فیزیک روز

فصلنامهٔ علمی-ترویجی انجمن فیزیک ایران
شمارهٔ هفتم. زمستان ۱۳۹۳

تصویر روی جلد:
نشان سال جهانی نور

صاحب امتیاز: انجمن فیزیک ایران

مدیر مسئول:هادی اکبرزاده

سردبیر: کیوان آقابابایی سامانی

هیئت‌دبیران: محمدرضااجتهادی، سیدنادررسولی، سیما قاسمی، فرهنگ لران، حمیدرضا مشفق، سامان مقیمی‌عراقی،مانیا ملکی

ویراستار: سمانه کیایی

همکاران این شماره: ماندانا فرهادیان
رسول رکنی‌زاده

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.

www.psimag.ir

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

دبیرانه

۲

سال جهانی نور

اخبار

۳

پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک وپنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه
مراسم ملی افتتاحیهٔ سال جهانی نور
آیینهٔ اصلی تلسکوپ رصدخانهٔ ملی ایران رونمایی شد.
اولین دورهٔ جایزهٔ ثبوتی ـ خواجه پور
هفتمین همایش کاربران سنکروترون چشمهٔ نور ایران
سامانهٔ اندازه‌گیری خودکار دید
رخدادهای مهم فیزیک در سال ۲۰۱۴ به انتخاب مجلهٔ فیزیکس ورلد
پیچش بزرگ روی باریکهٔ الکترون
کار در دنیای کوانتومی
فیزیک‌پیشگان روش جدیدی برای کاهش سرعت نور یافتند.
چارلز تاونز، پیشگام لیزر، در سن ۹۹ سالگی درگذشت.
حل مسألهٔ سایمون با محاسبهٔ کوانتومی

مقاله

۱۹

مصاحبه با پال چو چینگ، برندهٔ جایزهٔ کامستاک
گزارشی از گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی دانشگاه اصفهان
نقدی بر بیان مفهوم جرم به عنوان مقدار ماده درکتاب‌های درسی
سراب تصویر شیء در سطح تخت زمین است.
دیدگاه‌های پیرامون امکان و لزوم بررسی کوانتومی انتقال و پردازش اطلاعات در مغز
نگارش پایان‌نامه

فیزیک در جامعه

۴۴

افتتاح خانهٔ فیزیک اصفهان در شهر علم
افتتاح باشگاه فیزیک زاهدان

معرفی کتاب

۴۶

معرفی کتاب: سه دقیقهٔ نخست

پژوهش‌های روز

۴۷

پتانسیل برهم‌کنش دو اتم برانگیخته
چیدمان بهینه در سیستم‌های کروی

پرسش‌های این شماره

۵۰

پاسخ پرسش‌های شمارهٔ قبل
پرسش‌های این شماره

اخبار انجمن فیزیک

۵۲

اخبار انجمن فیزیک

سال جهانی نور

کیوان آقابابایی سامانی
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

سال ۲۰۱۵ «سال جهانی نور» نام‌گذاری شده است. چنان‌که در وبگاه رسمی سال جهانی نور آمده، مجمع عمومی سازمان ملل متحد در شصت‌وهشتمین نشست خود در بیستم دسامبر ۲۰۱۳، سال ۲۰۱۵ را به‌عنوان «سال جهانی نور و فن‌آوری‌های بر پایهٔ نور» نام‌گذاری کرده است. دبیرخانهٔ سال جهانی نور در مرکز بین المللی فیزیک نظری (ICTP) در تریست ایتالیا قرار دارد. هدف از این نام‌گذاری، آشنا کردن مردم دنیا با اهمیت نور و فن‌آوری‌های نوری در زندگی، آینده و پیشرفت جامعه عنوان شده است. یکی از مناسبت‌های این نام‌گذاری هزارمین سال انتشار کتاب «المناظر» ابن‌هیثم است. نور همواره توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. از هزار سال پیش که ابن‌هیثم برای اولین بار سنجش‌های کمی دقیق در مورد نور انجام داد، این حوزه از دانش همیشه در کانون توجه بوده است و این توجه تا به امروز ادامه دارد. جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۲۰۱۴ برای اختراع دیودهای گسیلندهٔ نور آبی شاهدی بر این مدعاست. دیودهای نور سبز و قرمز پیش از آن اختراع شده بودند و اختراع دیود نور آبی امکان ایجاد نور سفید را فراهم کرد. نمایشگرهای LED بر این پایه کار می‌کنند.

در کشور ما در سال‌های اخیر فعالیت‌های پژوهشی مرتبط با اپتیک در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و صنعتی رشد چشمگیری داشته است و سال جهانی نور می‌تواند فرصت مناسبی برای گسترش این فعالیت‌ها و ایجاد ارتباط میان بخش‌های مختلف فعال در این حوزه باشد؛ همین‌طور فرصتی برای همکاری‌ها و ارتباط‌های بین‌المللی بیشتر در این زمینه. با جستجو در شبکهٔ جهانی وب می‌توان دید که در کشور ما نیز برخی دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و انجمن‌ها بخشی از فعالیت‌های خود را به سال جهانی نور اختصاص داده‌اند. برخی از این فعالیت‌ها در وبگاه رسمی سال جهانی نور نیز بازتاب یافته است. شایسته است که در جامعهٔ فیزیک نیز افراد و نهادها به‌طور جدی و هدف‌مند به این موضوع بپردازند. مثلاً می‌توان بخش ویژه‌ای را در کنفرانس سالانهٔ فیزیک در سال ۱۳۹۴ به این موضوع اختصاص داد.

آشنا کردن غیرمتخصصان، به‌ویژه دانش‌آموزان و دانشجویان، با دانش نور و کاربردهای آن یکی از زمینه‌هایی است که می‌توان در سال جهانی نور به آن اهتمام ورزید. مجلهٔ «فیزیک روز» هم به همین مناسبت بخشی از مطالب این شماره را به این موضوع اختصاص داده است؛ از جمله مقالهٔ آقای دکتر توسلی در مورد پدیدهٔ سراب، گزارشی از گروه اپتیک کوانتمی دانشگاه اصفهان و پرسش این شماره. امیدواریم در شماره‌های آینده نیز بتوانیم بیشتر به موضوعات مرتبط با اپتیک بپردازیم. «فیزیک روز» از فیزیک‌پیشگان و نورپژوهان دعوت می‌کند مقالات و مطالب خود را برای مجله بفرستند. همین‌طور نشریه آمادگی دارد که در سال جهانی نور بخش ویژه‌ای را به اخبارِ رویدادها و فعالیت‌های مرتبط با سال جهانی نور اختصاص دهد. «فیزیک روز» از همهٔ خوانندگان، به‌خصوص برگزارکنندگان برنامه‌ها و فعالیت‌های ویژهٔ سال جهانی نور دعوت می‌کند اخبار مربوط به این برنامه‌ها را برای مجله بفرستند.

پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک و پنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه[1]

کنفرانس آموزش فیزیک هرساله با هدف بالا بردن سطح آموزش فیزیک در دبیرستان‌ها با همت اتحادیهٔ انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران برگزار می‌شود. دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید مدرس کردستان میزبان پانزدهمین کنفرانس بود که از نهم تا دوازدهم شهریورماه ۱۳۹۳ در سنندج برگزار شد.

آشنایی با روش‌های تدریس فعال، بررسی نقش آزمایشگاه در تدریس فیزیک و اطلاع از آخرین دست‌آوردهای علم فیزیک، محورهای کنفرانس را تشکیل می‌دادند که به صورت سخنرانی و پوستر، کارگاه و نمایشگاه ارائه شدند.

کنفرانس با سخنرانی آقایان اسفندیار معتمدی و محی‌الدین امجدیان رئیس دانشگاه فرهنگیان و خواندن پیام آقای دکتر یوسف ثبوتی آغاز شد. در این کنفرانس آقای فانی وزیر محترم آموزش و پروش دربارهٔ ضرورت آموزش مفهومی فیزیک در دبیرستان‌ها و نقش ویژهٔ دبیران فیزیک سخن گفتند و از دبیران بازنشسته تجلیل کردند.

در بخش سخنرانی‌ها آقای دکتر گلشنی با بیان و مقایسهٔ هدف از تعقیب علم در دیدگاه‌های «قدیمی»، در «ادیان ابراهیمی» و در «نگرش حاکم در قرن بیستم» با اشاره به این‌که در کشور ما هیچ‌کدام از این دیدگاه‌ها حاکم نیست، علت غفلت از اهمیت علوم پایه را «ناشی ازحاکمیت یک فرهنگ نارس التقاطی که بر محیط ما حاکم است» دانست. آقایان جان الیس و رولف لاندو از مرکز تحقیقاتی سرن دربارهٔ فعالیت‌های آن مرکز در زمینه‌های تحقیقاتی و آموزشی از طریق اسکایپ صحبت کردند و همچنین آقای معروفی که به همراه خانم رضازاده در تابستان ۹۳ در برنامهٔ مرکز سرن ویژهٔ دبیران فیزیک دبیرستان‌ها شرکت کرده بودند گزارش مبسوطی از این سفر ارائه کردند.

در ۳۱ کارگاه آموزشی، دبیران تجربیات خود در تدریس و آزمایشگاه‌ها را با یکدیگر به اشتراک گذاشتند. بیش از پنجاه مقاله در سه روز متوالی در سه سالن به صورت موازی ارائه شد و بقیه مقالات هم به صورت پوستر ارائه شدند.

همچنین در نشستی با حضور آقای روح‌اله خلیلی بروجنی مؤلف کتاب‌های درسی، دربارهٔ کمیت و کیفیت کتاب‌های درسی فیزیک بحث شد. دبیران نگرانی‌های خود را از کم شدن زمان اختصاص یافته به علوم پایه در کتاب‌های جدید (کاهش ساعات درسی از ۲۰ ساعت به ۱۱ ساعت) و عدم هم‌خوانی نیازهای دانشگاه‌ها با موضوعات و محتوای پیش‌بینی شده در دبیرستان‌ها ابراز کردند.

دیگر برنامه‌های کنفرانس برپایی غرفه‌های استانی توسط انجمن‌های استانی معلمان فیزیک و اجرای

نمایش‌های فیزیکی توسط آقایان علیزاده و فریپور، برپایی نمایشگاه سیار علوم و فن‌آوری دربارهٔ تاریخ علم فیزیک و رصد شبانهٔ آسمان غرب بود.
بازدید از شهر سنندج، اماکن تاریخی و دیدنی‌های سنندج، آشنایی با صنایع دستی و فرهنگ غنی مردم مهربانی که با رقص و آواز محلی خود به شرکت‌کنندگان خوش‌آمد گفتند، خاطرهٔ پانزدهمین کنفرانس فیزیک را در ذهن شرکت‌کنندگان ماندگار کرد.
کنفرانس عصر روز چهارشنبه دوازدهم شهریورماه با گزارش دبیر کمیته اجرایی و رونمایی از کتاب‌های «مجموعهٔ فیزیک امروز» و «پیش‌بینی، مشاهده، توضیح»، گزارش جشنواره، تقدیر از غرفه‌های برتر استانی و تجلیل از برگزارکنندگان و همچنین خواندن قطعنامهٔ پایانی دبیران فیزیک شرکت کننده درکنفرانس سنندج که رؤسای انجمن‌ها آن را آماده و ارائه کرده بودند، به کار خود پایان داد.
شانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک تابستان سال آینده در خرم‌آباد لرستان برگزار می‌شود.

۱ گزارش کامل کنفرانس روی سایت
http://www.uipteachers.com/
و گالری تصاویر بر روی
http://uipteachers.com/html/acts/conf/reg/pages2_f.asp?id=118
موجوداست.
۲ رییس اتحادیه عامفا
http://www.jazirehdanesh.com/find.php?item=13.188.371.fa
۳ متن کامل سخنرانی دکتر گلشنی در این وبگاه در دسترس است.
http://uipteachers.com/news2_f.asp?id=764
۴ John Ellis
۵ Rolf Landua
۶ http://uipteachers.com/news2_f.asp?id=774
۷ http://uipteachers.com/news2_f.asp?id=944

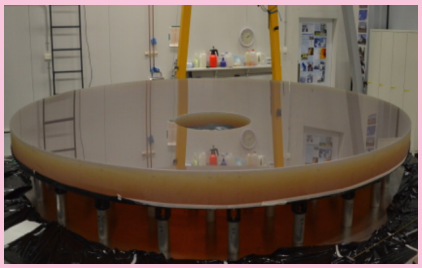
تهیه کننده: بهاره آزاد، دبیر فیزیک، اصفهان

مراسم ملی افتتاحیهٔ سال جهانی نور

مراسم افتتاحیهٔ سال جهانی نور در ایران روز ۱۲ بهمن سال ۹۳ برگزار شد. سال ۲۰۱۵ با هدف برجسته کردن اهمیت نور در زندگی روزمرهٔ مردم از طرف سازمان علمی، فرهنگی، تربیتی ملل متحد (یونسکو) به عنوان سال جهانی نور معرفی شده است. بزرگداشت هزارمین سال انتشار کتاب "المناظر" ابن هیثم دانشمند مسلمان از علل معرفی این سال است. ابوعلی حسن ابن هیثم بصری در تاریخ علم به عنوان نخستین دانشمند نامور حوزهٔ فیزیک نور در جهان شناخته شد. او پدر علم فیزیک نور و آغاز کنندهٔ تحولاتی است که بعدها به ساخت دوربین عکاسی، دوربین سینما و پروژکتور پخش فیلم منجر شد. رییس ستاد ملی سال جهانی نور در ایران گفت: این دانشمند بزرگ ۷۰۰ سال قبل از نیوتن قانون نور را ارائه کرد و کتاب خود را در این زمینه به رشتهٔ تحریر درآورد. برجسته کردن اهمیت نور و تکنولوژی های اپتیکی در زندگی فعلی و آیندهٔ ساکنین کره زمین و اثر آن در پیشرفت جوامع از مهمترین اهداف نام‌گذاری سال میلادی ۲۰۱۵ است.
ایران از جمله کشورهای مشارکت کننده در برنامهٔ سال جهانی نور می‌باشد. حبیب تجلی از تشکیل ستاد ملی سال جهانی نور در ایران خبر داد و اظهار کرد: ستاد اجرایی این مجموعه در تمامی استان های کشور تشکیل شده است و این ستادها برنامه های متنوعی در این زمینه اجرا خواهند کرد. وی برگزاری سمینار آموزشی، برپایی کنفرانس های علمی مرتبط با اپتیک و لیزر ، تلاش برای آغاز پروژه‌های پیشرفته در زمینه‌های مرتبط با نور و معرفی افراد و واحدهای خصوصی فعال در این حوزه را از جمله اقدامات این ستاد ملی برشمرد.

آیینهٔ اصلی تلسکوپ رصدخانهٔ ملی ایران رونمایی شد

۲ اسفند ۹۳ طی مراسمی در پژوهشگاه دانش های بنیادی با حضور بسیاری مقامات بلندپایه آیینهٔ اصلی تلسکوپ ۴/۳ متری طرح رصدخانهٔ ملی ایران رونمایی شد.



به گفتهٔ مدیر علمی این رصدخانه آینهٔ اصلی تلسکوپ ملی به قطر ۳۴۰ سانتی‌متر، سوراخ مرکزی ۷۰ سانتی‌متر و ضخامت حدود ۱۸ سانتی‌متر از شیشه‌ای به نام Zerodur ساخته شده است که ضریب انبساط طولی آن در مقابل تغییرات دما ۲۰۰ برابر کم‌تر از شیشه های متعارف است. این شیشه نوعی سرامیک سیلیس است که آن‌را برای استفاده در تلسکوپ ها مناسب می‌کند. برای حفظ شیشه در شکل خاص هذلولی آن ۶۰ نگهدارنده با کنترل رایانه‌ای تدارک دیده شده است. فرآیند تهیهٔ این شیشه شامل مذاکرات مربوطه ۲ سال و صیقل آن ۴ سال به‌طول انجامیده و در طول صیقل زبری سطح آن به حدود ۲ نانومتر رسیده است. آزمون اپتیکی و مکانیکی آن توسط دکتر احمد درودی و مشاوران خارجی انجام گرفته است. بر اساس اظهارات دکتر اربابی این نوع آینه برای استفاده در رصدخانه های بزرگ و ابزارهای اندازه‌گیری دقیق ساخته شده و از بهترین نوع شیشه در جهان است.
این آینه با وزن حدود ۴ تن به‌صورت زمینی و پس از عبور از لهستان، رومانی، بلغارستان و ترکیه وارد کشور شد.

اولین دورهٔ جایزهٔ

ثبوتی ـ خواجه پور

مراسم اعطای اولین دورهٔ جایزهٔ ثبوتی ـ خواجه پور در تاریخ ۹۳/۱۰/۲۴ در محل آمفی تئاتر دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایهٔ زنجان برگزار شد. در این مراسم، بسیاری از اساتید، دانشجویان و شخصیت‌ها شرکت داشتند. نخست آقای دکتر حمیدرضا خالصی‌فرد رئیس دانشگاه، در مورد چگونگی تصمیم بر اهدای این جایزه گفتند که در زمان جشن بیست سالگی دانشگاه، جمعی از اعضای هیأت علمی دانشگاه، برای قدردانی از زحماتی که آقایان دکتر ثبوتی و دکتر خواجه‌پور برای تأسیس، هدایت و گسترش این دانشگاه متحمل شده‌اند، جایزه‌ای به نام جایزهٔ ثبوتی ـ خواجه پور پایه‌گذاری کردند. این جایزه به پژوهشگران ساکن ایران در علوم پایه اهدا می‌شود که کم‌تر از چهل سال داشته و در گرایش خود پژوهش‌های ژرف و تأثیرگذاری انجام داده‌اند و برای انتخاب برندگان جایزه، تنها کیفیت و تأثیرگذاری کارهای پژوهشی مورد نظر است. در ادامه آقای دکتر رشید زارع نهندی رئیس هیأت امنای جایزه، روند انتخاب نامزدها در اولین دوره را توضیح داده و اسامی برندگان این دوره را اعلام کردند. ایشان گفتند که در سال جاری جایزه در رشته‌های فیزیک، ریاضی و علوم رایانه اعطا شد و سال آینده جایزه به رشته‌های شیمی، علوم زمین و علوم‌زیستی داده خواهد شد. از سال ۱۳۹۴ به بعد، مراسم اعطای جایزه هفتهٔ اول آبان ماه برگزار خواهد شد و به صورت دوره‌ای هر سال سه رشته از شش رشته ذکر شده، این جایزه را دریافت خواهند کرد.

ادامهٔ مراسم به سخنرانی برندگان جایزه برای معرفی کارهایشان اختصاص داشت.

پس از معرفی کارهای برندگان، آقای دکتر محمدرضا خواجه‌پور به لزوم بازنگری در ارزیابی علمی افراد پرداختند و بر اهمیت سنجش بر اساس کیفیت پژوهش، نوآوری و ریسک‌پذیری تأکید کردند. آقای دکتر ثبوتی نیز در سخنان خود به لزوم حمایت از پژوهشگران جوان کشور و همچنین قدردانی مناسب از کسانی که برای گسترش علوم در کشور تلاش کرده‌اند، پرداختند. آقای مهندس جمشید انصاری استاندار زنجان سخنران پایانی مراسم گفتند که اعتقاد و ایمان به اهداف در هر کاری، لازمهٔ موفقیت در آن کار است و آقایان دکتر ثبوتی و دکتر خواجه‌پور با ایمان به راه خود در تأسیس این دانشگاه، به موفقیت بزرگی دست پیدا کردند. مراسم با اهدای لوح تقدیر، نشان جایزه و سه قطعه سکهٔ بهار آزادی به هر یک از برندگان خاتمه پیدا کرد.

برندگان جایزه:

علی نجفی، برندهٔ جایزه در رشتهٔ فیزیک

متولد ۱۳۵۴، کارشناسی دانشگاه صنعتی شریف، کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایهٔ زنجان، مرتبه و محل کار فعلی: دانشیار دانشگاه زنجان

دلیل انتخاب: پژوهش متمرکز و مداوم و کسب نتایج چشم‌گیر و تأثیرگذار در فیزیک مادهٔ چگال نرم و فیزیک سیستم‌های زیستی به ویژه موتورهای مولکولی شناور

محمد علی آبام، برنده جایزه در رشتهٔ علوم رایانه

متولد ۱۳۵۵، کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف، دکتری دانشگاه آیندهوون هلند، دارای مدال برنز المپیاد بین‌المللی ریاضی، مرتبه و محل کار فعلی: دانشیار دانشگاه صنعتی شریف

دلیل انتخاب: پژوهش عمیق و تألیف مقالات علمی تأثیرگذار در زمینهٔ داده‌های جنبشی، ارائه یک ساختمان داده

ایمان افتخاری، برندهٔ جایزه در رشتهٔ ریاضیات

متولد ۱۳۵۸، کارشناسی دانشگاه صنعتی شریف، دکتری دانشگاه پرینستون، دارای دو مدال طلای المپیاد بین‌المللی ریاضی، مرتبه و محل کار فعلی: دانشیار پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

دلیل انتخاب: پژوهش متمرکز و کسب نتایج پژوهشی چشم‌گیر و تأثیرگذار در مسائل بنیادین هندسهٔ سیمپلکتیک و توپولوژی بعد پایین

هفتمین همایش کاربران سنکروترون چشمهٔ نور ایران

۳۱ فروردین و اول اردیبهشت۹۴ طرح چشمهٔ نور ایران هفتمین همایش کاربران سنکروترون را در سالن همایش‌های پارک علمی و فن‌آوری قزوین (محل ساخت چشمه‌ی نور ایران) برگزار می‌کند. در این همایش دست‌آوردهای جدید پژوهشگران ایرانی و بین‌المللی در زمینهٔ کاربردهای تابش سنکروترون در علوم پایه و مهندسی و پزشکی ارائه خواهد شد.

سامانهٔ اندازه‌گیری خودکار دید

سامانهٔ اندازه‌گیری خودکار دید در تاریخ ۲۵ آبان ۹۳ در شرایط بسیار طاقت‌فرسای جوی در ارتفاعات ۳۶۰۰ متری قلهٔ گرگش-کاشان راه‌اندازی و اولین نور این سامانه شامگاه همان روز در تهران دریافت شد.

سامانهٔ اندازه‌گیری دید نجومی – که معیاری از میزان تلاطم جو است – یکی از الزامات هر رصدخانهٔ اپتیکی است.

این سامانه وضعیت تلاطم در ستون جو بالای تلسکوپ را به صورت کمّی گزارش می‌کند. تجهیزات کنترل این سامانه در طی دو سال گذشته به سفارش طرح رصدخانهٔ ملی در بخش توسعهٔ فن‌آوری پژوهشکدهٔ نجوم طراحی و ساخته شد و مورد سنجش قرار گرفت. در سال ۹۲ این سامانه، به منظور سنجش عملکرد از دور، در روستاشهر کامو (در دامنهٔ کوه گرگش) نصب شد. پس از اعمال اصلاحات لازم، سرانجام این سامانه در اردیبهشت ۱۳۹۳ در محل دائمی خود در نزدیکی قلهٔ گرگش نصب شد.

رخدادهای مهم فیزیک در سال ۲۰۱۴ به انتخاب مجلهٔ فیزیکس ورلد

فرود بر دنباله‌دار

ساعت ۱۵:۳۵ به وقت گرینویچ روز ۱۲ نوامبر سال ۲۰۱۴ تاریخ رقم خورد و کاوشگر فیله[۱] بر سطح دنباله‌دار"پی /۶۷ چوریموف-گراسیمنکو[۲] " فرود آمد. این دنباله‌دارکه در فاصلهٔ ۵۱۱ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد، با سرعت تقریبی ۵۵۰۰۰ کیلومتر بر ساعت، به سمت بخش داخلی منظومهٔ شمسی در حرکت است. فیله با کمی مشکل و پس از دوبار جهش ناخواسته، بر روی این شهاب سنگ آرام گرفت و در موقعیت خود ثابت شد. از آن پس، این کاوشگر مشغول جمع‌آوری داده و فرستادن آن به دانشمندان مرکز"رزتا[۳]" برای تجزیه و تحلیل است. فیله قبل از فرود، از سفینهٔ مادر، رزتا، جدا شده و به مدت ۷ ساعت در راه بود. رزتا در سال ۲۰۰۴ پرتاب شد و پس از طی مسافت ۴/۶ میلیارد کیلومتر و سه شتاب‌گیری گرانشی از زمین، و یکی از مریخ، به این دنباله‌دار رسیده است.

گروه رزتا، با فرود آوردن فیله بر روی یک دنباله‌دار، در این فاصلهٔ دور، مرحلهٔ جدیدی را در درک ما از چگونگی شکل‌گیری منظومهٔ شمسی، گسترش آن و سرانجام پدید آمدن حیات بر کره زمین، آغاز کرده‌اند. ما اکنون منتظر دریافت اطلاعات علمی چشم‌گیر از تیم رزتا هستیم. علاوه بر آن، فائق آمدن بر چالش‌های موجود، برای تعقیب یک دنباله‌دار به مدت ۱۰ سال و سوار کردن یک آزمایشگاه پیشرفته بر روی آن را نیز ارج می‌نهیم.

این مأموریت خالی از عیب هم نبوده است. فیله بر مکانی نامناسب فرود آمد که امکان جذب انرژی خورشیدی کافی توسط صفحات خورشیدی را فراهم نمی‌آورد و در نتیجه راه‌اندازی تمامی دستگاه‌های آن ممکن نبود. با این حال این کاوشگر توانست تمامی اندازه‌گیری‌های برنامه‌ریزی شده را تنها با استفاده از باتری انجام دهد. همچنین، سفینه نتوانست طبق برنامه، خود را بر روی دنباله‌دار، مستقر و محکم کند، اما موفق به سوراخ کردن سطح و نمونه‌برداری برای تجزیه و تحلیل شد.

مولکول‌های آلی و یخ‌های پوشیده از غبار

تحلیل اولیهٔ داده‌های فرستاده شده توسط ابزار "کوزاک[۴]" فیله گواه بر آن است که مولکول‌های آلی با پایهٔ-کربن، روی این دنباله‌دار وجود دارند. این اطلاعات می‌تواند برای دانشمندانی که روی شرایط اولیهٔ زمین مطالعه می‌کنند، بسیار مهم باشد؛ زیرا زمین در اوایل به وجود آمدنش، بارها مورد اصابت دنباله‌دارهای مشابه قرار گرفته است. ابزار "موپوس[۵]" کاوشگر نیز موفق به ضربه زدن به سطح دنباله‌دار شده است، و در نتیجه دریافته‌ایم که سطح این دنباله‌دار، با لایه‌ای از غبار، به ضخامت ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر پوشانده شده است. این سطح روی لایه‌ای دیگر قرار گرفته است که به صورت غیرمنتظره‌ای سخت است و گمان می‌رود که آب یخ‌زده باشد.

ابزارهای سوار بر سفینهٔ مادر، رزتا، نیز اطلاعات مهمی برای فهم هرچه بهتر منظومهٔ شمسی به ارمغان آورده‌اند. همین اواخر، دانشمندانی که از طیف‌سنج جرمی "روزینا[۶]" استفاده می‌کنند، کشف کرده‌اند که نسبت دوتریوم به هیدروژن در دنباله‌دار، بسیار بیش‌تر از مقدار آن در زمین است. کشف رزینا این فرضیه را قوت می‌بخشد که آن‌چنان که در گذشته گمان می‌رفت، آب را دنباله‌دارها به زمین نیاورده‌اند، بلکه سیارک‌ها آن را به زمین آورده‌اند.

گروهی متشکل از ۶ نفر از سردبیران و خبرنگاران فیزیکس ورلد ده رویداد مهم را برگزیده‌اند. مولفه‌های این گزینش عبارت‌اند از:

- اهمیت بنیادی از نظر پژوهشی
- پیشرفت چشم‌گیر در دانش
- رابطهٔ قوی میان نظریه و نتایج آزمایشگاهی
- اهمیت عمومی برای تمامی فیزیک‌دان‌ها

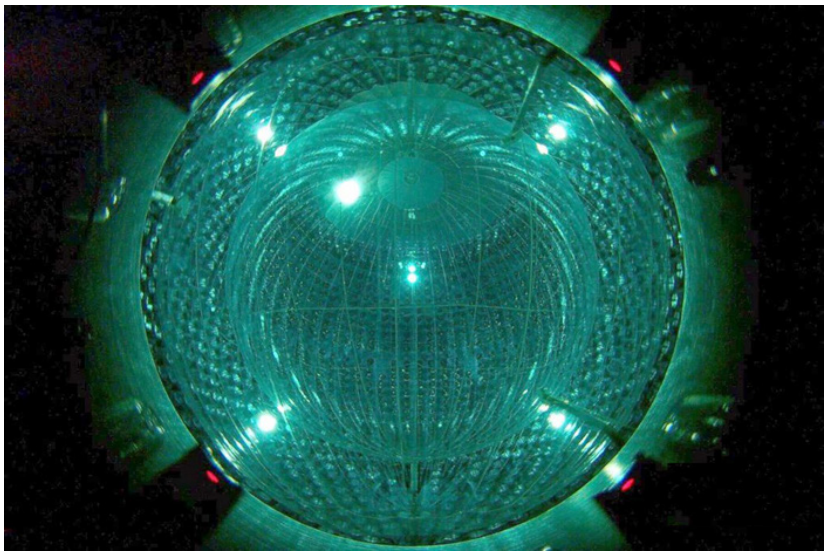
نه رویداد مهم بعدی را بدون ترتیب خاصی در ادامه ببینید.

روشن شدن شبکهٔ کیهانی توسط اختروَش‌ها

به سباستیانو کانتالوپو[۷]، پیرو مادائو[۸] و خاویر پروشاسکا[۹] از دانشگاه سانتاکروز کالیفرنیا[۱۰] در آمریکا و فابریزیو آریگونی باتایا[۱۱] و جوزف هناوی[۱۲] از مؤسسهٔ نجوم ماکس پلانک در هایدلبرگ آلمان برای استفاده از پرتو تابیده از یک اختروش (کوازار) برای مشاهدهٔ اولین اثر یک رشته از شبکهٔ کیهانی.

ماده در جهان، به صورت یکنواخت پخش نشده و در شبکه‌ای از ساختارهای رشته‌ای، با حفره‌هایی در میانشان قرار گرفته است. گمان می‌رود که این شبکه، در حدود سیصد و هشتاد هزار سال، پس از انفجار بزرگ تشکیل شده باشد و وجود آن یک پیش‌بینی نظری مورد قبول بیش‌تر دانشمندان است. اگرچه می‌توانیم ماده را در مکان‌هایی که به صورت متراکم انباشته شده است، مانند کهکشان‌ها مشاهده کنیم، اما اخترشناسان تاکنون، موفق به رصد رشته‌های نازک گاز سرد نشده بودند. حال، کانتالوپو و همکارانش موفق به ثبت تابش گسیلی از این گاز، پس از جذب تابش فرابنفش ناشی از اختروش‌ها شده‌اند. این تحقیق نشان می‌دهد که این رشته‌ها ناهموارتر از آن‌اند که تصور می‌شد. اندازه‌گیری‌های آینده، با کمک اختروش‌های دیگر، می‌تواند اطلاعات بیش‌تری درباره جهان آغازین به ما بدهد.

کشف نوترینوهای حاصل از واکنش هسته‌های اصلی در خورشید



به گروه بورکسینو[۱۳] برای آشکارسازی نوترینوهای حاصل از واکنش هسته‌ای اصلی در خورشید، برای اولین بار.

تقریباً تمامی انرژی تولید شده در خورشید، حاصل از یک رشته واکنش‌های هسته‌ای است که با هم‌جوشی هسته‌ای دو پروتون و تشکیل دوتریوم، به همراه یک پوزیترون و یک نوترینوی کم‌انرژی، آغاز می‌شود. محاسبات نشان می‌دهد که در حدود ۶۰ میلیارد از این نوترینوها در هر ثانیه، از هر سانتی‌متر مربع از زمین می گذرند، اما آشکارسازی نوترینوهای کم‌انرژی بسیار مشکل است، در نتیجه تاکنون امکان تأیید این نظریه وجود نداشته است. حال، در تأسیسات زیرزمینی کوه " گرَن ساسو[۱۴]" در ایتالیا، برخی از این نوترینوها مشاهده شده‌اند. این آشکارسازی، با استفاده از جرقهٔ نوری انجام شده است که در اثر برخورد نوترینوها با الکترون‌های موجود در مخزن بزرگی از مایع، ایجاد می‌شود. در واقع تیم برکسینو، انتظار مشاهده این نوترینوها را نداشت، اما آشکارساز آن‌ها به قدری خوب ساخته شده بود که آن‌ها توانستند شاری معادل با ۶۶±۷ میلیارد نوترینو بر سانتی‌متر مربع را اندازه‌گیری کنند، که شاهدی بر درستی نظریه‌های موجود، در رابطه با هم‌جوشی هسته‌ای در خورشید است.

گامی بزرگ در راستای هم‌جوشی هسته‌ای-لیزری

به عمر هاریکین[۱۵] و همکارانش در تأسیسات نشنال ایگنیشن[۱۶] (FIN) آزمایشگاه ملی لاورنس لیورمور، و آزمایشگاه لس آلاموس آمریکا، برای به دست آوردن بهرهٔ انرژی بزرگ‌تر از یک، در آزمایش هم‌جوشی هسته‌ای-به کمک لیزر، برای اولین بار.

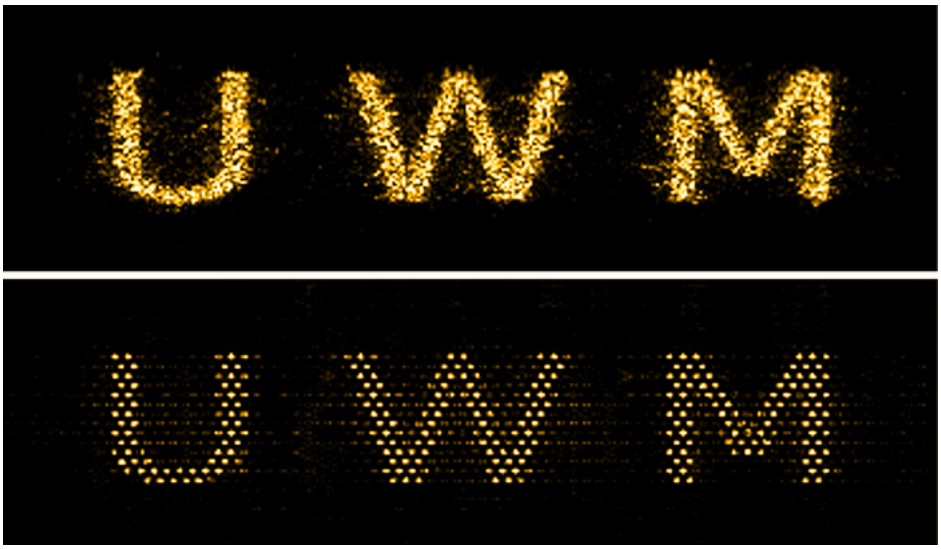
هم‌جوشی هسته‌ای، نوید انرژی پاک در مقیاس بسیار بزرگ را می‌دهد، اما فیزیک‌دانانی که آزمایش‌های گوناگونی روی این موضوع انجام داده‌اند، تاکنون پیشرفت بسیار کندی داشته‌اند. اکنون هاریکین و همکارانش از لیزر فوق قوی تأسیسات FIN برای فشردن قرص‌های کوچک سوخت دوتریوم ـ تریتیوم استفاده کرده‌اند و انرژی حاصل از واکنش هم‌جوشی هسته‌ای، از انرژی مصرف شده برای ایجاد آن، بیش‌تر بوده است. این موفقیت پس از ۵ سال تلاش، برای افزایش دادن انرژی حاصل از واکنش هم‌جوشی، به دست آمده است. این گروه روی فشرده کردن پایدار این قرص‌های کوچک، تمرکز کرده‌اند و در یک مورد توانسته‌اند انرژی خروجی‌ای بیش از ۲/۵ برابر انرژی ورودی لیزر از هم‌جوشی به دست آورند. بیش‌تر این انرژی، به شکل گرم شدن ذرات آلفا بوده است که برای شروع احتراق لازم است و به موجب آن انرژی آزاد شده، باعث هم‌جوشی مقدار بیش‌تری از سوخت می‌شود. اگرچه همچنان راهی طولانی برای تحقق آرزوی دیرینهٔ احتراق هسته‌ای در پیش است، اما این نتایج، گام بلندی در جهت این هدف هستند.

منزوی کردن برهم‌کنش مغناطیسی الکترون‌ها برای مدت طولانی

به شلومی کاتلر[۱۷]، نیتزان آکرمن[۱۸]، نیر ناوون[۱۹]، یینون گلیکمان[۲۰] و رویی اوزری[۲۱] از مرکز علمی ویزمان[۲۲] در اسرائیل، برای اولین اندازه‌گیری برهم‌کنش بسیار ضعیف مغناطیسی، بین دو تک الکترون.

از دهۀ ۱۹۲۰، فیزیک‌دان‌ها می‌دانستند که الکترون دارای یک تکانۀ زاویه‌ای اسپینی ذاتی و گشتاور مغناطیسی ناشی از آن است. اگرچه پژوهشگران در گذشته، میدان مغناطیسی یک تک الکترون را اندازه‌گیری کرده‌اند، اما تجربه نشان داده که مشاهدۀ برهم‌کنش مغناطیسی میان دو الکترون، بسیار دشوارتر از آن است. برهم‌کنش‌های مغناطیسی در فواصل اتمی، بیشینۀ مقدار خود را دارند، اما اندازه‌گیری آن‌ها در این حالت، به علت وجود نیروهای قوی‌تر، ممکن نیست. اگرچه با دور شدن الکترون‌ها، این نیروهای مزاحم ضعیف‌تر می‌شوند، اما خود برهم‌کنش مغناطیسی نیز آن‌قدر ضعیف می‌شود که در نوفۀ محیط گم می‌شود. کاتلر و همکارانش با قرار دادن الکترون‌ها در حالت درهم‌تنیدۀ طولانی‌مدت، که محیطی کم‌نوفه را تضمین می‌کند، بر این مشکل فائق آمدند. آن‌ها سپس توانستند نیروی بین الکترون‌ها را، با استفاده از لیزری که موازی یا پادموازی بودن اسپین آن‌ها را تعیین می‌کرد، به دست آورند.

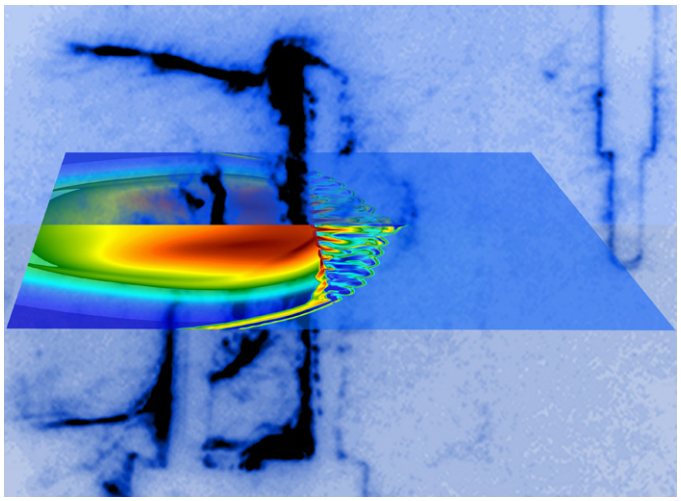
بی‌نظمی تصاویر فیبر نوری را واضح‌تر می‌کند



به آرش مافی و همکارانش از دانشگاه نیومکزیکو، دانشگاه ویسکانسین-میلواکی، شرکت کورنینگ- و دانشگاه کِلمسون[۲۳] در آمریکا، برای استفاده از پدیدۀ «جای‌گزیدگی اندرسون» در ساخت فیبرهای نوری بهتر برای انتقال تصاویر.

بی‌نظمی در یک فیبر نوری، عموماً تصویر را تار می‌کند، اما مافی و همکارانش نشان داده‌اند که با استفاده از بی‌نظمی مناسب، در جای مناسب، می‌توان توانایی فیبر نوری را برای انتقال تصاویر با وضوح بالا، افزایش داد. در واقع، نمونۀ آزمایشی آن‌ها، تصویری بسیار واضح‌تر از بهترین نمونه‌های صنعتی موجود تولید کرده است. در این روش، استفاده از جای‌گزیدگی اندرسون سبب می‌شود که نور، در ماده‌ای که بی‌نظمی آن از حد مشخصی بالاتر است، منتشر نشود. فیبری که این گروه ساخته‌اند، متشکل از ۸۰۰۰۰ رشته، از دو مادۀ مختلف است که به‌طور تصادفی در کنار هم قرار گرفته‌اند. نتیجۀ این کار، ایجاد بی‌نظمی در جهت عمود بر راستای طول رشته‌ها و نظم در راستای انتشار نور است.

تولید ابرنواختر در آزمایشگاه با استفاده از لیزر



به جیانلوکا گرگوری[۲۴] و جنا مینک[۲۵] از دانشگاه آکسفورد در انگلستان و یک گروه بین‌المللی، برای استفاده از، یکی از قدرتمندترین تجهیزات لیزر، برای ساخت نمونه‌ای کوچک از انفجار ابرنواختر، در آزمایشگاه.

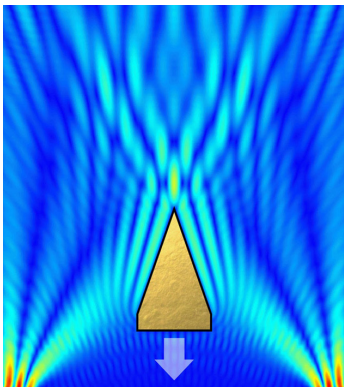
ابرنواخترها، انفجارهای عظیم ستاره‌ای هستند که از خود، ابرهای چگال و داغی از گاز و غبار به جا می‌گذارند، که عموماً ظاهر زیبایی دارند. یک مورد خاص از این بقایای انفجار، ذات‌الکرسی A، مدت زیادی است که اخترشناسان را، برای ساختار نامنظم و گره‌دارش گیج کرده است. این ساختار، حاکی از احتمال وجود میدان‌های مغناطیسی بسیار نیرومند است. این ابرنواختر را گرگوری، مینک و همکارانشان با شلیک سه پرتو لیزر، به سمت یک میلهٔ کربنی کوچک، در یک محفظهٔ حاوی آرگون، شبیه‌سازی کردند. میلهٔ در حال انفجار، یک موج شوکی نامتقارن ایجاد می‌کند، که درون گاز آرگون، به سمت بیرون انبساط می‌یابد و بسیار شبیه به یک ابرنواختر واقعی در فضاست. یک توری پلاستیکی، که توزیع ناهمگن گاز در ناحیهٔ ابرنواختر را شبیه‌سازی می‌کرد، در مسیر موج شوکی قرار داده شد. نتیجهٔ این کار، ایجاد میدان‌های مغناطیسی قوی مانند حالت مشاهده شده در ذات‌الکرسی A بود. پژوهشگران می‌گویند که با این روش ممکن است بتوان انواع فرایندهای اخترفیزیکی را شبیه‌سازی کرد.

ذخیرهٔ داده در تمام‌نگار (هولوگرام) مغناطیسی

به الکساندر کایتون[۲۶] و فردریک گرتز[۲۷] از دانشگاه ریورساید کالیفرنیا در آمریکا و کوژونیکوف[۲۸] و فیلیمونوف[۲۹] از مؤسسهٔ مهندسی رادیویی و الکترونیکی کوتلنیکوف[۳۰] در روسیه، برای ساخت نوع جدیدی از دستگاه حافظهٔ تمام‌نگاری، که بر پایهٔ تداخل موج‌های اسپینی کار می‌کند.

تمام‌نگاری شامل بازتاب یک پرتو نور، از یک جسم سه‌بعدی و ضبط طرح تداخل حاصل از آن نور، با پرتوی مشابه است که به جسم برخورد نکرده است. این روش امکان ذخیره و بازتولید حجم زیادی از اطلاعات را به شکلی کارآمد، فراهم می‌کند. اما چگالی ذخیره‌سازی، با طول‌موج نور، محدود می‌شود. موج‌های اسپینی استفاده شده در دستگاه تمام‌نگاری مغناطیسی کایتون و همکارانش، طول موجی بسیار کوتاه‌تر از نور مرئی دارد، و در نتیجه می‌تواند برای ذخیره‌سازی اطلاعات در چگالی‌های بالاتر مورد استفاده قرار گیرد. نمونهٔ اولیه از دو آهن‌ربای کوچک که با سیم‌های مغناطیسی به هم متصل شده اند، تشکیل شده است. داده‌ها در این دستگاه، با فرستادن موج‌های اسپینی با دامنهٔ بزرگ، به درون سیم‌ها که جهت آهن‌رباها را تغییر می‌دهند، ذخیره می‌شوند. خواندن داده‌ها با فرستادن موجی با دامنهٔ کم‌تر به داخل دستگاه و بررسی چگونگی برهم‌کنش آن با آهن‌رباها انجام می‌گیرد.

ساخت باریکهٔ آکوستیکی جاذب



به کریستین دِموره[۳۱] و مایک مکداندلد[۳۲] از دانشگاه داندی[۳۳] در انگلستان؛ پاتریک دال[۳۴] و گابریل اسپالدینگ[۳۵] از دانشگاه وسلیان ایلینویز در آمریکا[۳۶] و همکارانشان، برای ساخت اولین "باریکهٔ جاذب" آکوستیکی، که می‌تواند با شلیک امواج صوتی، اجسام را به سمت خود بکشد.

بیش‌تر شبیه صحنه‌های داستان‌های علمی ـ تخیلی است، یک باریکهٔ جاذب، که فیزیک‌دان‌ها با آن می‌توانند یک جسم را به سمت منبع باریکهٔ موجی بکشند که تکانه حمل می‌کند. باریکهٔ جاذب آکوستیکی، که دموره، دال و همکارانش ساختند، دو باریکهٔ فراصوتی به سمت شیء می‌فرستد. باریکه‌ها دارای جبههٔ موج کروی هستند که حول راستای انتشار، خمیده می‌شوند و در نتیجه تکانهٔ زاویه‌ای حمل می‌کنند. هنگامی که جبههٔ موج با هدف برخورد می‌کند، تکانهٔ زاویه‌ای به شکل تکانهٔ معمولی درمی‌آید. مقداری از این تکانه، طوری تغییر جهت می‌دهد که نیرویی خالص به سمت داخل ایجاد می‌کند، و در نتیجه شیء را به سمت منبع می‌کِشد. باریکه‌های فراصوت، با آرایه‌ای از منبع‌های فراصوت معمولی تولید شده‌اند و این روش می‌تواند استفاده‌های بسیاری در پزشکی داشته باشد. از جمله این استفاده‌ها، کنترل کردن اجسام، مایعات و بافت‌ها در داخل بدن یا فرستادن بسته‌های کوچک حاوی دارو به محل دقیق مورد نظر در بدن است.

فشرده‌سازی داده‌های کوانتومی برای اولین بار

به آیفریم استاینبرگ[۳۷] و همکارانش در دانشگاه تورونتو در کانادا، برای اثبات تجربی یک مشابه کوانتومی از فشرده‌سازی داده، برای اولین بار.

از روش‌های فشرده‌سازی مرسوم، نمی‌توان برای فشرده‌سازی اطلاعات کوانتومی استفاده کرد، زیرا این روش‌ها، مقدار بیت‌های داده‌ای را که قرار است فشرده شود، اندازه‌گیری می‌کنند و این فرایند اطلاعات کوانتومی را از بین می‌برد. در سال ۲۰۱۰ فیزیک‌دانان جمهوری چک نشان دادند که می‌توان رشته‌ای از بیت‌های کوانتومی یکسان را فشرده کرد، البته نه به اندازهٔ داده‌های معمولی. حال، استاینبرگ و همکارانش موفق به انجام این کار در آزمایشگاه شده‌اند، و اطلاعات کوانتومی را که سه بیت-فوتونی آن را حمل می‌کردند، به دو بیت، فشرده کردند. این روش می‌تواند راه استفادهٔ مؤثرتر از حافظه‌های کوانتومی را ـ که ساختشان آسان نیست ـ هموار کند؛ همچنین شیوه‌ای جدید برای آزمایش کردن دستگاه‌های منطق کوانتومی فراهم می‌کند.

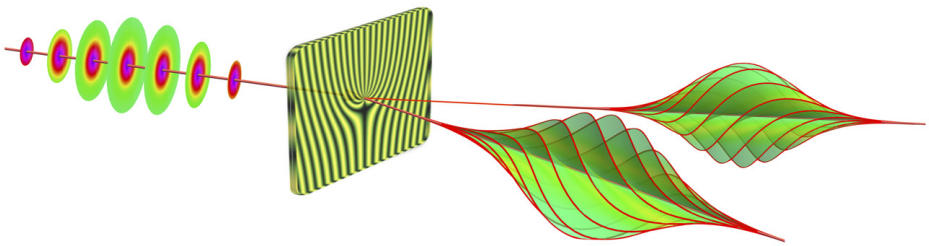
1 Philae
2 67P/Churymov-Grasimenko
3 Rosseta
4 Cosac
5 Mupus
6 Rosina
7 Sepastiano Cantalupo
8 Piero Madau
9 Xavier Prochaska
10 California Santa Cruz
11 Fabrizio Arrigoni Battaia
12 Joseph Hennawi
13 Borexino
14 Gran Sasso
15 Omar Hurricane
16 National Ignition
17 Shlomi Kotler
18 Nitzan Akerman
19 Nir Navin
20 Yinnon Glickman
21 Roee Ozeri
22 Weizman institute of science
23 Clemson
24 Gianluca Gregori
25 Jena Meinecke
26 Alexander Khitun
27Fredrick Gertz
28 Kozhevnikov
29 Y Filimonov
30 Kotelnikov Radioengineering and electronics
31 Christine Demore
32 Mike Mackdonald
33 Dundee
34 Patrick Dahl
35 Gabriel Spalding
36 Illinois Wesleyan university
37 Aephraim Steinberg

مترجم: حمیدرضا کاظمی
منبع:
http//:physicsworld.com/cws/article/news(2014)

پیچش بزرگ روی باریکهٔ الکترون

پژوهشگران یک باریکهٔ الکترونی با تکانهٔ زاویه‌ای مداری بسیار بزرگ تولید کردند، که برای تصویربرداری از خواص مغناطیسی مواد در مقیاس اتمی قابلیت خوبی دارد.

اگر جبههٔ یک باریکهٔ نور، به جای مجموعه‌ای از صفحات تخت در حالت عادی، شکل مارپیچی داشته باشد، حامل تکانهٔ زاویه‌ای مداری است. این خاصیتی است که عموماً به یک سیاره یا الکترون چرخان نسبت می‌دهیم. در چند سال گذشته، آزمایشگران با بهره‌گیری از طبیعت موجی الکترون، اثر مشابهی را در باریکه‌های الکترونی نشان داده‌اند. اکنون یک گروه، وجود باریکه‌های پر شدت الکترونی را ثابت کرده‌اند که تکانهٔ زاویه‌ای آن‌ها، صدها بار از اسپین الکترون بزرگ‌تر است. این باریکه‌ها می‌توانند در مطالعات بنیادی و کاوش خواص مواد مغناطیسی به کار روند. یک موج نوری شامل یک میدان الکتریکی نوسان‌کننده است که برای مثال، جهت‌گیری آن به تناوب، به سمت بالا و پایین تغییر می‌کند. برای ساده‌ترین نوع موج، جبهه‌های موج صفحات تخت هستند: اگر در یک لحظه از زمان، عکسی فرضی از موج بگیرید و به صفحه‌ای که بر جهت انتشار، عمود است نگاه کنید، میدان در هر نقطه از آن صفحه، شدت و جهت یکسانی دارد. اما به اصطلاح در یک باریکهٔ پیچشی، جبهه‌های موج سطوحی مارپیچی تشکیل می‌دهند (مانند دربازکن‌های درهای بطری‌چوب پنبه‌ای)؛ و باریکه هم تکانهٔ زاویه‌ای مداری حمل می‌کند که



شکل ۱. پیچش‌ساز الکترون. الکترون‌هایی که از یک پوستهٔ به دقت موج‌دارشده می‌گذرند، به باریکه‌هایی با تکانهٔ زاویه‌ای ساعت‌گرد و پادساعت‌گرد بسیار بزرگ پراشیده می‌شوند.

همان گشتاور دورانی حول محور مارپیچ است. مارپیچ تنگ‌تر، تکانهٔ زاویه‌ای مداری بزرگ‌تری حمل می‌کند. سالیان زیادی پژوهشگران از نور با تکانهٔ زاویه‌ای مداری، برای تولید حرکت (برای مثال برای اعمال نیروی دورانی به نانوذرات) استفاده می‌کردند.

الکترون‌ها هم خواص موجی مشابه نور دارند. پنج سال پیش چندین گروه، باریکه‌های الکترونی با تکانهٔ زاویه‌ای مداری ساخته بودند. از آن‌جایی که چنین باریکه‌ای باردار است، تکانهٔ زاویه‌ای مداری، به جریان الکتریکی چرخان منجر می‌شود که میدانی مغناطیسی موازی با جهت انتشار باریکه تولید می‌کند. پژوهشگران علاقه‌مندند که از چنین باریکه‌هایی برای مطالعهٔ خواص مغناطیسی مواد، در مقیاس اتمی، مانند دیسک درایوها استفاده کنند؛ اما تولید باریکه‌های پرشدت با تکانهٔ زاویه‌ای مداری بزرگ، تاکنون دشوار بوده است.

بنابراین ابراهیم کریمی از دانشگاه اُتاوا در کانادا، وینچنزو گریلو[1] از شورای ملی پژوهش ایتالیا (RNC)، و همکارانشان اقدام به ساخت باریکه‌های الکترونی پر شدت، با تکانهٔ زاویه‌ای مداری بزرگ کردند.

روش استاندارد برای تولید یک باریکهٔ الکترونی پیچشی، با مفهوم توری پراش، در کتاب‌های درسی اپتیک ارتباط نزدیکی دارد. یک توری پراش، مانعی به صورت مجموعه‌ای از شکاف‌های خیلی نزدیک به هم است. زمانی که نور از توری بگذرد تنها در جهت‌های خاصی باریکه‌های خروجی تولید می‌کند که در آن‌ها میدان الکتریکی امواج نوری رسیده از همه شکاف‌ها در جهت یکسانی هستند و یکدیگر را تقویت می‌کنند.

توری‌های معمولی، باریکه‌هایی با جبههٔ موج تخت تولید می‌کنند. پژوهشگران برای ساختن جبههٔ موج مارپیچی از توری‌های پیچیده‌تری استفاده کرده‌اند که در آن‌ها شکاف‌ها در برخی ناحیه‌های صفحهٔ توری، نسبت به سایر ناحیه‌ها، به مقدار ناچیزی جابه‌جا شده‌اند. این جابه‌جایی کم شکاف‌ها، بر همگامی نسبی نور گسیل شده از هر ناحیه اثر می‌گذارد. هر ناحیه به طور مستقل باریکه‌هایی با جبهه‌های موج تخت تولید می‌کند، اما ترکیب آن‌ها باریکه‌ای با تکانهٔ زاویه‌ای مداری تولید می‌کند.

در اولین کاربرد این روش برای الکترون‌ها، از خطوطی استفاده شد که مانع عبور ذرات بین شکاف‌ها و باعث کاهش شدت باریکه می‌شد. اما حدود یک سال قبل در کاری مشترک بین دانشگاه اتاوا و شورای ملی پژوهش ایتالیا، این کار با یک توری فازی انجام شد که اجازه می‌داد تعداد بیش‌تری الکترون عبور کنند. در این نوع توری‌ها از تغییر دادن ضخامت، برای به دست آوردن «شکاف‌های مؤثر» استفاده می‌شود.

در کار قبلی، پژوهشگران از یک نمایهٔ دندان‌اره‌ای، برای سطح مقطع توری در هر «شکاف» استفاده کردند. این شکل، الکترون‌ها را ترجیحاً به سوی یک لکهٔ پراش خاص، جهت‌دهی می‌کرد. آن‌ها در آخرین کارشان از یک نمایهٔ ساده‌تر، به شکل موج سینوسی، استفاده کردند که الگودهی خیلی دقیق طرح پراش را، برای تولید امواج با تکانهٔ زاویه‌ای مداری بزرگ، ممکن می‌ساخت. اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی امواج پراشیده، تأیید کردند که الکترون‌ها دارای تکانهٔ زاویه‌ای، نزدیک به ۲۰۰ واحد، هستند، به این معنا که جبههٔ موج مارپیچی، در فاصلهٔ یک طول موج، ۲۰۰ دور در فضا می‌چرخد. کریمی می‌گوید که این مقدار، دو برابر بالاترین مقدار قبلی است؛ و این در حالی است که شدت باریکهٔ جدید نیز ۳۰ برابر بیش‌تر از باریکهٔ قبلی است.

او اضافه می‌کند میکروسکوپ الکترونی‌ای که از چنین باریکه‌ای استفاده کند، می‌تواند مغناطش، در مقیاس نانو را، در مواد به تصویر بکشد. بنا به گفتهٔ او، پژوهشگران می‌توانند، امواج صوتی غرش مانندی را آشکارسازی کنند که پیش‌بینی می‌شود هنگام عبور چنین باریکه‌هایی با گشتاور مغناطیسی بالا، از درون یک ماده پدید آیند.

جون یوان[2] از دانشگاه یورک انگلستان می‌گوید این کار «تکامل این ره‌یافت را از سال ۲۰۱۰ تاکنون» به نمایش می‌گذارد و توازن خوبی است بین تکانهٔ زاویه‌ای بزرگ و «شدت نسبتاً بالا». اما یوان اشاره می‌کند که پژوهشگران به دنبال رفع برخی محدودیت‌های تکنیکی مهم، در رابطه با کیفیت باریکهٔ تولید شده، با این روش هستند. این پژوهش در مجلهٔ فیزیکال ریویو لترز چاپ شده است.

1 Vincenzo Grillo
2 Jun Yuan

مترجم: امیر نقوی آزاد، ابوالفضل توکلی

منبع:
http://physics.aps.org/articles/v8/7

«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.

کار در دنیای کوانتومی

کار در ساده‌ترین شکل آن، حاصل‌ضرب یک نیروی اعمالی، در فاصله در طول یک مسیر خاص است. با این حال، در مکانیک کوانتومی این تعریف به کار نمی‌رود؛ زیرا اشیای کوانتومی در مسیرهای یکتا حرکت نمی‌کنند. در عوض، کار کوانتومی به صورت اختلاف انرژی تعریف شده است که نیاز به دو اندازه‌گیری جداگانه دارد. اما پژوهشگران اکنون روشی برای تعیین کار کوانتومی، تنها با یک اندازه‌گیری ابداع کرده‌اند. رمز کار در معرفی سیستم دومی است، که مانند یک «ساعت پانچی[1]» کار می‌کند و کار انجام شده توسط سیستم اول را ثبت می‌کند.

آرزوی تعریف کار کوانتومی تا حدی حاصل توسعه وسایل ریزمقیاس، مانند موتورها و پیچال‌های نانومقیاس است که در آن‌ها اثرات کوانتومی می‌تواند غالب باشد. افت‌وخیز در چنین سیستم‌هایی می‌تواند چنان بزرگ باشد که تعادل گرمایی محض حاصل نشود. در نتیجه، خواص ترمودینامیکی اساسی مانند انتروپی و انرژی آزاد، نیاز به فرمول‌بندی جدیدی، بر پایهٔ کار لازم برای انتقال سیستم بین دو حالت، دارند.

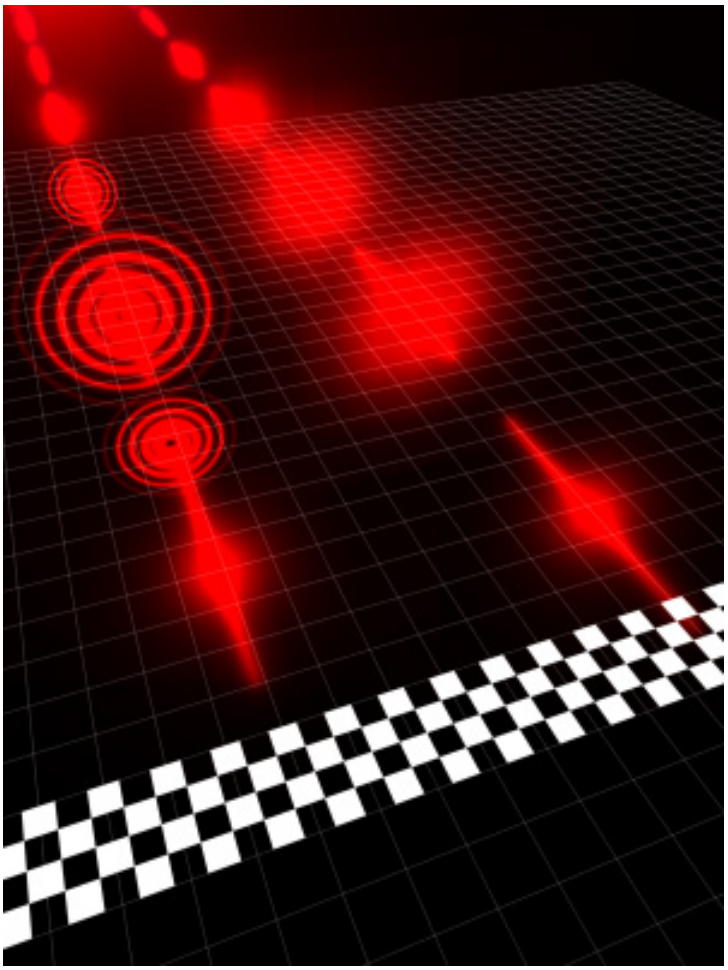
فیزیک‌دان‌ها معمولاً کار کوانتومی را به شکل اختلاف انرژی بین حالات اولیه و نهایی سیستم، تعریف می‌کنند. این نیازمند دو بار اندازه‌گیری یک سیستم در دو زمان مختلف است که همدوسی احتمالی حالت اولیه را از بین می‌برد. آگوستو رونکالیا[2] و همکارانش

در دانشگاه بوئنوس آیرس در آرژانتین نشان داده‌اند که چگونه می‌توان تنها با یک اندازه‌گیری کار را تعیین کرد. روش آن‌ها به این صورت است که سیستم مورد مطالعه را با یک سیستم کمکی دوم، که کار سیستم اول را ضبط می‌کند، درهم‌تنیده می‌کنند. دو سیستم هم‌زمان با هم تحول می‌یابند و سپس روی سیستم دوم اندازه‌گیری انجام می‌شود. این گروه به صورت نظری نشان داده‌اند که این عملیات می‌تواند به صورت پی‌درپی، با یک پرتو اتمی یا بیت کوانتومی، انجام شود. این چارچوب جدید می‌تواند به فیزیک‌دانان در فهم نقش همدوسی کوانتومی در رفتار ماشین‌های نانومقیاس کمک کند. این پژوهش در مجلهٔ فیزیکال ریویو لترز چاپ شده است.

1 Punch clock
2 Augusto Roncaglia

مترجم: مانیا ملکی
منبع:
Phys. Rev. Lett. 113.250601

فیزیک‌پیشگان روش جدیدی برای کاهش سرعت نور یافتند



یک گروه از فیزیک‌دانان دانشگاه گلاسکو روش جدیدی برای کاهش سرعت نور پیدا کردند. دراین روش، خلاف روش‌های گذشته از عبور نور از میان یک ماده مانند آب یا شیشه، برای کاهش سرعت نور استفاده نشده است؛ بلکه آن‌ها، آن‌طور که در مقاله خود در مجلهٔ ساینس توضیح داده‌اند، این کار را با عبور نور از یک ماسک، که باعث تغییر شکل آن می‌شود، انجام داده‌اند.

می‌دانیم که سرعت نور در خلأ، مقدار ثابتی است، ولی اکنون نشان داده شده که راهی برای تغییر غیرمستقیم سرعت وجود دارد، که عبور دادن آن از یک ماسک خاص است. این کار ظاهراً باعث تغییر شکل فوتون شده و سبب می‌شود که این فوتون در خلأ، سرعت کم‌تری نسبت به فوتون تغییرشکل‌نیافته داشته باشد.

پژوهشگران دستگاهی ساخته‌اند که به آن مسیر مسابقه (racetrack) می‌گویند. این دستگاه شامل یک چشمهٔ دوتایی برای شلیک فوتون‌ها و آشکارسازی آن‌ها، هنگام برخورد با یک آشکارساز، در فاصلهٔ یک متری چشمه است. گروه اول فوتون‌ها، به صورت عادی شلیک شدند، درحالی‌که گروه دوم فوتون‌ها، از میان یک فیلتر عبور کردند تا شکل آن‌ها به صورت پرتو بسل یا پرتو گاوسی تغییر کند. فوتون‌های دو گروه هم‌زمان شلیک شدند، اما فوتون‌های بدون تغییر شکل، تقریباً ۰/۰۰۱ درصد زودتر از فوتون‌های تغییر شکل یافته، به خط پایان رسیدند. دو دلیل برای این اتفاق وجود دارد، اول این‌که عبور از میان فیلتر، سرعت فوتون‌ها را کم کرده، مشابه همان اتفاقی که در عبور فوتون از درون یک ماده مانند شیشه یا آب می‌افتد. دلیل دوم پیچیده‌تر است، زیرا نشان داده شده است که سرعت فوتون‌ها، نسبت به فوتون‌های عادی، پس از عبور از فیلتر، کم‌تر است (نور پس از خارج شدن از محیط مادی، به سرعت ثابت عادی خود برمی‌گردد). این آزمایش نشان می‌دهد که می‌توان با تغییر شکل نور باعث شد که سرعت آن از c کم‌تر شود.

این پژوهشگران این نتیجه را به این صورت توضیح داده‌اند که آن‌ها برای اندازه‌گیری سرعت نور، از سرعت گروه استفاده کرده‌اند. به گفتهٔ آن‌ها، ماسک باعث می‌شود که تعدادی از فوتون‌های درون گروه، با زاویه کوچکی نسبت به بقیه حرکت کنند و این سبب کاهش سرعت کل گروه می‌شود. بنابراین، این یافته با اصول پایه‌ای فیزیک جدید در تناقض نیست. اما به احتمال زیاد ایجاب می‌کند که در آینده پژوهشگران در تحقیقات آزمایشگاهی و نجومی، تأثیر تغییرشکل‌هایی را که به طور طبیعی در نور ایجاد می‌شوند، در نظر بگیرند.

مترجم: کورش رضایی

منبع:

http//:phys.org/news(2015)

چارلز تاونز[1]، پیشگام لیزر، در سن ۹۹ سالگی درگذشت

فیزیک‌دان آمریکایی، چارلز تاونز[1]، که جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۶۴میلادی را برای کاری که به پیشرفت لیزر منتهی شده بود، به طور مشترک دریافت کرده بود، در سن ۹۹ سالگی درگذشت. تاونز نقشی اساسی در حرکت به سوی اولین لیزر با ارتقای نمونه پیشینش، میزر[2]، ایفا کرد. میزر توانایی تولید و تقویت تابش الکترومغناطیسی را در محدودهٔ میکروموج طیف داشت.

کار اصلی تاونز هنگامی آغاز شد که در اوایل دههٔ ۱۹۵۰ در دانشگاه کلمبیا بود و وسیله‌ای را پیشنهاد داد که می‌توانست به کمک تقویت با گسیل القایی، امواج الکترومغناطیس همدوس تولید کند. هرچند تاونز تنها فردی نبود که این ایده را مطرح کرد، اما او بود که عبارت "تقویت میکروموج به کمک گسیل القایی تابش[3]" یا "میزر" را ابداع کرد. در همان زمان و به صورت مستقل، نیکلای بازوف[4] و الکساندر پروخوروف[5]از مؤسسهٔ فیزیک لبدوف فرهنگستان علوم روسیه[6] و جوزف وبر[7] از دانشگاه کاتولیک آمریکا[8] نیز بر روی چارچوب نظری میزر کار می‌کردند.

در سال ۱۹۵۴، تاونز و گروهش با استفاده از جریانی از مولکول‌های آمونیاک پرانرژی، به نظریهٔ خود جامهٔ عمل پوشاندند و توانستند تقویت میکروموج‌ها را در بسامد حدوداً ۲۴ گیگا هرتز، ایجاد کنند. اما در دسامبر ۱۹۵۸ بود که تاونز و برادر زنش، آرتور شاولو[9]، که در آن زمان در آزمایشگاه بل در نیوجرسی مشغول به کار بود، توضیح دادند که چگونه می‌توان مفهوم میزر را به رژیم اپتیکی بسط داد تا اولین "میزر اپتیکی و فروسرخ" و به عبارتی یک لیزر ساخته شود (Phys. Rev. ۱۱۲۱۹۴۰).

به هر حال، چون هر دو بیش‌تر علاقه‌مند به توسعهٔ لیزر برای مطالعات طیف‌سنجی بودند، تلاش کردند که به جای یک لیزر پالسی، نوع پیوستهٔ آن را بسازند. سال ۱۹۶۰ فیزیک‌دان و مهندس، تئودور مایمان[10]، از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی هیوز[11] اولین لیزر عملی را با تولید پالس‌های نور همدوس، از قطعه یاقوتی به اندازهٔ سر انگشت، که با یک لامپ پرنور عکاسی، روشن شده بود، ساخت (Nature۱۸۷۴۹۳).

کار بر روی میزر، بازوف، پروخروف و تاونز را برای "کاری بنیادین در زمینهٔ الکترونیک کوانتومی که به ساخت نوسانگرها و تقویت‌کننده‌ها بر اساس اصل میزر ـ لیزر منجر شده است" به جایزهٔ نوبل فیزیک ۱۹۶۴ رساند. نیمی از جایزه به تاونز تعلق گرفت، در حالی‌که بازوف و پروخروف در نیمهٔ دیگر سهیم شدند. جان دودلی[12]، فیزیک‌دان اپتیکی و رئیس انجمن فیزیک اروپا می‌گوید "تاونز غول رشتهٔ خودش و فردی الهام‌بخش بود".

مایلز پجت[13]، فیزیک‌دان اپتیکی از دانشگاه گلاسکو می‌گوید: "علاوه

بر دست‌آوردهای قابل توجهش در بسیاری از شاخه‌های مختلف فیزیک، شاید میراثی به همان اندازه مهم، تربیت دانشمندانی باشد که چارلز تاونز استاد راهنما و معلم آن‌ها بود". یکی از این موفقیت‌ها، برای مثال، آرنو الن پنزیاس[14] است که خودش جایزهٔ نوبل فیزیک ۱۹۷۸ را برد.

یک عمر با فیزیک

تاونز که در ۲۸ ژوئیه ۱۹۱۵ در گرینویل[15] کارولینای جنوبی متولد شد، وقتی که در ۱۹۳۵ از دانشگاه فرمن[16] در گرینویل با مدرکی در فیزیک و زبان‌های نوین دانش‌آموخته شد، تنها ۱۹ سال داشت. پس از آن مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشتهٔ فیزیک از دانشگاه دوک[17] و مدرک دکترای خود را در مورد جدایی ایزوتوپ‌ها از مؤسسهٔ صنعتی کالیفرنیا[18] گرفت.

تاونز پس از دانش‌آموختگی در سال ۱۹۳۹، تا سال ۱۹۴۷ در آزمایشگاه بل در نیوجرسی کار کرد، سپس به دانشگاه کلمبیا رفت و در آن‌جا هم به عنوان مدیر آزمایشگاه تابش[19] کلمبیا کار کرد (۱۹۵۰ تا ۱۹۵۲). تاونز در سال ۱۹۵۹ به عنوان معاون و مدیر تحقیقاتی در مؤسسهٔ تحلیل دفاعی[20] (ADI) که یک سازمان غیرانتفاعی در واشنگتن بود، کار کرد و به دولت آمریکا مشاوره داد.

تاونز پس از دو سال کار کردن در ADI، به دانشگاه برگشت و در مؤسسهٔ صنعتی ماساچوست[21] مشغول به کار شد. سپس در سال ۱۹۶۷ به دانشگاه کالیفرنیا در برکلی رفت و بقیه عمر حرفه‌ایش را در آن‌جا گذراند. تاونز به عنوان یک مسیحی عملگرا در سال ۲۰۰۵ جایزهٔ تمپلتون[22] را برای علم و مذهب دریافت کرد. او همچنین کتاب "چگونه لیزر پدید آمد" را در سال ۱۹۹۹ منتشر کرد.

1 Charles Townes
2 maser
3 Microwave amplification by stimulated emission of radiation
4 Nikolay Basov
5 Alexander Prokhorov
6 Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences
7 Joseph Weber
8 Catholic University of America
9 Arthur Schawlow
10 Theodore Maiman
11 Hughes Research Laboratories
12 John Dudley
13 Miles Padgett
14 Arno Allan Penzias
15 Greenville
16 Furman University
17 Duke University
18 California Institute of Technology
19 Radiation Laboratory
20 Institute for Defense Analyses
21 Massachusetts Institute of Technology
22 Templeton Prize

مترجم: سارا شادمهری
منبع:
http//:physicsworld.com/cws/article/news(2015)

حل مسألهٔ سایمون با محاسبهٔ کوانتومی

انتظار می‌رود که بسیاری از الگوریتم‌های کوانتومی مسائل را سریع‌تر از معادل کلاسیکی‌شان حل کنند، اما تعداد کمی به صورت آزمایشگاهی امتحان شده‌اند. اکنون مارک تِیم[1]، از دانشگاه کوازولو ـ ناتال[2] در آفریقای جنوبی، و همکارانش یک نمونهٔ اولیه از رایانهٔ کوانتومی را برای اجرای نسخهٔ کوانتومی الگوریتم سایمون[3] به کار برده‌اند که از نظر تاریخی، اولین الگوریتمی است که پیش‌بینی شده بر روی رایانه‌های کوانتومی به‌صورت نمایی سریع‌تر از رایانه‌های کلاسیکی اجرا شود. با این‌که الگوریتم سایمون کاربرد عملی ندارد، می‌تواند روشی سودمند برای آزمون توانایی‌های رایانه‌های کوانتومی آینده فراهم کند.

الگوریتم سایمون تعیین می‌کند که یک تابع $f(x)$ (که مانند یک «جعبهٔ سیاه» است)، یک به یک است (یعنی برای هر ورودی x خروجی $f(x)$ متفاوتی می‌دهد) یا (دو ورودی یکسان x_1 و x_2 خروجی یکسان $f(x_1)=f(x_2)$ دارند).

الگوریتم، این را با بررسی جعبه سیاه و خروجی‌های آن تشخیص می‌دهد. اگر تابع دو به یک باشد، الگوریتم همچنین فاصلهٔ بین x_1 و x_2 را که به دوره تناوب معروف است، پیدا می‌کند. تعداد دفعاتی که باید جعبه سیاه به روش کلاسیکی بررسی شود، به‌طور نمایی بزرگ‌تر از تعداد دفعات برای سیستم کوانتومی است.

تِیم و همکارانش یک نسخهٔ کوانتومی از الگوریتم را روی یک رایانهٔ کوانتومی نوری اجرا کردند که در آن فوتون‌های درهم‌تنیده به عنوان کیوبیت (بیت کوانتومی) عمل می‌کنند. دستگاه آن‌ها که در مجموع از شش کیوبیت استفاده می‌کند، توانست مسألهٔ سایمون را در سه‌چهارم تعداد گام‌های لازم برای حل همین مسأله با رایانهٔ کلاسیکی حل کند. با فرض این‌که پیش‌گویی‌های نظری در مورد کارایی الگوریتم سایمون درست باشند، این افزایش بازدهی به‌طور نمایی، برای رایانه‌هایی با تعداد کیوبیت‌های بیش‌تر، افزایش خواهدیافت. این پژوهش در مجلهٔ فیزیکال ریویو لترز چاپ شده است.

مترجم: مانیا ملکی
منبع:
Phys. Rev. Lett. 113. 200501

مصاحبه با برندهٔ جایزهٔ کامستاک،

مصاحبه و تنظیم: امین صالحی، اردلان خضرایی

فیزیک روز: سلام، استاد، به دانشگاه شریف خوش‌آمدید. در کنار شما نشستن و مصاحبه با شما برای من افتخار است.

چو: متشکرم. من هم از این که این‌جا هستم خوشحالم.

فیزیک روز: ممنون. به زبان ساده می‌گویید اَبَررسانا چیست؟

چو: ابررسانا ماده‌ای است که در کم‌تر از یک دمای معین، همهٔ مقاومتش (مقاومتِ الکتریکی‌اش) را از دست می‌دهد ـ به این معنی که از این مادّه با بازدهی تقریباً صددرصد می‌توانید برای تولید انرژی، انتقال و ذخیره استفاده کنید. خواص شگفت‌انگیز دیگری نیز دارد، مانند طرد میدان مغناطیسی و غیره. به همین دلیل می‌توان از این ماده، برای ساخت ماشین‌آلاتِ الکترومکانیکی با بازدهی بالا استفاده کرد.

فیزیک روز: دربارهٔ نقش خودتان در ابررسانایی و سایر حوزه‌های جالب در فیزیک برایمان بگویید که چرا آن را انتخاب کردید، و آیا در این باره تأثیری شخصی پذیرفته بودید؟

چو: ابررسانایی بسیار جذاب است. به طرف آن کشیده شدم، چون دو جزء داشت: اول این‌که چالش‌های فکری یا به عبارتی مسئلهٔ بسیار هیجان‌انگیزی برای دنبال کردن بود. دوم این‌که امکانات کاربردی نیز داشت. به همین دلیل است که توجه بسیاری از افراد را به خود جلب می‌کند. اگر به فیزیک‌دان‌های مشهور روزگارمان نگاه کنید بسیاری از آن‌ها زمانی در زندگی‌شان درگیر ابررسانایی شده‌اند.

فیزیک روز: علمی‌ترین کار شما چیست و چه وقت آن را انجام دادید؟

چو: وقتی خیلی جوان بودم، در تایوان بودم و بعدها برای تحصیلات تکمیلی به ایالات متحده رفتم. اما در آن روزهای جوانی در تایوان، همیشه به چیزی که مربوط به الکتریسیته و مغناطیس باشد علاقمند بودم. بنابراین این خیلی طبیعی بود. اما برحسب تصادف درگیر ابررسانایی شدم. وقتی به دانشگاه کالیفرنیا در سن‌دیگو رفتم با استاد برند ماتیاس ملاقات کردم که در آن زمان در این حوزه برجسته بود. بنابراین کاملاً طبیعی بود وارد این حوزه شوم، و هیچگاه پشیمان نشدم. اما در کنار ابررسانایی در مغناطیس نیز پژوهش کردم.

فیزیک روز: به نظر شما چه مسائل مهمی در ابررسانایی حل نشده‌اند؟

چو: به نظرم در این مقطع، ما همیشه می‌خواهیم دمای به‌اصطلاح گذار ابررسانایی، T_c، را بالا ببریم. چون وقتی دما را بالا می‌برید، هزینهٔ سرد کردن را پایین می‌آورید و کاربرد را عملی‌تر می‌کنید. جنبهٔ علمی آن این است که می‌خواهیم ببینیم که چرا ابررسانایی می‌تواند در چنین دمای بالایی روی دهد. همه می‌دانیم که در ابررسانایی الکترون‌ها دخیل‌اند و الکترون‌ها جفت می‌سازند. برای آن که جفت تشکیل دهند باید یک برهم‌کنشِ جاذبه‌ای ویژه بینِ آن‌ها وجود داشته باشد. همه می‌دانیم که دو الکترون معمولاً باید همدیگر را دفع کنند، اما برای آن که همدیگر را جذب کنند باید چیز دیگری (محیط اطراف) را دخالت داد. ما معمولاً این را تبادل مجازی فوتون‌ها می‌نامیم. اما وقتی دمای ابررسانایی زیاد باشد پدیده‌ای در این دمای زیاد روی می‌دهد. یعنی این‌که انرژی حرارتی بزرگ‌تر می‌شود، جاذبهٔ بین الکترون‌ها خیلی کوچک است و از هم می‌گسلد. بنابراین چگونه این کار را انجام می‌دهید؟ بدون شکستن جاذبهٔ بین الکترون‌ها دمای گذار را بالا می‌برید. چالش همین است. هم از دیدگاه علمی بسیار هیجان‌انگیز است، و هم از دیدگاه فن‌آورانه، نویدهای زیادی دارد. در حال حاضر جدی‌ترین چالش‌ها در حوزهٔ

ابررسانایی دمای بالا عبارتند از: یک، چرا ابررسانایی در چنین دمای بالا روی می‌دهد؟ من قویاً معتقدم که اگر کسی بتواند این مسئله را حل کند، می‌تواند بلیت استکهلم برای جایزهٔ نوبل را رزرو کند. و دوم، از دیدگاه فن‌آورانه است که اگر جداً روی آن کار کنیم می‌توانیم دنیا را عوض کنیم. همین حالا، با همین دمای گذار که در اختیار داریم، می‌توانیم از این فن‌آوری استفاده کنیم، اما مشکل این‌جاست که بسیار گران است. این چالش دیگری است که من با آن درگیرم، ـ مثلاً در مرکز ابررسانایی تگزاس، که در آن‌جا هستم، ما با تمام این مشکلات سروکار داریم.

فیزیک روز: آیندهٔ ابررسانایی را چگونه می‌بینید؟ آیا واقعاً تا چند سال آینده به ابررسانایی در دمای اتاق امید دارید؟

چو: بله. باور دارم که اتفاق می‌افتد. در غیر این صورت وقتم را برای آن نمی‌گذاشتم. اما اگر بپرسید کی؟ نمی‌توانم پیش‌بینی کنم. برای پیش‌بینی یک موفقیت بزرگ، نیاز به یک تلاش دست‌جمعی است. وقتی زمانش برسد اتفاق می‌افتد. اما با تلاش می‌توانیم به روندش سرعت دهیم.

فیزیک روز: بیش از بیست سال از کشف بزرگ شما، YBCO، گذشته است. از آن زمان، این کشف چه تأثیری بر زندگی شخصی شما گذاشته است؟

چو: شکایتی ندارم. البته همه چیز آن‌طوری که می‌خواهم پیش نمی‌رود. معمولاً برای همهٔ این چیزها اوضاع شلوغ‌تر می‌شود. همچنین این ماده خیلی غیرعادی است. از زمان کشف آن در سال ۱۹۸۷، صدها ابررسانای دمای بالا یا به‌اصطلاح دمای بالا کشف شده‌اند. از قرار، YBCO هنوز هم بهترین ماده از لحاظ کاربردی است. مثلاً فقط با استفاده از YBCO می‌توانید صفحهٔ نازک (فیلم) بسازید. از لحاظ فیزیکی قوی است. دمای Tc بقیهٔ این مواد یا بعضی از آن‌ها مثل BSCCO (بیسموت استرونتیم کلسیم مس اکسید)، TBCCO (تالیم باریم کلسیم مس اکسید)، مواد مبتنی بر تالیم، و موادِ بیسموت بنیاد از دمای YBCO Tc بیش‌تر است، اما از لحاظ فیزیکی چندان محکم نیستند. برای همین برای آن‌که از آن‌ها ابزارهای نازک در آورند کاربرد چندانی ندارند. YBCO هنوز هم بهترین ماده است. برای همین است که در سال ۲۰۰۰، وقتی کاخ سفید تصمیم گرفت که کپسول زمان درست کند، یک قطعه YBCO در آن گذاشت.

فیزیک روز: شما گفتید که کنار یک ترانزیستور بود؟

چو: ظاهراً شما هم در سخنرانی‌ام بودید! درست است. خیلی هیجان‌انگیز بود، خانم کلینتون هم بود. و آن مراسم ساعت چهار بعدازظهر برگزار شد. می‌دانید چرا ساعت چهار؟ چون همان روز خانم کلینون در مقام یک سناتور سوگند خورده بود. او فقط بعد از مراسم سوگند می‌توانست به آن برنامه بیاید. برای همین ما مجبور شدیم تا ساعت چهار برایش منتظر بمانیم.

فیزیک روز: این پرسش هم ادامهٔ پرسش قبلی است، کشف YBCO چگونه بر زندگی حرفه‌ای شما تأثیر گذاشت؟

چو: چون این کشف بسیار هیجان‌انگیز است، افراد به بعضی از فعالیت‌های من توجه می‌کنند، در نتیجه مجبورم با آن‌ها حرف بزنم. همین بخشی از دلیلی است که با شما صحبت می‌کنم، در غیر این صورت شما با من صحبت نمی‌کردید، درست است؟ من ناگزیرم خیلی کارهای دیگر انجام بدهم، گاهی اوقات، من سخنگوی حوزه‌های خاصی می‌شوم. به خصوص حوزهٔ ابررسانایی.

همین باعث می‌شود بخشی از زمان برای فعالیت‌های حرفه‌ای من از بین برود. مثلاً دانشگاه‌ها یا بعضی از مؤسسات، مایل‌اند در مواردی از من کمک بخواهند. البته این خوب است، چون معمولاً وقتی با بعضی از مردم حرف می‌زنم آن‌ها بیش از پیش به من گوش می‌دهند [خنده]. این بهایی است که باید بپردازم، چون احساس می‌کنم جامعه با من خیلی خوب بوده است، گاهی هم باید به جامعه اندکی خوبی کنیم.

فیزیک روز: با توجه به دیدگاه‌ها و تجربه‌های کنونی‌تان، اگر به روزهای اول حرفه‌تان، در دهۀ ۱۹۶۰، بازگردید چه تصحیحات یا تغییراتی خواهید داد؟

چو: حرفه‌ها در یک جهت کلی حرکت می‌کنند. آن‌ها حرکت می‌کنند و خیلی‌وقت‌ها به چیزی بستگی پیدا می‌کنند که تصادفی با آن مواجه می‌شوید. من باور دارم که حرفۀ بسیاری از افراد از پیش تعیین نشده است. معمولاً چیزهای مختلفی را آزمایش و تجربه می‌کنیم و بهترین راه را برای ورود پیدا می‌کنیم.

ابررسانایی بسیار جذاب است. به طرف آن کشیده شدم، چون دو جزء داشت: اول این‌که چالش‌های فکری یا به عبارتی مسئلۀ بسیار هیجان‌انگیزی برای دنبال کردن بود. دوم این‌که امکانات کاربردی نیز داشت.

همان‌طور که در سخنرانی‌ام گفتم، من به فیزیک باور دارم. در فیزیک این اصل کمترین کنش هست. بنابراین کاملاً طبیعی است که وقتی به آن سمت می‌روید، سخت کار می‌کنید و مصمم هستید. به کاری که انجام می‌دهید علاقه و اشتیاق دارید. وقتی شما می‌خواهید به گذشته‌ام نگاه کنم که آیا زندگی‌ام را تغییر خواهم داد یا نه، گمان نمی‌کنم که بخواهم زندگی‌ام را تغییر دهم. اما شاید بپرسید که آیا تصمیم گرفته‌ام که مرحلۀ یک، دو، سه حرکت کنم؟ مشخص نیست، خیلی چیزها در یک زمان اتفاق می‌افتند. اگر چیزی اتفاق بیفتد، من فقط به آن سمت حرکت می‌کنم.

فیزیک روز: آیا معلمان و مربیانی بودند که آن‌ها را تأثیرگذارترین افراد در حرفه‌تان بدانید؟

چو: بله، نه فقط یکی، بسیاری. همان‌طور که گفتم من در تایوان بزرگ شدم. در آن زمان معلم‌های بسیار متعهدی بودند، افرادی جوان که چین را ترک کرده و به تایوان آمده بودند. آن‌ها به من آموزش دادند. وقتی در تایوان به دبیرستان، مدارس دستورزبان و همچنین به کالج رفتم با معلم‌های بسیار خوبی ملاقات کردم. شاید آن‌ها دانشمندان بزرگی نبودند، اما به‌یقین معلمانی بزرگ بودند و من از تدریس و راهنمایی آن‌ها بی‌اندازه سود بردم. بعدها، وقتی به ایالات متحده رفتم باز هم خوش‌شانس بودم که با بسیاری از استادان متعهد ملاقات کردم. چند نفر از آن‌ها دانشمندان خیلی خوبی بودند. همان‌طور که گفتم، برندت ماتیاس، - که تا زمان مرگش در سال ۱۹۸۰ غولی در ابررسانایی بود - از او بسیار آموختم. او از معدود فیزیک‌دان‌هایی بود که هم فیزیک‌دان خوبی بود، و هم دانشمند مواد عالی. او به ماده توجه داشت - چون فیزیک‌دان‌ها معمولاً به ماده توجه زیادی نشان نمی‌دهند - آن‌ها فکر می‌کنند فیزیک به قدر کافی جذاب است که روی آن کار می‌کنند؛ اما ماده معمولاً اساس است، برای تمام زیبایی‌اش و برای پدیده‌های فیزیکی. من از او انجام خیلی کارها را آموختم و این که به ماده توجه کنم. او شک و تردیدی قوی نسبت به نظریه داشت. دوستان نظری خوبی داشت، اما همیشه نسبت به کار آن‌ها شک و تردید داشت. او باور داشت که نگرش تجربی بهترین نگرش است و من یکی از کسانی بودم که با این باور راهش را ادامه دادم.

فیزیک روز: و جواب هم داد.

چو: بله.

فیزیک روز: از دیدگاه تکامل جامعه‌شناسی دانشمندان، جو دانشگاهی روزهای اول‌تان را در هوستون، هنگامی که یک هیئت علمی جوان بودید، با وضعیت فعلی چگونه مقایسه می‌کنید؟

چو: با گذشت زمان خیلی چیزها عوض می‌شوند. فکر می‌کنم وقتی جوان هستید، باید درس بدهید، باید معلم خیلی خوبی باشید، معلمی متعهد. چون دانشجویان شما را ارزیابی می‌کنند. اگر خوب کار نکنید، ممکن است به دردسر بیفتید. و همچنین باید پژوهش هم انجام دهید و برای این که تحقیق کنید، باید دنبال اعتبار و کمک مالی باشید. پس باید تمام این کارها را انجام دهید. به علاوه به جامعۀ دانشگاه و جامعۀ بیرون نیز خدمت کنید. در مقام یک استاد در ایالات متحده، ما باید هم به تدریس، هم به پژوهش و هم به خدمات توجه نشان دهیم. وقتی افراد پخته‌تر می‌شوند باید خدمات بیش‌تری ارائه دهند و این وضعیت من است. حالا باید خدمات زیادی انجام دهم، نه فقط برای دانشگاه، بلکه برای دولت، نه فقط برای ایالت، بلکه برای دولت فدرال در واشنگتن دی‌سی. شما باید در خدمت چندین کمیته باشید. هفتۀ پیش مجبور بودم در چند گردهمایی در واشنگتن دی‌سی، شرکت کنم.

برحسب کل تغییرات محیطی، تغییرات زیادی روی داده است، چون با تغییر جامعه سروکار دارد. برای مثال در دهه‌های ۶۰، ۷۰، و ۸۰ میلادی بودجۀ فدرال برای تحقیق و پژوهش خیلی خوب بود. اما در دهۀ ۹۰ و سپس در ده سال گذشته، بودجۀ فدرال افت کرد. کم نشد، ولی با نرخ تورم برابری نمی‌کرد. بنابراین افراد جوان، به خصوص جوان‌هایی که کمک مالی می‌گرفتند وضع‌شان سخت‌تر و سخت‌تر شد و این مسئله در ایالات متحده خیلی جدی است. دانشجویان اکنون می‌توانند درآمد داشته باشند.

بهترین راه کسب درآمد هم وارد نشدن در علم و سراغ تجارت و بازرگانی یا حقوق رفتن است. پس این راه را انتخاب می‌کنند. البته اخیراً اتفاقاتی روی داده، تغییراتی خیلی کوچک. دربارهٔ آی‌تی حرف می‌زنم. منظورم فن‌آوری اطلاعات است و کسانی که به دنبال فیس‌بوک، و گوگل و مایکروسافت و غیره می‌روند. نوهٔ یکی از دوستان هنوز بیست سالش هم نیست اما یک برنامه نوشته است که یک شرکت بزرگ آن را خرید و او یک شبه، میلیاردر شد. چرا فیزیک بخوانند؟

خیلی‌ها سعی می‌کنند این کارها را انجام دهند. اما بعضی از این افراد خیلی جالب هستند، با این که پول درمی‌آورند اما برمی‌گردند و علوم می‌خوانند. یکی از دوستانم که میلیاردر است تصمیم گرفته نظریهٔ ریسمان بخواند. او حتی موسسهٔ خودش را برای تحقیقات بنیان گذاشته است. آینده اصلاً قابل پیش‌بینی نیست. روشن نیست که چه پیش خواهد آمد. اما من خیلی خوش‌بین هستم. فکر می‌کنم دنیا در آینده خیلی بهتر خواهد شد.

فیزیک روز: شنیدن این حرف‌ها به خصوص برای دانشمندان جوان خیلی خوب است.

چو: باید خاطر نشان کنم که برگزیدن علم به عنوان یک حرفه، برکت و نعمت است. من همیشه احساس می‌کنم خیلی خوب است که همیشه کاری را که دوست داشته‌ام انجام داده‌ام و حقوق هم بابت آن گرفته‌ام. کار ذوقی‌تان را انجام بدهید و بابتش حقوق هم بگیرید، این بهترین کار دنیاست. البته حقوق‌تان میلیاردی نیست، ولی آن قدر هست که بخورید و زندگی کنید و کاری دارید که دوستش دارید. این واقعاً موهبت است.

فیزیک روز: دانشجویان و اعضای هیئت علمی جوان مایل‌اند توصیه‌هایی از شما بشنوند. چه چیزهایی را به آن‌ها توصیه می‌کنید و از چه چیزهایی پرهیزشان می‌کنید؟

چو: هر کاری را که از همه بیش‌تر دوست دارید انجام دهید. وقتی کاری را که دوست دارید انجام می‌دهید، باید واقعاً خود را وقف آن کنید و پشتکار داشته باشید. ولی گاهی اوقات هم باید عقب بنشینید و دربارهٔ آن فکر کنید. بعضی چیزها به صرف کار شما روی نمی‌دهند. بعضی چیزها ممکن است خلاف قوانین فیزیک باشند. ما داریم دربارهٔ فیزیک صحبت می‌کنیم. وقتی دلیل کافی دارید که یکی از پیش‌بینی‌های قوانین فیزیک می‌تواند اشتباه باشد، آن را انجام ندهید. اما اگر علاقه و شور و اشتیاقش را دارید، و احساس می‌کنید که ممکن است جواب دهد، ارزش دارد که امتحانش کنید. اما گاهی اوقات باید عقب‌نشینی کنید و ببینید چه پیش می‌آید. من مواد زیادی را امتحان کردم. شاید هزاران ماده را. خیلی از آن‌ها کار نکردند. شکست خیلی بیش‌تر از موفقیت بود. این واقعیت زندگی است. البته در فرهنگ اینشتین شکست وجود ندارد. او باور داشت که هر بار که شما نتیجه‌ای که می‌خواهید بدست نمی‌آورید، چیزی یاد می‌گیرید، و همان اشتباه را دوباره تکرار نمی‌کنید. این یک یادگیری است، یک سود است.

فیزیک روز: با توجه به این‌که مدرک کارشناسی خود را از تایوان گرفتید و بعد تحصیلات تکمیلی خود را در ایالات متحده ادامه دادید، تکامل توزیع دانش در حوزهٔ مادهٔ چگال را بین غرب و شرق چگونه ارزیابی می‌کنید؟

چو: به نظر من دانش فیزیک مادهٔ چگال، بدون شک در غرب قاطع و مسلم و خیلی بهتر از شرق است. اما این را نیز باید متذکر شوم که در نیمه‌رسانا، یکی از غول‌ها در سال‌های اول، یک چینی به نام استاد هوانگ بود. در حقیقت او در غرب پرورش یافت، به گمان در انگلستان. اما بعد از انقلاب چین، به چین بازگشت. او به ساختن نیمه‌رسانا در چین کمک کرد. متأسفانه انقلاب فرهنگی و همه اتفاقات بعدی‌اش باعث شد که کار خیلی خوب پیش نرفت. اگر در چین آن انقلاب فرهنگی روی نمی‌داد، باور دارم که چین از ژاپن بهتر می‌شد. می‌دانیم که ژاپن در قسمت کاربردی نیم‌رساناها خیلی خوب است. اما پیشرفتِ مسلمِ فیزیک مادهٔ چگال در غرب، بسیار بهتر است، به خصوص در ایالات متحده. آن‌ها مانند اروپا، بیش از پژوهش‌های بنیادی، روی تحقیقات محض تأکید می‌کنند. آمریکایی‌ها به تحقیقات کاربردی نیز چشم دارند. اوایل مردم، فیزیک مادهٔ چگال را، اساساً فیزیک کاربردی قلمداد می‌کردند. این فیزیک برای اروپایی‌ها به حد کافی محض نبود. برای همین افرادی مثل باردین، فرد زایتس و ... در ایالات متحده بودند. آن‌ها حقیقتاً این رشته را ساختند.

فیزیک روز: استاد بسیار متشکریم. این مصاحبه هم باعث افتخار بود و هم لذت. خیلی ممنون.

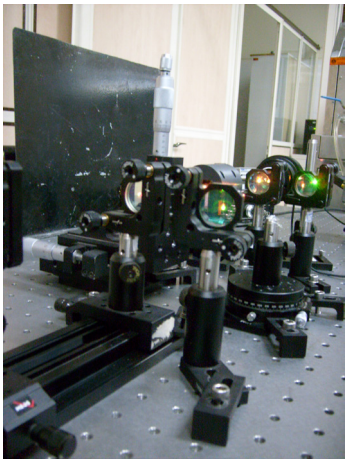
چو: از صحبت با شما لذت بردم. متشکر

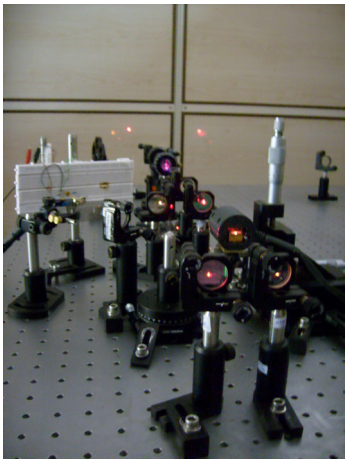
گزارشی از گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی دانشگاه اصفهان

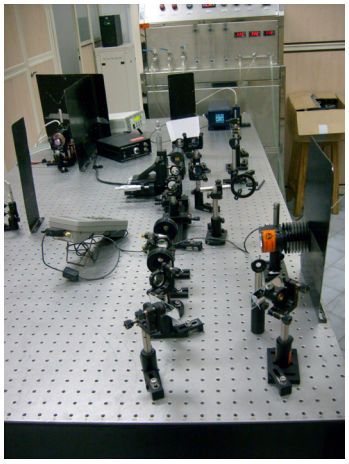
مقدمه ای بر اپتیک کوانتومی

اپتیک کوانتومی یکی از عرصه‌های پژوهشی فیزیک نوین است که شالودهٔ آن بر کاربرد اصول مکانیک کوانتومی در مورد نور و برهم‌کنش آن با ماده استوار است. به بیان دیگر، در اپتیک کوانتومی موضوع اساسی، مطالعهٔ طبیعت کوانتومی نور و اثرهای برخاسته از آن است. نخستین نشانه‌ای که حکایت از لزوم کوانتش نور داشت به اواخر قرن نوزدهم میلادی بازمی‌گردد، یعنی زمانی که پلانک به منظور توصیف فیزیکی طیف تابش جسم سیاه، از مفهوم فوتون (کوانتوم تابش الکترومغناطیسی) بهره جست. اندکی پس از آن، اینشتین با به کارگیری مفهوم فوتون به تبیین موفقیت‌آمیزی از پدیده‌ی فوتوالکتریک دست یافت . به دنبال آن، بور دریافت که اتم‌ها نیز از اصول مکانیک کوانتومی پیروی می کنند، به این معنی که آن‌ها فقط می‌توانند مقادیر گسسته‌ای از انرژی را گسیل یا جذب کنند. به این ترتیب، با توسعهٔ الگوهای کوانتومی، تصویری منسجم و سازگار با مشاهدات تجربی از موضوع برهم‌کنش نور با ماده فراهم آمد که به نوبهٔ خود نه تنها بنیان‌های اولیهٔ دانش اپتیک کوانتومی را شکل بخشید بلکه به گسترش دانش مکانیک کوانتومی نیز یاری رساند. با وجود این، تا نیمهٔ اول قرن بیستم میلادی زمینه‌هایی از مکانیک کوانتومی که به موضوع برهم‌کنش نور با ماده می‌پرداختند در تقسیم‌بندی حوزه‌های پژوهشی فیزیک به دو حوزهٔ فیزیک اتمی و الکترونیک کوانتومی تعلق داشتند. اما در اواخر دههٔ پنجاه و اوایل دههٔ شصت قرن بیستم میلادی با اختراع نخستین سامانه‌های میزر و لیزر این دیدگاه دستخوش دگرگونی شد. دانش لیزر که پژوهش در زمینه‌هایی همچون اصول سازوکارهای فیزیکی، طراحی و کاربرد سامانه‌های لیزر را دربرمی‌گرفت به سرعت گسترش یافت و با تأکید بر سرشت کوانتومی نور الگوی فیزیکی توانمندی برای توصیف پدیدهٔ لیزر فراهم آمد. بدین‌سان، دانش اپتیک کوانتومی با هویتی کاملاً مشخص و مستقل پا به عرصهٔ وجود گذاشت. برخورداری دانش لیزر از مبانی نظری توانمند از یک سو، و گسترش کاربردهای متنوع آن در عرصه‌های علمی و صنعتی گوناگون از سوی دیگر، انگیزهٔ مناسبی برای توجه فزایندهٔ فیزیک‌دانان به دانش اپتیک کوانتومی فراهم آورد.

به دنبال مطالعات دیراک در زمینهٔ نظریهٔ میدان‌های کوانتومی، در دههٔ شصت قرن بیستم میلادی سودارشان، گلابر و مندل با به کارگیری نظریهٔ کوانتومی میدان‌های الکترومغناطیسی چارچوب فیزیکی مناسبی برای توصیف فرایند آشکارسازی فوتون ابداع کردند که به نوبهٔ خود به شکل‌گیری نظریه‌ی آمار کوانتومی نور انجامید. بر این اساس، مفهوم حالت‌های همدوس به عنوان حالت کوانتومی تابش لیزر معرفی شد. علاوه بر این، معلوم شد که برخی حالت‌های نور را نمی‌توان با توسل به تصویر کلاسیک تابش الکترومغناطیس توصیف کرد. در اواخر دههٔ هفتاد قرن بیستم، کیمبل به نخستین چشمهٔ نوری که فقط در چارچوب اصول مکانیک کوانتومی توصیف‌پذیر بود دست یافت. این چشمه، تک اتمی بود که در هر لحظه فقط یک فوتون از خود گسیل می‌کرد. این موضوع، نخستین گواه تجربی به شمار می‌آید که به صراحت حکایت از طبیعت کوانتومی نور دارد. اندکی بعد، حالت‌های غیرکلاسیک دیگری از نور، موسوم







به حالت‌های چلانده[1] ، معرفی شدند. این حالت‌ها، که دارای نوفه‌های کوانتومی کاهش یافته‌ای نسبت به نوفه‌ی کوانتومی خلأ هستند، کاربردهای موفقیت‌آمیزی را در حوزه‌های تجربی متنوع و مهمی همچون اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق طیف‌نمایی و مخابرات اپتیکی به خود اختصاص دادند. از سوی دیگر، با دست‌یابی به تپ‌های لیزری کوتاه و فراکوتاه، امکان مطالعهٔ فرایندهای بسیار سریع فراهم شد. در عرصهٔ فیزیک حالت جامد، کاربرد لیزر توانست به توسعهٔ طیف‌نمایی رامان، که به مطالعهٔ مدهای ارتعاشی، چرخشی و سایر مدهای کم بسامد در ماده می‌پردازد، بیانجامد. علاوه بر این، درک سازوکار اثرهای مکانیکی نور بر ماده وامدار دانش لیزر است. بر این اساس، به دام‌اندازی و کنترل حرکت ابرهای اتمی و حتی نمونه‌های زیست‌شناختی بسیار کوچک در دام‌های اپتیکی یا انبرک‌های اپتیکی میسر شد. در سال‌های اخیر، از این روش برای مرتب‌سازی یاخته‌های حیاتی استفاده شده است. گذشته از این، با به کارگیری دام‌های اپتیکی همراه با فرایند سرمایش دوپلری فیزیک‌دانان توانسته‌اند به فن‌آوری مربوط به تحقق عملی چگالش بوز-اینشتین دست یابند. از دیگر نتایج چشم‌گیر پژوهش‌های اپتیک کوانتومی می‌توان به مواردی همچون تحقق عملی درهم‌تنیدگی کوانتومی و دوربری اطلاعات کوانتومی اشاره کرد که اساس دانش اطلاعات و محاسبات کوانتومی را تشکیل می‌دهند. این عرصهٔ پژوهشیِ نوپا، ثمرهٔ تلفیق اپتیک کوانتومی با علوم نظری رایانه است.

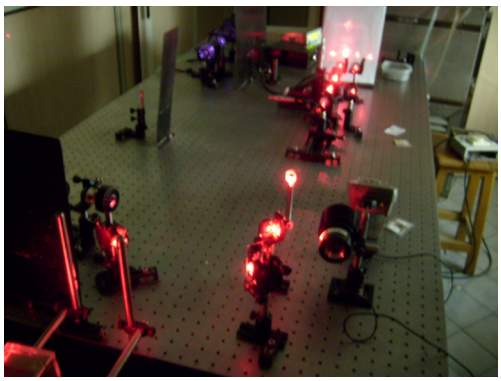
در حال حاضر، زمینه‌هایی همچون الکترودینامیک کوانتومی درون‌کاواک، تولید تپ‌های بسیار کوتاه (تپ‌های آتوثانیه ای)، کاربرد سامانهٔ یون به دام افتاده در نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی، دست‌کاری تک اتم توسط لیزر، چگالش بوز-اینشتین، تولید نورغیرکلاسیک از نانوساختارهای نیمرسانا، مطالعه‌ی اثرهای مکانیکی فوتون بر سامانه‌های مکانیکی مزوسکوپیک (اپتومکانیک) و مانسته‌سازی آزمایشگاهی برخی نتایج دسترس‌ناپذیر نظریه‌هایی مانند نسبیت عام در کانون پژوهش‌های به‌روز اپتیک کوانتومی قرار دارند.

گروه اپتیک کوانتومی دانشگاه اصفهان

اپتیک کوانتومی در گروه فیزیک دانشگاه اصفهان دارای قدمتی بیش از ۲۰ سال است. دکتر محمود سلطان‌الکتابی (مدیر گروه پژوهشی) از سال‌ها پیش علاوه بر پژوهش و تدریس در زمینهٔ بیناب‌نمایی لیزری، در زمینهٔ اپتیک کوانتومی نیز فعالیت می‌کردند و پایان‌نامه‌های برخی دانشجویان خود را به موضوع اپتیک کوانتومی اختصاص می‌دادند. اما در حدود سال ۱۳۸۰ تصمیم بر این گرفته شد که کارهای مرتبط با اپتیک کلاسیک، اپتیک کوانتومی و لیزر در ابعاد نظری و تجربی در قالب یک فعالیت گروهی سامان‌دهی شود. پس از مدتی موافقت قطعی از وزارت علوم هم برای این کار گرفته شد. این که چرا برای این گروه نام «گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی» انتخاب شد به این دلیل بود که اعضای اولیهٔ گروه، به‌دنبال موضوعی بودند که در آن فاصلهٔ بین پژوهش‌های نظری و تجربی کم باشد؛ زیرا بخشی از پژوهش‌های نظری در ایران فاصلهٔ بسیاری از تجربه دارد و در حال حاضر شانس دست‌یابی به امکانات مناسب برای تحقیقات تجربی اصیل مرتبط با آن نظریه‌ها در کشور وجود ندارد. اما مهم‌ترین فعالیت‌های نظری در اپتیک کوانتومی به تولید و کنترل حالت‌های مختلف نور به‌ویژه لیزر و دیگر حالت‌های میدان تابشی اختصاص دارد، بنابراین کار در این رشته در آزمایشگاه‌های دسترس‌پذیر می‌تواند تحقق یابد.

هدف‌گیری اصلی گروه، انجام فعالیت‌های گروهی است. در بعضی موارد پروژه‌هایی تعریف شده‌اند که همهٔ اعضای گروه در آن سهیم بوده‌اند. اما در بیشتر موارد کارها با مشارکت اعضای گروه، به صورت گروه‌های دونفره یا سه‌نفره با تخصص‌های مشخص انجام می‌شود.

گروه مجموعه‌ای از دروس را به طور مرتب ارایه کرده است: اپتیک کوانتومی ۱و۲، اپتیک و اپتیک کوانتومی نانو ساختارهای ۱و۲، نظریهٔ میدان کوانتومی در فیزیک اتمی و مولکولی، اطلاعات کوانتومی و نظریهٔ درهم‌تنیدگی.



زمینه های پژوهشی گروه

نظری

اپتیک کوانتومی، اپتومکانیک، مبانی ریاضی و نظری مکانیک کوانتومی، کوانتش میدان‌های الکترومغناطیسی، اطلاعات کوانتومی، اپتیک کوانتومی نانوساختارها، اپتیک تبدیل.

تجربی

طیف نمایی لیزری، لیزرهای نیمه‌رسانا، طراحی سامانه‌های اپتیکی، لایه‌های نازک، اپتیک نانوساختارها.

امکانات گروه پژوهشی

گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی بخشی از گروه فیزیک دانشگاه اصفهان است و به این دلیل همهٔ امکانات گروه فیزیک را در اختیار دارد. از جمله: آزمایشگاه لیزر و طیف‌نمایی لیزری، آزمایشگاه اپتیک، آزمایشگاه لایه‌های نازک.

اطلاعات بیشتر در این مورد را می‌توان در وبگاه گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی دانشگاه صنعتی اصفهان جست‌وجو کرد: www.iqog.ir

گروه همچنین یک سالن کنفرانس در اختیار دارد که سمینارهای تخصصی در آن برگزار می‌شود. سایت کامپیوتری گروه فیزیک نیز در اختیار گروه پژوهشی است.

اعضای فعلی گروه

استادها: فردین خیراندیش، رسول رکنی زاده، محمود سلطان الکتابی، حمیدرضا فلاح.

دانشیارها: سیدجواد اخترشناس، علیرضا خورسندی، محمدحسین نادری.

استادیارها: محمدی خشویی، مرتضی سلطانی، سعید قوامی، مرتضی حاجی محمودزاده، ملک محمد، مالک باقری هارونی.

فعالیت‌های ملی و بین‌المللی گروه

این گروه در داخل کشور با بعضی صنایع استان همکاری نزدیکی دارد که از آن جمله از صنعت اپتیک می‌توان نام برد. اما در سطح بین‌المللی گر چه مهمانانی از بعضی از کشورها داشته‌اند و بعضی پایان‌نامه‌های دکتری را با مشارکت افرادی از اروپا، کانادا و آمریکا انجام داده‌اند، اما هنوز این ارتباطات به‌صورت سازمان یافته شکل نگرفته است.

گروه کارگاه‌های مختلفی برگزار کرده است. از جمله: چهار کارگاه اپتیک کوانتومی، کنفرانس بین‌المللی مشترک ایران وهند در زمینهٔ نانوساختارها.

اعضای گروه به طور فعال در طول سال‌های گذشته در کنفرانس فیزیک و کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران شرکت داشته‌اند.

بعضی از دانش‌آموختگان گروه فیزیک دانشگاه اصفهان که در زمینه‌های مرتبط با گروه پژوهشی اپتیک کوانتمی و زیر نظر اعضای آن فارغ‌التحصیل شده اند

محمد حسین نادری (دانشیار دانشگاه اصفهان)، محمد کاظم توسلی (استاد دانشگاه یزد)، زهرا حق‌شناس فرد (پسادکتری کانادا)، علی مهدی‌فر (دانشیار دانشگاه شهرکرد)، مالک باقری هارونی (استادیار دانشگاه اصفهان) محمد ملک محمد (استادیار دانشگاه اصفهان)، شبیر برزنجه (پسا دکتری دانشگاه آخن آلمان)، شهرام دهدشتی (پسا دکتری، ژیجیانگ چین)، داود رئوفی (دانشیار دانشگاه همدان)، آذردخت مظاهری (استادیار دانشگاه مالک اشتر)، محسن قاسمی (استادیار دانشگاه شهرکرد)، آیت ا.. کریم‌زاده (دانشگاه امیر کبیر)

بسیاری از فارغ‌التحصیلان دورهٔ کارشناسی ارشد در زمینهٔ اپتیک کوانتومی نیز در دانشگاه‌های داخلی یا خارجی دوره‌های دکتری خود را تمام کرده یا در حال تحصیل هستند.

برنامه‌های هفتگی منظم گروه

معمولاً بسته به فعالیتی که قرار است در گروه انجام شود جلساتی برگزار می‌شود. مثلاً چون قرار است در زمینهٔ «شبیه‌سازی در اپتیک کوانتومی» فعالیت‌های جدیدی در گروه راه‌اندازی شود، در حال حاضر جلسات هفتگی در این زمینه برگزار می‌شود.

1 squeezed light

نقدی بر
بیان مفهوم جرم به عنوان مقدار ماده در کتاب‌های درسی

ناصر بصیری کجانی[۱]، فاطمه احمدی[۲]
۱ دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تربیت دبیرشهیدرجایی
۲ دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تربیت دبیرشهیدرجایی

چکیده

جرم یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم فیزیک است. دانش‌آموزان در مقاطع تحصیلی مختلف با مفهوم جرم روبرو می‌شوند. در کتاب‌های درسی، جرم به عنوان مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ اجسام تعریف می‌شود. پذیرش این تعریف، به عنوان یک کج‌فهمی، مانع یادگیری معنادار در حوزهٔ فیزیک معاصر می‌شود. در این مقاله، به منظور نقد تعریف جرم به عنوان مقدار ماده، ابتدا سیر تاریخی ظهور و افول مفهوم مقدار ماده را به صورت اجمالی بررسی می‌کنیم. سپس ضمن بیان تاریخچهٔ ورود این مفهوم به کتاب‌های درسی فیزیک، به بررسی وضعیت کنونی تعریف جرم در کتاب‌های درسی پیش از دانشگاه می‌پردازیم.

واژگان کلیدی: جرم، مقدار ماده، کتاب درسی،کج‌فهمی

مقدمه

معمولاً در مکانیک نیوتنی به هر جسم سه نوع جرم نسبت داده می‌شود، به طوری‌که هرکدام، ویژگی‌های کاملاً متفاوتی را توصیف می‌کند[۱]. جرم لختی به عنوان نسبت نیروی اعمال شده بر ذره به شتاب ناشی از این نیرو تعریف می‌شود[۲]. این کمیت بر اساس قانون دوم نیوتن ثابت است و بیانگر میزان مقاومت جسم در مقابل تغییر حرکت است. جرم گرانشی فعال، شدت میدان گرانشی ناشی از جسم را توصیف می‌کند و جرم گرانشی منفعل بیانگر پاسخ یک جسم، به میدان گرانشی است که در آن قرار گرفته است[۱]. از سوی دیگر بر اساس قانون گرانش نیوتن، نیروی گرانشی بین دو جسم متناسب با حاصل ضرب دو کمیت است که هریک به یکی از این دو جسم بستگی دارد. به این دو کمیت به طور کلی، جرم گرانشی گفته می‌شود که بیانگر همان جرم‌های گرانشی فعال و منفعل است. تجربه دیکی و همکارانش در دههٔ ۱۹۶۰ نشان می‌دهد که با دقت 10^{-11} جرم لختی و گرانشی یک جسم با هم برابر است[۳]. از طرفی در سینماتیک نسبیتی، به هر ذره کمیتی به نام جرم سکون نسبت داده می‌شود که در دستگاه سکون ذره تعریف می‌شود و همواره ثابت است. همچنین در نسبیت خاص به هر ذره چارتکانه نسبت داده می‌شود، به نحوی که بخش زمانی آن به صورت حاصل ضرب جرم سکون در ضریب لورنتس است و این حاصل ضرب، جرم نامیده می‌شود[۴]. در رویکرد دیگری در این حوزه، جرم همان جرم سکون در نظر گرفته می‌شود و تکانه به صورت حاصل ضرب جرم در سرعت در ضریب لورنتس تعریف می‌شود.

جرم در کتاب‌های درسی پیش از دانشگاه به صورت مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ جسم تعریف می‌شود. پژوهش پولی‌یزه[۱] و همکاران (۲۰۱۳) حاکی از آن است که تعریف جرم به صورت مقدار ماده، باعث ایجاد کج‌فهمی در درک مفهوم هم ارزی جرم- انرژی می‌شود[۵]. به عبارت دیگر پذیرش مفهوم جرم به عنوان مقدار ماده، در سنین پایین، مانع یادگیری معنادار این هم ارزی در

سنین بالاتر خواهدشد. بر مبنای نظریهٔ یادگیری آزوبل، یادگیری معنادار زمانی به وجود می‌آید که میان دانش جدید و دانش پیشین فرد نوعی ارتباط برقرار شود[۶]. بنابراین دانش پیشین می‌تواند به عنوان یک پل یا یک مانع برای یادگیری‌های جدید محسوب شود. هنگامی که دانش پیشین با دیدگاه دانشمندان متفاوت باشد، فرد دچار کج‌فهمی می‌شود. اگر کج‌فهمی‌ها اصلاح نشوند، به مدت زیادی باقی‌می‌مانند و مانع یادگیری معنادار می‌شوند[۷]. برخی از کج‌فهمی‌ها از طریق محیط‌های آموزشی و کتاب‌های درسی در فراگیران ایجاد می‌شود. بنابراین یکی از تلاش‌هایی که باید در زمینهٔ آموزش فیزیک صورت‌گیرد این است که مفاهیم فیزیک به صورت صحیح در کتاب‌ها و کلاس‌های درس ارائه شود.

سیر تاریخی شکل‌گیری مفهوم جرم به عنوان مقدار ماده

مفهوم مقدار ماده[۲] به عنوان اولین تعریف روشن از مفهوم جرم، در اواخر قرن سیزدهم توسط گیلز رومی[۳] ابداع شد. او برای تمام مواد زمینی دو بعد متعین و نامتعین[۴] در نظر گرفت. از نظر او بعد نامتعین، نامی برای مقدار ماده و بعد متعین، نامی برای حجم بود. او بیان کرد تغییر یکی از آن‌ها به تغییر دیگری منجر نمی‌شود. برای مثال، در فرآیند ترقیق، ابعاد معین افزایش می‌یابد، در حالی‌که مقدار ماده ثابت باقی می‌ماند. با اینکه مفهوم مقدار ماده مورد توجه معاصران گیلز واقع نشد، اما این مفهوم در قرن چهاردهم برای تبیین پدیده ها لازم بود. ریچارد اسوینزهد[۵] چگالی را به مقدار ماده وابسته می‌دانست و جان بوریدان، در تبیین این که چرا یک سنگ جلوتر از یک پر حرکت می‌کند، از این مفهوم استفاده کرد[۸].

این بحث‌ها در زمان گالیله(۱۵۶۴-۱۶۴۲) نیز ادامه داشت. او هرگز تعریف روشنی از جرم پیشنهاد نکرد. گالیله عبارت «massa» را به معنی غیرفنی چیز (stuff) و ماده (matter) به‌کار می‌برد. از نظر او فضا، زمان و اندازه حرکت، کمیت‌های اساسی مکانیک بودند. اما او هرگز اندازه حرکت را به عنوان حاصل ضرب جرم و سرعت نمی‌شناخته است[۲].

اولین کسی که مفهوم مقدار ماده را به معنی جرم لختی، به کار می‌برد کپلر(۱۵۷۱-۱۶۳۰) است. او می‌گوید: «لختی یا مخالفت با حرکت، یکی از مشخصات ماده است؛ هرچه مقدار ماده در یک حجم معین بیشتر باشد، لختی هم بیشتر است». کپلر به دنبال توجیه دینامیکی حرکت سیارات بود. او بیان کرد سیاره ها تنها نقاط ریاضی نیستند بلکه اجسام مادی، با نوعی مقاومت، در مقابل حرکت هستند که میزان این مقاومت را حجم و چگالی آن‌ها تعیین می‌کند؛ کپلر این مقاومت را لختی نامید. البته این لختی با مفهوم لختی نیوتن، که امروزه به کار می‌بریم، متفاوت است. لختی کپلری صرفاً مقاومت در مقابل تغییر از سکون است، در حالی که لختی نیوتنی مقاومت در مقابل خروج از هر حرکت یکنواخت راست خط است [۳].

در ادامهٔ سیر تحول مفهوم مقدار ماده اندیشه‌های دکارت، هویگنس و ریچر قابل توجه است. رنه دکارت (۱۵۹۶-۱۶۵۰) در چارچوب فلسفهٔ مکانیکی می‌اندیشید. از نظر دکارت گسترش فضایی[۶] تنها ویژگی ضروری ماده بود. او مقدار ماده را حجم و اندازهٔ جسم درنظر می‌گرفت و اندازه حرکت را حاصل ضرب اندازهٔ جسم و سرعت می‌دانست [۹]. هویگنس در سال ۱۶۶۸ برخورد کشسان رو در روی دو جسم نامساوی را مطالعه کرد. بررسی یافته‌های هویگنس نشان می‌دهد، که ایده جرم لختی برای او شناخته شده بود، هرچند او اصطلاح مشخصی برای بیان این ایده نداشت. او برای تعیین سرعت دو جسم A و B بعد از برخورد عبارت «بزرگی دو جسم »[۷] را به کاربردکه نشان دهندهٔ نسبت جرم لختی A و B است. سه سال بعد ژان ریچر کشف کرد که وزن اجسام تابعی از مکان آن‌ها است و به این ترتیب وزن، که تا آن زمان یک خصوصیت بنیادی ماده بود به مقدار ماده و شتاب تحویل شد و این باعث تمایز مفهوم مقدار ماده و وزن شد[۸].

جرم در کتاب‌های درسی پیش از دانشگاه به صورت مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ جسم تعریف می‌شود. پژوهش پولی‌یزه[۱] و همکاران (۲۰۱۳) حاکی از آن است که تعریف جرم به صورت مقدار ماده، باعث ایجاد کج‌فهمی در درک مفهوم هم ارزی جرم-انرژی می‌شود.

در سال۱۶۸۶ کتاب اصول نیوتن منتشر شد. نیوتن در این کتاب، عبارت جرم را به‌کار نبرده است. او از طرفی مقدار ماده را به چگالی و حجم وابسته می‌داند و از سوی دیگر مقدار حرکت را ناشی از سرعت و مقدار ماده می‌داند و می‌افزاید در جسمی با کمیت دو برابر و سرعت یکسان، اندازه حرکت دو برابر می‌شود[۱۰]. با توجه به این تعریف، نیوتن عبارت مقدار ماده را به مفهوم جرم لختی به کار گرفته است. لفظ جرم به عنوان یک واژه فنی و متمایز از وزن، برای اولین بار در سال ۱۷۴۲ به وضوح، توسط جان برنولی به کار گرفته شد. او در کتاب خود[۸] جرم را به صورت نسبت وزن به شتاب تعریف‌کرد[۸].

در قرن هجدهم، ایده پایستگی جرم، که برگرفته از ایده‌های باستانی زوال‌ناپذیری بود، مورد حمایت آنتوان لاووازیه واقع شد. او در کتاب خود[۹] که در سال ۱۷۸۹ منتشر شد، می‌نویسد «هیچ چیز در جریان واکنش‌های مصنوعی یا طبیعی ایجاد نمی‌شود و این می‌تواند به عنوان یک اصل در نظر گرفته شود که در هر واکنش، مقدار اولیه از ماده، با مقدار نهایی ماده، برابر است». در این قرن کتاب‌های درسی و رساله‌ها به طور گسترده مفهوم جرم را به عنوان مقدار ماده‌ای که جسم داراست بیان می‌کردند. در این فضا لئونارد اویلر(۱۷۸۳-۱۷۰۷) یک استثنا بود. اودر سال

۱۷۳۶ در کتاب «مکانیکا» برای اولین بار مفهوم نیوتنی جرم لختی را به عنوان مقدار ماده به‌کارنبرد. او جرم لختی را به صورت یک ضریب عددی که مشخصه جسم است و متناسب با نسبت نیرو به شتاب است تعریف کرد[۸].

تعریف اویلر از جرم در قرن نوزدهم مورد قبول ریاضی فیزیک‌دانان فرانسوی قرار گرفت. در اواسط این قرن با توسعهٔ هندسهٔ نااقلیدسی و افزایش نگرش پوزیتویستی به علوم طبیعی، اصول مکانیک نیوتنی مورد انتقاد افرادی مانند سنت ونانت، کیرشهوف و ماخ قرارگرفت. این نگرش باعث شد، مفهوم نیرو که زمانی نقش محوری در مکانیک ایفا می‌کرد، اکنون به عنوان یک مفهوم متافیزیکی مبهم در نظر گرفته شود که باید از علم خارج شود و ادعا شد که سینماتیک به عنوان تلفیقی از هندسه و زمان از نظر منطقی و روش‌شناسی نسبت به دینامیک برتری دارد و تبدیل مفاهیم دینامیک به مفاهیم سینماتیک به عنوان امری مهم برای مکانیک نظری در نظر گرفته شد. یکی از اولین تحقیقات انجام شده در این زمینه کتاب سنت ونانت بود که در سال ۱۸۵۱ به چاپ رسید. در این اثر، سنت ونانت مفهوم سنتی مقدار ماده را برای نداشتن هر گونه اهمیت فیزیکی، ردکرد[۱۰]. از نظر او جرم به صورت سینماتیکی قابل تعریف بود و آن را از طریق نسبت تغییرات سرعت دو جسم تعریف کرد. ارنست ماخ نیز در انتقاد از نیوتن، مخالف استفاده از واژه «مقدار ماده» بود. برای او اصطلاح مقدار ماده اصلاً اهمیت فیزیکی نداشت. تعریف ماخ از جرم در سال ۱۸۶۸ منتشر شد. او جرم را از طریق نسبت میان شتاب متقابل دو جسم تعریف‌کرد[۸].

کسی که فیزیک جدید را برای اولین بار به ایران آورد، همان معلم توپخانه یا اگوست کرزیز است. تحلیل این متن درسی نشان می‌دهد که این معلم چه اطلاعات اشتباهی را در زمینهٔ فیزیک منتقل کرده‌است. واضح است که وی به علم فیزیک اشراف نداشته است

از اوایل قرن بیستم تعداد کتاب‌هایی که جرم را به صورت مقدار ماده تعریف کرده‌اند به شدت کاهش یافته است. آمار مربوط به ۱۹۱۸ نشان می‌دهد که از میان ۱۲۰ نوشتار مربوط به فیزیک تنها در یک مورد جرم به عنوان مقدار ماده تعریف شده است. اکثر این متون جرم را با نسبت نیرو به شتاب برابر گرفته‌اند[۳].

ورود مفهوم جرم به کتاب های درسی ایران

نخستین کتاب درسی فیزیک در ایران، «جراثقال و حکمت طبیعی» است. اصل این کتاب دست نوشتهٔ مطالبی است که اگوست کریزیز نمساوی[۱۱] در دارالفنون تدریس می‌کرد. این کتاب توسط میرزا زکی مازندرانی از فرانسه به فارسی ترجمه شد و شش سال پس از تأسیس دارالفنون در سال ۱۲۳۶(۱۸۵۷) چاپ شد[۱۱]. متن ویرایش شدهٔ این کتاب را انجمن فیزیک ایران در سال ۱۳۸۲ با عنوان فیزیک نمساوی منتشر کرد. در صفحهٔ ۳۰و ۳۱ فیزیک نمساوی آمده‌است: «ماده چیزی است که به واسطهٔ آن اجسام مادی یا طبیعی در حواس ما معمول داشته می‌شوند. توده یا کومه عبارت است از مقدار ماده که جسم از او مرکب می شود». همچنین در صفحه ۱۰۴می‌توان دید: «حاصل ضرب توده یک جسم را با تندی، مقدار حرکت می‌نامند». از مقایسه این دو، مشخص است که عبارت توده و کومه به عنوان جرم به کار برده شده است.

از طرفی می‌دانیم که دارالفنون در سال ۱۲۳۰ (۱۸۵۱) تأسیس شده است، این تاریخ دقیقاً منطبق بر تاریخ انتشار کتاب سنت ونانت در مورد رد مفهوم مقدار ماده به عنوان مفهوم جرم است. در حالی که فیزیک نمساوی شش سال پس از این تاریخ به چاپ رسیده است و این به نحوی بیانگر ضعف علمی اگوست کرزیز است. نویسندهٔ کتاب ایران ۱۴۲۷، در صفحهٔ ۱۱۳ این کتاب می‌نویسد:

«معلم فیزیک دارالفنون، یعنی کسی که فیزیک جدید را برای اولین بار به ایران آورد، همان معلم توپخانه یا اگوست کرزیز است. تحلیل این متن درسی نشان می‌دهد که این معلم چه اطلاعات اشتباهی را در زمینهٔ فیزیک منتقل کرده‌است. واضح است که وی به علم فیزیک اشراف نداشته است.... بدیهی است که این شروع اسفناک از آموزش غلط و هدر دادن استعدادهای کشور بوده‌است، که اثرهای آن ماندنی شده است»[۱۲].

وضعیت کنونی تعریف جرم در کتاب‌های درسی

با این که از زمان انتشار فیزیک نمساوی ۱۵۷ سال گذشته است و مفهوم جرم تحول یافته است، اما وضعیت تعریف این کمیت، در کتاب‌های درسی ایران در مقاطع قبل از دانشگاه چندان تغییر نکرده است. در حال حاضر دانش‌آموزان برای اولین بار در علوم تجربی سال سوم ابتدایی با مفهوم جرم به عنوان مقدار ماده آشنا می‌شوند و تا پایان دورهٔ راهنمایی نیز، جرم به همین صورت تعریف می‌شود. همچنین در کتاب‌های شیمی سال اول و سوم دبیرستان پایستگی جرم معادل پایستگی ماده درنظر گرفته می‌شود. این بیان تلویحاً جرم را مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ جسم قلمداد می‌کند. در شیمی سال اول دبیرستان «یک مول از هر ذره (اتم، مولکول یا یون) به تعداد عدد آووگادرو از آن ذره است». از طرفی مول بیانگر مقدار مادهٔ یک سیستم است[۱۳]. پس مفهوم مقدار ماده بیانگر تعداد اجزای سازندهٔ یک جسم است. حال اگر جرم به صورت مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ یک جسم تعریف شود؛ دانش‌آموز با یک برداشت قیاسی جرم را همان تعداد ذرات سازندهٔ جسم تصور می‌کند. اگرچه جرم با مقدار ماده رابطه دارد ولی جرم مقدار ماده نیست. در تأیید این مطلب

نویسندگان کتاب مبانی فیزیک آورده‌اند: « طبق تصمیم چهاردهمین کنفرانس عمومی اوزان و مقادیر که در اکتبر ۱۹۷۱ در پاریس برگزار شد، یکای بنیادی دیگری به دستگاه یکاهای بین‌المللی (SI) افزوده شد که یکای مقدار جسم است. مقدار جسم آن کمیت فیزیکی است که با تعداد عناصر ساختمانی ویژه‌ای (مولکول، اتم، غیره) که جسم از آن تشکیل شده است معین می‌شود. چون جرم یک عنصر ساختمانی (مثلا مولکول) برای اجسام گوناگون فرق می‌کند، از این رو مقدار یکسانی از اجسام گوناگون جرم‌های متفاوتی دارند، مثلا 10^{25} مولکول هیدروژن و 10^{25} مولکول اکسیژن از نظر مقدار جسم یکسان‌اند ولی جرم آن‌ها متفاوت است و به ترتیب عبارت‌اند از ۳۳٫۴۵ g و ۵۳۱٫۴۵ g. بالاخره به این طریق چهاردهمین کنفرانس عمومی این مسأله را روشن کرد که جرم، سنجشی از مقدار جسم نیست»[۱۴].

از منظر دیگر بر اساس آنچه در مورد جرم در نسبیت خاص بیان شد، می‌توان این پرسش را مطرح کرد که «آیا جرم برابر با مقدار ماده است؟ و آیا پایستگی جرم به معنی پایستگی ماده است؟ خواص فضازمان در نسبیت خاص، پایستگی جرم را به معنی پایستگی انرژی به‌دست می‌دهد؛ به عبارت دیگر انرژی مضربی است از جرم لختی، چون اصل هم‌ارزی در نسبیت عام بیان می‌کندکه جرم لختی و جرم گرانشی برابر هستند، پس می‌توان به طور کلی گفت که انرژی و جرم متناسب‌اند. به این ترتیب به مفهوم جرم نباید به صورت محتوای مادی یک ذره نگاه کرد، بلکه صحیح‌تر این است که جرم را با انرژی ذره مترادف بگیریم»[۴].

در ادامهٔ سیر بررسی کتاب‌های درسی می‌توان به کتاب‌های فیزیک دبیرستان اشاره کرد. در فیزیک سال اول و سوم، علیرغم کاربرد فرمول‌هایی که دربردارندهٔ جرم است، به مفهوم جرم پرداخته نمی‌شود اما در فیزیک سال دوم با پرهیز از تعریف جرم به عنوان مقدار ماده، مفهوم جرم لختی بیان می‌شود. در فیزیک سال چهارم، با این که یک فصل به مبحث دینامیک اختصاص داده شده است ولی مفهوم جرم ارائه نمی‌شود. این رویکرد در حالی است که در مبحث سینماتیک این کتاب، مفاهیم سرعت و شتاب متوسط که در سال دوم هم به درستی ارائه شده است، دوباره تعریف می‌شود. با این رویکرد، دانش‌آموزان در طول دوران تحصیل خود فقط یک مرتبه در کتاب فیزیک سال دوم با مفهوم جرم، نه به عنوان مقدار ماده، بلکه به عنوان معیاری برای مقاومت جسم در مقابل تغییر سرعت آشنا می‌شوند و در سایر کتاب‌های درسی جرم را همچنان به عنوان مقدار ماده می‌شناسند. در جدول زیر، نمونه‌هایی از نحوهٔ ارائهٔ این مفهوم در کتاب‌های درسی چاپ ۱۳۹۳ بیان شده است[۱۵].

نتیجه‌گیری و پیشنهاد:

این بررسی نشان می‌دهد معمولاً دانش‌آموزانی که وارد دانشگاه می‌شوند. تصوری از جرم، جز مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ جسم ندارند. پس جای تعجب نیست که درک مفهوم جرم، در حوزهٔ نسبیت و گرانش برایشان دشوار باشد. زیرا یک کج‌فهمی واقعی که مانع یادگیری معنادار است، ایجاد شده است؛ لذا با توجه به سیستم متمرکز آموزش در ایران پیشنهاد می‌شود تعریف جرم در کتاب‌های درسی مورد بازنگری قرارگیرد و با ارائهٔ تعاریفی از جرم که مورد اتفاق نظر فیزیک‌دانان معاصر است از بروز کج فهمی نسبت به این مفهوم اساسی جلوگیری شود. همچنین به‌نظر می‌رسد، تشکیل کمیته‌ای متشکل از دانشگران، به منظور نظارت بر چگونگی ارائهٔ مفاهیم بنیادی در کتاب‌های درسی ضرورت داشته باشد تا این مفاهیم بنیادی به صورت دقیق، ساخته و پرداخته شود.

عنوان کتاب	صفحه	گزاره
علوم تجربی سوم دبستان	۲۵	همهٔ اجسام از ماده تشکیل شده‌اند. مقدار ماده تشکیل دهندهٔ هر جسم را جرم جسم می‌نامند.
راهنمای معلم علوم تجربی سوم دبستان	۹۱	جرم مقدار ماده‌ای است که در یک جسم وجود دارد و جرم یک جسم همواره ثابت است.
علوم تجربی ششم دبستان	۵۴	جرم یک جسم به مقدار مادهٔ تشکیل دهندهٔ آن بستگی دارد.
علوم پایه ی هفتم	۷	جرم هر جسم مقدار ماده تشکیل دهنده آن جسم است.
فیزیک سال دوم دبیرستان	۵۸	جرم هر جسم معیاری برای مقاومت جسم در مقابل تغییر سرعت است که به آن لختی نیز گفته‌می‌شود.
شیمی سال اول دبیرستان	۸۵	یکی از ویژگی‌های ماده داشتن جرم است. بنابراین، پایستگی جرم از پایستگی ماده حکایت دارد.
شیمی سال سوم دبیرستان	۳	همهٔ واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی ماده یا قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.
	۱۳	جرم از جمله کمیت‌هایی است که به آسانی و در آزمایشگاه قابل سنجش است.

قدردانی

از آقای دکتر حمیدرضا سپنجی برای بازخوانی متن مقاله و ارائهٔ نظرات اصلاحی صمیمانه تشکر می‌کنیم.

1 -Pugliese

2 -quantitas materiae

۳- در زبان لاتین اگیدیوس Romanus Aegidius نامیده می شود. گیلز (۱۳۱۶-۱۲۴۳) استاد بزرگ دانشگاه پاریس بود.

۴- اصطلاح بعد متعین و نامتعین (determinate and indeterminate dimension) برای اولین بار توسط ابن رشد اندلسی(۱۱۹۸-۱۱۲۶) ابداع شد. از نظر او بعد متعین ، گستردگی فضایی ماده و بعد نامتعین، جوهر ماده را مشخص می کرد[۳].

5-Richard Swineshead

6 -extension

7 -sic B ad A magnitudine

8 -Meditatio de natura centri oscillationis

9- Traite elementaire de chimie

10 - “In this work, as well as in numerous articles in the Comptes rendus, Saint- Venant rejects the tra ditional concept of a quantitas materiae as being void of any physical significance” [۸].

۱۱- نمسا نام قدیم اتریش است.

منابع

[1] D’Inverno, R. A.(1998). Introducing Einstein’s Relativity. Oxford University Press.(P- 125)

[2] Jammer, Max. (2000). Concepts of mass in contemporary physics and philosophy. Princeton University Press.(p- 6,8)

[۳] منصوری، رضا؛ ۱۳۷۴؛ مفهوم جرم؛ مجله فیزیک؛ سال نهم؛ شماره ۱و۲؛ ۱۸-۲۳.

[۴] خسروی، شهرام؛ منصوری، رضا؛ ۱۳۸۹؛ نسبیت خاص؛ چاپ اول؛ تهران؛ مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف؛ ص ۹۷و ۹۸.

[5] Pugliese, Michelini, Santi . (2013) Exploring the Concept of Mass in Classical and Relativistic Physics Frameworks for Secondary. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 93, 873 – 879

[۶] سیف، علی اکبر؛ ۱۳۹۲؛ روانشناسی پرورشی نوین (روانشناسی یادگیری و اموزش) ؛ ویرایش هفتم؛ تهران؛ دوران؛ ص ۱۶۷.

[7] Davis, B. G. (1997). Misconceptions as barriers to understanding science. Science teaching reconsidered: A hand book. Washington, DC: National Academy. http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=5287&page=28

[8] Jammer, Max. (1997).Concepts of mass in classical and modern physics. Courier Dover Publications. (pp.40-95)

[۹] وستفال، ریچارد(۱۹۷۹)؛ تاریخ پیدایش علم جدید؛ ترجمه عبدالحسین آذرنگ(۱۳۸۷) ؛ رضا رضایی؛ تهران؛ نشر نی؛ ص ۵۹و ۱۹۵.

[10] Newton, I. (1934). Sir Isaac Newton’s mathematical principles of natural philosophy and his system of the world. Univ of California Press.(pp.1-3)

[۱۱] کرشیش، اگوست؛ ۱۳۸۲؛ فیزیک نمساوی؛ ترجمه میرزازکی مازندرانی؛ چاپ اول؛ تهران؛ مرکز نشر دانشگاهی.

[۱۲] منصوری، رضا؛ ۱۳۸۰؛ ایرانِ ۱۴۲۷ عزم ملّی برای توسعه علمی و فرهنگی؛ چاپ سوم؛ تهران؛ طرح نو؛ ص ۱۱۳.

[13] SI Brochure: The International System of Units (SI) [8th edition, 2006; updated in 2014] http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure

[۱۴] یاورسکی، ب، م. پینسکی؛ ا. ا. مبانی فیزیک. ترجمه محمد تقی توسلی. مهرانگیز طالب زاده. ناصر مقبلی. ۱۳۷۶. تهران: مرکز نشر دانشگاهی

[۱۵] کتاب‌های‌درسی مقاطع ابتدایی؛ راهنمایی؛ متوسطه؛ چاپ ۱۳۹۳.

شماره‌های پیشین فصل‌نامهٔ «فیزیک روز»

در وبگاه مجله در دسترس است.

www.psimag.ir

سراب
تصویر شیء در سطح تخت زمین است

محمد تقی توسلی[۱]، صغری اصانلو[۲]، علی صالح پور[۳]

۱ دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تهران
۲ دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایهٔ زنجان
۳ پارک علم و فن‌آوری، دانشگاه تهران

چکیده

سراب پدیدهٔ جالبی است که در کویر و بزرگراه‌ها، معمولاً در روزهای آفتابی، مشاهده می‌شود. باور رایج بر این است که سراب در اثر بازتاب کلی نور گسیل‌یافته از شیء واقع در هوای سردتر نسبت به هوای مجاور سطح زمین، از لایه‌های هوای مجاور سطح زمین در روزهای آفتابی تشکیل می‌شود. در برخی از گزارش‌ها و مقالاتِ مجلات علمی‌در مورد این‌که سراب به سبب بروز شیب (گرادیان) دما در لایه‌های مجاور سطح زمین در اثر تابش نور خورشید تشکیل می‌شود تردید نشان داده شده و از مشاهدهٔ سراب در هوای سرد سخن رفته است و سراب را به تشکیل تصویر در سطوح ناصاف، در فرودهای خراشان نور نسبت داده‌اند. استدلال‌های گروه اول، که در آن‌ها محاسباتی در مورد فاصلهٔ مشاهدهٔ سراب و تغییر دما نیز دیده می‌شود، همگی بر حدس تغییر دما یا تغییر ضریب شکست استوار است و بر آزمایش و اندازه‌گیری مبتنی نیست. گروه دوم صرفاً به گزارش مشاهدات خود اکتفا کرده‌اند. در مقاله‌ای که ارائه خواهد شد، ضمن مرور اجمالیِ موضوع در مجلات علمی، نشان داده می‌شود که اصل فرما در اپتیک پرتوی محتوی موجی نیز دارد و از آن تداخل سازنده و تخریبی که لازمهٔ تشکیل تصویر است استنباط می‌شود. این اصل پراش نور را نیز توصیف و توجیه می‌کند. علت این‌که ما تصویر خود را در سطوح ناصاف مشاهده نمی‌کنیم تخریب همدوسی جبهه موج‌های انتشار یافته از هر نقطهٔ چهرهٔ ما در اثر اعمال فازهای کاتوره‌ای توسط سطوح ناصاف است. همچنین، با مرورِ نظریهٔ تشکیل تصویر در سطوح ناصاف، با ارائهٔ تحلیل نظری، نتایج آزمایش‌ها در آزمایشگاه و در کویر و ارائهٔ عکس‌های متنوع نشان می‌دهیم که سراب نمی‌تواند در اثر بازتاب کلی از لایه‌های مجاور سطح زمین تشکیل شود. سراب، تصویر شیء در سطح ناصاف است و فاصلهٔ مشاهده به ناصافی سطح و شدت برتابندگی بر شیء بستگی دارد.

۱- مقدمه

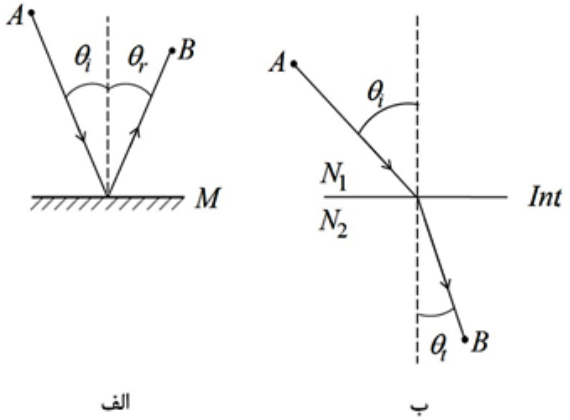
در کتاب‌های درسی و فرهنگ‌ها [۱,۲] سراب به شیب دمایی نسبت داده می‌شود که روزهای آفتابی در هوای مجاور سطح زمین ایجاد می‌شود. در جستجوی موضوع سراب در مجلات علمی‌گزارشی در مجلهٔ نیچر[۱] پیدا کردیم که در آن به گزارشی به تاریخ ۱۸۷۰ در مورد سراب اشاره شده بود [۳]. در این مجله و در مجلهٔ ساینس[۲] گزارش‌هایی در مورد سراب پیدا کردیم که از

۱۸۹۸ تا ۱۹۲۱ چاپ شده بودند [۹-۴]. در اغلب این گزارش‌ها، سراب به بازتاب کلی نور از لایه‌های هوای مجاور زمین نسبت داده شده است، ولی برخی از مؤلفان در این امر تردید کرده‌اند. مقاله‌ای مفصل، ولی کیفی در مجلهٔ ساینتیفیک امریکن[۳] در سال ۱۹۷۶ انتشار یافته است که در آن سراب بر پایهٔ بازتاب کلی نور از لایه‌های هوای مجاور سطح زمین توصیف شده است[۱۰]. در دهه‌های اخیر در مقاله‌ای تحت عنوان «آینهٔ سراب روی دیوار»، مؤلفین با فرض ایجاد سراب در اثر شیب دما، محاسباتی روی تغییر ضریب شکست هوا انجام داده‌اند[۱۱] و در مقالهٔ دیگری تحت عنوان «تصاویر معکوس نشده در سراب‌های نامرغوب» [۱۲]، مؤلفین فاصلهٔ سراب تا مشاهده‌گر را از طریق تخمین دما حساب کرده‌اند. ولی اخیراً برخی از مؤلفین ارتباط شیب دما با تشکیل سراب را زیر سؤال برده‌اند. در مقاله‌ای تحت عنوان «بازتاب آینه‌ای از سطح ناصاف»، تشکیل تصویر در سطح شیشهٔ جام ناصاف شده، در فرودهای خراشان نور (زاویه‌های فرود نزدیک به ۹۰°) گزارش شده است[۱۳]. در مقالهٔ دیگری [۱۴] مؤلفین، ضمن مطالعهٔ تجربی تشکیل تصویر در سطح شیشه‌های جام ناصاف شده، نشان داده‌اند که یک زاویهٔ آستانه‌ای برای تشکیل تصویر در سطوح ناصاف وجود دارد که به ناصافی سطح بستگی دارد. آن‌ها نظریه‌ای برای تشکیل تصویر در سطوح ناصاف ارائه کرده‌اند و با نتایج چند آزمایش آن را مورد تأیید قرار داده‌اند . بعلاوه، آن‌ها پیشنهاد کرده‌اند که سراب می‌تواند تصویر شیء در سطح ناصاف باشد. در مقالهٔ دیگری تحت عنوان «سراب‌های سطح جاده: بست‌های از هوای داغ؟» [۱۵]، مؤلفین بررسی‌های خود را از سراب‌هایی که در یک بزرگراه تشکیل شده ارائه داده‌اند. آن‌ها عکس‌هایی از سراب نشان داده‌اند که در طول روز در هواهای گرم و سرد گرفته‌اند. همچنین آن‌ها با ارائه نتایج چندآزمایش متقاعد شده‌اند که نمی‌توان سراب را بر اساس تغییر دما در هوای مجاور سطح زمین توصیف کرد. مؤلفین مرجع [۱۶] نتایج چند آزمایش در کویر را گزارش کرده‌اند که در آن‌ها با استفاده از اشیای مختلف در طول روز و در مسافت‌های متفاوت، سراب ثبت شده است. همچنین، آن‌ها تفاوت دمای زمین با دمای هوای مجاور را برای هر عکس ثبت‌شده‌ای اندازه گرفته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که میان تغییر دما و فاصلهٔ مشاهدهٔ سراب رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد.

این مرور و بررسی کلی نشان می‌دهد که منشأ تشکیل سراب موضوعی است که دست‌کم ۱۴۰ سال محل بحث بوده است. در بخش‌هایی که به دنبال می‌آید نشان می‌دهیم که ماهیت موجی نور نیز در اصل فرما مستتر است و تداخل سازنده و تخریبی که برای تشکیل تصویر در هر دستگاه تصویرسازی لازم است از آن استنباط می‌شود. علت این‌که ما نمی‌توانیم تصویر خود را در سطح ناصاف مشاهده کنیم این است که سطح ناصاف با اعمال فازهای کاتوره‌ای روی هر سطح موجی که از هر نقطهٔ چهرهٔ ما صادر می‌شود، همدوسی لازم را برای تداخل سازنده و تخریبی از بین می‌برد. بعلاوه، با تحلیل نظری و ارائهٔ آزمایش‌های متعدد نشان می‌دهیم که شیب دما در لایه‌های هوای مجاور سطح زمین نمی‌تواند به تشکیل سراب منجر شود و سراب تصویر شیء در سطح تخت زمین است و فاصلهٔ مشاهدهٔ آن به ناصافی سطح و به شدت نوری که شیء گسیل می‌دارد بستگی دارد.

۲- اصل فرما ماهیت موجی دارد

در اپتیک پرتوی (هندسی) از اصل فرما قوانین بازتاب و شکست نور را نتیجه می‌گیرند. بنا به اصل فرما، نور برای رفتن از نقطهٔ A به نقطهٔ B در بازتاب، شکل ۱.الف، و در عبور، شکل ۱.ب، از میان بینهایت مسیر ممکن مسیری را انتخاب می‌کند که تفاوت راه نوری آن با راه‌های نوری مجاور در تقریب اول صفر باشد. به عبارت دیگر، راه‌های نوری مجاور به راه نوری منتصب به $\theta_i = \theta_r$ و $N_1 \sin\theta_i = N_2 \sin\theta_t$ با هم برابرند. N_1 و N_2 ضرایب شکستِ دو محیطی هستند که نور در آن‌ها انتشار می‌یابد. در اپتیک پرتوی دلیلی برای این رفتار نور وجود ندارد. اما از دیدگاه اپتیک موجی، جبههٔ موج کروی که از نقطهٔ A صادر می‌شود بر تمام سطح آینهٔ M و یا سطح مشترک (Int) فرود می‌آید و در تمام جهات پراشیده می‌شود. پرتوهای پراشیده به طور سازنده و تخریبی با یکدیگر تداخل می‌کنند و نور در جهت‌هایی ظاهر می‌شود که در آن جهت‌ها تداخل سازنده روی می‌دهد. در دستگاه‌های تصویرساز، نور از اصل فرما تبعیت می‌کند، یعنی در جهت‌هایی منتشر می‌شود که تداخل سازنده امکان دارد. بنابراین، تداخل سازنده و تخریب‌شونده برای تشکیل تصویر لازم است. در واقع، لازم است انرژی‌هایی که در نواحی تداخل تخریبی از بین می‌روند، در نواحی مجاور با تداخل سازنده ظاهر شوند. اما اگر فازهای کاتوره‌ای در بازهٔ $(0,2\pi)$ یا بیش‌تر، روی جبههٔ موجی که از نقطهٔ A خارج شده است اعمال شود همدوسی فضایی باریکهٔ نور خراب می‌شود و تصویر از بین می‌رود. بنابراین، تشکیل تصویر یک پدیدهٔ موجی است. در بخش‌های بعد به این موضوع مفصل‌تر خواهیم پرداخت.



شکل ۱- اصل فرما در اپتیک پرتوی. نور برای رفتن از نقطهٔ A به نقطهٔ B، از میان بینهایت مسیر ممکن، مسیری را انتخاب می‌کند که در شکل ۱. الف به $\theta_i = \theta_r$ و در شکل ۱.ب به $N_1 \sin\theta_i = N_2 \sin\theta_t$ منتصب است و راه‌های نوری مجاور این مسیرها با هم برابرند.

۳- اصل فرما پراش نور را نیز توصیف می‌کند

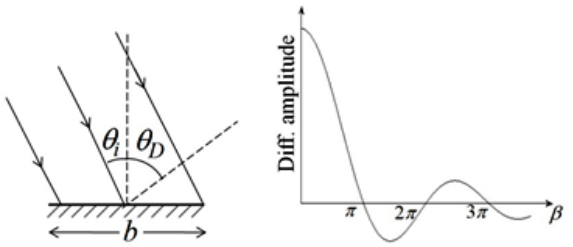
در شکل ۲.الف، باریکهٔ موازی نور با زاویهٔ فرود θ_i بر آینهٔ بلندی با پهنای b فرود می‌آید. با استفاده از انتگرالِ فرنل ـ کیریشهف برای میدان دور، دامنهٔ نور پراشیده در جهت θ_D [۱۷] می‌شود:

$$\psi(\theta_D)=\frac{A\,b\sin\beta}{\beta} \qquad (۱)$$

که در آن

$$\beta=\frac{\pi b}{\lambda}(\sin\theta_D-\sin\theta_i) \qquad (۲)$$

در رابطهٔ فوق A و λ به ترتیب دامنهٔ بازتابیده از واحدِ پهنای آینه و طول‌موج نور فرودی‌اند. با توجه به روابط (۱) و (۲) واضح است که برای مقادیر بزرگِ $\frac{b}{\lambda}$ ، عملاً، نور در جهت $\theta_D=\theta_i$ که اصل فرما در اپتیک پرتوی ایجاب می‌کند انتشار می‌یابد. می‌دانیم که در اپتیک پرتوی، به طور ضمنی، پهنای آینه نسبت به طول موج بسیار بزرگ‌تر انتخاب می‌شود. نمودار شکل ۲.ب نشان می‌دهد که در بیشینه و کمینهٔ پراش، راه‌های نوریِ مسیرهای حوالی هر دامنه فرینه، در تقریب اول، با هم برابرند. از این رو، در نزدیکی این نقاط، طبق شرایطی که اصل فرما تعیین می‌کند، تداخل سازنده وجود دارد. اما در جهات متناظر $\beta=m\pi(m=1,2,3,\ldots)$ ، چون دامنه‌های دو طرفِ این نقاط هم علامت نیستند، تداخلِ تخریب‌کننده اتفاق می‌افتد.



الف ب

شکل ۲ الف. پراش نور از آینه. باریکهٔ نوری که بر آین‌های با پهنای b با زاویهٔ فرود θ_i می‌تابد، در تمام جهاتِ واقع در صفحه کاغذ پراشیده می‌شود. ب. نمودار دامنهٔ پراشیده در جهت $\theta_D \geq \theta_i$.

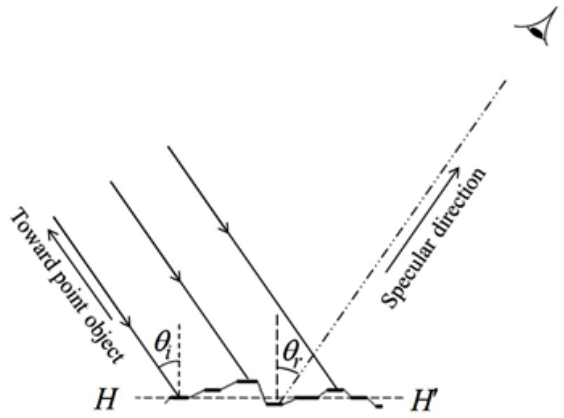
بنابراین، در پراش نور از آینه یا شکافی با پهنای باریک، نور از اصل فرما تبعیت می‌کند و در جهاتی منتشر می‌شود که تداخل سازنده مجاز است؛ ولی با شدت یا وزن‌های متفاوت.

بدیهی است که این ره‌یافت فرما در مورد انتشار سایر ذرات نیز صادق است. تأکید می‌شود که وجود همدوسی فضایی در پهنای باریکه‌های فرودی و پراشیده، زمینه را برای تداخل سازنده و تخریب شوندهٔ لازم برای تشکیل تصویر فراهم می‌کند.

۴- تشکیل تصویر در صفحهٔ ناصاف

۴-۱- مروری کوتاه بر مبانی مورد نیاز

در گزارش قبلی در مورد تشکیل تصویر در سطوح ناصاف[۱۴] از سطوح شیشه‌های جامِ ساییده با پودر به عنوان صفحه‌های ناصاف، و از شکاف باریکیِ که با نور روشن می‌شود به عنوان شیء استفاده کردیم. برای این گزارش از ورقه‌های کاغذ و مقوا، دیوار سفید، و ورقه‌های سنگ به رنگ روشن و با ناصافی‌های متفاوت به جای سطح ناصاف استفاده کردیم. تفاوت عمدهٔ این نمونه‌ها با سطح شیشهٔ جام ناصاف در این است که در نمونهٔ اخیر اکثر صفحک‌های۱ facets)) موجود در سطح ناصاف، موازی با صفحه‌ای قرار دارند که به صفحهٔ میانگین سطح ناصاف موسوم است، در حالی که توزیع جهت این صفحک‌ها در نمونه‌های دیگر کاتوره‌ای است. این نکته با تاباندن نورِ قطبیدهٔ خطی به صفحهٔ ناصاف آزمایش شد. قطبیدگی خطی در نورهای بازتابی و عبوری از شیشهٔ جامِ ناصاف محفوظ می‌ماند، در حالی که در سایر نمونه‌ها قطبیدگیَ عملاً از بین می‌رفت. شیء مورد استفاده در این گزارش تیغه‌ای به ابعاد ۱۰۰×۷۵mm بود که روی آن



شکل ۳ تشکیل تصویر در صفحهٔ ناصاف. مقطعِ قسمت کوچکی از یک صفحهٔ ناصاف که با نورِ شیءای که عملاً نقطه‌ای است و در فاصلهٔ دور از صفحه واقع شده، روشن شده است. اگر شدت نور پراکندهٔ همدوس در جهت $\theta_r=\theta_i$ قابل ملاحظه باشد، با نگاه کردن در امتداد بازتاب آینه‌ای به سطح نا صاف تصویر شیء نقطه‌ای مشاهده می‌شود. خط چین HH'، امتداد صفحهٔ میانگین در سطح ناصاف است.

با سه نوار کاغذی به رنگ‌های قرمز، سبز و آبی پوشیده شده بود. کاغذ این نوارها به قدر کافی ناصاف بودند که نور در بازهٔ زاویه بزرگی پراکنده می‌شد.

وقتی باریکهٔ نور موازی بر سطح ناصافی در مقیاس بزرگ فرود می‌آید در تمام جهات پراکنده می‌شود، اما نور پراکندهٔ همدوس فقط در جهت بازتابِ آینه‌ای امکان حضور پیدا می‌کند[۱۸،۱۹]. دامنهٔ نور پراشیده در جهت بازتاب آینه‌ای با رابطه زیر [۱۴،۱۸] بیان می‌شود:

$$E_N(\theta_i) = R\int_{-\infty}^{+\infty} P_N(h)\exp(-2ikh\cos\theta_i)dh, \quad (3)$$

که در آن $E_N(\theta_i)$، R، $P_N(h)$، k و θ_i به ترتیب نمایندهٔ دامنهٔ بهنجارِ پراشیده در جهت بازتاب آینه‌ای از پهنای واحد سطح ناصاف، نسبت مساحت تمام صفحک‌های سطح ناصافِ موازی با صفحهٔ میانگین به مساحت صفحهٔ میانگین، تابع بهنجارِ توزیع ارتفاع (فاصله) از صفحهٔ میانگین، عدد موج، و زاویهٔ فرود هستند. برای اکثر سطوح ناصاف $P_N(h)$ یک تابع گاؤسی است[۱۸،۱۹] :

$$P_N(h) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp(\frac{-h^2}{2\sigma^2}), \quad (4)$$

که در آن σ جذر میانگین انحراف‌های ارتفاع، موسوم به ناصافی است. با قرار دادن رابطه (۴) در رابطه (۳) و گرفتن انتگرال، رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$E_N(\theta_i) = R\ \exp(\frac{-8\pi^2\sigma^2\cos^2\theta_i}{\lambda^2}). \quad (5)$$

و شدتِ متناظر آن می‌شود:

$$I_N(\theta_i) = R^2\exp(\frac{-16\pi^2\sigma^2\cos^2\theta_i}{\lambda^2}). \quad (6)$$

رابطهٔ (۶) شدت نور همدوسی را نشان می‌دهد که در جهت بازتاب آینه‌ای از سطح ناصافی پراشیده می‌شود که یک چشمهٔ نقطه‌ای از فاصلهٔ دور آن را روشن کرده است (شکل ۳). در صورتی که مقدار $\frac{\sigma}{\lambda}$ قابل‌ملاحظه، و زاویه‌های فرود نور کوچک باشد، شدت نورِ بازتابیدهٔ همدوس ، رابطهٔ (۶)، خیلی کوچک می‌شود و تصویر در سطح ناصاف مشاهده نمی‌گردد. ولی برای زاویه‌های فرود بزرگ $\theta_i \to \frac{\pi}{2}$، شدت فوق قابل‌ملاحظه است و تصویر مشاهده می‌شود. بنابراین، در زاویه‌های فرودِ خراشان، صفحه ناصاف مثل آینه عمل می‌کند. بنا به رابطه (۶) ظاهر شدن تصویر به ناصافی σ و طول موج λ بستگی دارد. با توجه به این‌که برای $h = 2\sqrt{2\ln 2}\sigma$ مقدار $P_N(h)$ به نصف مقدار بیشینهٔ خود می‌رسد و این معادل می‌شود با این‌که داشته باشیم[۲۰]:

$$\frac{2\cos\theta_T}{\lambda} = \frac{1}{2\sqrt{2\ln 2}\sigma}. \quad (7)$$

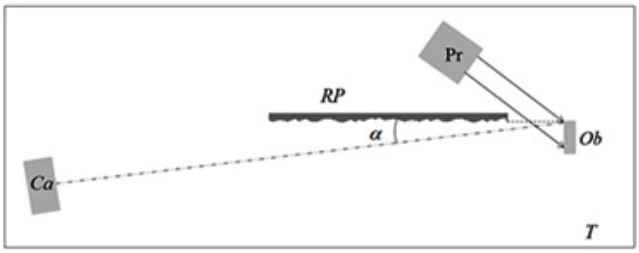
از این رو، رابطهٔ (۷) را تعریف زاویهٔ فرود آستانهٔ مشاهدهٔ تصویر، θ_T، می‌گیریم. شدت بهنجار متناظر آن می‌شود:

$$I_N(\theta_T) = \exp(\frac{-\pi^2}{2\ln 2}), \quad (8)$$

و یا

$$I_r(\theta_T) = I_i\ \exp(\frac{-\pi^2}{2\ln 2}), \quad (9)$$

که در آن $I_r(\theta_T)$ و I_i به ترتیب نمایندهٔ شدت بازتابیده در زاویهٔ فرود آستانه، و شدت بازتابیده از سطحی مشابه ولی صاف است. بنا به رابطه (۶) در نوردهی بسفام، طیف پراشیده

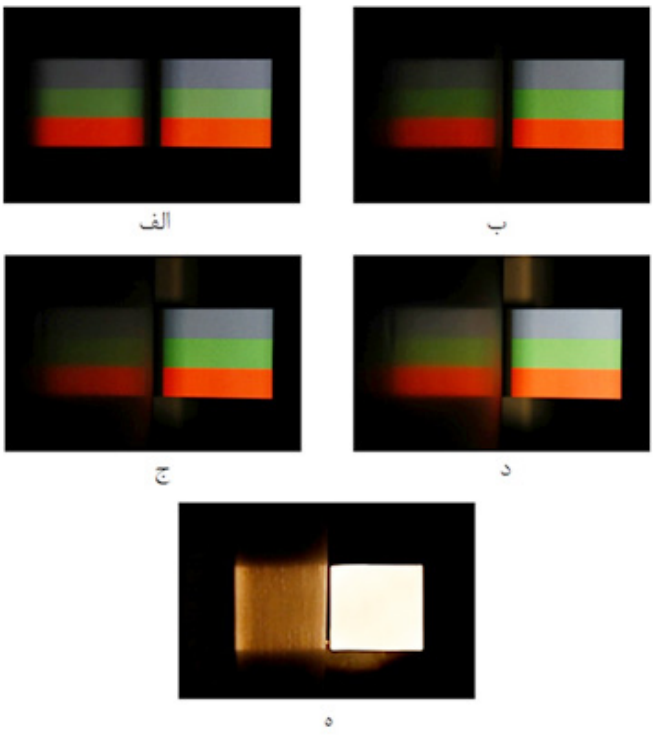


شکل ۴- طرح دو بعدی از چیدمانی که برای ثبت تصویر در صفحهٔ ناصاف به کار رفته است. نشان‌های Ca، Rp، Pr، Ob، α و T به ترتیب نشانگر دوربین عکاسی، صفحهٔ ناصاف، نورافکن، شیء، زاویهٔ میان دوربین و صفحهٔ ناصاف و میز چیدمان‌اند.

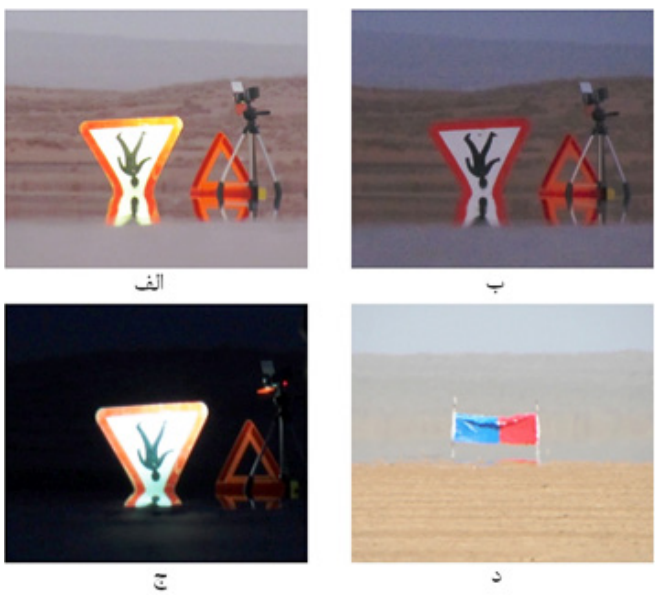
در جهت بازتاب آینه‌ای شدیداً تعدیل می‌شود و انتقال به سرخ شدید دارد [۲۱]. چون طبق رابطهٔ (۷)، زاویهٔ آستانهٔ تشکیل تصویر به طول‌موج بستگی دارد، تصویر اشیای قرمز رنگ نسبت به تصویر اشیای سبز و آبی در زاویه‌های فرود کوچکتری ظاهر می‌شود. افزایش زاویهٔ فرود به سه دلیل باعث افزایش روشنایی تصویر در سطح ناصاف می‌شود: افزایش همدوسی نور، افزایش سطح برهم‌کنش سطح ناصاف و آشکارساز، و افزایش ضریبِ بازتاب سطح ناصاف.

۵- کارهای تجربی و نتایج

شمایی از چیدمانِ آزمایش در سطح افقی در شکل ۴ آمده است. در این آزمایش‌ها از ورقه‌هایی از فوم[۴] و مقوای سفید به ابعاد ۷۰cm×۱۰۰به جای صفحه ناصاف برای ثبت عکس استفاده شد. در هر آزمایش یکی از نمونه‌ها، Rp، به طور قائم روی میز قرار داده شد. شیءِ (Ob) در ارتفاع ۲۰cm از میز و عمود بر آن، و عمود بر Rp نصب شد و برای آن که شیء به طور یکنواخت روشن شود از یک نورافکن ۳۰ واتی استفاده شد. دوربین عکاسی Ca در فاصلهٔ حدود ۱۸۰cm از شیء در امتداد افقی در جهتی که با امتداد Rp زاویهٔ α بسازد مستقر شد. با زمان نوردهیِ $\frac{1}{30}$ ثانیه، در زاویه‌های $\alpha = 4^\circ$، $\alpha = 9^\circ$ و $\alpha = 15^\circ$، عکس‌هایی از شیء و تصویرش در سطح ناصاف ثبت شد. این عکس‌های به ترتیب در شکل‌های ۵- الف تا ۵- ج آمده‌اند. عکسی که در شکل ۵- د ملاحظه می‌شود در زاویهٔ $\alpha = 15^\circ$، ولی با زمان نوردهی $\frac{1}{3}$ ثانیه گرفته شده است. همان‌طور که عکس‌ها نشان می‌دهند روشنایی تصاویر در سطح ناصاف با افزایش زاویهٔ α به تندی کاهش می‌یابد. کاهش برای نوارهای سبز و آبی شدیدتر است. نکتهٔ قابل‌توجه دیگر این است که در هر عکس، طول نوارهای سبز و آبی کوچکتر از نوار قرمز است، زیرا برای هر موقعیت دوربین، زاویهٔ α با فاصلهٔ نقاط شیء از سطح ناصاف زیاد می‌شود. عکسِ شکل ۵- د نشان می‌دهد که با سه برابر کردن زمان نوردهی، طول نوارها در تصویر تا حدودی بلندترشده است. این گویای این



شکل ۵: عکس‌هایی از شیءها و تصویرهایشان در صفحه‌های ناصاف. عکس‌های (الف) تا (ج) با قرار دادن دوربین عکاسی در جهت‌هایی گرفته شده است که دوربین با صفحهٔ ناصاف زاویه‌های 4°، 9° و 15° ساخته است. زمان نوردهی برای آن‌ها $\frac{1}{10}$ ثانیه بوده است. عکس (د) در زاویهٔ $\alpha = 15^\circ$ گرفته شده و زمان نوردهی آن $\frac{1}{30}$ ثانیه بوده است. عکس (ه) از یک تکهٔ کاغذ سفید و تصویرش در تختهٔ مقوایی سفید، ولی خیلی ناصاف در زاویهٔ $\alpha = 32^\circ$ گرفته شده است که انتقال به سرخ شدید دارد.



شکل ۶- عکس‌هایی از شیءها و سراب‌هایشان. عکس‌هایی از یک نشانه راهنمایی و رانندگی و یک مثلث رنگی و سراب‌هایشان که از فاصلهٔ ۱۲۰ متری در تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۱۹ در ساعات الف ـ ۱۷:۱۵، ب ـ ۱۷:۲۶، و ج ـ ۱۸:۴۴ در کویر قارپوزآباد کرج گرفته شده‌اند. برای ثبت عکس (ج) در شب، شیء با یک نورافکن N ۳۵.۸۲۷۴۴, E ۵۵.۵۸۱۹۴ روشن شده بود. عکس (د) بنری را نشان می‌دهد که نصف آن قرمز و نصف دیگرش آبی است. سرابِ قسمت پایین بخش قرمز ظاهر شده ولی سراب مربوط به قسمتِ آبی ظاهر نشده است.

واقعیت است که شدت نور پراکندهٔ همدوس با افزایش برتابندگی شیء زیاد می‌شود. از این رو، زاویه فرود آستانهٔ تشکیل تصویر تا حدی به شدت روشنایی شیء بستگی دارد.

در آزمایش دیگری، ورقهٔ فوم با ورقهٔ مقوایی که ناصاف‌تر بود تعویض شد و شیء با ورقهٔ کاغذ سفیدی پوشانیده شد. عکسی که در شکل ۵ ـ ه ملاحظه می‌شود در زاویهٔ $\alpha = 32^\circ$ گرفته شده است. عکس به وضوح نشان می‌دهد که انتقال به سرخ شدید است.

از دیوار سفید رنگ، و ورقه‌های سنگی با ناصافی‌های متفاوت نیز به جای سطح ناصاف استفاده شد. تکرار آزمایش‌ها نتایج مشابهی به دست دادند. نتایج همهٔ آزمایش‌ها با پیش‌بینی‌های نظریهٔ ارائه شده برای تشکیل تصویر در سطوح ناصاف به خوبی مطابقت دارند.

۶- سراب

در مطالعات قبلی سراب [۱۶] آزمایش‌های مختلفی در کویر دق واقع در شمال شرق ایران (N 35.82744, E 55.58194) انجام دادیم. قطعات تخت نسبتا بزرگی در دق پیدا کردیم و عکس‌هایی از یک بنر سفید و سراب‌هایش در فواصل ۲۰۰ m، ۳۰۰ m، ۴۰۰ m، ۶۰۰ m و ۸۰۰ m و بیش‌تر ثبت کردیم. همچنین، تغییر دما میان سطح زمین و لایه‌های هوا روی زمین را در ساعات مختلف روز اندازه گرفتیم. تغییرات دما بیش از $3^\circ C$ تا $4^\circ C$ نبود. این تفاوت‌ها بسیار کم‌تر از مقادیری است که بتوان تشکیل سراب در فواصل فوق را به بازتاب کلی نور از لایه‌های هوای مجاور زمین نسبت داد.

در این گزارش ما مطالعات را در کویر قارپوزآباد، واقع در جنوب‌غربی کرج (N ۳۵.۸۲۰۸۱, E ۵۰.۴۶۰۲۹)، انجام دادیم. زمین‌های تخت در این کویر بسیار کوچکتر از قطعات در کویر دق است. از این رو مجبور شدیم از شیءهای کوچکتر سراب ثبت کنیم. هوا نسبتاً سرد ($10^\circ C$) و وزش باد نسبتاً شدید بود ($7\ m/s$). ما از یک علامت راهنمایی و رانندگی به طول ۶۰cm و یک مثلث به رنگ قرمز و نارنجی به عنوان شیء استفاده کردیم. از این اشیاء و سراب‌هایشان در ساعات مختلف روز ۱۳۹۲/۱۲/۱۹ عکس گرفتیم. عکس‌هایی که در شکل ۶- الف تا شکل ۶- ج مشاهده می‌شود از فاصله ۱۲۰ متری در ساعات ۱۷:۱۵، ۱۷:۲۶و ۱۸:۴۴ ثبت شده‌اند. در آن روز از سال، غروب آفتاب در ساعت ۱۸:۰۸ اتفاق می‌افتاد. عکس ۶ ـ ج شب هنگام است، در حالی که شیء با یک نورافکن LED (PKLM Lamp Luminous 1050) روشن شده بود. بعلاوه، ما فیلمی‌از شیء و سرابش که در باد می‌لرزند ثبت کردیم . حضور سرابِ لرزان در فیلم را نمی‌توان به شیب دما در هوای مجاور زمین نسبت داد. بعلاوه، آزمایش زیر که در کویر دق انجام گرفت با بازتاب کلی نور به عنوان عامل تشکیل سراب سازگار نیست. ما نصف بنر سفیدی را به رنگ قرمز و نصف دیگر

را به رنگ آبی در آوریم. عکس نمایش داده شده در شکل ۶ ـ د را از فاصلهٔ ۳۰۰ متری از بنر گرفته‌ایم. در عکس ملاحظه می‌شود که سرابِ قسمت پایین ناحیهٔ قرمز ظاهر شده، ولی سراب مربوط به قسمتِ آبی ظاهر نشده است. اگر بازتاب کلی نور عامل تشکیل سراب بود، در آن صورت انتظار می‌رفت که سراب قسمت آبی زودتر ظاهر شود، زیرا ضریب شکست نور آبی بیش‌تر از نور قرمز است. ولی این آزمایش با نتایج نظریه تشکیل سراب در سطوح ناصاف کاملاً سازگار است.

این آزمایش‌ها به روشنی نشان می‌دهند که شیب دما در لایه‌های هوای مجاور زمین سهمی در تشکیل سراب ندارند. بعلاوه، عکس‌های شکل ۶ نشان می‌دهندکه فاصله‌ای میان اشیاء و سرابشان وجود ندارد. این نکته بر این دلالت دارد که انتهای اشیاء در ناحیه گرم هوای روی زمین قرار دارند. نور صادر شده از این نواحی نمی‌تواند بازتاب کلی پیدا کند. همچنین بدیهی است که تغییر دما در بازه با پایانی (finite) از ارتفاع روی زمین اتفاق می‌افتد و جبهه موجی که از یک شیء نقطه‌ای دور انتشار می‌یابد در زاویه‌های فرود متفاوتی بر این بازه فرود می‌آید. بنابراین، بازتاب کلی از لایه‌های مختلف در این بازه صورت می‌گیرد. در صورتی که اختلاف راه میان لایهٔ بالایی و لایهٔ پایینی در بازهٔ حضور شیب دما از طولموج نور بیش‌تر باشد تداخل تخریبکننده روی می‌دهد و همدوسی لازم برای ایجاد سراب از بین می‌رود. محاسبهٔ ساده‌ای نشان می‌دهد که برای مشاهدهٔ سراب شیء یک متری از فاصله ۴۰۰ m و از ارتفاع یک متری، پهنای بازه حضور شیب دما باید کم‌تر از ۰.۰۶mm باشد. نه فقط چنین محدودیتی امکان ندارد[۲۲]، بلکه لایه‌های هوا نیز در این فاصله از زمین چنان متلاطماند که امکان تشکیل لایه‌های پایدار میسر نمی‌شود. بنابراین، سراب تصویر در سطح تخت زمین است و فاصله مشاهدهٔ آن به ناصافی سطح و شدت نورگسیل‌یافته از شیء بستگی دارد.

۷- جمع‌بندی

تحلیل نظری و نتایج تجربی سازگار با نظریه نشان می‌دهند که در سطح تخت ناصاف، در صورتی که زاویه‌های فرود آن‌قدر بزرگ باشند که همدوسی لازم برای تشکیل تصویر حفظ شود، و شدت برتابیدگی شیء نیز کافی باشد، آن‌وقت تصویر تشکیل می‌شود. عکس‌ها و فیلم گرفته شده، آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌ها در کویر نشان می‌دهند که سراب‌ها در اثر بازتاب کلی ظاهر نشده‌اند. بعلاوه، بازتاب‌های کلی از لایه‌های متلاطم هوای نزدیک سطح زمین همدوسی لازم برای تشکیل تصویر را تخریب می‌کند. از این رو سراب تصویر شیء است در سطح تخت زمین. نکات درخور توجه این گزارش در زیر خلاصه شده‌اند:

الف ـ در اصل فرما ماهیت موجی نور نیز مستتر است و تداخل سازنده و تخریب شونده برای ایجاد تصویر در هر دستگاه تصویرسازی ضروری است.

ب ـ علت این‌که ما چهرهٔ خود را در صفحهٔ ناصاف مشاهده نمی‌کنیم این است که ناصافی سطح، همدوسی جبهه موج‌هایی را که از نقاط چهرهٔ ما صادر می‌شوند تخریب می‌کند. همدوسی نورِ تشکیل‌دهندهٔ تصویر با افزایش زاویهٔ فرود زیاد می‌شود و در زاویه‌های فرود بزرگ، عملاً، حفظ می‌شود. بنابراین صفحه‌های ناصاف در زاویه‌های فرود بزرگ مثل آینه عمل می‌کنند.

ج ـ زاویهٔ فرود آستانه برای مشاهدهٔ تصویر به ناصافی سطح و طول‌موج نور وتا حدی به شدت نور پراکنده شده از شیء بستگی دارد.

د ـ سراب تصویر در سطحِ تختِ ناصاف زمین است و کم‌ترین فاصلهٔ مشاهدهٔ آن به ناصافیِ سطح زمین و شدت نور گسیل‌یافته از شیء بستگی دارد.

1 Nature
2 Science
3 Scientfic American
4 foam

مراجع

1- Feynman, R. P., Leighton, R. B. & Sands, M. Lectures on Physics. I, 26- 4 (Addison-Wesley 1970).
2- Encyclopedia of Britannica. 15, 565 (1973).
3- Whitmell, C. T. Wall mirages. Nature 58, 619 (1898).
4- Robert Ross. Mirage effects. Nature 104, 662 (1920).
5- Cicely M. Botley. Mirage effects. Nature 104, 565 (1920).
6- Wood, R. W. Mirage on city pavements. Nature 58, 596 (1898).
7- McNair, F. W. A sidewalk mirage. Science 52, 201 (1920).
8- Platt, H. H. Mirages. Science 52, 290-291 (1920).
9- Du Shane, C. P. The sidewalk mirage. Science LII, 236 (1921).
10- Fraser, A. B. & Mach, W.H. Mirages. Sci. Am. 234, 102-111 (1976).
11- Kosa, T. & Palffy-Muhoray, P. Mirage mirror on the wall. Am. J. Phy. 68, 1120-1122 (2000).
12- Siebren Y. van der Werf. Noninverted image in inferior mirages. Appl. Opt 50, 12-15 (2011).
13- Fakhruddin, H. Specular reflection from a rough surface. Phy Teach 41, 206-207 (2003).
14- Tavassoly, M. T., Nahal, A. & Ebadi, Z. Image formation in rough surfaces. Opt. Commun. 238, 252-260 (2004).
15- Zhou Huaichin. et al. Road surface mirages: A bunch of hot air?. Chinese Sci Bull 56, 962-968 (2011).
16- Tavassoly, M. T. & Dashtdar, M. Mirage is the image of an object in the flat ground surface. Proc. Of SPIE 8011, 80112K (2011).
17- Pedrotti, F. L. & Pedrotti, L. S. Introduction to Optics. 385-387 (Prentice-Hall International, 1987).
18- Tavassoly, M. T. & Dashtdar, M. Height distribution on a rough plane and specularly diffracted light amplitude are Fourier transform pair. Opt. Commun. 281, 2397–2405 (2008).
19- Dashtdar, M. & Tavassoly, M. T. Determination of height distribution on rough interface by measuring the coherently transmitted or reflected light intensity. J. Opt. Soc. Am. A 25, 2509-2517 (2008).
20- Dashtdar, M. Tavassoly, M. T. Roughness measurement using threshold angle of image formation. Opt. Eng. 50, 123601 (2011).
21- Dashtdar, M. & Tavassoly, M. T. Redshift and blue shift in the spectra of lights coherently and diffusely scattered from random rough interfaces. J. Opt. Soc. Am. A 26, 2134–2138 (2009).
22- Aalipour. R., Tavassoly, M. T. & Daroudi, A. Superimposing the waves diffracted from two similar hot and cold wires provides the temperature profile around the hot one. Appl. Opt 49, 3768-3773 (2010).

دیدگاه های پیرامونِ امکان و لزوم بررسی کوانتومی انتقال و پردازش اطلاعات در مغز

حسین رمضانی اول
دانش‌آموختهٔ مقطع دکترای فیزیک دانشگاه تهران

الف- مقدمه

کسانی که نگاه تقلیل‌گرایانه[1] دارند معتقدند که هر سیستم بزرگی را علی‌الاصول می‌توان با توجه به رفتار اجزای تشکیل‌دهنده آن به‌طور کامل توضیح داد؛ و این بنیادی‌ترین و صحیح‌ترین راه بررسی است. اگر امکانات محاسباتی اجازهٔ چنین کاری را بدهد، این رهیافت به لحاظ دقت علمی بر رهیافت‌های دیگر برتری دارد و توصیف کامل‌تری از سیستم موردِ بررسی ارائه خواهد داد. با این دیدگاه، با تقلیل علوم انسانی مانند جامعه‌شناسی به روانشناسی و تقلیل روانشناسی به پزشکی و پزشکی به زیست‌شناسی وشیمی، می‌توان گفت همهٔ علوم را می‌توان به زیست‌شناسی و شیمی تقلیل داد. از طرفی زیست‌شناسی و شیمی هم با نگاه جزءنگر چیزی جز برآیند فعل و انفعالات اتم‌ها نیست. اتم‌هایی که خود از ذرات بنیادی مانند الکترون ساخته شده‌اند که بررسی آن‌ها کار علم فیزیک است. در نتیجه با این رهیافت همهٔ علوم انسانی و طبیعی را می توان به فیزیک تقلیل داد و به بیان دیگر اگر توان محاسباتیِ به ما اجازه دهد، با شروع توصیف فیزیکی جزئی سیستم، نهایتاً می‌توانیم توصیف کاملی از وضعیت کل سیستم ارائه دهیم. شاید بهترین مثال برای این دیدگاه، مقایسهٔ مکانیک آماری و ترمودینامیک باشد. قوانین ماکروسکوپی حاکم بر سیستم ترمودینامیکی را می توان با شروع از رفتار میکروسکوپی ذرات تشکیل دهنده آن سیستم به زیبایی به‌دست آورد. اما در مقابل این دیدگاه هم کسانی هستند که معتقدند نه تنها به لحاظ مشکل محاسباتی، این رهیافت همیشه رهیافت برتری نیست، بلکه لزوماً رهیافت صحیح هم نخواهد بود و ادعای تقلیل‌گرایان را مخدوش می‌دانند. به‌طور خاص کل‌نگرها[2] معتقدند تعیین و تبیین تمامی ویژگی‌های سامانه‌ها، تنها با مطالعهٔ مؤلفه‌ها و اجزاء متشکلهٔ آن‌ها میسر نیست. در اغلب موارد، سیستم‌های مربوط به زیست‌شناسی و روانشناسی چنان پیچیده‌اند که رفتارهای آن‌ها را نمی‌توانیم تنها از روی خواص مربوط به اجزاء و المان‌ها استنتاج نماییم، بلکه باید رفتار کلی سیستم را با نگاه کل‌نگر بررسی کنیم تا بتوانیم برخی قوانین حاکم بر آن را به‌صورت دقیق استنتاج کنیم. به عنوان مثال زیست‌شناسی سیستماتیک[3] از زمینه‌های مطالعاتی زیست‌شناسی است که در آن مطالعه ساختارهای زیستی با نگاه کل‌نگر انجام می‌شود و موفقیت‌هایی هم داشته است.

شاید ساز و کار مغز انسان و نحوهٔ انتقال و پردازش اطلاعات در آن از مهم‌ترین مسئله‌های زیستی پیش روی انسان است. کدام‌یک از دیدگاه‌های جزءنگر یا کل‌نگر می‌تواند در توصیف

فعالیت‌های آن موفق باشد؟ آیا تصویری که ما از جهان بر اساس نظریه‌های فیزیک کلاسیک یا کوانتومی داریم برای توصیف مغز و فرآیند تفکر کافی است؟ یا باید به دنبال ره‌یافت دیگری مانند زیست‌شناسی سیستماتیک برای این مهم باشیم؟ آیا می‌توان مغز را به عنوان یک ابرکامپیوتر شبیه‌سازی کرد؟ در این صورت آیا دریافت، پردازش و ارسال اطلاعات در این کامپیوتر مانند کامپیوترهای دیجیتال معمولی باید باشد یا مانند کامپیوترهای کوانتومی؟ آیا حتی در صورت ممکن بودن بررسی کوانتومی، چنین رویکردی مطلوب است؟ به عبارت دیگر آیا نتایجی بیش‌تر از آنچه از ره‌یافت کلاسیکی به‌دست می آوریم خواهد داشت؟

در کنار بررسی ساز و کار مغز سؤال مهم‌تری هم مطرح می‌شود: آیا برای شعور هم می‌توان توصیف فیزیکی داشت؟ به عنوان مثال آیا مکانیک کوانتومی قادر خواهد بود شعور را توضیح دهد؟ چگونه ممکن است یک جسم مادی (مغز) برانگیزاننده شعور باشد؟ از طرف دیگر چگونه شعور می‌تواند بر حرکت ذرات مادی تأثیرگذار باشد؟

همهٔ علوم انسانی و طبیعی را می توان به فیزیک تقلیل داد و به بیان دیگر اگر توان محاسباتی به ما اجازه دهد، با شروع توصیف فیزیکی جزئی سیستم، نهایتاً می‌توانیم توصیف کاملی از وضعیت کل سیستم ارائه دهیم.

در این نوشته تلاش می‌شود به برخی پاسخ‌های ارائه شده برای پرسش‌های مطرح شده در بالا پرداخته شود. ساختار این نوشته به‌صورت زیر است: در بخش ب نگاهی کوتاه به نحوهٔ کار کامپیوترهای کوانتومی خواهیم داشت. در بخش ج به نقش و توانایی مکانیک کوانتومی در توضیح برخی پدیده‌های زیستی اشاره خواهد شد. در بخش پایانی به ارتباط مکانیک کوانتومی با مغز اشاره و جمع‌بندی نظرات مختلفی که در این راستا وجود دارد ارائه می شود.

ب- کامپیوترهای کوانتومی

کامپیوتر کوانتومی ماشینی است که از ویژگی‌ها و قوانین مکانیک کوانتوم مانند برهم‌نهی و درهم‌تنیدگی در انتقال، ذخیره‌سازی و پردازش داده‌ها استفاده می‌کند. کامپیوترهای کوانتومی با کامپیوترهای معمولی که با ترانزیستورها کار می‌کنند تفاوت اساسی دارند. هر سیستم محاسباتی دارای یک پایهٔ اطلاعاتی است که نمایندهٔ کوچک‌ترین میزان اطلاعات قابل نمایش، چه پردازش شده و چه خام است. در محاسبات کلاسیک این واحد ساختاری را بیت می‌نامیم که گزیدهٔ واژهٔ «عدد دودویی» است زیرا می‌تواند تنها یکی از دو رقم مجاز صفر و یک را در خود نگه دارد. در محاسبات کوانتومی همچنین پایه‌ای معرفی می‌شود که آن را کیوبیت[۴] یا بیت کوانتومی می‌نامیم. شاید بتوان مهم‌ترین تفاوت بیت و کیوبیت را در این دانست که بیت کلاسیک فقط می‌تواند در یکی از دو حالت ممکن خود قرار داشته باشد یعنی می‌تواند یکی از مقادیر صفر یا یک را بگیرد. در حالی‌که بیت کوانتومی می‌تواند به‌طور بالقوه یک برهم‌نهی خطی از این دو باشد. البته اندازه‌گیری یک کیوبیت حتماً یکی از حالت‌های ممکن را به‌دست می‌دهد. از سوی دیگر اندازه‌گیری روی سیستم‌های کوانتومی حالت اصلی آن‌ها را تغییر می‌دهد. کیوبیت در حالت کلی در یک حالت برهم نهاده از پایه‌های ممکن قرار دارد. اما در اثر اندازه‌گیری حتماً به یکی از پایه‌ها برگشت می‌کند. به این ترتیب هر کیوبیت، پیش از اندازه‌گیری می‌تواند اطلاعات زیادی را در خود داشته باشد. در [۱] می‌توان اطلاعات مفیدی در مورد تاریخچه و ساز و کار کامپیوترهای کوانتومی به دست آورد.

ج- نقش کوانتوم مکانیک در توصیف ساختارهای زیستی

همهٔ ساختارهای زنده پردازشگرهای اطلاعات هستند. آن‌ها اطلاعات ژنتیکی را ذخیره می‌کنند و با مقداری خطای اتفاقی از آن کپی می‌گیرند. شکل ساختارها و کیفیت‌های آن‌ها می‌تواند به پردازش‌های مولکولی آن‌ها برگردد. اما آیا ردپا و نشانه‌ای از طبیعت کوانتومی اتمی و مولکولی این ساختارها می‌توان در رفتارهای ماکروسکوپی آن‌ها یافت؟ تا چه حد فیزیک کوانتومی می‌تواند در توصیف ساختارهای زنده در مقیاس ماکروسکوپی موفق باشد؟ آیا پدیده‌های خاص کوانتومی مانند درهم‌تنیدگی و برهم‌نهی می‌توانند در ارتباطی مستقیم با ساختارهای زیستی باشند؟ آزمایش‌های انجام شده برای بررسی درهم‌تنیدگی کوانتومی در شرایط خلأ بالا و دمای پایین انجام شده است که با شرایط ساختارهای زنده ناسازگار است. نتایج تجربی برای همدوسی کوانتومی در زیست‌شناسی هنوز محدود به سطح چند مولکول است. آیا همبستگی اسپینی و انتقال اسپین همدوس می‌تواند در شرایط بیولوژیکی دیده شود؟ در حال حاضر شواهد تجربی چندانی برای نشانه‌های آمار کوانتومی در مقیاس ماکروسکوپی در زیست‌شناسی وجود ندارد. به عنوان مثال این پرسش که آیا چیزی ماند لیزر بیولوژیکی می‌تواند وجود داشته باشد یا نه بدون پاسخ است. به‌هم‌خوردن شرایط لازم برای همدوسی و درهم‌تنیدگی کوانتومی در ساختارهای زیستی معمولاً در فاصلهٔ طولی نانومتر و بازهٔ زمانی فمتو تا نانو ثانیه اتفاق می‌افتد و بنابراین احتمال مشاهدهٔ یک پدیدهٔ کوانتومی در سطح ماکروسکوپی به شدت کاهش می‌یابد. مولکول‌های بیولوژیکی بر اساس نقشی که ایفا می کنند به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱) شیمیایی ۲) اطلاعاتی. شیمیایی‌ها متناظر با سخت‌افزار یک کامپیوتر هستند و اطلاعاتی‌ها متناظر با نرم‌افزار آن. هر چند

مکانیک کوانتومی مسئول توضیح ساختار این مولکول‌هاست، معمولاً نقش پردازش اطلاعاتی آن نادیده گرفته می‌شود و فرض می‌شود که مولکول‌های بیولوژیکی ذخیره و پردازش بیت را به جای کیوبیت انجام می‌دهند.[۲]

با این وجود برخی تحقیقات و دست‌آوردهای جدید در حوزهٔ مکانیک کوانتومی در زیست‌شناسی امیدهایی را برای موفقیت این رهیافت ایجاد کرده است[۳]. در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

تونل‌زنی الکترون و پروتون در برخی ساختارهای بیولوژی در مقیاس نانومتر مشاهده شده است. در آمینو اسیدها و پروتئین‌ها پتانسیل برهم‌کنشی الکترون‌ها و پروتون‌ها با افزایش تعداد ساختارهای مولکولی افزایش می‌یابد و بنابراین احتمال این اثر کوانتومی بسیار کاهش می‌یابد. در عین حال در عکس‌العمل‌های سیتوکروم [۴] و همین‌طور به‌طور شایع در فتوسنتز نشانه‌هایی برای این پدیده وجود دارد [۵]. در تنفس سلولی [۶] و در انتقال الکترونی در DNA [۷] هم شواهدی برای آن گزارش شده است.

همچنین شواهدی برای تونل‌زنی کوانتومی پروتون هم وجود دارد که در آن فاصلهٔ تونل‌زنی حدود یک دهم نانومتر بوده و انرژی پروتون حدود $10\frac{kcal}{mole}$ یا $0.4ev$ کم‌تر از سد پتانسیل بوده است [۸]. بعد از روشن شدن ساختار DNA احتمال این‌که پدیدهٔ جهش در زیست‌شناسی ناشی از فرآیندهای تونل‌زنی کوانتومی باشد قوت گرفته است [۹]. نشانهٔ دیگر در آنزیم‌هاست. آنزیم‌ها پروتئین‌هایی هستند که عکس‌العمل‌های بیوشیمیایی را کاتالیز می‌کنند، اما توضیح سرعت بسیار بالای عکس‌العمل آن‌ها با سازوکار کاتالیز معمولی ممکن نیست و استفاده از مکانیزم تونل‌زنی کوانتومی برای این امر پیشنهاد می‌شود.[۱۰]

اسپین هسته‌ای آمینو اسیدها به عنوان کیوبیت در محاسبات کوانتومی در [۱۱] به کار برده شده است. از همبستگی اسپینی الکترون و انتقال همدوس اسپین برای توضیح جهت‌یابی مغناطیسی پرندگان مهاجر استفاده شده است. [۱۲]

شواهدی بر این‌که متغیرهای ترمودینامیکی می‌توانند به عنوان شاهدی بر درهم‌تنیدگی باشند در [۱۳] ارائه شده است. و همچنین ادعا شده است که درهم‌تنیدگی کوانتومی می‌تواند حتی تا یک حالت گرمایی ماکروسکوپی باقی بماند[۱۴]. به‌طور خاص ادعا شده است که پذیرفتاری مغناطیسی و ظرفیت گرمایی می‌تواند دلیلی بر وجود درهم‌تنیدگی باشد[۱۵].

برخی آزمایش‌های اخیر نشان می‌دهد نشانه‌هایی برای نقش ممکن محیط پروتئین در انتقال تحریک الکترونی همدوس در طول زنجیره‌های پلیمری حتی در دمای اتاق وجود دارد. زمان این همدوسی ۲۰۰ فمتوثانیه است. همدوسی کوانتومی زیستی در دماهای نسبتا بالا همچنین در فتوسنتز مشاهده شده است[۱۶].

برخی پدیده‌های کوانتومی در بیومولکول‌ها و غیرخوشه‌ای شدن فوتون در پروتئین در[۱۷] آمده است. برخی شواهد دیگر را که با ویژگی‌های پیچیده‌تر نظریهٔ کوانتومی مانند ابرتقارن و اثر کازیمیر در ارتباط است را می‌توانید در [۳] ببینید.

در عین حال هیچ یک از پدیده‌های ذکر شده نمی‌توانند نهایتاً توضیحی برای وضعیت کلی سیستم ارائه دهند. در حالی که بدون توسل به مکانیک کوانتومی می‌توان برای بیش‌تر آن‌ها توصیفی ماکروسکوپی ارائه داد. بنابراین شاید بتوان گفت مکانیک کوانتومی نقش مهمی در ظهور زندگی از سیستم‌های شیمیایی غیرزنده ایفا می‌کند، اما به نظر می‌آید وقتی زندگی به جریان می‌افتد اهمیتش از دست می‌رود.

د- کوانتوم مکانیک و مغز

چنان که ذکر شد هر چند مکانیک کوانتومی باعث ایجاد یک انقلاب علمی در توصیف میکروسکوپی اتم‌ها و مولکول‌ها شده است اما توانایی آن یا نیاز به آن برای توصیف ماکروسکوپی ساختارهای زنده مورد تردید است. در مورد ارتباط کوانتوم مکانیک با مغز هم دو دیدگاه وجود دارد.

بیش‌ترین امید برای کارآیی مکانیک کوانتومی در مغز به این فرض وابسته است که الگوریتم‌های کوانتومی که خیلی قدرتمندتر از الگوریتم‌های معمول کلاسیکی هستند در سیستم‌های عصبی به کار گرفته شوند.

دیدگاه اول: گروهی معتقدند که مغز را می‌توان به عنوان یک کامپیوتر شبیه‌سازی کرد و ویژگی‌های کوانتومی آن را هم با توجه به ویژگی‌های محاسبات کوانتومی و اطلاعات کوانتومی در کامپیوترهای کوانتومی وارد کرد. یک جنبهٔ مهم از انتقال‌های عصبی این است که سیگنال‌ها پدیده‌های «همه یا هیچ» هستند. شدت سیگنال متغیر نیست. یا وجود دارد و یا ندارد. این ویژگی به سیستم عصبی جنبهٔ مشابه با کامپیوتر می‌دهد. در حقیقت شباهت‌های فراوانی بین کارکرد تعداد زیاد نورون‌های برهم‌کنشی و کار داخلی یک کامپیوتر دیجیتال با سیم‌های حامل جریان و گیت‌های منطقی‌اش وجود دارد. اما آیا همهٔ آنچه مغز انجام می‌دهد را می‌توان با یک کامپیوتر مدل کرد؟ برخی معتقدند در مغز می‌توان بخش‌هایی یافت که در حالت کوانتومی درهم‌تنیده، از محیط کلاسیک خود ایزوله هستند و در نتیجه می‌توان انتظار استفاده از پردازش کوانتومی اطلاعات را در سطح زیرسلولی هم داشت. [۱۸-۲۰] بیش‌ترین امید برای کارآیی مکانیک کوانتومی در مغز به این فرض وابسته است که الگوریتم‌های کوانتومی که خیلی قدرتمندتر از الگوریتم‌های معمول کلاسیکی هستند در سیستم‌های عصبی به کار گرفته شوند.

دیدگاه دوم: اما گروه بیش‌تری از فیزیک‌دانان و نوروبیولوژیست‌ها معتقدند که مغز یک موجود کلاسیکی است که در سطح سلولی برهم‌کنش نورون‌های آن از قوانین کلاسیک پیروی می‌کند و می‌توان اثرات میکروسکوپی آن را به عنوان نویز حذف کرد. برخی دلایل این گروه به شرح زیر است:

۱. اثرات کوانتومی ویژگی‌های زمانی لازم برای پردازش اطلاعات نورونی را ندارند. دمای مغز انسان حدود ۳۱۰ کلوین و جرم مغز به‌طور متوسط ۱.۳kg است که شامل ٪۷۷ آب، ٪۱۰ پروتئین، ٪۱۰ چربی، ٪۱ کربوهیدرات، ٪۰.۰۱ مولکول‌های DNA و RNA است. به این ترتیب مغز انسان محیطی گرم و مرطوب است که باعث می‌شود ناهمدوسی بسیار سریع هر برهم‌نهی کوانتومی ماکروسکوپیک را مختل کند[۲۱]. مقیاس زمانی غیرهمدوسی نورون‌ها در شرایط ذکر شده حدود 10^{-20} ثانیه تا 10^{-13} ثانیه است. درحالی که یک برهم‌کنش نورونی حداقل 10^{-7} ثانیه طول می‌کشد. به این ترتیب اثرات کوانتومی شرایط زمانی لازم برای پردازش اطلاعات عصبی را ندارند[۲۲]. این گروه معتقدند که هر چند فرآیندهای کوانتوم مکانیکی در مغز اتفاق می‌افتد اما پردازش‌های مغزی از طریق محاسبات کوانتومی انجام نمی‌پذیرد[۲۳].

۲. دلیل قاطعی بر این‌که برای توجیه فعالیت‌های مغز مانند فکر کردن و همین‌طور شعور (آگاهی) نیاز به توسل به مکانیک کوانتومی است وجود ندارد. به عنوان مثال توضیح تابع مغز با مکانیک کوانتومی مانند توضیح پرواز پرنده با توسل به مشخصه‌های اتمی بال آن است! یا مثال دیگر این است که در کامپیوترهای معمولی اثرات کوانتومی سهم مهمی در فهم حرکت الکترون در مدارها و ترانزیستورها دارد اما سهمی در پردازش نهایی ندارد.[۲۲]

۳. ماشین‌های مولکولی در مغز آن‌قدر بزرگ هستند که می‌توانند کلاسیکی در نظر گرفته شوند. دو عمل کلیدی بیوفیزیکی مبنای پردازش اطلاعات در مغز هستند. انتقال شیمیایی در شکاف سیناپسی و تولید پتانسیل‌های عمل. این هر دو شامل هزاران یون و مولکول هستند. هر دو فرآیند هر حالت کوانتومی همدوسی را مختل خواهند کرد. بنابراین نورون ها فقط می‌توانند اطلاعات کلاسیکی دریافت کنند و بفرستند.[۲۴] حتی اگر گیت‌های کوانتومی وجود داشته باشد، چگونه اطلاعات مربوط به ساختارها می‌تواند به این گیت‌ها برسد؟ چگونه می‌تواند در طول فاصله سانتیمتر یا میلیمتر بین نورون‌های منفرد همدوسی خود را حفظ کنند؟ در حالی که پردازش‌های سیناپسی اطلاعات کوانتومی را به هم می‌زند. تا زمانی که اثبات تجربی برای همدوسی و بیت‌های قابل کنترل در نورون‌هایی که با سیناپس‌های الکتریکی یا شیمیایی مرتبط هستند یا کشف الگوریتم‌های کوانتومی موثر برای محاسباتی که در مغز انجام می‌شود وجود نداشته باشد دلایل کمی برای توسل به مکانیک کوانتومی و به تبع آن محاسبات کوانتومی برای توضیح مغز و شعور وجود خواهد داشت[۲۴].

ه- مکانیک کوانتومی و شعور

مهمترین بخش شعور عنصری است که کیفیات ذهنی یا تجربهٔ حقیقی چیزها[۵] نامیده می‌شود و احساس متناظر با قرمزی رنگ قرمز و دردناکی دندان درد را متمایز می‌کند. آیا می‌توان توضیحی فیزیکی برای آن یافت؟ پن رز معتقد است که برای چنین مهمی نیاز به ساخت نظریه گرانش کوانتومی است[۱۹]. اما این یک ادعای اثبات نشده است که مخالفان بسیاری هم دارد[۲۴] و از طرف دیگر مستلزم ارائهٔ نظریهٔ گرانش کوانتومی است که خود از پرسش‌های بزرگ پیش روی فیزیک است. آیا با توجه به قدرت محاسباتی بالای نورون‌ها می‌توان شعور (آگاهی) را در یک چارچوب نوروبیولوژیکی توضیح داد؟ موضوع مهم دیگری که مطرح است این است که آیا مکانیک کوانتومی می‌تواند در توضیح و توصیف شعور موفق باشد. نظر غالب این است که این امر غیرممکن است.[۱۹]

گروه بیش‌تری از فیزیک‌دانان و نوروبیولوژیست‌ها معتقدند که مغز یک موجود کلاسیکی است که در سطح سلولی برهم‌کنش نورون‌های آن از قوانین کلاسیک پیروی می‌کند و می‌توان اثرات میکروسکوپی آن را به عنوان نویز حذف کرد.

و- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این‌که آیا مکانیک کوانتومی نظریه‌ای است که باید برای توصیف ساز و کار مغز و از آن مهمتر شعور و آگاهی به آن متوسل شد به شدت مورد تردید است. گروهی اصولاً این نظریه را در این مورد قابل کاربرد نمی‌دانند و نظریه را ناقص می‌دانند یا به دنبال نظریه‌ای توسعه یافته‌تر مانند گرانش کوانتومی هستند. گروه دیگری هستند که هر چند مکانیک کوانتومی را برای بررسی همهٔ ساختارهای اتمی و مولکولی از جمله در مغز معتبر می‌دانند ولی به دلایل متعدد معتقدند در سطح ماکروسکوپی در رفتار مغز نشانه‌ای از آن یافت نمی‌شود و دلیل و نیازی برای رجوع به آن وجود ندارد. البته توانایی مکانیک کوانتومی در توصیف فرآیندهای مغز طرفدارانی هم دارد که گروه سوم طبقه‌بندی ما هستند. در حال حاضر به نظر می‌آید شواهد تجربی به گونه‌ایست که ادعای گروه دوم پذیرفتنی‌تر است. اما کاملاً می‌توان انتظار داشت که با توسعهٔ امکانات تجربی و نظری، شواهدی به نفع گروه اول و سوم هم پدیدار شود.

1 reductionistic
2 holist
3 System biology
4 qbit
5 qualia

مراجع

[1] Michael A. Nielsen & Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS2010 .

[2] Paul C. W. Davies, Quantum fluctuations and life, Proc. SPIE 5472, Noise and Information in Nanoelectronics, Sensors, and Standards II, 1 (May 25, 2004).

[3] Markus Arndt, Thomas Juffmann, and Vlatko Vedral, Quantum physics meets biology, HFSP Journal Vol. 3, No. 6, December 2009, 386–400.

[4] De Vault, D, and Chance, B (1966). "Studies of photosynthesis using a pulsed laser. I: Temperature dependence of cytochrome oxidation rate in chromatium. evidence for tunneling." Biophys. J. 6, 825–847.

[5] Blankenship, RE (1989). "Special issue—tunneling processes in photosynthesis." Photosynth. Res. 22, 1.

[6] Gray, H, and Winkler, J (2003). "Electron tunneling through proteins." Q. Rev. Biophys. 36, 341–372.

[7] Winkler, J, Gray, H, Prytkova, T, Kurnikov, I, and Beratan, D (2005). "Electron transfer through proteins." Bioelectronics, pp 15–33, Wiley VCH,Weinheim, Germany.

[8] Masgrau, L, Roujeinikova, A, Johannissen, L, Hothi, P, Basran, J, Ranaghan, K, Mulholland, A, Sutcliffe, M, Scrutton, N, and Leys, D (2006). "Atomic description of an enzyme reaction dominated by proton tunneling." Science 312, 237–241.

[9] J. McFadden, Quantum Biology (Norton, New York, 2001).

[10] 25. M. Garcia-Viloca, J. Gao, M. Karplus, and D.G. Truhlar, "How enzymes work: analysis by modern rate theory and computer simulations," Science 303, 186-195 (2004).

[11] Jones, JA, Vedral, V, Ekert, A, and Castagnoli, G (2000). "Geometric quantum computation using nuclear magnetic resonance." Nature (London) 403, 869–871.

[12] Ritz, T, Adem, S, and Schulten, K (2000). "A model for photoreceptorbased magnetoreception in birds." Biophys. J. 78, 707–718. , Johnsen, S, and Lohmann, KJ (2008). "Magnetoreception in animals." Phys. Today 61, 29–35.

[13] Vedral, V (2003). "Entanglement hits the big time." Nature (London) 425, 28–29. , Amico, L, Fazio, R, Osterloh, A, and Vedral, V (2008). "Entanglement in many-body systems." Rev. Mod. Phys. 80, 517–576.

[14] Markham, D, Anders, J, Vedral, V, Murao, M, and Miyake, A (2008). "Survival of entanglement in thermal states." Eur. Phys. Lett. 81, 40006.

[15] Brukner, C, Vedral, V, and Zeilinger, A (2006). "Crucial role of quantum entanglement in bulk properties of solids." Phys. Rev. A 73, 012110. , Wieśniak, M, Vedral, V, and Brukner, Č (2008). "Heat capacity as an indicator of entanglement." Phys. Rev. B 78, 064108.

[16] Collini, E, and Scholes, GD (2009). "Coherent intrachain energy migration in a conjugated polymer at room temperature." Science 323, 369–373. Engel, G. S., Calhoun, T. R., Read, E. L., Ahn, T-K., Mancal, T., Cheng, Y-C., Blankenship, R. E., & Fleming, G. R. (2007). Evidence for wavelike energy transfer through quantum coherence in photosynthetic systems. Nature, 446, 782–786.

[17] Sanchez-Mosteiro, G, Koopman, M, van Dijk, EMHP, Hernando, J, van Hulst, NF, and García-Parajó, MF (2004). "Photon antibunching proves emission from a single subunit in the autofluorescent protein DsRed." ChemPhysChem 5, 1782–1785.

[18] Stuart R. Hameroff, Cognitive Science 31 (2007) 1035–1045, The Brain Is Both Neurocomputer and Quantum Computer.

[19] Penrose, R. The Emperor's New Mind (Oxford Univ. Press, Oxford 1989).

[20] F. Beck and J.C. Eccles "Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness," Proc. Nat. Acad. Sci. USA 89, 11357-11362 (1992).

[21] D.V. NANOPOULOS Theory of Brain Function, Quantum Mechanics and Superstrings ACT-08/95 CERN-TH/95-128 CTP-TAMU-22/95 May 1995.

[22] Abninder Litt, Chris Eliasmith, Frederick W. Kroon, Steven Weinstein, Paul Thagard, Cognitive Science 30 (2006) 593–603, Is the Brain a Quantum Computer?

[23] Patrick Suppes and J. Acacio de Barros, Quantum Mechanics and the Brain, American Association for Artificial Intelligence 2007.

[24] Christof Koch and Klaus Hepp, Quantum mechanics in the brain, NATURE,Vol 440, 30 March 2006.

بازتاب

نگارش پایان‌نامه

علی نجفی
دانشکدهٔ علوم، دانشگاه زنجان

بیش‌تر دانشجویان تحصیلات تکمیلی در نگارش پایان‌نامه مشکل دارند. در این مقاله با نگاهی به اهمیت انشانویسی، ریشه‌های این معضل را به‌صورت اجمالی بررسی کرده و سعی می‌کنیم کمی در مورد راه‌حل‌های آن بحث کنیم.

اجازه دهید موضوع را با یک مشاهدهٔ ساده شروع کنیم. استاد یوسف ثبوتی، پرسشی تکراری در آزمون‌های خود مطرح می‌کنند: در مورد موضوع فلان، هر چه می‌دانید بنویسید. اکنون و پس از چند سال سروکار داشتن با دانشجویان، اهمیت این نوع پرسش‌ها را متوجه می‌شوم. من نیز بارها این پرسش را در آزمون‌ها مطرح کرده‌ام. تکرار این پرسش در سال‌های گذشته، و البته همیشه هم تأکید بر این‌که پاسخ پرسش بالا را به زبان فارسی دهید، نتیجه‌ای تقریباً ناامید کننده داشته است. در بیش‌تر موارد، دانشجویان صفحه‌ای از برگهٔ آزمون را با روابط ریاضیِ مربوط و نامربوط پر می‌کنند و کوچک‌ترین نشانه‌ای از جملاتِ توصیفی، در پاسخ آن‌ها دیده نمی‌شود.

مشکل کجاست؟ شاید برای دو گروه عمدهٔ دانشجویان بتوان به‌صورت زیر مشکل را خلاصه کرد. دستهٔ اول دانشجویان، واقعاً فیزیک مسأله را دریافت نکرده‌اند و دست به دامان روابط ریاضی که به‌خاطر سپرده‌اند می‌شوند. دستهٔ دوم دانشجویان، ذهنِ منظمی برای به نگارش در آوردن دانسته‌های خود ندارند. می‌خواهم ادعا کنم دانشجویانی که نمی‌توانند دانستهٔ خود را به نگارش درآورند، عموماً فیزیک مسأله را هم به خوبی نمی‌توانند دریابند. ارتباط مستقیمی بین قدرت نگارش و میزان یادگیری هست. نگارش مطالب، مسیر یادگیری را هموارتر می‌کند.

مسألهٔ بالا در مورد دانشجویان تحصیلات تکمیلی، وقتی بیش‌تر آشکار می‌شود که ایشان مجبور می‌شوند پایان‌نامهٔ خود را به نگارش درآورند. از آن‌جا که این پایان‌نامه علی‌القاعده باید مورد ارزیابی داوران قرار گیرد، مشکل به‌صورت آشکار خود را نشان می‌دهد. این‌جا جایی است که دانشجوی واقع‌بین و منصف به ضعف اصلی خود پی می‌برد. شاید پیش از این، هیچ‌گاه با این شفافی به نقطه ضعف خود پی نبرده بود. معمولاً دانشجویانی که می‌خواهند تحصیلات خود را ادامه دهند، این شانس را دارند که از تجربهٔ ناموفق خود در نگارش اولین پایان‌نامه، درس گرفته و سعی در بهبود آن کنند. وقوف هر چه زودتر به این ضعف و برطرف کردن آن فواید بسیاری در یادگیری مطالب دارد.

ریشه‌یابی مشکل بالا یک بحث تخصصی است و حتماً متخصصین در مورد آن تحقیقات زیادی کرده‌اند. در این‌جا تنها می‌خواهم به یک نکتهٔ کاملاً بدیهی اشاره کنم. عدم توجه به درس انشا در دوران مدرسه یکی از علت‌های انکارناپذیر این موضوع است. هر چند که درس انشا همواره در دوره‌های آموزشی مدرسه گنجانده شده است، ولی هیچ‌گاه کارآیی لازم را نداشته است. درس انشا همیشه یکی از دروس خنثی بوده است. پیش از این، درس انشا با موضوعات بی‌ربطی مثل: علم بهتر است یا ثروت و یا موضوعات خیلی پیچیده دیگر پُر می‌شد که اصلاً پاسخ آن را باید فلاسفه بدهند نه دانش‌آموزان مدرسه‌ای. درست است که باید به بچه‌ها یاد دهیم در مورد موضوعات مختلف فکر کنند، ولی چرا فکر کردن را با مثال‌های پیچیده شروع کنیم. الآن هم وضعیت خیلی بهتر نشده است. علاوه بر معضل بالا، امروز آموزگاران از دانش‌آموزان می‌خواهند که در مورد موضوعی تحقیق کنند و نتیجه را گزارش دهند. معمولاً تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات در مورد موضوعات خواسته شده را در بهترین شرایط والدین انجام می‌دهند و آن را برای دانش‌آموز انشا می‌کنند. راه درست این است که انشا در مدرسه و در مورد موضوعی که آن هم در مدرسه یا حداکثر در خانه اتفاق افتاده نوشته شود. مثلاً

از دانش‌آموزان خواسته شود یک گزارش در مورد اتفاقات زنگ تفریح اول، موضوع درس ساعت اول، آزمایشی که هفتهٔ پیش در مدرسه انجام شده و ... بنویسند. درواقع گزارش‌نویسی، نقطهٔ آغاز مناسبی برای انسجام بخشیدن به مطالبی است که شخص می‌آموزد یا تجربه می‌کند. مهم این است که شخص بتواند یک سامان‌دهی مناسب از مطالب در ذهن خود داشته باشد و سپس آن را روی کاغذ بیاورد.

نگارش مطالب از چند جهت دارای اهمیت است. اول این‌که مطالبی که شخص آموخته، به صورت منظم درمی‌آید. نوشته معمولاً به صورت یک سند که ماندگار است، برای نویسنده‌اش مسؤلیت می‌آورد. به همین دلیل نویسنده سعی می‌کند تا چند بار نوشتهٔ خود را تصحیح کند تا در نهایت قابل دفاع‌ترین متن را ارائه کند. معمولاً نویسنده با مرور نوشته‌های خود، به نکات و پرسش‌هایی می‌رسد که سعی در پاسخ دادن به آن پرسش‌ها، دانش وی را غنی‌تر و تفکرش را عمیق‌تر می‌کند. با تمرین گزارش‌نویسی، قدرت فکر کردن و تخیل، به دانش‌آموز آموخته می‌شود و ذهن فرد خلاق می‌شود.

با توضیح مختصری که در بالا ارائه شد، اهمیت انشانویسی را گوش‌زد کردیم. برای تمرین انشانویسی و افزایش مهارت نگارش راه‌های زیادی وجود دارد. برخی از موارد که ممکن است مفید باشند به صورت زیرند:

۱- تهیهٔ یک کتاب مقدماتی آئین‌نگارش و مرور اصول اولیهٔ نگارشی بسیار سازنده است. قوانین و علایم نگارشی برای این ساخته شده‌اند که کار نوشتن آسان شود و خواننده هم در کوتاه‌ترین زمان ممکن به معانی جملات نویسنده پی ببرد. نا آشنایی و عدم احترام نویسنده به نقطه، ویرگول، نیم‌فاصله و دیگر علایم نگارشی، کار خواننده را سخت می‌کند.

۲- تمرین نگارش را می‌توان با موضوعات ساده‌ای شروع کرد. مثلاً سعی کنیم یک انشای یک صفحه‌ای در مورد یک فصل از کتابی که تصور می‌کنیم آن را خوب بلدیم، بنویسیم. بازخوانی چندبارهٔ متن نوشته شده، به اصلاح آن کمک می‌کند. این موضوع بسیار مهم است که بتوان پیام‌های مهم آن فصل کتاب را در یک صفحه گنجاند. در بیش‌تر موارد، درک نادرست از مطالب، ما را به پُرگویی می‌کشاند؛ در این صورت ارتباط منطقی بین جملات و پاراگراف‌ها حفظ نمی‌شود و متنی بلند ولی نامنسجم و سامان‌نیافته تولید می‌شود.

۳- نوشته‌هایی که سر کلاس توسط دانش‌جویان تهیه می‌شوند (جزوه)، بسیار بد هستند. هیچ آفرینشی در این نوشته‌ها توسط نویسنده صورت نگرفته و بیش‌تر آن هم روابط ریاضی یا کلمات کلیدی است. پیشنهاد می‌کنم دانشجویان پس از هر کلاس و پس از مرور منابع اصلی مربوط به آن کلاس، یک انشای دو صفحه‌ای در مورد آن کلاس بنویسند. این انشا به همراه یاداشت‌های سرِ کلاس در آینده، زمانی که آن مطالب مرور دوباره می‌شوند، بسیار به کار خواهند آمد.

۴- بهتر است وسواس بیش از حد در انتخاب معادل‌های فارسی برای کلمات انگلیسی کنار گذاشته شود و جانب اعتدال نگاه داشته شود. در برخی موارد این حساسیت با تولید کلمات، عبارت‌ها و قوانین من‌درآوردیِ نگارشی همراه می‌شود. این به هیچ وجه مناسب نیست. زیرا شخص نویسنده را از هدف اولیهٔ خود که یادگیری یک موضوع علمی (مثلاً فیزیک) است، دور می‌کند و خواننده را هم سر در گم می‌کند. کار را به کاردان بسپاریم.

۵- ویکی‌پدیای فارسی جای مناسبی برای تمرین نگارش است. در این‌جا دانشجو می‌تواند یک موضوع مربوط به تخصص خود را انتخاب کرده و یک صفحه به قسمت فارسی اضافه کند. معمولاً این صفحات توسط ویرایشگران ویکی‌پدیا بررسی می‌شوند. اگر متن افزوده شده نگارش درستی نداشته باشد توسط دیگران اصلاح یا ممکن است حذف شود.

۶- در مورد نگارش پایان‌نامه، نویسنده نباید تلاش کند موضوعات اصلی تحقیق را به صورت فشرده یا معماگونه بیان کند. بهتر است جزییات به‌صورت کامل و بدون هیچ‌گونه ابهامی بیان شوند. به نظرم پایان‌نامه با کتاب از این جهت، کمی تفاوت دارد. نوع بیان کتاب‌ها به نویسندهٔ آن ربط دارد. مثلاً کتاب‌های فیزیک لاندائو را در نظر بگیرید. ایشان مطالب را فشرده‌تر بیان می‌کردند که نشان از نبوغ ریاضیاتی ایشان دارد. دقت کنید که لاندائو یک متخصص استثنایی است که آزمون خود را پس داده است ولی متن پایان‌نامه، اولین نوشتهٔ علمی دانشجو است و قرار است داوری شود و البته اگر خوب باشد بعداً مورد استفاده دیگران هم قرار خواهد گرفت.

۷- مطالعهٔ نوشته‌های چاپی مانند روزنامه، مجله، کتاب‌های رمان و ... می‌تواند مفید باشد. متون منتشر شده در وبلاگ‌ها، شبکه‌های اجتماعی و پایگاه‌های مشابه خوبند ولی کافی نیستند. نوشته‌های الکترونیکی را با فشردن یک کلید می‌شود نابود کرد ولی متون کاغذی این‌طور نیستند. معمولاً همین ماندگاری بالای نوشته‌های روی کاغذ، مؤلف آن را متعهدتر و مسؤولیت‌پذیرتر می‌کند.

در پایان امیدوارم دو موضوع گزارش‌نویسی و درس انشا در مدرسه‌های ما، جدی گرفته شوند. بر این باورم که این موضوعات آن‌قدر مهم هستند که باید یک سوم انرژی کاری مدرسه‌های ابتدایی، به یاد دادن گزارش‌نویسی و انشانویسی اختصاص داشته باشد. این مهارت‌ها نتایج ملموسی در آیندهٔ دانش‌آموز خواهند داشت.

مطالعهٔ منابع زیر به خوانندهٔ علاقه‌مند توصیه می‌شود.

مراجع

۱- راهنمای نگارش پایان نامه: برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری، مسعود محمودی، نشر آران ۱۳۸۶.

۲- روش تدوین پایان‌نامه کارشناسی ارشد و دکتری، علیرضا عندلیب، نشر آذرخش ۱۳۹۰.

۳- آیین نگارش، احمد سمیعی، مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۹۲.

افتتاح خانهٔ فیزیک اصفهان در شهر علم

تهیه‌کننده: الهام صادقی

برای نخستین بار در کشور خانهٔ فیزیک در شهر اصفهان افتتاح شد.خانهٔ ریاضیات اصفهان در سال ۷۷ با همت جمعی از اساتید دانشگاه‌های اصفهان و با حمایت شهرداری اصفهان افتتاح شد و تجربیات به‌دست آمده از احداث آن، این ایده را ایجاد کرد، تا شهر علم اصفهان برای اولین بار در کشور راه اندازی شود. به دنبال راه اندازی شهر علم در اصفهان زیر نظر شهرداری و براساس مصوبهٔ شواری هماهنگی شهر علم، قرار بر این شد تا با الگوگیری از خانهٔ ریاضیات مجموعه ای از خانه‌های علم مانند خانهٔ فیزیک، خانهٔ زیست شناسی، خانهٔ آمار، خانهٔ شیمی و بعضی از علوم پایه در اصفهان تشکیل شود.

ایجاد همکاری عمیق میان دانشگاه‌ها و شهرداری‌ها یکی از مهم‌ترین اهداف راه اندازی شهر علم در استان اصفهان بود. خسروی مدیر شهر علم می‌گوید: با توجه به توانمندی ها و امکاناتی که شهرداری ها دارند، می توانند با استفاده از موزه‌ها، کتابخانه ها، مراکز فرهنگی و نمایشگاه ها به عمومیت بخشیدن هرچه بیشتر علم کمک کنند. شهرداری ها حالا دیگر یک نهاد خدماتی صرف نیستند و در حوزه های فرهنگی و اجتماعی نقش مهمی را بازی می کنند و خوشبختانه شهرداری اصفهان در این راستا در کشور پیشتاز بوده است. شهرداری‌ها با ایجاد فضاهای ورزشی و علمی و فرهنگی نقش مهمی در پرکردن اوقات فراغت جوانان دارند و در همین راستا از آسیب های اجتماعی و آفت‌های فرهنگ جلوگیری کرده‌اند.

هدف اصلی از احداث شهر علم در اصفهان ترویج عمومی علوم در بین سطوح مختلف دانش آموزی، دانشجویی و عامه مردم و تغییر نگرش مردم جامعه نسبت به علوم مختلف است.

خانهٔ فیزیک نیز روز پنج شنبه ۹ بهمن سال ۹۳ در راستای تحقق اهداف شهر علم اصفهان با حضور مسئولان شهری، اساتید دانشگاهی و رئیس انجمن فیزیک ایران افتتاح شد.

رییس انجمن فیزیک ایران در آیین افتتاح خانهٔ فیزیک اصفهان با ابراز خرسندی از افتتاح خانهٔ فیزیک درشهر اصفهان آن را حاصل تعامل مثبت شهرداری اصفهان با دانشگاه‌های این شهر دانست و افزود: بهترین نتیجهٔ حاصل از این خانه ورود فیزیک به خانهٔ مردم است که آن را از حالت تک بعدی و تخصصی خارج کرده و در بین مردم ترویج می‌دهد.

افتتاح باشگاه فیزیک زاهدان

شاهین روحانی با بیان این‌که تأسیس خانهٔ علوم مختلف در شهر علم و در کنار یکدیگر عامل مهمی در تعامل بین رشته‌ای است، خاطرنشان کرد: خانه‌های علم ارتباط بسیار خوبی با مردم داشته و در آن‌ها شاهد حضور اقشار مختلف مردمی با هر نوع گروه سنی هستیم.

رییس انجمن فیزیک ایران با اشاره به این‌که انجمن فیزیک ایران یکی از قدیمی‌ترین انجمن‌های ایران است که در سال ۱۳۱۰ افتتاح شده است، بیان داشت: این انجمن عضو شورای ملی انجمن‌های علمی بوده و نخستین کنفرانس ملی آن در سال ۱۳۵۲ برگزار شده است، در دوران انقلاب مدت فراوانی در رکود بوده اما بعد از مدتی دوباره در سال ۶۳ فعالیت خود را آغاز کرده است و هم اکنون بیش از ۹ هزار عضو دارد.

وی ادامه داد: اهداف این انجمن ایجاد تحکیم روابط عملی و پژوهشی میان پژوهشگران، تلاش برای ترویج علم فیزیک در جامعه، کوشش برای افزایش فرصت‌های شغلی برای دانش‌آموختگان این بخش و گسترش فعالیت‌های خود است.

روحانی با اشاره به انتشار سه مجله علمی در این انجمن، گفت: مجلهٔ «پژوهش فیزیک»، خبرنامهٔ الکترونیکی و مجلهٔ «فیزیک روز» از مهم‌ترین مجله‌ها برای ترویج علم است که در آن مقالات مختلف و اخبار فیزیک منتشر می‌شود.

وی با اشاره به تعاملات بین‌المللی خوب انجمن اظهارداشت: این انجمن با انجمن فیزیک‌دانان ایرانی انجمن فیزیک آمریکا عقدنامه و تفاهم نامهٔ همکاری امضا کرده علاوه بر این‌که عضویت اتحادیهٔ فیزیک محض نیز از دیگر ویژگی‌های این انجمن ایرانی است. برگزاری کنفرانس‌های سالانه که هر ساله حدود یک‌هزار نفر در آن شرکت می‌کنند نیز از جمله فعالیت‌های انجمن فیزیک است.

رییس انجمن فیزیک ایران با بیان این‌که مهم‌ترین فعالیت این انجمن پاسداری از اخلاق علمی است، تصریح کرد: افرادی که در این حوزه مشغول فعالیت علمی هستند باید یکسری قوانین را در چهارچوب‌های ویژه رعایت کنند که در حال حاضر مجلس شورای اسلامی نیز در کمیسیونی این مبحث را مورد بررسی قرار داده تا قانونی برای تخلفات علمی وضع شود.

وی با اشاره به برگزاری باشگاه فیزیک در شهرهای تهران و اصفهان، گفت: در این باشگاه دانش‌آموزان، دبیران، اساتید و دانشجویان گرد هم آمده و به بیان مباحث فیزیک به بیان ساده می‌پردازند، اخیراً این باشگاه در زاهدان نیز برگزار می‌شود که نخستین جلسه آن ۳۰ بهمن سال جاری برگزار خواهد شد.

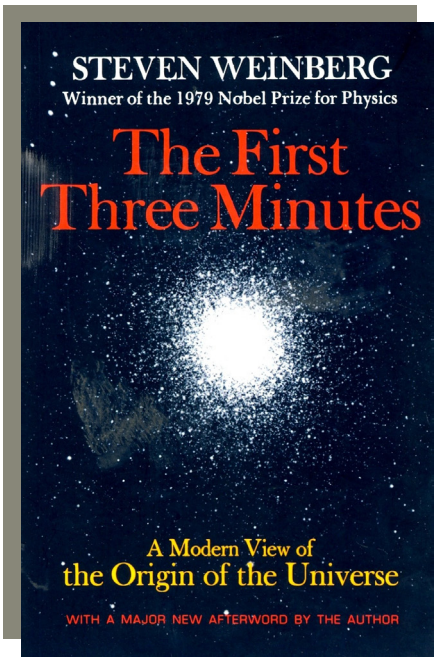
پس از باشگاه فیزیک تهران و اصفهان، سومین باشگاه فیزیک در کشور این‌بار در زاهدان تشکیل شد.

جلسهٔ افتتاحیه باشگاه فیزیک زاهدان با حضور ریاست انجمن فیزیک ایران آقای دکتر شاهین روحانی و تعدادی از مدیران استانی و اعضا هیئت علمی و دانشجویان و دبیران و دانش آموزان علاقه‌مند به فیزیک روز پنج شنبه ۳۰ بهمن ۹۳ با همت و تلاش انجمن علمی دانشجویان فیزیک و دانشگاه سیستان و بلوچستان در محل آمفی تئاتر دانشکدهٔ مهندسی شهید نیکبخت دانشگاه سیستان و بلوچستان برگزار شد.

در این نشست پس از تلاوت کلام الله کریم و نواختن سرودهای ملی و دانشگاه، و خیر مقدم توسط مدیر محترم گروه فیزیک، سخنرانان جلسهٔ افتتاحیه به ارایهٔ سخن پرداختند.

در بخش اول سخنرانی ، آقای دکتر روحانی به معرفی انجمن فیزیک ایران و تاریخچهٔ آن به عنوان یکی از قدیمی‌ترین انجمن‌های علمی کشور اشاره نمودند.

در بخش دوم سخنرانی به ریشه‌های تاریخی ظهور فیزیک مدرن پرداخته شد. شرحی از نسبیت و کوانتوم، دو ستون اصلی فیزیک مدرن داده شد. سپس به فیزیک نیمهٔ دوم قرن بیستم رسیدند. شرحی از شکست تقارن و گروه باز به هنجارش داده شد. نهایتاً به فیزیک در قرن بیست و یکم رسیده و راجع به پیچیدگی مطالبی بیان نمودند.



The first three minutes:
A modern view of the origin of the Universe
Writer: Esteven weinberg
ISBN-13: 978-0465024377

سه دقیقهٔ نخست

احمد شاملومهر
دانشگاه خوارزمی

شاید بعضی افراد تصور کنند که در سه دقیقه نمی‌توان کار زیادی انجام داد. در ابعاد زندگی یک انسان، با طول عمر متوسط هفتاد سال، سه دقیقه، کسری بیش از یک در ده میلیون را به خود اختصاص نمی‌دهد. حال در مقایسه با عمر نزدیک به چهارده میلیارد سالهٔ جهان، سه دقیقه کاملاً ناچیز به نظر می‌رسد. حال آن‌که کیهان در سه دقیقهٔ نخست حیات خود، چنان تغییراتی را از سرگذرانده است که در ادامه، هیچ‌گاه تجربه نکرده است. به عنوان مثال دمای آن که تنها پس از یکصدم ثانیه از تولد خود حدود یک صد میلیارد درجه بوده، در ثانیهٔ اول به یک میلیارد درجه رسیده است.

سیر تحولات این دوره موضوع کتاب‌های بسیاری بوده است. استیون واینبرگ نیز در کنار کتب تخصصی خود که برای فیزیک‌پیشگان نوشته است، مشروح حوادث اولیهٔ جهان را در کتابی با عنوان «سه دقیقهٔ نخست: نگاهی جدید به منشأ جهان» مورد بررسی قرار داده است. شالودهٔ این کتاب از سخنرانی واینبرگ در سال ۱۹۷۳ گرفته شده و تا به حال چندین بار مورد ویرایش و بازبینی قرار گرفته است.

این کتاب که در هشت فصل نوشته شده است، سرگذشت جهان را هنگامی که بسیار جوان بوده روایت می‌کند و تنها به سه دقیقهٔ نخست اختصاص ندارد. در فصل اول به عنوان مقدمه، سیر تحول نگرش آدمی به تولد کیهان، از زمان باستان تا کنون را بررسی می‌کند و در فصل دوم شمایی از جهان منبسط‌شونده را به معرض نمایش می‌گذارد. در فصل سوم به سراغ تابش پس زمینهٔ کیهانی می‌رود که در سه دقیقهٔ ابتدایی رخ نداده، بلکه تصور کلی بر آن است که چندصد هزار سال بعد هنگامی‌که جهان به اندازهٔ کافی سرد شده است این پدیده به عنوان اولین نور در کیهان پدیدار شده است. در فصل چهارم واینبرگ به سراغ چگونگی بوجود آمدن پایه‌های جهان کنونی رفته و شرایط بوجود آمدن ذرات بنیادی و همچنین تولید سبک‌ترین عناصر را تشریح می‌کند. نویسنده فصل پنجم را با عنوان سه دقیقهٔ اول به سبک نمایشنامه‌ها به چند پرده تقسیم کرده است .در هر پرده دمای عالم به یک سوم کاهش پیدا می‌کند و شرایط جهان را در شش پرده بررسی می‌کند که آن هم مدت بیش از سه دقیقه را پوشش می‌دهد. فصل ششم به تاریخچه‌ای از دانش ما و چگونگی تکامل آن از تحول کیهان اختصاص دارد و در ادامه در بخش آخر آن را تکمیل می‌کند. او که تا کنون یک صدم ثانیهٔ اول را کم‌تر مورد توجه قرار داده فصل هفتم را به صورت مجزا به آن اختصاص داده است. فصل آخر این کتاب به بیان سناریوهای مورد قبول، برای پایان کار این جهان می‌پردازد.

به نظر می‌رسد ایجاد ارتباط میان دانسته‌های گذشته خواننده در کنار افزودن به دانش آن‌ها این کتاب را در ردیف کتاب‌های محبوب قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که ترجمهٔ فارسی این اثر در بازار کتاب داخلی قابل تهیه است.

پتانسیل برهم‌کنش دو اتم برانگیخته

حسن صفری
دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فن‌آوری پیشرفتهٔ کرمان

نیروی وارد بر یک اتم خنثی از جانب اجسام پیرامون اتم (نیروی کازیمیر-پولدر)، و نیز نیروی برهم‌کنش بین دو اتم خنثی (نیروی وان‌دروالس)، نتیجهٔ افت‌وخیز حالت کوانتومی پایهٔ میدان هستند. اولین محاسبات نیروی وان‌دروالس برای فاصله‌های کوتاه بین اتم‌ها توسط لاندن [۱] و برای فاصلهٔ دلخواه بین اتم‌ها توسط کازیمیر و پولدر [۲] انجام پذیرفت. از آن هنگام به بعد، تلاش‌های زیادی برای اصلاح فرمول داده شده و تعمیم آن به حالات کلی‌تر، به‌انجام رسیده است که در نظر گرفتن اثر برانگیختگی در اتم‌ها، از جمله این تلاش‌ها بود.

در محاسبهٔ پتانسیل برهم‌کنش بین اتم‌های برانگیخته، با انتگرال‌هایی بر روی فرکانس فوتون‌ها مواجه می‌شویم که دارای قطب‌هایی بر روی مسیر انتگرال‌گیری هستند که موجب می‌شوند نتیجه به صورت مجموع دو جملهٔ غیرتشدیدی و تشدیدی درآید که جملهٔ تشدیدی ناشی از وجود برانگیختگی در اتم‌ها است. فرمولی که در سال ۱۹۶۵ میلادی توسط گروهی از پژوهشگران منتشر شد[۳]، بیانگر این است که جملهٔ تشدیدی پتانسیل به صورت تابعی نوسانی از فاصلهٔ بین دو اتم است و دامنهٔ نوسانات آن بر حسب فاصله، نزولی است. گروه دیگری از پژوهشگران، محاسبهٔ این پتانسیل را در سال ۱۹۹۵ تکرار کردند. اگرچه برای قسمت غیرتشدیدیِ پتانسیل، نتیجهٔ به دست آمده منطبق بر نتیجهٔ گروه قبلی بود، ولی برای جملهٔ تشدیدیِ پتانسیل، تابعی به دست آوردند که برحسب فاصلهٔ بین اتم‌ها یکنواخت و نزولی است[۴]. تفاوت موجود بین دو نتیجهٔ یاد شده، از اختلاف در طرز محاسبه انتگرال‌های فوتون با توجه به قطب‌های موجود بر روی مسیر انتگرال‌گیری سرچشمه می‌گیرد. این باعث شده که اثر برانگیختگی اتم‌ها بر روی پتانسیل برهم‌کنش وان‌دروالس همچنان یک مسئله مهم و باز باقی بماند.

در این مقاله، با استفاده از نظریهٔ اختلال، فرمولی جدید برای پتانسیل برهم‌کنش دو اتم برانگیخته به دست آمده است که از این نظر که اثر اجسام مغناطوالکتریک پیرامون اتم‌ها نیز در آن وارد شده، نسبت به فرمول‌های قبلی کلی‌تر است. ولی مسلماً نمی‌تواند با هر دو دسته از نتایجی که به آن‌ها اشاره شد، در توافق باشد؛ برای قسمت تشدیدی در توافق با مرجع [۳] و در تضاد با مرجع [۴]، نشان‌دهندهٔ رفتار نزولی- نوسانی برحسب فاصله است. یک راه برای قضاوت، می‌تواند راه حل آن از ره‌یافتی کاملاً متفاوت باشد. به منظور قضاوت بر روی این دو نتیجه، از فرمول پتانسیل کازیمیر-پولدر که برای یک اتم برانگیخته در حضور یک جسم ماکروسکوپی در مرجع [۵] به دست آمده است، بهره بردیم. سپس با حدگیری از اندازهٔ جسم در حد جسم کوچک و جایگزینی مناسب آن با یک اتم، آن‌چه حاصل شد، دقیقاً همان نتیجه‌ای بود که در این مقاله با به‌کارگیری نظریهٔ اختلال به‌دست آمده است. بدین ترتیب، علاوه بر تأیید فرمول ارائه شده در این مقاله برای پتانسیل برهم‌کنش دو اتم برانگیخته در حضور محیط مادی، نتیجه‌ای که در مرجع[۳] برای قسمت تشدیدی پتانسیل به دست آمده است، نیز تأیید شد.

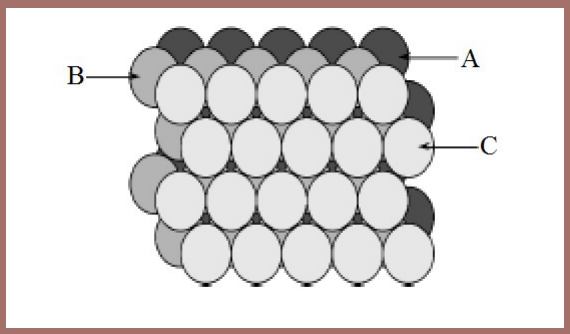
مراجع

[1] F. London, Z. Phys. 63, 245 (1930).
[2] H. B. G. Casimir and D. Polder, Phys. Rev. 73, 360 (1948).
[3] R. R. McLone and E. A. Power Proc. R. Soc. London Ser. A 286, 573 (1965).
[4] E. A. Power and T. Thirunamachandran, Phys. Rev A 51, 3660 (1995).
[5] J. M. Wylie and J. E. Sipe, Phys. Rev. A 32, 2030 (1985).

چیدمان بهینه در سیستم‌های کروی

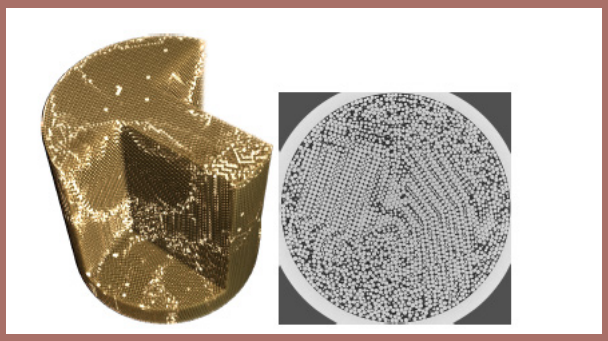
مریم حنیف پور
دانشکدهٔ فیزیک، دانشگاه تهران

از چپاندن وسایل در یک چمدان مسافرتی گرفته تا ذخیره و انبار محصولات یک کارخانه، با مسئلهٔ جا دادن حداکثری اجسام در فضای محدود سر و کار داریم. در ریاضیات مسئلهٔ چیدمان اجسام زیر مجموعه‌ای از مسئلهٔ کلی‌تر بهینه‌سازی قرار می‌گیرد. فیزیک‌دانان که تمایل دارند مسئله را از ابتدا در ساده‌ترین صورت مدل کنند به سراغ اجسام یک شکل و در ابتدا کروی شکل می‌روند. این سیستم‌ها در عین سادگی کاربردهای فراوانی در شاخه‌های مختلف علوم دارند. از مدل‌کردن سیستم‌های پیچیدهٔ گلاسی و آماری و گازی و مولکولی گرفته تا مسائل بهینه سازی در ریاضیات و مخابرات. پس مسئله به این صورت خلاصه می‌شود: تعداد زیادی از کره‌های هم‌اندازه داریم که می‌خواهیم در ظرفی با حجم مشخص قرار دهیم. با فرض این‌که این کره‌ها نمی‌توانند برهم‌پوشانی داشته باشند چه چیدمانی حداکثر تعداد این کره‌ها را در ظرف جای خواهد داد؟ گرچه هر میوه‌فروشی می‌داند که حداکثر پرتقال‌ها را می‌تواند با انباشتن سه گوش آن‌ها در جعبه به دست آورد اما اثبات ریاضی این مسئله که به فرض کپلر معروف شد نهایتاً در سال ۲۰۰۵ ارئه شد [۱]. طبق فرض کپلر برای کره‌های سخت همسان چیدمانی بهینه‌تر از چیدمان منظم با لایه‌های متناوب A و B و C مانند شکل ۱ وجود ندارد. این چیدمان‌ها که به چیدمان‌های بارلو معروف‌اند، فشرده‌ترین حالت چیدمان کره‌های سخت می‌باشند که ٪۷۴ از حجم فضایی که در آن چیده شده‌اند را اشغال می‌کنند. یکی از مسائل جالب توجه در مورد کره‌های سخت این است که هرگاه آن‌ها را در ظرفی بریزیم هیچ‌گاه چیدمان منظم به خودشان نمی‌گیرند. حتی اگر با ضربه ای به ظرف، قصد بازآرایی مکان ذرات را داشته باشیم باز هم چیدمان منظم دور از دسترس است. برنال یکی از پیشگامان کریستولاگرافی مدرن اولین کسی بود که به چیدمان نامنظم کره‌های سخت پرداخت. از نظر این دانشمند ساختار نامنظم کره‌ها ره‌یافتی بر درک ساختار مایعات بود. در واقع برنال توانست دامنهٔ وسیعی از خواص ذرات را با آزمایش‌هایش روی گ‌روه‌های نامنظم ذرات توجیه کند. مطالعات برنال روی کره‌های سخت نتایج جالب دیگری هم داشت. در یکی از آزمایش‌ها برنال بعد

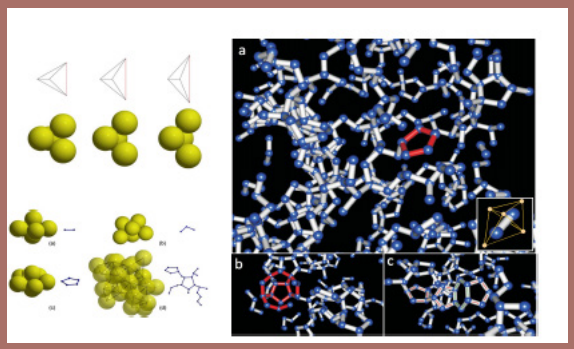


شکل ۱: چیدمان‌های بارلو

از ریختن بلبرینگ‌ها در ظرف و تکان دادن ظرف با اضافه کردن موم به بلبرینگ‌ها مکان هر ساچمه را ثابت می‌کرد [۲]. برنال این آزمایش را با ۶۰۰۰ بلبرینگ انجام داد و بعد از آن به جدا کردن تک تک ساچمه‌ها پرداخت و مکان هریک را ثبت کرد. نتایج آزمایش برنال نشان داد که کره‌ها ٪۶۴ فضا را پر می‌کنند. در حقیقت هر آزمایش تجربی دیگر نیز این موضوع را تأیید می‌کند که چیدمان‌های نامنظم کره‌های سخت ٪۶۴ فضا را پر می‌کنند. در حقیقت هر آزمایش تجربی دیگر نیز این موضوع را تأیید می‌کند که چیدمان‌های نامنظم کره‌های سخت ٪۶۴ فضا را پر می‌کنند. در این حالت سیستم متشکل از کره‌های سخت در برابر نیروی برشی مقاومت می‌کند و به عبارتی کل مجموعه بدون داشتن اسکلتی منظم (نظم بلند مدت) مانند جامد رفتار می‌کند. تولید سیستم‌هایی به کسر پکیدگی بین ٪۶۴ تا ٪۷۴ تا به امروز به عهدهٔ شبیه‌سازی‌های کامپیوتری بوده است. بر اساس یافته‌های این شبیه‌سازی‌ها ساختارهایی متشکل از هم‌زیستی هم‌زمان نواحی منظم و نا منظم در سیستم‌هایی با کسر پکیدگی بالای ٪۶۴ به وجود می‌آید. تأیید تجربی و بررسی‌های بیشتر این نتایج منوط به تولید نمونه‌های تجربی با ساختار نیمه متبلور بود. نخستین بار دکتر سعادت‌فر و دکتر فرانسیس از دانشگاه ملی استرالیا آزمایشی ترتیب دادند که براساس آن ساختارهای نیمه‌متبلور را مشاهده کردند شکل ۲.



شکل۲: سمت راست سمت مقطع دوبعدی و سمت چپ
نمای داخلی سه بعدی از یکی از نمونه‌های تجربی



شکل۳: حلقه‌های پنج‌تایی هر رأس، مرکز یک کره خواهند بود.

در این آزمایش ظروف متشکل از کره‌های شیشه‌ای به قطر ۱میلی‌متر را بر روی دستگاه‌های لرزاننده قرار می‌دهند [۳]. لرزاننده هر ظرف را تحت نوسانات شدید افقی و عمودی هم‌زمان قرار می‌دهد. در این آزمایش تنظیم شتاب نوسانات افقی و عمودی و اجتناب از دافعه الکترواستاتیکی (ناشی از برخوردها و ایجاد بارهای سطحی) نکتهٔ کلیدی در شکل گیری ساختارهای نیمه‌متبلور می‌باشد. به منظور استخراج اطلاعات از تکنیک توموگرافی استفاده می‌شود که در این روش نمونه‌های تولید شده تحت عکس‌برداری سه‌بعدی اشعهٔ ایکس قرار می‌گیرند. در نتیجه مکان مراکز ذرات با دقت بالایی قابل دسترس است. مطالعه روی این نتایج تجربی نشان می‌دهد که نظم‌های موضعی که شامل کره‌هایی می‌باشند که در موقعیت ساختاری fcc و hcp قرار دارند بعد از حد ٪۶۴ شکل گرفته و شروع به رشد در سیستم می‌کنند و بعد از حد ٪۶۸ در سیستم غالب می‌شوند. نکتهٔ جالب دیگر که از این مطالعات استخراج می‌شود شکل گیری حلقه‌های ۵تایی polytetrahedra از کره‌هایی می‌باشد که در موقعیت تتراهدرا قرار دارد شکل۳. تعداد این ساختارها در نزدیکی کسر پکیدگی ٪۶۴ به اوج می‌رسند و در بازهٔ ٪۶۴ تا ٪۶۸ از بین می‌روند. همچنین مطالعات روی این سیستم‌ها نشان می‌دهد که با فشرده‌تر شدن سیستم از ٪۶۴ به ٪۶۸ تعداد ذراتی که در تبادل نیرو با یکدیگر قرار دارند تقریباً ثابت می‌ماند شکل۴ [۴]. این نکته یادآور گذار فاز مرتبه اول تبدیل آب به یخ می‌باشد که در مرحله ای با دادن گرما به سیستم دما ثابت می‌ماند. در حقیقت برای سیستم‌های متشکل از کره‌های سخت مکانیکی آماری بر پایه اصول مکانیک آماری کلاسیک مطرح شده است. گرچه این فرمول بندی بر اساس اصول اولیه نیست اما حجمی که از تقسیم بندی ورونوی سیستم به هر کره نسبت داده می‌شود جایگزین نقش انرژی در مکانیک آماری کلاسیک می‌شود. بنابراین نوسانات حجمی سلول‌های ورونوی می‌تواند معیار جالبی از گرمای نهان ویژه سیستم‌های کره سخت باشد. بررسی نمونه‌های تجربی تولید شده نشان می‌دهد که این گرمای ویژه در بازه بین ٪۶۴ تا ٪۶۸ به صورت ناپیوسته تغییر می‌کند که می‌تواند گواهی باشد بر مرتبه اول بودن گذار از حالت منظم به حالت نامنظم در سیستم‌های متشکل از کره‌های سخت.

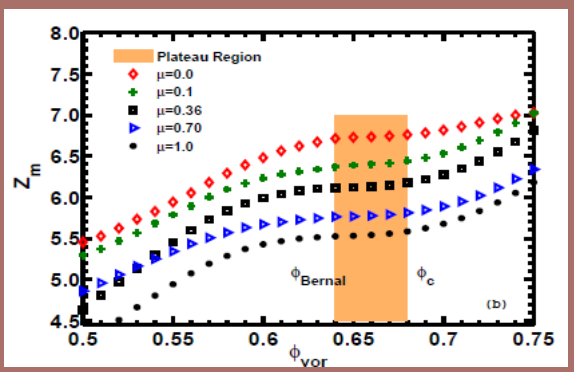
مراجع

[1] Thomas C. Hales. A Proof of the kepler conjecture. J. annals. Math, 162:1065-1185, Aug 2005.

[2] J. D. Bernal and J. Mason. Packing of spheres: Co-ordination of randomly packed spheres. Nature, 188(4754):910-911, 1960.

[3 N. Francois, M. Saadatfar, R. Cruikshank, and A. Sheppard. Geometrical frustration in amorphous and partially crystallized packings of spheres. Phys. Rev. Lett., 113:148001, Oct 2013.

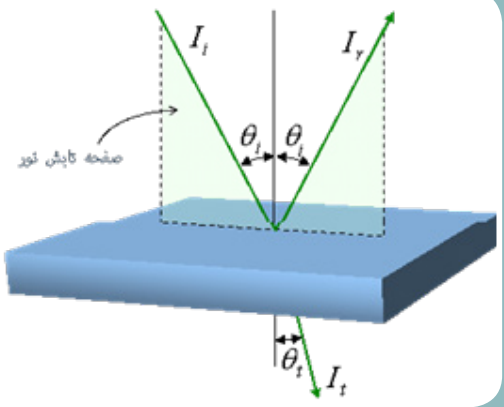
[4] M. Hanifpour, N. Francois, M. Vaez Allaei, S. T. Senden, and M. Saadatfar. Mechanical characterization of patially crystallaized sphere packings. Phys. Rev. Lett., 113:148001, Oct 2014.



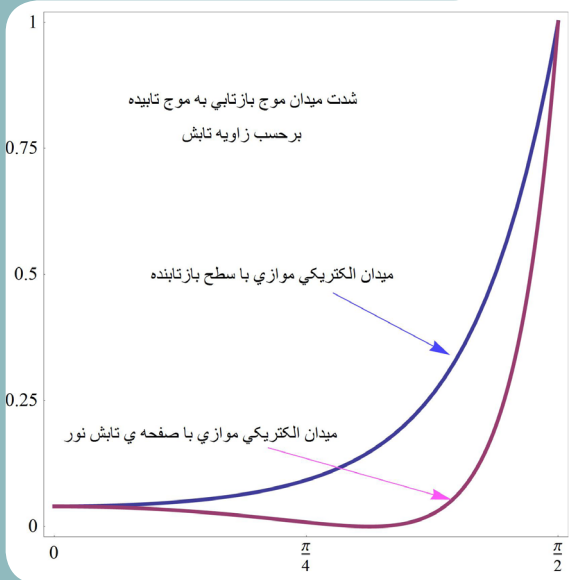
شکل۴: تعداد ذراتی که در تبادل نیرو با هم قرار دارند با فشرده‌تر سیستم افزایش می‌یابد اما مستقل از مقدار اصطکاک در بازهٔ٪۶۴ تا ٪۶۸ مقدار ثابتی دارند.

پاسخ پرسش‌های شمارهٔ قبل

پرسش: میزان بازتاب نور از سطوح صاف بستگی به زاویهٔ تابش نور دارد. هرچه 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. 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؟

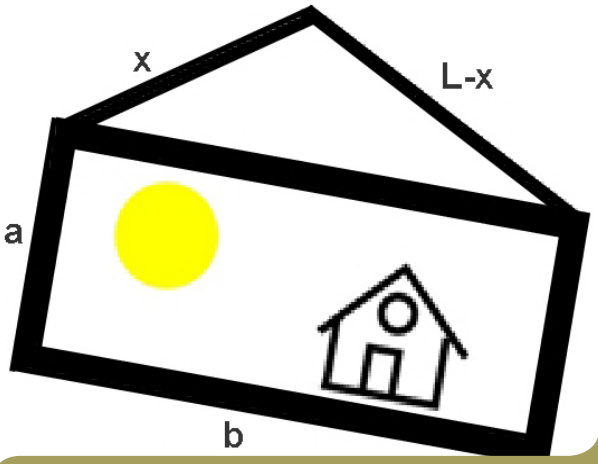


پاسخ: جواب کمی این سؤال با استفاده از حل معادلات موج و به دست‌آوردن ضرایب فرنل به دست می‌آید. اگر θ زاویهٔ فرود موج باشد (شکل روبرو)، نسبتِ شدت میدان الکتریکی موج بازتابنده، E_r، به شدت میدانِ موج تابیده، E_i ، برای وقتی که از کنار به سطح نگاه کنیم (یعنی $\theta \approx \frac{\pi}{2}$) حدود ۱ می‌باشد. درصورتی‌که این شدت برای وقتی که عمود برسطح نگاه کنیم($\theta \approx 0$) بسیار کمتر می‌باشد.



این شکل نسبت ($\frac{E_r}{E_i}$) را برای وقتی که سطح مورد نظر ما پلاستیکی با ضریب شکستِ $n = 1.5$ باشد نشان می‌دهد. این نمودار برای دو قطبش مختلف از نور تابیده رسم شده است.

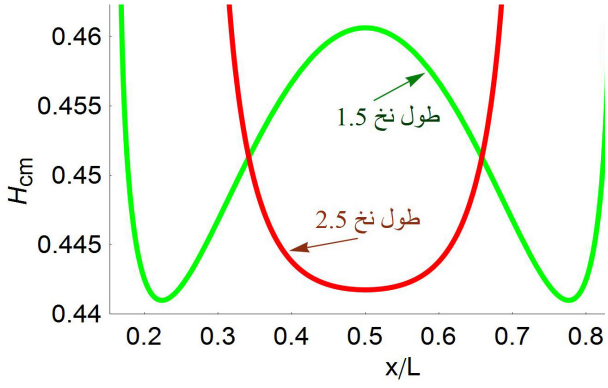
اما پاسخ کیفی نیز می‌توان به این سؤال داد: سطحِ بازتابنده مانند یک سدِ انرژی (!) در برابر فوتون‌های تابیده عمل می‌کند. حال هرچقدر نور با زاویهٔ تابشِ بیش‌تری به سطح نزدیک شود، بردار اندازه حرکت فوتون بیش‌تر موازی سطح خواهد بود. یعنی مولفهٔ عمود برسطح اندازه حرکت فوتون – که مسئول نفوذ در سطح می‌باشد – کوچک‌تر خواهد بود؛ به‌همین دلیل احتمال بازتابش فوتون بیش‌تر می‌شود. درحالی‌که وقتی $\theta \approx 0$ است، بردار اندازه حرکت فوتون کاملاً عمود برسطح است؛ یعنی احتمال نفوذ فوتون به داخل سطح افزایش می‌یابد و احتمال بازتابش کاهش.



پرسش: 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؟

پاسخ: قاب عکس در شرایطی قرار می‌گیرد که مرکز جرمِ آن – که فرض می‌کنیم در وسط مستطیلِ قاب قرار دارد – کم‌ترین ارتفاع ممکن را داشته باشد. فرض کنید که تابلو مستطیلی به ابعادِ $a\times b$ است و طول نخ نیز L می‌باشد (شکل مقابل). اگر بخواهیم مرکز جرم در پایین‌ترین نقطهٔ ممکن باشد، باید فاصلهٔ آن تا محل میخِ روی دیوار بیشینه بشود.

ابتدا حالتِ حدیِ کوتاه‌ترین نخِ ممکن، (یعنی $L=b$) را در نظر می‌گیریم. در این حالت نخ کاملاً کشیده و موازی با ضلع بالایی تابلو است و اصلاً نمی‌تواند یک مثلث تشکیل بدهد. میخ در هرکجا که باشد (یا x هر چقدر که باشد) نخ کشیده و موازی ضلع بزرگ‌تر باقی می‌ماند. دراین‌صورت اگر میخ وسط نخ قرار بگیرد (یعنی $x=۰.۵b$)، فاصلهٔ میان میخ تا مرکز تابلو $۰.۵a$ می‌شود؛ اما اگر در هریک از دو گوشهٔ بالای تابلو قرار بگیرد (یعنی $x=۰$ یا $x=b$) فاصلهٔ میخ تا مرکز قاب $۰.۵\times\sqrt{a^۲+b^۲}$ می‌شود. بدیهی است که در حالت دوم فاصلهٔ میخ با مرکز تابلو بیشتر است؛ یعنی مرکز جرم می‌تواند در ارتفاع پایین‌تری قرار بگیرد. پس تابلو ترجیح می‌دهد در حالت دوم قرا بگیرد، حالتی که میخ در یکی از دو گوشهٔ آن زیر نخ قرار دارد. حالت حدی برعکس اما وقتی است که $L>>b$. در این شرایط دیگر این استدلال درست نیست و بیش‌ترین فاصله میان محل میخ و مرکز تابلو متعلق به وقتی است که $x=۰.۵L$ ، یعنی تابلو کاملاً صاف قرار گرفته است.



این نمودار ارتفاعِ (بهنجار شدهٔ) مرکز جرم یک تابلو از زمین را برحسب $\frac{x}{L}$ نشان می‌دهد. اگر $a=۰.۵$، $b=۱$ و طول نخ $L=۱.۵$ باشند، نمودار دو ارتفاعِ کمینه برای مرکز جرم در $x=۰.۲۲۴L$ و $x=۰.۷۷۶L$ به دست می‌دهد. اما اگر برای همین تابلو طول نخ $L=۲.۵$ باشد، نمودار تنها یک کمینه در $x=۰.۵L$ خواهد داشت؛ یعنی بهترین حالت وقتی است که محلِ میخ درست وسط نخ باشد. حال، به‌نظر شما مقدار آستانه‌ی طول نخ که از حالت یک کمینه در وسط به حالت دو کمینه گذار می‌کنیم برحسب a و b چقدر می‌باشد؟

پرسش‌های این شماره:

سؤال اول:

هنگامی‌که در ماشین در حال حرکت (یا پارک شده) نشسته‌ایم و ماشین دیگری با سرعت زیاد از نزدیک ما عبور می‌کند، تکانی را در وسیلهٔ نقلیه‌مان احساس می‌کنیم، علت چیست؟ (این پرسش از جلسهٔ ۱۲۱ باشگاه فیزیک تهران برداشته شده است.)

سؤال دوم:

چرا چای داغ (که ممکن است پوست را بسوزاند) را می‌توان بدون سوختن دهان نوشید؟ مخصوصاً اگر آن را با جرعه‌های کوتاه بنوشیم. اما پیتزای داغ، با همان دمای چای و حتی کمتر، می‌تواند دهان را به شدت بسوزاند؟ آیا وقتی آبگوشت داغ می‌خوریم (!) خوردن سیب‌زمینی یا گوشتِ داغ بیشتر احتمال سوزاندن دارد یا خوردن آبِ آبگوشت؟ چرا؟

(این پرسش با استفاده از جلسهٔ ۱۱۴ باشگاه فیزیک تهران طرح شده است.)

جایزهٔ سفر به CERN برای دو دبیر فیزیک

در راستای همکاری‌های ایران با مرکز تحقیقات هسته‌ای اروپا (CERN) در مرز کشور سوئیس و فرانسه، و پیرو تفاهم‌نامه انجمن فیزیک ایران، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و مرکز تحقیقات هسته‌ای اروپا، تعداد ۲ سهمیه برای اعزام ۲ دبیر فیزیک، با هدف آشنایی با این مرکز تحقیقاتی- از طرف سرن به ایران اختصاص داده شده است. مهلت ثبت‌نام دبیران علاقه‌مند به فیزیک ذرات بنیادی تا آخر دی‌ماه ۹۳ بود و مهم‌ترین معیارهای مورد توجه در انتخاب دبیران حداکثر سن ۴۰ سال، توانایی در مکالمه و نوشتن به زبان انگلیسی در حدقابل قبول، داشتن سوابق علمی و حرفه‌ای ارزندهٔ مرتبط با فیزیک و انجام فعالیت‌های فوق برنامهٔ مرتبط با فیزیک است. این دبیران در تابستان سال آینده -۱۳۹۴- در یک دورهٔ سه هفته‌ای با هدف آشنایی با این مرکز و تحقیقات آن، مهمان مرکز تحقیقات هسته‌ای اروپا (CERN) خواهند بود. هزینهٔ سفر ایشان نیز توسط پژوهشگاه دانش‌های بنیادی تأمین خواهد شد.

دبیر برگزیدهٔ فیزیک ۹۴

انجمن فیزیک ایران هر دو سال یک‌بار جایزه‌ای به یک یا چند دبیر فیزیک که از میان دبیران سراسر کشور برگزیده می‌شوند، اهدا می‌کند. مهم‌ترین معیارهای انجمن در انتخاب دبیر برگزیده: ایجاد علاقه و انگیزه در دانش آموزان برای یادگیری فیزیک، ابتکار و نوآوری در آموزش فیزیک، انجام فعالیت‌های فوق برنامه مرتبط با فیزیک، کوشش در اعتلای کیفیت آموزش فیزیک، داشتن سوابق علمی و حرفه‌ای ارزندهٔ مرتبط با فیزیک و استفاده از وسایل کمک آموزشی و فن‌آوری جدید (مانند رایانه، اینترنت، ...) در آموزش فیزیک است. مهلت ثبت‌نام برای انتخاب تا آخر بهمن‌ماه امسال بود.

پنجمین کنفرانس فیزیک ذرات و میدان‌ها

پنجمین کنفرانس فیزیک ذرات و میدان‌ها، بهمن ماه ۹۳ به میزبانی دانشگاه شهید بهشتی برگزار شد. از ۶۹ مقاله رسیده به این کنفرانس ۳۱ مقاله به صورت شفاهی و ۶۵ مقاله به صورت پوستر ارائه شدند. از بین پوسترهای ارائه شده ۳ پوستر برتر نیز انتخاب شد. دانشگاه صنعتی اصفهان برای برگزاری ششمین کنفرانس فیزیک ذرات و میدان‌ها در سال ۹۴ اعلام آمادگی کرده است.

بیست و سومین گردهم‌آیی دانش‌آموزی

انجمن فیزیک ایران بیست و سومین گردهم‌آیی دانش‌آموزی فیزیک ایران را با اهداف زیر، در تابستان ۹۴ برگزار خواهد کرد: تشویق دانش‌آموزان به انجام فعالیت‌هایی فراتر از برنامه‌های درسی، پرورش خلاقیت و روحیهٔ تحقیق و مطالعه در زمینهٔ فیزیک، تشویق، ترغیب، و ارج نهادن به تحقیقات فردی و گروهی

اختتامیهٔ جشنوارهٔ عکاسی انجمن فیزیک ایران

نتایج جشنواره عکاسی انجمن فیزیک ایران در یکصد و بیست و یکمین باشگاه فیزیک تهران اعلام شد.
در بخش عکاسی فیزیکی آزاد عکس «رقص شعله» کار آقای عباس حمید سمیعی به عنوان عکس اول برگزیده شد. عکس «کریستال برف» کار مشترک آقای محمدرضا کشفی و خانم منیره کشفی عکس دوم برگزیده شد. عکس «قطره یخزده» کار آقای هادی کامکار عکس سوم برگزیده شد. در بخش عکاسی فیزیکی با میکروسکوپ عکس «ستاره دریایی» کار آقای حمید مطهری مناسب‌ترین عکس این بخش برگزیده شد.
عکس‌های «بادکنک‌های روی دیوار» کار آقای حسین رشیدی، «بادکنک آبی» کار مشترک خانم منیره کشفی و آقای محمدرضا کشفی و «هیولای وایزنبرگ» کار مشترک آقای مهران عرفانی فام و آقای علی نجفی شایسته تقدیر شناخته شدند.

باشگاه فیزیک

جلسات صد و بیست و یکم تا صد و بیست و سوم باشگاه فیزیک تهران، زمستان امسال در ماه‌های دی و بهمن و اسفند با موضوعات "اصول سادهٔ اپتیک در عکاسی"، "صد سالگی نسبیت عام: آیا انقلاب دیگری در راه است؟" و "کیهان اولیه: از نظریه تا مشاهدات رصدی" برگزار شد. سخنرانان این جلسات که در دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه تهران برگزار می‌شود به ترتیب دکتر خسرو حسنی از دانشگاه تهران دکتر محمد نوری زنوز از دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه تهران و دکتر حسن فیروزجاهی از پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) بودند. جلسات سی و چهارم و سی پنجم باشگاه فیزیک اصفهان، نیز با سخنرانی آقای دکتر مجتبی اعلایی از دانشگاه صنعتی اصفهان پیرامون « شبیه سازی در ابعاد میکروسکوپی» و دکتر محمد علی عسگریان از دانشگاه اصفهان با موضوع «پلاسما، چهارمین حالت ماده» در خانه فیزیک اصفهان برگزار شد.سه جلسهٔ نخست باشگاه فیزیک زاهدان نیز در آمفی تئاتر دانشکدهٔ مهندسی شهید نیکبخت دانشگاه سیستان و بلوچستان برگزار شد.