

فیزیک و نام آوران آن

تألیف اسفندیار معتمدی



فیزیک و نام آوران آن پاسخگوی بسیاری از پرسشهای دانش آموزان و دانشپژوهان علم فیزیک است. زبان و بیانی ساده دارد و به گونه ای خودآموز نوشته شده است. نخست به تعریف علم می پردازد و از موضوع و هدف فیزیک و مفاهیم آن در علم سخن می گوید. روشهای علمی در پژوهشهای فیزیکی و تئوریه‌ها و قانونهای فیزیک و چگونگی پیدایش و تکامل آنها را مورد بحث قرار می دهد. سرانجام، برجسته ترین نام آوران این علم را، از روزگاران بسیار دور تا به امروز، به خوانندگان می شناساند.

گذشته از اینها، کتاب فیزیک و نام آوران آن فهرستی از نام و نشان برندگان جایزه نوبل، از آغاز تا کنون، به دست می دهد. خودآزماییهایی نیز به کتاب افزوده شده است تا خواننده بتواند با استفاده از آنها میزان یادگیری خود را از این کتاب ارزشیابی کند. واژه نامه کتاب راهنمایی است برای آشنایی خواننده با بسیاری از اصطلاحهای علمی که در این کتاب به کار رفته است. فهرست کتابهای خواندنی درباره تاریخ فیزیک و مفاهیم این علم نیز به خواننده کمک می کند تا بتواند با مطالعه آنها برداش خود در این زمینه ها بیفزاید.

فیزیک و نام آوران آن

تألیف اسفندیار معتمدی

مؤسسه انتشارات فاطمی

تهران — آبان ۱۳۶۳

سخنی دربارهٔ این کتابها

هر جامعه به پاخاسته‌ای، برای دست یافتن به خودکفایی و گسستن هرگونه زنجیر وابستگی سیاسی و اقتصادی، تلاش می‌کند تا علم و دانش و صنعت و فن و هنر را در میان همگان، خاصه نوجوانان و جوانان و دانشپژوهان، گسترش دهد. نظام آموزشی را دگرگون می‌کند. کتابهای درسی را پربارتر می‌کند و از دانشهای کهنه و سرگرم‌کننده می‌زداید. علم را با عمل و دانستن را با اندیشیدن و به کار بستن می‌آمیزد. برای هرگونه کتابی که دانشهای نو و تازه‌ترین یافته‌های دانشمندان و پژوهشگران به آنها راه یافته است، پایگاهی بس ارجمند می‌شناسد. می‌داند که بسیار نکته‌هاست که کتاب درسی فرصتی نمی‌یابد به آنها پردازد یا افزونتر از اشاره‌هایی در این زمینه‌ها داشته باشد. چنین جامعه‌ای تلاش می‌کند تا دانش آموختگان به گونه‌ای بارآیند که برای زندگی امروز و فردای خود و جامعه خویش کارآمدتر و مؤثرتر باشند و از خلق کردن و دست‌یازیدن به هنرها و صنعتها و اختراعات و اکتشافها و سود بردن از دانستن برای بهتر زیستن باز نمانند.

مؤسسه انتشارات فاطمی، با توجه به این نیازها، رسالتی را برعهده گرفته است و انتشار مجموعه کتابهایی را در زمینه علوم و دانستن آنها آغاز کرده است که آنها را گنجینه دانش نامیده است. این کتابها به پرسشهای آدمی دربارهٔ خود و جهان پیرامونش، و کنجکاو یهایش در زمینه‌های گوناگون علم و کاربردهایش پاسخ می‌گوید. برای انتشار آنها از بهترین و تازه‌ترین کتابهای علمی جهان استفاده می‌شود. در کارنوشتن و تألیف و ترجمه آنها از همکاریهای زبده‌ترین کارشناسان آموزش و پرورش کشورمان و پژوهشگران در زمینه‌های گوناگون علوم بهره می‌برد. تا آنجا که میسر و ممکن است تلاش می‌شود تا اشتباه و لغزشی در آنها راه نیابد.

کتابهای گنجینه دانش هم خودآموزند، هم یاری‌دهنده به فهم کتابهای درسی، هم آماده‌کننده دانش‌آموزان برای موفقیت در امتحانات در رشته‌های گوناگون علمی و کنکور دانشگاهها، و هم راهنمای معلمان برای تدریس علم.

اگر به اندکی از این رسالت در راه بازسازی جامعه علمی کشورمان رسیده باشیم، خدای را سپاس می‌گوییم که خدمتی درخور جامعه‌ای بزرگ برعهده گرفته ایم، حتی اگر اندک باشد.

مؤسسه انتشارات فاطمی

فهرست مطالب

۷

پیشگفتار

۹

فیزیک چیست؟

۱۱

علم چیست؟

مشخصات علم کدام است؟ - ۱۱ / علوم طبیعی چیست؟ - ۱۳ / موضوع و هدف فیزیک چیست؟ - ۱۴ / فیزیک کلاسیک کدام است؟ - ۱۵ / مکانیک کلاسیک چیست؟ - ۱۵ / تئوری الکترومغناطیسی چیست؟ - ۱۶ / فیزیک کلاسیک شامل چه بخشهایی است؟ - ۱۸ / نارساییهای فیزیک کلاسیک چه بود؟ - ۲۰ / فیزیک مدرن چیست؟ - ۲۱ / فیزیک مدرن شامل چه بخشهایی است؟ - ۲۶

۳۱

خودآزمایی ۱

۳۵

روش علمی چیست؟

۳۷

روش علمی یعنی چه؟

مراحل تحقیق علمی کدام است؟ - ۳۷ / پایه گذار شاخه علمی چه کسی و یا چه کسانی بودند؟ - ۳۹ / قوانین آونگ چگونه کشف شد؟ - ۴۱ / چگونه تئوری جاذبه، قوانین آونگ را توجیه می کند؟ - ۴۷ / چگونه از تئوری جاذبه و قوانین حرکت، قانونهای آونگ را به دست می آوریم؟ - ۴۸ / تئوریهای چگونه تکامل می یابند؟ - ۵۱ / آیدار جهان مرتبط، به تئوری واحدی می توان رسید؟ - ۵۲

۵۵

خودآزمایی ۲

نام آوران فیزیک

۵۹

چه کسی در فیزیک نام آور است؟

۶۱

ارشمیدس - ۶۲ / ابوریحان محمد بن احمد بیرونی - ۶۴ / گالیلئو گالیلئی معروف به گالیله - ۶۷ / رنه دکارت - ۶۹ / کریستین هویگنس - ۷۱ / آیزاک نیوتن - ۷۳ / الساندرو ولتا - ۷۵ / شارل اوگوستن دوکولن - ۷۷ / توماس یانگ - ۷۸ / آندره ماری آمپر - ۸۰ / مایکل فارادی - ۸۲ / جیمز کلارک ماکسول - ۸۵ / آنتوان هانری بکرل - ۸۸ / جوزف جان تامسن - ۹۰ / هنریخ هرتز - ۹۲ / ماکس پلانک - ۹۴ / مانیا اسکلودوفسکا - ۹۶ / آلبرت اینشتین - ۹۸ / نیلز هنریک داوید بور - ۱۰۱

برندگان جایزه نوبل

۱۰۳

جایزه نوبل به چه کسانی و چگونه تعلق می گیرد؟

۱۰۵

۱۰۷-۱۲۸

برندگان جایزه نوبل از سال ۱۹۰۱ تا ۱۹۸۴

۱۳۰

واژه نامه

۱۳۷

پاسخ خودآزمایی ۱

۱۳۹

پاسخ خودآزمایی ۲

۱۴۰

منابع و مآخذ

۱۴۱

معرفی چند کتاب فیزیک خواندنی درباره تاریخ فیزیک و مفاهیم آن

پیشگفتار

یکی از روزهای آخر شهریورماه بود که دانش آموزی، با پدرش به کتابفروشی رفت و کتابهای سال اول دبیرستان را خرید و با خود به منزل برد. درمیان این کتابها، چشم او به کتابی افتاد که روی آن نوشته شده بود: فیزیک. دانش آموز کنجکاو، بیدرنگ به طرف پدرش رفت و پرسید، پدر: فیزیک چیست؟ از چه چیزی گفتگومی کند؟ از چه بخشهایی تشکیل شده است؟ با علوم دیگر چه ارتباطی دارد؟ آموختن آن چه نتیجه ای دارد؟ چگونه باید آن را آموخت؟ پایه گذاران فیزیک چه کسانی بودند؟ آیا، ایرانی هم در میان آنها هست؟ اگر نه، چرا؟...

پدر، درحالی که می خواست پرسشهای فرزندش را بی جواب نگذارد، مایل نبود که پاسخهایش نادرست باشند، از این رو کتاب فیزیک را برداشت و آن را شروع به ورق زدن کرد و با عنوانهایی از جمله: روش فیزیکی، فرضیه، قانون و تئوری... برخورد کرد. پدر، تعدادی قانون و چند تئوری از آنچه در مدرسه خوانده بود به یادش آمد. اما پرسشهای تازه تری برای خود او نیز مطرح شد. روش فیزیکی یعنی چه؟ چه تفاوتی میان قانون و تئوری هست؟ آیا دانشمندان هم مانند نمایندگان مجلس، قانون وضع می کنند؟ آیا قانونهای فیزیک ثابت است یا تغییر پذیر. تئوریا چطور؟

جالب توجه این است که برای پدر و فرزند پرسشهایی مطرح شد که لازم بود به پاسخ آنها برسند. برای یافتن پاسخ، هر دو به جستجو پرداختند،

نتیجه این جستجوها کتابی شد با نام فیزیک و نام آوران آن که پاسخ بسیاری از این پرسشها را در برداشت.

امید است که توانسته باشیم در جهت شناختن دانش فیزیک گامی برداشته باشیم و بتوانیم در کتابهای دیگر مجموعه فیزیک گنجینه دانش این آشنایی را به شناختی عمیق و گسترده مبدل کنیم.

اسفندیار معتمدی

آبان ۱۳۶۳

فیزیک چیست؟

هدف علم هرگز اثبات «حقایق تغییرناپذیر» و تثبیت «عقاید قطعی و ابدی» نیست. علم می‌کوشد گام به گام به واقعیت نزدیکتر شود و به تدریج درهای بسته گنجینه اسرار طبیعت را به روی آدمی بگشاید و پرده‌های ابهام را یکی پس از دیگری پاره کند تا بلکه به قلّه معرفت «ممکن» تقرب بیشتری حاصل کند، بدون اینکه در هیچ یک از مراحل تکامل خود مدعی بر «صحت کامل و نهایی» باشد.

برتراند راسل

هدف— هدف از نوشتن این بخش آن است که خواننده پس از مطالعه آن: با تعریف و موضوع علم فیزیک آشنا شود؛ ارتباط این علم را با سایر رشته‌های علوم طبیعی دریابد، بخشهای فیزیک را بشناسد و به طور کلی تصویری از فیزیک معاصر در ذهنش نقش بندد.

علم چیست؟

پیش از آنکه به معرفی علم فیزیک پردازیم بهتر است دربارهٔ علم^۱ و مشخصات آن مطالبی بنویسیم. در اینجا منظور از علم آن قسمت از معارف آدمی است که تعریفهای زیر درمورد آن صدق می‌کند:

- علم، عبارت است از دانستیهای قابل تحقیق (در هر جا و به وسیلهٔ هر کس).
- علم، کوششی برای شناختن واقعتهای جهان است.
- علم، مجموعه‌ای از دانسته‌های تجربه‌شده و مربوط به هم است.
- علم، آن قسمت از شناخت یا معرفت انسان است که به طور منظم و با روش معین به دست می‌آید و روابط میان واقعتهای را بیان می‌کند.
- علم، ارتباطی است میان ذهن انسان و جهان خارجی.

مشخصات علم کدام است؟

با استفاده از تعریفهای گوناگونی که از علم شده است، می‌توان مشخصات زیر را برای علم برشمرد:

- ۱- پیوستگی و پویایی - اطلاعات پراکنده و غیرمرتبط درمورد واقعتهای، علم نیست، بلکه علم عبارت است از اطلاعات کاملاً مربوط به یکدیگر که به صورت سازمان یافته، کل

واحدی را تشکیل می دهند. این سازمان، پویا و متحول است و دائماً به کمک اطلاعات تازه، به کشف قوانین جدید و پیش بینی رویدادها توفیق می یابد و تکامل پیدا می کند.

۲- داشتن روش معین - علم از راه و روش معینی حاصل می شود و شناختی که از راه تصادف و اتفاق حاصل شود، جنبه علمی ندارد، مگر آنکه این شناخت به وسیله آزمایشهای قابل تکرار، تأیید شود. راه و روشی که برای تحقیق واقعیتهای برگزیده می شود، روش علمی نامند.

۳- به دست دادن روابط حاکم بر پدیده ها^۱ - در علم، تلاش می شود که روابط حاکم بر پدیده ها شناخته شود، این روابط حاکم بر پدیده ها را قوانین طبیعی می نامیم. هریک از این قانونها، از چگونگی پیدایش یک رویداد و عوامل مؤثر آن بحث می کند. قوانین علمی به زمان و مکان و شخص کاشف آن بستگی ندارند و بی آنکه آنها را قطعی بدانیم، تا حدود تأیید تجربی معتبر هستند.

۴- زبان خاص - هر علم دارای زبان خاصی است و منظور از زبان خاص، مجموعه اصطلاحات یا نشانه هایی است که در آن علم به کار می رود. زبان هر علم در تبادل درست و سریع و دقیق اندیشه، بسیار مؤثر است. نمونه ای از نشانه های ریاضی عبارت است از:

$$=, +, -, \times, <, >$$

۵- موضوع و هدف - هر علم دارای موضوع خاص و متوجه هدفی است. برای مثال موضوع هواشناسی، جو زمین و هدف آن پیش بینیهای جوی و در نتیجه تأمین سلامت انسان است.

لازم به تذکر است که، پدیده ای مورد مطالعه علمی قرار می گیرد که، آن پدیده تکرار پذیر باشد و بتواند مورد تجربه حسی (مستقیم یا غیر مستقیم) همگانی قرار گیرد.

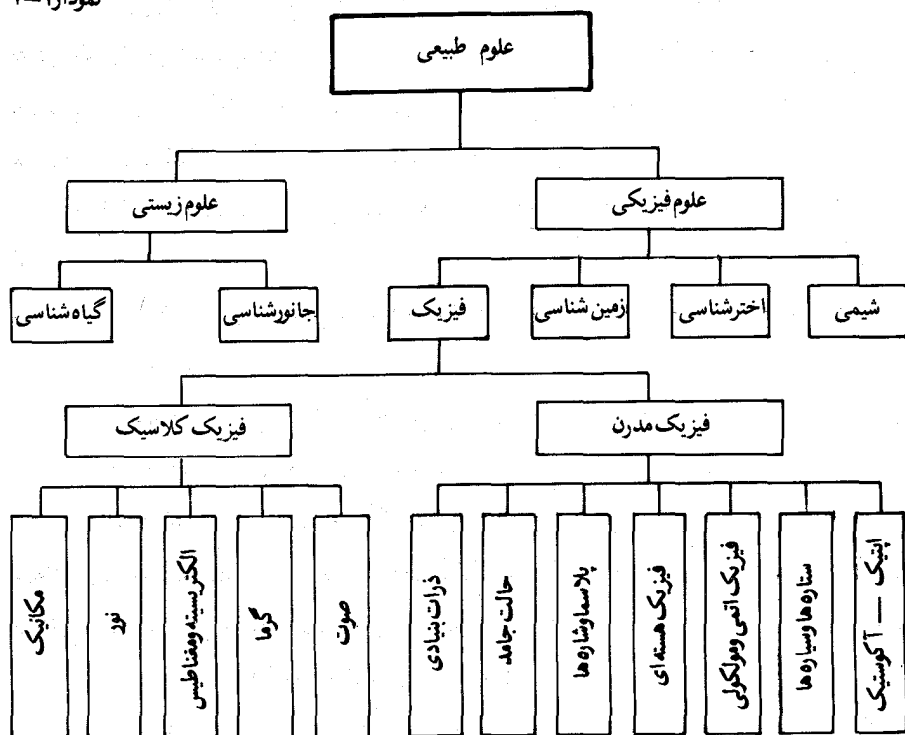
۱- صاحبان فن (تکنولوژیستها) و مهندسين بر پایه روابط شناخته شده علمی، ابزارها و ماشینهایی می سازند و آنها را در جهت تغییر و بهبود محیط زندگی به کار می برند. پس تکنولوژی یکی از دستاوردهای علم است.

علوم طبیعی چیست؟

در گذشته بخشی از اطلاعات و آگاهیهای انسان را که مربوط به طبیعت و پدیده‌های مربوط به آن بود، علوم طبیعی^۱ یا حکمت طبیعی^۲ و یا علم طبیعیات می‌نامیدند. در حکمت طبیعی، موضوعهایی مانند: هوا، زمین، معادن، گیاهان، جانوران و به طور کلی طبیعت بیجان و جاندار که می‌توانست تجربه حسی روی آنها انجام شود، موضوع مطالعه و بررسی بود. در حال حاضر، علوم مربوط به طبیعت را به دو بخش اصلی: علوم زیستی و علوم فیزیکی تقسیم می‌کنند.

موضوع علوم زیستی، مطالعه موجودات زنده است و شامل گیاه‌شناسی و جانورشناسی است. موضوع علوم فیزیکی، مطالعه اشکال گوناگون ماده و انرژی و تغییرات متقابل آنهاست. این علوم شامل: فیزیک، شیمی، اخترشناسی، زمین‌شناسی، هواشناسی و جغرافیای طبیعی است. نمودار ۱-۱ تقسیمات علوم طبیعی و فیزیک را نشان می‌دهد.

نمودار ۱-۱



موضوع و هدف فیزیک چیست؟

نگاهی به فهرست کتابهای فیزیک دوره دبیرستان و دانشگاه، موضوع علم فیزیک را مشخص می کند. بعضی از عناوین در این فهرست عبارتند از: حرکت یک جسم، نیرو و ساختمان ماده، مایعات و گازها، مغناطیس، الکتریسیته، نور، صوت و گرما. این عناوین و دیگر عنوانهایی را که در کتابهای فیزیک موجود است، می توان در زیر دو مفهوم وسیع ماده و انرژی قرارداد و در این صورت موضوع علم فیزیک را چنین مشخص کرد:

بررسی خواص و رفتارهای عمومی ماده و انرژی و مطالعه تغییر و تبدیل و آثار متقابل آنها. تعریفی که در فرهنگنامه ها از فیزیک می شود، چنین است: فیزیک علمی است که موضوع مطالعه آن، خصایص عمومی مواد و قوانینی است که موجب تشخیص وضع یا حرکت آنها می شود، بدون آنکه تغییری در طبیعت آنها ایجاد شود.

در فیزیک قوانین کلی، مانند: قوانین بقا (بقای بار الکتریکی، بقای ماده و انرژی، بقای اندازه حرکت، بقای اندازه حرکت زاویه ای، بقای باریونها و...) و نیز نیروهای اساسی (نیروی جاذبه جرمی، نیروهای الکترواستاتیکی، نیروهای بابر در کوتاه و...) که می تواند سبب شناخت کلی درباره جهان شود، مورد بحث است.

اما هدف علم فیزیک در ردیف همان هدفهای اساسی علوم است که عبارت است

از:

۱- گردآوری حقایق در مورد جهان و ایجاد یک نظام و رابطه میان این حقایق به منظور بهتر شناختن جهان.

۲- استفاده از این روابط و حقایق برای ایجاد وضع مطلوب در زندگی.

۳- استفاده از این روابط و حقایق برای پیش بینی حوادث آینده.

آلبرت اینشتین هدف فیزیک و فیزیکدان را در این جمله خلاصه کرده است. «عالی ترین هدف دانشمند فیزیک، کشف آن قوانین کلی و اساسی است که، به صورت منطقی، می توان با آنها تصویری از جهان ساخت^۱».

دکتر لی^۲، برنده جایزه نوبل گفته است:

«هدف غایی علوم عبارت است از یافتن مجموعه ساده ای از اصول اساسی

۱- اینشتین، آلبرت. مقالات علمی. ترجمه محمود مصاحب. انتشارات پیروز ۱۳۶۱ صفحه ۲۱.

۲- فیزیک عمومی: جلد ۱ مکانیک. نوشته مارچلو آلونسو و ادوارد جی. ترجمه کاشیگر صفحه ۱۲.

که به وسیله این اصول تمام حقایق شناخته شده، فهمیده می شوند و نتایج جدید نیز پیش بینی می گردند. چون تمام مواد از ذره های اساسی یکسانی ساخته شده اند، زیربنای اصلی تمام علوم طبیعی باید بر پایه قوانین حاکم بر چگونگی رفتار این ذره های اساسی استوار گردد».

فیزیک کلاسیک کدام است؟

مجموعه مفاهیم، واقعیتهای، قوانین، مدلها و تئوریهای را که انسان در طول تاریخ با استفاده از مشاهده ها، آزمایشها، اندیشه ها و محاسبه های خود در علم فیزیک تا اوایل قرن بیستم کشف و اعلام کرده است، زیر عنوان کلی فیزیک کلاسیک قرار داده اند.

مشخصات عمده این بخش از فیزیک چنین است:

- ۱- قابل احساس بودن پدیده های مورد مطالعه.
- ۲- استفاده از ابزارهای ساده.
- ۳- فعالیتهای فردی و مستقل
- ۴- مطالعه بر اساس مکانیک کلاسیک و تئوری الکترومغناطیسی.

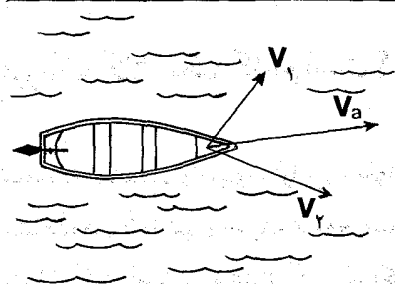
مکانیک کلاسیک چیست؟

پایه گذاران این مکانیک، گالیله و نیوتن هستند و موضوع آن بررسی حرکت اجسام و بر اصول زیر متکی است.

- ۱- اصل مستقل و مطلق بودن زمان و فضا و جرم- در مکانیک کلاسیک، قوانین نیوتن و نیز قوانین دیگری که در مورد حرکت و اثر متقابل اجسام بر یکدیگر کشف گردید، همگی بر مستقل بودن سه مفهوم جرم، زمان و فضا پی ریزی شده بود. بنابراین اصل، هر جا از اندازه جرم یک جسم معین یا زمان میان دو حادثه معین و فاصله میان دو نقطه مشخص گفتگو می شد، اندازه ثابتی مورد نظر بود که به شخص اندازه گیر یا ابزار اندازه گیری و شرایط آن بستگی نداشت.

۲- اصل ترکیب سرعتها - برطبق این اصل، هرگاه جسمی نسبت به جسم A دارای سرعت $\vec{V}_1$ و جسم A نسبت به جسم B، دارای سرعت $\vec{V}_2$ باشد، سرعت جسم مفروض نسبت به جسم B، حاصل جمع برداری $\vec{V}_1$ و $\vec{V}_2$ است. برای نمونه اگر سرعت حرکت یک قایق را نسبت به آب رودخانه برابر $\vec{V}_1$ و سرعت حرکت آب را نسبت به ساحل برابر $\vec{V}_2$ بگیریم سرعت قایق نسبت به ساحل از رابطه زیر به دست می آید:

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$$



۳- اصل نسبیت گالیله - برطبق این اصل، اگر دو ناظر نسبت به یکدیگر حرکت یکنواخت داشته باشند، قانونهای مکانیک برای آن دو ناظر یکسان است.

مکانیک کلاسیک با شایستگی، مدت

دو قرن از عهده توجیه و تفسیر پدیده های مربوط به حرکت اجسام بر روی زمین و در فضا برآمد. در مورد فضا قانونهای کپلر با استفاده از رابطه های ریاضی اثبات شد و حرکت ماه و زمین و خورشید تفسیر گردید و پیش بینیهایی چون خسوف و کسوف با دقت صورت گرفت. پیش از کشف دو سیاره نپتون و پلوتون، وجود آنها مشخص شد. پرتاب سفینه ها به فضا و به گردش درآوردن ماهواره ها به دور زمین انجام گردید و پس از تکمیل تکنولوژی، براساس مطالعات مکانیک نیوتنی، انسان به دور زمین و نیز به سوی ماه به حرکت درآمد.

بر مبنای این مکانیک، چگونگی حرکت اجسام بر روی زمین و آثار متقابلی که به صورت نیرو ظاهر می شود و نیز تولید و مصرف انرژی و روابط حاکم بر آنها تا اندازه زیادی شناخته شده است. این روابط در حوزه محسوسات انسان است و تا آنجا که سرعت حرکت اجسام نسبت به سرعت نور ناچیز باشد، همچنان که تا کنون مورد استفاده قرار گرفته اند، از این پس نیز ارزشمند خواهند بود.

تئوری الکترومغناطیسی چیست؟

این تئوری در سال ۱۸۶۸ به وسیله ها کسول وضع شد و موضوع آن حرکت بارهای الکتریکی و آثار حاصل از این حرکت است.

تئوری الکترومغناطیسی از قوانینی مایه گرفته است که پیش از آن به وسیلهٔ او رستده، آمپر، کولن و فارادی بیان شده بودند. این قوانین عبارتند از:

۱- جریان الکتریکی در یک هادی، میدان مغناطیسی تولید می کند، که خطوط این میدان هادی را دور می زنند.

۲- حرکت هادی در یک میدان مغناطیسی که منجر به قطع خطوط میدان شود جریان الکتریکی در آن هادی القا می کند.

۳- تغییر میدان الکتریکی در فضا، سبب ایجاد میدان مغناطیسی می شود.

۴- تغییر میدان مغناطیسی در فضا، سبب ایجاد میدان الکتریکی می شود.

ماکسول، پیشگویی کرد که میدان مغناطیسی در هادیها و عایقها حتی در فضای تهی از ماده هم در اثر تغییر میدان الکتریکی به وجود می آید و بالاخره ماکسول تئوری الکترومغناطیسی خود را به صورت معادلات ریاضی که روابط میدانهای الکتریکی و مغناطیسی را آشکار می سازند عرضه کرد. این معادلات در هر لحظه و در هر نقطه ارتباط دوبردار E (میدان الکتریکی) و B (میدان مغناطیسی) را مشخص می کند.

ماکسول با محاسبه نشان داد که این دو میدان عمود برهم به صورت موجهایی در اطراف یک بار الکتریکی نوسان کننده ایجاد شده و با سرعت نور در فضا منتشر می شوند، این امواج را او امواج الکترومغناطیسی نامید. از طرف دیگر، برابری سرعت انتشار این امواج و سرعت نور این اندیشه را در ماکسول به وجود آورد که اعلام کند، نور نیز موج الکترومغناطیسی است. بر طبق این تئوری ماهیت نور، موج الکترومغناطیسی است که از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم حاصل شده است و به شکل موج عرضی با سرعت 3×10^8 m/s در فضا منتشر می شود.

ماکسول علاوه بر نور، وجود یک طیف گستردهٔ الکترومغناطیسی را پیشگویی کرد، اما مرگ زودرس او مانع از آن شد که شاهد تحقق پیشگویی خود باشد.

در سال ۱۸۸۸ هرتز با ساختن نخستین فرستنده و گیرنده توانست امواج الکترومغناطیسی را تولید و آشکار کند و رفتارهایی مانند بازتابش و شکست و تداخل را بر روی آنها مطالعه کند و تشابه رفتار نور را با آنها تأیید نماید و این موضوع موفقیتی بزرگ برای ماکسول بود.

فیزیک کلاسیک شامل چه بخشهایی است؟

می دانیم که انسان از راه حواس خود با طبیعت ارتباط می یابد و این حواس است که سبب هرگونه برداشت و دریافتی می شود. از این رو طبیعی است که اطلاعات خود را از طبیعت برحسب مسیر دریافت، جمع آوری و طبقه بندی کنیم.

مسیر دریافت اطلاعات یا انواع حواس ما عبارتند از: بینایی، شنوایی، بساوایی... که سبب شده است، اطلاعات و دریافتهای خود را از طبیعت، در بخشهای نور، صوت، گرما،... دسته بندی کنیم. البته قسمت دیگری از دریافتهای را برحسب موضوع تقسیم بندی کرده اند.

به طور کلی فیزیک کلاسیک از بخشهای عمده زیر تشکیل شده است:

۱- مکانیک و خواص عمومی ماده. ۲- گرما. ۳- نور. ۴- صوت. ۵- مغناطیس

والکتریسیته.

اکنون به معرفی مختصر هریک از این بخشها می پردازیم.

۱- مکانیک - موضوع مکانیک، حرکت اجسام است و چون هر پدیده ای به نوعی، وابسته به حرکت می شود، از این رو مکانیک به عنوان پایه و زیربنای بخشهای گوناگون فیزیک است و نخستین بخشی است که مورد مطالعه قرار می گیرد. مکانیک را به بخشهای سینماتیک، دینامیک، و استاتیک تقسیم می کنند. در سینماتیک، حرکت اجسام از نظر مسیر و سرعت و شتاب مورد مطالعه قرار می گیرد. دینامیک از علت های حرکت اجسام گفتگو می کند و موضوع استاتیک، مطالعه اجسام در حال تعادل است.

۲- گرما - در این بخش، ماهیت گرما و اثر گرما بر مواد (انبساط و انقباض، تغییر حالت، تغییر رنگ نور، تغییر مقاومت الکتریکی،...) و نیز روشهای انتقال گرما (رسانایی، جابه جایی و تابش) و اندازه گیری مقدار گرما و دما مورد مطالعه قرار می گیرد. ماشینهای گرمایی و نیز وسایل گرماده، نمونه ای از بهره گیری از این بخش در طبیعت و زندگی است.

۳- نور - در بحث نور، ماهیت نور، رفتارهای نور (بازتابش، شکست، تداخل، تفرق و پلاریزاسیون) و نیز ابزارهای نوری (آینه ها، عدسیها، میکروسکوپ، تلسکوپ و

اسپکتروسکوپ) موضوع مطالعه است. برای توجیه رفتارهای نور، تئوریهای متفاوتی درباره ماهیت نور داده شده است و براساس این تئوریه‌ها آزمایشها و قوانین مربوط به هرتئوری را دسته‌بندی کرده‌اند. این تئوریه‌ها عبارتند از:

الف- تئوری ذره‌ای نور- برطبق این تئوری، نور از ذره‌های ریزی تشکیل شده است که از منبع نور صادر می‌شوند و در یک محیط همگن و شفاف به خط مستقیم منتشر می‌گردند و در برخورد به سطح اجسام بازتابش یا شکسته و یا جذب می‌شوند (تئوری نیوتن). مبحثی که در آن، خواص نور براساس این تئوری مورد بحث است و در آن انتشار نور از قوانین هندسه پیروی می‌کند، نورهندسی نامیده می‌شود.

ب- تئوری موجی نور- برطبق این تئوری، ماهیت نور، موج است (تئوری هویگنس). این امواج از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند و طول موج آنها میان دوحد $4/0$ و $8/0$ میکرون است. با قبول این تئوری، پدیده‌های تداخل و تفرق و نیز شکست و بازتابش نور قابل توجیه است. مبحثی از نور که بر ماهیت موجی آن پایه‌گذاری شده است نور فیزیکی نامیده می‌شود.

۴- صوت - در مبحث صوت، ماهیت موجی صوت و نیز چگونگی تولید و انتشار آن، مورد بحث است. در این بخش رفتارهای صوت از جمله بازتابش، شکست، تداخل و تفرق، نیز مشخصات صوت (ارتفاع، شدت و طنین) و ابزارهای تولید صوت مطالعه می‌شود.

تا قرن گذشته فقط امواجی که بر گوش انسان اثر داشت، در این مبحث بررسی می‌شد، در صورتی که اختراع اسبابهای الکترونیکی تولید صوت، دامنه مطالعه این قسمت را به فرکانسهای بیشتر از ۲۰۰۰۰ هرتز که ماورای صوت نامیده می‌شود گشایند.

بخش صوت با بسیاری از بخشهای دیگر علوم و فنون و هنرها در ارتباط متقابل است. از جمله می‌توان از ارتباطات، مهندسی صوت، علوم نظامی، علوم دریایی، پزشکی و موسیقی نام برد که بخش صوت به مطالعه در آن زمینه‌ها نیز می‌انجامد.

۵- مغناطیس و الکتریسته- در این مبحث، بارهای الکتریکی و خواص آنها بررسی می‌شود. منظور از بارهای الکتریکی، خاصیت‌های ویژه وابسته به الکترون‌ها (بارهای منفی) و پروتون‌ها (بارهای مثبت) است. این مبحث را به دو بخش اساسی الکترواستاتیک (الکتریسته ساکن) و الکترودینامیک (الکتریسته جاری) تقسیم می‌کنند و خواص عمومی آنها را مانند آثار حرارتی و مغناطیسی و شیمیایی مورد بحث قرار می‌دهند.

الف- الکتریسته ساکن- در این بخش، از بارهای الکتریکی ساکن و تولید و توزیع آنها بحث

می شود و اثر این بارها در فضای اطراف به صورت میدانهای الکتریکی و نیز اثر متقابل بارها برهم (قانون کولن) و خازنها مورد بررسی است.

ب- الکتریسته جاری- وقتی که بارهای الکتریکی (به ویژه الکترونها)، جابه جا شوند، از خود آثاری مانند اثر مغناطیسی، اثر گرمایی و نوری، اثر شیمیایی و اثر القایی ظاهر می کنند. در این مبحث، روشهای تولید جریان و نیز آثار آن به طور مفصل مورد بحث قرار می گیرد. اگر جابه جایی الکترونها در مدار، همواره در یک جهت باشد، جریان را مستقیم (برق DC) نامند و چنانچه الکترونها در مدار خود حرکت نوسانی داشته باشند، جریان را متناوب (برق AC) گویند. چون چگونگی تولید این دو جریان و نیز ظهور بعضی از آثار آنها، متفاوت است، این بخش به دو قسمت عمده جریان مستقیم و جریان متناوب تقسیم می شود.

نارسانیهای فیزیک کلاسیک چه بود؟

مدت دو قرن تئوریهای فیزیک کلاسیک از عهده تفسیر و توجیه پدیده های مربوط به طبیعت برآمد، اما در اواخر قرن نوزدهم، دانشمندان با پدیده های جدیدی رو به رو شدند که قوانین و اصول شناخته شده در فیزیک از حل آنها عاجز ماند. بعضی از این پدیده ها عبارت بودند از:

۱- معمای سرعت نور- در سال ۱۸۸۷، مایکلسن و همکارش مورلی آزمایشهای جالب توجهی انجام دادند. هدف این آزمایشها اندازه گیری سرعت نور در امتدادهای متفاوت فضا بود. نتیجه ای که این دونفر به دنبالش بودند، آن بود که سرعت نور طبق قانون ترکیب سرعتها، باید میان دو حد $C + V$ و $C - V$ باشد (C سرعت سیرنور و V سرعت حرکت انتقالی زمین). اما برخلاف پیش بینی آنها، سرعت سیرنور نسبت به دستگاه اندازه گیری در امتدادهای متفاوت فضا، همیشه مقدار ثابت C بود. چرا؟

۲- پدیده فوتوالکتریک - در سال ۱۸۸۷ هرتز پدیده فوتوالکتریک را کشف کرد. هرگز در برابر یک کمان الکتریکی که مقدار زیادی اشعه فوق بنفش تابش می کرد الکتروسکوپ بارداری را قرار داد و مشاهده کرد که وقتی اشعه بالای بنفش کمان الکتریکی به صفحه

فلزی تمیزی که متصل به کلاهک الکتروسکوپ است برخورد کند، الکتروسکوپ خالی می شود و اگر در برابر اشعه، تیغه شیشه ای که برای نور بالای بنفش کدر باشد قرار دهیم، الکتروسکوپ تخلیه نمی شود. نیز در آزمایش هرتز مشاهده شد که نور بسیار شدید قرمز نمی تواند الکترونها را از صفحه خارج کند، اما نور ضعیف آبی رنگ به خوبی الکتروسکوپ را تخلیه می کند. این پدیده با قبول ماهیت موجی نور و معادلات و روابط موجود قابل توجیه نبود و راه حل جدیدی لازم بود.

۳- انفصالی بودن طیف تابشی و جذبی گازها- گازها می توانند طیف خطی و ناپيوسته تابش و یا جذب کنند و دليل اين پديده در فیزیک کلاسیک روشن نبود.

۴- تابش مداوم اتمها- با توجه به فرضیه اتمی رادفورد، تابش مداوم اتمها با پایداری ساختمان آنها مغایر بود. بر طبق فیزیک کلاسیک، الکترون در اثر تابش می باید به هسته نزدیک شود و روی آن قرار گیرد و در این صورت طیف باید متصل باشد، در حالی که آزمایش این موضوع را تأیید نمی کند. چرا؟

۵- تابش جسم سیاه - تابش جسم سیاه به صورت طیف پیوسته و متناسب بودن شدت با توان چهارم دمای مطلق جسم، با استفاده از تئوریهای موجود قابل توجیه نبود.

۶- خاصیت رادیواکتیویته- تابش ذره های آلفا، بتا و امواج گاما و تبدیل یک عنصر به عنصر دیگر با قوانین موجود تشریح نمی شد.
این نارساییها، با وجود موفقیت های فیزیک کلاسیک، سبب پیدایش تئوریهای جدید شد.

فیزیک مدرن چیست؟

نارساییهای فیزیک کلاسیک، تقریباً همزمان با پیشرفتهای سریع آن ظاهر شد و چون دانشمندان با تئوریهای موجود نتوانستند، این اشکالات را برطرف کنند به جستجوی کشف

علت برآمدن و سرانجام با ابداع تئوریهای جدید، فیزیک مدرن را پی افکنند.

اساس فیزیک مدرن بر تئوری نسبیت و تئوری کوانتمی قرار دارد.

۱- تئوری نسبیت^۱ - بر طبق قوانین حرکت که نخستین بار در سال ۱۶۸۰ به وسیله آیزاک نیوتن کشف شد، برای محاسبه برآیند حرکت‌های مختلف، از قواعد حساب ساده استفاده می‌شود:

فرض کنید قطاری با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت از شما دور می‌شود و شخصی سوار بر قطار توپی را با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت در جهت حرکت قطار پرتاب می‌کند، در مورد آن شخص که در قطار است، سرعت دور شدن توپ از وی بیست کیلومتر در ساعت است. اما در مورد شما، سرعت حرکت قطار و حرکت توپ به یکدیگر اضافه می‌شوند و در نتیجه سرعت دور شدن توپ از شما، چهل کیلومتر در ساعت است.

پس می‌بینید که نمی‌توان سرعت توپ را به طور مجرد در نظر گرفت، بلکه این سرعت، نسبت به یک ناظر معین سنجیده می‌شود. تئوری درباره حرکت، که بگوید نشان دهد چگونه سرعت و دیگر پدیده‌های مربوط به حرکت، نسبت به ناظران گوناگون، متغیر است، یک «تئوری نسبیت» خواهد بود.

الف- نسبیت خاص - تئوری نسبیت خاص آلبرت اینشتین از این واقعیت سرچشمه گرفت که، محاسبه‌ای که در مورد توپ، در مثال بالا به کار می‌رود، در مورد نور به کار نمی‌آید. یک منبع متحرک نور را در نظر آورید که یک بار در جهت حرکت خود، پرتو افکند و بار دیگر در خلاف جهت خود، بنابر قوانین نیوتن، در مورد اول، سرعت سیر آن پرتو باید برابر باشد با سرعت خود نور «به علاوه» سرعت منبع متحرک. در مورد دوم، سرعت سیر پرتو باید برابر باشد با سرعت خود نور «منهای» سرعت منبع. این در واقع چیزی است که در مورد توپ پیش می‌آید.^۲ ولی نور چنین نیست. سرعت سیر آن، با وجود متحرک بودن منبع نور، همواره ثابت است (اصل نسبیت) اینشتین کوشید، قوانین کیهان را به گونه‌ای تنظیم کند که این موضوع در آنها در نظر گرفته شده باشد.

۱- این قسمت نوشته آیزاک آسیموف (Isaac Asimov) است که در مجله پیام خرداد ۱۳۵۸ با عنوان «نسبیت در چند کلمه» آمده است. آیزاک آسیموف، به عنوان نویسنده، آثار علمی به زبان ساده و داستانهای علمی تخیلی شهرت بین المللی دارد.

۲- به «ترکیب سرعتها» صفحه ۱۴ و «نارسیه‌های فیزیک کلاسیک. معمای سرعت نور» صفحه ۲۲ مراجعه فرمایید.

مطالعات اینشتین نشان داد، برای آنکه شخص در محاسبات خود ثبات سرعت سیر نور را در نظر بگیرد، لازم است که بسیاری از پدیده‌های غیر منتظره را بپذیرد؛ مثلاً اینکه هرچه سرعت حرکت جسم زیادتر شود، طول آن در جهت حرکت کوتاه‌تر می‌شود به طوری که وقتی به سرعت نور برسد، طول آن برابر صفر خواهد بود؛ یا اینکه هرچه سرعت حرکت جسم زیادتر شود، جرم اینرسی آن بیشتر می‌شود به طوری که وقتی به سرعت نور برسد، جرم اینرسی آن برابر بینهایت خواهد بود؛ یا اینکه هرچه سرعت حرکت جسم زیادتر شود، از شتاب گذشت زمان بر آن کاسته خواهد شد، به طوری که وقتی به سرعت نور برسد زمان به طور کلی می‌ایستد. در تمام این حالات حداکثر سرعت ممکن، همان سرعت نور در خلأ است.

همچنین وی با تنظیم معادلهٔ مشهورش $e = mc^2$ (e نمایندهٔ انرژی؛ m نمایندهٔ جرم؛ c نمایندهٔ سرعت نور) نشان داد که جسمی با سرعت کم، می‌تواند انرژی بسیار زیادی را حمل کند.

تمام اینها را اینشتین در سال ۱۹۰۵ میلادی برای اجسامی اثبات کرد که دارای سرعت ثابت و مسیر حرکت مستقیم باشند، این نوع خاص حرکت چیزی بود که وی در تئوری نسبیت خاص بدان پرداخت.

پدیده‌هایی که گفتیم تنها در سرعت‌های خیلی زیاد محسوس است. بنابراین قوانین نیوتنی که مبتنی بر حساب ساده است در سرعت‌های معمولی به کار می‌آید، زیرا که در این سرعتها (حتی سرعت راکتها و سفینه‌های فضایی)، اثراتی که اینشتین پیش بینی کرده بود چنان ناچیز است که قابل درک نیست. سرعت‌هایی که ما در زندگی با آنها سروکار داریم سرعت‌های معمولی هستند و در حوزهٔ کاربرد قوانین نیوتنی قرار دارند و این قوانین نیز با «عقل سلیم» ما منطبق هستند حال آنکه پیش بینیهای اینشتین با عقل سلیم جور در نمی‌آیند و برای ما عجیب و غریب جلوه می‌کند.

با این همه، زمانی که اینشتین تئوری نسبیت خود را منتشر کرد، دانشمندان سرگرم کار بر روی اجزای اتم بودند. این اجزا بر اثر شکافتن اتم به سرعت به اطراف پراکنده می‌شدند. سرعت این ذرات اتمی چنان زیاد بود که پیش بینیهای اینشتین دقیقاً در آنها مشهود بود. اگر تئوری نسبیت خاص درست نبود، ماشینهای شکافت اتم و بمبهای اتمی نمی‌توانستند وجود داشته باشند.

ب- نسبیت عام- در سال ۱۹۱۶ اینشتین تئوری نسبیت پیچیده‌تری را تنظیم کرد که در آن

نه تنها حرکت با سرعت ثابت و مسیر مستقیم، بلکه هر نوع حرکتی در نظر گرفته شده بود— حرکتی که سرعت یا مسیر آن یا هر دو متغیر باشد. چون این تئوری برای هر نوع حرکتی در نظر گرفته شده بود، آن را «تئوری نسبیت عام» نامیده‌اند.

در بسیاری موارد، دلیل اینکه جسمی با سرعت متغیر و در مسیر متغیر حرکت می‌کند، این است که یک نیروی جاذبه بر آن اثر می‌کند. اگر توبی را از بلندی رها کنیم سرعت سقوط آن، تحت تأثیر جاذبه زمین به تدریج بیشتر و بیشتر می‌شود.

اگر توبی را پرتاب کنیم، تحت تأثیر جاذبه زمین مسیری منحنی می‌پیماید. کره زمین نیز تحت تأثیر جاذبه خورشید، مسیری منحنی می‌پیماید. به این دلیل، تئوری نسبیت عام اینشتین، می‌بایست نیروی جاذبه را در نظر می‌گرفت.

اینشتین یک رشته معادلات تنظیم کرد که نشان می‌داد، اگر در هیچ جا ماده و نیروی جاذبه وجود نداشته باشد، جسم متحرک مسیری مستقیم را طی می‌کند و اگر ماده وجود داشته باشد، فضای پیرامون جسم متحرک دگرگون شده، جسم مسیر منحنی را طی می‌کند. تئوری نسبیت عام اینشتین نشان می‌داد که این منحنیها چگونه باید باشند، و این کاملاً همان‌طور نبود که در تئوری جاذبه نیوتن پیش‌بینی شده بود.

تفاوت میان نتیجه معادلات اینشتین و معادلات نیوتن در واقع بسیار ناچیز است و تنها به کمک دقیق‌ترین و موشکافانه‌ترین اندازه‌گیریها، می‌توان به این تفاوت پی برد. یک راه برای تعیین اینکه آیا اینشتین درست می‌گوید یا نیوتن، این است که مسیر حرکت نور را به هنگام گذر از یک حوزه جاذبه قوی مطالعه کنیم. بر طبق تئوری اینشتین، اشعه نور تحت تأثیر این حوزه، مسیری خواهد داشت که کمی انحناء دارد. اما بر طبق قوانین نیوتنی، چنین نخواهد بود.

در سال ۱۹۱۹ کسوف کاملی اتفاق افتاد که مورد رصد قرار گرفت و مواضع ستارگان نزدیک به خورشید نیز به دقت اندازه‌گیری شد. اگر بنا بود که نور مسیر منحنی را طی کند، این ستارگان می‌بایست کمی دورتر از موضع واقعی خود به نظر برسند. مقدار این تغییر مکان ظاهری هم می‌بایست متناسب با فاصله هریک از ستارگان از خورشید می‌بود. تئوری اینشتین مقدار دقیق این تغییر مکان ظاهری را پیش‌بینی می‌کرد. اندازه‌گیریهای مربوط به کسوف سال ۱۹۱۹ و تمام کسوفهای کاملی که از آن پس اتفاق افتاده، پیش‌بینیهای

اینشتین را تأیید کرده‌اند.

البته عملیات اندازه‌گیری، کار سختی بود و به دست آوردن نتایج دقیق از آن‌هم دشوارتر. اما امروز در عصر فضا، وضع ما از این لحاظ بهتر شده است.

به طور مثال، در سال ۱۹۶۹ دو سفینهٔ پژوهشی به سوی مریخ فرستاده شدند. هنگامی که سفینه‌ها در آن طرف خورشید بودند، امواج رادیویی که به سوی زمین می‌فرستادند، می‌بایستی از نزدیک خورشید عبور کند. از این رو مسیر این امواج دارای انحراف بود. به سبب این انحراف، مسیری طی شده طولانی‌تر از مسیر مستقیم و زمان لازم برای طی این مسیر رسیدن به زمین کمی بیشتر بود. در واقع این تفاوت زمانی که برابریک ده هزارم ثانیه بود، اندازه‌گیری شد و این درست همان بود که در تئوری نسبیت عام پیش‌بینی شده بود.

۲- تئوری کوانتمی — این تئوری نخستین بار در سال ۱۹۰۰ میلادی به وسیلهٔ ماکس پلانک بیان شد. برای تشریح این تئوری لازم است ابتدا کوانتم را بشناسیم.

کوانتم به معنی مقدار است و در فیزیک، کوچکترین ذره از یک کمیت را کوانتم آن کمیت نامند. برای مثال کوانتم یک جمعیت، یک نفر انسان و کوانتم پول ایران، یک ریال است. کوانتم بار الکتریکی، بار یک الکترون و یا بار یک پروتون است. در این مثالها، جمعیت، مقدار پول و بار الکتریکی کمیت‌های کوانتایی هستند و کوانتم آنها به ترتیب: یک نفر، یک ریال و یک الکترون است.

بر طبق تئوری کوانتمی، انرژی نیز مانند بار الکتریکی کمیتی است کوانتایی و انتقال آن نیز به صورت بسته‌های انرژی یا کوانتم‌های انرژی صورت می‌گیرد. بنابراین تئوری، امواج الکترومغناطیسی و از جمله نور، کمیت‌های کوانتایی هستند و کوچکترین بسته انرژی آنها یک فوتون نام دارد. در سال ۱۹۰۸ نیلز بور^۱، تئوری کوانتمی را دربارهٔ ساختمان اتم پذیرفت و موضوع ناپیوسته بودن طیف جذبی و تابشی اتم‌ها را توجیه کرد.

در سال ۱۹۲۳ لوئی دو بروی^۲ برای نور ماهیت دوگانهٔ ذره و موج را قائل شد. و در سال ۱۹۲۶ بر اساس کارهای او شرودینگر و هایزنبرگ مکانیک کوانتمی و مکانیک موجی را پایه‌گذاری کردند. گرچه این دو مکانیک از نظر محاسبات ریاضی و ایده‌های

اساسی متفاوت هستند، نتیجه آنها یکسان است به طوری که می توان آنها را تئوری واحدی نامید.

با تئوری کوانتومی می توان همه پدیده های مربوط به فیزیک ذرات بنیادی و فیزیک اتمی را توجیه و تفسیر کرد. به گفته دیگر این تئوری، اساس مطالعات جهان میکروسکوپی است. شرونینگر برای توجیه نتایج تجربی مربوط به پدیده های اتمی، معادله ای برای یک ذره و مجموعه ای از ذرات نوشت و با محاسبات ریاضی، نتایج تجربی را پیش بینی کرد و چون نتایج پیش بینی شده با نتایج تجربی یکسان بود، این تئوری تأیید شد و مورد قبول قرار گرفت. از جمله نتایج این تئوری اصل عدم قطعیت هایزنبرگ است. برطبق این اصل در یک لحظه نمی توان هم محل و هم اندازه حرکت یک ذره را به طور دقیق تعیین و اندازه گیری کرد.

فیزیک مدرن شامل چه بخشهایی است؟

با تغییراتی که در محدوده عمل هریک از بخشهای فیزیک کلاسیک صورت گرفت و نیز با توجه به پایه های تئوری و کاربردهای جدید، فیزیک به بخشهای جدیدی تقسیم شد. این بخشها عبارتند از: ۱- فیزیک ذرات بنیادی ۲۰- فیزیک هسته ای ۳۰- فیزیک اتمی و مولکولی ۴۰- فیزیک حالت جامد. ۵- فیزیک پلاسما و شاره ها. ۶- فیزیک ستاره ها و سیاره ها، ۷- آکوستیک (صوت)، ۸- اپتیک (نور).

۱- فیزیک ذرات بنیادی - دموکریت، ذره بنیادی جهان یا ماده المواد العالم را اتم تصور کرد. او معتقد بود که هر ماده از ذره های بسیار کوچک، غیر قابل تقسیم به نام اتم تشکیل شده است. این فرضیه بیش از دوهزار سال مورد قبول بود تا آنکه در اواخر قرن نوزدهم، معلوم شد که اتم تجزیه پذیر است و ذره کوچکتري به نام الکترون می تواند از اتم صادر شود. پس از آن معلوم شد که علاوه بر الکترون، هراتم شامل پروتون و نوترون است.

از سال ۱۹۳۳ به بعد مطالعه ذرات درون اتم وارد مرحله تازه ای شد و تا کنون حدود ۲۰۰ ذره، کوچکتر از اتم شناخته شده است. نام بعضی از این ذرات عبارتند از: فوتون، لپتونها (الکترون، نوترینو، موئون...)، مزونها (مزون پی، مزون کا...)، باریونها (پروتون،

نوترون، هیپرون).

علاوه بر این ذره‌ها، تئوری کوانتومی وجود پاد ذره و یا پادماده را پیش بینی کرد. پادیا ضدهر ذره بنیادی معین باردار، دارای جرمی برابر جرم آن ذره و باری برابر و مختلف - علامه با بار آن ذره است. از ترکیب هر ذره با پاد ذره خود (مانند ترکیب الکترون و پوزیترون، که پادالکترون است) فوتون حاصل می شود. مطالعه ذرات درون اتم و بررسی خواص و آثار متقابل آنها بر یکدیگر، موضوع فیزیک ذرات بنیادی است.

۲- فیزیک هسته ای - در این بخش ساختمان هسته اتم و چگونگی آرایش ذرات درون هسته و نیز نیروهای پیوند هسته ای (نیروهای بابر کوتاه) موضوع بحث و بررسی است. مطالعه هسته اتم نشان می دهد که ذرات سنگین درون هسته (پروتونها و نوترونها) مشابه الکترونها بر روی مدارهای مشخصی قرار دارند. هر یک از این ذرات بر روی مدار خود دارای انرژی مشخصی است. مطالعه در مشخصات هسته اتم، عده ذرات تشکیل دهنده هسته، انرژی پیوند میان این ذرات، انرژی هسته ای، رآکتورهای اتمی، بمبهای اتمی و تیدروژنی، رادیواکتیویته طبیعی و مصنوعی موضوع فیزیک هسته ای است.

۳- فیزیک اتمی و مولکولی - در این بخش تئوری اتمی و تئوری مولکولی و نیز نیروی جاذبه بین اتمها و بین مولکولها موضوع بحث و بررسی است. پدیده هایی که مربوط به تغییر مدار الکترون است، مانند تابش و جذب نور و نیز انواع ترکیب و پیوند اتمها مانند پیوند یونی و نیز پیوند کووالانسی و پیوند فلزی در این قسمت از فیزیک مطالعه می شود. قوانین ترمودینامیک، تئوری جنبشی گازها، تغییر حالت مواد و اندازه گیریهای مربوط به انرژی درونی و گرما و دما در فیزیک مولکولی مورد بحث است.

۴- فیزیک حالت جامد - در این مبحث از فیزیک، خواص و رفتار و ساختمان داخلی مواد جامد، موضوع بررسی است. تا سال ۱۹۲۰ این قسمت از فیزیک منحصرأ شامل بررسی ساختمان بلورها بود تا آنکه تئوریهای جدید و از جمله مکانیک کوانتومی در بررسی خواص اجسام جامد مورد استفاده قرار گرفت.

در بخش فیزیک حالت جامد، علاوه بر ساختمان بلورها، هدایت الکتریکی، قابلیت تراکم، ضریب دی الکتریک، ضریب شکست، ضریبهای کشسانی، شکل پذیری

و اثرهایی از جمله پدیده فوتوالکتریک و پدیده ترمویونیک و ترموالکتریک مورد بحث است و مخصوصاً، مبحث بسیار مهم نیمه هادیها و کاربردهای بسیار زیادی که ترانزیستورها در تکنولوژی دارند در این بخش مطالعه می شود. به طور کلی فیزیک حالت جامد، موضوعهای زیر را شامل می شود:

الف - ساختمان مواد جامد - در این قسمت طرز قرار گرفتن اتمها، مولکولها و یونها در کنار یکدیگر بررسی می شود. اگر نظم مشخصی در آرایش این ذرات وجود نداشته باشد، جسم را بی شکل^۱ نامند و چنانچه این ذرات از نظم خاصی پیروی کنند جسم را بلوری^۲ می نامند. اجسام بلوری به شکلهای گوناگون وجود دارند و خواص آنها با هم متفاوت است.

ب - نیروهای پیوند^۳ - می دانیم که هر مولکول از دو یا چند اتم تشکیل شده است، برای آنکه اتمها مولکول را تشکیل دهند، نیرویی برای پیوند دادن آنها به یکدیگر لازم است. این نیروهای پیوند، که شامل پیوندهای یونی، کووالانسی، واندروالسی^۴ و پیوند فلزی هستند، در این بخش بررسی می شوند.

ج - خصایص الکتریکی^۵ - بعضی از اجسام به خوبی می توانند جریان الکتریکی را هدایت کنند، در صورتی که بعضی دیگر، عایق الکتریسته اند. مطالعه بر روی این مواد سبب شد که دانشمندان با دسته دیگری از مواد آشنا شوند که آنها را نیمه رساناها^۶ می نامند. بررسی خواص این اجسام منجر به اختراع ترانزیستور شد و انقلاب عظیمی در صنعت الکترونیک و مخابرات ایجاد کرد.

د - خصایص مغناطیسی^۷ - مطالعه خواص مغناطیسی اجسام و بررسی مواد فرومغناطیک، دیامغناطیک و پارامغناطیک در این بخش قرار می گیرد و چون خاصیت مغناطیسی مربوط به حرکت بارهای الکتریکی است، این بخش توانسته است که کمک بسیار زیادی به شناختن ساختمان اتم و مولکول و ماده بکند.

ه - خصایص گرمایی^۸ - قابلیت هدایت گرمایی و نیز ظرفیت گرمایی ویژه، دو ویژگی مشخص از هر ماده است. توضیح این دو موضوع که بر اساس قوانین فیزیک کلاسیک انجام می شد، نتوانست از عهده تفسیر نتایج اندازه گیریها برآید و در نتیجه تئوری کوانتمی در این

قسمت نیز وارد شد، به طوری که اکنون می توان از روی ساختمان و حرکت ذرات، این دوخاصیت ماده را از لحاظ کمی و کیفی توضیح داد.

و- **خصایص نوری**^۱ - برخی از مواد شفافند و برخی دیگر کدر. دسته ای دیگر بسیار کم الکتریسیته را از خود عبور می دهند و چنانچه درمسیر تابش نور قرار گیرند، درجه رسانایی آنها افزوده می شود. بررسی خواص مواد درمقابل نور دربخش فیزیک حالت جامد مورد بررسی قرار می گیرد.

۵- **فیزیک پلاسما وشاره ها** - منظور از شاره یا سیال ماده ای است که در مقابل تغییر شکل مقاومتی از خود ظاهر نمی کند و شکل معینی ندارد و می تواند به سهولت جابه جا شود و شکل ظرف خود را اختیار نماید. سیالها شامل مایعات و گازها هستند و بخشی از فیزیک که موضوع آن مطالعه برسیالهاست، **ئیدرولیک**^۲ نامیده می شود. ئیدرولیک علمی است که از قوانین مربوط به فشار و جریان سیالها و موارد استعمال آن قوانین درمسائل فنی و مهندسی بحث می کند. فشار آب، جریان آب، لوله کشی آب شهرها، پمپها، توربینها و منابع و مخازن آب در این بخش مورد بررسی قرار می گیرد.

در فیزیک مطالعه سیالهای در حالت آرامش را **ئیدرواستاتیک**^۳ و بررسی سیالها را در حال حرکت **ئیدرودینامیک**^۴ می نامند. مطالعه گازها و به خصوص هوا را **آئرودینامیک**^۵ می گویند.

پلاسما نیز در این بخش از فیزیک مورد مطالعه قرار می گیرد، منظور از پلاسما گاز یونیزه است و در تقسیم بندی حالات مختلف ماده، پلاسما را پس از جامد، مایع و گاز حالت چهارم ماده می دانند. ماده حالت پنجمی نیز دارد که به آن حالت نوترونی گویند. گازها در دماهای بالا، حدود سه هزار درجه سانتیگراد و بالاتر به حالت پلاسما در می آیند. در این دما برخورد ذرات با یکدیگر به صورتی است که الکترونها از اتمهای خود جدا می شوند و گاز مجموعه ای از الکترونها و هسته های مثبت می شود، شعله، اتمسفر خورشید و ستاره ها و نیز کمر بند وان آلن و جو یونیزه زمین نمونه ای از حالت پلاسماست.

Optical Properties -۱

Hydraulics -۲

Hydrostatics -۳

Hydrodynamics -۴

Aerodynamics -۵

این ذره‌های باردار (یونها و الکترونها)، میدانهای الکترواستاتیکی ایجاد می‌کنند که تا فاصله‌های نسبتاً دور مؤثر است و می‌توانند بر ذره‌های باردار دیگر اثر کنند و این آثار متقابل است که مشخصات اولیه پلاسما را سبب می‌شود.

فیزیک پلاسما که موضوع آن مطالعه بر پلاسماست، قوانینی را به دست می‌دهد که شامل قوانین الکترومانیکی و ئیدرودینامیک مربوط به پلاسماست. از این روفیزیک پلاسما را مگنتوئیدرودینامیک^۱ و یا ئیدر و مگنتیک^۲ می‌نامند.

۶- فیزیک ستاره‌ها و سیاره‌ها - این بخش از فیزیک شامل تحقیقاتی در مورد ساختمان، ترکیبات و مشخصات و حرکات زمین و دیگر سیاره‌ها و ستارگان است. از گذشته‌های دور تعیین مکان و بررسی حرکت سیارات و ماه و خورشید و ستارگان مورد توجه منجمین بود و بیشتر وقت آنها به رصد کردن و طبقه‌بندی آنها می‌گذشت ولیکن با بهره‌گیری از قانون جاذبه عمومی نیوتن حرکت سیارات منظومه شمسی به خوبی شناخته شد و با به کار گرفتن اسپکتروسکوپ عناصر تشکیل دهنده خورشید و ستارگان، مشخص گردید و شعاع جهان شناخته شده از مرز منظومه شمسی گذشت. تئوری نسبیت اینشتین به دنبال آزمایشگاهی بود که این پیشگوییها را تأیید کند تا آنکه در نیمه دوم قرن بیستم، امکانات فنی جدید و اندیشه‌های نو، راههای جدیدی را برای اثبات تجربی نسبیت عام پیش آورد و این آزمایشگاه مناسب، جهان شناخته شده فیزیکی بود، آزمایشگاهی بسیار وسیع و متنوع.

یکی از عواملی که سبب شد که این قسمت از فیزیک بیش از حد انتظار پیشرفت کند، دستیابی به تابشهای متفاوتی بود که از فضاها خارج از جو، به زمین می‌رسید. با بهره‌گیری از رادیو تلسکوپها و اسپکتروسکوپها، طیف بسیار گسترده‌ای از امواج الکترومغناطیسی گرفته و بررسی شد و از روی آنها، عناصر سازنده، دما، چگالی و سرعت حرکت منابع این امواج شناسایی گردید.

یادآوری - بخش آکوستیک (صوت) و بخش اپتیک (نور) در فیزیک کلاسیک مورد بحث قرار گرفت.

خود آزمایی ۱

- ۱- واژه‌های نظام، سلسله، دستگاه و سازمان را که در فارسی معمولاً به جای یکدیگر به کار می‌برند، تعریف کنید و بگویید منظور از نظام آموزش فیزیک یا نظام علم فیزیک چیست؟
 - ۲- می‌دانیم که در هر علم، از جمله فیزیک، زبان خاصی به کار می‌برند. این زبان در فیزیک شامل چه نمونه‌هایی است؟
 - ۳- چه تفاوتی میان روابطی که در ریاضی به کار می‌بریم با روابط فیزیکی موجود است؟ برای مثال رابطه $(1 + \lambda \theta)$ $1_1 = 1_2$ را از نظر ریاضی و فیزیک با هم مقایسه کنید.
 - ۴- وجوه تشابه و نیز وجوه افتراق فیزیک کلاسیک را با فیزیک مدرن مشخص کنید.
 - ۵- با توجه به بخش بندیهای فیزیک کلاسیک و فیزیک مدرن، کدام یک از این بخشها به علم شیمی مربوط می‌شود؟
 - ۶- آیا می‌توان پذیرفت که روزی همه علوم با یکدیگر پیوند یابند و یک علم به نام جهان‌شناسی به وجود آید؟
 - ۷- ماده و حرکت در کدام بخش فیزیک مورد بحث قرار می‌گیرد؟
 - ۸- آیا با پیدایش فیزیک مدرن، لازم است فیزیک کلاسیک آموخته و تدریس شود؟
 - ۹- چه تفاوت‌های اصولی میان مکانیک نسبیتی و مکانیک کلاسیک موجود است؟
 - ۱۰- تئوری میدانهای واحد یعنی چه؟ و دارای چه خصوصیت‌هایی باید باشد؟
 - ۱۱- موضوع علم فیزیک:
- الف- فقط ماده است. ب- فقط انرژی است.
- ج- واقعیت‌های محسوس است. د- ماده و انرژی و اثر متقابل آنهاست.

۱۲- آغاز کار فیزیک از زمان:

الف- ارشمیدس است.

ب- حسن بن هیثم، مؤلف کتاب المناظر است.

ج- گالیله و به کار بردن روش تجربی است.

د- پیدایش انسان و پیش از تاریخ است.

۱۳- فیزیک به صورت یک علم مستقل، از این زمان شروع شد:

الف- عصر طلایی یونان و نوشتن کتاب فیزیک توسط ارسطو.

ب- فارابی و تألیف کتاب احصاء العلوم که در آن همه علوم را دسته بندی و تعریف کرده است.

ج- قرن شانزدهم میلادی و کارهای گالیله.

د- نیوتن با نوشتن کتاب «اصول ریاضی فلسفه طبیعی».

۱۴- درست ترین راه کشف رازهای طبیعت چنین است:

الف- تحقیق در نوشته های علمی و تجزیه و تحلیل منطقی آنهاست.

ب- مطالعه سیر تکامل، دانش تجربی است.

ج- مشاهده کردن و اندیشیدن است.

د- روش علمی است.

۱۵- آنچه در طبیعت موجود است و انسان در اندیشه کشف روابط حاکم بر آنهاست:

الف- واقعیتهاست. ب- حقایق است. ج- قانونهاست. د- تئوریهاست.

۱۶- پدیده های گوناگون موجود در جهان:

الف- کاملاً مستقل از یکدیگرند.

ب- همه به هم مربوطند، به طوری که غیرممکن است بدون شناختن یکایک آنها بتوانیم قانونی را از طبیعت کشف کنیم.

ج- به هم مربوط هستند، ولی می توانیم در محدوده خاصی ارتباط میان تعدادی از این واقعیتهای را کشف کنیم.

د- انسان نمی تواند آنها را بشناسد و تلاش او در این راه بیهوده است.

۱۷- هر اندازه شناخت انسان نسبت به جهان و پدیده های آن بیشتر شود:

الف- همواره تعداد تئوریهای و قوانین بیشتر می شود به طوری که درک و فهم آنها برای یک نفر به تنهایی مشکل خواهد شد.

ب- در ابتدا تئوریها افزایش می یابند ولیکن چون پدیده هامستقل از یکدیگر نیستند، تئوریهایی که برای توجیه آنها به کار می رود، وجوه مشترک می یابند و سرانجام تعداد آنها کاهش می یابد به طوری که پیدایش یک تئوری واحد را برای تفسیر جهان می توان پیشگویی کرد.

ج- تعداد مسائلی که در برابر انسان قرار می گیرد کمتر می شود.

د- زندگی انسان، منطقی تر، راحت تر، طولانی تر خواهد شد.

۱۸- در تعریف مکانیک نیوتنی کدام جمله زیر نادرست است؟

الف- چون سه مفهوم زمان، فضا و جرم را مستقل از یکدیگر تصور می کرد با شکست مواجه شد.

ب- هنوز هم در مورد مطالعه حرکت اجسام محسوس انسان، که سرعت آنها نسبت به سرعت نور ناچیز است، اعتبار دارد.

ج- حرکت و درگیری اجسام را تحت هر شرایطی می تواند به خوبی بررسی کند.

د- یک تئوری تقریبی است که برای توجیه پدیده ها و حل مسائل متداول مربوط به حرکت اجسام معتبر است.

۱۹- تئوری الکترومغناطیسی ماکسول:

الف- ماهیت واقعی نور را کاملاً مشخص ساخت.

ب- به وسیله اورستد، آمپر، کولن، فارادی اعتبار تجربی یافت.

ج- ارتباط دو میدان الکتریکی و مغناطیسی را با هم مشخص می کند.

د- قادر است همه پدیده های مربوط به حرکت اجسام باردار، از جمله ذرات درون اتم را توجیه کند.

۲۰- فیزیک کلاسیک:

الف- بر پایه های تئوری مکانیک کلاسیک و تئوری الکترومغناطیسی و اینکه سرعت نور همیشه و در هر امتداد ثابت است قرار دارد.

ب- پدیده هایی را مورد مطالعه قرار می دهد که مستقیماً با حواس قابل بررسی باشند.

ج- برای توجیه همه پدیده هایی که در آن، اجسام دارای سرعت های کم باشند کافی است.

د- آنگاه با شکست مواجه شد که نتوانست از عهده توجیه بعضی از پدیده ها از جمله پدیده فوتوالکتریک و طیفهای خطی عناصر برآید.

روش علمی چیست؟

«اندیشه باریک بین آدمی که در جستجوی راز طبیعت از عمق دریاها و مرکز آتشین زمین تا دوردست کیهانهای فراگسترده ره می‌پوید، فزونی طلب و برتری جوست. مادهٔ سرسخت را تسخیر و استخدام می‌کند و در شناسایی جهان طرحی می‌ریزد که هر بار دستخوش تحول و تغییر است. هر زمان که اقتضا کند اندیشهٔ مستدل برخورد عصیان می‌کند و طرح کهنه را درهم می‌ریزد و در چارچوب دیگری به شکل نوین، طرح دیگری پی‌ریزی می‌کند. در این تجدد و عصیان چه بسا امور و حوادث را از نو باز می‌شناسد و چه بسا چهره‌های مرموز طبیعت را از نومی نگرد و کم‌کم از هر یک نقاب برمی‌گیرد».

دکتر محسن هشترودی

هدف— هدف از نوشتن این بخش کتاب آن است که خواننده پس از مطالعهٔ آن بداند که دانشمندان چگونه مجهولی را کشف می‌کنند و یا قانونی را به دست می‌آورند و نیز بتواند با برخورد به یک مسئله، راهی درست برای حل یا تفسیر و ریشه‌یابی آن برگزیند و برای روش علمی و آنتهایی که در این راه پیشقدم بوده‌اند ارزش گذارد.

روش علمی یعنی چه؟

برای رسیدن به هرهدفی راهی انتخاب می گردد و وسایل و ابزارهایی به کار گرفته می شود. راهی که محقق برای تحقیق و مطالعه واقعیتها برمی گزیند و مجموعه فنون و ابزارهایی را که به کار می برد روش علمی نام دارد. این فنون و ابزارها و راهها، ثابت و تغییرناپذیر نیست، بلکه در حال رشد و تکامل است و نحوه به کار گرفتن و استفاده از آنها در افراد مختلف، متفاوت است.

از آلبرت اینشتین (۱۸۷۹-۱۹۵۵) تئوری پرداز بزرگ فیزیک سؤال شد که: دانشمند از چه راهی و چگونه به رازهای طبیعت پی می برد و قوانین آن را درمی یابد؟ در پاسخ می گوید:

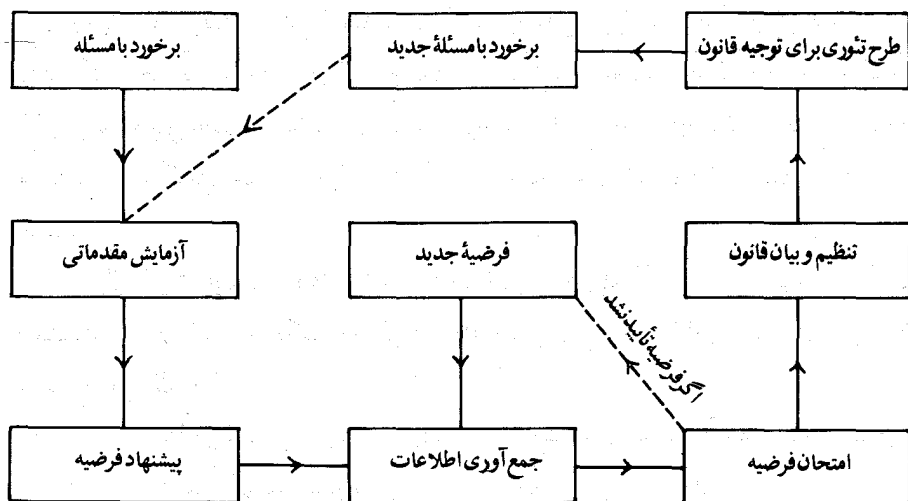
«اگر شما می خواهید به روش کار دانشمند پی ببرید، آنچه دانشمند ممکن است بگوید، نشنوید و آنچه می کند، آن را جستجو کنید.»^۱

بنابر این اگر از صدها نفر دانشمند بخواهیم که روش کارشان را شرح دهند، احتمالاً صدها پاسخ متفاوت دریافت خواهیم کرد. اما مسلم است که همه این افراد با آنچه اینشتین گفته است، موافقت و قبول دارند که علم راهی برای انجام کاری است. راهی که با تصور و ابتکار و جمع آوری اطلاعات و انجام آزمایش و نتیجه گیری و تعمیم نتایج همراه است.

مراحل تحقیق علمی کدام است؟

تحقیق هنگامی شروع می شود که انسان کنجکاو با مسئله ای روبه روشود که با اطلاعات

و یا انتظارات او هماهنگ نباشد و نتواند از عهده حل و بحث آن برآید. این مسئله معمولاً در یک پدیده طبیعی و یا آزمایش مقدماتی برای آدمی ظاهری می شود و شخص برای درک و فهم و یا توضیح و تعبیر آن با استفاده از تجربه ها و اطلاعات خود راه حلی را برمی گزیند، این راه حل که ارتباط چند واقعیت و یا علت پیدایش یک رویداد را نشان می دهد فرضیه نامند. در این مرحله افراد عادی قانع می شوند و به این دلخوشند که مسئله ای که با آن روبه رو شده اند، حل و فصل شده است. اما ذهن کنجکاو تعدادی از افراد به این جواب قانع نشده و در درستی آن شک می کنند، از این روبه جمع آوری اطلاعات (به راههای مختلف، از جمله آزمایش) درباره آن مسئله و موضوع می پردازند و این اطلاعات را که اغلب پراکنده و در ظاهر بی ارتباط به یکدیگر است طبقه بندی می کنند و با استفاده از آنها به امتحان فرضیه می پردازند.



نمودار ۲-۱ مراحل تحقیق علمی

اگر فرضیه با اطلاعات جدید تأیید نشود، فرضیه را باطل می دانند و به ساختن فرضیه جدید روی می آورند و چنانچه فرضیه مورد تأیید قرار گیرد به تنظیم و بیان قانون علمی مشغول می شوند. منظور از قانون علمی بیان رابطه ای است که میان چند واقعیت مورد شناسایی قرار گرفته و کشف شده است و درستی آن را آزمایشهای مکرر تأیید کرده است. آخرین مرحله تحقیق علمی طرح تئوری برای توجیه قانون است. تئوری یا نظریه یک اندیشه کلی است که بر چند اصل و قانون پایه گذاری شده است و می تواند از عهده توضیح و تشریح مجموعه ای از پدیده ها برآید. البته یک تئوری تازمانی معتبر است که بتواند پدیده های

تازه‌ای را که در قلمرو مورد بحث آن شناخته می‌شود پیش‌بینی کند.

در نمودار صفحه قبل مجموعه فعالیت‌های منظم و متوالی که محقق برای رسیدن به یک نتیجه دنبال می‌کند و تحت عنوان مراحل تحقیق علمی بیان می‌شود، نشان داده شده است.

پایه گذار شناخت علمی چه کسی و یا چه کسانی بودند؟

چه کسی و یا چه گروهی برای اولین بار در جهت شناختن واقعیتها و ارتباط میان پدیده‌ها، روش علمی را به کار بردند و تجربه را اساس شناخت خود قرار دادند؟ گرچه علم و روش علمی با پیدایش انسان نیازمند و کنج‌کار و برزمین به وجود آمده است، اما در برابر این پرسش، پاسخهای متفاوت و متعدد اغلب آمیخته به تعصب بیان شده است. بعضی یونانیها را نام می‌برند و از بزرگان آن سخن می‌گویند و معتقدند که استدلال را آنها پی افکندند و با آزادی گفت و شنود که در جمهوری آتن به وجود آمد، روش علمی شناخت جهان آغاز شد. گروهی دیگر از مکتب اسکندریه نام می‌برند و اقلیدس را استاد استدلال قیاسی و ارشمیدس را مبتکر استدلال تجربی می‌دانند، زیرا قوانین اهرمها و نیز قانون کاهش وزن جسم در یک سیال که به وسیله ارشمیدس کشف شده‌اند، به طور کامل، قوانینی هستند که با روش علمی و شناخت تجربی به دست آمده‌اند. در اسکندریه نیز اولین باغ وحش جهان به منظور مطالعه تجربی چگونگی زندگی حیوانات ایجاد شد و پزشکان به تشریح کالبد انسان پرداختند.

درفر هنگ و تمدن اسلامی به بسیاری از دانشمندان برمی‌خوریم که روش تجربی را برای کشف حقیقت به کار برده‌اند. از جمله این پژوهشگران بزرگ، می‌توان از ابوریحان بیرونی و محمد بن زکریای رازی و حسن ابن هیثم نام برد. فعالیت‌های علمی این دانشمندان بر پایه مشاهده و آزمایش و اندازه‌گیری کمیته‌ها قرار داشت.

از قرن دوازدهم میلادی به بعد، کاروان علم از سرزمینهای اسلامی به سوی اروپا حرکت کرد. گرچه در چند قرن اول این حرکت، صاحبان قدرت به مقابله و مخالفت با دانش و دانشمندان برخاستند ولیکن علم، کم‌کم با روش دقیق، به تصحیح و تکمیل خود پرداخت و سپس تکیه گاه و مدد کار انسان و جامعه شد. به طوری که در قرن نوزدهم، نه تنها علم ارزش فراوان یافت، بلکه خود معیار ارزش‌ها شد. در این زمان بود که درستی هر اندیشه‌ای را بایستی در آزمایشگاه تأیید می‌کردند و علمی بودن، معادل درست بودن مفهوم یافت.

در راه انتقال دانش از شرق به غرب و سپس بسط و گسترش و غنی کردن آن، افراد بسیاری شرکت داشتند ولیکن آنهایی که راه و روش تجربی را مشخص کردند و دیگران را به رفتن به این راه دعوت کردند، قابل شمارشند.

از جمله پایه گذاران اصلی روش علمی در اروپا، فرانسیس بیکن^۱ (۱۵۶۱-۱۶۲۶) است. این سیاستمدار و فیلسوف بزرگ انگلیسی، گرچه با علوم طبیعی سروکار نداشت و هیچ اختراع و اکتشافی به وی نسبت داده نشده است اما خدمت بزرگی را به دانش و دانشمندان کرده است.

بیکن در نظر داشت کتابی به نام احیاء العلوم کبیر^۲ مرکب از شش قسمت تألیف کند ولی فقط دو قسمت آن را نوشت: یکی به نام «پیشرفت دانش»^۳ و دیگری به نام «ارغنون نو»^۴ که در سال ۱۶۲۰ به زبان لاتین انتشار یافت.

در کتاب ارغنون نو، که کتاب ارغنون ارسطو را در منطق به خاطر می آورد، راه و روش جدیدی در منطق ایجاد کرده است و آن اهمیت دادن به مشاهده و تجربه و توسعه و تنظیم کار استقرای علمی است. گرچه ارسطو نیز در این راه گام برداشته بود، اما بیکن «ساز تازه ای» به صدا درآورد، و مردم را متوجه روش تجربی ساخت. کتاب ارغنون نو از دو فصل «کلمات قصار» و «تفسیر طبیعت و حکومت انسان» تشکیل شده است. بیکن در این کتاب می نویسد: «آنان که در علوم کار کرده اند یا مردان آزمایشی بوده یا پیروی از احکام منقول کرده اند. مردان آزمایشی به مورمانند که، گرد می آورد و به کار می برد ولی مردان استدلال به تارتین [عنکبوت] شبیهند که از مواد وجود خویش تار می تنند. اما زنبور عسل راه میانه ای می گیرد، یعنی مصالح خود را از گلها و باغها و چمنزارها گرد می آورد، ولی با نیروی خویش آنها را تبدیل و هضم می کند. وظیفه واقعی فلسفه [منظور فلسفه طبیعی یا علوم طبیعی است] بی شباهت به این نیست، زیرا فلسفه نه منحصرأ و اختصاصاً به نیروی ذهن اعتماد می کند و نه مواد خود را که از تاریخ طبیعت و آزمایشهای مکانیکی گرد می آورد به همان هیئت در حفره حافظه ذخیره می کند، بلکه آن را در اندیشه خود جا می دهد و تبدیل و هضم می کند. پس از پیوستگی نزدیک و خالصانه این دو

Francis Bacon —۱

Instauratio Magna —۲

Advancement of Learning —۳

Novum Organum —۴

نیرو به — عقل و آزمایش — (که هنوز تحقق پیدا نکرده) امید زیادی می توان داشت».

«عالم باید با مشاهده طبیعت حقایق دامنه داری را جمع آوری کند و از این حقایق، به خاصیت عمومی آنها پی ببرد و شباهت آنها را به وسیله فرمولهای ریاضی نشان دهد.»^۱

همزمان با فرانسیس بیکن، رنه دکارت (۱۵۹۶—۱۶۵۰) فیلسوف و ریاضیدان فرانسوی، در پیشبرد روش علمی مؤثر بود. دکارت روش استفاده از علوم نقلی را مردود اعلام کرد و با نوشتن رساله ای تحت عنوان «گفتار در روش راه بردن عقل» روش استقرایی را تکامل بخشید و علاوه بر آثار بدیعی که در ریاضیات، فیزیک، روان شناسی و زیست شناسی از خود به جای گذارد، آیندگان را به سوی روش علمی رهبری کرد.

اما گالیله، مرد عمل بود. او روش علمی را عملاً به کاربرد و به نتیجه رسید. بر بالای برج پیزا رفت و چند جسم با شکلهای و جرمهای متفاوت را از یک ارتفاع، رها کرد و برخورد همزمان آنها را بر سطح زمین تحقیق کرد؛ دور بین ساخت و حرکت اقمار مشتری را در آن مشاهده کرد؛ آونگ آزمایشگاهی تهیه کرد و قانون همزمانی نوسانات کم دامنه را کشف کرد. و به این ترتیب فیزیک کارگاهی یا آزمایشگاهی را پایه گذاری کرد. بعد از او نیز فیزیکدانها، شیمیدانها، زمین شناسان، زیست شناسان به راه او رفتند و انسان را به درجه کنونی از معرفت و قدرت رساندند.

قوانین آونگ چگونه کشف شد؟

۱- طرح مسئله — روزی گالیله برای شرکت در یک مراسم مذهبی به کلیسای پیزا رفته بود. پس از نشستن بر روی یک صندلی، درحالی که افراد شرکت کننده در آن مجلس در اندیشه حسابهای خود بودند، متوجه حرکت شمعدانهای آویخته از کلیسا شد، و دید (مشاهده کرد) که وقتی شمعههای شمعدان آویخته را روشن و آن را رها می کنند، شمعدان به حرکت نوسانی درمی آید و در ضمن حرکت، دامنه نوسان آن، کاهش می یابد تا آنکه پس از مدت نسبتاً زیادی می ایستد. گالیله از خود پرسید که «آیا مدت زمان هرنوسان، ضمن کاهش دامنه، کوتاهتر می شود؟» (طرح مسئله)

۱- فلسفه علمی: نویسندگان: لوکریوس، کپرنیک، بیکن، دکارت و... انتشارات فرانکلین.

۲- بیشترین زاویه ای که امتداد آونگ با امتداد قائم می سازد، دامنه نوسان آونگ است.

در زمان گاليله، ساعت دقيق وجود نداشت و او به ناچار نوسانهای متوالی شمعدان را با ضربان نبض خود اندازه گرفت و متوجه شد که با آنکه دامنه نوسان به تدریج کاهش می یابد، مدت زمان هرنوسان ثابت باقی می ماند.

۲- تشکیل فرضیه - گاليله پس از فراغت از کلیسا به خانه بازگشت و در اندیشه نوسان شمعدان بود که فکری از ذهنش گذشت و گفت: «فکرمی کنم که زمان یک رفت و برگشت شمعدان به دامنه نوسان آن بستگی ندارد». آیا این فکر (فرضیه) درست است؟ آیا می توانم مشابه آن شمعدان را در منزل به حرکت درآورم و همین نتیجه را تحقیق کنم (آزمایش). آیا قبلاً در این نوع حرکت، کسی چیزی نوشته است؟ چگونه می توانم صحت فرضیه را تحقیق کنم؟

۳- جمع آوری اطلاعات - گاليله راههای مختلف جمع آوری اطلاعات را از ذهن گذرانید. اومی دانست که راههای متفاوتی برای جمع آوری اطلاعات موجود است.^۱ در ابتدا به کتابخانه دانشگاه مراجعه کرد تا ببیند، آیا دانشمندان علوم تجربی گذشته در این باره تحقیقی کرده اند. اغلب نوشته های کپرنیک، کیپلر،... را مطالعه کرد و کتابهایی را که از زبان عربی به لاتین و دیگر زبانهای اروپایی از چهار قرن قبل از او ترجمه شده بود بررسی کرد. گرچه با اندیشه های ارسطو موافق نبود و روش او را تجربی نمی دانست اما تعصب به خرج نداد و کتاب فیزیک او را نیز دید و به کارهای ارشمیدس و هرون نیز مراجعه کرد و سرانجام مطمئن شد که هیچ یک از دانشمندان گذشته و حال درباره آونگ مطالعه

۱- بعضی از روشهای جمع آوری اطلاعات عبارت است از:

الف- روش پرسشنامه - در این روش، محقق از طریق طرح تعدادی سؤال اطلاعات لازم را از گروه پاسخگو دریافت می کند.

ب- روش مصاحبه - در روش مصاحبه، محقق، با تماس مستقیم با افراد، اطلاعات مورد نیاز را به دست می آورد.

ج- روش آماری - در این روش اطلاعات لازم را در قالب اعداد و ارقام جمع آوری می کنند و به تجزیه و تحلیل آنها می پردازند.

د- روش تاریخی و کتابخانه ای - در این روش شخص به کتابها و اسناد و مدارک موجود مراجعه می کند و اطلاعات را به دست می آورد.

ه- روش تجربه و آزمایش - در این روش که اساس تحقیق در علوم تجربی است، اطلاعات از راه آزمایش حاصل می شوند.

نکرده‌اند. از این رو اقدام به کار کرد و به طرح ریزی آزمایش و تهیه ابزار کار و انجام آن پرداخت.

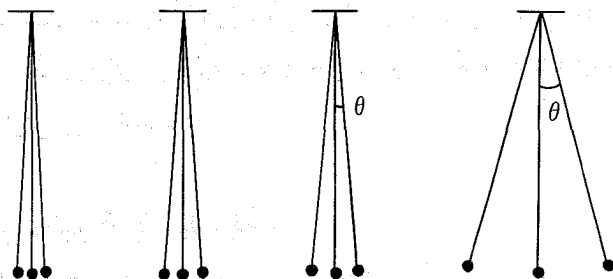
۴- آزمایش

الف - هدف - تحقیق در فرضیه همزمانی نوسانهای کم دامنه آونگ - برطبق این فرضیه: زمان یک رفت و برگشت آونگ به دامنه نوسان آن بستگی ندارد.

ب- ابزار کار- یک وزنه کوچک و سنگین، یک قرقره نخ باریک و محکم، یک خط کش مدرج بلند، پایه و گیره، میز کار (به جای پایه و گیره و میز کار، گالیه از میخ و دیوار اتاق کار خود استفاده کرد) و ساعت آبی.

ج- گروه آزمایش کننده- گالیه و دستیارش.

د- شرح آزمایش - وزنه کوچک و سنگین را به یک انتهای نخ به طول معین متصل کرد و آن را به یک میخ که قبلاً به دیوار کوبیده بود، آویخت. سپس آونگ را کمی از حالت تعادل منحرف و آن را رها کرد. در این صورت مشاهده نمود که آونگ مشابه آنچه در کلیسا دیده بود به نوسان درآمد و پس از مدتی دامنه نوسان آن کاهش یافت. اما با مقایسه ای که با ضربان قلب خود کرد، مشخص نمود که زمان رفت و آمد آن یکسان می باشد.



چهار آونگ هم طول با دامنه نوسانهای متفاوت

گالیه ضمن خوشحال شدن از اینکه نتیجه این آزمایش تأیید فرضیه او بود، چون از این آزمایش عدد و رقمی که حاصل اندازه گیری او باشد به دست نیآورده بود، قانع نشد و آزمایش را به صورت کامل تری تکرار کرد.

در مرحله بعد به جای یک آونگ، چهار آونگ مشابه که طول آنها مساوی بود، انتخاب کرد و آنها را به چهار میخ که در یک سطح و به فاصله کمی از هم به دیوار کوبیده شده بودند، آویزان کرد. سپس اولی را به اندازه ۲ درجه، دومی را ۴ درجه، سومی را ۶ درجه و چهارمی را ۳۰ درجه از وضع تعادل خود منحرف کرده، وزنه ها را به نخهایی بست و موقعی که نخها را در یک لحظه سوزانید، وزنه ها با هم شروع به حرکت کردند.

گاليله، مشاهده کرد که سه آونگ اول در همۀ لحظات با هم رفت و آمد می کنند، البته با میزان انحرافهای متفاوت، ولی آونگی که ۳۰ درجه منحرف شده است، زمان نوسان بیشتری دارد.

در مراحل بعد، گاليله همین آزمایش را در مکانهای دیگر و با آونگهای دیگری انجام داد و به این ترتیب فرضیه او تأیید شد و به شکل یک قانون تجربی معرفی گردید. این قانون امروزه صورت زیر بیان می شود:

قانون همزمانی نوسانات کم دامنه — نوسانهای کم دامنه یک آونگ همزمانند.

در آن زمان گاليله آموزش پزشکی را می گذراند و آونگی با طول مشخصی ساخت که برای اندازه گیری ضربان نبض بیماران به کار می رفت. این ابزار که نبض سنج نام داشت، برای مدتی مورد استفاده پزشکان بود تا آنکه ساعتهای امروزی جای آن را گرفت. گاليله با این آزمایش کشف کرد که می توان از آونگ برای تهیه ساعت و تعیین وقت استفاده کرد، اما عملاً او نتوانست از چنین کشفی در فن ساعت سازی استفاده کند، تا آنکه کریستیان هو یگنس علاوه بر پی بردن به قوانین آونگ، چرخ دنگی ساخت که می توانست عقربه های ساعت را در اثر رفت و برگشت آونگ به نوسان درآورد. ساعت آونگ دار هو یگنس در تعیین وقت، دقت بسیار داشت و از آن در زندگی روزانه و کشتیرانی و نجوم استفاده می کردند. هو یگنس برای تأیید فرضیه های خود بر روی آونگ آزمایشهای متعددی انجام داد. از جمله آزمایش زیر را ترتیب داد.

۵- آزمایش تحقیق قانون طول آونگ

الف- هدف — تحقیق در رابطه زمان تناوب آونگ با طول آن — بر طبق این فرضیه:

زمان یک رفت و برگشت آونگ با جذر طول آن نسبت مستقیم دارد.

ب- ابزار کار — یک وزنه کوچک و سنگین، یک قرقره نخ باریک و محکم، یک خط کش مدرج، پایه و گیره و میز کار.

ج- گروه آزمایش کننده — هو یگنس و دستیارش.

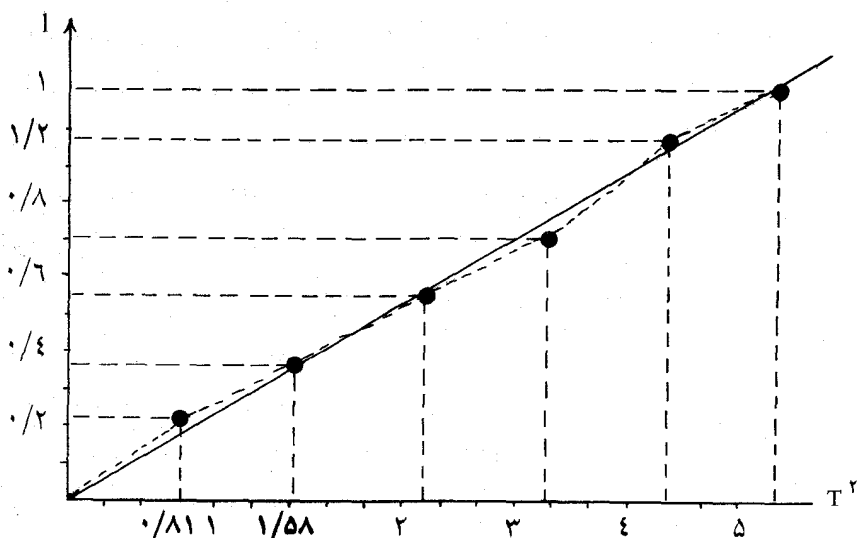
د- شرح آزمایش — هو یگنس وزنه کوچک و سنگینی را به انتهای نخ آویخت و آونگی که طول آن 0.2 واحد طول رایج بود، تهیه کرد. این آونگ را کمی از وضع تعادل خود خارج کرد و رها ساخت و زمان 50 نوسان آن را به دست آورد. این زمان برابر 45 ثانیه شد و در نتیجه زمان هر رفت و برگشت برابر شد با $0.90 = \frac{45}{50} = T_1$ در آزمایشهای دیگر طول

نخ را هر بار $0/2$ واحد اضافه کرد، و زمان 50 نوسان کامل و در نتیجه زمان یک رفت و برگشت آونگ را به دست آورد.

ه - ثبت نتایج - هویگنس نتایج به دست آمده را در جدول زیر ثبت کرد:

شماره	طول آونگ (l)	زمان 50 نوسان	تعداد نوسان	زمان هر نوسان (T)	$\frac{T^2}{l} = K$	T^2
۱	$0/20$	45	50	$0/9$	$4/05$	$0/81$
۲	$0/40$	63	50	$1/26$	$3/97$	$1/58$
۳	$0/60$	78	50	$1/56$	$4/06$	$2/43$
۴	$0/80$	91	50	$1/82$	$4/14$	$3/31$
۵	$1/00$	101	50	$2/02$	$4/08$	$4/08$
۶	$1/20$	106	50	$2/20$	$4/03$	$4/84$

و- رسم نمودار- هویگنس تغییرات T^2 و l را با استفاده از محوری های مختصات به شکل زیر نشان داد. او محوری را T^2 و محور قائم را l انتخاب کرد و نقاط معرف این دو کمیت را از جدول بالا مشخص کرد و نقطه های معرف این دو کمیت را بر صفحه مختصات علامتگذاری و این نقاط را به یکدیگر متصل کرد و نمودار تغییرات l و T^2 را که تقریباً به شکل خط راست زیر است به دست آورد.



۲- تجزیه و تحلیل نمودار- درنگاه اول ملاحظه می شود که نمودار به صورت یک خط شکسته است ولیکن توجه دقیق تر نشان می دهد که می توان نمودار را تقریباً به صورت یک خط مستقیم در نظر گرفت. اگر نمودار را خط مستقیم بگیریم در این صورت مجذور زمان تناوب با طول آونگ نسبت مستقیم خواهد داشت، به طوری که می توان نوشت:

$$\frac{T^2}{l} = K \quad \text{یا} \quad T^2 = Kl$$

یا $T = \sqrt{Kl}$ و اگر $\sqrt{K}$ را برابر k فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$T = k \sqrt{l}$$

به طوری که ملاحظه می شود، این رابطه معرف همان قانون طولها، برای زمان تناوب آونگ است، یعنی: زمان تناوب آونگ با جذر طول آن نسبت مستقیم دارد.

مسئله جدید- به طوری که گفتیم هو یگنس اولین بار ساعت آونگ دار را ساخت. او در سال ۵۷-۱۶۵۶ این ساعت را به ثبت رسانید و علاوه بر این، روش استفاده از انرژی فنر را برای حرکت مداوم آونگ به نام خود ثبت کرد.

موقعی که ساعتهای آونگ دار هو یگنس، در کشتیرانی و در شهرهای دور و نزدیک به کار برده شد، ملاحظه گردید که این ساعتها در بعضی از نقاط زمین جلورفته و در بعضی دیگر از نقاط عقب می ماند. چرا؟ این موضوع، مدتها فکر هو یگنس را به خود مشغول داشت تا آنکه با استفاده از حرکت وضعی زمین (گردش زمین در هر شبانه روز به دور محور) علت عقب ماندن و جلو افتادن ساعت را بیان کرد. او معتقد بود، جسمی که در استوای زمین قرار گرفته است، روی دایره بزرگتری به دور زمین دوران می کند و هر اندازه جسم به یکی از دو قطب نزدیکتر شود، شعاع دایره مسیر آن کوچکتر و در نتیجه نیروی مؤثر بر آن کمتر می گردد. اما محاسبات او با نتیجه اندازه گیری هماهنگ نبود، تا آنکه متوجه کارهای نیوتن شد. (هو یگنس همزمان و مدتی همکار نیوتن بود)، در آن موقع، نیوتن در باره موضوع نیروی جاذبه جرمی (عامل گردش سیارات به دور خورشید) و نیز شتاب جاذبه زمین کار می کرد. نیوتن دریافته بود، نیرویی که بر واحد جرم در هر نقطه (شتاب جاذبه)- شدت میدان) از سطح زمین اثر می کند به عواملی چون فاصله آن نقطه تا مرکز زمین و نیز عرض جغرافیایی آن نقطه بستگی دارد.

هو یگنس با استفاده از نظریات نیوتن، شتاب جاذبه را در زمان تناوب آونگ (T) مؤثر دانست و به دنبال تحقیق در این فرضیه برآمد تا آنکه سرانجام در سال ۱۶۷۳ قانون محاسبه زمان تناوب آونگ را به صورت $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ به دست آورد.

دراین رابطه 1 طول آونگ و 8 شتاب جاذبه و T زمان یک نوسان آونگ و $\pi = 3.14$ است.

هویگنس پس از کشف قانون آونگ، به دنبال ساختن ساعتی بود که در نقاط مختلف زمین جلویا عقب نیفتد. سرانجام موفق شد و فنر حلزونی ساعت را اختراع کرد.

چگونه تئوری جاذبه، قوانین آونگ را توجیه می کند؟

کپلر نشان داد که سیارات به دور خورشید در مسیرهای بیضی دوران می کنند. گالیله، قوانین سقوط آزاد را کشف و مشخص کرد که حرکت سقوط آزاد اجسام، متشابه تغییرند شونده و درامتداد قائم است؛ قوانین آونگ که هویگنس کاشف آنها بود نیروی وزن را عامل حرکت رفت و برگشت آونگ معرفی کرد. اما این سؤال اساسی باقی بود که چه عاملی سبب گردش سیارات به دور خورشید می شود و اجسام را به سوی زمین می کشاند و آونگ را به نوسان وادار می کند؟ منشأ این عامل چیست؟ و چگونه می توان این پدیده را تشریح و تفسیر کرد؟

در ۲۸ آوریل ۱۶۸۶ میلادی، سرآیزاک نیوتن تألیف خود را که «اصول ریاضی فلسفه طبیعی» نامیده بود، به انجمن سلطنتی لندن تحویل داد. این کتاب که در سال ۱۶۸۷ چاپ و منتشر شد، فصل تازه ای در علم و تاریخ آن گشود. بسل^۱ منجم معروف می گوید: «نیوتن به مقامی رسید که نظام جهان را توجیه و تفسیر کرد».

توجیه و تفسیر نظام جهان با بیان تئوری جاذبه و میدانهای جاذبه جرمی ممکن شد. نیوتن، در این کتاب عامل اساسی گردش سیارات به دور خورشید و سقوط یک جسم به زمین را مربوط به اثر متقابل جرمها، دانست. و علاوه بر اعلام این تئوری که جرمهای مادی یکدیگر را جذب می کنند، رابطه ای میان اندازه این نیرو و جرمهای هریک و فاصله آنها از یکدیگر به دست آورد و قانون جاذبه عمومی را با بیان زیر به دست آورد.

قانون جاذبه عمومی — هر دو جسم یکدیگر را با نیرویی جذب می کنند که با حاصل ضرب جرمهای آنها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آنها از هم، نسبت معکوس دارد.

قانون جاذبه را به صورت رابطه ریاضی $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ می نویسیم. دراین

۱- فردریک ویلهلم بسل "Bessel" (۱۷۸۴-۱۸۴۶) منجم معروف آلمانی.

رابطه G را ثابت جهانی جاذبه نامیده‌اند و در دستگاه SI مقدار آن برابر است با:

$$G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

برای محاسبه نیروی جاذبه اجسامی که دارای ابعاد بزرگی هستند، روشهای ریاضی به کار برده می‌شود. اما اگر دو جسم مورد نظر کروی و جرم حجمی آنها یکنواخت باشد، می‌توان جرم هریک را در مرکز آن متمرکز دانست و در این صورت فاصله دو جسم همان فاصله میان مرکز دو کره است.

قانون جاذبه عمومی، به عنوان یکی از قوانین اساسی طبیعت و حقیقتی که به وسیله انسان کشف شد، بسیاری از پدیده‌های طبیعی و واقعیتهای جهان را توجیه و تفسیر کرد و پایه‌ای برای اثبات قوانین حرکت طبیعی اجسام شد. به کمک این قانون به سهولت جرم زمین و سیارات و خورشید و نیز جرم حجمی آنها محاسبه شد. جزر و مد دریاها و اقیانوسها و نیز شکل زمین با این قانون توجیه گردید.

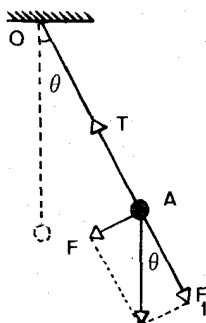
اما در صنعت و فن این قانون، «گرانسنجی^۱» را به دنبال داشت و مهندسين زمین‌شناسی و معدن‌شناسی با اندازه‌گیری شتاب جاذبه در هر نقطه، به ساختمان زیرین سطح زمین و مواد متشکله آن پی بردند و به دنبال این شناسایی، معادن گاز و فلزات سنگین را استخراج کردند.

چگونه از تئوری جاذبه و قوانین حرکت، قانونهای آونگ را به دست می‌آوریم؟

اگرچه هر قانون علمی، وقتی اعتبار می‌یابد که آزمایش درستی آن را تأیید کرده باشد، اما همچنانکه در ریاضی می‌توان از اصول موضوعه، قضیه یا گزاره‌ای را اثبات کرد در فیزیک نیز می‌توان از تئوری و اصول و قوانین، قانونهای دیگری را از راه محاسبات ریاضی استخراج کرد و درستی آنها را با تجربه تأیید نمود.

از جمله قانونهایی که از راه محاسبات ریاضی و با استفاده از تئوری جاذبه و قوانین حرکت به دست می‌آید، قانون زمان تناوب آونگ است. جالب توجه است که می‌توان قانون را برای هر حرکت آونگی و با هر نوع آونگ و با هر دامنه نوسان به دست آورد و آنها را با روابط تجربی که مربوط به حالت‌های خاصی از قانون کلی است، مقایسه کرد.

۱- محاسبهٔ زمان تناوب درآونگ ساده- آونگ ساده، تشکیل شده است از گلولهٔ وزین کم حجمی که به نخ ابریشمی متصل باشد و بتواند حول یک محور افقی رفت و برگشت انجام دهد.



به طوری که ملاحظه می شود، گلولهٔ کوچک آونگ در هر لحظه از زمان، تحت تأثیر دو نیروی اصلی قرار دارد؛ یکی نیروی وزن (W)، که همیشه در امتداد قائم و از بالا به پایین است و دیگری نیروی کشش نخ (T)، که همیشه در امتداد نخ و در جهت نقطهٔ آونگ آونگ است. برآیند این دو نیرو برابر F است.

جهت نیروی F همواره به طرفی است که می خواهد گلولهٔ آونگ را به حالت تعادل برساند و مقدار این نیرو، برابر $F = -mg \sin \theta$ است و اگر θ کوچک باشد، می توان آن را برابر $F = -mg \frac{x}{l}$ دانست. x فاصله گلوله تا وضع تعادل است. از سوی دیگر می دانیم که در یک آونگ ساده که طول آن نسبتاً زیاد و دامنهٔ نوسانش (θ) کوچک باشد، حرکت گلوله، کوچک m را می توان حرکتی نوسانی فرض کرد، که معادلهٔ حرکت آن به شکل $x = r \sin(\omega t + \theta)$ است. معادلهٔ سرعت این متحرک، مشتق معادلهٔ حرکت و معادلهٔ شتاب آن، مشتق معادلهٔ سرعت است. شکل ریاضی این معادله ها به صورت زیر است:

$$V = \dot{x} = r \omega \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{معادلهٔ سرعت}$$

$$a = \dot{V} = -r \omega^2 \sin(\omega t + \theta_0) = -\omega^2 x \quad \text{معادلهٔ شتاب}$$

اندازهٔ نیروی مؤثر بر گلوله، با استفاده از قانون دوم نیوتن برابر است با:

$$F = ma \longrightarrow F = m(-\omega^2 x) = -m \omega^2 x$$

به طوری که ملاحظه می شود، اندازهٔ نیروی مؤثر بر گلوله m متغیر و همیشه تابع فاصله x است. اگر اندازهٔ نیروی مؤثر بر گلوله را که با استفاده از برآیند نیروهای مؤثر بر آن به صورت $F = -mg \frac{x}{l}$ به دست آوردیم و با اندازهٔ این نیرو که مربوط به حرکت نوسانی

گلوله است، برابر بگیریم (این دونیروی یکی هستند)، خواهیم داشت:

$$mg \frac{x}{l} = m\omega^2 x, \omega^2 = \frac{g}{l} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

می دانیم که در حرکت نوسانی $\omega = \frac{2\pi}{T}$ است، پس داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

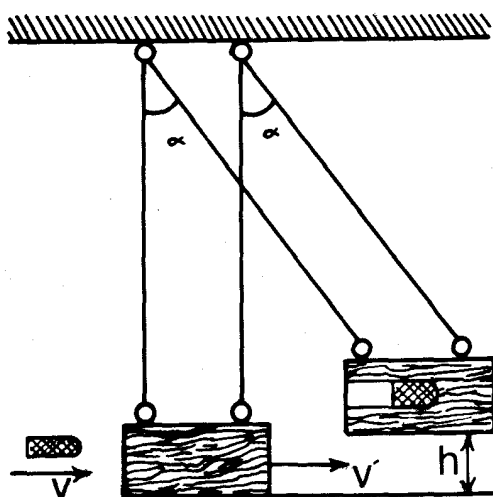
و این همان رابطه ای است که هو یگنس از راه تجربه به دست آورد.

رابطه بالا وقتی است که دامنه نوسان آونگ کوچک باشد ولیکن زمان تناوب برای

هر دامنه نوسانی را می توان از این رابطه به دست آورد: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \int_{\theta_0}^{\theta} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos\theta - \cos\theta_0}}$ واگر بتوان از توانهای سوم θ به بعد صرف نظر کرد، پیروید برابر است با:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\theta_0^2}{16} + \dots \right)$$

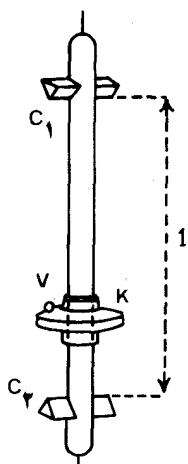
۲- زمان تناوب در آونگ مرکب - تا به حال درباره زمان تناوب آونگ ساده، بحث کردیم ولیکن عملاً با آونگهای مرکب که همان آونگ حقیقی باشد، سروکار داریم. آونگ حقیقی عبارت است از جسمی که حول یک محور افقی در اثر نیروی وزن، می تواند حرکت کند. در این آونگ همیشه مرکز ثقل در زیر محور قرار دارد و اگر محور از مرکز ثقل بگذرد، آونگ نمی تواند نوسان کند.



۳- آونگ بالیستیک - این آونگ از یک قطعه چوب به شکل مکعب مستطیل تشکیل شده است و به توسط چهار رشته نخ هم طول و موازی آویزان است و می تواند به سهولت حرکت رفت و برگشت انجام دهد. آونگ بالیستیک را برای تعیین سرعت حرکت گلوله هایی که از دهانه اسلحه ها خارج می شود به کار می برند.

۴- آونگ دوطرفه - این آونگ که به آونگ کاترنیز موسوم است، از یک میله فولادی تشکیل شده است که وزنه سنگینی می تواند در طول آن جابه جا شود و مرکز ثقل دستگاه را تغییر دهد. آونگ دوطرفه را می توان حول دو محور تکیه گاه که در دوطرف مرکز ثقل آونگ قرار

دارد به نوسان درآورد. این آونگ را برای اندازه گیری شتاب جاذبه در هر نقطه به کار می برند.



۵- آونگ فوکو- فوکو در سال ۱۸۵۱ آونگی در پانتئون پاریس آویزان کرد. او می خواست بر روی حرکت وضعی زمین مطالعه کند. آونگی که فوکو با آن آزمایش کرد از گلوله سنگینی تشکیل شده بود که به ریسمان درازی متصل بود و می توانست حول نقطه آویز رفت و آمد کند و اثری بر زمین گذارد.

طول نخ آونگ فوکو ۶۷ متر و مدت یک نوسان کامل آن تقریباً ۱۶ ثانیه بود. روش کار فوکو چنین بود که وزنه آونگی را به اندازه سه متر به کمک نخ که به دیوار بسته بود، از حالت تعادل دور ساخت و سپس نخ را سوزانید. در این صورت گلوله تحت تأثیر شتاب جاذبه، بدون سرعت اولیه به حرکت درمی آمد و به جای آنکه گلوله بر روی یک سطح ثابت قائم رفت و برگشت کند، حرکت وزنه آن بر روی یک بیضی بود که طول قطر بزرگ آن ۶ متر و قطر کوچکش $\frac{1}{4}$ میلیمتر بود، و این بیضی با سرعت زاویه ای ثابت، در جهت مشرق به جنوب، حول محور قائمی که از نقطه آویز می گذشت با پریود تقریباً ۳۲ ساعت دوران می کرد. چرا؟

فوکو، با استفاده از قوانین دینامیک و نتیجه این آزمایش ثابت کرد که زمین دارای حرکت وضعی است و اثر همین حرکت وضعی زمین است که امتداد حرکت آونگ را تغییر می دهد.

تئوریه ها، چگونه تکامل می یابند؟

در جواب اینکه چرا اجسام به سوی زمین کشیده می شوند، روزی پاسخ چنین بود که «هر جسم می خواهد به اصل خود برگردد و چون زمین اصل و مایه هر جسم است از این رو اجسام را به سوی خود می کشاند» و روز دیگر عناصر سازنده جهان را، خاک و آب و هوا و آتش تصور می کردند و هر عنصر می خواست که در جایگاه طبیعی خود قرار گیرد از این رو

اجسام جامد که طبع خاکی داشتند به زمین سقوط می کردند و آتش که طبعش رو به بالا بود به سوی بالا می رفت.

تکیه بر روش تجربی، قوانین و تئوریه‌ها را در هر قسمت از جمله سقوط اجسام، دقیقتر و معتبرتر کرد و نیروی جاذبهٔ جرمی و میدانهای سنگینی را مطرح ساخت و به کمک آن علت سقوط اجسام را به سوی زمین تشریح و تفسیر کرد و بیش از دو قرن شایستگی خود را برای توجیه پدیده‌های حرکت نشان داد، تا آنکه سرانجام جای خود را به تئوری نسبیت عام داد.

تئوری جاذبه نیوتنی، از نیروی میان دو جرم، سخن می گفت که در فاصله‌ای از یکدیگر قرار داشتند. نیوتن بنابر فرض اساسی خود، کمیت‌های جرم و فاصله را مستقل از شرایط اندازه گیری می دانست، در صورتی که بنابر تئوری نسبیت، کمیت‌های جرم و طول و زمان مستقل از یکدیگر نیستند و اندازه آنها به شرایط اندازه گیری بستگی دارد.

در مکانیک نسبیتی، میدانهای جاذبه نه به دلیل وجود جاذبه، بلکه به دلیل وجود انحناى فضا مؤثر است و این شکل مخصوص فضا است که جسمی را به سوی زمین می کشاند. البته وجود جرم است که به فضا خاصیت انحناى ویژه می دهد. اگر جرم وجود نداشته باشد، فضا یکنواخت است و خطوط را می توان مستقیم در این فضا، در نظر گرفت ولیکن در اطراف هر جرم، فضا، منحنی خواهد شد و اگر اجسامی در این فضا قرار گیرند، تحت تأثیر واقع می شوند.

تأیید تجربی بعضی از نتایج تئوری نسبیت، براعتبار آن افزود، به طوری که بسیاری از مفاهیم جدید این تئوری، جای تئوری جاذبهٔ عمومی نیوتن را گرفت.

آیا در جهان مرتبط، به تئوری واحدی می توان رسید؟

یکی از عوامل بسیار مهم برای تفسیر و تشریح پدیده‌های طبیعت، قبول نیرو و میدان جاذبه بود. جاذبهٔ جرمی و نیروهای نیوتنی، حرکت ثوابت و سیارات و اقمار را توجیه کرد و پایه‌ای برای پرتاب موشکها و ماهواره‌ها شد. مفهوم بارهای الکتریکی و نیروهای کولنی نیز آثار الکتریسته و مغناطیس را تشریح کرد. نیروهای با برد کوتاه نیز، دلیل پایداری هسته با ذرات بنیادی متشابه را بیان کرد (نظریهٔ یوکاوا). به این ترتیب درسه زمینهٔ مورد بحث که شامل حرکت اجسام ماکروسکوپی، و آثار الکتریکی و مغناطیسی، و پایداری هسته‌های اتم

باشد، سه تئوری متفاوت مورد استناد بود.

اما، اینشتین با مطالعه بسیار گسترده خویش به دنبال تئوری واحدی بود که بتواند انواع نیروهای اساسی طبیعت را که از ماده، سرچشمه می گیرد، شامل شود. او تا آخرین سالهای عمر خود، معتقد به وجود ارتباطی میان این نیروها و عوامل مؤثر در پیدایش آنها بود ولیکن ضمن آنکه دریافتن یک تئوری واحد موفق نشد، باز هم دست از تلاش و امید در این راه برنداشت و سرانجام یافتن آن را به آیندگان سپرد.

پی جویی اندیشه اینشتین از سالهای ۱۹۶۰ میلادی به بعد وارد مرحله جدیدی شد و سبب پیدایش مطالعه و بررسی سیستمی جهان گردید. در بررسی سیستمی، کلیه آثار مربوط به یک عامل را به طوریکجا و در ارتباط با مجموع عوامل مؤثر بر آن در نظر می گیرند. توجه به این نکته ضروری است که جهان، کل واحدی است که نمی توان پدیده های گوناگون آن را جدا از یکدیگر مطالعه کرد و لازم است هر جزء در ارتباط با دیگر اجزا مورد بررسی قرار گیرد!

توجه به تخصصهای علمی که از دوران رنسانس مطرح شد، سبب گردید که هریک از دانشها در محدوده خاصی عمق و گسترش یابند و به اصول و قوانین و تئوریهایی برسند. در نیم قرن اول سده بیستم میلادی، پیشروی هریک از این دانشها، سبب پیدایش مرزها و محدوده های مشترک شد و رشته های جدید علمی به وجود آمد.

در زمینه فیزیک نیز به همین محدوده های مشترک برمی خوریم و نامهایی چون،

۱- مطالعه پدیده های طبیعت به طور مجزا، ناقص و گمراه کننده است و «قصه اختلاف کردن در چگونگی و شکل پیل» را به خاطر می آورد:

عرضه را آورده بودندنش هنود
اندر آن ظلمت همی شد هر کسی
اندر آن تاریکیش کف می بسود
گفت همچون ناودان است این نهاد
آن بر او چون بساد بیزن شد پدید
گفت شکل پیل دیدم چون عمود
گفت خود این پیل چون تختی بدست
فهم آن می کرد هر جا می شنید
آن یکی دالش لقب داد آن الف
اختلاف از گفتشان بیرون شدی

پیل اندر خانه تاریک بود
از برای دیدنش مردم بسی
دیدنش با چشم چون ممکن نبود
آن یکی را کف به خرطوم افتاد
آن یکی را دست بر گوشش رسید
آن یکی را کف چو بر پایش بسود
آن یکی بر پشت او بنهاد دست
همچنین هریک به جزوی چون رسید
از نظر گه، گفتشان بد مختلف
در کف هر کس اگر شمعی بدی

شیمی فیزیک، زیست فیزیک، زمین فیزیک، اختر فیزیک، ... معرف همین بخشهای مشترک است.

با بررسی روند تکاملی علم می توان پیش بینی کرد که روزی همه رشته های علوم طبیعی به مطالعه کامل ماده و انرژی و تغییر و تبدیل و اثر متقابل آنها بپردازد و از دانشهای ترکیبی، دانش واحدی پدید آید که با تئوری واحد، کلیه پدیده های جهان را تفسیر کند.

خود آزمایی ۲

پس از مطالعه واژه نامه، جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:

- ۱- آنچه در جهان موجود است..... می نامیم و آن دریافت و شناختی که از مشاهده آنها برای ما حاصل می شود..... نام دارد. با تراکم تجارب و تکامل ابزارها، شناخت انسان از جهان که همان..... باشد، کامل تر می شود اما..... جهان همواره یکسانند و..... علمی نسبی هستند.
- ۲- انسان به کمک..... خود با جهان بیرون ارتباط می یابد و چون با مسئله ای روبه رو شد برای حل آن..... می سازد و برای آنکه بداند این..... درست است به استدلال می پردازد. نوعی از استدلال که ذهن از امور جزئی و ساده به یک نتیجه کلی می رسد..... نام دارد.
- ۳- اصل موضوع بدون..... پذیرفته می شود و می توان آن را به عنوان پایه ای برای..... به کاربرد.
- ۴- طلوع خورشید یک..... است و اینکه خورشید همیشه از مشرق طلوع می کند یک..... است.
- ۵- قانون طبیعی معرف..... طبیعت است و به کمک آن می توان حوادث را..... کرد.
- ۶- فرضیه ای که با آزمایشهای متعدد تأیید شد..... نامیده می شود و برای توجیه و تفسیر قانون از..... استفاده می کنیم.
- ۷- با تئوری مولکولی می توانیم قانونهای زیر را تفسیر کنیم.....
- ۸- روش تحقیق دانشمندان محدود و مقید هست و فیزیکدانان برای توجیه پدیده های نیست

طبیعت..... ارائه می دهند، مانند..... اتمی بور. از زمان دموکریت تا کنون این..... تغییر کرده است، در صورتی که واقعیت اتم ثابت مانده است.

۹- دانشمند ابتدا با..... روبه رومی شود و سپس راه حل موقتی به نام..... می سازد و برای تأیید..... خود به جمع آوری اطلاعات می پردازد. چنانچه..... تأیید شد به صورت..... درمی آید. این..... را تئوری تفسیر می کند.

۱۰- هر قانون علمی.....،.....

۱۱- «خارج قسمت مسافت پیموده شده توسط یک متحرک بر زمان حرکت را سرعت متوسط متحرک گویند». این جمله عبارت است از یک:

الف- قانون ب- واقعیت ج- تعریف د- فرضیه

۱۲- یکی از مدل‌هایی که در فیزیک به وسیله گالیله و نیوتن به کار برده شد و موجب پیشرفت دانش مکانیک در کشف قوانین حرکت شد عبارت است از مدل:

الف- اتمی ب- قطره ای ج- علمی د- ذره ای

۱۳- تراکم تجارب و اطلاعات علمی انسان سبب می شود که:

الف- هر روز رشته های علمی بیشتر شوند و از یکدیگر فاصله گیرند.

ب- در جهان پیوسته و مرتبط، به علم واحد و تئوری واحد برسیم و کلیه آثار مربوط به یک عامل را به طور یکجا و در ارتباط با مجموع عوامل مؤثر بر آن، شناسایی کنیم.

ج- روزی آنچه محسوس نیست و بر آن آزمایش نمی توان کرد نیز در حوزه بررسی علم وارد شود.

د- روزی همه مسائل مربوط به جهان پاسخ داده شود و هیچ مسئله تازه ای برای طرح و ساختن فرضیه وجود نداشته باشد.

۱۴- کدام جمله درست نیست؟

الف- تئوریهای موجود مستقل از هم نیستند.

ب- همه تحقیقات موفقیت آمیز تحت تأثیر متقابل آزمایش و تئوری هستند.

ج- در دوره کلاسیک، قوانین و تئوریهایی وضع شد که می توانست هر نوع پدیده ای را توصیف و تفسیر کند.

د- تحقیقات علمی گذشته اغلب با منابع مالی محدود، ابزارهای ساده، فعالیت فردی و بر پدیده هایی که مستقیماً با حواس انسان مربوط بود، انجام می شد.

۱۵- کدام یک از افراد زیر مؤسس روش تجربی در شناخت علمی جهان هستند:

الف- ابوریحان بیرونی با انجام آزمایش «افعی وزمرد».

ب- گالیله با آزمایش آونگ و ساختن دوربین.

ج- فرانسیس بیکن با نوشتن کتاب ارغنون نو و دکارت با تألیف رساله «گفتار در روش راه بردن عقل»

د- اگر روزی توانستیم اولین کسی را که خانه ساخت، کشاورزی کرد، آتش به کار برد.... نام ببریم می توانیم اولین انسانی را که از روش تجربی استفاده کرده است، بشناسیم.

۱۶- کدام یک از ویژگیهای زیر در نظام فیزیک و نظام ریاضی مشترکند:

الف- روش استدلال ب- موضوع مطالعه ج- زبان خاص د- ابزار کار

نام آوران فیزیک

علت ترقی من این بود که روی شأنهٔ عظیم الجثه ها ایستادم و دنیا را بهتر نگریستم.

نیوتن

هدف— هدف از نگارش این فصل آن است که خوانندهٔ ما با تنی چند از بزرگان فیزیک آشنا شود و با الهام از کوششهای آنها بتواند خود نیز در جهت شناختن بیشتر جهان گام بردارد. مسلم است که همهٔ آدمیان در لحظه ای از زمان و در نقطه ای از مکان زاده می شوند و در بسیاری از اعمال و رفتار، متشابه یکدیگرند و سرانجام در نقطه ای از مکان و لحظه ای از زمان می میرند. از این رو بررسی زندگینامهٔ آنها نه سودمند است و نه ضرور. ولیکن اثری که بعضی از این افراد در حیات جامعه دارند، شایستهٔ بررسی و تحقیق است.

برای ما آخرین پرسشها و پاسخهای ابوریحان بیرونی در بستر مرگ یا سقراط در لحظهٔ نوشیدن جام زهر، یا امتناع ماکس پلانک از اعلام وفاداری به حزب نازی و به دار کشیدن آخرین فرزندش، درس جستجوگری است، درس اخلاق است و درس مقاومت.

چه کسی در فیزیک نام آورا است؟

در این قسمت می‌خواستیم که فقط از آن دسته دانشمندان فیزیک یاد کنیم که در کتابهای فیزیک دبیرستان به نحوی از آنها نام برده شده است، اما وقتی به سخن نیوتن برخوردیم که گفت: «علت ترقی من این بود که روی شانه عظیم الجثه‌ها ایستادم و دنیا را بهتر نگریستم»

با این پرسش مواجه شدیم که، این عظیم الجثه‌ها که بودند؟ نامشان و نشانشان چیست؟ آیا منظور او، بزرگان یونان باستان بود: سقراط، افلاطون، ارسطو، بطلمیوس، اقلیدس، طالس... فیثاغورس؟ اما یک لحظه از خاطرم آن گذشت که بعضی از این عظیم الجثه‌ها به ما نزدیکتر بودند و شاید پدران من و تو خواننده بودند. ایرانی، از همین شهرهای خودمان، رازی (که اهل ری بود) و خواجه نصیرالدین طوسی و خیام و ابوریحان بیرونی و فارابی از اهالی خراسان بزرگ، غیاث‌الدین جمشید کاشانی و قطب‌الدین شیرازی و کمال‌الدین فارسی و محمدحافظ اصفهانی (مخترع چهارده ابزار پیچیده صنعتی و نویسنده کتاب نتیجه الدوله — در چگونگی اختراع و ساختمان ساعت و آسیاب و عصاره‌ری آبی) و محمد باقر یزدی و....

چگونه می‌توانستیم از این پدران که درخت علم را در تمدن و فرهنگ اسلامی کاشتند و آن را تا پای جان آبیاری کردند، نامی نبریم و فقط از آنها یاد کنیم که میوه‌های این درخت را چیدند و به ما رساندند. در اینجا بود که بر آن شدیم تا جداگانه کتابی در مورد خدمات علمی دانشمندان ایرانی بنویسیم و منتشر کنیم و صفحات محدود این کتاب را به فیزیکدانان بزرگ این سه قرن اخیر اختصاص دهیم و فقط برای آنکه نمونه‌ای از کارهای علمی دانشمندان ایرانی را شناسانده باشیم، به معرفی ابوریحان بیرونی نیز پرداختیم و به زندگی و کارهای ارشمیدس نیز، به عنوان یکی از پایه‌گذاران فیزیک نظر افکندیم.

ارشمیدس



تولد: ۲۸۷ ق.م. سیراکوز، جزیره سسیل

فوت (قتل): ۲۱۲ ق.م. سسیل

«هرگاه تمام یا قسمتی از جسمی در مایعی که در حال تعادل است فرو رود، مایع نیرویی به طور قائم و از پایین به بالا به آن وارد می آورد که مقدارش مساوی است با وزن مایعی که در اثر فرو رفتن جسم در آن جابه جاشده است.

زندگینامه

ارشمیدس یکی از بزرگترین دانشمندان ریاضی و مکانیک جهان علم است. پدرش «فیدياس» که منجم بود، او را برای آموزش، از سیراکوز به مدرسه ریاضیات اسکندریه فرستاد. شهر اسکندریه را، اسکندر مقدونی در سال ۳۲۳ پیش از میلاد، در زمان حمله و حرکت به سوی شرق، بر کرانه دریای مدیترانه، در خاک مصر، ساخت. این شهر پس از رکود آتن — پایتخت یونان، مرکز علم و تجارت شد، و بزرگانی چون اقلیدس (پدر هندسه) و بطلمیوس وهیپارکوس و هرون وارشمیدس را تربیت کرد. این شهر حتی موقعی که به دست مسلمانان فتح شد، از مراکز مهم علوم یونانی بود و در انتقال علم و اندیشه یونانی به تمدن و فرهنگ اسلامی، نقشی مهم داشت.

درباره خصوصیات زندگی ارشمیدس، اطلاعات زیادی در دست نیست. اما علاقه اش به ریاضیات و مسائل علمی مکانیک سبب شده است که کارهای بسیار با ارزشی از او باقی بماند. گفته می شود که وقتی به مسئله ای علاقه مند می شد از خوردن و خفتن و پوشیدن غافل می ماند و چنان خود را سرگرم کار و حل مشکل می کرد که هر مسئله دیگری — گرچه نیازی حیاتی باشد — او را از کار باز نمی داشت. وقتی که در حمام برحل مسئله تاج و کشف قانون مایعات واقف شد «یافتم — یافتم» (اورکا — اورکا) گویان بدون پوشش از حمام به سوی خانه دوید. همین بی توجهی به افراد و اطراف بود که سرانجام او را به کشتن داد. وقتی که ارشمیدس بر روی شنها اشکال هندسی خود را رسم کرده بود سربازی بدون توجه با راه رفتن بر شنها اشکال او را لگد مال کرد وارشمیدس چنان

اعتراض کرد که موجب خشم سر باز شد و سر باز با شمشیرش به ارشمیدس حمله کرد و او را کشت.

از آثار علمی او

- ۱- کشف قانون مایعات و گازها، معروف به قانون ارشمیدس درسیالات.
 - ۲- تعیین جرم حجمی طلا و نقره و دیگر فلزات.
 - ۳- اختراع پیچ مخصوص حلزونی شکل به نام پیچ ارشمیدس برای بالا بردن آب.
- این دستگاه درسیلوها برای انتقال گندم و نیز خارج کردن خاکستر از کوره‌ها به کار می‌رود.
- ۴- کشف قانون اهرمها.
 - ۵- تعیین مقدار نسبتاً دقیق π . ارشمیدس مقدار واقعی π را میان دوحد $3/1408$ و $3/1428$ محاسبه کرد.
 - ۶- فرمول محاسبه سطح دایره، سطح و حجم کره و استوانه.
 - ۷- تحقیق در طرز کار ماشینهای ساده از قبیل اهرم، چرخ چاه، قرقره و استفاده عملی از آنها در ساختن جرثقیل برای جا به جا کردن کشتیها و دفاع از سیسیل.
 - ۸- تعیین مرکز ثقل سطوح و احجام.
 - ۹- تألیف کتابهایی از جمله «اصول مکانیک»، «در باره اجسام شناور»، «در باره کره و استوانه»، «اندازه گیری دایره»، «پیچها»....

ابوریحان محمد بن احمد بیرونی

تولد: سوم ذیحجه سال ۳۶۲ هجری قمری در بیرون خوارزم

فوت: جمعه دوم رجب ۴۴۲ هجری

فقیه ابوالحسن علی گوید: «آنگاه که نفس در سینه او به شماره افتاده بود بر بالین وی حاضر آمدم. در آن حال از من پرسید: حساب جدات فاسده را که وقتی مرا گفתי، بازگویی که چگونه بود؟ گفتم اکنون چه جای این سؤال است. گفت ای مرد کدام یک از این دو بهتر؟ این مسئله بدانم و بمیرم، یا نادانسته و جاهل درگذرم؟ و من آن مسئله باز گفتم، فرا گرفت

واز نزد وی بازگشتم و هنوز قسمتی از راه نپیموده بودم که شیون از خانه او برخاست»^۱

زندگینامه

ابوریحان محمد بن احمد بیرونی در سوم ذیحجه سال ۳۶۲، هجری قمری در بیرون خوارزم زاده شد. سالهای اول زندگی را در خوارزم به تحصیل علوم گذرانید و مدتی در خدمت مأمونیان خوارزم بود تا آنکه به مسافرت پرداخت. در ابتدای سفر، چند سالی را در جرجان (در جنوب شرقی دریای مازندران) در خدمت شمس المعالی قابوس و شمگیر گذرانید و کتاب آثار الباقیه را در آنجا به نام قابوس، به سال ۳۹۰ هجری، تألیف کرد. این کتاب از گاه شماری و جشنهای ملل مختلف سخن می گوید.

پس از ده سال دوباره به خوارزم بازگشت و در دربار ابوالعباس مأمون ابن مأمون خوارزمشاه که مردی دانشمند بود وارد شد. ابوالعباس داماد سلطان محمود بود و در اطراف خود بسیاری از دانشمندان را جمع کرده بود. در سال ۴۰۷ امرا و اعیان خوارزم ابوالعباس را کشتند و سلطان محمود غزنوی به خوارزم لشکر کشید و پس از فتح آن شهر، ابوریحان را نیز با خود به غزنین برد (بهار ۴۰۸ هجری).

ابوریحان، از آن پس همراه لشکر کشیهای سلطان محمود به هندوستان راه یافت و با بسیاری از دانشمندان و حکیمان هند معاشر شد و زبان سانسکریت آموخت. حاصل این سفر، کتاب تحقیق ماللهند و ترجمه چند کتاب از زبان سانسکریت به زبان عربی است.

پس از سلطان محمود، پسرش سلطان مسعود نیز، ابوریحان را بیش از پدرگرامی داشت، به طوری که بارورترین سالهای زندگی این دانشمند بزرگ، سالهایی است که در دربار سلطان مسعود بوده است. ابوریحان در این مدت **قانون مسعودی** را به نام سلطان مسعود نوشت.

ابوریحان پس از عمری تحقیق و تألیف ماندنی وارزشمند، سرانجام در روز جمعه، دوم رجب سال ۴۴۲ هجری دیده از جهان بریست.

از آثار علمی او

ابوریحان بیرونی دارای تألیفات و ترجمه‌های بسیار معتبری در فیزیک، جغرافیای ریاضی، ریاضیات، نجوم، معدن شناسی... است. این دانشمند، محقق و مصنف و مورخی بسیار دقیق بود. همه فعالیت‌های علمی او بر پایه مشاهده، آزمایش، اندازه‌گیری پدیده‌ها و کمیت‌ها قرار داشت و متجاوز از شش قرن زودتر از فرانسیس بیکن (۱۵۶۱-۱۶۲۶) انگلیسی روش علمی را به کار بست و آن را معرفی کرد. ولی با تأسف، کمتر آثار او به لاتین ترجمه شده و از این رو تا این اواخر برای مردم مغرب زمین ناشناخته باقی ماند. بعضی از آثار بیرونی عبارتند از:

۱- **تحقیق ماله‌هند** - موضوع این کتاب، مذهب و عادات و رسوم هندوان و نیز گزارشی از سفر به هندوستان است.

۲- **قانون مسعودی** - کتابی است در نجوم اسلامی شامل یازده بخش. در این کتاب، بخشهایی مربوط به مثلثات و مثلثات کروی و نیز زمین و ابعاد آن و خورشید و ماه و سیارات موجود است.

۳- **التفهیم لاوائل صناعة التنجیم** - این کتاب نیز در نجوم و به فارسی نوشته شده است و برای مدت چند قرن متن کتاب درسی برای تعلیم ریاضیات و نجوم بوده است.

۴- **الجماهر فی معرفة الجواهر** - بیرونی این کتاب را به نام ابوالفتح مودود بن مسعود تألیف کرد و موضوع کتاب معرفی مواد معدنی و مخصوصاً جواهرات مختلف است. ابوریحان در این کتاب مانند معدن شناسان امروزی خواص فیزیکی هریک از سنگ‌ها و فلزات را بررسی کرده و نوشته است. او نظریات و گفته‌های دانشمندانی مانند ارسطو، ارشمیدس، جالینوس، دموکریت، جابر بن حیان، محمد زکریای رازی، ابویعقوب اسحاق الکیندی را در باره حدود سیصد نوع ماده معدنی ذکر کرده است.

۵- صیدنه- این کتاب دربارهٔ مواد شیمیایی و خواص و طرز تهیهٔ آنها نوشته شده است.

۶- آثار الباقیه عن القرون الخالیه (اثرهای مانده از قرنهای گذشته) - ابوریحان در این کتاب مبدأ تاریخها و گاه شماری اقوام مختلف را مورد بحث و بررسی قرار داده است. از جملهٔ این اقوام از ایرانیها، یونانیها، یهودیها، مسیحیها، عربهای زمان جاهلیت و عربهای مسلمان نام برده و دربارهٔ اعیاد هریک به تفصیل سخن گفته است. این کتاب را می توان نوعی تاریخ ادیان دانست.

شادروان علی اکبر دهخدا دربارهٔ بیرونی و آثار اومی گوید:

«در هزار سال پیش برد و تسطیح از تسطیحات چهارگانه کره متفطن^۱ گشتن، نوع چاه آرتزین کشف کردن، به استخراج «جیب درجهٔ واحد، [سینوس یک درجه] توفیق یافتن، بالا تر از همه بنای علوم طبیعی بر ریاضی نهادن و قرنهای پیش از بیکن، برای حل معضلات علمی و فنی، متوسل به استقرا شدن و صدها سال، مقدم بر کپرنیک و گالیله در مسمع و مرآی پادشاهی چون محمود — یعنی خونخواری جبار و مستبد و متعصب در ظواهر دین - در عقیده متحرک بودن زمین اصرار ورزیدن، برای معرفت اجمالی این داهی کبیر کافی است.»

گالیلئو گالیلئی معروف به گاليله



تولد: ۱۵۶۴، فلورانس، ایتالیا

فوت: ۸ ژانویه ۱۶۴۲، فلورانس

«حدود ۱۰ سال پیش اخباری به گوش ما رسید که افزاری بصری به وسیلهٔ یک نفر هلندی ساخته شده که به کمک آن اجسام مرئی، حتی بسیار دور از چشم ناظر، آن چنان با وضوح دیده می‌شوند که گویی دم‌دست هستند، و داستان‌هایی دربارهٔ این اثر شگفت نقل شده که بعضیها آنها را قبول دارند و برخی منکر آن هستند، همین موضوع چند روز بعد، با نامه‌ای که از پاریس به وسیلهٔ ژاکوب بدوور^۱ فرانسوی به من رسید، تأیید شد و عاقبت موجب شد که خودم به جستجوی تئوری و کشف وسایلی پردازم که با آنها بتوان به اختراع اسباب مشابهی

رسید، نتیجه‌ای که با توجه به تئوری انکسار نور مدتی بعد به دست آوردم، و نخست لوله‌ای سربی فراهم کردم که در دوسر آن عدسی شیشه‌ای نصب کرده بودم که یک وجه هر دو مسطح بود، و وجه دیگر آنها، یکی محدب و دیگری مقعر بود.»

سرگذشت فیزیک

جورج گاموف — ترجمهٔ رضا اقصی

زندگینامه

گالیله، فیزیکدان و منجم بزرگ را، پدر علوم تجربی می‌نامند. او با استفاده از ابزار کار و نیز روش مناسب، توانست بعضی از قانون‌های طبیعت را با استفاده از آزمایش به دست آورد و باطل بودن نظریات ارسطو را در مورد سقوط اجسام به کمک آزمایش مشخص کند.

گالیله در ۱۹ سالگی به دانشگاه «پیز» راه یافت و علوم پزشکی را تحصیل کرد، اما پس از مدتی به ریاضیات و فیزیک روی آورد. توجه به پدیده‌های طبیعت و یافتن ارتباطی میان پدیده‌ها از مشخصات ذهنی او بود. گفته می‌شود که روزی که به کلیسا رفته بود متوجه نوسانات منظم چراغ‌های کلیسا شد. از این مشاهدهٔ اتفاقی به سوی آزمایش علمی دربارهٔ آونگ کشانده شد و قانون همزمانی نوسانات کم دامنهٔ آونگ را به دست آورد.

از آثار علمی او

گالیله در زمان استادی دانشگاه پیز (۱۵۸۹-۱۵۹۲) درباره سقوط اجسام مطالعه کرد و با آزمایش بر سطح شیبدار، که خود مبتکر آن بود، نتیجه گرفت که اگر فقط نیروی وزن بر اجسام مختلف اثر کند، شتاب سقوط برای همه آنها یکسان است و به عبارت دیگر:

درجایی که هوانیست همه اجسام با شتاب یکسان سقوط می کنند.

او علاوه بر سقوط آزاد، حرکت پرتابه ها را نیز مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که مسیر پرتابه ها، سهمی است. در سال ۱۵۹۲ به تدریس در دانشگاه پادوا پرداخت و مدت ۱۸ سال در این سمت ماند. در ۱۶۰۹ یک دوربین نجومی ساخت (دوربین گالیله از یک عدسی محدب شیئی و یک عدسی مقعر چشمی تشکیل شده است) و با آن در هفتم ژانویه ۱۶۱۰ قمرهای سیاره مشتری را کشف کرد. کشف قمرهای مشتری و مشاهده حرکت آنها و اظهار نظر درباره درستی نظر کپرنیک مربوط به حرکت زمین و سیارات به دور خورشید، دشمنی کلیسا را به دنبال داشت.

گالیله برای اثبات درستی نظریات و مشاهدات خود به سال ۱۶۱۱ به رم رفت تا اعضای کلیسا با مشاهده حرکت سیارات از داخل دوربین، دست از دشمنی بردارند، اما این عاشقان افکار خویش! خود را مجاز به مشاهده آسمان با دوربین ندانستند و سرانجام به سال ۱۶۳۳ گالیله را به پای میز محاکمه کشاندند.

آخرین فعالیت علمی گالیله، تألیف کتابی به نام گفتگو درباره دو علم جدید، بود که فعالیت های علمی خود را در رشته فیزیک در آن نوشته است.

رنه دکارت

تولد: ۱۵۹۶، تورن، فرانسه

فوت: ۱۶۵۰، هلند

«چهار دستورآینده مرا بس است، به شرط اینکه عزم دائم راسخ کنم براینکه هرگز از رعایت آنها تخلف نورزم.

نخست اینکه هیچ گاه هیچ چیز را حقیقت نپندارم جز آنچه درستی آن بر من بدیهی شود، یعنی از شتابزدگی و سبق ذهن سخت پرهیزم و چیزی را به تصدیق نپذیرم مگر آنکه در ذهنم چنان روشن و متمایز گردد که جای هیچ گونه شکى باقى نماند.

دوم آنکه هریک از مشکلاتى را که به مطالعه درمى آورم تا مى توانم و تا اندازه اى که براى تسهیل حل آن لازم است تقسیم به اجزا نمایم.

سوم آنکه افکار خویش به ترتیب جارى سازم و از ساده ترین چیزها که علم به آنها آسانتر



باشد آغاز کرده کم کم به معرفت مرکبات برسم و حتى براى امورى که طبعاً تقدم و تأخر ندارد، ترتب فرض کنم.

چهارم آنکه در هر مقام، شماره امور و ساده کردن را چنان کامل نمایم و بازديد مسائل را به اندازه کلی سازم که مطمئن باشم چیزی فروگذار نشده است»

نقل از رساله «گفتار در روش راه بردن عقل» نوشته دکارت، ترجمه محمدعلی فروغی

زندگینامه

رنه دکارت ریاضیدان و دانشمند بزرگ، که با کمک فرانسیس بیکن فلسفه جدید را پی ریزی کرد، در لائنه در تورن فرانسه به دنیا آمد. سالهای کودکی را در یک مدرسه یسوعی^۱ در لافلش از شهرهای فرانسه به تحصیل پرداخت و در ۱۶ سالگی در پاریس به آموختن هندسه مشغول شد و در آنجا با ریاضیدانان بزرگ زمان آشنا گردید. پس از تحصیل رسمی، وارد ارتش فرانسه شد ولی به زودی از ارتش کناره گرفت و مدت چهار سال به کشورهای سوئیس، هلند، آلمان، ایتالیا و دانمارک سفر کرد و در این مسافرتها با بزرگان دانش پیوند یافت. در سال ۱۶۲۸ در هلند ساکن شد و در آنجا از مردم گسست و جز با فضلا و بزرگان با کسی معاشرت و مکاتبه نکرد و سرانجام در همان کشور درگذشت.

۱- یسوعی - منسوب به فرقه یسوعیون، یکی از فرقه های دین مسیحی است.

از آثار علمی او

- ۱- گفتار در روش راه بردن عقل — رساله بسیار مشهوری است که درباره روش علمی نوشته است.
 - ۲- رساله دیوپتیک — در این کتاب دکارت اکتشاف خود را درباره انعکاس و انکسار نور توضیح داده و قوانین این دو پدیده را ذکر کرده است.
 - ۳- رساله کائنات جو — در این کتاب از جوزمین و پدیده های مربوط به شکست نور از جمله رنگین کمان بحث شده است.
 - ۴- رساله هندسه — این کتاب نخستین اثر در هندسه تحلیلی است.
 - ۵- تفکرات در فلسفه اولی (۱۶۴۱)
 - ۶- اصول فلسفه (۱۶۴۴)
 - ۷- رساله در انفعالات انسانی (۱۶۵۰) که کتابی است در روان شناسی.
 - ۸- رساله در انسان و در تشکیل جنین (۱۶۴۴)
- دکارت آن بخش از آگاهیها و دانش انسان را علم می دانست که مسلم باشد و با استدلال به دست آید و از این رو ریاضیات را نمونه کامل علوم می شمرد و می کوشید تا روشهای ریاضی را در کلیه رشته های دانش بشری به کار برد. او روش فیلسوفانی را که برای اثبات یک موضوع به گفته ها و شنیده های این و آن متوسل می شدند کنار زد و بنا را بر این نهاد که باید درهمه چیز شک کند. تا مطمئن شود که علمش تقلیدی نیست.
- دکارت می گوید: «یک چیز هست که در آن شک نتوان کرد و آن این که شک می کنم. چون شک می کنم فکر دارم و می اندیشم. پس کسی هستم که می اندیشم» و یا به عبارت معروف او «می اندیشم، پس هستم».

کریستین هویگنس



تولد: ۱۴ آوریل ۱۶۲۹، لاهه، هلند

فوت: ۱۶۹۵، لاهه

اصل هویگنس

«هر نقطه واقع برجهت یک موج را می توان

در حکم منبع جدید تولید امواج کروی

دیگری در نظر گرفت، در هر لحظه جهت جدید

موج، سطح مماس بر این موجهای ثانویه

خواهد بود.

زندگینامه

سیزده سال پیش از تولد نیوتن، کریستین هویگنس فیزیکدان بزرگ در هلند به دنیا آمد. او که در خانواده هنر و سیاست پرورش یافته بود، به سوی علوم تجربی و ریاضی روی کرد و به سن ۲۲ سالگی مقالاتی در ریاضیات و نجوم نوشت که مورد توجه رنه دکارت، فیلسوف فرانسوی قرار گرفت.

هویگنس در ۳۴ سالگی به عضویت انجمن سلطنتی انگلیس انتخاب شد و در زمان توقفش در لندن با نیوتن، فیزیکدان بزرگ آشنا شد و با او بر روی مسائل علمی به بحث و تبادل نظر پرداخت. جالب است که این دو دانشمند، واضح و نظریه متفاوت مربوط به ماهیت نور هستند.

از آثار علمی او

هویگنس با استفاده از کشف گالیله در باره آونگ (قانون همزمانی نوسانات کم دامنه)، توانست قوانین آونگ ساده را کشف کند و در سال ۱۶۵۷، ساعت آونگی را اختراع کند. او در همین زمینه کتابی با عنوان «در باره نوسان ساعتها» نوشت و در سال ۱۶۵۶ تلسکوپی ساخت و با آن به کشف سحابی جبار^۱ و مشاهده بزرگترین قمر زحل به نام تیتان^۲ موفق شد. هویگنس برای تعیین فاصله ثوابت تا زمین، با استفاده از اندازه گیری شدت درخشندگی و میزان روشنایی آنها، راهی پیشنهاد کرد ولیکن چون ابزار اندازه گیری دقیق نداشت در این راه به نتایج درستی نرسید.^۳

بیشتر شهرت هویگنس مربوط به نظریه ای است که درباره ماهیت نور بیان کرده است. او ماهیت موجی را برای نور پذیرفت ولیکن چون فرضیه ذره ای نیوتن بهتری می توانست پدیده های بازتابش و شکست و سیر مستقیم نور را توضیح دهد از این رو این نظریه برای مدت ها مسکوت ماند تا آنکه آزمایش معروف یانگ و سپس تئوری ماکسول درباره امواج الکترومغناطیس، جان تازه ای به نظریه هویگنس داد.

هویگنس پس از مدتی فعالیت علمی از انگلیس به فرانسه رفت ولیکن در آنجا نیز به دلیل فشارهای مذهبی که نسبت به پروتستانها اعمال می شد نتوانست برای مدت زیادی دوام آورد و سرانجام رهسپار وطن خود— هلند شد و در حالی که بر روی قضیه «فورس و یو»^۱ (نیروی زنده) مطالعه می کرد، وفات یافت.

۱— قضیه فورس و یو. تغییر انرژی جنبشی یک جسم جامد در مدت معین برابر است با کار نیرو (یا نیروهای

وارد بر جسم در همان مدت.

آیزاک نیوتن



تولد: ۴ ژانویه ۱۶۴۳، ووس تورپ انگلیس

فوت: ۲۰ مارس ۱۷۲۷، لندن

من این اثر را «اصول ریاضی فلسفه طبیعی»^۱ می‌خوانم، چه گویی تمام بارفلسفه دراین نهفته است که ازپدیده‌های حرکت، نیروی طبیعت را جستجو کنیم و آنگاه از این نیروها، پدیده‌های جدید را مدلل سازیم.

...ای کاش می‌توانستیم با همین روش و استدلال وازروی اصول مکانیک، دیگرپدیده‌های طبیعت را هم باز نماییم، چه به دلایل بسیار، این گمان درمن پدید آمده است که تمام پدیده‌ها چه بسا مبتنی برنیروهای خاصی هستند که باآن ذرات اجسام، به عللی که تاکنون ناشناخته مانده است، یابه سوی یکدیگر کشیده می‌شوند. و به صورت اشکال طبیعی درمی‌آیند، و یا

از یکدیگر دفع می‌شوند ودوری می‌گیرند. از آنجا که این نیروها تاکنون ناشناخته بوده فیلسوفان به عبث درتجسس طبیعت کوشیده‌اند، اما امید من چنان است که این اصول مطرح شده، نوری فراراه مشکل باشد و یا راهگشای روش فلسفی درست‌تر دیگری گردد.»

دیباچه کتاب اصول. نقل از کتاب علم درتاریخ. صفحه ۳۴۹

زندگینامه

نیوتن، فیزیکدان و ریاضیدان بزرگ انگلیسی که به سبب ضعف مفرط درآغاززندگی، هیچ کس امید به زنده ماندنش نداشت، حدود دو قرن، صدرنشین کاخ علم بود. او که درهفده سالگی، به دلیل توانایی شگفت‌آور ذهنی، به طور مجانی به دانشگاه کمبریج پذیرفته شد، به سرعت ازاستادان خود، پیشی جست.

درسال ۱۶۶۳ میلادی، بیماری طاعون همه گیر شد و نیوتن، که دانشجوی بود، مجبور به ترک دانشگاه گردید. درمدت ۱۸ ماه که دانشگاه‌ها و مدارس عمومی بسیاری از کشورهای اروپایی بسته شد، دوره خودسازی نیوتن بود. او دراین مدت درباغی که منزل داشت، تئوری ذره‌ای نور، قانون جاذبه عمومی و بسیاری از نظریات خودرپایه گذاری کرد.

از آثار علمی او

پیش از نیوتن، کپلر، مسیر سیاره‌هایی را که برگرد خورشید می‌گردند شناخته بود. اما اینکه چرا مسیر سیاره‌ها، بیضی شکل است، ناشناخته بود. نیوتن که در اندیشه یافتن پاسخ بود با مشاهده حرکت سقوطی اجسام، به این راز بزرگ پی برد و قانون جاذبه عمومی را کشف کرد! مطابق این قانون همه جرم‌ها بر یکدیگر نیروی وارد می‌کنند که مقدار این نیرو با حاصل ضرب جرم آنها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آنها نسبت معکوس دارد. نیوتن با قبول این نظریه و تحقیق پیرامون قانون حرکت اجسام توانست مسیر حرکت جرم‌های آسمانی را مشخص کند. آنچه کپلر با استفاده از مشاهده‌های نجومی تیکو براهه کشف کرده بود، نیوتن با محاسبه، تشریح و تفسیر کرد و مسیر حرکت جرم‌های آسمانی را به دست آورد.

نیوتن حاصل تحقیقات خود را در کتابی به نام «اصول ریاضی فلسفه طبیعی» نوشت. این کتاب در بردارنده قانونهای نیوتن در باره حرکت است. نیوتن با استفاده از قانون جاذبه عمومی اثر ماه بر زمین را که به صورت جزر و مد ظاهر می‌شود، شرح داد.

نخستین تلسکوپ انعکاسی را نیوتن ساخت. او با ساختن تلسکوپ انعکاسی و اهدای آن به انجمن سلطنتی انگلیس، به عضویت این انجمن درآمد. از اکتشافهای دیگر نیوتن، تهیه منشور برای تجزیه نور بود که مطالعه‌های طیف نگاری را به دنبال داشت.

نیوتن در هشتاد و چهار سالگی در گذشت. بر سنگ گور او این جمله نوشته شده

است:

«مردگان، به خود تبریک بگویید که بزرگمردی به شما پیوست که زندگیش به

اعتلای بیشتر نام انسان انجامید»

الساندرو ولتا^۱

تولد: ۱۸ فوریه ۱۷۴۵، کمو، ایتالیا

فوت: ۱۸۲۷، کمو، ایتالیا



زندگی‌نامه

کسی که، ناپلئون بناپارت به افتخارش سکه طلا، ضرب می کند، امپراتور اتریش وی را به سمت رئیس دانشکده منصوب می کند و مردم کشورش او را به مقام سناتوری برمی گزینند، همشهریهایش، مجسمه او را در شهر کمنو نصب می کنند و بزرگان جهان علم نیز به اتفاق آراء، واحد نیروی محرکه را به یادبود نامش «ولت» می گذارند، ولتاست.

ولتا فیزیکدان بزرگ ایتالیایی و اولین کسی که مولد جریان الکتریسیته را اختراع کرد، در خانواده فقیری در کمو ایتالیا به دنیا آمد. در مدرسه شهرش به تحصیل پرداخت تا آنکه در شانزده سالگی پدرش مرد و عمویش متکفل مخارجش شد و سبب ادامه تحصیل گردید. پس از فراغت از تحصیل رسمی، با شغل معلمی در یکی از مدارس کمو به تدریس پرداخت ولیکن لحظه ای از تحقیق دست برنداشت تا آنکه به سال ۱۷۶۹ به همه اطلاعاتی که تا آن زمان درباره الکتریسیته، وجود داشت دست یافت و اولین اثر علمی خود را در این زمینه منتشر کرد. او پس از چهار سال که در کمو تدریس کرد به استادی فیزیک دانشگاه پاویا^۳ منصوب شد (۱۷۷۹) و به سال ۱۸۱۹ پس از بازنشسته شدن به زادگاه خود— کمو بازگشت و سرانجام در ۱۸۲۷ همانجا بدرود زندگی گفت.

آثار علمی او

۱- اختراع الکتروفور، الکتروفوردستگاهی است برای تولید الکتریسیته ساکن.

Alessandro Volta - ۱

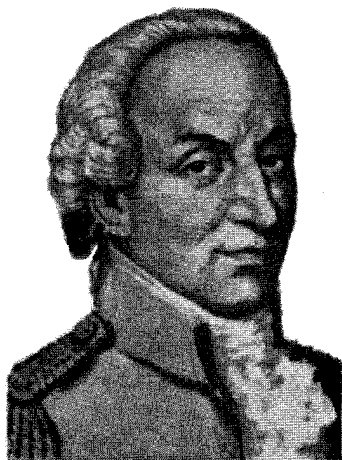
Como - ۲

Pavia - ۳

۲- مطالعه برخازنها و کشف قوانین آنها.

۳- تکمیل الکتروسکوپ.

۴- اختراع پیل، مهمترین کار علمی ولتا، اختراع اولین مولد شیمیایی جریان الکتریکی موسوم به پیل است. او با الهام از آزمایشهایی که گالوانی بر روی الکتریسیته کرده بود موفق به اختراع این پیل شد. گالوانی تصور می کرد که عضلات حیوانات مولد الکتریسیته هستند، در صورتی که ولتا با استفاده از دوفلز متفاوت مس و روی و محلول اسیدسولفوریک جریان الکتریکی را تولید کرد. اولین پیلی که ولتا ساخت قرصهایی از مس و روی بود که بین آنها قرصهایی از نمد آغشته به اسیدسولفوریک موجود بود. ولتا این ستون (پیل) مانند را که بین قرصهای مس و روی جریان الکتریکی مداومی را برقرار می کرد سلول الکتریکی نامید.

شارل اوگوستن دوکولن^۱

تولد: ۱۷۳۶، آنگولیم، فرانسه

فوت: ۱۸۰۶ پاریس، فرانسه

«نیروی جاذبه یا دافعه بین دو بار الکتریکی

نقطه ای متناسب با حاصل ضرب بارهاست

ونسبت معکوس با مجذور فاصله میان

دو بار دارد.»

قانون کولن

زندگینامه

کولن دانشمند فرانسوی، درابتدا در رشته مهندسی ارتش خدمت می کرد و سرپرست امور آبها و چشمه ها بود. او مدت نه سال در هند غربی خدمت کرد تا آنکه در سال ۱۷۸۹ از ارتش استعفا کرد و به امور علمی و تحقیقی پرداخت و تحقیقاتش در زمینه الکتریسیته و مغناطیس و اصطکاک به نتیجه رسید. کولن، در الکتریسیته موفق به کشف قانون نیروی جاذبه و دافعه الکتریکی شد. بنابراین قانون، دو بار الکتریکی یکدیگر را با نیروی متناسب با اندازه بارها و عکس مجذور فاصله، جذب و یا دفع می کنند.^۳ او برای تحقیق در اندازه نیروی الکترواستاتیکی، نوعی ترازوی پیچشی اختراع کرد. این ترازوی پیچشی را برای اندازه گیری نیروی مغناطیسی نیز به کاربرد و قانونی مشابه آنچه در مورد الکتریسیته به دست آورده بود، برای مغناطیس نتیجه گرفت. تفاوت این قانون با قانون قبلی آن بود که به جای بار الکتریکی، کمیت جرم مغناطیسی را وارد رابطه نیرو کرد.

از جمله دیگر کارهای کولن، اندازه گیری نیروی اصطکاک بین سطوح مختلف و قانونی است که در این مورد به دست داده است. بنابراین قانون، نیروی اصطکاک بین سطح دو جسم با نوع دو سطح تماس بستگی دارد و مستقل از بزرگی سطح تماس است. دنیای علم به پاس خدمات کولن، واحد مقدار الکتریسیته را کولن نامید تا هر روز در مدارس کشورهای جهان نام او برز بانها رانده شود.

۱- Charles Augustin De Coulomb

۲- Angouleme

۳- برای آشنایی بیشتر به کتاب الکتریسیته ساکن از این مجموعه مراجعه فرمایید.

توماس یانگ^۱

تولد: ۱۳ ژوئن ۱۷۷۳، سامرست انگلیس^۲

فوت: ۱۰ مه ۱۸۲۹ لندن.

زندگی‌نامه

او به «یانگ اُعجوبه» معروف شد، زیرا در دوسالگی خواندن می‌دانست و در هشت سالگی به تهابی به آموختن ریاضی پرداخت و در نه سالگی شروع به یادگیری زبانهای فرانسوی، ایتالیایی، عبری، عربی و فارسی کرد، به طوری که در چهارده سالگی این زبانها را می‌دانست.

یانگ تحصیلات دانشگاهی خود را در رشته پزشکی گذراند و به سال ۱۷۹۹ دکترای پزشکی گرفت، و در انیستیتوی سلطنتی لندن مشغول به کار شد. او مطالعات خود را بر روی ساختمان چشم و ماهیت نور متمرکز کرد و اولین تئوری خود را در باره تطابق در بینایی مطرح کرد. بر طبق این تئوری برای آنکه تصویر اجسامی که در فواصل متفاوت قرار دارند بر روی شبکه تشکیل گردد شعاع انحنای عدسی چشم تغییر می‌کند.

از آثار علمی او

کار عمده یانگ آزمایشهایی است که بر روی نور انجام داده است. او در سال ۱۸۰۳ به آزمایشی دست زد که نتیجه آن تأیید فرضیه موجی هو یگنس در باره ماهیت نور بود. آزمایش یانگ مربوط به نوری است که از دوشکاف باریک می‌گذرد و نوارهای تاریک و روشن را به وجود می‌آورد. قبول این مطلب که چگونه جمع دونور، تاریکی به وجود می‌آورد به سادگی ممکن نبود ولیکن نتیجه آزمایش یانگ، صحت فرضیه موجی بودن نور و پدیده تداخل امواج نور را تأیید کرد.

یانگ با اندازه گیری فاصله نوارهای تاریک و روشن و نیز فاصله شکافهایی که نور از آنها می‌گذشت طول موج نورهای مرئی را اندازه گرفت.

Thomas young —۱

Milverton, Somerset, England —۲

پدیده انکسار مضاعف نیز مورد توجه یانگ قرار گرفت. در این پدیده، هرگاه نور به بعضی از بلورها برخورد کند به دو پرتوی شکسته تجزیه می شود.^۱ یانگ از روی این پدیده به عرضی بودن امواج نورپی برد.

از کارهای دیگر یانگ مطالعه بر نیروی کشش سطحی مایعات و نیز نیروی کشش در جامدات است و به دلیل کارهای علمی او در این مورد، ضریب کشسانی موسوم به «مدول یانگ» را به نام او انتخاب کرده اند.^۲

یانگ در عمر پر برکت خود علاوه بر تحقیق در علوم تجربی، در خط هیرو گلیف هم صاحب نظر شد و از این رو مورد توجه پژوهشگران تاریخ و تمدن نیز قرار گرفت.

۱- برای آشنایی به پدیده انکسار مضاعف به کتاب نور مراجعه فرمایید.

۲- نسبت تغییر فشار به تغییر نسبی طول یک جسم جامد، مدول یانگ نامیده می شود.

آندره ماری آمپر^۱

تولد: ۲۲ ژانویه ۱۷۷۵، حومه لیون، فرانسه

فوت: ۱۵ ژوئن ۱۸۳۶، مدرسه شبانه روزی مارسلی، فرانسه

دستور آمپر — اگر ناظری در راستای سیم و در جهت جریان طوری قرار گیرد که روی او به طرف عقربه باشد قطب N عقربه به سمت دست چپ او منحرف می شود. آمپر

زندگینامه

پدرش که تاجر کنف بود، او را در کودکی با ادبیات یونان و لاتین آشنا کرد، اما عشق به ریاضیات سراسر وجود آمپر را گرفته بود به طوری که در یازده سالگی کتابهای ریاضی را که به زبان لاتین نوشته بودند خوانده بود و در حساب جامعه و فاضله^۲ صاحب نظر شده بود. دوران نوجوانی و جوانی را در سایه تشویق پدر به علم آموختن می گذرانید که سایه غم بر سرش بال گسترده. آمپر، هیجده ساله بود که او را به صحنه اعدام پدرش بردند، تا «کمیته ایمنی عمومی» اجرای عدالت کند. آمپر پس از مشاهده اعدام پدرش، دچار افسردگی شدید شد به طوری که برای مدت یک سال دست به کاری نزد واز آن پس نیز تا آخر عمر با پریشانی زندگی گذرانید.

آمپر پس از اعدام پدر و بعضی از دیگر نزدیکانش در جریان انقلاب کبیر فرانسه، همیشه به دنبال پناهگاه روانی بود تا از شدت تأثیرش کاسته گردد. سرانجام پناهگاه او، زندگی مشترکشان با دختری به نام جولیا کارون شد، به ویژه آنکه این ازدواج با عشقی شورانگیز شروع شد و تولد فرزندش نیز کانون خانوادگی را گرمتر کرد. ژان ژاک، پسر یکی در سال ۱۸۰۰ به دنیا آمد، یکی از بزرگترین نویسندگان و مورخان فرانسه شد و به عضویت آکادمی علوم فرانسه درآمد.

اما سرگذشت آمپر پس از مرگ همسرش (سال ۱۸۰۴) دوباره با غم همراه شد واز

آن پس آمپر بیش از پیش به گوشه تنهایی و مطالعه و تحقیق پناه برد.

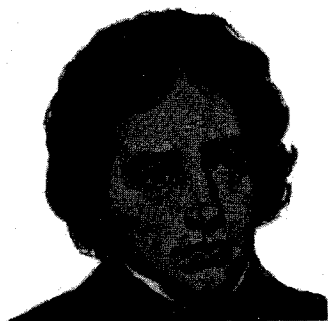
از آثار علمی او

اولین فعالیت مهم علمی آمپر، تألیف مقاله‌ای در بارهٔ سرگرمیهای ریاضی بود. انتشار همین مقاله ریاضیدانان فرانسوی از جمله دلامبر^۱ و لیلاند^۲ را متوجه نبوغ آمپر کرد و سبب شد که او را برای تدریس ریاضیات به مدرسهٔ لیون دعوت کنند. آمپر مدت ۲ سال در این مدرسه تدریس کرد تا آنکه به سال ۱۸۰۹ به سمت استاد ریاضیات و مکانیک در کالج پلی تکنیک پاریس مشغول شد. تألیف کتابهای علمی در زمینه‌های ریاضی، شیمی، فیزیک و جانورشناسی سبب شد که او را به عنوان استاد دانشکدهٔ علوم و هنرها برگزینند.

آمپر اثر متقابل دوهادی موازی حامل جریان الکتریکی را برای اولین بار کشف کرد. او نشان داد که وقتی از دوهادی، جریان الکتریکی هم جهت عبور کند، آن دوهادی یکدیگر را جذب می‌کنند و اگر جهت جریان الکتریکی در دوهادی متفاوت باشد، دوهادی یکدیگر را دفع می‌کنند.

علاوه بر این آمپر تئوری خاصیت آهنربایی را بیان کرد. بنا بر این تئوری، خاصیت آهنربایی مربوط به بار الکتریکی جسم مغناطیسی است. این تئوری امروز پذیرفته شده است و خاصیت مغناطیسی هر ماده را مربوط به حرکت الکترونها در اتم عناصر سازندهٔ آن ماده می‌دانند.

آخرین فعالیت علمی آمپر تألیف کتابی در بارهٔ تئوری نمودهای الکترو دینامیک است. ۴۵ سال پس از درگذشت این دانشمند یعنی در سال ۱۸۸۱ کنگرهٔ بین‌المللی فیزیکدانها واحد شدت جریان را به افتخار او «آمپر» نامید.

مایکل فارادی^۱

تولد: ۲۲ سپتامبر ۱۷۹۱، حومه لندن

فوت: ۲۶ اوت ۱۸۶۷، لندن

«در مدتی که شاگردی می کردم [درس ۱۳ سالگی در یک کتابفروشی] دوست داشتم که کتابهای علمی را که زیر دستم می آمد بخوانم، و در میان آنها از کتاب «مذاکرات درباره شیمی» مارست و مباحث الکتریسیته در «دایرة المعارف بریتانیکا» خوشم آمد، آزمایشهای ساده ای انجام دادم که خرج آنها از چندپنس (چندریال فعلی) در هفته تجاوز نمی کرد، و نیز یک ماشین الکتریکی، نخست با یک باتری

شیشه ای و سپس با یک استوانه واقعی، و اسبابهایی از همین نوع ساختم».

نقل از: سرگذشت فیزیک. نوشته جورج گاموف. ترجمه رضا اقصی.

زندگی نامه

امروز در جهان، هر کجا در اثر تغییر میدان مغناطیسی، جریان القایی، به وجود می آید و مولد الکتریسیته ای کار می افتد و جریان الکتریسیته تولید می کند، اثری از فارادی دیده می شود. مایکل فارادی، پسر یک نعلبند انگلیسی است که در حومه لندن به دنیا آمد. او به سبب فقر و اینکه از همان اوان کودکی متکفل مخارج خانواده اش بود، تحصیلات ابتدایی را تمام نکرد و از سیزده سالگی به کار مشغول شد. کارش صحافی کتاب و توزیع روزنامه و به طور کلی شاگردی یک مغازه کتابفروشی بود. دستهای او در اثر کار صحافی، در حرکت و سازندگی مهارت یافت و اندیشه او به سبب خواندن هر کتاب پیش از صحافی، و هر روزنامه پیش از توزیع، رشد یافت.

تصادف چنین بود که همفری دیوی^۲، فیزیکدان مشهور انگلیسی، تهیه کارت دعوت برای سخنرانیهای علمی خود را به این کتابفروشی سفارش دهد و فارادی، زرنگی کرد و کارت دعوت چند جلسه را برای خود نیز نوشت و در جلسات حاضر شد. پس از سه یا چهار جلسه، موقعی که فارادی در جلسه سخنرانی رفت، کتابی جلد شده و مرتب همراه تقاضای کار به همفری دیوی داد. این کتاب سخنرانیهای دیوی بود که آنها را به صورت

Faraday —۱

Sir Humphry Davy —۲

ماهرانه ای تنظیم و صحافی کرده بود.

درخواست فارادی قبول شد مشروط برآنکه به عنوان کارگر درآزمایشگاه شیمی و فیزیک به کار نظافت بپردازد. اما او با تکیه بردستهای سازنده و اندیشه پویا و جستجوگر خود، با سرعت به دستیاری دیوی برگزیده شد و موقعی که درآن زمان دیوی را برای سخنرانیهای علمی به کشورهای اروپایی دعوت کردند مایکل فارادی نیز همراه دیوی بود و حاصل این سفر سی ماهه، برای او آموختن چند زبان زنده دنیا و آشنایی با دانشمندان معروف زمان و اطلاع از تجارب علمی آنها گردید.

در سال ۱۸۱۵ پس از پایان این مسافرت فارادی به کارپرداخت و پس از مدتی به ریاست آزمایشگاههای علمی انجمن سلطنتی انگلیس رسید. فارادی به عنوان یکی از بزرگترین دانشمندان آزمایشگر علوم تجربی، به قوانین و اکتشافات بسیار مهمی دست یافت، به طوری که در همان زمان نیز ارزش کارش معلوم شد و همفری دیوی به همکاری با او افتخار می کرد و می گفت: «بزرگترین کشف من کشف وجود فارادی است».

از آثار علمی او

۱- مطالعه درآثار شیمیایی جریان الکتریسته و کشف قوانین الکترولیز (قوانین فارادی) و انتخاب اصطلاحات مربوط به الکتروشمی مانند: الکترو، آند، کاتد، الکترولیت، ...

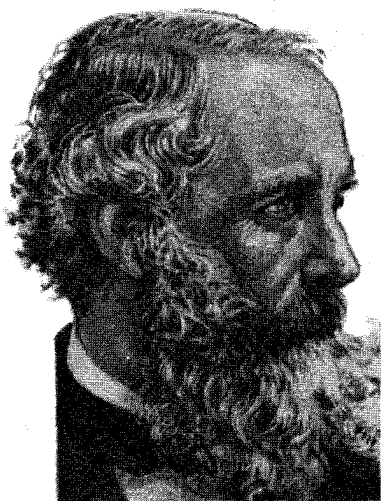
۲- موتور الکتریکی - در سال ۱۸۲۱ فارادی موفق شد که اولین موتور الکتریکی را بسازد، او با گذراندن جریان الکتریسته از یک چرخ فلزی که در میدان مغناطیسی قرار داشت، توانست چرخ را به حرکت درآورد. این چرخ متکی بر یک محور رسانا بود که از پایین نیز با سطح جیوه تماس داشت.

۳- تولید الکتریسته از راه القای مغناطیسی - در هفدهم اکتبر سال ۱۸۳۱ به کشف این پدیده موفق شد که حرکت نسبی یک مغناطیس و یک سیم پیچ می تواند جریان الکتریکی تولید کند. و از آن پس بود که تکنولوژی تولید الکتریسته از طریق دیناموها و آلترناتورها (مولدهای جریانهای پیوسته و متناوب) شروع و تکمیل شد.

فارادی نه تنها در اندیشه اختراع و اکتشاف و ساختن بود، بلکه «یاد دادن» و به ویژه آموزش علوم را به کودکان، وظیفه خود می دانست. او از همان سالهای اولیه ای که به سرپرستی آزمایشگاههای علوم تجربی منصوب شد، در روزهای مشخصی از هفته (چهارشنبه ها)، برای کودکان در محل آزمایشگاه سخنرانی و آزمایش می کرد و جالب است

که گفته شود هنوز این سخنرانیهای علمی پس از یک و نیم قرن، در سطحی گسترده ادامه دارد! گرچه فارادی در ۲۶ اوت ۱۸۶۷ وفات یافت ولیکن تا زمانی که آثار الکتریسته و مغناطیس مورد مطالعه و استفاده انسان قرار می گیرد یاد فارادی زنده است.

جیمز کلارک ماکسول^۱



تولد: ۱۳ نوامبر ۱۸۳۱، ادینبورگ، اسکاتلند

فوت: ۵ نوامبر ۱۸۷۹، کیمبریج، انگلستان

زندگی‌نامه

ماکسول، تئوریسین نابغه‌ای که در ردیف بالای دانشمندان علم فیزیک است، در یک خانواده با فرهنگ و پویا به دنیا آمد. پدرش حقوق دان بود و بیش از همه به تربیت فرزندش «جیمز» توجه داشت. جیمز از همان اوان کودکی با پرسشهای خود می‌خواست از راز همه چیز و همه جا و همه کس باخبر شود. مخصوصاً ابزارهای مکانیکی را با سرعت به هم می‌ریخت و از آنها مدل‌های تازه‌ای می‌ساخت.

جیمز به دلیل آنکه مادرش را در کودکی (۹ سالگی) ازدست داده بود، سرو وضعی مرتب نداشت و از این رومورد تمسخر هم‌کلاسیهای خود بود. اما فضیلت انسانی او سبب شده بود که به این خنده‌ها بی‌توجه باشد و همه اندیشه خود را در جهت فراگیری علوم ریاضی و تجربی به کار بندد.

تحصیلات ماکسول به طور منظم انجام شد و پس از آنکه مدرسه ادینبورگ را به پایان رساند، در سال ۱۸۵۰ به دانشگاه کمبریج راه یافت و در آنجا با سرعت مورد توجه استادان خود قرار گرفت و به زودی به عضویت کلوپ علمی دانشگاه پذیرفته شد.

ماکسول پس از فراغت از تحصیل رسمی به استادی کالج ماریشال^۲ واقع در آبردین^۳ برگزیده شد و با علاقه‌ای که بین او و دختر مدیر کالج به وجود آمد، تأمین شغلی و عاطفی را یک جا یافت و علاقه‌مندی آنان به ازدواج انجامید. ماکسول به عمه خود که پس از مادرش،

James Clerk Maxwell — ۱

Marischal — ۲

Aberdin — ۳

سرپرستی او را به عهده داشت می نویسد: «نامزد من از ریاضی چیزی نمی داند و علاقه ای نیز به آن ندارد، اما در وجودش، صفاتی برتر نهفته است که من به آنها دل بسته ام».

ماکسول پس از آنکه در سال ۱۸۷۱ برای تصدی کرسی استادی فیزیک دانشگاه کمبریج انتخاب شد، فرصتی مناسب یافت و به نگارش کتابهایی در زمینه حرارت، الکتریسیته و مغناطیس پرداخت.

بزرگترین خدمت ماکسول به علم فیزیک، کشف و بیان تئوری الکترومagnetیک است.

از آثار علمی او

- ۱- اختراع بیضی نگار در ۱۴ سالگی.
- ۲- مطالعه و تحقیق بر روی رنگها و ایجاد هر رنگی از طیف نور سفید با ترکیب سه رنگ قرمز و سبز و آبی که از آن پس رنگهای اصلی نامیده شد. ماکسول به خاطر این تحقیق خود، مدال علمی از انجمن سلطنتی انگلیس دریافت کرد.
- ۳- مطالعه بر تئوری جنبشی گازها.
- ۴- کشف و اعلام تئوری الکترومagnetیک. ماکسول به دنبال مطالعاتی که بر روی آثار علمی فارادی انجام می داد، به این فکر بود که آثار الکتریسیته و مغناطیس و ارتباط آنها را با یکدیگر بر اساس یک تئوری، تشریح و تفسیر کند. او به دنبال این کار، اصطلاحاتی مانند، شار مغناطیسی و میدان را وضع کرد. و بر مبنای تجسم مدلی از آنها چهار قانون اساسی خود را به صورت زیر بیان کرد و به شکل معادلات ریاضی نیز نشان داد:
- الف- جریان الکتریکی در یک هادی، یک میدان مغناطیسی تولید می کند، که خطوط میدان اطراف هادی را دور می زند.
- ب- حرکت هادی در یک میدان مغناطیسی که منجر به قطع خطوط میدان شود، جریان الکتریکی در آن هادی القا می کند.
- ج- تغییر میدان مغناطیسی در فضا سبب ایجاد میدان الکتریکی می شود.
- د- تغییر در میدان الکتریکی در فضا، سبب ایجاد میدان مغناطیسی می گردد.
- ۵- تعیین ماهیت نور و امواج الکترومagnetیک- ماکسول در سال ۱۸۵۶ میلادی با انتشار یک مقاله، ماهیت امواج الکترومagnetیسی و نیز نور را بیان کرد. او اعلام کرد که وقتی در یک مدار جریان ثابت الکتریکی برقرار شود، در اطراف آن میدانهای ثابت الکتریکی

و مغناطیسی ایجاد می شود و چنانچه از مدار جریان الکتریکی متناوب عبور کند در اطراف آن دو میدان مغناطیسی و الکتریکی نوسانی به وجود می آید که در فضا به صورت موجی با سرعت نور منتشر می شود.

ماکسول بیان کرد که نور نیز مانند امواج الکترومagnetیک است و تفاوت آن فقط در اندازه طول موج و تواتر آن می باشد.

آنتوان هانری بکرل^۱

تولد: ۱۵ دسامبر ۱۸۵۲، پاریس، فرانسه

فوت: ۲۵ اوت ۱۹۰۸، لوکروازیک (لوار-انفریون)

روزی بکرل پس از آزمایش، سنگ اورانیم را در یک کشو و کاغذ یعنی فیلم حساس عکاسی را در کشو دیگری قرار داد. بعد از چند روز که بکرل آنها را برداشت فیلم حساس را متأثر شده یافت و با کمال تعجب عکس کلید کشو در روی صفحه ثبت شده بود. بنابر این اشعه آفتاب و یا اشعه دیگری نبود که قدرت تابش را به اتمهای اورانیم می داد بلکه این خود برخی از اتمها بودند که این خاصیت عجیب را داشتند.

این مواد را مواد رادیواکتیو و قدرت تابش چنین اتمها را رادیواکتیو یته نامیده اند.

زندگینامه

پدر و پدر بزرگش هردو فیزیکدان بودند. پدر بزرگش، آنتوان سزار بکرل (۱۷۸۸-۱۸۷۸) صاحب تحقیقاتی ارزشمند در الکتریسته و الکتروشیمی بود و پدرش، الکساندرادمون بکرل (۱۸۲۰-۱۸۹۰) استاد موزه علوم طبیعی پاریس^۲ و محقق در موضوع نور و عکاسی و مغناطیس و به ویژه فوسفرسانس بود. اکنون نوبت آنتوان هانری بکرل بود. که جایگاه خانوادگی خود را در علم فیزیک، حفظ کرده و تعالی بخشد. هانری نیز با سرعت شایستگی خود را نشان داد و به جای پدر و پدر بزرگش بر کرسی استادی فیزیک موزه علوم طبیعی پاریس تکیه زد.

از آثار علمی او

بکرل تحصیلات خود را در کالج پلی تکنیک پاریس به پایان رساند و به سال ۱۸۷۸ به دستیاری موزه علوم طبیعی انتخاب و پس از فوت پدرش، استاد شد. او مانند پدرش بر روی خاصیت فوسفرسانس کار می کرد تا آنکه به کشف بزرگی نایل گردید و به سال ۱۹۰۳ به همراه

۱- Becquerel

۲- Musée d'Histoire Naturelle, Paris

ماری کوری و پیر کوری مشترکاً برندهٔ جایزهٔ نوبل شد.

با کشف بکرل^۱ در سال ۱۹۱۲ رادفورد دانشمند سرشناس انگلیسی موفق شد، برای اولین بار، دربارهٔ موجودیت حقیقی هستهٔ اتم دلیل مشهودی به دست دهد. اما دانش ما در مورد هستهٔ اتم زودتر از این تاریخ شروع شد.

تاریخ این دانش از سال ۱۸۹۶ آغاز می گردد. در این زمان بود که یک اشتباه علمی یا به عبارت دیگر یک فرضیهٔ اشتباه علمی موجب پیدایش چنین دانشی شد.

این فرضیه مربوط به طبیعت اشعهٔ مجهول (X) بود. این اشعه، قبل از سال ۱۸۹۵ به توسط رنتگن^۲ دانشمند آلمانی کشف شده بود. کشف این اشعه، دانشمندان همهٔ کشورها را تحت تأثیر خود قرار داده بود. کار رنتگن مورد مطالعه و بحث دقیقی قرار گرفت. هانری بکرل دانشمند فرانسوی تذکر رنتگن را دایر براینکه اشعهٔ غیر مرئی X به اتفاق نور زرد مایل به سبزی که شباهت به نور اجسام فلئوئور سنت دارد از انتهای یک لولهٔ شیشه‌ای به بیرون می تابد مورد توجه خاصی قرار داد. هردوی این اشعه چه X و چه اشعهٔ زرد مایل به سبز از یک نقطهٔ انتهایی لولهٔ شیشه‌ای بیرون آمده بودند. اما این موضوع تازه‌ای نبود، در لولهٔ آزمایش رنتگن نیز تولید اشعهٔ X همیشه همراه با تشعشع نور زرد مایل به سبز بوده است.

بکرل دربارهٔ مواد مختلف فلئوئور سنت که در اثر آفتاب، اشعهٔ مخصوص بیرون می دهند، مدت زیادی مطالعه کرد.

انگیزهٔ این آزمایش چیز ساده‌ای بود: «آیا فلورسانس، علت تولید اشعهٔ ایکس است؟ آیا امکان دارد هرجا که فلورسانس باشد، اشعهٔ X هم وجود داشته باشد؟ اکنون در پرتو دانش ما دربارهٔ ترکیب سازمانی اتم و ماهیت اشعهٔ X ، این فکر به نظر غلط می رسد، لیکن در آن زمان که طبیعت این اشعه بر ما مجهول بود، چنین فرضی کاملاً طبیعی بود.

تصادف بسیار خوبی سبب شد که بکرل یکی از نمکهای اورانیم، یعنی سولفات مضاعف، اورانیم و پتاسیم را به عنوان یک مادهٔ فلورسانس تحت آزمایش قرار دهد، این تصادف پیروزی او را تأمین کرد» و به این نتیجه رسید که نمکهای اورانیم خود به خود اشعه‌ای تابش می کنند که عامل انتشار آن خاصیت فلورسانس نیست. و خاصیت دیگری است که آن را «رادیواکتیو» نامیدند.

۱- کشف بکرل - نقل از کتاب هستهٔ اتمی، نوشتهٔ م. کورسونسکی مترجم: مهندس عباس گرم‌ان.

جوزف جان تامسن^۱

تولد: ۱۸ دسامبر ۱۸۵۶، منچستر، انگلستان

فوت: ۱۹۴۰ انگلستان

اتم — یک گویچه است به قطر 10^{-8} سانتیمتر که به طور همگون دارای بار مثبت بوده و در درون آن الکترونهای منفی شناورند که ابعاد آنها حدود 10^{-13} سانتیمتر می باشد.

جی. جی تامسن

زندگینامه

پدرش به جمع آوری کتابها علاقه داشت ولی تامسن علاقه خود را متوجه معلمی کرد به طوری که هشت نفر از شاگردانش برنده جایزه علمی نوبل شدند. او که در نزدیکی منچستر به دنیا آمده بود، در سن ۱۴ سالگی به کالج اونس^۲ که امروز دانشگاه ویکتوریا نامیده می شود، راه یافت. جوزف در کالج از کمک هزینه تحصیلی استفاده می کرد و شاید اگر این کمک هزینه نبود، جوزف بعد از فوت پدرش نمی توانست ادامه تحصیل دهد.

تامسن در نوزده سالگی فارغ التحصیل رشته مهندسی شد و در امتحان دانشگاه کمبریج شرکت کرد و رتبه دوم را حائز شد و در این دانشگاه نیز با استفاده از کمک هزینه تحصیلی به تحصیل پرداخت و در رشته فیزیک فارغ التحصیل گردید. او پس از فراغت از تحصیل رسمی به استخدام کالج تری نیتی همین دانشگاه کمبریج درآمد و در آزمایشگاه کاوندیش به تحقیق پرداخت. در سال ۱۸۸۴ لرد رایلی^۳ که رئیس آزمایشگاه بود استعفا کرد و تامسن که فقط ۲۸ سال از سنش می گذشت به ریاست آزمایشگاه انتخاب شد. گرچه کمی سن او مخالفت بسیاری از استادان را برانگیخت ولیکن نبوغ تامسن و حسن مدیریت او سبب شد که مدت ۳۴ سال این آزمایشگاه را با سطح بالای تحقیق علمی جهان اداره کند. او نه تنها مدیر این آزمایشگاه تحقیقاتی بود، بلکه خود نیز در شمار محققین ممتاز این مرکز بود.

Joseph John Thomson — ۱

Owens — ۲

Lord Rayleigh — ۳

از آثار علمی او

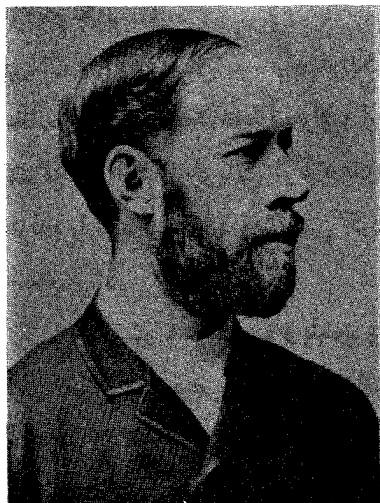
در سال ۱۸۹۷ تامسن به نام «پدرا الکترون» شهرت یافت. او که بر روی اشعه کاتدیک مطالعه می کرد با مشاهده انحراف این اشعه در میدانهای مغناطیسی و الکتریکی معتقد شد که این اشعه، جریانی از ذره های باردار الکتریکی منفی هستند. تامسن جرم نسبی هر ذره را به دست آورد و مشخص کرد که جرم هرا الکترون تقریباً $\frac{1}{1836}$ جرم اتم هیدروژن است.

به تشویق تامسن، ویلسون یکی از شاگردانش، «اتاق ابری» را ساخت و با آن برای تعیین و تشخیص ذرات اتمی استفاده کرد. از جمله ویلسون توانست جرم و مقدار بار الکترون را اندازه گیری کند.

تامسن پس از ۳۷ سال مدیریت آزمایشگاه کاوندیش، استعفا کرد و شاگردش ارنست رادرفورد به ریاست آزمایشگاه انتخاب شد.

تامسن در آخر عمر روحیه ای پرنشاط داشت. موفقیت خود و پسر و شاگردانش سهم عمده ای در نشاط او داشتند. او در سال ۱۹۰۶ برنده جایزه علمی نوبل شد. این جایزه را به خاطر تحقیقات عملی و نظری که بر روی هدایت الکتریکی گازها کرده بود، دریافت کرد. پسرش جرج پاچت تامسن (متولد ۱۸۹۲) نیز برنده جایزه نوبل سال ۱۹۳۷ شد. این جایزه به خاطر کشف پدیده تفرق الکترون در کریستالها به او اعطا گردید.

هنریخ هرتز



تولد: ۲۲ فوریه ۱۸۵۷، هامبورگ، آلمان

فوت: اول ژانویه ۱۸۹۴، آلمان

«همگان بالا توافق معتقدند که وظیفه فیزیکدانان عبارت است از آنکه کلیه پدیده‌های طبیعت را تحت ساده‌ترین قوانین فیزیکی درآورند.»
در آن سوی کوانت — صفحه ۱۶۲

زندگی‌نامه

فیزیکدان آلمانی، کاشف امواج رادیویی، هنریخ هرتز فقط ۳۷ سال زندگی کرد ولیکن تا زمانی که انسان از بی سیم و رادیو و رادار... استفاده می کند امواج هرتز او را یاری می دهد تا با فواصل دور ارتباط یابد و نام هرتز بر زبانها جاری خواهد بود.

هرتز در خانواده ای مشهور در هامبورگ زاده شد. او تحصیلات خود را در رشته مهندسی آرشیستکت گذراند و سپس به فیزیک روی آورد. استاد و راهنمای او هلمولتز در دانشگاه برلین بود. اما هرتز به زودی شایستگی خود را نشان داد و به دستیاری استادش برگزیده شد. استاد نابغه، در بخشهای مختلف علوم مانند زیست شناسی، فیزیک و ریاضی صاحب نظر و در این رشته ها، در دانشگاه تدریس می کرد و با هوش سرشار و توانایی در تحقیق و پیگیری در کار توانسته بود که: سرعت ضربان عصبی را اندازه بگیرد، امواج صوتی را تجزیه و ترکیب کند، تئوری هارمونیکها را در موسیقی ارائه دهد، دستگاه اپتالمسکوپ^۱ را برای تشخیص بیماریهای چشم اختراع کند و تئوری بینایی و نورهای اصلی را بسازد و انتشار دهد. هرتز شاگرد و سپس دستیار این استاد شد.

از آثار علمی او

در سال ۱۸۸۳ هرتز، تحقیقات خود را در باره تئوری الکتروماتیکیک ماکسول شروع

کرد. او توانست با ساختن اولین دستگاه نوسان کننده، انرژی الکتریکی را به صورت امواج الکترومغناطیسی در هوا منتشر کند. گیرنده ساده هرتز از یک حلقه سیم تشکیل شده بود که دو انتهایش حدود یک میلیمتر از هم فاصله داشت. او به کمک این دستگاه گیرنده و فرستنده توانست رفتارهای امواج الکترومagnetیک چون بازتابش، تداخل، تفرق را که تئوری ماکسول پیش بینی کرده بود، نشان دهد. او با استفاده از گیرنده ای که ساخت (معروف به مشدد هرتز) طول موج این امواج را اندازه گیری کرد و با ضرب اندازه طول موج در فرکانس امواج، سرعت نور را به دست آورد و یکسان بودن ماهیت این امواج و نور را تأیید کرد.

هرتز ۳۲ سال بیشتر نداشت که به استادی فیزیک دانشگاه بن انتخاب و مشغول به کار شد (۱۸۸۹)، ولی عمر او وفا نکرد تا شاهد پیشرفتهایی که به همت او در ارتباط و مخابرات پیش آمده بود باشد و سرانجام به سال ۱۸۹۴ وفات یافت. دانشمندان فیزیک به پاس خدمات او به علم و تمدن، هرتز را به عنوان واحد تواتر انتخاب کردند تا هر روز بارها از رادیو و تلویزیون و زبان دانش آموزان این نام شنیده شود.

ماکس پلانک^۱

تولد: ۲۳ آوریل ۱۸۵۸، کیل^۲، دانمارک

فوت: ۴ اکتبر ۱۹۴۷، گوتینگن

«علوم دقیقه که با کمیات سنجش پذیر سروکار دارند، در وهله اول به آن تأثرات حسی که پذیرای فرمول بندی کمی هستند، یعنی به تأثرات بصری، سمعی و لامسه ای می پردازند. علم مصالح خود را از این قلمروهای گوناگون به وام می گیرد و این مصالح را با ابزارهایی که منطق ریاضیات و فلسفه

دراختیارش می گذارند، بررسی می کند.

نقل از: تصویر جهان و فیزیک جدید

نوشته: ماکس پلانک. ترجمه: مرتضی صابر، ناشر: کتابهای جیبی.

زندگی نامه

ماکس پلانک که بی شک به بسیاری از آرزوهای خود رسید و توانست مسائلی را که روشن نشده بود حل کند، در یک خانواده آلمانی زاده شد. خانواده او همه اهل علم بودند و پدرش استاد علوم قضایی دانشگاه بود. ماکس از همان نوجوانی به سوی فیزیک کشانده شد و به کارهای تحقیقاتی پرداخت و پس از آنکه به سن دانشگاهی رسید به دانشگاه مونیخ آلمان و سپس به دانشگاه برلن راه یافت وزیر نظر استادان بزرگی چون هلمولتز^۳ و گوستاو کیرشهف به مطالعه و تحقیق پرداخت.

پلانک پس از فراغت از تحصیل رسمی، در دانشگاه مونیخ به تدریس پرداخت و در سن ۳۱ سالگی به استادی کرسی فیزیک دانشگاه برلن برگزیده شد (۱۸۸۹).

از آثار علمی او

تخصص پلانک در رشته ترمودینامیک بود و پس از مطالعات زیاد به این نتیجه رسید که بین

۱- M. Plank

۲- Kiel

۳- Herman Helm Holtz (1894 - 1821) فیزیکدان بزرگ آلمان که در نور و صوت و الکتریسیته صاحب

تحقیقات و تألیفات است.

دمای یک جسم ونوری که از آن جسم تابش می شود رابطه ای وجود دارد. پلانک ضمن مطالعه خود بر روی تابش اجسام متوجه شد که بعضی مواقع در رابطه بین دما و طول موج تابشی از جسم، وضع غیرعادی ایجاد می شود، به طوری که در دمای پایین، یک جسم می تواند نور شدیدی تولید کند. پلانک توانست تابشهای حرارتی اجسام را با بیان یک قانون، توضیح دهد، اما برای این توضیح لازم بود که انرژی را کمیتی کوانتایی فرض کند.

پلانک در آخرین هفته قرن نوزدهم تئوری کوانتا را اعلام کرد ولیکن دانشمندان از این نظریه استقبال نکردند تا آنکه اینشتین که بر روی پدیده فتوالکتریسیته مطالعه می کرد، متوجه نظریه پلانک شد و این نظریه را برای توجیه این پدیده پذیرفت و از آن پس این تئوری، از سوی دانشمندان پذیرفته شد و جایزه علمی نوبل را نصیب پلانک کرد.

ریاضیات، فیزیک و موسیقی، دو دانشمند بزرگ قرن بیستم — پلانک و اینشتین را به سال ۱۹۱۳ به یکدیگر نزدیک کرد و آن دو نابغه توانستند تواناییهای پژوهشی خود را به یکدیگر القا کنند به طوری که بر پایه آثار مشترک آن دو مکانیک کوانتیک پایه گذاری شد. از نظر زندگی خصوصی، گفتنی است که پلانک از دو همسر خود هفت فرزند به دنیا آورد ولیکن پسر بزرگش در جنگ جهانی اول کشته و آخرین فرزندش اروین پلانک را نیز به جرم آنکه حاضر نشد تا پیمان وفاداری نسبت به هیتلر و حزب نازی او امضا کند به دار آویختند (۱۹۴۴).

پس از خاتمه جنگ، دولت آلمان در صدد بود که به مناسب نودمین سالگرد تولد ماکس پانک، جشنی ترتیب دهد ولیکن «این معمار بزرگ معبد علم» چند ماه زودتر از نود سالگی به تاریخ ۱۴ اکتبر ۱۹۴۷ بدرود زندگی گفت.

مانیا اسکلودوفسکا «ماری کوری»^۱

تولد: ۷ نوامبر ۱۸۶۷، ورشو، لهستان

فوت: ۴ جولای ۱۹۳۴، اوت - ساووا

زندگی‌نامه

پدرش معلم ریاضی و فیزیک و مادرش پیانیست ماهر بود و شوهرش - پیر کوری دانشمند بزرگ فیزیک، دخترش ایرن و دامادش ژولیو برندگان جایزه نوبل بودند.

مانیا که درده سالگی مادر خود را از دست داده بود در شانزده سالگی تحصیلات متوسطه خود را تمام کرد و برنده مدال طلا شد. او در هفده سالگی عاشق پسری که دانشجوی دانشگاه ورشو بود شد، ولی سرانجام این عشق به ازدواج نینجامید و مانیا به فرانسه روی کرد و در دانشگاه سوربن به تحصیل علوم پرداخت (۱۸۹۱). مانیا که در فرانسه به ماری مشهور شده بود پس از چهار سال تحصیل در رشته فیزیک رتبه اول و سال بعد در امتحان ریاضیات رتبه دوم شد (۱۸۹۴).

از آثار علمی او

ماری کوری در منزل پروفیسور کوالسکی فیزیکدان لهستانی، با جوانی آشنا شد که شیفته علم بود. او پیر کوری بود که در شانزده سالگی به اخذ درجه لیسانس در علوم نائل شده و در همان سالهای اولیه جوانی خاصیت پیزوالکتریک را کشف کرده بود. پیزوالکتریک خاصیتی است در برخی از بلورها که وقتی تحت فشار قرار می گیرند الکتریسیته تولید می کنند.

آشنایی ماری با پیر سرانجام به ازدواج آنها انجامید وزن و شوهر هردو در یک آزمایشگاه همکار شدند و با هم به تحقیق پرداختند. گرچه موضوع تحقیق آنها مسائل بلورشناسی و مغناطیس و الکتریسیته بود ولیکن مسئله ای که برای بکرل پیش آمده بود مطالعه

بر عنصر اورانیم بود که جلب توجه این زوج پژوهشگر را کرد.

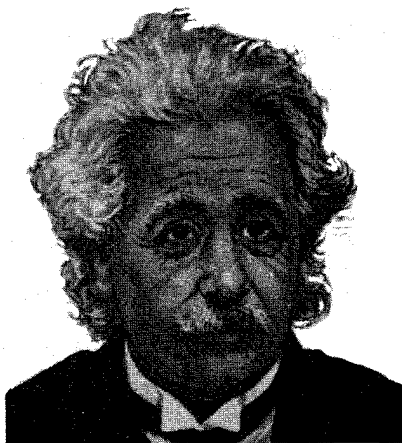
آن دو که درزندگی و کار پژوهش شریک یکدیگر بودند با تلاش زیاد از سنگهای پچیلاند که قبلاً اورانیم آنها استخراج شده بود، عنصر رادیواکتیو جدیدی به دست آوردند که ۳۰۰ بار از اورانیم فعالتر بود (۱۸۹۸). این عنصر را به نام زادگاه ماری، که لهستان بود پولونیم نامیدند و به دنبال کشف اول، عنصر رادیم را شناختند.

در سال ۱۹۰۶ چنین پیش آمد کرد که پیر کوری، برنده جایزه نوبل، با یک درشکه تصادف کرد و کشته شد ورنج بی هم زبانی و درد تنهایی را برای ماری سبب شد. اما ماری به زودی خود را یافت و آزمایشگاه را به تنهایی فعالانه اداره کرد. او به سال ۱۹۱۰ رادیم خالص به دست آورد و در سال ۱۹۱۱ جایزه نوبل در شیمی را کسب کرد. خدمت کوریه‌ها به دنیای علم بسیار است. او گرچه در اثر تماس با مواد رادیواکتیو به سرطان مبتلا شد ولیکن درمان با اشعه را سبب شد و هزاران انسان مبتلا به سرطان در اثر کشف او، سلامت خود را باز یافتند.

گرچه اثر مادام کوری همیشه درزندگی باقی است ولیکن برای آنکه نامش نیز هر روز از زبانها بگذرد، دانشمندان علم فیزیک در کنفرانس بین المللی آحاد و مقیاسات واحد فعالیت‌های مواد رادیواکتیو را به نام «کوری» با تعریف زیر انتخاب کردند.

کوری- واحد فعالیت مواد رادیواکتیو، کوری است و آن 3.7×10^{10} تلاشی هسته در ثانیه است. 10^{-3} کوری را میلیکوری و 10^{-6} کوری را یک میکروکوری نامند. یک گرم رادیم در هر ثانیه تقریباً 3.7×10^{10} ذره آلفا صادر می کند، پس فعالیت یک گرم رادیم تقریباً برابر یک کوری است.

آلبرت اینشتین^۱



تولد: ۱۴ مارس ۱۸۷۹، اولم، آلمان

فوت: ۱۸ آوریل ۱۹۵۵، آمریکا

۱- «من، غرقه در حیرت، تنها به گمانزنی در بارهٔ اسرار می‌پردازم و فروتنانه می‌کوشم که از ساختمان کامل هستی، تصویری در ذهن بیافرینم که از کمال بسی دور است...»

۲- «من به مسائل علمی آشنایی بیشتری دارم. اما اثری از آن ظرفیت طبیعی و آن تجربه‌ای که برای ادارهٔ یک مملکت لازم است در من خبری نیست...»

رد تقاضای ریاست جمهوری

زندگی‌نامه

در همان سال درگذشت گالیله، نیوتن به دنیا آمد (۱۶۴۲) و در سال درگذشت «جیمز کلارک ماکسول» یهودی دیگری به نام آلبرت اینشتین زاده شد (۱۸۷۹). پدر آلبرت در مونیخ، صاحب یک کارخانهٔ کوچک الکتروشمی بود و این تنها پدرش که بی‌تحرك و کم‌جوش و بی‌علاقه به بازی و گوشه‌گیر بود بسیار دیرتر از معمول لب به سخن گشود به طوری که والدینش نگران آن بودند که فرزندشان کودن و بی‌زبان خواهد بود.

اینشتین، دورترین خاطره‌ای که از کودکی خود به یاد دارد زمانی است که پدرش یک قطب‌نما به او نشان داد. آلبرت روزها با این قطب‌نما سرگرم بود و می‌خواست بداند که چرا عقربهٔ قطب‌نما همیشه در یک امتداد قرار می‌گیرد.

تحصیلات ابتدایی آلبرت در یک مدرسهٔ کاتولیک شروع شد و در ده سالگی او به دبیرستان راه یافت. در دبیرستان نه تنها از مطالعه اجباری دست‌ورزان یونانی و لاتینی رنج می‌برد بلکه از هردستوری که مانع از آزاد اندیشیدن و آزاد انتخاب کردن او می‌شد، ناخشنود بود و از این روسازش با معلم و مدرسه نداشت.

در سال ۱۸۹۴ خانواده‌اش به میلان—ایتالیا انتقال یافت و آلبرت ۱۵ ساله که هنوز

دیپلم دبیرستان نگرفته بود به آنها پیوست و سال بعد در امتحان ورودی پلی‌تکنیک

زوریخ—سوئیس شرکت کرد ولیکن به دلیل آنکه همراه ریاضیات و فیزیک مجبور بود چند درس دیگر را که مورد علاقهٔ او نبود امتحان دهد، موفق نشد. استعداد بسیار عالی او در ریاضیات سبب شد که مورد توجه مدیر پلی تکنیک قرار گیرد و او را به شرکت مجدد در امتحان تشویق کند. اینشتین این بار در امتحان قبول شد و ادامهٔ تحصیل داد.

او در سال ۱۹۰۲ در ادارهٔ ثبت اختراعات در برن—سوئیس به کار مشغول شد و در همان سال نیز با یکی از همکلاسانش ازدواج کرد. در ضمن کار، تحصیلات خود را برای اخذ درجهٔ دکترا ادامه داد و سرانجام در ۱۹۰۵ موفق به کسب آن شد و به سال ۱۹۰۹ به معلمی دانشگاه زوریخ برگزیده شد. در سال ۱۹۱۳ به عضویت «آدکامی علوم سلطنتی پروس» در برلین و ریاست «انستیتو فیزیک قیصر و یلهلم» منصوب گردید. در برلین با بزرگان دانش چون «ماکس پلانک»، «ماکس فون لائوئه»، «والتر نرنست» و بعدها «اروین شرودینگر» ارتباط مداوم داشت، اما همیشه او در بین جمع، دلش در جای دیگر بود. آن جای دیگر، تکمیل تئوری نسبیت بود.

اینشتین در سال ۱۹۲۱ برندهٔ جایزهٔ نوبل شد. این جایزه به خاطر کشف قانون فوتوالکتریک بود و نه به خاطر تئوری نسبیت.

در سال ۱۹۳۳ وقتی هیتلر به روی کار آمد، او برای شرکت در یک کنفرانس علمی در سفر آمریکا بود و چون در همین زمان اموال او غارت و از مقام دانشگاهی خلع و از تابعیت آلمان محروم شد، در آمریکا مقیم گردید و در «انستیتو مطالعات عالی پرینستون—امریکا» به کار پرداخت و همهٔ اندیشهٔ خود را متوجه «نظریهٔ میدان واحد» کرد.

از آثار علمی او

اثری که اینشتین در شناختن جهان فیزیکی داشت، قابل مقایسه با کار هیچ یک از دانشمندان گذشته نیست. او با انتخاب مصالح جدید، و پیوندهای تازه طرحی دیگر از جهان ارائه داد. نیوتن دو قرن قبل از او، جرم مستقل را در فضایی مستقل تصور کرد که در اثر تغییر و تبدیل وجابه جایی مفهوم زمان مستقل را به ذهن القا می کرد ولیکن اینشتین برای آنکه آزمایش معروف مایکلسن—مورلی را توضیح دهد و دانش فیزیک را که دچار سرگردانی و نارسایی شده بود نجات دهد، تئوری جدید نسبیت خاص را به سال ۱۹۰۵ اعلام کرد. در این تئوری براساس، اصل ثابت بودن سرعت نور در هر دستگاه اندازه گیری، نتایج جدیدی به دست آمد که بعضی از آنها را عقل سلیم نمی توانست باور کند ولیکن اینشتین بدون توجه

زیاد به اعتبار و تأیید تجربی نظریاتش، تئوری خود را به حوزه جاذبه نیز کشاند و نسبیت عام خود را اعلام کرد.

اکنون تئوری نسبیت اینشتین پایه شناخت انسان در جهان میکروسکوپی (بینهایت کوچکها) و نیز جهان مایکروسکوپی است. و از نتایج کارهای او قانون تبدیل جرم به انرژی ($E = mc^2$) و توضیح پدیده فوتوالکتریک است.



نخستین «کنفرانس سول وه» در سال ۱۹۱۱ در بروکسل تشکیل شد تا نتایج قانون «ماکس پلانک» درباره تشعشع اجرام سیاه را بررسی کند. این گروه دانشمندان، متشکل از کسانی است که آثارشان بنیاد فیزیک جدید را تشکیل می دهد.

نیلز هنریک داوید بور



تولد: ۱۷ اکتبر ۱۸۸۵ کپنهاک، دانمارک
وفات: کپنهاک

«آنچه بور را به عنوان یک اندیشمند علمی تا این حد اعجاب انگیز، جذاب می نماید دید نقادانه و توانایی ذاتی است که وی در استنباط سریع مفاهیم نهفته در مشهودات از خود نشان می دهد»

اینشتین

علم و دلگرمی که به آنها می داد به یاد خواهیم داشت».

«وما بیش از هر چیز دیگری او را به خاطر دوستی و انسانیت با عظمتش نسبت به رهروان جوان طریق

جان کاکرافت

زندگی نامه

نیلز بور، فرزند کریستین بور (استاد فیزیک و یولوژی دانشگاه کپنهاک) در خانواده ای مرفه و اهل علم به دنیا آمد. در ۲۲ سالگی موفق به اخذ مدال طلا از سوی انجمن علمی دانمارک شد. او پس از اخذ درجه دکترا در فیزیک به سال ۱۹۱۱، مدیریت آزمایشگاه کاوندیش در کمبریج را به عهده گرفت. هر کس به مطالعه ساختمان اتم بپردازد به اسامی افرادی چون تامسن و رادرفورد و بور برخورد خواهد کرد به طوری که بررسیهای مربوط به اتم با نام این سه نفر پیوند دارد و جالب است که بدانیم زندگی علمی این سه نفر نیز کاملاً به هم پیوسته بود. بور دستیار تامسن بود و ارنست رادرفورد همکار بسیار صمیمی او.

از آثار علمی او

بر به سال ۱۹۱۳ برای اولین بار مدل اتمی جدیدی ارائه داد، که در آن الکترونها بر روی مدارهای مشخصی قرار گرفتند و میزان انرژی که می توانستند دریافت و یا صادر کنند نه هر اندازه دلخواه، بلکه مقادیر معینی بود. او، اساس تئوری خود را بر دو فرض زیر قرار داد:

فرض اول: الکترون به دور هسته، مدارهای معینی را می پیماید که روی هر کدام آنها انرژی کل الکترون مقدار ثابتی است و مادامی که الکترون تغییر مدار ندهد، هیچ نوع تابشی صورت نمی گیرد.

فرض دوم: هرگاه الکترون از یک مدار بر روی مدار دیگر، انتقال یابد یک شعاع نور وارد عمل می شود که فرکانس آن از رابطه $hf = E_2 - E_1$ به دست می آید. E_1 و E_2 انرژی کل الکترون بر روی مدارهای حالت اول و حالت دوم است.

بور براساس این دو فرض توانست مدلی برای اتم ئیدروژن ارائه دهد که به کمک آن طیفهای خطی تابشی و جذبی این عنصر را توضیح دهد و به این ترتیب به یکی از مشکلات فیزیک آن زمان پاسخ گوید.

تئوری اتمی بور در ابتدا مورد توجه قرار نگرفت ولیکن پس از نه سال از اعلام آن، به دنبال موفقیتهایی که در عمل به دست آورد، برنده جایزه علمی نوبل شد. از آن پس بور مورد توجه بیشتر دانشمندان جهان قرار گرفت و برای تبادل نظر با او به دانمارک روی می آوردند. علاوه بر مدل اتمی که بور پیشنهاد کرد، این دانشمند که رئیس انیستیتوفیزیک تئوری کپنهاک بود در فیزیک هسته ای نیز صاحب نظر بود و با اینشتین و مزلی و دیگر صاحب نظران فیزیک هسته ای در امریکا ملاقات کرد و درباره انرژی اتمی به بحث و تبادل نظر پرداخت و مطالعات آنها منجر به ساختن بمب اتمی شد. در جنگ دوم جهانی، بور از دانمارک به سوئد رفت تا از حمله نازیها در امان بماند ولیکن در آنجا خانه او غارت شد و به ناچار به امریکا نزد پسرش که او نیز فیزیکدان بود مهاجرت کرد. علاقه به وطن سبب شد که پس از جنگ به کپنهاک برگردد و در فرصتی که برایش پیش آمده بود به فکر تأمین صلح جهانی و کنترل انرژی اتمی برآمد و سرانجام در سال ۱۹۵۷ برنده جایزه اتم برای صلح، شد.

برندگان جایزه نوبل

آلفرد نوبل (۱۸۳۳-۱۸۹۶) در شهر استکهلم - سوئد به دنیا آمد. او دینامیت را اختراع کرد و از این راه ثروت هنگفتی به دست آورد. چون برخلاف هدفهای انسانی او، دینامیت را در جنگها برای کشتار انسانها به کار بردند از این روسخت آزوده خاطر شد و برای جبران آن، کلیه دارایی خود را وقف پرداخت جایزه سالانه به کسانی کرد که در زمینه ادبیات، فیزیک، شیمی، پزشکی و سیاست، خدمت مهمی به صلح و تمدن انسانی کنند. این جوایز از ابتدای این قرن همه ساله نصیب تعدادی از دانشمندان مخترع و مکشف جهان شده و برای اخذ آن تشریفاتى در سوئد برگزار مى گردد.

جایزه نوبل به چه کسانی و چگونه تعلق می گیرد؟

بر پایه اساسنامه بنیاد نوبل، جوایز سالانه بنیاد، به کسانی داده می شود. که بزرگترین خدمت را در یک سال قبل از اهدای جوایز، به پیشرفت علم و تمدن انسان کرده باشند.

هزینه اعطای جوایز، از درآمد سالانه نه میلیون دلاری است که نوبل طبق وصیتنامه خود به این امر اختصاص داده بود. جایزه نوبل در هر سال به پنج قسمت مساوی و در این رشته ها داده می شود: فیزیک، شیمی، فیزیولوژی یا پزشکی، ادبیات و پنجمین قسمت نیز سهم کسی است که بهترین تلاش را در راه پیشبرد دوستی بین ملتها و برپایی کنگره های صلح انجام داده باشد.

مسئولیت اهدای جوایز نیز به سازمانهای مختلف کشور سوئد داده شده است: جوایز فیزیک و شیمی را آکادمی علوم سوئد و جایزه فیزیولوژی یا پزشکی را انیستیتو کارولینسکای استکهلم^۱ و جایزه ادبیات را آکادمی استکهلم و یک کمیته پنج نفری منتخب پارلمان نروژ جایزه قهرمانان صلح را اعطا می کنند.

جایزه نوبل، به کسی که در قید حیات باشد تعلق می گیرد و تا کنون جایزه هر سال را در یک رشته به یک یا دو یا حداکثر سه نفر داده اند.

اعضای کمیته انتخاب کننده برندگان نوبل در فیزیک، هر سال کارهای مشخص حدود ۶۰ تا ۱۰۰ نفر از دانشمندان فیزیک را که به مرحله نامزدی دریافت جایزه نوبل رسیده اند، بررسی می کند. این افراد به وسیله کمیته های نوبل هر کشور که وابسته به سفارتخانه سوئد در کشورهای مختلف جهان است و یا دانشگاهها و مؤسسات پژوهشی

کشورها معرفی می شوند و انتخاب هریک از آنها با دقت زیاد انجام می شود ولی با وجود بررسیهای همه جانبه، رئیس یکی از کمیته های انتخاب کننده می گوید «انسان به طور مشخص نمی تواند بگوید که چه کسی بهترین است.»

برندگان جایزه نوبل از سال

۱۹۰۱ تا ۱۹۸۴

۱۹۰۱ ویلهلم کُنراد رُنتگن (۱۸۴۵-۱۹۲۳) از آلمان به خاطر کشف اشعه ای که به نامش اشعه رنتگن (=اشعه ایکس) نامیده شد.



Rontgen

۱۹۰۲

هنریک آنتوان لورنتز (۱۸۵۳-۱۹۲۸) و پیترزیمن (۱۸۶۵-۱۹۴۳) هردو نفر از هلند، به خاطر تحقیقات روی تأثیر میدان مغناطیسی بر پدیده تابش و طیف عناصر.



Lorentz



Zeeman

۱۹۰۳ هانری بکرل (۱۸۵۲-۱۹۰۸) از فرانسه، به خاطر کشف رادیواکتیویته.



Becquerel

پیرکوری (۱۸۵۹-۱۹۰۶) و همسرش ماری اسکلودوفسکا کوری (۱۸۶۷-۱۹۳۴) از فرانسه به خاطر پژوهش در خاصیت رادیواکتیویته و کشف عناصر رادیم و پلونیوم.

۱۹۰۳



P. Curie



M. Curie

جان ویلیام استریت (۱۸۴۲-۱۹۱۹) از انگلیس، به خاطر کشف آرگن و تعیین محل آن در جدول تناوبی عناصر.

۱۹۰۴



Strutt

فیلیپ ادوارد آنتون فن لنارد (۱۸۶۲-۱۹۴۷) از آلمان، به خاطر تحقیق روی اشعه کاتدیک.

۱۹۰۵



Von Lenard

سر جوزف جان تامسن (۱۸۵۶-۱۹۴۰) از انگلیس، به خاطر تحقیقات عملی و نظری در قابلیت هدایت الکتریکی در گازها.

۱۹۰۶



J.J. Thomson

آلبرت مایکلسن (۱۸۵۲-۱۹۳۱) از آمریکا، به خاطر تحقیقات در طیف سنجی و اندازه گیری طول و هواشناسی.

۱۹۰۷



Michelson

گابریل لیپمن (۱۸۴۵-۱۹۲۱) از فرانسه، به خاطر کشف روش
عکاسی رنگی مبتنی بر تداخل امواج نوری.

۱۹۰۸



Lippmann

گوگلیلمو مارکونی (۱۸۷۴-۱۹۳۷) از ایتالیا، به خاطر کشف
تلگراف بی سیم و مطالعه بر امواج هرتز.

۱۹۰۹



Marconi

کارل فردیناند براون (۱۸۵۰-۱۹۱۸) از آلمان، به خاطر کشف
تلگراف بی سیم.



Braun

یوهانس واندروالس (۱۸۳۷-۱۹۲۳) از هلند، به خاطر کشف
معادله حالت گازها و مایعات.

۱۹۱۰



Van Der Waals

ویلهلم وین (۱۸۶۴-۱۹۲۸) از آلمان، به خاطر کشف قانون اثر
دما در طیف اجسام.

۱۹۱۱



Wien

نیلز گوستا وودالن (۱۸۶۹-۱۹۳۷) از سوئد، به خاطر اختراع
چراغهای خود کار استیلن برای علائم راه آهن و علائم شناور دریایی.

۱۹۱۲



Walden

کامرلینگ اونس (۱۸۵۳-۱۹۲۶) از هلند، به خاطر تحقیقات عمده در کشف خواص هلیم و طریقه مایع کردن آن و خاصیت فوق رسانایی در بعضی از فلزات.

۱۹۱۳



Kamerlingh-Onnes

ماکس فن لائو (۱۸۷۹-۱۹۶۰) از آلمان، به خاطر تفرق اشعه رنتگن (اشعه ایکس) در بلورها.

۱۹۱۴



Von Laue

ویلیام هنری براگ (۱۸۶۲-۱۹۴۲) و پسرش ویلیام لاورنس براگ (۱۸۹۰-۱۹۷۱) از انگلیس، به خاطر بررسیهایشان بر ساختمان بلورها از راه اشعه رنتگن و طیف نگاری.

۱۹۱۵



W.H. Bragg



W.L. Bragg

۱۹۱۶ جایزه به کسی داده نشد.

چارلز گلاور بارکلا (۱۸۷۷-۱۹۴۴) از انگلیس، به خاطر کشف پرتوهای رنتگن که از عناصر شیمیایی تابش می شوند.

۱۹۱۷



Barkla

ماکس کارل لودویک پلانک (۱۸۵۸-۱۹۴۷) از آلمان، به خاطر کشف انرژی کوانتایی و بیان تئوری کوانتا، کشفی که بنابر گفته خودش از لحاظ اهمیت با کشف نیوتن برابری می کند.

۱۹۱۸



Planck

یوهانس استارک (۱۸۷۴-۱۹۵۷) از آلمان، به خاطر کشف اثر دو پلر از اتمهای متحرک و تجزیه خطوط طیفی در میدان الکتریکی. اثر دو پلر در صوت و نور به صورت تغییر فرکانس منبع بر حسب سرعت آن ظاهر می شود.

۱۹۱۹



Stark

چارلز ادوارد گیوم (۱۸۶۱-۱۹۳۸) از سوئیس، به خاطر کشف خواص غیرعادی آلیاژ فولاد و نیکل. او آلیاژهای جدیدی را نیز تهیه کرد.

۱۹۲۰



Guillaume

آلبرت اینشتین (۱۸۷۹-۱۹۵۵) از آلمان، به خاطر کشف قانون اثر فوتو الکتریک.

۱۹۲۱



Einstein

نیلز بور (۱۸۸۵-۱۹۶۲) از دانمارک، به خاطر تحقیقاتش در ساختمان اتم و تابش آن.

۱۹۲۲



Bohr

رابرت میلیکان (۱۸۶۸-۱۹۵۳) از آمریکا، به خاطر زحماتش در مطالعه بار الکتریکی و اثر فوتوالکتریک.

۱۹۲۳



Millikan

کارل مان جورج زیگبان (۱۸۸۶-۱۹۷۸) از سوئد، به خاطر کشف ناحیه طیف اشعه مجهول. او طول موج اشعه مجهول را با دقتی فوق العاده تعیین کرد.

۱۹۲۴



Siegbahn

جیمز فرانک (۱۸۸۲ - ۱۹۶۴) و گوستا لودویک هرتز (۱۸۸۷ -) هردو نفر از آلمان، به خاطر کشف قوانین برخورد الکترونها با اتمها - هرتز روشی برای جداسازی ایزوتوپهای نئون نیز ارائه کرد. گوستاو هرتز برادرزاده هانریش هرتز مخترع اولین بی سیم است.

۱۹۲۵



Franck



Hertz

ژان باپتیست پرن (۱۸۷۰ - ۱۹۴۲) از فرانسه، به خاطر تحقیقاتش بر حرکت براونی و مطالعه رسوبها. او در سال ۱۸۹۵ نشان داد که اشعه کاتدیک از ذره‌هایی با بار منفی تشکیل شده است.

۱۹۲۶



Perrin

آرتور هالی کامپتون (۱۸۹۲ - ۱۹۶۲) از آمریکا، به خاطر تحقیقاتش روی اثری که به نام خود او اثر کامپتون مشهور است. کامپتون در سال ۱۹۲۳ مشاهده کرد که طول موج اشعه پراکنده شده از پراقرین در جهت عمود بر شعاع تابش، از طول موج تابنده بلندتر است و به طور کلی طول موج اشعه ایکس و اشعه گاما هنگامی که با الکترونها ی عناصری که وزن اتمی آنها کم است برخورد کنند و پراکنده شوند افزایش می یابد.

۱۹۲۷



Compton

چارلز ویلسن (۱۸۶۹ - ۱۹۵۹) از انگلیس، به خاطر ابداع طریقه مرئی ساختن مسیر ذرات باردار الکتریکی هنگام عبور از بخار (اتاق ابر ویلسن). در این سال جایزه به دونفر تعلق گرفته است.

۱۹۲۷



Wilson

سراون ویلانز ریچارد سن (۱۸۷۹-۱۹۵۹) از انگلیس، به خاطر تحقیقاتش در آثار ترمویونیک و کشف قانون معروف به ریچاردسن. این جایزه در سال ۱۹۲۹ به وی داده شد.

۱۹۲۸



Richardson

لوئی ویکتور دوبروی (۱۸۹۲-۱۹۶۰) از فرانسه، به خاطر کشف طبیعت موجی الکترونها. بیشتر کارهای دوبروی در زمینه تئوری کوانتاسه.

۱۹۲۹



De Broglie

سرچاندرا سخاراوونگاتا رامان (۱۸۸۸-۱۹۷۰) از هند، به خاطر مطالعه در انتشار نور و اثری که به نام اثر رامان معروف است. این اثر عبارت است از ظاهر شدن خطوط طیفی اضافی در مجاورت هریک از خطوط برجسته طیف نور تابنده. طیف رامان برای هر خط مشخص طیف معرف ماده متفرق کننده ای است که سبب تفرق نور می شود. ۱۹۳۱ جایزه به کسی داده نشد.

۱۹۳۰



Raman

۱۹۳۲



Heisenberg

ورنر هایزنبرگ (۱۹۰۱-۱۹۷۶) از آلمان، به خاطر ابداع مکانیک کوانتایی و کشف چند شکلی ئیدروژن. اصل عدم قطعیت را هایزنبرگ اعلام کرد. بر طبق این اصل به هرنسبتهی که سعی در کاهش خطای سنجش مکان ذره ای بنماییم، خطای ما در سنجش کمیت اندازه حرکت آن بیشتر می شود و همیشه حاصل ضرب این دو خطا برابر با یک مقدار ثابت است.

۱۹۳۳



Schrodinger

اروین شرودینگر (۱۸۸۷-۱۹۶۱) از اتریش و پول آدرین موریس دیراک (۱۹۰۲-) از انگلیس، به خاطر کشف مدل تازه ای در تئوری اتمی.



Dirac

جایزه به کسی داده نشد.

۱۹۳۴

سرجمز چادویک (۱۸۹۱-۱۹۷۴) از انگلیس، به خاطر کشف ذره نوترون. نوترون ذره‌ای است خنثی که به آسانی می‌توان آن را وارد هسته اتم کرد و واکنش هسته‌ای از جمله «شکافت هسته» را سبب شد.



Chadwick

۱۹۳۶

ویکتور هس (۱۸۸۳-۱۹۷۳) از استرالیا، به خاطر کشف اشعه کیهانی و کارل اندرسن (۱۹۰۵-) (از امریکا، به خاطر کشف ذره بوزیترون.



V.F. Hess



Anderson

۱۹۳۷

کلینتن جوزف داویسون (۱۸۸۱-۱۹۵۸) از امریکا و جرج تامسن (۱۸۹۲-) (به خاطر کشف تفرق الکترون در بلورها. جرج تامسن تنها فرزند سر جوزف تامسن برنده جایزه نوبل از انگلیس بود.



Davisson



G.P. Thomson

انریکو فرمی (۱۹۰۱-۱۹۵۴) از ایتالیا، به خاطر شناسایی ماهیت عناصر جدید رادیواکتیو و کشف عکس العمل هسته در برابر نوترونهای کند. فرمی اولین سازنده پیل اتمی است.

۱۹۳۸



Fermi

ارنست اورلاندو لارنس (۱۹۰۱-۱۹۵۸) از آمریکا، به خاطر تکمیل سیکلوترون. سیکلوترون دستگاهی است که ذرات باردار الکتریکی مانند پروتون را شتاب می دهد.

۱۹۳۹



Lawrence

۱۹۴۰ - ۱۹۴۲ جایزه به کسی داده نشد.

اوتوا شترن (۱۸۸۸-۱۹۶۹) از آمریکا متولد آلمان، به خاطر کشف گشتاور مغناطیسی پروتونها.

۱۹۴۳



Stern

ایزیدور آیزاک رابی (۱۸۹۸-) از آمریکا، به خاطر کشف پدیده رزنانس مغناطیسی در هسته.

۱۹۴۴



Rabi

ولفگانگ پاولی (۱۹۰۰-۱۹۵۸) از اتریش، به خاطر کشف اصلی که به نام خود او اصل پاولی نامیده می شود و نیز آزمایشهایی که در مورد شکافتهای اتمی انجام داده است. بر طبق اصل پاولی: هیچ اتمی نمی تواند دو الکترون داشته باشد که از جمیع جهات حالت آنها یکسان باشد. به عبارت دیگر اعداد کوانتومی دو الکترون از یک اتم هرگز یکسان نخواهند بود.

۱۹۴۵



Pauli

پرسی ویلیام بریجمن (۱۸۸۲-۱۹۶۱) از آمریکا، به خاطر اختراع دستگاههای تولید و تحمل کننده فشارهای فوق العاده زیاد و انجام تحقیقاتی به وسیله این دستگاهها در حوزه فیزیک فشارهای زیاد.

۱۹۴۶



Bridgman

سرادوارد اپلتون (۱۸۹۲-۱۹۶۵) از انگلیس، به خاطر مطالعه بر طبقات بالای جو (یونوسفر) و کشف طبقه ای از جو به نام لایه اپلتون. تحقیقات اپلتون منجر به تکمیل رادار شد.

۱۹۴۷



Appleton

پاتریک بلاکت (۱۸۹۷-۱۹۷۴) از انگلیس، به خاطر اکتشافاتی در فیزیک اتمی و اشعه کیهانی.

۱۹۴۸



Blackett

هیدکی یوکاوا (۱۹۰۷-) از ژاپن، به خاطر پیشگویی ریاضی در مورد وجود مزون. دوسال پس از پیشگویی یوکاوا، این ذره بنیادی در اشعه کیهانی کشف شد و چهارده سال پس از این کشف، او جایزه نوبل را دریافت کرد.

۱۹۴۹



Yukawa

سیسیل فرانک پاول (۱۹۰۳-۱۹۶۹) از انگلیس، به خاطر کشف روش مطالعه هسته اتم از طریق عکسبرداری و کشفیات در مورد مزون.

۱۹۵۰



Powell

۱۹۵۱

سرجان دوگلاس کاکرافت (۱۸۹۷-۱۹۶۷) از انگلیس و ارنست والتون (۱۹۰۳-) از ایرلند، به خاطر تغییر ماهیت و شکستن هسته اتمها به کمک ذره های بنیادی شتابدار.



Cockcroft



Walton

۱۹۵۲

فلیکس بلوک (۱۹۰۵-) از امریکا، و ادوارد میلز پورسل (۱۹۱۲-) از انگلیس، به خاطر اندازه گیری میدانهای مغناطیسی در هسته اتم و انجام کشفیاتی در رابطه با آن خواص.



Block



Purcell

۱۹۵۳

فریتز زرنیک (۱۸۸۸-۱۹۶۶) از آلمان، به خاطر اختراع و تکمیل نوعی میکروسکوپ.



Zernike

ماکس بورن (۱۸۸۲-۱۹۷۰) از انگلیس، به خاطر کارهایش بر مکانیک کوانتایی و توابع موجی.

۱۹۵۴



Born

والتر بوت (۱۸۹۱-۱۹۵۷) از آلمان، به خاطر تجزیه پرتوهای کیهانی.



Bothe

پولیکارپ کوش (۱۹۱۱-) از آمریکا، به خاطر اندازه گیری گشتاور مغناطیسی الکترون و ویلیس لمب (۱۹۱۳-) از آمریکا، به خاطر کشف ساختمان ظریف ئیدروژن. هنگامی که خطوط طیف با وسایل بسیار دقیقی مطالعه شوند، دیده می شود که بسیاری از این خطوط از دو قسمت ترکیب شده اند. این خطوط را خطوط دوگانه می نامند، یعنی از دو خط بسیار نزدیک به هم تشکیل شده اند و گفته می شود که این خطوط دارای ساختمان ظریف هستند.

۱۹۵۵



Kusch



Lamb

۱۹۵۶



Bardeen

جان باردین (۱۹۰۸-)، والتر براتین (۱۹۰۲-) و



Brattain

ویلیام شاکلی (۱۹۱۰-) هرسه نفر امریکایی، به خاطر اختراع و تکمیل ترانزیستور. باردین به خاطر مشارکت در وضع تئوری خاصیت فوق رسانایی، برای بار دوم جایزه نوبل ۱۹۷۲ را دریافت کرد.



Shockley

۱۹۵۷

تسونگ دائولی (۱۹۲۶-) و چن نینگ یانگ (۱۹۲۲-) هردو نفر چینی، به خاطر کارهایی که بر روی تئوری ذره‌های بنیادی انجام داده‌اند. این ذره‌ها شامل مزون‌ها و نوترینو است.



Lee



Yang

۱۹۵۸

پاول چرنکوف (۱۹۰۴-)، ایلیا فرانک (۱۹۰۸-) و ایگور تام (۱۸۹۵-۱۹۷۱) هرسه نفر از شوروی، به خاطر کشف و تکمیل اثری که به نام چرنکوف موسوم است و اثرباش ذره‌های سریع باردار درماده.



Cerenkov



Frank



Tamm

امیلیوسگره (۱۹۰۵ -) واون چمبرلن (۱۹۲۰ -) هردونفر
امریکایی، به خاطر کشف پادپروتون.

۱۹۵۹



Segre



Chamberlain

دونالد گلنزر (۱۹۲۶ -) از امریکا، به خاطر اختراع
اتاقک حباب برای تحقیق در ذره های درون اتم.

۱۹۶۰



Glaser

رابرت هوفستاتر (۱۹۱۵ -) از امریکا، به خاطر کشف
ساختمان الکترومغناطیسی هسته از طریق پراکندگی الکترونیهای
پرانرژی. رودلف موسبوئر (۱۹۲۹ -) از آلمان، به خاطر
طرز تولید و اندازه گیری اشعه گاما درهسته و کشف پدیده موسبوئر.

۱۹۶۱



Hofstadter



Mossbauer

بودا ویدوویچ لاندائو (۱۹۰۸ - ۱۹۶۸) از امریکا، به خاطر تئوری
مربوط به حالت متراکم ماده و پدیده های فوق رسانایی. فوق رسانایی
عبارت از رسانایی بینهایت در دمای چند درجه بالای صفر مطلق
است. تعداد کمی از فلزات این خاصیت عجیب فوق رسانایی را
دارند.

۱۹۶۲



Landau

۱۹۶۳

ویگنر (۱۹۰۲-) از امریکا، به خاطر کارهایش در تئوریهای فیزیک اتمی و هسته‌ای.



Wigner

ماریا مایر (۱۹۰۶-۱۹۷۲) از امریکا و جن سن (۱۹۰۷-) از آلمان به خاطر کشف تئوری مدل لایه‌ای و اعداد کوانتایی درون هسته.



Mayer

پس از ماری کوری، مایر دومین زنی است که برنده جایزه نوبل در فیزیک شده است.



Jensen

۱۹۶۴

چالز تاوونز (۱۹۱۵-) از امریکا، نیکلا باسف (۱۹۲۲-) و الکساندر پروخوروف (۱۹۱۶-) هر دو نفر از اهالی شوروی، به خاطر تحقیقات در رشته رادیوفیزیک کوانتایی و کشف میزروتئوری تابش اتمهای همسان. میزربه معنی تقویت امواج میکروویو از راه برانگیختن اتمها به تابش است.



Townes



Basov



Prokhorov

۱۹۶۵



Feynman

ریچارد فین من (۱۹۱۸ -) از امریکا، و جولین شوینگر (۱۹۱۸ -) از امریکا و سین ایتروموناگا (۱۹۰۶ -) از ژاپن، به خاطر گسترش الکترو دینامیک کوانتایی و نتایج عمیقی که این تحقیق در فیزیک ذره های بنیادی داشته است.



Schwinger



Tomonaga

۱۹۶۶ _ آلفرد کاستلر (۱۹۰۲ -) از فرانسه، به خاطر کشف و تکمیل روشهای نوری و مطالعه در رزونانسهای هرتزی در اتم مواد.



Kastler

هانس بیت (۱۹۰۶ -) از امریکا، به خاطر مطالعه خواص اتمی و منشأ انرژی خورشید و ستارگان. این دانشمند در سال ۱۹۳۵ از آلمان به امریکا رفت و در آنجا مشغول تدریس شد.

۱۹۶۷



Bethe

لوئی آلواریز (۱۹۱۱ -) از امریکا، به خاطر مطالعه بر ذره های بنیادی.

۱۹۶۸



Alvarez

موری-گلن (۱۹۲۹-) از امریکا، به خاطر مطالعه
بر ذره های بنیادی.

۱۹۶۹



Gell-Mann

هانس آلفن (۱۹۰۸-) از سوئد، به خاطر مطالعه برفیزیک
فضا و پلاسما و لوئی نیل (۱۹۰۴-) به خاطر مطالعه
بر خواص مغناطیسی مواد.

۱۹۷۰



Alfven



Neel

دنيس گابر (۱۹۷۹-۱۹۰۰) از انگلیس، به خاطر اختراع و تکمیل
فن هولوگرافی. این فیزیکدان یکصد اختراع ثبت شده دارد.

۱۹۷۱



Gabor

۱۹۷۲



Bardeen

جان باردین (۱۹۰۸-)، لئون کوپر (۱۹۳۰-)



Cooper

و رابرت شریف (۱۹۳۱-) (هرسه نفر از امریکا، به خاطر
تئوری فوق رسانایی.



Schrieffer

۱۹۷۳



Esaki

لئو اساک (۱۹۲۵-) از ژاپن، و ایوار گیاور (۱۹۲۹-) از
امریکا و بریان جووزفسون (۱۹۴۰-) از انگلیس، به خاطر
مطالعه برفیزیک حالت جامد و کشف عملی نقب در نیمه رساناها.



Giaever



B.D. Josephson

۱۹۷۴

سرمارتین رایل (۱۹۱۸-) از انگلیس و آنتونی هوئیش
(۱۹۲۴-) از انگلیس، به خاطر پژوهشهای آنها
در ستاره شناسی با امواج رادیویی. این دو نفر در کشف پالسارها نقش
مؤثری داشتند. پالسارها و یاتپنده ها، ستارگانی از جنس نوترون
هستند.



M. Ryle



Hewish

۱۹۷۵



A.N. Bohr

آئینلر بور (۱۹۲۲-) از دانمارک، و بن روی موتلسن

(۱۹۲۶-) از دانمارک و لئو جیمز رینواتر (۱۹۱۷-) از

امریکا به خاطر مطالعات مؤثر در ساختمان داخلی هسته اتم

آر بور فرزند نیلز بور برنده جایزه نوبل بود.



Mottelson



Rainwater

۱۹۷۶



Richter

برتون رشتتر (۱۹۳۱-) و ساموئل تینگ (۱۹۳۶-)

از امریکا، به خاطر کشف ذره بنیادی «پسی».



Ting

فیلیپ آندرسن (۱۹۲۳-)



P.W. Anderson

وجان وان ولک (۱۸۹۹-) از امریکا و سرنویل مات
(۱۹۰۵-) از انگلیس به خاطر کارهای بنیادی درباره
ساختمان الکترونیکی سیستمهای مغناطیسی نامنظم و کشف
رفتار الکترون در مواد مغناطیسی.



Hasbrouck van Vleck



Mott



Kapitza

پیتروئیدو ویچ کاپیتزا (۱۸۹۴-) از شوروی به خاطر
انجام کشفیات و اختراعات اصولی در زمینه فیزیک دماهای
خفیف. آرنو پنزیاس (۱۹۳۳-) و رابرت وودرو ویلسن
(۱۹۳۶-) از امریکا، به خاطر کشف تابشهای
میکروویو کیهانی.



Penzias



R.W. Wilson

عبدالسلام (۱۹۲۶-) از پاکستان



Abdus Salam

۱۹۷۹

واستین وینبرگ (۱۹۳۳-) (وشلدن گلاسو
 (۱۹۳۲-) (از امریکا، به خاطر ابداع و تدوین تئوری تلفیق
 کننده نظریه الکتروماینیتیک با نظریه اندرکنشهای هسته ای ضعیف
 بین ذرات بنیادی.



S. Weinberg



Glashow

۱۹۸۰

جیمز کروئین ووال فیتچ از امریکا، به خاطر کشف انحراف از
 اصول بنیادی تقارن در مورد تجزیه مزون خنثای K .

Cronin



V.L. Fitch

۱۹۸۱ کی ام. سیکبان از سوئد و نیکلاس بلومبرگن و آرتور شاولو از امریکا
 به خاطر تجزیه شیمیایی با روش طیف نگاری الکترونی
 و تحقیقاتی به وسیله لیزر در طیف نگاری.
 K. M. Siegbahn
 N. Blumbergen
 A. Shawlow

کنت جی ویلسن (۱۹۳۶-) (از آمریکا، به خاطر تحقیق وی
بر روی پدیده های بحرانی و رابطه آن با تغییر فاز.

۱۹۸۲



K. G. Wilson

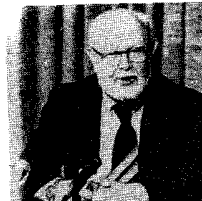
سوبرامانیان چاندراسکر (۱۹۱۰ متولد لاهور، پاکستان) اختر فیزیکدان
دانشگاه شیکاگو، به خاطر مطالعات نظری او در زمینه فرایند های
فیزیکی که در ساختار و تکامل تدریجی ستاره ها اهمیت دارند.

۱۹۸۳



Chandrasekhar

ویلی فاوئر (۱۹۱۱ متولد پترزبورگ - شوروی) از آمریکا به
خاطر کار مستقل او در زمینه تولد و مرگ ستاره ها و منشأ عناصر
شیمیایی است.



W. Fowler

برندهٔ جایزهٔ نوبل در فیزیک ۱۹۸۴ کارلو ووبا از ایتالیا و سیمون
وان درمی یوا از هلند به خاطر تحقیقات ارزنده ای که پیرامون ذرات اتمی
پروتون و آنتی پروتون کرده اند موفق به کسب جایزه شدند. این دو
دانشمند در سازمان تحقیقات هسته ای اروپا در ژنو کار می کنند.

واژه‌نامه

آزمایش— مشاهدهٔ کنترل شده، همراه با سنجش را، آزمایش نامند. در آزمایشهای کمی و کیفی هراندازه ابزار سنجش دقیق‌تر باشد و عوامل موثر بیشتر کنترل شود، آزمایش کاملتر و حقایق دریافتی به واقعیتهای خارجی نزدیکتر است.

استدلال— استدلال عبارت است از فعالیتی ذهنی که به منظور حل صحیح یک مسئله یا به دست آوردن یک قانون یا ساختن تئوری انجام می‌شود. به عبارت دیگر، استدلال راهی است برای نشان دادن درستی یا نادرستی یک موضوع. استدلال بر سه قسم است: تمثیل، استقرا، قیاس.

برای روشن شدن این سه نوع استدلال، علاوه بر تعریف مختصر، مثالی برای هریک می‌آوریم.

۱— تمثیل^۱، رسیدن از یک حکم جزئی به حکم جزئی دیگر را تمثیل (یا شباهت دادن) می‌نامند.

برای مثال: کرهٔ زمین بر روی یک مدار بیضی به دور خورشید می‌گردد، کرهٔ مریخ نیز بر روی یک مدار بیضی به دور خورشید می‌گردد، پس مسیر زمین، شبیه مسیر مریخ است یا شکل مسیر زمین و مریخ یکسانند.

۲— استقرا^۲، استقرا در لغت به معنی جستجو کردن و قریه به قریه گشتن است. اما در اینجا

نوعی استدلال است که ذهن را از امور و مراحل جزئی به یک قانون کلی می‌رساند (رسیدن از جزء به کل). این روش به طور کلی، پایه و اساس علوم تجربی را تشکیل می‌دهد. برای مثال: آب تحت فشار معین در یک دمای ثابت به جوش می‌آید، نفت تحت فشار معین در یک دمای ثابت به جوش می‌آید، الکل تحت فشار معین در یک دمای ثابت به جوش می‌آید. پس یک قانون کلی می‌توان به دست آورد:

قانون جوش — هر مایع خالص، تحت تأثیر فشار معین، در دمای مشخصی به جوش می‌آید.

۳- قیاس: در استدلال قیاسی، ذهن انسان با استفاده از اصولی که ابتدا وضع کرده است به یک حکم کلی یا قضیه کلی می‌رسد و سپس از آن حکم کلی، قضیه‌های جزئی را نتیجه می‌گیرد. برای نمونه، همهٔ سیارات کروی هستند مریخ یک سیاره است. مریخ نیز کروی است.

اصل علمی ۲ — موضوع بدیهی طبیعت که معرف رفتار ماده در شرایط مشخصی باشد و بتوان رابطه علت و معلولی را از آن دریافت کرد، اصل علمی نامیده می‌شود. مانند: اصل انبساط و انقباض بر اثر گرما. اصل علمی می‌تواند یک حکم کلی باشد که بدون استدلال پذیرفته می‌شود و در اثبات سایر احکام آن علم، مستقیم یا غیرمستقیم به عنوان یکی از مقدمات می‌توان آن را به کار برد. مانند اصل مستقل و مطلق بودن زمان و مکان و جرم در مکانیک نیوتنی یا اصل ثابت بودن سرعت نور در مکانیک نسبیتی.

اصل علیّت ۳ — امور طبیعت تابع نظم و قانون هستند و هر پدیده علتی دارد و هیچ رویدادی بی علت نیست (جبر علمی).

اصل متحد الشکل بودن طبیعت — جریان امور طبیعت در همه جا و همه وقت یکسان و به صورت واحد است. برای توضیح این اصل، نقطهٔ جوش آب را به عنوان مثال، بیان می‌کنیم: بنابر این اصل آب خالص تحت فشار یک جو همیشه و همه جا در دمای ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس به جوش می‌آید.

اصل موضوع ۱- «هر یک از احکامی که از یک علم استدلالی که در آن علم، بدون برهان پذیرفته می شوند و در اثبات سایر احکام آن علم، مستقیم یا غیرمستقیم، به عنوان یکی از مقدمات دلیل یا برهان می توان آنها را به کار برد»^۲ اصل موضوع نامیده می شود. مانند اصل ثابت بودن سرعت نور در مکانیک نسبیتی. باید دانست که اصل، حکمی است پذیرفتنی نه ثابت کردنی.

اندازه گیری - مقایسه یک کمیت با اندازه مشخصی از همان کمیت را اندازه گیری آن کمیت نامند. و آن اندازه مشخص را واحد آن کمیت می گویند.

تجربه ۳- فعالیتهای گوناگونی مانند: مشاهده، آزمایش، تجزیه و تحلیل، ترکیب، اندازه گیری، رسم نمودار، مقایسه و طبقه بندی، را که برای رسیدن به یک نتیجه درست یا ارتباط میان چند کمیت و کشف یک قانون علمی به وسیله فرد یا افرادی انجام می شود، تجربه می نامند.

تجزیه ۴- تبدیل یک کل به عنصرها یا اجزای سازنده یا مؤثر را تجزیه گویند.

ترکیب ۵- ساختن یک کل از چند جزء، ترکیب نامیده می شود.

تعریف ۱- جمع کردن مشخصات یک مفهوم در یک یا چند جمله، به طوری که آن جمله یا جمله ها شامل تمام مشخصات مورد تعریف باشد و شامل مفاهیم دیگر نشود، تعریف نامیده می شود. مانند تعریف نیرو که باید فقط همه مشخصات نیرو در آن موجود باشد و این جمله شامل کمیت دیگری نگردد (تعریف باید جامع و مانع باشد).
در تعریف، کلمه هایی باید به کار برد که کلاً معلوم باشند یا آنکه قبلاً تعریف شده باشند.

تئوری ۱- تئوری یا نظریه، یک اندیشه کلی است که برچند اصل موضوع و قانون پایه گذاری شده است و می تواند از عهده توضیح و تشریح مجموعه ای از پدیده ها برآید. تازمانی، یک تئوری معتبر است که بتواند پدیده های تازه ای را که در قلمرو مورد بحث آن شناخته می شود تشریح و توجیه کند و آثار و پدیده هایی را که ممکن است در آن حوزه ظاهر شود، پیش بینی کند.

حقیقت ۲- آن دریافت و شناختی که از مشاهده واقعیتهای به وسیله یک نفر یا تعدادی از افراد حاصل شود و ناشی از خطای احتمالی حواس نباشد، یک حقیقت علمی نام دارد. باید دانست که جهان و پدیده هایش موضوع شناخت هستند و ذهن آدمی عامل شناخت است و با توجه به آنکه ذهن انسان در اثر تراکم تجارب، تکامل می یابد و ابزار شناخت نیز کاملتر و همچنین پدیده های محیط نیز دگرگون می شوند در نتیجه برداشتهای ذهنی انسان که همان حقیقت باشد نیز تغییر می یابد و تکامل می پذیرد و به واقعیتهای نزدیکتر می شود.

برای مثال: مطالعه وضع خورشید و سیارات و پیدایش شب و روز، انسان را به این حقیقت رسانده بود که زمین در مرکز عالم قرار دارد و خورشید و دیگر ثوابت و سیارات به دور آن می گردد. اما با اختراع تلسکوپ و مشاهده حرکت سیارات، انسان به حقیقت دیگری دست یافت و آن اینکه خورشید را در مرکز جهان قرار داد. ولی این حقیقت نیز دیری نپایید و منظومه شمسی بخش کوچکی از کهکشان شیری شناخته شد که در لبه آن جای دارد و نه در مرکز. شاید در آینده، حقیقت دیگری جای این حقیقت فعلی را بگیرد. اما آنچه مسلم است امید آن داریم که روزی حقایق شناخته شده جهان، با واقعیتهای به طور کامل مطابقت کنند.

روش شناسی ۳- مجموع وسیله ها و راههایی که رسیدن به هدفی را ممکن می سازد («روش» نامیده می شود. روش شناسی علمی عبارت است از مجموع وسیله ها و راههایی که محقق برای تحقیق و بررسی واقعیتهای برمی گیرند. این فنون و ابزارها و راهها، ثابت و بدون تغییر نیست بلکه در حال رشد و تکامل است و نحوه به کار گرفتن آنها در افراد مختلف، متفاوت است ولی اصول کلی آن در همه علوم یکسان است.

فرضیه^۱ — فرضیه عبارت است از یک پیشداوری، که درمورد ارتباط چند واقعیت یا علت پیدایش یک رویداد بیان می شود. به عبارت دیگر، فرضیه یک پیشنویس قانون یا راه حل موقت است که شخص با استفاده از تجربه ها و اطلاعات خود بیان می کند.

قانون علمی^۲ — قانون علمی بیان رابطه ای است که میان چند واقعیت، شناخته و کشف شده است و درستی آن را آزمایشهای مکرر تأیید کرده است.^۳ هر قانون علمی دارای چند ویژگی است. برای نمونه:

۱- قانون رابطه ای است که معرف نظم طبیعت و مستقل از زمان و مکان است و معمولاً با یکی از کلمات: هر، هرگاه، همیشه، هیچ و اگر، شروع می شود. مثلاً هرگاه جسمی یا قسمتی از آن درسیالی فرورود، از طرف سیال بر آن نیرویی وارد می شود که برابر وزن سیال جابه جا شده است.

۲- قوانین علمی، توانایی پیش بینی حوادث آینده را دارند. برای نمونه پیش بینیهای علمی را درمورد خسوف و کسوف و نیز پیش بینیهای جوی را شاهد هستیم.

درفیزیک، بسیاری از این قوانین را می توان به کمک نشانه ها (سمبلها) به صورت روابط ریاضی نمایش داد.

قضیه^۴ — بیان یک مطلب که ممکن است درست یا نادرست باشد، قضیه نامیده می شود. به جای «قضیه» درمنطق، «خبر» و در کتابهای ریاضی فارسی «گزاره» به کار برده اند. به عبارت دیگر هر قضیه ای، بیان خبری است، که با مفروض بودن مقدماتی، قابل اثبات باشد. مفروضهای مقدماتی را «فرض قضیه» و آنچه را با استدلال ثابت می شود «حکم قضیه» می نامند. برای مثال بیان قضیه انرژی جنبشی چنین است:

قضیه انرژی جنبشی — تغییر انرژی جنبشی یک جسم جامد در مدت معین برابر است با کار

Hypotheses — ۱

Scientific law — ۲

۳- «قانون: آخرین مرحله روش علمی کشف قانون (law) است. اگر فرضیه با تجربه تأیید شود، به صورت قانون علمی درمی آید. قانون علمی بیان روابط و وجوه کلی واقعیت است و آزمایشهای گذشته را به صورتی فشرده عرضه می دارد و در نتیجه، انسان را در پیش بینی حوادث آینده و کشف قوانین دیگر واقعیت رهبری می کند».

زمینه جامعه شناسی — تألیف: آگ برن ونیم کف. اقتباس از آریان پور.

Theorem — ۴

نیروی (یا نیروهای) وارد بر جسم در همان مدت.

قانون بقا— هر قانونی که معرف ثابت بودن یک کمیت فیزیکی باشد، قانون بقا نامیده می شود. قوانین بقا در فیزیک از مهمترین قوانین علمی هستند، زیرا به کمک آنها می توان دریافت که، وقوع چه پدیده هایی در طبیعت ممکن نیست.

بعضی از قوانین بقا عبارتند از: ۱—بقای انرژی کل (جرم در حال سکون نیز باید بحساب آید). ۲—بقای اندازه حرکت خطی کل ۳—بقای اندازه حرکت زاویه ای کل ۴—بقای بار الکتریکی ۵—بقای ذرات سنگین (پروتونها و نوترونها).

مشاهده— هرگونه دریافتی را که از راه حواس (بینایی، شنوایی، بویایی، ..) برای انسان حاصل شود مشاهده گوئیم. ممکن است ابزار مشاهده فقط حواس انسان باشد یا آنکه ابزار دیگری نیز به کمک حواس آید تا مشاهده صورت گیرد. اگر یک پدیده را به همان صورت که در طبیعت روی می دهد، مشاهده کنیم، مشاهده را ساده یا غیرفعال نامند، مانند دیدن حرکت سیارات و اگر عوامل مؤثر در رویداد را کنترل یا زیاد و کم کنیم و سنجش و اندازه گیری نیز انجام دهیم در این صورت مشاهده را فعال یا آزمایش می نامند.

مفهوم ۲— مفهوم هر کلمه عبارت است از مجموعه خواص و اوصاف و مشخصاتی که آن کلمه در ذهن ایجاد می کند.

مدل— هر طرح یا شکل یا نمونه ای که بتواند معرف ساختمان یا خصوصیات یک پدیده یا یک مجموعه باشد مدل نامیده می شود مانند مدل اتمی بور یا مدل بلور نمک طعام.

واقعیت ۳— آنچه در جهان موجود است و علم کوشش برای شناختن آنها می کند، واقعیت نام دارد. این واقعیتهای مستقل از حواس ما هستند و می توانند به وسیله انسان درک شوند.

مراحل تحقیق علمی - منظور از مراحل تحقیق علمی عبارت است از مجموعه فعالیت‌های منظم و متوالی که محقق برای رسیدن به یک نتیجه دنبال می‌کند. این مراحل که در نمودارهای صفحه ۳۸ نشان داده شده شامل قسمتهای اساسی زیر است:

- ۱- برخورد با مسئله، ۲- آزمایش مقدماتی، ۳- طرح فرضیه، ۴- جمع‌آوری اطلاعات، ۵- امتحان فرضیه، ۶- بیان قانون، ۷- تنظیم تئوری.

پاسخ خودآزمایی ۱

۱- واژه‌های نظام، سلسله، دستگاه و سازمان که به جای واژه «سیستم» به کار می‌رود عبارت است: از مجموعه اجزای پیوسته‌ای که دارای یک وظیفه و یا هدف مشترک هستند.

منظور از نظام فیزیک عبارت است از: مجموعه‌ای از ابزارها، روشها و اجزایی که هدف آن انجام فعالیتهای مربوط به علم فیزیک است.

۲- هریک از کمیت‌های فیزیکی را با یک حرف نشان می‌دهیم، مانند M و L و F و W که معرف جرم و طول و نیرو و کار هستند و نیز بعضی از ابزارها که بانسانه‌هایی مشخص می‌شود مانند $|$ و $||$ و $||||$ که معرف پیل، خازن و مقاومت است.

۳- در رابطه $(1 + \lambda \theta)$ $1_1 = 1_2$ معرف طول اولیه یک میله و θ افزایش دمای میله و λ ضریب انبساط طولی و 1_2 طول میله پس از گرم شدن است.

این رابطه از نظر ریاضی محدودیتی ندارد و نشان می‌دهد که به ازای هر اندازه افزایش دما (θ)، طول میله زیادتر می‌شود، در صورتی که می‌دانیم از نظر فیزیک این رابطه دارای محدودیتی است و تا هنگامی می‌توانیم آن را به کار ببریم که λ تغییر نکرده و یا آنکه میله ذوب نشود.

۴- وجوه اشتراک آنها عبارت است از: موضوع، روش، زبان خاص و هدف.

اما تفاوت عمده فیزیک کلاسیک از فیزیک مدرن عبارت است از:

۱- قابل احساس بودن پدیده‌های مورد مطالعه

۲- استفاده از ابزارهای ساده

۳- فعالیتهای فردی و مستقل

۴- مطالعه براساس مکانیک کلاسیک و تئوری الکترومغناطیسی

۵- فیزیک اتمی

۶- در مقدمه این راه هستیم

۷- مکانیک و خواص عمومی ماده

۸- فیزیک کلاسیک، بسیاری از سوالات ما را درباره طبیعت به خوبی پاسخگو است.

۹- در مکانیک کلاسیک سه کمیت جرم و طول و زمان مستقل و ثابت هستند در صورتی

که در مکانیک نسبیتی این سه کمیت ثابت و مستقل نیستند.

۱۰- یک تئوری است که بتواند از عهده تفسیر نیروهای جاذبه جرمی و جاذبه کولنی و سایر

نیروها و میدانها برآید.

۱۱- د / ۱۲- د / ۱۳- ج / ۱۴- د / ۱۵- الف / ۱۶- ج / ۱۷- ب / ۱۸- ج /

۱۹- ج / ۲۰- د /

پاسخ خودآزمایی ۲

درجاهای خالی به ترتیب واژه و یا جمله های زیر قرار می گیرد.

- ۱- واقعیت، حقیقت، حقیقت، واقعیت‌های، حقایق.
- ۲- حواس، فرضیه، فرضیه، استقرا.
- ۳- برهان، اثبات سایر احکام.
- ۴- واقعیت، قانون.
- ۵- متحدالشکل بودن (یکنواختی)، پیش بینی.
- ۶- قانون، تئوری.
- ۷- قانون انبساط و انقباض مواد بر اثر حرارت، قانون گازها، قوانین ذوب و انجماد...
- ۸- نیست، مدل، مدل، مدلهای،
- ۹- مسئله، فرضیه، فرضیه، فرضیه، قانون، قانون.
- ۱۰- برای جواب، به واژه نامه مراجعه فرمایید.
- ۱۱- ج / ۱۲- د / ۱۳- ب / ۱۴- ج / ۱۵- د / ۱۶- ج /

منابع و مآخذ

فیزیک چیست؟

- ۱- اینشتین، آلبرت - اینفلد. سیر تکامل علم فیزیک، ترجمه احمد آرام. انتشارات اکبر علمی.
- ۲- اینشتین، آلبرت - مقالات علمی. ترجمه محمود مصاحب. انتشارات پیروز ۱۳۴۶.
- ۳- پانوماریف، ل. در آن سوی کوانت. ترجمه هوشنگ طغرانی. نشریات میر.
- ۴- پلانک، ماکس. تصویر جهان در فیزیک جدید. ترجمه: مرتضی صابر. شرکت سهامی کتابهای جیبی.
- ۵- قالچه چیان - کشت بد. فیزیک مدرن. انتشارات امیرکبیر ۱۳۴۸.
- ۶- هشترودی، دکتر محسن. دانش و هنر، کتابفروشی دهخدا.
- ۷- یونسکو. بررسی آموزش فیزیک در دانشگاهها. انتشارات وزارت علوم و آموزش عالی ۱۳۵۵.
- ۷- شرودینگر، اروین. علم، نظریه، انسان. ترجمه احمد آرام. شرکت سهامی انتشار.
- ۸- ایوانف، و. فیزیک جدید. مترجم محمد مهدی سلطان بیگی انتشارات دانشکده علم و صنعت.

روش علمی

- ۱- فیلیسن، شاله. شناخت روش علوم، ترجمه یحیی مهدوی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- جعفری، محمد تقی. شناخت از دیدگاه علمی و قرآن دفتر نشر فرهنگ اسلامی ۱۳۶۰.
- ۳- آگ برن ونیم کف. زمینه جامعه شناسی اقتباس امیرحسین آریانپور.
- ۴- حائری یزدی، مهدی. کاوشهای عقل نظری شرکت سهامی انتشار.

۶- خواجه نصیر طوسی، احمد. آشنایی با علم، دانشگاه آزاد ایران.

نام آوران فیزیک

- ۱- گاموف، جورج. سرگذشت فیزیک، ترجمه رضا اقصی، شرکت سهامی کتابهای جیبی.
- ۲- برنال، جان. علم در تاریخ، ترجمه حیدری، ثلاثی و خرمشاهی. انتشارات امیرکبیر.
- ۳- نصر، سیدحسین. علم و تمدن در اسلام، ترجمه: احمد آرام، شرکت سهامی انتشارات خوارزمی.
- ۴- سارتون، جورج. مقدمه بر تاریخ علم، ترجمه غلامحسین صدری افشار.
- ۵- اینشتین، آلبرت، دنیایی که من می بینم، ترجمه فریدون سالکی. انتشارات پیروز.
- ۶- قربانی، ابوالقاسم. بیرونی نامه، انتشارات انجمن آثار ملی.
- ۷- روسو، پی.یر. تاریخ علوم، ترجمه حسن صفاری.
- ۸- برنشتاین، جرمی اینشتین، ترجمه احمد بیرشک. انتشارات خوارزمی.
- ۹- رابرت، ال و بر. پیشگامان دانش، ترجمه دکتر حبیب الله فقیهی نژاد انتشارات درنا.

معرفی چند کتاب خواندنی درباره تاریخ فیزیک و مفاهیم آن

نام کتاب	نویسنده	مترجم	ناشر
الفبای مکانیک کوانتا	ویتالی رادنیک	مجتبی جعفر پور	گوتنبرگ
الکترون	آکیستایگار و دسکی	نازار هامبارچیان	گوتنبرگ
انرژی هسته ای و کار برد آن	مهندس لسانی	—	دانش وفن
انقلاب الکترونیک	اس. هندل	—	کتابهای جیبی
پایه های فیزیک جدید	جان ماکسول ایروین	نصراله حاج سیدجواد	شرکت سهامی انتشار
پیدایش و مرگ خورشید	جورج گاموف	احمد آرام	کتابهای جیبی
پیشگامان دانش	—	—	—
فیزیکدانان برنده جایزه نوبل	رابرت. ال. وبر	دکتر حبیب اله فقیهی نژاد	نشر درنا
تاریخ صنعت	—	—	—
از ماشین بخار تا قمر مصنوعی	هاینز گارتمان	مهندس منوچهری-مهندس تمدن	شرکت سهامی نشر اندیشه
تاریخ علم	جورج سارتن	احمد آرام	امیرکبیر
تاریخ صنایع و اختراعات	پی. یرروسو	—	امیرکبیر
تصور جهان در فیزیک جدید	ماکس پلانک	مرتضی صابر	کتابهای جیبی
دایرة المعارف	—	—	—
دانشمندان علم و صنعت (سه جلد)	آیزاک آسیموف	محمود مصاحب	بنگاه ترجمه و نشر کتاب
در آنسوی کوانتا	پانوناریف	هوشنگ طفرائی	گوتنبرگ
در جهان علم	آیزاک آسیموف	هوشنگ شریف زاده	انتشارات فاطمی
ذرات بنیادی	میاگیشف	باقر مظفرزاده	کتابهای سیمرغ
سرگذشت فیزیک	جورج گاموف	رضا اقصی	انتشارات پیروز
سرگرمیهای فیزیک (دو جلد)	یاکوب پرلمان	مهندس احمد تمدن	کتابهای سیمرغ
سرگذشت زمین	جورج گاموف	دکتر محمود بهزاد	کتابهای جیبی
شش بال علم	جورج سارتن	احمد آرام	—
علم-نظریه-انسان	اروین شرودینگر	احمد آرام	شرکت سهامی انتشار

علم و زندگی	مونتگمری - هیس - او بون	احمد بیر شک ...	امیر کبیر
علم به کجای رود	ما کس پلانک	احمد آرام	فجر
فیزیک برای همه	ل. لاندائو	—	بنگاه نشریات میر
فیزیک برای سرگرمی (دو جلد)	پرلمان	—	بنگاه نشریات میر
فیزیک و فلسفه	جیمز جنیز	مهندس بیانی	کتابهای جیبی
کشفهای شگفت انگیز ارشمیدس	جوماس	پوران صلح گل	امیر کبیر
کشف کیهان	فیلیپ دولا کوناردیه	دکتر مصطفی شیرین پور -	انتشارات فاطمی
مقالات علمی	آلبرت اینشتین	دکتر مصلحی فرد	انتشارات پیروز
مقدمه بر تاریخ علم	جورج سارتن	محمود مصاحب	—
مفهوم نسبیت اینشتین و نتایج		غلامحسین صدری افشار	
فلسفی آن	برتراند راسل	مرتضی طلوعی	امیر کبیر