-v_y^2}}$ است. اگر از تعریف $F=\frac{dp}{dt}$ آغاز کنیم و از P نسبت به زمان مشتق بگیریم و به یاد داشته باشیم که در آغاز $v_y=0$ بود، با محاسبهٔ ساده‌ای خواهیم داشت $F=\frac{dp}{dt}|_{v_y=0}=m(\gamma^3a_y,\gamma a_x)$ و این نتیجه نشان می‌دهد که $F=(\gamma m)a$ در راستای محور x برقرار است، اما در راستای y درست نیست، بلکه باید γm را با $\gamma^3 m$ جایگزین کنیم. به بیان دیگر، واکنش جرم به نیرو در جهت‌های مختلف، متفاوت است. پس، می‌بینیم که نسبت دادن جرمی یگانه به ذرهٔ در حال حرکت، به طوری که در همهٔ شرایط رفتار نیوتونی داشته باشد، نشدنی است.

به طور رسمی‌تر هم می‌توان نشان داد که جرم یگانه است و تمایز «جرم نسبیتی» و «جرم سکون» بی‌معنی است. از واژهٔ «جرم» برای توصیف کمیتی استفاده می‌شود که در سمت راست $E^2+|P|^2=m^2$ نشسته است. در اینجا m^2 ناورداست، یعنی چیزی است که به چارچوب مرجع وابسته نیست. اما E و P مؤلفه‌های یک چاربرداراند و به چارچوب وابسته اند. در این نگاه، اگر از «جرم» برای توصیف یک کمیت ناوردا استفاده کنیم، دیگر جرم نامیدن کمیت وابسته به چارچوب γm هیچ توجیهی پیدا نمی‌کند.

نمونهٔ سوم ضریب شکست نور است. بگذارید نقل قول کنم: «چیزی وجود ندارد که ضریب شکستش کمتر از ۱ باشد»[۱] باز هم می‌بینیم که گزارهٔ نادرست در کتابی چنان پر طرفدار و یکه‌تاز در دانشگاه‌های ایران خزیده است. وقتی ضریب شکست محیط را به صورت $n=\frac{c}{v}$ می‌نویسید، یعنی این که سرعت نور در محیطی با ضریب شکست n، برابر $\frac{c}{n}$ است [۲]. چون

پیش‌تر گفته شده است که n همواره باید بزرگ‌تر از یک باشد، نتیجه‌های نادرست گرفته می‌شود. خوب! $\frac{c}{n}$ «سرعت نور» نیست، بلکه یکی از چندین سرعت نور است، یعنی یکی از چندین سرعت فاز موج تخت است. بگذریم که چنین موجی اگر بخواهد به‌راستی وجود داشته باشد باید همه جای فضا را برای همهٔ زمان‌ها اشغال کند. سرعت فاز را نمی‌توان با اندازه‌گیری زمانِ پرواز تعیین کرد. سرعت فاز نه سرعت یک جسم قابل لمس است و نه سرعت یک سیگنال. در واقع، به ازای برخی بسامدها به سختی می‌توان محیطی یافت که n آن کوچک‌تر از یک نباشد. نمک سفره یک نمونه است. وقتی دانشجو با ضریب شکست کمتر از یک روبرو می‌شود، جا می‌خورد. ناگزیر می‌شویم به او توضیح بدهیم که «سرعت گروه نمی‌تواند بزرگتر از c باشد». اما دانشجوی سال اول هنوز نمی‌داند «سرعت گروه» چیست. تازه همین توضیح هم نادرست است. سرعت گروه نه تنها می‌تواند بزرگتر از c باشد، بلکه منفی و کمتر از c هم می‌تواند باشد [۳].

معادله‌های مکسول خطی‌اند و در نتیجه، پاسخ کامل آن‌ها از برنهی تعداد محدودی مولفهٔ فوریه به‌دست می‌آید. هر مولفهٔ فوریه به تنهایی پاسخ معادله‌های مکسول است. هر مؤلفه بسامد زاویه‌ای، ω_n ، یگانه‌ای دارد. برنهی چند مولفهٔ فوریه بستهٔ موج می‌سازد. موجی با تعداد محدودی مؤلفه‌های فوریه یک موج هماهنگ است. اگر موج تنها یک مؤلفه داشته باشد، می‌گوییم موج تک‌فام است. در طبیعت موج تک‌فام وجود ندارد، همه تابش‌های الکترومغناطیسی یک پهن‌شدگی سرشتی دارند. سیگنالی با یک بسامد را باید چشمه‌ای تولید کند که عمرش بینهایت باشد. چون عمر عالم محدود و حدود ۱۳٫۵ میلیارد سال است، هیچ سیگنالی در عالم وجود ندارد (یا هیچ سیگنالی را در عالم نمی-توان مشاهده کرد) که پهنای طیف آن کوچک‌تر از وارون عمر عالم باشد.

با این توضیح، بگذارید نخست سرعت فاز را تعریف کنیم: موج سینوسی $\psi = \sin(kx - \omega t)$ را در نظر بگیرید. شناسهٔ $kx - \omega t$ فاز موج نامیده می‌شود. سرعت این موج، سرعت نقطه‌ای با فاز ثابت است. بنابراین، اگر فاز موج را برابر یک مقدار ثابت، C قرار دهیم، خواهیم داشت

$$kx - \omega t = C \Rightarrow \frac{d}{dt}(kx - \omega t) = 0 \Rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k}.$$

کمیت $\frac{\omega}{k}$ سرعت فاز نامیده می‌شود. از نظریهٔ موج می‌دانیم که $\omega = Ck$ است. بنابراین، دیده می‌شود که سرعت نور در خلاء $\frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} = \frac{ck}{k} = c$ چیزی جز سرعت فاز نیست.

پس، تعریف به جا برای ضریب شکست n محیط اپتیکی $\frac{c}{v_{ph}}$ است. نیازی به توضیح نیست که سرعت فاز می‌تواند بزرگ‌تر از سرعت نور در خلاء باشد و در نتیجه، ضریب شکست n ماده هم کوچک‌تر از ۱ باشد. این وضعیت در بسامدهای نزدیک به بسامد تشدید در مواد جذبی و نیز در پلاسما روی می‌دهد. در ناحیهٔ بسامدهای پرتو اکس هم ضریب شکست کمتر از یک، اما خیلی نزدیک به آن است.

مشکل از برداشتی ریشه می‌گیرد که می‌گوید بنا به نسبیت، هیچ چیز نمی‌تواند با سرعتی بیش از سرعت نور، c، حرکت کند و در نتیجه، n هم نمی‌تواند کمتر از یک باشد. این، نادرست است، چون ضریب شکست به سرعت فاز مربوط است، یعنی سرعتی که مثلاً گره یا شکم موج با آن حرکت می‌کند و این سرعت البته می‌تواند بزرگ‌تر از c باشد. سرعت فاز هیچ نوع آگاهی حمل نمی‌کند. برای انتقال اطلاعات و نیز انرژی، سیگنال باید شامل تعداد محدودی تپ باشد. با موج تک‌بسامدی نمی‌توان سیگنال فرستاد. موج تک‌بسامدی آغاز و پایان ندارد و وجودش همیشگی است. برای انتقال اطلاعات باید در موج تک‌بسامدی دگرش (مودولاسیون) به

چیزی به نام «جرم سکون» و «جرم متحرک» یا «جرم نسبیتی» وجود ندارد. جرم، جرم است. تصورش را بکنید که کسی از شما بپرسد جرم الکترون چیست. آیا پاسخنان $9.109\times10^{-31}kg$ خواهد بود یا خواهید پرسید که الکترون با چه سرعتی حرکت می‌کند. توصیف چارچوب سکون جسم برای دانشجوی سال اول چندان ساده نیست.

وجود بیاوریم. این یعنی سیگنالی با تعداد محدودی تپ موج بسازیم. سرعت یک چنین سیگنال موجی، سرعت گروه است و با $v_g = \frac{\partial\omega}{\partial k}$ تعریف می‌شود. تابع $\omega(k)$ وابستگی ω به عدد موج k را مشخص می‌کند و تابع پاشش نام دارد. اگر ω به طور مستقیم با k متناسب باشد، $\omega = \alpha k$ ، سرعت گروه و سرعت فاز یکی می‌شوند. اگر رابطهٔ بین ω و k خطی باشد، چیزی مانند $\omega = \alpha k + \beta$، سرعت‌های گروه و فاز باهم فرق خواهند داشت؛ بستهٔ موج با سرعت گروه جابه‌جا خواهد شد، اما گره و شکم‌های تک موج‌های آن با سرعت فاز حرکت خواهند کرد. سرانجام این که اگر رابطهٔ بین ω و k خطی نباشد، شکل بستهٔ موج با حرکتش دگرگون می‌شود. دگرگونی شکل

بستهٔ موج به سرعت گروه مربوط است. چون بستهٔ موج شامل بازه‌ای از بسامدهاست، سرعت گروه، $\frac{\partial \omega}{\partial k}$ ، هم می‌تواند بازه‌ای از مقدارهای مختلف باشد و در نتیجه، بستهٔ موج هم با یک سرعت گروه معین حرکت نکند.

معمولاً گفته می‌شود که انتقال اطلاعات و شارش انرژی به همراه بستهٔ موج صورت می‌گیرد و می‌توان آن را سرعت جبههٔ موج سیگنال دانست. در محیط‌های جذبی این گزاره همیشه درست نیست. آزمایش‌هایی که از دههٔ ۱۹۸۰ آغاز شد، نشان می‌دهند که سرعت گروه نور لیزر در بعضی از مواد ممکن است به طور چشم‌گیری از سرعت نور در خلاء بیشتر باشد.

ضریب شکست منفی هم چیز تازه‌ای نیست. موادی وجود دارند که تراوایی الکتریکی و مغناطیسی آن‌ها هم‌زمان منفی اند. ضریب شکست منفی را می‌توان در سطح تماس این مواد و مواد معمولی مشاهده کرد.

وقتی دانشجو با ضریب شکست کمتر از یک روبرو می‌شود، جا می‌خورد. ناگزیر می‌شویم به او توضیح بدهیم که «سرعت گروه نمی‌تواند بزرگتر از c باشد». اما دانشجوی سال اول هنوز نمی‌داند «سرعت گروه» چیست. تازه همین توضیح هم نادرست است. سرعت گروه نه تنها می‌تواند بزرگتر از c باشد، بلکه منفی و کمتر از c هم می‌تواند باشد.

هم‌چنین نگاه کنید به مرجع [۴] و [۵] نگاه کنید. این که بگوییم، همین اندازه دقت برای درس پایه کافی است و این ریزه‌کاری‌ها را فراموش کنیم، به نظر من نادرست است. منظور من این نیست که همهٔ این جزییات را می‌توان در آغاز به دانشجوی فیزیک گفت، بلکه نویسندهٔ کتاب باید این ریزه‌کاری‌ها را در نظر بگیرد و گزاره‌ای ننویسد که با دانش دانسته در تناقض باشد. یک بار که موضوع نادرست در ذهن دانشجو کاشته شد، یا کج‌فهمی در ذهن ریشه دواند، پاک کردنش دشوارتر از کاشتن مفهومی نو می‌شود. واژه‌های فیزیک در نگارش کتاب درسی باید به دقت و با وسواس برگزیده شوند. برای این که نکته‌ام را روشن‌تر بگویم، بگذارید یک نمونه بیاورم. کمتر کتابی است که در فصل مربوط به سینماتیک به گزارهٔ «نیروی کل که به جسم در حال سکون وارد می‌شود، صفر است.» برنخورید. وقتی به فصل مربوط به دینامیک می‌رسید، در مثال‌ها و مسئله‌ها با این گزاره روبرو می‌شوید: «جسمی که به بالا پرتاب می‌شود، در بالاترین نقطهٔ مسیرش به طور لحظه‌ای به حالت سکون در می‌آید». طبیعی است که دانشجو به طور منطقی نتیجه بگیرد که در بالاترین نقطهٔ مسیر، نیروی برآیند وارد به جسم صفر و در نتیجه، شتاب جسم در آن نقطه صفر است. به بیان دیگر، «درحال سکون= نیروی برآیند صفر= ترازمندی= شتاب صفر» گمراه‌کننده است. معنی وتفاوت بین «درحال سکون» و «در حال سکون لحظه‌ای» چیست؟ مردم می‌پندارند که در حال سکون بودن یعنی جسم برای مدتی بدون حرکت است. آیا همین جسم می‌تواند هم‌چنین «به طور لحظه‌ای» حرکت نکند؟

گیرایی نوشتن کتاب درسی فیزیک، کاوش و یافتن زبانی است که شسته و رفته و به‌دور از این گونه خطاهاست و می‌تواند یکی از انگیزه‌های آن باشد. اگرچه این کار سختی است، اما به دردسرش می‌ارزد. بهترین شیوه برای یافتن زبان دقیق، خواندن دقیق مقاله‌های اصلی است که این موضوع‌ها در آن‌ها بیان شده اند.

کتاب‌های دانشگاهی دو دسته اند: کتاب‌هایی که برای تدریس در کلاس درس اند و کتاب‌هایی که به موضوع تخصصی در زمینهٔ معین می‌پردازند. سرشت این دو متفاوت است، اما هر دو یک ویژگی مشترک دارند: باید به نگارنده خیلی نزدیک و بخشی از او باشند. نگارنده باید برایش جان کنده باشد تا موضوع را بپروراند. نگارش کتاب، به ویژه کتاب درسی، فرایندی است که به یادگیری و انتقال دادن دانش و اندیشه می‌پردازد تا به نتیجهٔ نهایی. پاداش آن خوشنودی درونی است که از فرایند خلاق «شدن» برمی‌خیزد تا «بودن» ظاهری و فیزیکی کتاب.

در گروه دوم کتاب‌های دانشگاهی از دستاوردها، نظریه‌ها و مدل‌هایی می‌توان یاد کرد که تا آن روز مطرح شده‌اند و ممکن است فردا درستی یا نادرستی‌شان در بوتهٔ آزمایش قرار گیرند. در این گونه کتاب‌های دانشگاهی جای اما و اگر می‌تواند وجود داشته باشد. گزاره‌هایی را می‌توانند در بر داشته باشند که ممکن است فردا درستی یا نادرستشان تایید شود.

در گروه دیگر، یعنی درکتاب‌های درسی دانشگاهی، به ویژه در فیزیک پایه، آزادی وجود ندارد. من می‌خواهم دربارهٔ نگارش این دسته از کتاب‌ها بگویم. انگیزهٔ خود من از نگارش نخستین کتابم، «فیزیکِ یک: درسنامهٔ مکانیک» در پیش‌گفتار آن آمده است. افزون بر آنچه که پیش‌تر گفتم، یعنی قرار دادن کتابی در دسترس دانشجوها که از لغزش‌های یاد شده به دور باشد، خودخواهی هم وجود داشت: در سال ۱۳۸۴ دانشگاه تفرش گروه فیزیک دایر کرد. من مدیر این گروه شدم و دلم می‌خواست دانشجوهای خوبی در فیزیک بپرورانم. کتاب هالیدی و یکی دوتای دیگر را که به فارسی ترجمه شده بودند، نمی‌پسندیدم. بر آن شدم تا درسنامه‌های خودم را بنویسم. امیدوار بودم که همکارهای دیگرم در دانشگاه تفرش هم به من

بپیوندند تا مجموعه‌ای از درسنامه‌های فیزیک را به طور جمعی سامان دهیم. این آرزوی آخری البته برآورد نشد.

تجربهٔ کتاب «فیزیکِ یک: درسنامهٔ مکانیک» برای من آموزنده بود. هدف نخستین من نگارش «کتاب» نبود، بلکه همان طور که گفتم، می‌خواستم درسنامهٔ درخوری را در دسترس دانشجوهایم قرار دهم. پس از هفت بار بازنویسی، به پیشنهاد بعضی از همکاران کتاب به چاپ سپرده شد. در هر بازنویسی چیزهایی به آن افزودم و چیزهایی از متن اولیه حذف کردم. برای نمونه، در نسخهٔ اول، روش لاگرانژی حل مسئله‌های مکانیک وجود داشت (و دانشجوها به سادگی می‌توانستند از آن استفاده کنند؛ خوشحال هم بودند). در بازنویسی‌های بعدی آن را حذف کردم، چون مبنای استواری برای آن پایه‌ریزی نکرده بودم و نمی‌توانستم این کار را بکنم. بخش پایانی فصل ۱۱ را در آخرین بازنویسی افزودم تا در حرکت غلتشی نکته‌ای را دربارهٔ اصطکاک روشن کنم. فصل ۱۲ را دوباره نوشتم. جمله‌ها و گزاره‌هایی که گنگ بودند، دوباره و چند باره نوشتم. مثال‌ها و مسئله‌ها را تغییر دادم و بر تعداد آن‌ها افزودم. این فرایند بازنویسی‌ها آموزش سودمندی برای من بود. این آموزه‌ها را در کتاب «فیزیکِ دو؛ درسنامهٔ الکتریسیته و مغناطیس»، که اینک

نویسندهٔ کتاب باید این ریزه‌کاری‌ها را در نظر بگیرد و گزاره‌ای ننویسد که با دانش دانسته در تناقض باشد. یک بار که موضوع نادرست در ذهن دانشجو کاشته شد، یا کج‌فهمی در ذهن ریشه دواند، پاک کردنش دشوارتر از کاشتن مفهومی نو می‌شود. واژه‌های فیزیک در نگارش کتاب درسی باید به دقت و با وسواس برگزیده شوند.

زیر چاپ است، و در کارهای دیگرم به کار بردم. می‌خواهم در دنبالهٔ این نوشته آن‌ها را با خواننده در میان بگذارم.

هنگامی که پیش‌نویس فصل‌های کتاب را آماده می‌کنی، همواره با این پرسش روبرو می‌شوی که برای چه کسی می‌نویسی، دانشجو یا استادی که می‌خواهد آن را کتاب اصلی درسش برگزیند؟ دانشجو در پی کتابی است که موضوع را ساده کرده است، روشن و رسا نوشته شده است و تا جایی که شدنی است کوتاه است تا بتواند در زمان کوتاه‌تری آن را بخواند. استاد خوب دوست دارد کتاب پیچیده‌گی‌های هوشمندانه و واژگان فیزیک را بازگشایی کند. فریاد بزند که اینجا «دانشگاه» است. نگارنده باید به این هم بیندیشد که هدف کلاس درسی چیست، می‌خواهیم دانشجو چه چیزی یاد بگیرد و با دانشی که به‌دست می‌آورد توان انجام چه کاری را پیدا کند.

هدف درس، البته افزودن به فهم دانشجو از اندرونهٔ مجموعه‌ای از مفهوم‌های فیزیکی است، توانا کردن او برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های خردمندانه و حل مسئله‌های فیزیک است. بنابراین، کتابی که نوشته می‌شود باید بتواند این هدف را برآورده کند. آمیختن این هدف و راضی نگاه داشتن هم استاد و هم دانشجو ساده نیست. خیلی وقت‌ها کتابی را که استادِ درس می‌پسندد، چنگی به دل دانشجو نمی‌زند. وارون آن هم درست است. راهی را که من برگزیدم، این بود که مفهوم فیزیکی را تا جایی که شدنی است، توضیح بدهم. به اندرونهٔ آن بیش‌تر و با جزییات بپردازم. امیدم آن بود که جایی دانشجو یا خواننده را شگفت‌زده کنم تا بگوید «آآه! این هم هست». نگران این هم بودم که مفهوم در بین درازگویی گم نشود و دانشجو را خسته نکند. اما نخواستم فرمول‌بندی و ریاضی لازم را در پیشگاه مفهوم سر ببرم. دو دلیل برای این کار داشتم: نخست این که فرمول‌بندی و ریاضی زبان طبیعی فیزیک است و دانشجوی فیزیک باید آن را بیاموزد. دوم این که از همین زبان باید برای حل مسئله استفاده کرد و چه بهتر که دانشجو از آغاز با آن آشنا شود. این کار دستاورد دیگری هم داشت: خواستهٔ استاد درس فیزیک هم برآورده می‌شد. آسیبی که این رویکرد دارد این است که از سادگی دلخواه دانشجو می‌کاهد و شاید هم در جاهایی به شیوایی آن آسیب برساند. من بر این کاستی آگاه بودم و برای جبران آن، کوشیدم نمونه مسئله‌های حل شدهٔ فراوانی را در متن کتاب بگنجانم. با این حال، هنوز این پرسش را نتوانسته‌ام پاسخ بدهم که چقدر جزییات باید در یک کتاب گنجانده شود. اما این را هم می‌دانم که کتاب باید بگونه‌ای باشد که دانشجو را با پرسش‌های دیگری روبرو سازد، او را به چالش بخواند، وادار کند تا اندکی بیندیشد. دوست و همکارم دکتر امیر قلعه این گفته را به صورت دیگری بیان کرد: «برخی کتاب‌ها همه چیز را می‌نویسند و برای استاد درس چیزی باقی نمی‌ماند جز روخوانی. این به آدم برخورنده است». چیزهای دیگری هم آموختم: هر چه کتاب به درس پایه نزدیکتر باشد، نویسنده‌اش باید آگاه‌تر و داناتر باشد، شکیبا باشد، حوصله بکند و مرجع‌های اصلی را بخواند، نگذارد گزاره‌های علمی با گزاره‌های تاریخی، یا توصیفی درهم بیامیزند.

به پشتوانهٔ تجربهٔ دراز تدریس، گمان می‌کنم که می‌دانم نیاز دانشجوی فیزیکِ علاقمند به موضوع چیست و کاستی-های آموزش فیزیک کدام اند. بنابراین، رویکرد سازنده و موثر در نگارش کتاب درسی می‌تواند افزودن به توانایی-های دانشجو را هدف خود بداند و در عین حال بر سودمند بودن آن برای

گسترهٔ بزرگ‌تری از همکاران بیندیشد. در نتیجه، شاید برای نوشتن کتاب درسی بهترین رویکرد این است که فرض کنیم هر چیزی که در کتاب‌های پیشین نوشته شده است نادرست اند. این بدان معنی است که از کتاب‌های پیشین رونویسی نکنیم، گزاره‌های نادرست را به کتاب خود منتقل نکنیم و با افزودن یک جمله یا یک پاراگراف در اینجا و آنجا سرو ته آن را هم نیاوریم. لازمهٔ کتاب و استاد خوب، اندیشهٔ نو و رویکرد نو است.

آفرینش کتاب درسی از هیچ، فرایند درازی است و به نوآوری پیوسته نیاز دارد. انگیزهٔ مهم درپروراندنش این است که بدانیم چه چیزی برای استاد (و پیش از همه برای خود نویسنده) گیرایی دارد. چگونه آن را توصیف کنیم تا ویژگی برجستهٔ مفهوم مورد نظر را به روشنی نشان دهد و فرایند اندیشیدن را در دانشجو زنده کند. در این فرایند نباید فراموش کرد که ابزار استاد درس چیزی جز گچ یا ماژیک و تخته نیست، شاید هر از گاهی آزمایشی سرِکلاسی یا شبیه‌سازی را هم به آن بیفزاییم، اما این کتاب درسی است که با درگیر کردن دانشجو با متن، در عین حال جایگاه درست استاد را هم مشخص می‌کند.

کتاب درسی خوب مجال‌های فراوانی را برای دانشجو فراهم می‌کند تا دانشجو با خواندنش «کشف» کردن و «نوآموزی» را بیاموزد و آن را تمرین کند. آموزشی از این دست، ذهن را به «جستجوگر» و «خلاق» بودن عادت می‌دهد و فرد می‌تواند از آموزه‌های خود نه تنها در زندگی روزانه‌اش سود ببرد، بلکه در آن‌ها هم با خلاقیت و کنجکاوی بنگرد. با نهادینه کردن این نوع آموزش است که می‌توانیم بگوییم اندیشیدن دانشجو با کشف کردن و یافتن ایده‌های نو در زندگی روزانه همراه می‌شود.

به چاپ رساندن کتاب و در دسترس همگان قرار دادن هم فرایند پیچیده و درازی است. معمولاً در ایران ناشر با پیشنهاد معین برای کتاب درسی خاص به سراغ نویسنده نمی‌رود (اگر چه این کار را برای ترجمه انجام می‌دهند). وقتی ناشری می‌پذیرد که کتاب شما را به چاپ برساند، برای او چاپ کتاب یعنی فروختن آن. معمولاً ناشرها به بازار و تعداد خریداران آن می‌اندیشند. شما باید ناشر را متقاعد کنید که به تعداد کافی از کتاب شما فروش خواهد رفت تا سرمایهٔ ناشر در زمان نه چندان دراز به او برگردد. باید بتوانید نشان دهید که چه چیزی در کتاب شما وجود دارد که به همانندهای موجودش در بازار برتری دارد. اگر رقیبی برای کتاب شما در بازار وجود نداشته باشد، طبیعی است که ناشر فکر کند که علاقه‌ای هم برای این موضوع نیست. و اگر علاقه نباشد، خریدار هم برای آن نخواهد بود.

اگر ناشری بپذیرد و کتاب شما را چاپ کند، طراحی و صفحه‌بندی آن نخستین چیزی است که لازم است در نظر گرفته شود. زیبایی ظاهری و داشتن رنگی از هنر، خواندن آن را جذاب می‌کند. در سال‌های اخیر گام‌هایی در این راه برداشته شده است، اما هنوز راه درازی باقی است. واقعیت این است که این کار هزینه دارد. به گرافیست و هنرمند نیاز دارد. با توجه به فروش اندک کتاب (به ویژه، کتاب‌های تالیفی) و گرانی اخیر آن، ناشر علاقهٔ چندانی به این کار ندارد. گام بعدی بازخوانی دوباره و سه بارهٔ کتاب و نمایه‌سازی پیش از چاپ آن است. این کار به‌راستی دشوار، پر دردسر و خسته کننده، اما لازم است. خطاهای چاپی و اشتباه‌های نوشتاری می‌توانند گران تمام بشوند. به‌ویژه در کتاب‌های فیزیک، اشتباه در چیدن فرمول‌ها

آفرینش کتاب درسی از هیچ، فرایند درازی است و به نوآوری پیوسته نیاز دارد. انگیزهٔ مهم درپروراندنش این است که بدانیم چه چیزی برای استاد (و پیش از همه برای خود نویسنده) گیرایی دارد. چگونه آن را توصیف کنیم تا ویژگی برجستهٔ مفهوم مورد نظر را به روشنی نشان دهد و فرایند اندیشیدن را در دانشجو زنده کند. در این فرایند نباید فراموش کرد که ابزار استاد درس چیزی جز گچ یا ماژیک و تخته نیست.

بسیار نگران‌کننده می‌شود و از سودمندی یک کتاب خوب می‌کاهد. ویرایش پیش از چاپ مهم است و معمولا ناشرهای ایرانی ویراستاری برای این کار ندارند. در نتیجه، ویرایش آن هم برعهدهٔ نویسنده گذاشته می‌شود که اگر شکیبایی و دقت در این کار نباشد، بی‌نتیجه می‌ماند.

نکتهٔ دیگر شناساندن کتاب است. ناشرها کار بسیار اندکی در این زمینه می‌کنند. در بهترین حالت، تعدادی از نسخه-های کتاب به دانشگاه‌ها فرستاده می‌شود، بدون این که بدانند به چه کسی باید بفرستند. ناشر من، هم‌زمان با کتاب «فیزیکِ یک» کتاب دیگری هم چاپ کرد و به ۳۰۰ نفر، هر کدام، یک نسخه فرستاد. گاهی به هر عضو یک دپارتمان یک نسخه. من نگذاشتم این کار را با کتاب من بکند. لیستی از ۳۷ نفر فراهم کردم و خواستم تنها به این همکارها یک نسخه هدیه کند. پس از یک سال وقتی به سراغ یکی از این همکارها رفتم و نظرش را دربارهٔ کتابم جویا شدم. به یاد نمی‌آورد که چنین کتابی را دیده باشد.

پدیدهٔ بازاریابی در ایران، به ویژه برای کتاب‌های درسی، خیلی موثر نیست. نقد کتاب یکی از روش‌های شناساندن است. متأسفانه، ما این هنر را هنوز نتوانسته‌ایم بپرورانیم.

اگر به کتابی که نوشته‌اید می‌بالید و بر برتری‌های آن در

مقایسه با رقیب‌های احتمالی باور دارید، باید خود نگارنده آستین بالا بزند و بکوشد آن را به همکارها و خواننده‌هایش بشناساند.

پیشنهاد من این است که پیش از به چاپ سپردن کتابتان، از هم‌کارهایتان در دانشگاه خود، و به ویژه، در دانشگاه-های دیگر بخواهید تا آن را یک یا دو ترم مرجع اصلی درسش برگزینند. پیش‌چاپ کتاب را رایگان در اختیار این دانشجوها قرار دهید و بازخورد دانشجو و همکار را بگیرید.

نگارش و انتشار کتاب در ایران هیچ سود مالی ندارد و یا بسیار اندک است. در بهترین حالت، ۱۲٪ از بهای پشت جلد کتاب

را به نویسنده می‌دهند (پخش‌کننده‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ درصد بهای پشت جلد را می‌خواهند). تازه این هم یک سال پس از چاپ کتاب پرداخته می‌شود. شاید برخی نویسنده‌ها به این درآمد نیندیشند و در فکر این باشند که با نگارش کتابی، بخشی از «امتیاز ارتقاء» را به‌دست می‌آورند که ماندگارتر است و «این به آن در». این انگیزهٔ بسیار بدی است. سبب می‌شود که کتاب دیگر بخشی از «تو» نباشد. کتابی که برای «دل» خودت نوشته نشده باشد، به دل دیگری هم چنگی نخواهد زد.

سپاس:
از دکتر امیر قلعه و دکتر روزبه وکیل برای نقد این نوشته و پیشنهادهای سازنده‌شان سپاسگزارم. پیشنهاد دبیران «فیزیک روز» برای نگارش این نوشته مجالی برای من فراهم کرد تا بتوانم اندیشه و تجربهٔ خود را در یک جا گرد آورم و آن‌ها را پالایش بدهم. از همهٔ دست اندرکاران «فیزیک روز» قدردانی می‌کنم.

۱ جرل واکر، هالیدی، رزنیک، مبانی فیزیک، ویراست هشتم، فیزیک پایه ۳، صفحهٔ ۲۲۴ ترجمهٔ دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی، دکتر جلال‌الدین پاشایی راد و دکتر محمد رضا کلاه‌چی، انتشارات نوپردازان ۱۳۸۹.
۲ همانجا، صفحه‌ی ۲۹۶.
3 Bloch, S. C., Eighth velocity of light. American Journal of Physics, 45, 538-54 (1977).
4 Eugene Hecht, Optics, Addison-Wesley, (2002).
5 Oleg P. Pishnyak and Oleg D. Lavrentovich, App. Phys. Lett. 89, 251103(2006).
6 Smith, Richard L, The velocities of light. American Journal of Physics, 38, 978-984. (1970).

«فیزیک روز» آمادهٔ دریافت خبرهای جامعهٔ فیزیک از سراسر کشور است.
خبرهای مؤسسه یا دانشگاه خود را به دفتر مجله بفرستید و با «فیزیک روز» در تهیهٔ خبر همکاری کنید.

بررسی شیوهٔ جدید پیشنهادی برای دورهٔ کارشناسی فیزیک

مهدی سعادت
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

اخیراً برنامهٔ آموزشی دورهٔ کارشناسی فیزیک در کمیتهٔ تخصصی فیزیکِ شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم بازبینی شده و در اختیارِ بعضی از دانشگاه‌ها قرار داده شده است. در این برنامه نسبت به قبل تغییراتی داده شده است که به طور خلاصه عبارتند از: تغییر تعداد واحد بعضی از درس‌ها و نیز تغییراتی در تعداد واحدهای درسی مجموعه درس‌های پایه، الزامی‌و گرایشی. همچنین اضافه شدن تعدادی درس میان‌رشته‌ای به مجموعه درس‌های گرایشی، به روز شدن منابع درسی، و تعیین تعداد جلساتی که در درس‌های پایه و الزامی‌به هر مبحث باید اختصاص داده شود. در ادامه سعی می‌کنم به طور تفصیلی به بررسی این برنامهٔ درسی بپردازم و در بعضی موارد نیز نظر شخصی خود را بیان کنم، که البته به معنی انتقاد به زحمت عزیزانی که این برنامه را تهیه کرده‌اند نیست.

تعداد کل واحدهایی که یک دانشجوی فیزیک باید بگذراند تا فارغ‌التحصیل شود تفاوتی با قبل ندارد. دروس عمومی‌در برنامهٔ جدید، از نظر عنوان و تعداد واحد، همان درس‌های عمومی‌برنامه قبلی هستند. در درس‌های پایه تغییرات کمی‌ایجاد شده است. درس‌های چهار واحدی همه سه واحدی شده‌اند که به خاطر یکسان شدن تعداد واحد این درس‌ها با برنامهٔ درسی رشته‌های فنی و مهندسی خوب است و اجرای آن کار دانشگاه‌ها را راحت‌تر می‌کند و نیازی به تعریف گروه‌های خاص نیست. تغییرات دیگری در درس‌های پایه ایجاد شده که اضافه شدن یک درس فیزیک۴ سه واحدی و یک آزمایشگاه فیزیک۴ دو واحدی و دو درس کارگاه یک واحدی به برنامهٔ قبلی است. البته درس فیزیک۴ و آزمایشگاه فیزیک۴ همان درس فیزیک جدید و آزمایشگاه فیزیک جدید هستند که ضمن تغییر نام، از فهرست درس‌های الزامی‌به فهرست درس‌های پایه منتقل شده‌اند. البته ایرادی به تغییر نام درس وارد نیست، زیرا موضوع‌های مطرح‌شده در این درس دیگر آن‌قدر هم جدید نیستند. در مورد کارگاه هم قبلاً دانشجویان یک کارگاه یک واحدی به عنوان درس اختیاری می‌گرفتند. در برنامهٔ جدید ملزم به گرفتنِ دو کارگاه یک واحدی هستند که این هم ایدهٔ خوبی است.

در مورد درس‌های الزامیِ رشتهٔ کارشناسی فیزیک در برنامهٔ جدید می‌توان به اضافه شدن پنج درس به این فهرست نسبت به برنامهٔ قبلی و انتقال درس فیزیک جدید و آزمایشگاه فیزیک جدید به مجموعه درس‌های پایه با عنوان‌های جدید فیزیک ۴ و آزمایشگاه فیزیک ۴ اشاره کرد. درس‌های اضافه شده عبارتند از درس‌های سه واحدی ترمودینامیک و مکانیک آماری ۲، فیزیک

نجوم و اخترفیزیک، فیزیک هسته‌ای و ذرات بنیادی، فیزیک حالت جامد ۱ و آزمایشگاه دو واحدی فیزیک حالت جامد ۱.

البته در مورد ترمودینامیک به یاد داریم که در سرفصل‌های قدیمی‌ترِ رشتهٔ فیزیک یک درس ترمودینامیک داشتیم و یک درس مکانیک آماری که بعداً به یک درس الزامی‌ترمودینامیک و مکانیک آماری و یک درس اختیاریِ مکانیک آماری تبدیل شد. در برنامهٔ جدید این دو درس ظاهراً به همان شکل قبلی ارائه می‌شوند. البته این تغییر به جا و خوبی است. از نظر من، دانشجوی کارشناسی فیزیک باید یک درس ترمودینامیک بر مبنای همان قوانین چهارگانه ترمودینامیک بگذراند بدون این که با مکانیک آماری مخلوط شود. اتفاقاً، زیبایی و جذابیت ترمودینامیک در همین است که با استفاده از چهار قانون آن می‌توان اطلاعات نسبتاً زیادی در مورد سیستم‌های ترمودینامیکی به‌دست آورد. الزامی‌شدن درس‌های نجوم و اخترفیزیک، و فیزیک هسته‌ای و ذرات بنیادی هم کار خوب و به جایی است. لازم به ذکر است که در برنامهٔ قبلی، این درس‌ها در مجموعهٔ درس‌های گرایشی و اختیاری رشتهٔ فیزیک بودند.

تعداد کل واحدهایی که یک دانشجوی فیزیک باید بگذراند تا فارغ‌التحصیل شود تفاوتی با قبل ندارد. دروس عمومی‌در برنامهٔ جدید، از نظر عنوان و تعداد واحد، همان درس‌های عمومی‌برنامه قبلی هستند.

اکنون نگاهی به مجموعه درس‌های اختیاری داشته باشیم. در برنامهٔ آموزشی کارشناسی فیزیکِ قبلی علاوه بر درس‌های عمومی، پایه و الزامی‌سه مجموعهٔ دیگر با عنوان درس‌های گرایشی، انتخابی و اختیاری به چشم می‌خورد. دانشجو موظف بود به ترتیب ۹، ۱۸ و ۱۲ واحد درسی از این مجموعه‌ها را بگیرد. در برنامهٔ جدید، این سه مجموعه تحت عنوان درس‌های اختیاری در هم ادغام شده‌اند و دانشجو موظف است ۳۳ واحد درسی از این مجموعه را بگیرد (ثبت‌نام کند). این تغییر محاسن و معایبی دارد. یکی از محاسن این است که اجرای دورهٔ کارشناسی فیزیک را در دانشگاه‌ها راحت‌تر می‌کند و دیگری این که دست دانشجو را در انتخاب درس‌های مورد علاقه‌اش باز می‌گذارد. همچنین به دانشجو اجازه داده می‌شود ۱۲ واحد از واحدهای اختیاری را از رشته‌های دیگری بگیرد و با آن رشته‌ها آشنا شود. این یک مزیت است. لازم به ذکر است که برنامهٔ قبلی کارشناسی فیزیک نیز چنین مجوزی را به دانشجو می‌داد. علاوه بر این‌ها اضافه شدن تعدادی درس میان‌رشته‌ای و تعدادی درس مرتبط با فیزیکِ معاصر، توسط طراحان برنامهٔ جدید، اقدامی‌شایستهٔ تقدیر است. اما اشکال زیاد بودن درس‌های اختیاری این است که در دورهٔ تحصیلات تکمیلی عملاً باید بنا را بر این گذاشت که همهٔ دانشجویان یک گرایشِ حاضر در کلاس مطالب یکسانی را بلد نیستند و باید از ابتدا مباحث تدریس شود که ممکن است برای آن‌هایی که این درس را قبلاً به صورت اختیاری گرفته‌اند تکراری باشد و جذابیتی نداشته باشد.

اما سؤال این است که آیا این برنامه بهتر از این هم می‌توانست باشد؟ به نظر من بله، که در ادامه به ذکر دلایل آن می‌پردازم.

بیایید از درس‌های پایه شروع کنیم. در این لیست یک درس شیمی‌عمومی‌داریم که مقدار زیادی از مطالب آن را دانشجویان فیزیک در درس فیزیک ۳ و ۴ فرا می‌گیرند. به نظر من اگر این درس از فهرست درس‌های پایه حذف شود و ضمن تغییر سرفصل به فهرست درس‌های الزامی‌با پیش‌نیاز ترمودینامیک و مکانیک آماری۱ منتقل شود مفیدتر خواهد بود. سرفصل جدید می‌تواند شامل مباحثی از شیمی‌محلول‌ها، شیمی‌مخلوط‌ها، شیمی‌آلی و مطالبی مرتبط با ساختار پروتئین‌ها و موجودات زنده باشد.

اگر بخواهیم نقدی بر فهرست درس‌های الزامی‌کارشناسی فیزیک داشته باشیم می‌توان چند مورد را نام برد. جای دو درس آمار و احتمال و محاسبات عددی از سال‌ها قبل و از همان زمانی که خود دانشجوی دورهٔ کارشناسی بودم در درس‌های رشتهٔ فیزیک خالی است. البته دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی این دو درس را دارند، ولی دانشجویان کارشناسی رشتهٔ فیزیک با وجود این که بیشتر از آن‌ها به این دو درس نیاز دارند، این درس‌ها را ندارند. می‌دانیم که خیلی ازمسأله‌های فیزیک به صورت تحلیلی قابل حل نیستند و برای حل آن‌ها باید به روش‌های تقریبی و عددی متوسل شد. همچنین کار کردن با اعدادی که از آزمایش به‌دست می‌آیند و تجزیه و تحلیل آن‌ها و نتیجه‌گیری تقریباً در هیچ جا به دانشجوی فیزیک آموزش داده نمی‌شود. این نیاز به گرفتنِ یک درس آمار و احتمال برای دانشجوی دورهٔ کارشناسی فیزیکِ را روشن می‌کند. در حال حاضر معمولاً دانشجویانی که در دوره‌های تحصیلات تکمیلی به این مطالب احتیاج پیدا می‌کنند خودشان تقریباً همان مقداری که کارشان را راه می‌اندازد یاد می‌گیرند و چه بهتر که این موضوعات به صورت مدون و پایه‌ای در قالب دو درس به دانشجویان دوره کارشناسی فیزیک آموزش داده شود. ممکن است گفته شود درس مکانیک آماری می‌تواند جایگزین درس آمار و احتمالات باشد، ولی قطعاً چنین نیست. در درس مکانیک آماری به جز اشاره به یکی دو تابعِ توزیع خاص و تعریف احتمال و میانگین‌گیری کار بیشتری انجام نمی‌دهیم.

اضافه شدن تعدادی درس میان‌رشته‌ای و تعدادی درس مرتبط با فیزیکِ معاصر، توسط طراحان برنامهٔ جدید، اقدامی‌شایستهٔ تقدیر است.

خلاصه انتظار می‌رفت درس‌هایی با این عناوین به برنامهٔ جدید اضافه شوند.

به نظر من بهتر بود پنج درس دیگر از مجموعه درس‌های اختیاری به مجموعهٔ درس‌های الزامی‌منتقل شود. این درس‌ها عبارتند از امواج و ارتعاشات، آکوستیک، مکانیک سیالات، نسبیت خاص و فیزیک پلاسما.

امواج و ارتعاشات در بسیاری از درس‌های دیگر فیزیک مثلاً اپتیک، آکوستیک، فیزیک حالت جامد، ژئوفیزیک و زلزله‌شناسی

اگر بخواهیم نقدی بر فهرست درس‌های الزامی‌کارشناسی فیزیک داشته باشیم می‌توان چند مورد را نام برد. جای دو درس آمار و احتمال و محاسبات عددی از سال‌ها قبل و از همان زمانی که خود دانشجوی دورهٔ کارشناسی بودم در درس‌های رشتهٔ فیزیک خالی است.

کاربرد دارد. در سرفصل‌های درس مکانیک تحلیلی هم به جز چند جلسه که به آموزش نوسانگر هماهنگ اختصاص دارد هیچ بحثی در مورد ارتعاشات و امواج مکانیکی نمی‌شود.

درس آکوستیک همیشه مورد بی‌مهری قرار گرفته است. دانشجویان رشتهٔ فیزیک در طول تحصیل‌شان فقط ۳ جلسهٔ نود دقیقه‌ای در کلاس فیزیک۳ صوت می‌خوانند. این در حالی است که بخش عمده‌ای از اتفاقاتی که هر روز در اطراف ما روی می‌دهد با ارتعاشات مکانیکی، امواج صوتی و اصوات موسیقی مرتبط است و حیف است که دانشجویان کارشناسی فیزیک و دبیرانی که بعداً از بین همین دانشجویان در دبیرستان‌ها قرار است به دانش‌آموزان، فیزیک درس بدهند از این بخش از فیزیک تقریباً چیزی ندانند.

درس مکانیک سیالات نیز از درس‌های مورد نیازِ دانشجویان فیزیک است. در سرفصل‌های مکانیک تحلیلی هیچ جلسه‌ای به آموزش مکانیک محیط‌های پیوسته و سیالات اختصاص داده نشده است. برای دانشجویان فیزیک، مکانیک محیط‌های پیوسته اگر اهمیت‌اش بیشتر از مکانیک جسم صلب نباشد، کمتر نیست. مطالب این درس می‌تواند در فهم آسان‌تر درس هواشناسی و فیزیک جو موثر باشد. بد نیست از دیدگاه دیگری هم به این موضوع نگاه کنیم. خوب نیست که دانشجویان کارشناسی فیزیک امروز ما و دبیران فیزیک مدارس فردای ما به جز رابطهٔ افزایش فشار با رفتن به عمق مایع چیز دیگری از مکانیک سیالات ندانند، و خوب نیست که از کشش سطحی و چسبندگی و گرانروی یک سیال چیزی نشنیده باشند.

درس نسبیت خاص را هم اگر یک دانشجوی فیزیک در دوره تحصیل در مقطع کارشناسی به صورت اختیاری نگیرد، همواره جای خالی‌اش را احساس می‌کند. البته هشت جلسهٔ نود دقیقه‌ای در ابتدای درس فیزیک۴ به سینماتیک و دینامیک نسبیت خاص اختصاص داده شده است. در درس مکانیک تحلیلی سرفصلی برای این مبحث وجود ندارد و در درس الکترومغناطیس هم که چهار جلسه برای آن در نظر گرفته شده به احتمال زیاد چون جلسات پایانی درس است ترم تحصیلی قبل از پرداختن به این مبحث تمام می‌شود. مطالبی هم که دانشجو در درس فیزیک۴ از نسبیت فرا می‌گیرد به دلیل این که در ابتدای نیم‌سال سوم تحصیل‌اش است و هنوز پختگی کافی را ندارد چندان برایش مفید نخواهد بود. به علاوه در این درس چیزی از کاربرد نسبیت در الکترومغناطیس هم نمی‌توان گفت.

در مورد درس فیزیک پلاسما هم باید گفت، بهتر است همهٔ دانشجویان کارشناسی فیزیک در سال آخر تحصیل‌شان این درس را بخوانند. این درس ترکیبی است از مطالب درس‌هایی که دانشجو قبلاً جداگانه آن‌ها را دیده است مثل مکانیک تحلیلی، الکترومغناطیس، نظریهٔ جنبشی و نسبیت. همچنین روش‌های تقریبی که در این درس به کار می‌رود آموزنده است.

در پایان باید گفت همهٔ تغییرات اعمال شده به وسیلهٔ شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم در برنامهٔ آموزشی دورهٔ کارشناسی فیزیک در جهت مثبت است گرچه با همین تعداد واحد، می‌توانست بهتر از این هم باشد. ایرادی که ممکن است

در مورد درس فیزیک پلاسما هم باید گفت، بهتر است همهٔ دانشجویان کارشناسی فیزیک در سال آخر تحصیل‌شان این درس را بخوانند. این درس ترکیبی است از مطالب درس‌هایی که دانشجو قبلاً جداگانه آن‌ها را دیده است مثل مکانیک تحلیلی، الکترومغناطیس، نظریهٔ جنبشی و نسبیت. همچنین روش‌های تقریبی که در این درس به کار می‌رود آموزنده است.

از سوی مدرسان به برنامهٔ جدید گرفته شود این است که تعداد جلسات نود دقیقه‌ای اختصاص داده شده به هر یک از سرفصل‌ها برای تفهیم مطالب به دانشجو کافی نیست. لازم به ذکر است که برنامهٔ قبلی هم از این مشکل مبرا نبود. همچنین از آن‌جا که تعدادی زیادی از فارغ‌التحصیلانِ کارشناسی رشتهٔ فیزیک سرانجام مشغول تدریس در مدارس و دانشگاه‌ها می‌شوند نیاز به فراگیری یک یا دو درس در حیطهٔ روانشناسی آموزش و روانشناسی تربیت احساس می‌شود که می‌توانست در مجموعه درس‌های الزامی گنجانیده شود.

فرق پیکان با بنز

بازتاب

ارشمید نهال
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تهران

آیا هیچ‌وقت از خود پرسیده‌اید چرا تاکنون نتوانسته‌ایم بنز یا شبیه آن را بسازیم؟ یا چیزی شبیه ساعت سوئیسی، دوربین عکاسی ژاپنی، قطارتندروی فرانسوی و یا یک ابزار دقیق اندازه‌گیری سوئدی؟ چرا با بیش از ۴۰ سال تولید پیکان، پیکان ماند و بعد از این همه سرمایه‌گذاری، ادعا و آلودگی محیط زیستی منجر به تهدید سلامتی مردم و عدم توسعهٔ حمل و نقل عمومی‌شد؛ و نام مونتاژ ماشین‌های از رده خارج شدهٔ پرمصرفِ غیرایمنِ آسیایی، و ورشکسته‌های اروپایی شد ساخت خودروی ملی؟

شاید پاسخ بدهیم: نداشتن برنامهٔ درازمدت، نداشتن فرهنگ کار گروهی، سوء مدیریت، حاکمیت دلالی و اقتصاد غیرعلمی‌که به نابودی تولید می‌انجامد؛ ترجیح جامعه به رانت‌خواری تا تولید، که زحمت دارد و حوصله می‌خواهد و ما ایرانی‌ها شش ماهه به دنیا آمده‌ایم! الویت منافع شخصی و فرهنگ تک‌روی، غرور و ادعای بی‌جا، فرهنگِ «ولش کن»، «سخت نگیر». شاید هم رفتار غیر حرفه‌ای و نظم‌ناپذیری ملی! و شاید هم نژادپرستی طبقه‌بندی‌شدهٔ منجر به نداشتن اعتماد به نفس. بارها شنیده‌ایم که:«بابا این‌جا ایرانه، آلمان که نیست!» خودمان هم قبول داریم که مثل آلمانی‌ها نیستیم!!! البته: «فلان کشور افریقایی یا آسیایی اصلاً در حد ما نیستن !!!» و ده‌ها دلیل دیگر.

اما به نظر من یکی از مهم‌ترین دلایل، **توجه نکردن و اهمیت ندادن به جزئیات انجام یک کار در فرهنگ ماست! که موجب عدم برخورداری از رویکرد علمی‌در حل مسائل می‌شود.**

به نظر می‌رسد کسانی که مسئول آموزش ما در خانه و در دورهٔ ابتدایی تا بالاترین مدارج دانشگاهی بوده‌اند و هستند، نتوانسته‌اند به خوبی به ما یاد بدهند که در انجام هر کاری به طور طبقه‌بندی شده فکر کنیم، مرحله به مرحله و با حوصله کار کنیم، دید جامع به کار پیدا کنیم، قبل از شروع هرکاری نخست اطلاعات کافی از موضوع مورد نظر به‌دست آوریم، به چشم‌انداز کار نیم‌نگاهی داشته باشیم، به نظر دیگران هم ارزش دهیم و در همهٔ مراحل به **جزئیات** توجه و تمام آن‌ها را **ثبت** کنیم. از همه بدتر فرهنگ نوشتنمان ضعیف است. هیچ جا دو خط ننوشته‌اند این سی‌وسه پل، عالی قاپو، فین کاشان و ... را چطور ساخته‌اند!؟ نقشه‌شان کو؟ چطور محاسبه می‌کردند؟ این نقوش هندسی پیچیده را چطور به صورت سه بُعدی در می‌آوردند؟ یک دفتر یادداشت، راهنما، یا چیزی که جزئیات کار در آن ثبت شده باشند!!! و خیلی موارد مشابه دیگر. تجربهٔ من بعد از این همه سال تدریس و پژوهش در دانشگاه این است که اصلاً کار آسانی نیست که به افراد یاد بدهیم هر کاری که در آزمایشگاه و یا پژوهش انجام می‌دهند را بنویسند و با جزئیات ثبت کنند، حتی اگر کار به نتیجه نرسیده باشد! یک نوع اینرسی و مقاومت در برابر نظم‌پذیری، و داشتن **بینش و رویکرد علمی**به مسائل در جامعهٔ ما وجود دارد. حتی تحصیلکرده‌های محترم نیز، که انتظار بیشتری از آن‌ها می‌رود، متأسفانه فرق چندانی در عملکرد خود نسبت به افراد معمولی ندارند!

ترافیک تهران فقط و فقط راه‌حل علمی‌دارد، (و بس). تنها تعدادی ریاضی‌دان، فیزیک‌دان آماری و کارشناس سطح بالای ترافیکیِ اهل عمل لازم است، به اضافهٔ مدیری که بینش علمی‌داشته باشد و بفهمد این افراد چه می‌گویند تا بتواند دیگران را متقاعد به انجام آن کند!

این سؤال پیش می‌آید که: چرا نسل‌های پیشین در یاد دادن

این مسائل به ما موفق نبوده‌اند؟ البته تقصیری هم نداشتند! چون خود آن‌ها هم این مسائل را به خوبی آموزش ندیده اند که بتوانند به نسل‌های بعدی یاد بدهند! در کشورهای توسعه یافته این موضوعات را از دوران ابتدایی می‌آموزند و در تمام مدت به انجام آن‌ها حساسیت نشان می‌دهند. آموزش عمومی‌و آموزش عالی قطعات یک زنجیرند و تکمیل‌کنندهٔ یکدیگر، نه قطعاتِ جدا از هم نامربوط، مثل کشور ما! طبقه‌بندی کردن داده‌ها، چگونگی یافتنِ منابع، تحلیل دانسته‌ها و ثبت جزئیات در تمام دوران آموزشیِ افراد مورد توجه است. در نتیجه هر فردی پس از اتمام دورهٔ آموزشی خود، که کاملاً بر اساس نیازهای جامعهٔ مربوطه طراحی و اجرا شده است، کارآمد و بااعتماد به نفسِ کافی وارد بازار کار می‌شود. کارفرما هم برای این‌که در بازارِ رقابتی بتواند دوام بیاورد بر اساس کاردانی و لیاقت و استعدادِ افراد گزینش می‌کند و نه به خاطر نسبت فامیلی یا سفارش فلان فرد! و نه به خاطر تکه‌ای مقوا به نام مدرک!

از کجا می‌دانند که ماژلان چند صد سال پیش در فلان روز، ساعت ۱۱ صبح هنگام عبور از دماغهٔ جنوبی قاره افریقا دلش درد گرفته بود؟ برای این‌که ماژلان هر روز تمام جزئیات سفر را ثبت می‌کرد! چگونه ۵۰ سال پیش توانستند از روی زمین سفینهٔ آپولو را تعمیر و جان فضانوردان را نجات دهند؟ چون تمام جزئیات و ریزه‌کاری‌ها را در هنگام تمرین‌ها و آزمایش‌ها مرحله به مرحله ثبت می‌کردند و با بازنگری آن‌ها توانستند اشکال را پیدا و از بروز فاجعه جلوگیری کنند. آیا می‌شود بدون توجه به ریزه‌کاری‌ها و نداشتن رویکرد جامع علمی، قطاری ساخت که با ۱۰۰۰ نفر آدم ۳۰۰ کیلومتر در ساعت حرکت کند؟ و یا مثل فرودگاه شارل دوگل پاریس هر دقیقه دو پرواز فرودی و دو پرواز خروجی داشته باشد و این کار را ۲۴ ساعته در ۳۶۵ روز در سال انجام داد؟ آیا می‌شود بدون داشتن رویکرد علمی۱۸ کیلومتر پل روی دریا بین دانمارک و سوئد ساخت؟ آیا می‌شود بدون نگاه علمی‌و توجه به جزئیات هر روز اتوبوسی که با آن به سرکارتان می‌روید سر ۵ دقیقه به ۷ به ایستگاه شما برسد و سوار آن شوید؟ مدیری که در کار خود کارشناس نباشد، دید جامع و علمی‌نداشته و به **جزئیات** توجه نکند هیچ‌گاه نمی‌تواند چنین کارهای بزرگی را انجام دهد.

نداشتن رویکرد علمی‌نتیجه‌اش می‌شود خشک شدن دریاچهٔ ارومیه! ناپدید شدن دریاچه‌هامون، می‌شود خراب شدن آثار تاریخی. نتیجه‌اش می‌شود خالی شدن آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها از نخبگان، اضافه شدن مواد غیرمجاز و ناسالم به شیر و مواد خوراکی مردم، نابودی حیات وحش و پارک‌های ملی، می‌شود استفادهٔ بی‌رویه از سموم در کشاورزی و در نتیجه بیماری مردم، می‌شود روزی دو سه ساعت در ترافیک گیر کردن ، و یا انباشت زباله در سواحل دریاها و کنار جاده‌ها و ...! کسب این قابلیت‌های مدیریتی فقط در سایهٔ آموزش کارآمد و با کیفیت، زحمت کشیدن برای طی مسیر ترقیِ شغلی بر اساس شایستگی و کسب تجربه و فرهنگ کار گروهی به همراه بینش علمی‌امکان‌پذیر است. در این میان ارزش دادن به دانش و تجربه افرادِ تحت مدیریت و اعتماد کردن به نسل جوان پویا را نباید از یاد برد.

پیکان و بنز هر دو چهار چرخ، چهار در، یک موتور و ... دارند ولی نحوه و فرآیند ساخت، کیفیت آموزش افراد و چگونگی کنترل کیفیت بر اساس توجه به **جزئیاتِ** ساخت بر اساس اصول علمی‌و تحقیق و توسعه بر مبنای روش علمی‌جهت رقابت در بازاری که بر همین اساس کار می‌کند، در نهایت تعیین می‌کند که محصول پیکان شود یا بنز. تولید پیکان به خاطر اصول علمی‌و فنی و یا سلامتی مردم متوقف نشد، بلکه به این خاطر متوقف شد که دیگر صرف نمی‌کرد! و شاید هم مردم از قیافه‌اش خسته شده بودند و برای نوکیسه‌ها کلاس نداشت که سوارش شوند!!!

واقعاً اگر می‌خواهیم مانند بسیاری از مردم دنیا با کیفیت زندگی کنیم و نه این‌که فقط زندگی را با انگاره‌های خودساخته

طبقه‌بندی کردن داده‌ها، چگونگی یافتن منابع، تحلیل دانسته‌ها و ثبت جزئیات در تمام دوران آموزشیِ افراد مورد توجه است. در نتیجه هر فردی پس از اتمام دورهٔ آموزشی خود، که کاملاً بر اساس نیازهای جامعهٔ مربوطه طراحی و اجرا شده است، کارآمد و بااعتماد به نفسِ کافی وارد بازار کار می‌شود.

بگذرانیم، هنگام آن رسیده است که به توسعهٔ علمی‌کشور توجه کنیم و به جای حرف زدن و ادعای بی‌پایه، غرور کاذب و خودشیفتگی ملی، سیستم و محتوای آموزش خود را از الف تا ی بر اساس بینش علمی‌و **توجه به جزئیات**، با استفاده از تجارب کشورهای پیشرفته، توسط افراد دانشمندِ باتجربه و کاردان بازسازی کنیم و در نگرش و رفتار اجتماعی و حرفه‌ای خود نیز تأملی داشته و از این خواب خرگوشی بیدار شویم. مهم‌تر از همه آن که نخست از خودمان شروع کنیم.

البته در پایان باید اعتراف کنم در کشور ما خیلی‌ها با پیکان صفا می‌کردند!!! فقط سه برابر معمول سوخت بیشتر مصرف می‌کرد و یک محیط‌زیست خراب‌کنِ واقعی بود! خیلی‌ها خواهند گفت: «خب که چی؟» اما نمی‌گویند چه کنیم با چند هزار کشته در سال، چه کنیم با این همه بچه‌های سرطانی، سکته‌های زیر ۴۰ سال سن، ضررهای مکرر اقتصادی به همراه آلودگی هوا، آب و غذایی که هرروز وارد بدنمان می‌شود؟

اما، در کمال تأسف هستند کسان بسیاری که خواهند گفت: «فرقی نمی‌کنه! سخت نگیرید! انشاالله باران می‌آید، هوا درست می‌شود!»

مدرسهٔ تابستانهٔ سرن

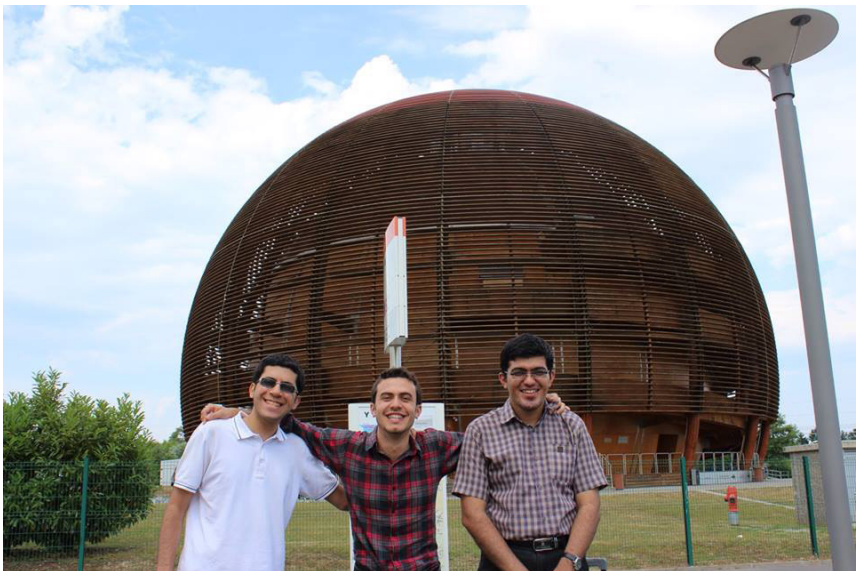
تهیه و تنظیم: سعید فروغی

سازمان سرن هر ساله دوره‌ای در تابستان تحت عنوان «مدرسهٔ تابستانه» برای دانشجویان سال آخر دورهٔ کارشناسی برگزار می‌کند. این دوره فرصتی ویژه برای دانشجویان فراهم می‌کند که هم با مباحث روز فیزیکِ آزمایشگاهی و نیز فیزیکِ نظریِ ذرات بنیادی آشنا شوند و هم در کارهای روزانهٔ تیم‌های تحقیقاتیِ فعال در آزمایشگاه‌های مجموعه مشارکت داشته باشند. هر ساله حدود ۲۵۰ دانشجو از سراسر جهان (از ۱۱۳ کشور) در رشته‌های فیزیک، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر، فن‌آوری اطلاعات، و مهندسی مکانیک در این دوره شرکت می‌کنند. مدت برگزاری این دوره ۸ هفته است که البته برای دانشجویان کشورهای عضو (۲۰ کشور اروپایی) تا ۱۳ هفته قابل تمدید است.

برنامهٔ ۶ هفتهٔ اول این دوره شامل درس‌هایی است که در تالار کنفرانس اصلی سرن ارائه می‌شوند و همهٔ دانشجویانِ دوره موظف هستند در این جلسات شرکت کنند. فیزیک‌دانانِ و پژوهشگرانی که هر ساله از سراسر دنیا برای شرکت در این دوره دعوت می‌شوند، هر روز صبح طی سه جلسه این درس‌ها را ارائه می‌دهند. در این جلسات مباحثی همچون فیزیک شتاب‌دهنده‌ها، مفاهیم نظری فیزیک ذرات بنیادی و مدل استاندارد، روش‌های آماری تحلیل داده، ابررسانا و کاربرد آن در شتابگرها، فیزیک آشکارسازهای ذرات، پادماده در آزمایشگاه، فیزیک جدیدِ ورای مدل استاندارد و... پوشش داده می‌شوند. از آن‌جایی که مجموعهٔ آزمایشگاهی سرن حاصل همکاری فیزیک‌دانان و مهندسان است، مباحثی همچون اصول ساخت شتابگرها، روش‌های آشکارسازی ذرات، آشنایی با روش مونته کارلو، روند رسیدن از دادهٔ خام به نتایج فیزیکی، کاربرد شتابگرها در پزشکی و ... ، نیز در این دوره ارائه می‌شود.

برای هر دانشجو یک موضوع به عنوان پروژه تعیین می‌شود که دانشجویان هر روز بعدازظهر، پس از جلسه‌های درسی، موظف هستند در قالب کار گروهی به پروژهٔ محوله بپردازند و در پایان دوره گزارشی از فعالیت خود تنظیم کنند. در بخش دانشجوییِ برنامهٔ تابستانه، فرصت مناسبی برای دانشجویان فراهم می‌شود تا به صورت داوطلبانه در مورد پروژهٔ کاری خود در سرن به مدت ۱۰ دقیقه سخنرانی کنند. همچنین در بخشی دیگر، دانشجویان می‌توانند فعالیت و پروژهٔ خود در قالب پوستر ارائه دهند.

وقتی که فیزیک‌دانان از برخورددهندهٔ بزرگ‌هادرونی (LHC) و سایر آزمایشگاه‌ها به اندازهٔ کافی داده استخراج کردند، زمان آن فرا می‌رسد که همهٔ تأسیسات آزمایشگاهی و شتابگرهای مجموعه، طبق برنامهٔ راهبردی سرن، ارتقاء پیدا کنند. در یک دورهٔ طولانی یک ساله، کار در همهٔ آزمایشگاه‌ها متوقف می‌شود و ماشین‌های شتاب‌دهنده خاموش می‌شوند. اگر خوش‌شانس



روبروی گنبد دانش، محل برگزاری سخنرانی‌هایی برای آگاهی‌بخشی به مردم در مورد فعالیت‌های سرن
از راست به چپ: علی ایزدی‌راد، محمدحسن حسن‌شاهی و سعید فروغی

باشید و در این بازهٔ زمانی برای دورهٔ تابستانه پذیرش بگیرید، می‌توانید از تونل و آشکارسازهای LHC، بزرگ‌ترین تأسیسات زیرزمینی دنیا، و آزمایشگاه‌های مجموعه بازدید کنید. این عاملی است که این دوره را به فرصتی استثنائی تبدیل می‌کند. همچنین در طول این ۸ هفته، کارگاه‌های متفاوت و جذابی برای آشنایی دانشجویان با دست‌آوردها در زمینهٔ آزمایشگاهی و به‌روزترین موضوعات تحقیقاتی برگزار می‌شود.

دانشجویان برای پذیرش در دورهٔ مدرسهٔ تابستانه لازم است که دست‌کم سال سوم دانشگاه را گذرانده و به زبان انگلیسی مسلط باشند (دانستن زبان فرانسه امتیاز محسوب می‌شود). دانشجویان متقاضی لازم است تا ۲ توصیه‌نامه از اساتید خود تهیه کنند و آن‌ها را به همراه ریزنمراتِ تحصیلی و خلاصه تجربیاتشان برای گروه گزینش دوره بفرستند. با مراجعه به سایت سرن[1] می‌توانید از زمان شروع ثبت‌نام برای پذیرش در دورهٔ تابستانه که معمولاً چند ماه پیش از شروع آن است، آگاهی پیدا کنید.

سرن دوره‌های دیگری نیز برای دانشجویان دورهٔ دکتری و کارشناسی‌ارشد در نظر گرفته است. این دانشجویان می‌توانند در حالی که ۶ تا ۳۶ ماه را در مرزهای دانش در سرن می‌گذرانند، روی رسالهٔ خود کار کنند. همچنین دانشجویان کارشناسی که به شرکت در دوره‌های آموزش عملی و کسب تجربهٔ کار در آزمایشگاه علاقمند هستند، می‌توانند به مدت ۴ تا ۱۲ ماه در برنامهٔ دانشجویی فنی شرکت کنند.

ایران به عنوان یکی از کشورهای غیرعضو در سرن حضور دارد. ۲۶ کشور در زمرهٔ کشورهای غیرعضو در سرن هستند که از آن جمله می‌توان به کشورهای زیر اشاره کرد: الجزایر، آرژانتین، ایرلند، مکزیک، کره جنوبی، ایران. این کشورها با توجه به توانایی‌های علمی‌و تحقیقاتی خود می‌توانند در پروژه‌های آزمایشگاهی و نظری سرن شرکت داشته باشند. فیزیک‌دانان ایرانی مدت‌هاست که به عنوان نظریه‌پردازان مجرب در تحقیقات سرن حضور داشته‌اند. پژوهشگرانِ ایرانی‌ای که در تحقیقات سرن مشارکت می‌کنند معمولاً در مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات ایران (IPM) فعالیت داشته‌اند. در سال ۲۰۰۱ میلادی (۱۳۷۹ شمسی) و پس از امضای تفاهم نامهٔ مشترکی بین سرن و ایران، کشور ما به عضویت رسمی‌این سازمان درآمد تا همکاری‌هایی در زمینهٔ پروژهٔ بزرگ LHC و ساخت و تأمین قطعات این پروژه آغاز شود.

پژوهشگران ایرانی در آزمایش CMS[2]، یکی از چهار آزمایش بزرگ پروژه LHC حضور دارند. این همکاری در ساخت قسمتی مکانیکی از آزمایش CMS با عنوان «میز نگهدارندهٔ این آشکارساز و محفظهٔ استوانه‌ای پوشانندهٔ آن» با نظارت مهندسان سرن و با انتقال دانش فنی مربوطه به شرکت هپکو اراک بعنوان مجری این آزمایش انجام شد. اکنون نیز پژوهشگران ایرانی در یک گروه بین‌المللی بر پروژه‌های

شتابگرهای آینده و ارتقاء برخورددهندهٔ بزرگ‌هادرونی فعالیت دارند.

مدرسهٔ تابستانهٔ ۲۰۱۴ میلادی

امسال سه نفر از ایران، در مدرسهٔ تابستانه سرن شرکت کردند.

محمدحسن حسن‌شاهی تجربهٔ خویش را این گونه باز می‌گوید:

محمدحسن حسن‌شاهی دانشجوی دورشته‌ای فیزیک و ریاضی در دانشگاه صنعتی شریف هستم. دو سال پیش‌تر، سه نفر از دانشگاه صنعتی شریف در مدرسهٔ تابستانهٔ سرن شرکت کرده بودند و من از طریق آن‌ها با این برنامه آشنا شدم. هر صبح حدود ۲۵۰ دانشجو که اکثراً دانشجوی فیزیک بودند و بعضاً دانشجوی رشته‌های کامپیوتر، برق، فن‌آوری اطلاعات و حتی ریاضی، در جلسهٔ درس‌ها و سخنرانی‌ها شرکت می‌کردند. پس از سخنرانی‌ها جلسات پرسش و پاسخ برگزار می‌شد که شخصاً به این قسمت از برنامه علاقهٔ زیادی داشتم و بسیار هم یاد گرفتم. ما در آزمایش CMS، یکی از ۴ آزمایش LHC، فعالیت

دانشجویان برای پذیرش در دورهٔ مدرسهٔ تابستانه لازم است که دست‌کم سال سوم دانشگاه را گذرانده و به زبان انگلیسی مسلط باشند (دانستن زبان فرانسه امتیاز محسوب می‌شود). دانشجویان متقاضی لازم است تا ۲ توصیه‌نامه از اساتید خود تهیه کنند و آن‌ها را به همراه ریزنمراتِ تحصیلی و خلاصه تجربیاتشان برای گروه گزینش دوره بفرستند. با مراجعه به سایت سرن۱ می‌توانید از زمانِ شروع ثبت‌نام برای پذیرش در دورهٔ تابستانه که معمولاً چند ماه پیش از شروع آن است، آگاهی پیدا کنید.

می‌کردیم. پروژهٔ من کار روی یکی از نرم‌افزارهای به کار گرفته شده در CMS بود. وقتی شتابگرها روشن باشند، خوشه‌های پروتونی با سرعتی کمی‌کمتر از سرعت نور و با انرژی بالا به یکدیگر برخورد می‌کنند و در نتیجه ذرات بسیار زیادی تولید می‌شود که با سرعت‌ها و در زوایای مختلفی پراکنده می‌شوند. گرچه آشکارسازهای قدرتمندی به کار گرفته می‌شوند، اما به علت تعداد بسیار زیادِ ذرات و این که خیلی از آن‌ها بسیار سریع به ذرات سبک‌تر وا می‌پاشند، تشخیص دقیق مسیر ذرات بسیار دشوار خواهد بود. پروژهٔ من ارتقاء نرم‌افزاری بود که به وسیلهٔ آن مسیرهای واقعی ذرات از مسیرهای غیرواقعی‌ای که ناشی از خطای آشکارسازی یا تقریب‌های نامناسب در ترسیم بهترین مسیر برای ذرات است، تشخیص داده شوند.

علی ایزدی‌راد از تجربه‌های خود این چنین می‌گوید:

در حال حاضر دانشجوی برق و فیزیک در دانشگاه شریف هستم و از طریق اساتید دانشکده و دانشجویان قبلی که در این برنامه شرکت کرده بودند با این دورهٔ ارزشمند آشنا شدم. می‌گویند که سرن بهشت فیزیک‌دانان ذرات است، حتی اگر این طور هم نباشد به لحاظ طبیعت اطرافش این جمله کاملاً

می‌گویند که سرن بهشت فیزیک‌دانان ذرات است، حتی اگر این طور هم نباشد به لحاظ طبیعت اطرافش این جمله کاملاً صدق می‌کند! حضور در این دوره فرصت بسیار طلایی برای جوان ۲۲ ساله‌ای مثل من بود، چیزی که شاید فقط در رؤیاها می‌توانستم تصور کنم یا شاید هم فقط در مستندهای علمی!

صدق می‌کند! حضور در این دوره فرصت بسیار طلایی برای جوان ۲۲ ساله‌ای مثل من بود، چیزی که شاید فقط در رؤیاها می‌توانستم تصور کنم یا شاید هم فقط در مستندهای علمی! پروژه‌ای که به من و دوستم، پیرو از کشور آلبانی، محول شده بود به ارتقاء نهاییِ شتاب‌دهندهٔ LHC در سال ۲۰۲۰ مربوط می‌شد. شتاب‌دهندهٔ سرن در چند مرحله انرژی مرکزجرم ذراتِ برخوردکننده و نرخ برخوردها را افزایش می‌دهد تا این که در ارتقاء نهایی انرژی برخورد دو برابر مقدار فعلی شود و کمیت لیانیدگی[۳] تا سه مرتبهٔ بزرگی، زیاد شود. آشکارساز CMS، در وضعیت فعلی، تحمل این نرخ ورودی ذرات بر واحد ثانیه را ندارد و لازم است که قسمت‌هایی از آشکارساز تعویض شود. ساختار جدیدی که برای آشکارساز پیشنهاد شده است این قابلیت را می‌دهد که مسیر و انرژی ذرات گذرنده از آشکارساز را با دقت بیشتری بررسی کنیم. با توجه به این دو ارتقای مهم در ساختار شتابگر سرن، این امکان فراهم می‌شود که فیزیک ذرات را با دقت بیشتری واوکاوی کنیم. یکی از این مسائل، بررسی برهم‌کنش هیگز با خودش در لاگرانژی مدل استاندارد است. اگر از توضیح جزئیات پدیده‌شناسی این موضوع صرف‌نظر کنم، در نهایت، شناخت بهتر فیزیک ذرهٔ هیگز منوط به این است که ذرات نهایی‌ای را که از برهم‌کنش هیگز با خودش تولید می‌شوند با دقت زیادی در آشکارساز مشاهده کنیم. هدف اصلی پروژه، یافتن راهی مناسب برای تشخیص ذراتِ حاصل از خودبرهم‌کنش هیگز با درجه اطمینان بالا بود، که در نهایت به پایون خنثی و باردار منجر می‌شود. این کار آغاز یک راه طولانی بود که تا هشت سال دیگر باید به پایان برسد. ما این پژوهش را یک بار به صورت پوستر برای دانشجویان ارائه دادیم و نتایج را سه بار در گروه‌های مختلفی که با یکدیگر ارتباط

داشتند به بحث گذاشتیم. این سفر دست‌آوردهای زیادی برای من داشت، به قدری زیاد که نمی‌دانم به کدام یک اشاره کنم، اما شاید مهم‌ترین آن‌ها این بود که برای اولین بار با مفهوم کار علمی‌و کار جمعی علمیِ«واقعی» آشنا شدم. هر روز با استاد خود در مورد پروژه جلسه داشتیم و کار را پیش می‌بردیم. در طی هفته در جلسات متعددی با افراد زیادی دور هم جمع می‌شدیم و نتایج همدیگر را بررسی می‌کردیم و پیرامون آن‌ها بحث می‌کردیم. همه با تمرکز بالایی به کار مشغول بودند. تازه فهمیدم کارِ علمی‌درست و حسابی تلاش زایدالوصفی می‌خواهد، و نحوهٔ کار کردنِ استاد راهنمایم از هر جهت برای من الگو شد. این بزرگ‌ترین دست‌آورد من بود.

سعید فروغی تجربه‌های خود را این طور بیان می‌کند:

دانشجوی دورشته‌ای برق و فیزیک در دانشگاه صنعتی اصفهان هستم. سال گذشته از طریق یکی از دوستانم که در دانشگاه صنعتی شریف دانشجوی کارشناسی‌ارشد است، با این دوره آشنا شدم. کمی‌سخت است به طور موجز از دو ماه حضور در عظیم‌ترین مجموعهٔ آزمایشگاهی و شتاب‌دهنده‌های ذرات بنیادی، اطلاعاتی کپسول‌وار بگویم. وقتی هر سهٔ ما برای اولین بار روبروی «گنبد دانش» در مرکز سرن ایستادیم، در پوست خود نمی‌گنجیدیم و خنده‌های از ته دل، لب‌هایمان را ترک

کمی‌سخت است به طور موجز از دو ماه حضور در عظیم‌ترین مجموعهٔ آزمایشگاهی و شتاب‌دهنده‌های ذرات بنیادی، اطلاعاتی کپسول‌وار بگویم. وقتی هر سهٔ ما برای اولین بار روبروی «گنبد دانش» در مرکز سرن ایستادیم، در پوست خود نمی‌گنجیدیم و خنده‌های از ته دل، لب‌هایمان را ترک نمی‌کرد.

نمی‌کرد. گفتگوهای علمی‌با دانشجویان و خُبرگان سرن و رفتارها و برخوردهای محترمانه و دوستانهٔ اساتید و مسؤلانِ این دوره توأم با دیدن سرسبزی و خرمی‌دشت‌های اطرافَ سرن شادمانی و انگیزه‌ای وصف‌ناپذیر در ما ایجاد می‌کرد. یکی از جذاب‌ترین بخش‌های این دوره، بازدید از آشکارسازهای زیرزمین و اتاق کنترل LHC، بازدید از محل ساخت لوله‌های شتاب‌دهندهٔ سنکروترون، و تجهیزات آزمایشگاه پادماده بود.

با توجه به تعداد زیاد حالت‌های نهایی پس از هر برخورد خوشه‌های پروتونی در LHC، ذرات مختلفی با طول عمرهای بسیار متفاوت در واپاشی‌های زنجیره‌ای تولید می‌شوند. بنابراین بسته به ویژگی‌ها و نوع برهم‌کنش ذرات با مواد، روش‌های آشکارسازی متفاوتی برای هر گروه از این ذرات وجود دارد. کار من به عنوان عضوی از یک گروه پنج نفره، ساخت و بررسی پارامترهای آشکارسازهای ذرهٔ میون بود. به علت طول‌عمر نسبی زیادِ این ذره، سیستم آشکارسازی میون، در بیرونی‌ترین لایهٔ CMS قرار دارد و در این سیستم، مجموعه‌ای از چهار نوع آشکارسازِ گازی تعبیه شده است که هر یک از لحاظ حساسیت در آشکارِ کردن، سرعت، و توان تفکیک متفاوت هستند. نیمی‌از فعالیت من در این دوره آشنایی با اصول ساخت یکی از آشکارسازهای گازی[4]، ساخت و آزمون بازدهی و در نهایت تعیین پارامترهای بهینهٔ آن بود و در بخش دوم آشنایی با آشکارساز نسل جدید[5] میون و ساخت و طراحی ایستگاه پرتوی کیهانی[6] برای اندازه‌گیری بازدهٔ این آشکارساز جدید بود.

در آخر شاید اشاره به این نکته خالی از لطف نباشد که نظم، پیگیری در امور و مسئولیت‌پذیری از ویژگی‌های فیزیک‌پیشگان سرن بود: از زمان‌بندی دقیق ارائهٔ درس‌ها در تالار کنفرانس گرفته، که به ازای هر ۴۵ دقیقه، ۱۵ دقیقه استراحت داده می‌شد، تا قرارهایی که کمتر خلف وعده‌ای در آن‌ها دیده می‌شد. یک بار وقتی که با دو نفر از فیزیک‌پیشگان آن‌جا، که یکی مدرّس برجستهٔ برنامهٔ تابستانه و دیگری فیزیک‌دانی دست‌به‌آچار در آزمایشگاه بود، قدم‌زنان گرم بحث بودیم، بحث آن‌قدر طول کشید که ادامهٔ آن را در اتومبیل آن‌ها تمام کردیم. آن‌ها بعد از این که محل یکی از آزمایشگاه‌ها را نشانم دادند، مرا به همان جای اول برگرداندند! می‌توانستم بدون هیچ لقبی آن‌ها را با اسم کوچک صدا کنم و هر چه می‌خواهم بپرسم! یکی از بهترین جاهایی که همیشه دوست داشتم به آن‌جا بروم، کتابخانهٔ سرن بود که باغی با چند درخت بلند کهنسال در مقابل آن واقع بود.

1 www.cern.ch
2 Compact Muon Solenoid
3 luminosity
4 RPC (Resistive plate Chamber)
5 GEM (Gas Electron Multiplier)
6 Cosmic Stand

گزارشی از
بیست و دومین گردهمایی دانش آموزی فیزیک ایران

تهیه و تنظیم: سید حمید سید علایی

گردهمایی دانش‌آموزی فیزیک برنامه‌ای است با هدف ترویج پژوهش در آموزشِ پیش از دانشگاه در سراسر کشور. هستهٔ مرکزی این برنامه ارائهٔ نتیجهٔ فعالیت‌های دانش‌آموزی است. علاوه بر این، برنامه‌های علمی‌دیگری مانند کارگاه‌های علمی، بازدید از مراکز پژوهشی، آزمایشگاه‌ها، رصدخانه‌ها و برنامه‌های تفریحی ـ فرهنگی از قبیل بازدید از مکان‌های دیدنی منطقه است.

این بار شهر شیراز (استان فارس) میزبان بیست و دومین گردهمایی دانش‌آموزی فیزیک ایران بود. این گردهمایی از تاریخ ۱۱ تا ۱۳ شهریورماه ۹۳ برگزار گردید. در گردهمایی این سال ۸۷ نفر شرکت داشتند و ۲۸ طرح برای ارائه برگزیده شد که به صورت پوستر در برنامهٔ نمایش پوستر گردهمایی ارائه داده شدند. محل اِسکان و اجرای گردهمایی دانشگاه شهید باهنر شیراز بود.

برنامهٔ اصلی گردهمایی که شامل ارائهٔ پوستر و کارگاه‌ها بود از ساعت ۱۴:۰۰ یازدهم شهریور آغاز شد. به موازات ارائهٔ پوستر توسط دانش‌آموزان، کارگاه‌های آموزشی علمی‌برگزار شد و غرفه‌هایی نیز با محتوای علمی‌گوناگون به نمایش گذاشته شدند. در مجموع، برنامه شامل ۹ ساعت ارائهٔ پوستر و کارگاه بود. در بخش‌هایی نیز سخنرانی‌های علمی‌ارائه شد که ۴ ساعت از زمان برنامه را در بر داشتند. علاوه بر این‌ها برنامهٔ بازدید از پژوهشکدهٔ معلم و دانشگاه شیراز صورت گرفت که ۶ ساعت به طول انجامید.

در این گزارش هر قسمت از برنامه جداگانه توضیح داده خواهند شد. این قسمت‌ها شامل افتتاحیه، سخنرانی‌ها، کارگاه‌ها، غرفه‌ها، بازدیدها، برنامهٔ گردش مجازی سرن، پوسترها و اختتامیه است.

سخنرانی‌ها

سخنرانی‌های ارائه شده به ترتیب زیر بود:

- مقدمه‌ای بر فیزیک ذرات بنیادی (دکتر خسروپور فارغ‌التحصیل دکترای دانشگاه شیراز): در این سخنرانی دربارهٔ ذرات بنیادی و فعالیت‌های شتاب‌دهنده‌های ذرات به طور کلی صحبت شد.

- نقش فیزیک در گسترش فن‌آوری‌های نوین (دکتر مرادی عضو هیأت علمی‌دانشگاه شیراز): این سخن‌رانی دربارهٔ فیزیک جدید و برخی از ابزارهای به کار رفته در فیزیک نوین بود.

- مفاهیم اساسی فوتونیک (دکتر فرزاد عضو هیأت علمی‌دانشگاه شیراز): به کاربردهای اپتیک خصوصاً مواد با ضریب شکست منفی و الکترواپتیک پرداخته شد.

- شبکه (خانم رشیدپور دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان): این سخن‌رانی دربارهٔ شروع نظریهٔ شبکه (آزمایش میلگرام) و کاربردهای این نظریه در عصر حاضر بود.

- فرکتال‌ها (دکتر قاسمی‌نژاد استادیار دانشگاه شیراز): در این سخنرانی فرکتال‌ها مطرح شدند و ساختارهای فرکتالی موجود در طبیعت و کاربردهایی از این مبحث ارائه شد.

کارگاه‌ها:

امسال کارگاه‌های بسیار متنوعی ارائه شد (۷ کارگاه برای دانش‌آموزان و ۴ کارگاه برای دبیران). متأسفانه به دلیل کم بودن زمان، هر دانش‌آموز قادر به شرکت در کلیهٔ کارگاه‌ها نبود اما خوشبختانه برنامهٔ این کارگاه‌ها با دوربین فیلم‌برداری ثبت شده‌اند و در آینده در اختیار علاقه‌مندان قرار خواهند گرفت. مدت زمان کارگاه‌های آموزشی معمولاً بین ۱ تا ۲ ساعت بود.

کارگاه‌های برگزار شده برای دانش‌آموزان به شرح زیر است:

- کارگاه آزمایش‌های جذاب فیزیکی: انجام برخی آزمایش‌های خلاقانه فیزیک که توسط دبیر مربوطه طراحی شده بود.

- کارگاه اپتیک: توسط صاشیراز برگزار شد و مفاهیم اولیه اپتیک موجی برای بچه‌ها طی آزمایش‌هایی به نمایش در آمد.

- کارگاه ارشمیدس: در ابتدا نیروی ارشمیدس با آزمایش به بچه‌ها نشان داده شده، و سپس دانش‌آموزان با اندازه‌گیری و کمّی‌سازی سعی کردند بفهمند رابطهٔ نیروی ارشمیدس به چه شکل است (با جرم متناسب است؟ با حجم متناسب است؟ ...).

- کارگاه آکوستیک: مفاهیم انتشار موج صوتی و کاربردهای آن در زیردریایی‌ها و ارتباط آن‌ها در زیرآب برای دانش‌آموزان توضیح و آزمایش عملی زیر آب انجام شد. این کارگاه توسط شرکت صاشیراز برگزار شد.

- کارگاه فلسفه: داستان کوتاهی از محاکمهٔ گالیله توسط کلیسا خوانده شده و در جمع بر اساس شواهد تاریخی خواسته شد تا دربارهٔ آن بحث کنند. در نهایت خواسته شد برای تأیید حکم کلیسا یا رد آن رأی بدهند. هدایت کنندهٔ اصلی این کارگاه دانش‌آموزان بوده و هر نظری در آن محترم شمرده می‌شد.

- کارگاه فیزیک پایه: مفاهیم اولیه مکانیک، مانند مرکز جرم و ثقل و تفاوت آن‌ها، امواج مکانیکی و حرکت آونگ‌ها آزمایش و بررسی شدند.

- کارگاه مکانیک: آزمایش‌های مربوط به نوسان انجام گرفت.

کارگاه‌های برگزار شده برای دبیران به شرح زیر است:

- کارگاه درماندگی آموخته شده: در این کارگاه با فراهم کردن شرایطی عملی دبیران را در وضعیت درماندگی قرار داده تا آن را تجربه کنند. به علاوه، اثرات سوءدرماندگی در دانش‌آموزان شمرده و در جمع به بحث گذاشته شدند.

- کارگاه تجربهٔ یادگیری: این کارگاه در ادامهٔ کارگاه درماندگی برگزار شد. در این کارگاه تجربهٔ یادگیری، به صورت یک تجربهٔ لذت بخش نشان داده شد و اهمیت احساس این تجربه در جذب انگیزهٔ دانش‌آموزان به بحث گذاشته شد.

- کارگاه تکنیک ماره: معرفی تکنیک ماره به عنوان تکنیکی قدرتمند برای اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف فیزیکی که بسیار ساده و کم هزینه و دقیق است.

- کارگاه لیزر: ارائه مفاهیم اولیهٔ سازوکار لیزر و انجام آزمایش و اندازه‌گیری مشخصه‌های پرتوی لیزر مانند پهنا، طول موج، پروفایل و..

غرفه‌ها

o صنایع آموزشی: شامل تجهیزات آزمایشگاهی در سطح دانش‌آموزی و دانشگاه و ارائه خدمات در این زمینه.

o دیدافزار جنوب: فروش تجهیزات آزمایشگاهی اپتیک و فیزیک جدید مانند تداخل‌سنج مایکلسون، فابری پرو، آزمایش قوس الکترونی، متر لیزری، تراز لیزری و ... .

o صاشیراز: شامل غرفه اکوستیک به اضافهٔ ساخت تجهیزات اپتیکی و قطعات اپتیکی، دوربین حرارتی، لایه‌نشانی‌های مختلف برای مقاصد مختلف در صنایع نظامی‌و غیرنظامی.

گردش مجازی سرن

امسال قرار بود برنامه‌ای بین‌المللی با همکاری شتاب‌دهندهٔ سرن (واقع در مرز فرانسه و سوییس) برگزار شود. این برنامه قرار بود با مشاهدهٔ آشکارساز اطلس واقع در سرن به صورت ویدیوکنفرانس به همراه پرسش و پاسخ برگزار شود. از یک ماه قبل برای این برنامه ۳ بار از محل برگزاری گردهمایی آزمون ارتباطی و ویدیویی گرفته شد تا روز برنامه همه چیز به خوبی برگزار شود. اما متأسفانه به دلیل مصادف شدن تغییر سراسری پیش‌شمارهٔ شیراز با زمان برگزاری این گردش مجازی، اینترنت مختل و این برنامه لغو شد. فیلم Cosmic Voyages که دربارهٔ فیزیک و ابعاد مورد مطالعهٔ آن است به طور جایگزین پخش شد و قسمت‌هایی از آن برای دانش‌آموزان با شرح و تفصیل بیشتری توضیح داده شد.

بازدیدها

دانشگاه شیراز: بازدید از آزمایشگاه‌های دانشگاه و رصدخانه. رصدخانهٔ دانشگاه شیراز، با نام ابوریحان، بر تپه‌ای واقع در کوی ارم دانشگاه شیراز، در ارتفاع ۱۷۳۴ متری از سطح دریا واقع است. این رصدخانه دارای یک تلسکوپ بازتابی ۲۰ اینچ از نوع کاسگرین (دومین تلسکوپ بزرگ کشور)، یک تلسکوپ بازتابی اشمیت کاسگرین ۱۲ اینچ، یک تلسکوپ ۱۲ اینچ مجهز به دوربین CCD و تعدادی ادوات نجومی‌دیگر است که دانش‌آموزان پس از شرکت در کلاسی توجیهی جهت آشنایی با نجوم به بازدید از این تجهیزات و در نهایت به رصد ماه توسط یک تلسکوپ بازتابی ۵ اینچی پرداختند.

پژوهشکدهٔ معلم: انجام تعداد زیادی آزمایش‌های طراحی شده در موضوعات مختلف فیزیک مانند اپتیک، موج، مکانیک و الکترومغناطیس؛ آنتن، محیط زیست و ...

پوسترها:

تعداد ۲۸ طرح برای ارائه پذیرفته شده بودند که ۱۹ طرح از تهران و ۹ طرح از شهرهای دیگری به غیر از تهران بودند. از میان پوسترها طرح‌های زیر در هر زمینه به عنوان برگزیده معرفی شدند:

بهترین طرح مسأله: الکتریسیته‌دار کردن مایعات: زهرا سوداگر، و نیکا ناصری.

بهترین به کارگیری ابزار: ساخت قایق توربین بادی: شکیبا سیفی، ترانه سادات سید هدایت، و پانیذ غفاری.

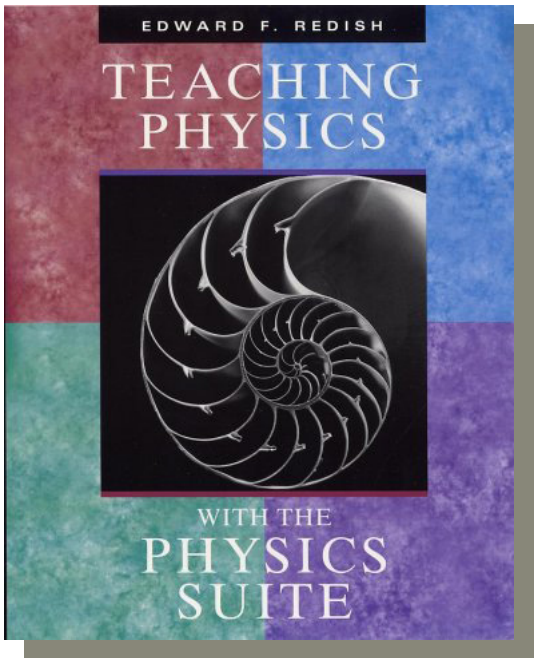
بهترین توجه به جزئیات: بررسی و شبیه‌سازی ضریب پخش در حرکت براونی: پویا کوه سلطانی، و امیر محمود مرادی.

بهترین نتیجه‌گیری: بررسی عوامل مؤثر بر بسامد تخلیهٔ الکتریکی در قطره‌چکان کلوین: ایمان امیراحمدی، علیرضا حسن‌زاده

جایزهٔ روزبه: بررسی ضریب اصطکاک ایستایی در خیابان‌های یخزدهٔ رودهن: مهرداد آقایاری سامیان، احسان فاطمی‌پور، حسن سرپرست.

آموزش فیزیک

منصور وصالی
دانشگاه شهید رجایی



Teaching Physics with the Physics Suite
Writer: Edward F. Redish
published: John Wiley & Sons, 2003

آموزش فیزیک به عنوان حوزه‌ای تخصصی، در مقایسه با خودِ فیزیک عرصهٔ بسیار جدیدی است. در واقع، اگر بخواهیم برای آن مبدأ زمانی مشخص کنیم، در نهایت به نیمهٔ دوم قرن نوزدهم می‌رسیم که در آن پس از بحث و جدل‌های فراوان، علوم وارد برنامهٔ درسی مدارس می‌شود. پیش از آن، برنامهٔ درسی مدارس شامل آموزش ادبیات، تعلیمات دینی و حساب بود. سه عنصری که از دید برنامه‌ریزان آموزشی برای زندگی افراد در آن دوره لازم و کافی بود. تقریباً از همان زمان به بعد، این پرسش که چه چیزی به عنوان «علوم» باید آموزش داده شود، و اصولاً هدف از آموزش علوم چیست، همیشه مورد بحث و جدل بوده است. با همهٔ این‌ها، پدیدهٔ اسپوتنیک در سال ۱۳۳۶/۱۹۵۷ بود که توجه را به اهمیت آموزش علوم، و نقش آن در تحولات علمی، اجتماعی، فرهنگی، و اقتصادی در کشورهای پیشرفته، به ویژه آمریکا، جلب کرد و آن را از موضوعی در «کنار» علم به حوزه‌ای پرچالش در عرصهٔ آکادمیک تبدیل کرد. چنین تحولی دو رویکرد عمده نسبت به آموزش علوم (فیزیک) ایجاد کرد. یک رویکرد، که در واقع پیش از آن هم سابقه داشت، خودِ موضوع آموزش را در مرکز مطالعات قرار داد. کنشگران این عرصه بیشتر به چیستی و چرایی آموزش علوم و هم چنین مقولاتی مانند فرایندهای یادگیری و شیوه‌های تدریس می‌پرداختند. گروه دیگر، که شامل متخصصان حوزه‌های علم، مانند فیزیک‌پیشگان، می‌شود، بیشتر به تهیهٔ منابع لازم برای آموزش محتوی فیزیک می‌پرداختند. بنابراین، رویکرد اصلی آن‌ها به آموزش علوم (فیزیک) نوشتن کتاب‌های درسی در علوم پایه هم در دوره‌های پیش از دانشگاه و هم برای دانشجوهای سال‌های اول بود. این اتفاق در دههٔ ۶۰ قرن بیستم روی داد. در این دوره است که شاهد انتشار کتاب‌های درسی فیزیک مانندهالیدی و رزنیک، دورهٔ فیزیک برکلی، فیزیک دانشگاهی سیرز و زیمانسکی برای دانشگاه‌ها و سری کتاب‌های‌هاروارد برای دورهٔ دبیرستان هستیم. شاید معروف‌ترین مثالی که نشانهٔ اهمیت دادن اجتماع فیزیک

آمریکا به امر آموزش فیزیک است، حضور فیزیک‌دان معروف ریچارد فاینمن است که مجموعهٔ سخنرانی‌های فاینمن هنوز هم الهام‌بخش معلمان فیزیک است.

به موازات تلاش‌های فوق، که همان‌طور که گفته شد در اجتماع علمی‌فیزیک روی داد، در عرصهٔ آموزش نیز اتفاقات مهمی‌افتاد. نظریه‌پردازان و کنشگرانِ آموزش علوم با بهره‌گیری از یافته‌های پژوهشی در حوزه‌هایی مانند علوم اجتماعی (جامعه‌شناسی علم)، علوم انسانی (فلسفهٔ علم) و علوم شناختی به شناخت و درک عمیق‌تری از اهداف آموزش علوم، رابطه و نحوهٔ کار مغز و ذهن و رابطهٔ آن با یادگیری و شیوه‌های جدید تدریس مبتنی بر این یافته‌ها رسیدند. شاید ذکر این نکته ضروری باشد که آموزش علوم اصولاً یک حوزهٔ میان‌رشته‌ای است، حوزه‌ای که جزء حوزه‌های علوم انسانی و علوم اجتماعی قرار می‌گیرد. شاید به همین دلیل است که طی یکی دو دههٔ اول دورهٔ پسااسپوتنیک پیوند درخور توجه‌ای بین این دو حوزه، یعنی فیزیک و آموزش علوم دیده نمی‌شود.

از دههٔ ۸۰ قرن بیستم به بعد، به تدریج افرادی از حوزهٔ فیزیک به مباحث آموزش فیزیک توجه می‌کنند. ادوارد ردیش یکی از این فیزیک‌پیشه‌ها است که از اوایل دههٔ نود قرن گذشته به آموزش فیزیک به عنوان حوزه‌ای آکادمیک روی آورد. نویسنده، که فیزیک‌پیشهٔ نظری در فیزیک هسته‌ای بود، خود به صراحت در مقدمهٔ کتاب می‌گوید: «در ۱۹۹۱، من پژوهش در فیزیک هسته‌ای را متوقف کردم و به فعالیتِ پژوهشی در گروه پژوهشی آموزش فیزیک رو کردم.» در این خصوص، در کنار مقاله‌های پژوهشی و تخصصی دربارهٔ آموزش فیزیک، می‌توان به دو کار مهم و تأثیرگذار وی اشاره کرد. یکی، قانع کردن مجلهٔ امریکن ژورنال آو فیزیکز برای انتشار ضمیمهٔ آموزش فیزیک، و دیگری، نوشتن کتابی دربارهٔ آموزش فیزیک به نام

TEACHING PHYSICS with the PHYSICS SUITE.

این کتاب توسط انتشارات وایلی در سال ۲۰۰۳ چاپ شده است.

به گفتهٔ نویسنده، کتاب «آموزش فیزیک» دربارهٔ «چه‌طور» درس بدهیم نیست. یعنی شما در این کتاب راهنمایی برای تدریس مفاهیم و موضوعات مشخص فیزیک پیدا نمی‌کنید. این کتاب، در واقع، تلفیق تجربه‌های نویسنده با مقولات علوم شناختی و نتایج حاصل از پژوهش‌هایی است که دربارهٔ آموزش فیزیک از اوایل دههٔ ۸۰ میلادی انجام گرفته بود. در این کتاب، بیش از آن‌که نحوهٔ تدریس این یا آن موضوع، یا مشکلات خاص شاگرد فیزیک در درک و یادگیری مفاهیمی‌مشخص باشد، به یادگیری فیزیک و دشواری آن از جنبه‌ای عمومی در چارچوب ویژگی‌ها و نحوهٔ کار ذهن می‌پردازد. در این خصوص، فصل‌های ۲ و ۳ به طور مشخص به مباحث مربوط به علوم شناختی اختصاص دارد. علاوه بر آن، در این فصل‌ها دربارهٔ آن‌چه یافته‌ها از نحوهٔ تفکر شاگردها دربارهٔ فیزیک حکایت می‌کنند بحث شده است.

دو فصل (۴ و ۵) به چگونگی ارزیابی یادگیری هر شاگرد و ارزشیابی منابع تدریس در کلاس می‌پردازد. در ادامه، فصل‌های ۶ تا ۱۰ مروری می‌کند به شیوه‌های گوناگون خلق محیط‌های یادگیری که می‌تواند یادگیری شاگرد را ارتقاء بدهد. بخشی از این شیوه‌ها براساس تجربهٔ نویسنده و بخشی هم براساس برنامهٔ درسی گروه آموزش فیزیکی است که تعدادی از فیزیک‌پیشه‌های دانشگاه‌های گوناگون آمریکا از اوایل دههٔ ۸۰ در پیش گرفته‌اند.

فصل ۱ مقدمه‌ای است دربارهٔ ساختاری که نویسنده از آن با عنوان Physics Suite نام می‌برد. این ساختار مجموعه‌ای است از عناصر گوناگون که در شکل ۱,۲ کتاب به طور خلاصه آمده است. هم چنین در این فصل، دربارهٔ انگیزهٔ نوشتن کتاب هم صحبت شده است.

این کتاب به مدت چند سال (حدوداً از سال ۱۳۸۵) مرجع اصلی من در درس «آموزش فیزیک، درک مفهومی» بود. این اولین درسی است که دانشجوهای ارشد آموزش فیزیک در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی اخذ می‌کنند. با توجه به مقدماتی بودن این درس، من عمدتاً فصل‌های ۲ و ۳ کتاب را تدریس می‌کردم. از فصل ۱ برای ارائهٔ تصویری از آموزش فیزیک، به روایت فردی متخصص در این حوزه، و از فصل ۴ هم به طور محدود استفاده کرده‌ام. مروری که بر فصل‌های دیگر داشته‌ام این احساس را در من ایجاد می‌کرد که، دست‌کم در شرایط فعلی، شیوه‌های آمده در این بخش‌ها با ویژگی‌های دانشگاه‌های ما هم‌خوانی چندانی ندارد.

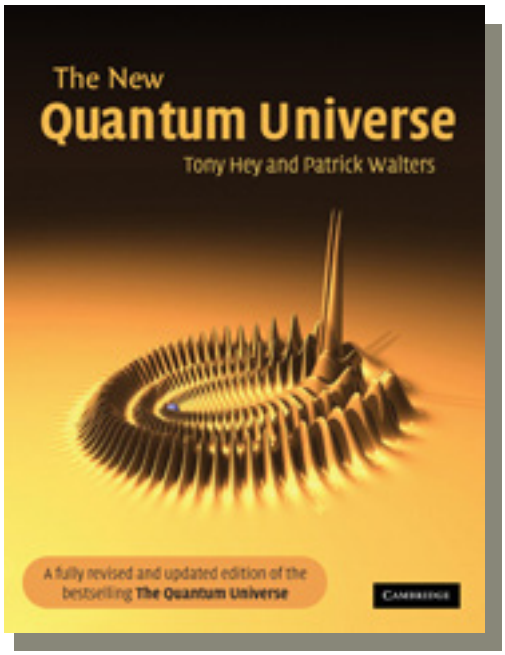
هر چند در سال‌های اخیر، به دلیل یافتن منابع بنیادی‌تر در آموزش علوم، کمتر از این کتاب استفاده کرده‌ام، مطالعهٔ این کتاب را برای فرد علاقه‌مند به آموزش فیزیک بسیار توصیه می‌کنم. مطالعهٔ این کتاب تصویری بسیار متفاوت از آن‌چه باور جامعهٔ فیزیک نسبت به تدریس فیزیک است ارائه می‌دهد، و می‌تواند آغاز بسیار خوبی برای آشنایی با حوزهٔ آموزش فیزیک و علوم، و ورود به آن باشد.

در پایان خوب است بخشی از سخن نویسنده در پیشگفتار را بیاورم که تا حدودی تصویری از آن باور، یا رویکرد عمومی‌نسبت به آموزش فیزیک را بیان می‌کند:

«من به عنوان فیزیک‌پیشهٔ نظری در فیزیک هسته‌ای تربیت یافته بودم و کار تدریس فیزیک در دانشگاه مریلند را از سال ۱۹۷۰ شروع کردم. از آن زمان به عنوان عضو هیأت علمی‌دانشگاه به تدریس و پژوهش پرداخته‌ام. از همان ابتدا، علاقهٔ شدیدی به تدریس داشتم و از همان ابتدا، با شعف این نصیحت همکاران را نادیده گرفتم که، کمترین تلاش را برای تدریس صرف کنم، چون نقش کمی‌در ارتقاء من خواهد داشت.»

ادوارد ردیش در کنفرانس جهانی آموزش فیزیک در استانبول، در سال ۱۳۹۱/۲۰۱۲ برای تلاش‌ها و دست‌آوردهایش در آموزش فیزیک جایزهٔ IUPAP را دریافت کرد.

جهان کوانتومی‌نوین



احمد شاملومهر
دانشگاه خوارزمی

نویسنده : تونی هی[1] ، پاتریک والترز[2]
ناشر: انتشارات دانشگاه کمبریج
ISBN: 9780521564571

کمتر کسی را می‌توان یافت که در زمینهٔ فیزیک محاسباتی و محاسبات موازی فعالیت داشته باشد و آوازهٔ «تونی هی» به گوشش نرسیده باشد. او که استاد دانشگاه ساوتهمپتون[3] و همچنین معاون تحقیقات خارجی شرکت مایکروسافت است، دکتری فیزیک خود را در زمینهٔ ذرات بنیادی از دانشگاه آکسفورد گرفته و دورهٔ پسادکتری خود را در کلتک[4] نزد ریچارد فاینمن و موری گلمن گذرانده است. وی در سال ۱۹۸۳ کتابی با عنوان جهان کوانتومی‌تألیف کرد و درست بیست سال بعد با همکاری پاتریک والترز، مدرس دانشگاه ولز[5]، کتابِ مورد بحث، یعنی جهان کوانتومی‌نوین را به چاپ رساند. در موفقیت این کتاب همین بس که تا سال ۲۰۱۱ هشت بار تجدید چاپ شده است.

همان‌گونه که نویسندگان در مقدمهٔ کتاب به صورت ضمنی اذعان می‌کنند، در کتاب از دستورهای سنتی کتاب‌های عامه‌فهمِ علمی‌کمی‌عدول شده است، به طوری که این کتاب، برخلافِ روش معمول، از حجم بالایی ـ حدود ۴۰۰ صفحه ـ برخوردار است و همچنین مملو است از تصاویر و نمودارهای گوناگون. تعداد زیاد صفحات شاید بعضی از خوانندگان را نسبت به مطالعهٔ آن بی‌میل کند، ولی کنار گذاشتن آن پس از خواندن اولین فصل کار ساده‌ای نخواهد بود. این کتاب در ۱۳ فصل به تحریر در آمده است و نویسندگان فصل‌ها را به سه بخش طبقه‌بندی کرده‌اند. این بخش‌ها، که لزوماً فصل‌های متوالی را در برنمی‌گیرند، کتاب را از لحاظ محتوایی به سه حوزه دسته‌بندی می‌کنند. در ابتدای کتاب مقدمه‌ای درمورد ماهیت موج و ذره، مسیرهای فاینمن و اصل عدم‌قطعیت‌هایزنبرگ آمده است. بخش اول از مدل اتمی رادرفورد شروع می‌شود و با بررسی ترازهای انرژیِ اتم راه را برای تشریح یکی از مهم‌ترین دست‌آوردهای بشر در قرن بیستم، یعنی لیزرها، هموار می‌کند. در بخش دوم نویسندگان به سراغ پارادوکس شرودینگر می‌روند و آن را با مهندسی‌های نوین کوانتومی‌نظیر میکروسکوپ‌های الکترونی و رایانه‌های کوانتومی‌پیوند می‌دهد. بخش سوم نیز به رابطهٔ میان مکانیک کوانتومی و جهان بزرگ‌مقیاس، که شامل واکنش‌های درون‌ستاره‌ای و همچنین نظریهٔ نسبیت است، اختصاص دارد.

نویسندگان تمامی‌سعی خود را برای انتقال مفاهیم کاربردی نظریهٔ مکانیک کوانتومی به‌کار بسته‌اند. آن‌ها نظریهٔ مکانیک کوانتومی‌را نه به عنوان نظریه‌ای در ذهن فیزیک‌پیشگان، بلکه به عنوان ابزاری در دست مهندسان معرفی می‌کنند، و کاربرد این نظریه را با استفاده از نمودارها و تصاویر رنگیِ کم‌نظیر در زندگی روزمره نشان می‌دهند؛ در همین ضمن ماهیت فیزیکی نظریه را با تاریخچهٔ علم فیزیک مطرح میکنند. آن‌ها حتی برای روشن‌تر و بهتر رساندنِ مفاهیم از قسمت‌هایی از مجموعه داستان‌های آقای تامپکینز[6] نوشته جورج گاموف استفاده کرده‌اند.

شایان ذکر است که ترجمهٔ این کتاب به زبان فارسی نیز در بازار موجود است.

1 Tony Hey
2 Patrick Walters
3 University of Southampton
4 Caltech
5 wales university
6 Mr. Tompkins in the wonderland

اثر اتلاف بر انتشار نور در آرایه‌ای از موج‌برهای نوری
- اصلاح مدل تنگابست برای توصیف اتلاف -

مجتبی گلشنی[۱]، اشتفان وایمن [۲]، خاطره جعفری[۳]، مهدی خزاعی نژاد[۱]، عبدالله لنگری[۱]، علیرضا بهرامپور[۱]، تونی آیکلکرات[۲]، سید محمد مهدوی[۱]، الکساندر زامایت[۲]

[۱] دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
[۲] انستیتو فیزیک کاربردی، مرکز فوتونیک آبه، دانشگاه فریدریش شیلر ینا، ینا، آلمان
[۳] دانشکده علوم، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

شبکهٔ موج‌برهای نوریِ جفت‌شده با طراحی‌های خاص، می‌تواند ابزار آزمایشگاهیِ بسیار غنی و ارزان قیمتی برای بررسی و جستجوی پدیده‌های مختلفی که نمایانگر اثرات کوانتومی‌همدوس در فیزیک اتمی مولکولی یا فیزیک حالت جامد است، را فراهم کند. در سال‌های اخیر، مطالعهٔ انتشار نور در آرایهٔ موج‌برهای نوری، به علت شباهت بین شبکه‌های نوری و الکترونی، باعث ایجاد بینش عمیق در نحوهٔ تحول تابع‌موج و در نتیجه درک بعضی از خصیصه‌های کوانتومی‌شده است. در حقیقت، این سیستم به دلیل خصوصیات نابِ شبکه‌های نوری، از جمله توانایی کنترل دقیق پارامترها، و شباهت معادلهٔ حاکم با بسیاری از سیستم‌های گسسته، و به ویژه امکان مشاهدهٔ مستقیمِ تحول تابع موج به آزمایشگاهی دسترس‌پذیر و انعطاف‌پذیر در مطالعهٔ پدیده‌های گوناگون سیستم‌های گسسته تبدیل شده است. در حالت خاص، تحول تابع موج در سیستم‌های غیرهرمیتی با تقارن پاریته ـ زمان بسیار مورد علاقه است، که شبکه‌های نوریِ دارای افت و بهره یک مدل برجسته در بررسی این سیستم‌ها هستند.

جذب یک ویژگی ذاتی سیستم‌های نوری است که از قانون علیت نتیجه می‌شود. از آن‌جایی که جذب از طریق واهمدوسی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر انتشار امواج نوری می‌گذارد، در نظر گرفتن این پدیده اهمیت زیادی در توصیفِ صحیحِ نتایج تجربیِ انتشار و جایگزیدگی نور دارد. با کنترل مناسب توزیع جذب (یا جذب و بهره) در آرایه‌ای از موج‌برهای نوری می‌توان پدیده‌های فیزیکی غیرقابل انتظاری از جمله نقاط استثنائی، تحول غیرعادی پرتوها، شکست خودبه‌خود تقارن پاریته ـ زمان، نوسانات بلاخ و جایگزیدگی دینامیکی معکوس‌ناپذیر، پنهان‌سازی یک جهته و حتی انتقال تاکیون را مشاهده کرد. علاوه بر این، وجود غیرقابل اجتنابِ جذب در آزمایش‌های تجربیِ مربوط به جایگزیدگی امواج نوری همواره باعث پیچیدگی در تعبیر نتایج و عدم اطمینان به مشاهده جایگزیدگی اندرسون شده است.

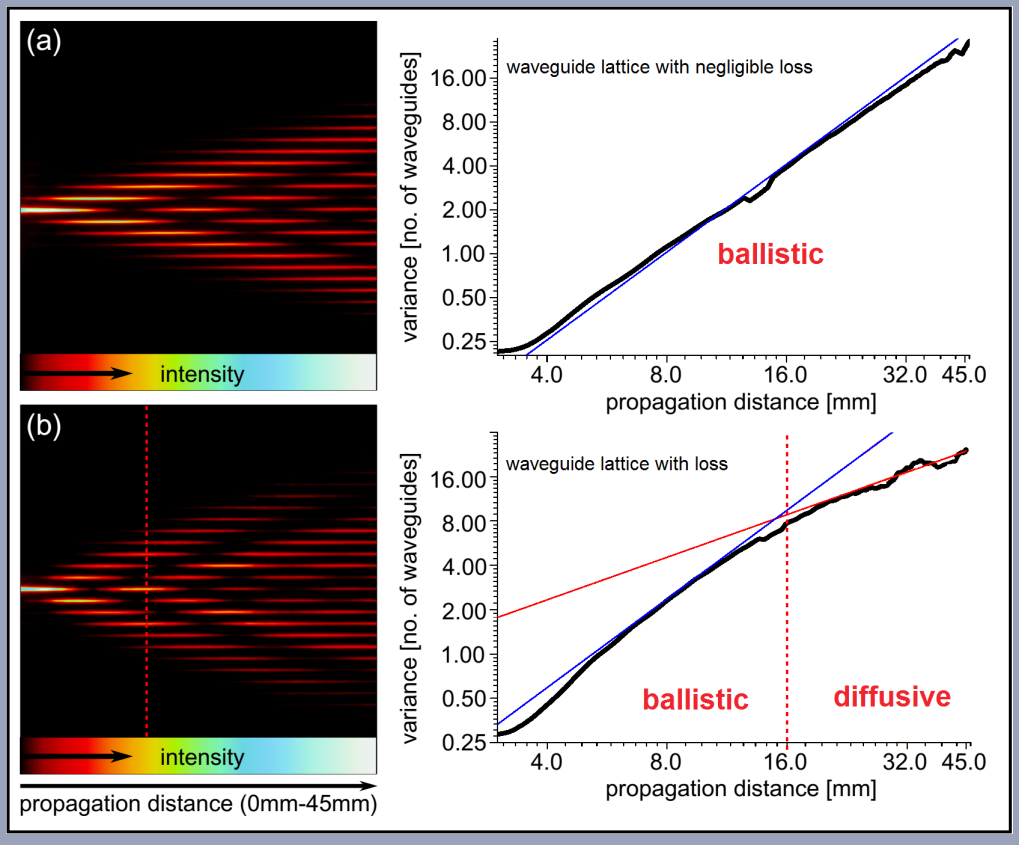
یک موضوع مورد توافق همگان این است که افت همگن و همسان‌گرد، جدا از یک زوال نمایی کلی در توان انتشاری، تأثیری در توزیع دامنهٔ میدان الکتریکی ندارد. به زبان ریاضی‌تر، در این حالت جذب باعث افزوده شدن عناصر قطری یکسان به ماتریس‌هامیلتونی می‌شود که از طریق بهنجارش قابل حذف شدن است.

در این پژوهش معادلهٔ حاکم بر انتشار نور در آرایه‌ای از موج‌برهای دارای افت، از طریق گسسته‌سازی مستقیم معادلهٔ موج هلمهولتز به‌دست می‌آید. این معادله نشان می‌دهد که مدل تنگابست با جملات قطری موهومی‌در توصیف شبکه‌های نوری دارای اتلاف کامل نیست. به عبارت دیگر، رابطهٔ بدست آمده نشان می‌دهد که در حضور اتلاف، علاوه بر جملهٔ قطری موهومی، افزودن یک جملهٔ غیرقطری موهومی‌نیز به‌هامیلتونی ضروری است، که وجود آن می‌تواند باعث ایجاد تغییر اساسی در نحوهٔ انتشار نور شود. مطالعهٔ انتشار موج در شبکهٔ نوریِ دارای افت همگن نشان می‌دهد که نحوهٔ تحول تابع موج در مدل تنگابست با جملهٔ غیرقطریِ موهومی، دارای تفاوت اساسی با مدل رایج آن است، که صرفاً جمله قطری موهومی‌دارد. و از

این‌رو اثر اتلاف بر تحول موج در هیچ شرایطی، حتی افت همگن، قابل حذف نیست. برای تأیید تجربی این پیش‌بینی، واریانس بستهٔ موج انتشاری در یک شبکه تناوبیِ بدون اتلاف و در یک شبکه تناوبیِ دارای افتِ همگن اندازه‌گیری شد. نتیجهٔ آزمایشِ مربوط به انتشار نور در یک شبکهٔ بدون افت در شکل a نشان داده شده است، که به روشنی رژیم انتشار بالستیک را نشان می‌دهد. اما وقتی که سیستم با افت زیاد بررسی شود، رفتار کاملاً متفاوت است. در این حالت (شکل b)، گسترش عرضی نور بعد از یک طول انتشار مشخص، از رژیم بالستیک به رژیم پخشی تغییر می‌کند. اگرچه این گذار از رژیم بالستیک به رژیم پخشی با مدل مرسوم هم‌خوانی ندارد، اما مدلِ گسترش‌یافتهٔ فوق (مدل تنگابست با جملات غیرقطری موهومی) به درستی آن را پیش‌بینی می‌کند، و از این رو نشان می‌دهد که وارد کردن این جملهٔ غیرقطریِ موهومی‌درهامیلتونی ضروری است.

نویسندگان این پژوهش اعتقاد دارند که این نظریه برای همه سیستم‌های شرودینگرگونه که می‌توانند به مدل تنگابست نگاشته شوند، از جمله امواج پیرامحوری در اپتیک و مکانیک، تحول کوانتومی‌در یک زنجیرهٔ اسپینی، انتقال جمعیت در سیستم‌های چندترازه و گرافین، برقرار است. علاوه براین، نتایج این پژوهش برای بررسی اثرات غیرهرمیتی در کلیه سیستم‌های فوق، از جمله سیستم‌های دارای تقارن پاریته ـ زمان، ضروری است.

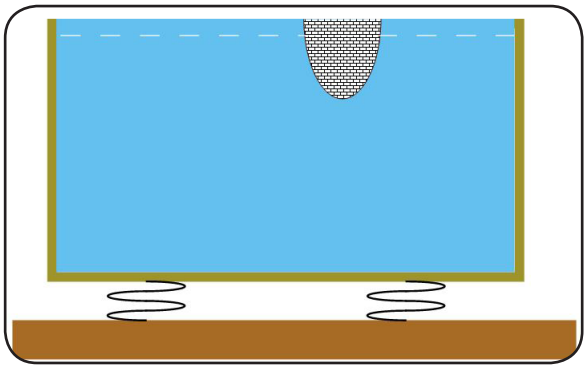
این پژوهش شامل دو بخش نظری و تجربی است که بخش نظری و شبیه‌سازی آن توسط پژوهشگران ایرانی انجام شده و بخش تجربی آن توسط پژهشگران آلمانی انجام پذیرفته است. البته نتیجهٔ نهایی حاصل همکاری و تبادل نظر تمام اعضا گروه است.



منبع:

"Impact of loss on the wave dynamics in photonic waveguide lattices" , M. Golshani, S. Weimann, Kh. Jafari, M. Khazaei Nezhad, A. Langari, A. R. Bahrampour, T. Eichelkraut, S. M. Mahdavi, A. Szameit, Phys. Rev. Lett. 113, 123903 (2014).

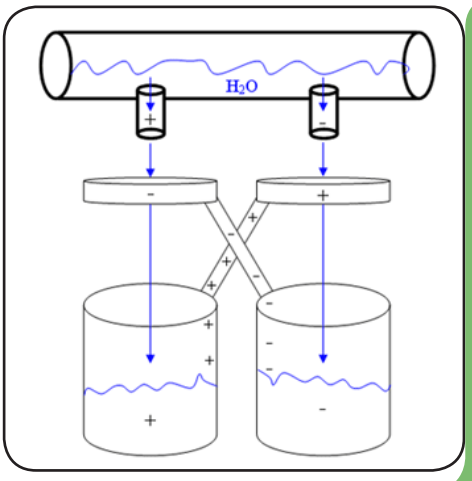
پاسخ پرسش‌های شمارهٔ قبل



پرسش: لیوان آبی روی یک ترازو قرار دارد. اگر انگشت‌مان را در آب فرو کنیم آیا عددی که ترازو نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ ترازو باید چقدر دقیق باشد تا تغییر احتمالی را نشان بدهد؟

پاسخ: بله تغییر می‌کند. آنچه مهم است کل نیرویی است که آب به کف لیوان وارد می‌کند. برای یک لیوانِ کاملاً استوانه‌ای، این نیرو معادل با حاصل‌ضرب سطح مقطعِ لیوان (مثلاً A) در فشار آب در کف لیوان, مثلاً P، است. واردکردن انگشت شست به داخلِ آب، سطحِ آب را به اندازهٔ δh بالا می‌برد و این به معنای افزایش فشارِ آب در کف لیوان به اندازهٔ $\delta p = \rho_w g \delta h$ خواهد بود؛ که ρ_w چگالی آب است. این یعنی نیرویی که آب به کف لیوان وارد می‌کند افزایش می‌یابد.

در حالت کلی - مستقل از شکل لیوان - مقدار افزایش نیرو برابر با $\rho_w g v_f$، خواهد بود؛ که v_f حجم انگشت است؛ یعنی افزایش نیرو برابر با نیروی ارشمیدسی است که آب به انگشتِ ما وارد می‌کند. حال اگر شعاع انگشت خود را 1cm(!) و طول آن را بگیریم 10cm (!) مقدارِ افزایش نیرو حدوداً 0.1N خواهد بود. این یعنی برای مشاهدهٔ پدیده به ترازویی با دقت 10gr نیاز خواهیم داشت. اما اگر انگشت کوچکتری به شعاعِ 0.5cm و طولِ 5cm را در نظر بگیریم به ترازویی با دقتِ تشخیصِ 1gr نیاز خواهیم داشت.



پرسش: در شکل زیر جریان آب از یک منبع از طریق دو لوله درون دو سطل فلزی می‌ریزد و قبل از ریختن درون سطل‌ها از میان دو حلقهٔ فلزی می‌گذرد. توسط سیم‌های رسانایی، حلقهٔ سمت راست به سطل سمت چپ و حلقهٔ سمت چپ به سطل سمت راست متصل شده‌اند. جریان آب نیز به شکلی تنظیم شده‌است که وقتی تقریباً با حلقه‌ها هم‌ارتفاع است قطره‌قطره شود. بعد از مدتی مشاهده می‌شود که سطل‌ها اختلاف‌پتانسیل پیدا می‌کنند به‌طوری‌که اگر فاصلهٔ آن‌ها از هم کم باشد حتی امکان جرقه زدن بین آن‌ها هم وجود دارد. چرا؟

اگر دو سطل دو لیوان فلزی باشند (با ارتفاع نوعیِ ۱۰ سانتی متر) چقدر زمان لازم است تا میان آن‌ها جرقه ای زده بشود؟ (این سؤال با استفاده از پرسش مطرح در جلسهٔ یکم باشگاه فیزیک اصفهان طرح شده است.)

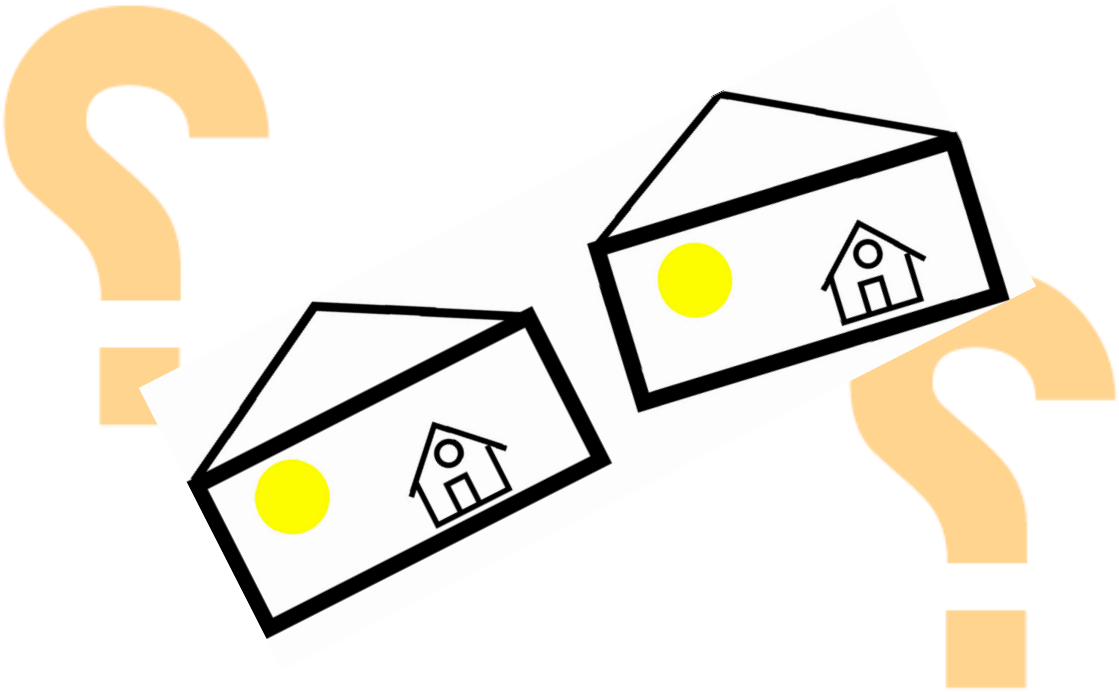
پاسخ: کافی است دو لیوان، بارِ الکتریکی مخالف – ولو به میزان ناچیز – داشته باشند. مثلاً – همان‌طور که در شکل نشان داده شده است – لیوانِ سمت راست بارِ منفی و لیوان سمتِ چپ بار مثبت داشته باشند. بخشی از بار الکتریکیِ هر لیوان - از طریقِ اتصال‌های فلزی به حلقه‌ای که بالای لیوانِ مقابلِ آن است منتقل می‌شود. هر حلقهٔ الکتریکی باردار، موجب جمع‌شدنِ بارِ الکتریکی مخالف در آبی می‌شود که در مجاورتِ آن حلقه قرار دارد.

در نتیجه ستونی از آب که از بالا به درون هر حلقه می‌ریزد بارِ الکتریکی مخالف با آن حلقه را خواهد داشت. وقتی ستون آب به قطرات جدا از هم تبدیل می‌شود هم، هر قطره بارِ مخالف با بارِ حلقه‌ای که از آن عبور کرده و هم‌نام با لیوانی که درون آن می‌ریزد را خواهد داشت. این روند به شکلِ نمایی موجب افزایش بار الکتریکی هریک از دو لیوان می‌شود. اگر فاصله و شکل دو لیوان مناسب باشد، بارِ جمع شده به‌وسیله جرقهٔ الکتریکی تخلیه خواهد شد.

پرسش اول:

بازتاب نور از سطحِ آب

میزان بازتاب نور از سطوح صاف بستگی به زاویهٔ تابش نور دارد. هر چه نور مایل‌تر بتابد (زاویهٔ تابش بزرگ‌تر باشد) بازتاب قوی‌تر است. این موضوع را به‌راحتی می‌توان با نگاه کردن به سطح یک دریاچه یا استخر آرام دریافت. همچنین اگر یک سطح نسبتاً صیقلی مثلاً جلد کتاب خود را به‌طور افقی مقابل خود بگیرید طوری که تقریباً هم‌ارتفاع خط دید شما باشد می‌توانید تصویر منظرهٔ مقابل را در آن ببینید در حالی‌که اگر همین سطح را به‌طور عمودی مقابل خود بگیرید به سختی می‌توان تصویری در آن دید. چرا هر چه تابش مایل‌تر باشد بازتاب قوی‌تر است؟



پرسش دوم:

قاب عکس دیواری

اگر قاب عکسی را با نخی که طول آن کم است از یک میخ آویزان کنیم، با تکان کوچکی به یک طرف کج خواهد شد. اما اگر طول نخ به اندازهٔ کافی بلند باشد، این مشکل پیش نخواهد آمد. طول مناسب با توجه به ابعاد قاب حداقل چقدر باید باشد؟ آیا می‌توانید یک استدلال هندسی ساده ارائه دهید؟

(این سؤال با استفاده از پرسشِ جلسهٔ صدو پنجمِ باشگاه فیزیک تهران طرح شده است.)

جایزه علیمحمدی، ویژهٔ رساله‌های برتر دکتری فیزیک ایران

فراخوان پنجمین دورهٔ «جایزهٔ علیمحمدی، ویژهٔ رساله‌های برتر دکتری فیزیک ایران» منتشر شد. این جایزه به پاس خدمات علمی‌و دانشگاهی شهید دکتر مسعود علیمحمدی، استاد فقید دانشگاه تهران و اولین دانش‌آموختهٔ دکتری فیزیک در داخل کشور، و همچنین نقش مؤثرش در زیرساخت علمی‌پژوهشگاه دانش‌های بنیادی وزارت علوم، و تلاش‌های وی برای برپایی تحصیلات تکمیلی در ایران، به نام و یاد او نام‌گذاری شده است. پژوهشگاه دانش‌های بنیادی وزارت علوم، پنجمین جایزهٔ علمی«شهید علیمحمدی» را به رساله‌های برتر دکتری در رشته فیزیک که در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ در داخل کشور تهیه شده‌اند و مرحلهٔ دفاع را گذرانده‌اند، اعطا می‌کند. لازم است دست‌کم سه عضو هیأت علمیِ استادیار به بالا، که استاد راهنمای رساله نیز یکی از آنان است، کارهای پژوهشی انجام شده در دورهٔ دکتری و رسالهٔ حاصل از آن را برای ورود به مرحلهٔ داوری عنوان «رسالهٔ ممتاز» تشخیص داده باشند. نامزدی هر شرکت‌کننده باید کتباً توسط استاد راهنما با ذکر دلایل، مستندات، مقالات مستخرج از پایان‌نامه و اطلاعات مربوط به متقاضی و همچنین نام و نشانی حداقل دو عضو هیات علمی‌دیگر که می‌توانند مؤید نامزدی رساله مربوطه باشند تا تاریخ ۱۵ فروردین ۱۳۹۴ به دفتر معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی ارسال شود. کمیتهٔ داوران پس از بررسی مدارک ارسالی و استفاده از نظرات مشاوران علمی، رساله‌های برتر را انتخاب خواهد کرد. جایزه در مراسم افتتاحیهٔ بیست و دومین کنفرانس بهارهٔ فیزیک پژوهشگاه اعطا می‌شود. علاقه‌مندان می‌توانند برای کسب اطلاعات بیشتر با شماره تلفن ۰۲۱-۲۲۲۸۸۶۸۰ تماس بگیرند.

باشگاه فیزیک

جلسهٔ صد و نوزدهم باشگاه فیزیک تهران آبان امسال با موضوع «جایزهٔ نوبل برای نور آبی» و با سخنرانی دکتر علیرضا بهرامپور از دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه صنعتی شریف، در دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه تهران برگزار شد. جلسهٔ سی و دوم باشگاه فیزیک اصفهان نیز با سخنرانی آقای دکتر حمیدرضا محمدی از دانشگاه اصفهان برگزار شد. موضوع این جلسه « لیزر و کاربردهای آن در مخابرات کوانتومی» بود. جلسات باشگاه فیزیک اصفهان اول هر ماه در تالار شهید باهنر ساختمان علوم دانشگاه اصفهان برگزار می‌شود.

کارگاه محاسبات سریع و تورین

پژوهشگاه دانش‌های بنیادی با همکاری شاخهٔ فیزیک محاسباتی انجمن فیزیک ایران کارگاه محاسبات سریع و تورین را در تاریخ ۴ تا ۶ آذرماه ۱۳۹۳ برگزار کرد. این کارگاه که هشتمین کارگاه در این زمینه بود، به برنامه‌سازی موازی می‌پرداخت. هدفِ این کارگاهِ آموزشی آشنا کردن محققان جوان با مهارت‌های پایه‌ایِ مورد نیاز برای روش‌های محاسباتی بر پایهٔ محاسبات سریع بود. چرا که آشنایی با روش نوین محاسبات تورین به افزایش توان محاسباتی محققان کمک خواهد کرد. آشنایی با ماشین‌های محاسبات سریع (HPC)، برنامه‌نویسی موازی به کمک MPI، OpenMP ، آشنایی با محیط CUDA و آشنایی با محاسبات Grid Computing از برنامه‌های این کارگاه بود. اطلاعات بیشتر در وب‌گاه کارگاه http://www.psi.ir/?hpc8 آمده است.

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد اخبار انجمن فیزیک ایران، می‌توانید به سامانهٔ خبرنامهٔ انجمن فیزیک ایران مراجعه کنید.

http.//www.psi.ir/html/news/newsl_f.asp

گردهمایی یک روزهٔ زنان در فیزیک ایران

۶ آذرماه ۱۳۹۳ نشست یک روزه‌ای در دانشگاه صنعتی شریف با اهداف زیر برگزار شد: ارائهٔ آماری وضعیتِ کمّی و کیفی مشارکت زنان در فیزیک ایران؛ استفاده از توانمندی‌های زنانِ فیزیک‌پیشه در تدوین کتب و برنامه‌های آموزش فیزیک؛ بحث دربارهٔ چگونگی ارتقاء سطح علمی‌و توانمندی‌های بانوانِ فیزیک‌پیشه در همهٔ سطوح علمی آموزشیِ مرتبط با فیزیک (با تأکید بر افزایش مشارکت کیفی در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی)؛ تبیین موانع در زمینه‌های آموزشی، پژوهشی و فن‌آوری. در این نشست زنان برجسته و موفقِ فیزیک‌پیشه و فعالیت‌های شاخهٔ بانوان انجمن فیزیک ایران معرفی شدند.

هفتمین کنفرانس فیزیک آماری

هفتمین کنفرانس فیزیک آماری، ماده چگال نرم و سیستم‌های پیچیده، ۲۷ و ۲۸ آذرماه ۹۳ جهت آشنایی با جدیدترین دست‌آوردهای محققان در فیزیک آماری و کاربردهای آن در پدیده‌های بحرانی، در زمینه‌های ماده چگال نرم، سامانه‌های زیستی و شبکه‌ها و سامانه‌های پیچیده در دانشگاه زنجان برگزار شد. شماره تلفن تماس با دبیرخانهٔ اجرایی کنفرانس واقع در گروه فیزیک همین دانشگاه ۰۲۴۳۳۰۵۲۲۶۴و نشانی پست الکترونیکی statphys7@znu.ac.ir است.

روز فیزیک

با حمایت پژوهشگاه دانش‌های بنیادی،۱۳ آذرماه به مناسبت «روز فیزیک» برنامهٔ هماهنگی ویژهٔ دانش‌آموزانِ سال‌های آخر دبیرستان و علاقه‌مندان به علم فیزیک، در دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، صنعتی شریف، فردوسی مشهد، شاهرود، سلمان فارسی کازرون، شهید چمران اهواز، شیراز، قزوین، ارومیه و گیلان برگزار شد. سخنرانی‌های کوتاه، مسابقه و طرح پرسش، بازدید از آزمایشگاه‌های پژوهشی و آموزشی پیشرفته و فیزیک‌سرا از چارچوب‌های اصلی این برنامه بود.

همایش ملی گرانش و کیهان شناسی

انجمن فیزیک ایران با همکاری دانشگاه صنعتی شریف همایش ملی گرانش و کیهان‌شناسی ۱۳۹۳ را در روزهای ۱ و ۲ بهمن ماه در دانشگاه صنعتی شریف برگزار می‌کند. در این همایش در زمینه‌های ماده و انرژی تاریک، تابش زمینه‌ای کیهان، تشکیل ساختار کیهانی و کهکشان‌ها، گرانش کلاسیک و کوانتمی، کیهان اولیه و سیارات فراخورشیدی بحث خواهد شد. آخرین مهلت ثبت نام و ارسال مقاله ۶ دی‌ماه است. انجمن فیزیک آبان‌ماه امسال نیز مدرسهٔ ملی گرانش و کیهان‌شناسی را با همکاری دانشگاه شهید بهشتی در همین دانشگاه برگزار کرد.

دوازدهمین کنفرانس ماده چگال

دانشگاه صنعتی اصفهان میزبان دوازدهمین کنفرانس ماده چگال انجمن فیزیک ایران، در روزهای ۸ و ۹ بهمن‌ماه ۹۳ است. آخرین مهلت ثبت‌نام در این کنفرانس ۱۰ دی و آخرین مهلت ارسال مقاله ۲۰ آبان‌ماه خواهد بود. حسین چراغچی از دانشگاه دامغان، تاکامی‌توهیاما از دانشگاه توکیو، پرویز کاملی از دانشگاه صنعتی اصفهان، رضا عسگری از پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، عبدالله لنگری از دانشگاه صنعتی شریف، مهدی نیک‌عمل از دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجائی، دیوید نیلسون از دانشگاه کامرینوی ایتالیا و سیدمهدی واعظ علایی از دانشگاه تهران برای سخنرانی در این کنفرانس دعوت شده‌اند. پست الکترونیکی cmc2015@of.iut.ac.ir و شماره تلفن۰۳۱۳۳۹۱۳۷۴۶ برای تماس با دبیرخانهٔ کنفرانس واقع در دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه صنعتی، در دسترس است.