دانش معاصر

زیر نظر: محمدرضا خواجه‌پور
حسین معصومی همدانی

در یک قرن اخیر، از یک سو فاصلهٔ زمانی میان پژوهش علمی و کاربردهای عملی آن در زندگی پیوسته کاهش یافته است و از سوی دیگر مرز میان شاخه‌های گوناگون علوم محو تر و دانش‌های میان‌رشته‌ای در حوزه‌های علوم فیزیکی، علوم زیستی و علوم انسانی جانشین شاخه‌های مجزای کلاسیک شده است. از این رو آگاهی شهروند قرن بیست‌ویکم از این مجموعهٔ دانش‌های به‌هم‌پیوسته ضرورت تام دارد و بدون این دانش‌ها زندگی در جامعه امروز و شناخت خود، جامعه و جهان دشوار خواهد بود. شهروند امروزی باید با گسترهٔ وسیعی از این دانش‌ها آشنا باشد. مجموعهٔ دانش معاصر قصد آن دارد که خوانندهٔ فارسی‌زبان را با این گستره آشنا کند.

www.ketab.ir

فهرستنویسی پیش از انتشار

براگ، ویلیام لارنس، ۱۸۹۰ـ۱۹۷۱ Bragg, William Lawrence

فیزیک اندیشه‌ها و یافته‌ها / لارنس براگ؛ ترجمه محمدرضا خواجه‌پور. ــ تهران: فرهنگ معاصر، ۱۳۸۴.

۱۱۲ ص.: مصور، عکس. ــ(دانش معاصر؛ ۳)

فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا.

عنوان اصلی: Ideas and Discoveries in Physics.

چاپ قبلی: دنا، ۱۳۶۴.

۱. فیزیک ــ تاریخ. الف. خواجه‌پور، محمدرضا، ۱۳۲۰ ــ، مترجم. ب. عنوان.

۹ف ۴ب/QC ۷ ۵۳۰/۰۹

۱۳۸۴

کتابخانه ملی ایران ۴۲۰۰۷ـ۸۴م

ISBN 964-8637-28-8 شابک ۸ـ۲۸ـ۸۶۳۷ـ۹۶۴

www.ketab.ir

فیزیک

اندیشه‌ها و یافته‌ها

لارنس براگ

ترجمهٔ

محمدرضا خواجه‌پور

فرهنگ معاصر

تهران ۱۳۸۵

www.ketab.ir

دانش معاصر ۳
زیر نظر: محمدرضا خواجه‌پور
حسین معصومی همدانی

www.ketab.ir

فرهنگ معاصر
شماره ۴۵، خیابان دانشگاه، تهران ۱۳۱۴۷
تلفن: ۶۶۴۶۵۵۳۰ـ۶۶۴۶۵۵۲۰ـ۶۶۹۵۲۶۳۲
فکس: ۶۶۴۱۷۰۱۸
E-mail: farhangmo@neda.net
Website: www.farhangmoaser.com

فیزیک: اندیشه‌ها و یافته‌ها
نویسنده: لارنس براگ
(برندهٔ جایزهٔ نوبل در فیزیک)
مترجم: محمدرضا خواجه‌پور
حروف‌نگاری، طراحی و چاپ:
واحد کامپیوتر و چاپ فرهنگ معاصر
ویرایش دوم، چاپ اول: ۱۳۸۵
تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

فهرست مطالب

مقدمه ۱
فیزیک چیست؟ ۱

انقلاب صنعتی در قرن هفدهم ۹
آغاز فیزیک در قرن‌های شانزدهم و هفدهم ۹
مکانیک سماوی ۱۲
مکانیک زمینی ۱۷

شروع الکتریسیتهٔ سودمند ۲۵

فیزیک کلاسیک و الکترون ۴۵
فیزیک کلاسیک ۴۵
کشف الکترون ۴۸
پرتو رونتگن ۵۳
پرتو کاتودی ۵۶
مهندسی الکترونیک ۶۱
اطاقک ابری ویلسون ۶۳

مکانیک جدید ۶۹
مدل‌های اتمی ۶۹
مکانیک جدید ۷۲
مطالعات پلانک دربارهٔ تابش جسم سیاه ۷۴
اثر فوتوالکتریک ۷۵
اثر کامپتن ۷۹

www.ketab.ir

اتم بور ۷۹
امواج ماده ۸۲
امواج یا ذرات ۸۷

هسته ۹۱
فیزیک هسته‌ای ۹۱

رادیواکتیویته ۹۴
هسته ۹۷
شکافتن اتم ۹۹
انرژی هسته‌ای ۱۰۰
دنیای هسته‌ای ۱۰۲

سخن آخر ۱۰۵

www.ketab.ir

یادداشت مترجم

سرلارنس براگ، فیزیکدان نامدار انگلیسی، این کتاب کوچک را به قصد آشنایی علاقمندان (خاصه دانشجویان تازه وارد دانشگاه آزاد Open University انگلیس) با سیر تحولات فیزیک به رشتهٔ تحریر آورد (۱۹۷۱). آن را نباید تاریخ یا تاریخچهٔ فیزیک بشمار آورد، زیرا در آن به بسیاری از شاخه‌های فیزیک حتی اشاره‌ای هم نشده است. اما آنچه این کتاب کوچک را متمایز می‌کند، نگاه نویسنده به تحول علم فیزیک است. نگاه او نگاه فیزیکدان آزمایشگر است که از بُن با دیدگاه متداول در کتابهای عامه‌فهم امروزی فرق می‌کند. در این کتابها به جنبه‌های تجربی و آزمایشگاهی این علم توجه اندکی می‌شود. از دید براگ، فیزیک به هرحال علمی تجربی است و از خاستگاههای تجربی آن نباید غفلت کرد. او این سیر تحول را تا پیش از جنگ جهانی دوم دنبال می‌کند. تحولات بعدی را ــ از دیدگاهی کاملاً متفاوت ــ می‌توان در کتاب دیگری که در مجموعهٔ دانش معاصر منتشر می‌شود سراغ کرد.

این ترجمه سالها پیش توسط انتشارات دنا منتشر شد (۱۳۶۹). در این چاپ جدید تمام کتاب بازخوانی و ویرایش شده و شکلهای جدیدی به کتاب افزوده شده است.

www.ketab.ir

۱

مقدمه

فیزیک چیست؟

به‌آسانی نمی‌توان تعریف دقیقی از فیزیک و پیوند آن با شاخه‌های دیگر علم، به‌دست داد. اصطلاح «فیزیک»، به عنوان یک شاخهٔ مستقل علم، سابقهٔ چندانی ندارد. یکصد سال پیش، آن را بخشی از موضوعی می‌شمردند که «حکمت طبیعی» نام داشت و هنوز هم در دانشگاه‌های اسکاتلند آن را به این نام می‌خوانند. فیزیک، از مطالعهٔ خواص بنیادی ماده و تابش (اشیاء و امواج) آغاز می‌کند و می‌کوشد که نحوهٔ کار طبیعت را بر حسب این خواص توضیح دهد. از آن‌رو که یکراست کنه مطلب را نشانه می‌رود و اجزایی را بررسی می‌کند که در نهایت همه‌چیز از آنها ساخته شده، بارها به فهم عمیق‌تر شاخه‌های دیگر علم انجامیده است. مثلاً، شیمی اطلاعات زیادی دربارهٔ واکنش‌های ترکیب‌های شیمیایی و خواص آنها گرد آورده است؛ ولی فیزیکدانان بودند که به بررسی و تبیین سرشت نیروهایی پرداختند که موجب پیوند اتم‌ها در ترکیب‌های شیمیایی است، و این کار تأثیری ژرف بر علم شیمی کرد؛ زیرا خواص شیمیایی را توضیح داد. به همین نحو، فیزیک در روشن کردن مسائل زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و فلزشناسی کمک کرده و اخیراً نیز، با پی بردن به ساختمان مواد بسیار پیچیده‌ای که مادهٔ زنده را می‌سازد، به یاری زیست‌شناسی آمده است.

ولی غرض ما در اینجا، خدمتی است که فیزیک در حوزهٔ خود

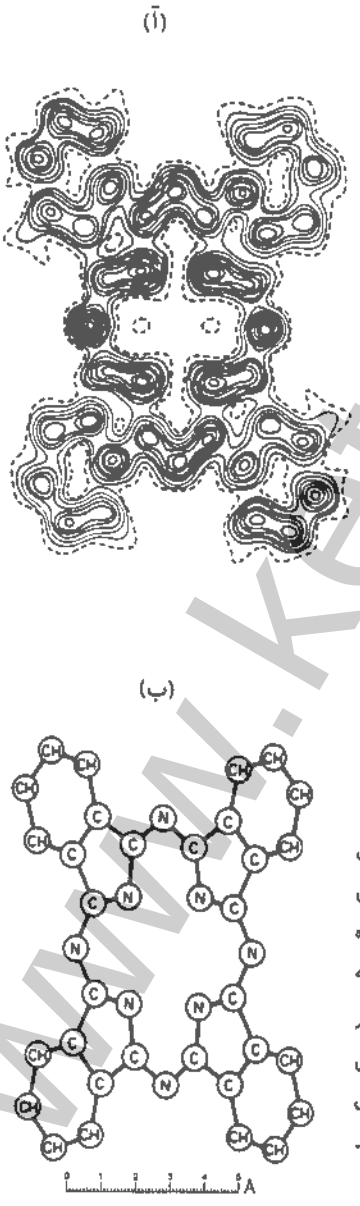
www.ketab.ir

به دانش بنیادی و کار بسته کرده است. اگر فقط دستاوردهای آن را در حوزه فناوری در نظر گیریم، مطالعهٔ الکتریسته و مغناطیس به پیدایش تلگراف و تلفن، رادیو و تلویزیون، موتورها و دینام‌هایی که انتقال نیرو را از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر آسان می‌سازند و اختراعات بیشمار دیگری انجامیده است که شیوهٔ زندگی ما را دگرگون کرده‌اند. شاخهٔ دیگری از فیزیک، امکان ساختن نیروگاه‌هایی را فراهم آورده است که منابع عظیم انرژی درون هستهٔ اتم را می‌گشایند. این تحولات مستقیماً از بررسی خواص بنیادی ماده، یعنی کاری که فیزیک بدان می‌پردازد، حاصل شده است.

از من خواسته‌اند که گزارشی کوتاه از تحول فیزیک بنویسم. چنین گزارشی به‌راستی باید خیلی کلی باشد و موضوع را از وسیع‌ترین چشم‌انداز بنگرد، زیرا نباید چندان از نزدیک به درختان نگریست که جنگل را ندید.

با تقسیم این سیر تحولی به مراحلی چند، می‌کوشم که تصویر را ساده‌تر کنم. هر یک از این مراحل با کشفی بسیار مهم، یا شیوهٔ تفکری مشخص می‌شود که حاصل آن دریافت عمیق‌تر طبیعت بوده است. هر مرحله با نام‌های مشاهیری چند پیوند خورده است؛ هر مرحله سهم خاص خود را در چیرگی ما بر طبیعت و نیز در رفاه و آسودگی ما داشته است.

نخستین مرحله را به‌درستی می‌توان فیزیک قرن هفدهم نامید؛ زیرا در آن قرن نیوتن بزرگ، کاری را به ثمر رسانید که گالیله آغاز کرده بود. او وجود قوانینی مکانیکی را ثابت کرد که هم بر اجسام زمینی ناظراند و هم بر اجرام سماوی و بدین‌طریق آسمان و زمین را در طرحی واحد به هم پیوست. عظمت نیوتن چنان بود که سلطه و نفوذش در سراسر قرن بعدی نیز محسوس بود.



تصویر فیزیکی مولکول شیمیایی فتالوسیانین. (آ) این شکل بر اساس اندازه‌گیری‌های پراش پرتو x رسم شده است و توزیع ماده را در مولکول به وسیلهٔ خطوط هم‌ـچگالی (که نظیر خطوط تراز در نقشه‌های جغرافیایی است) نشان می‌دهد. (ب) تعبیری است که شیمیدان از تصویر (آ) می‌کند (از ج. م. رابرتسون).

www.ketab.ir

در پایان قرن هجدهم، با کشف دنیای جدید الکتریسته و مغناطیس چشم‌انداز حکمت طبیعی بسیار وسیع‌تر شد. این کشف، به کشف امریکا به توسط کولومبوس می‌مانست. الکتریسته و مغناطیس شاخهٔ اصلی فیزیک شد. در قرن نوزدهم، به دنبال شناخت عمیق‌تری که نسبت به امواج نور(نورشناسی) و گرما (ترمودینامیک) حاصل شد، مجموعه‌ای از علوم پدید آمد که امروز «فیزیک کلاسیک» نامیده می‌شود.

این طرح کلاسیک بقدری کامل و غایی می‌نمود که، جز پرداختن به جزئیات، کار دیگری برای بهبود آن نمی‌شد انجام داد. آنگاه، در اواخر قرن، با کشف الکترون به وسیلهٔ ج. ج. تامسن و نتایجی که از آن حاصل شد، این تقارن در هم شکست. الکترون از قرار گرفتن در قالب فیزیک کلاسیک سر باز زد، و بدین طریق «فیزیک جدید» پدید آمد. تحول این «فیزیک جدید» در قرن حاضر، در دو مسیر متفاوت، صورت گرفته است؛ دو مسیری که گویی براستی دو گونه علم مجزا از هم‌اند.

اتم‌ها ساختاری بیرونی، متشکل از الکترون‌ها، دارند؛ این ساختار بیرونی منشأ همهٔ خواص شیمیایی و مکانیکی اتم‌ها و تعیین‌کنندهٔ نیروهایی است که اتم‌ها را به هم می‌پیوندد. در مرکز اتم هستهٔ مثبت خردی جای دارد که رادرفورد آن را کشف کرد. از دیدگاهی عام و کلی می‌توان گفت که عزیمتگاه گونهٔ نخست این «فیزیک جدید»، ساختار الکترونی اتم و واکنش آن با تابش است و بر این اساس به توضیح خواص ماده‌ای می‌پردازد که از اتم‌ها ساخته شده است. برای بررسی این قبیل مسائل باید «مکانیک کوانتومی» جدیدی بوجود می‌آمد که خصیصه‌ها و ویژگی‌هایش در مکانیک نیوتنی موجود نبود. این کار،

www.ketab.ir

مدلی رایانه‌ای از یک ملکول بسیار پیچیده بر اساس بررسی پراش پرتو x . لیسوزوم آنزیمی است در موجودات زنده که با کشتن باکتری‌ها از آنها حفاظت می‌کند. این ملکول از ۲۵۰۰ اتم تشکیل شده است. آرایش این اتم‌ها با خطوط کوتاهی مشخص شده است که هر اتم را به نزدیک‌ترین همسایه‌هایش وصل می‌کند.

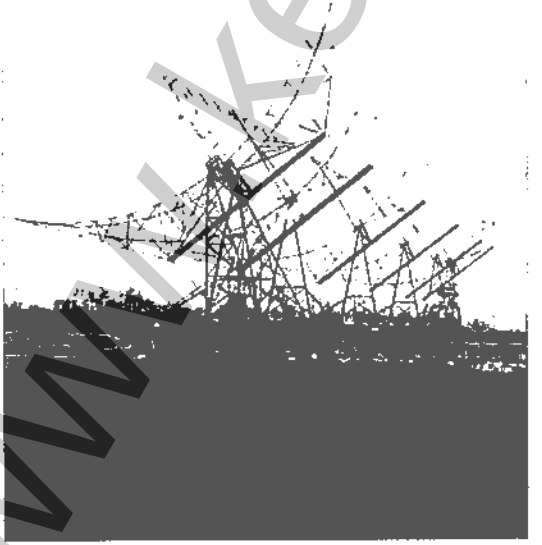
انقلابی در شیوهٔ تفکر ما پدید آورده است و به مفاهیم و اندیشه‌هایی نو و برانگیزنده، مثلاً دربارهٔ رابطهٔ میان علت و معلول، انجامیده است.

گونهٔ دوم این فیزیک، یکراست به سراغ مرکز اتم یعنی دنیای کوچک هسته می‌رود. عزیمتگاه آن، پدیدهٔ رادیواکتیویته بود. این فیزیک به قوانینی می‌پردازد که بر نیروهای پرتوان و منابع عظیم انرژی هسته‌ای ناظر است، و با انواع گوناگون ذرات عجیبی سر و کار دارد که در پرتو کیهانی یافت می‌شود، و پدیده‌هایی را می‌کاود که آشکارسازی آنها به کمک دستگاه‌های غول‌پیکری است که ذرات را تا حد

www.ketab.ir

انرژی‌های زیاد شتاب می‌دهند. به یاری فیزیک گونهٔ نخست توانسته‌ایم رفتار ماده را بسی بهتر بفهمیم. حاصل این فیزیک، انواع وسایل فنی جدید و نیز موادی با خواص تازه، بوده است. فیزیک گونهٔ دوم به اکتشافات شگفت‌آور بسیار دربارهٔ ذرات نهایی ماده انجامیده و راه دستیابی به انرژی هسته را گشوده است.

در گزارشی از این گونه، آدمی همواره وسوسه می‌شود که تحولات جدید را زیاد برجسته کند. تازگی آنها ممکن است اهمیتی نابجا به آنها دهد و سهل است که آدمی به جزئیاتی بیش از اندازه بپردازد. من از این



آرایهٔ خطی آنتن‌های رصدخانهٔ رادیویی کیمبریج. این رصدخانه و رصدخانه‌های دیگر در سراسر جهان با دریافت امواج رادیویی به تجسس آسمان مشغول‌اند.

www.ketab.ir

وسوسه با این تدبیر پرهیز کرده‌ام که داستان را در یک نسل پیش به پایان برم. از این‌رو به‌ندرت از پیشرفت‌های بزرگ سی سال گذشته سخن به میان آورده‌ام. به نسبیت نیز نپرداخته‌ام. حق مطلب را دربارهٔ آفرینهٔ بزرگ آینشتاین نمی‌توان بجای آورد مگر آنکه به تفصیلی قابل ملاحظه پرداخت. علاوه بر این در ایامی که مورد نظر ماست، پیوند نسبیت و فیزیک به‌طور کلی، بسیار سست‌تر از آن بوده که امروز است.

تحولات بزرگی که امروزه در حول‌وحوش ما روی می‌دهد ــ پژوهش ژرف ذرات نهایی ماده، نجوم رادیویی، مطالعهٔ زمین و بسیاری مطالب دیگر ــ تاریخ فیزیک را می‌سازند، اما هنوز فرصت آن را نیافته‌اند که جای خود را در این چشم‌انداز در کنار رویدادهای بزرگ گذشته پیدا کنند. به این دلیل ــ و نه از آن‌رو که قدرشان را اندک می‌شمارم ــ است که در اینجا به آن‌ها نخواهم پرداخت.

www.ketab.ir