تحول دیدگاه فیزیکی

توسط: محمد اخلاقی

دانشجوی نمونهٔ دانشگاه شیراز

makhlaghi@gmail.com

کل فیزیک چیزی بیشتر از دقیق تر کردن افکار روزمرهٔ ما نیست.
آلبرت انشتاین، فیزیکدان آمریکایی متولد آلمان

علم امروز مجموعه ای بسیار پیچیده از دانستنی های قابل تجربهٔ بشری است که سرعت پیشرفت آن، مخصوصاً در صد سال اخیر، تقریباً غیر قابل باور است. اما باید توجه داشت که این پیشرفت بدون پیشینه نبوده و بشر حدود ۵۰۰۰ سال تمام به اشکال مختلف مشغول بحث و بررسی جهان اطراف خود بوده است. باید در نظر داشت که این دیدگاه فعلی علم نسبت به جهان (دیدگاه مکانیستی) نتیجهٔ تکامل و ادغام دیدگاه های قبلی است و به هیچ وجه از آنها مستقل نیست(در صورتی که در نگاه اول کاملاً متفاوت و مستقل به نظر می رسد). این نکته را نیز نباید از یاد برد که علم کاملاً نسبی است و تماماً به کیفیت مشاهدات و دیدگاه مشاهده گر بستگی دارد، در نتیجه نباید به علم امروزی بشر و حتی روش علمی اعتماد تام کرد و باید دانست که قطعا انسان های آینده به خاطر این نوع دیدگاه ما نسبت به جهان از ما تعجب خواهند کرد (همانطوری که نوع دیدگاه باستانیان به جهان ما را به به تعجب وا می دارد). با جمله ای از ویل دورانت در کتاب تاریخ تمدن (جلد اول)، مقدمه را تمام می کنم "از کجا می دانیم که آنچه ما آن را عنوان موهومات و خرافات می دهیم، نوع دومی از یک خطا و اشتباه نباشد، که ما نوع اول آن را علم می خوانیم". پس با تحول تاریخی علم پیش می رویم:

در شمال شرقی مصر(جنوب عراق امروزی) حدود ۲۰۰۰ ق.م تمدنی به نام بابل به وجود آمد، بر خلاف مصری ها بابلیان مردمی تجارت پیشه بودند و به همین جهت امید کامیابی در علم برای ایشان بیش از کامیابی در هنر بود. از بازرگانی ریاضیات پیدا شد و علم ریاضی به کمک دین، اسباب پیدایش علم نجوم را فراهم آورد. ریاضی دانان بابلی اساس کار خود را تقسیم دایره به ۳۶۰ درجه و تقسیم سال به ۳۶۰ روز قرار داده بودند. بر روی این، دستگاه شمار سیتی(بر مبنای شصت)پیدا شد، و این خود مبنای دستگاه شمارش اثنی عشری(دوازده ای) است که بعد ها روی کار آمد. عددی که بابلیان برای π بدست آورده بودند، عدد ۳ بود.که البته این اندازه تقریب برای جامعه منجمی چون بابل شایسته به نظر نمی رسد. علم نجوم مختص به بابلیان بود و در تمام عالم باستان به آن اشتهار داشتند، در این مورد نیز باید گفت که سحر و جادو منشاء پیدایش این علم بوده است. هر ستاره در نظر آنان خدایی بود که دست در کار مردم داشت و تدبیر امور بی تاثیر از آن صورت نمی پذیرفت: مشتری مردوک(خدای اصلی) بود و عطارد نبو و مریخ نرگال و خورشید شمس، ماه سین بود و زحل نینیب و زهره عشتر(خدای عشق)[1]. شاید جالب باشد که بدانید شمارهٔ خدایان نزد بابلیان بیشتر از ۶۵۰۰۰ بود. (ویل دورانت، تاریخ تمدن)

از اولین متفکران یونان (از بین کسانی که که نامشان ثبت شده است)، طالس (تقریبا ۶۰۰ ق م) بود. طالس بعد از مسافرت هایی که به بین النهرین و مصر داشت در یونان مدرسه ای ایجاد کرد، در آن قضایای ریاضی مختلف را مورد بررسی قرار می دادند که قضیهٔ معروف طالس یکی از محصولات این مدرسه است. بعد از طالس فیلسوفان زیادی آمدند و هر کدام به نوبهٔ خود سهمی در پیشرفت درک بشری داشتند که بحث در رابطه با آنها خارج از حوصلهٔ این مختصر است.

واضح است که مصریان برای ساختن اهرام احتیاج به دانش زیادی در رابطه با فرمولهای هندسی و کار با اشکال فضایی داشتند، همانند به دست آوردن حجم ها و محیط های اجسام هندسی. بابلیها هم دایره را به ۳۶۰ درجه تقسیم کرده بودند و تقویم نجومی خیلی پیچیده ای به وجود آورده بودند. ولی در ظاهر این یونانیها بودند که اولین بار شروع به مطالعهٔ ریاضی برای خود ریاضی کردند (مستقل از کاربرد نتایج بدست آمده). مصریها فرمولهایی برای محاسبه کردن حجم به دست آورده بودند، یونانیها این فرمولها را اثبات کردند و موضوع کلیت یک مفهوم انتزاعی را مطرح کردند که مربوط به یک یا دو مورد خاص نمی شد بلکه تحت همهٔ موارد درست از آب در می آمد. به شکلی دیگر می توان گفت: کشف قضیهٔ فیثاغورس نبود که به عنوان پیشرفت بزرگ محسوب می شد، در واقع اثبات این قضیه بود که نشانهٔ شروع فلسفه و علم به شمار می رفت. اما حدود دو قرن بعد از فیثاغورس (۵۰۰ ق م)، در نتیجهٔ تکامل دیدگاه های آنها و باز تر شدن شرایط اجتماعی یونان و همینطور

پیروزی یونان بر پارس که باعث بدست آوردن غنایم زیادی برای یونانیان شد، در سه نسل متوالی سه فیلسوف که هر کدام بـه ترتیب استاد بعدی بود، در یونان به ترویج تفکر خود پرداختند که بیشترین تغییری که در دیدگاه بشر تا به حال به وجود آمده را باعث شدند.

این سه فیلسوف به ترتیـب سـقراط(۳۹۹-۴۷۰ ق.م)، افلاطـون(۳۴۷-۴۲۷ ق.م) و ارسـطو (۳۲۲-۳۸۴ ق.م) بودنـد. پیش از سقراط محققاً فلاسفه ای وجود داشته اند، در میان آنها مردانی قوی مانند طـالس و هراکلیتـوس و باریکبینـانی نظیـر پارمندیس و زنون ایلیایی و پیامبرانی همچون فیثاغورس و امپدوکلس بودند. اندیشهٔ آنها متوجه طبیعت خـارجی اشـیاء بـود و قوانین عناصر اولیهٔ جهان مادی و سنجش پذیر را بررسی می کردند. سقراط می گفت اینها همه بسیار خوب است اما فیلسـوف موضوعی بسیار جالبتر و شایسته تر از درختان و احجار و ستارگان دارد که نظر دقتش را جلـب کنـد و آن روح انسـانی اسـت؛ اینکه انسان چیست و چه می تواند باشد. فلسفه وقتی آغاز می شود که راه شک را فرا گیرنـد و مخصوصـاً در آرا و معتقـدات و مسلمات عندالکل که برای شخص خیلی گرامی است شک کنند. چه کسی می داند که چگونه این معتقدات عزیز و گرامـی در ما مبدل به یقین شد و کدام میل نهایی آنها را با مهارت در ما راسخ ساخت و لباس تفکر و استدلال به آنها پوشانید؟ اگر ذهـن و فکر متوجه خود نباشد و خود را نیازمند فلسفهٔ واقعی تحقق نخواهد یافت.(ویل دورانت)

نظریات سقراط بیشتر فلسفی بود تا علمی اما آموزشهای او تحت همین عقاید بود که افلاطون را تربیت کرد و همـان آموزش ها بود که ارسطو را به شکلی بار آورد که عملاً اولین پایهٔ منطق، فیزیک، زیست شناسی و به طور کلی علم را گذاشت.

افلاطون دنیای ایده آل را دنیای فرای دنیای زمینی ما می دانست، دنیایی که حقیقت محض در آن است و به زبـانی می توان گفت سایه های خیلی مخدوش آن حقیقت است که جهان ما را به وجود آورده است. حرکت سیاره ها و ستاره از نظـر او مربوط به دنیای ایده آل بود. علم نجوم رصدی تا آن زمان به حد نسبتاً خوبی پیشرفته بود؛ بابلیها اولـین کسـانی بودنـد کـه تفاوت سیارات را از ستاره ها تشخیص دادند و آسمان را درجه بندی کردند، یونانیها هم این دانش را به ارث برده بودند. مسـالهٔ خیلی عجیبی که در حرکت سیارات وجود داشت این بود که چرا مریخ در آسمان یک حرکت معکوس دارد: در طول سال شب به شب مریخ از سمت غرب به سمت شرق حرکت می کند، اما مواقعی وجود دارد که حرکت مریخ از شرق به غـرب مـی شـود! که برای افلاطون خیلی مسالهٔ مهمی بود.

این مشکل از آنجا ناشی می شد که به پیروی از فیثاغورس، افلاطون اعتقاد داشت که دایره کامل ترین شکل اسـت و چون حرکت سیارات در دنیای ایده آل است پس حرکت سیارات حول زمین باید دایره ای باشد. از طرف دیگر یونانیان زمین را مرکز جهان می دانستند. با وجود این فرضیات در حرکت غرب به شرق مریخ نباید حرکت معکوسـی وجـود داشـته باشـد، امـا وجود داشت. این مساله به همراه چند مشکل دیگر باعث شد که افلاطون اولین قدم را در راه بررسی علمی بردارد و آن این بود که یک هدف مطرح کرد که حتی امروز دانشمندان در جهت همان هدف جلو می رود: با اینکه ظواهر ممکـن اسـت پیچیـده و کاملاً به هم ریخته باشند اما پشت هر پیچیدگی باید یک حقیقت و قانونی ساده وجود داشته باشد (بـه تبعیـت از دنیـای ایـده آل) که باید این قانون و حقیقت را کشف کرد. نمونهٔ این قانون برای حرکت مریخ به این شکل می شود: دلیل این حرکت مریخ هر چه باشد باید بتوان با دایره آن را جواب داد و اینکه ساختاری که با دایره برای این حرکت استفاده مـی شـود بایـد تـا حـد ممکن ساده باشد.

یکی از شاگردان افلاطون جوانی مقدونی بود که افلاطون لقب او را "عقل مجسم" آکادمی(باغ افلاطـون) مـی نامیـد. امروزه ما او را با نام ارسطو می شناسیم. ارسطو در یک محیط طبی پرورش یافته بود (پدر او طبیـب مخصـوص شـاه مقدونیـه بود) و به همین جهت ذهن او مایل و علاقه مند به علم بود. ارسطو به روایتی ۸ سال و بـه روایـت دیگـر ۲۰ سـال از افلاطـون درس گرفت. بعد از آن راهی مقدونیه شد و به فرمان فیلیپ، شاه مقدونیه شروع به تربیت اسکندر کرد. با کمک اسکندر ارسطو توانست تحقیقات خود را پیش ببرد و تا ۱۲ سال آخر عمر تمام کار ارسطو روی زیست شناسی بود. با وجود همهٔ آموزش هایی که ارسطو به اسکندر داد اما به قول ویل دورانت در کتاب تاریخ فلسفه: اسکندر بیشتر توانسـت اسـب خـود را تربیـت کنـد تـا ارسطو، اسکندر را.

در آن دوازده سال ارسطو تعداد زیادی کتاب نوشت (اکثراً بعد از مرگ ارسطو به صورت کتاب در آمدنـد). بـه عنـوان مثال، چند نمونهٔ از کتابهای ارسطو می توان کتاب های فیزیک، متافیزیک، خواب ها، تاریخ حیوانات، حافظه، در مـورد تفسـیر، هواشناسی، اجزاء حیوانات، شعر ها و ... را نام برد. آثار ارسطو عملاً "دایره المعارف" یونان باستان است. تمام مسائل مربوط به

زیر و بم فلک در آن یافت می شود. و به همین جهت جای شگفتی نیست که اشتباهات و توهمات ارسطو از هر فیلسوف دیگری که دست به قلم برده بیشتر است. اما نخستین مزیت و برتری بزرگ ارسطو در این بود که وی تقریباً بدون پیشرو و مرشد و به نیروی تفکر خود دانشی نوین بنیان گذاشت و آن علم منطق بود. به طور ساده منطق هنر و روش درست فکر کردن است. منطق روش یا میزان هر علم و فن هر گونه نظام است. هیچ چیز مانند منطق گرانبار و کسالت انگیز نیست و هیچ چیز هم مانند آن این اندازه با اهمیت نمی باشد.(ویل دورانت)

بعد از ارسطو فیلسوفان و دانشمندان زیادی توانستند با تقسیم بندی هایی که ارسطو کرده بود و مهمتر از آن با سلاح منطق به مقابله با مشکلات قبلی بروند؛ دو مثال خیلی مهم ارشمیدس و اقلیدس هستند که هر کدام توانستند با منطق ارسطو نظم و ساختاری خیلی قوی و تقریبا بدون مشکل (با در نظر گرفتن شرایط زمانه) برای هندسه به وجود بیاورند. با آمدن رومی ها به سرزمین های یونان به آهستگی این علاقه به دانش و فلسفه کاهش پیدا کرد. فقط می توان از مدرسهٔ اسکندریهٔ روم به عنوان نقطه ای روشن در فلسفه و علم رومی ها نگاه کرد، در آنجا بود که بطلمیوس توانست یک جواب نسبتا ساده به مسالهٔ چرخش عجیب سیارهٔ مریخ بدهد.

بطلمیوس با این توضیح که مریخ در دایره ای در حال گردش است که مرکز آن دایره خود در مداری دایروی حول زمین در حال چرخش است توانسته بود با اظافه کردن یک دایره مساله را حل کند. ولی باید گفت که هنوز در زمان بطلمیوس فلسفه از علم جدا نشده بود و علم به عنوان جزوی از فلسفه مورد بررسی قرار می گرفت، به زبان دیگر می توان گفت که فیزیک جزوی از فلسفهٔ طبیعی بود. بعد از بطلمیوس (حدود سال های ۱۰۰ میلادی) و مدرسهٔ اسکندریه، علم و فلسفه در اروپا به طرز عجیبی از بین رفت. می توان گفت که در کل اروپای بین قرن های سوم الی پانزدهم میلادی تقریبا کتاب جدیدی به رشتهٔ تحریر نیامد و تمام فلاسفه در حال بحثهای تکراری روی عنوان های قبل بودند (قرون وسطا). لازم به ذکر است که در این دوران اروپا به طور کلی کتاب های ارسطو را از یاد برد و ملاک تمام فلسفه، افکار کشیشان مسیحی بر مبنای فلسفهٔ افلاطونی بود.

اما جایی که فیلسوفان دوران رم باستان دیگر از آن جلوتر نیامدند، فیلسوفان دوران اسلامی توانستند راه را ادامه دهند؛ به کمک مامون در اوایل خلافت عباسی، مکانی به عنوان بیت الحکمه در بغداد با بودجهٔ کلانی تشکیل شد، در این مکان تعداد زیادی از دانشمندان گرد هم آمدند و به ترجمهٔ کتاب های یونانی، هندی و ایرانی به عربی مشغول شدند، طوری که در کمتر از صد سال تقریبا تمام کتاب هایی که تمدن بشری تا آن زمان از خود به جای گذاشته بود به عربی ترجمه شدند. از طرفی به دلیل وسعت بسیار زیادی که جهان اسلام در آن زمان ها (و بعد از آن) پیدا کرده بود (از غرب چین تا اسپانیا) و این نکته که تمام این سرزمین ها به زبان عربی بحث می کردند، فیلسوفان زیادی در جای جای این سرزمین روییدند که می توان از خوارزمی، بیرونی، ابن سینا (به نظر تعداد زیادی از فیلسوفان بهترین شاگردی که ارسطو می توانست داشته باشد)، ابن هیثم، خیام، خواجه نصیرالدین طوسی و تعداد زیادی از دانشمندان دوران اسلامی تا حدود قرن سیزدهم میلادی نام برد که هر کدام کمک های شایانی به درک جهان اطراف کردند.

به عنوان یکی از مهمتری تاثیراتی که این افراد روی علم گذاشتند می توان به جدا کردن علم عملی از فلسفه اشاره کرد. از دوران محققان اسلامی بود که تعدادی از منجمان و ریاضی دانان ابراز عقیده کردند که برای حل مسایل در این زمینه ها نیازی به دانستن فلسفه نیست، به عنوان مثال قوشجی در یک اقدام عجیب (برای عالمان آن زمان) مقدمه ای که تمام منجمان در رابطه با فلسفهٔ طبیعی در اول کتاب های خود می نوشتند را حذف کرد! دانشمندان اسلامی همچنین مشکلات بسیار زیاد دیدگاه بطلمیوس را مورد نقد قرار دادند و حدود قرن پانزدهم میلادی بود که با ترجمهٔ کتاب های عربی به لاتین (مهمترین آنها کتاب های ابن رشد، در رابطه با ارسطو) اروپا دوباره با ارسطو و دانشمندان قبل خود و دوران اسلامی آشنا شد.

اواخر قرن شانزدهم (بعد از حدود دویست سال ترجمهٔ کتاب های عربی به لاتین) کپرنیک کتابی را منتشر کرد که در آن نظریهٔ جدیدی مطرح شده بود، نظریه ای که تا آن زمان هیچ کس به این صراحت بیان نکرده بود؛ این که زمین مرکز جهان نیست! برخورد کلیسا با این نظریه خیلی شدید بود، حتی تعداد زیادی از معتقدان به آن را زنده در آتش سوزاند. اما در اوایل قرن هفدهم با آمدن تلسکوپ گالیله توانست چهار ماه بزرگ مشتری را رصد کند (به این نتیجه رسید که همه چیز دور زمین نمی چرخد!)، هلال های زهره را دید (که طبق نظریهٔ خورشید مرکزی نباید ایجاد می شدند) و مشاهداتی خیلی عجیب

کرد که فقط می توانست با یک جهان خورشید مرکزی توجیه شود، نه زمین مرکزی. البته گالیله هم از شکنجه های کلیسا در امان نماند و تا آخر عمر در خانهٔ خود (یکی از بزرگترین و مرفه ترین خانه های آن زمان ایتالیا) زندانی شد!!!

تقریبا همزمان با گالیله کپلر توانست با تحلیل مشاهدات تیکو براهه (منجم دانمارکی و استاد خود) معادله ای برای مسیر حرکت مریخ در آسمان بنویسد، اما با فرض یک جهان خورشید مرکزی معادلهٔ مدار بسیار ساده تر و خطایی بسیار کمتر از خود نشان می داد، بر همین اساس او با کمک مسالهٔ افلاطون، جهانی خورشید مرکزی را قبول کرد. با پذیرفتن این نظریه مدار زمین و بقیهٔ سیارات به دور خورشید مدار هایی بیضوی به دست می آمدند، هرچند قبول این مساله کمی برای آن زمان سخت بود اما او سه قانون در رابطه با حرکت سیارات مطرح کرد که شاید بتوان از آنها به عنوان اولین (ولی نه مهمترین) قوانین فیزیک نام برد. اولین این قانون ها می گوید که یک سیاره در مداری بیضوی به دور خورشید در حال چرخش است، قانون دوم می گوید که سرعت حرکت سیاره در مدار همه جای مدار یکسان نیست و قانون سوم رابطه ای بین دورهٔ تناوب و قطر بیضی بیان می کند.

همان سالی که گالیله از دنیا رفت (اواسط قرن هفدهم) نیوتن به دنیا آمد، نیوتن توانست از مشاهدات گالیله، ریاضیات و مشاهدات کپلر و هندسهٔ دکارت (فیلسوف فرانسوی) سه قانون به نام خود در فیزیک به ثبت برساند. این سه قانون حتی امروزه هم کاربردهایی بسیار زیاد در مکانیک دارند. اولین این قوانین که گالیله را می توان کاشف آن دانست (در دوران زندان خود به این قانون رسید) می گوید که هر جسمی در هر حالت لختی که باشد (ساکن یا در حال حرکت با سرعت ثابت) آن حالت را حفظ می کند، مگر اینکه نیرویی به آن وارد شود. قانون دوم (معروف ترین و پر کاربرد ترین سه قانون او) رابطه ای بین شتاب (به عنون تغییر سرعت)، جرم (تعریف بر اساس قانون اول) و نیرو (در این قانون تعریف می شود) تعریف می کند و قانون سوم به زبان ساده می گوید که هر عمل روی یک جسم، عکس العملی دارد. البته باید گفت که نیوتن در آن زمان هنوز جدایی شدیدی بین فلسفه و فیزیک ایجاد نکرده بود، طوری که کتاب خود می نویسد که من در حال کار روی فلسفهٔ طبیعی هستم و در جایی دیگر می نویسد مکانیک همان هندسه است، اما با دقتی کمتر!

لازم به ذکر است که تا زمان نیوتن دیدگاه دانشمندان به جهان به شکل یک پوستهٔ کروی از ستاره ها بود (همهٔ ستاره ها روی یک پوستهٔ کروی فرض می شدند)، داخل این پوسته سیارات در حال چرخش در مدار های خود بودند و مرکز این کره خورشد بود، به اعتقاد آنها (تا قبل از نیوتن) خدا (یا فرشته هایش) در حال چرخش آخرین کره بود، آن کره باعث چرخش زحل می شد، زحل مشتری را می چرخاند و ... . اما نیوتن به یک روایت با افتادن سیبی بر سرش هنگامی که در باغی نشسته بود!!! به فکر قانون گرانش افتاد، طبق قانون گرانش نیوتن نیرویی که باعث جذب دو جسم می شود (گرانش) فقط با جرم دو جسم و فاصلهٔ بین آنها بستگی دارد، او این مطلب را در یکی از ضمیمه ها کتاب خود آورد. با مورد قبول قرار گرفتن نظریهٔ گرانش نیوتن، دنیا دیگر نمی توانست دنیای دو بعدی قبل باشد، دیگر همه چیز (سیارات و ستاره ها) جرم داشت (همانند یک سیب!) پس قانون گرانش باید برایش صادق می بود. در واقع نیوتن تقدسی که تا آن روز برای دنیای فرای زمین وجود داشت را زیر پا گذاشت و سیارات و ستاره هایی که برای افلاطون نهایت تقدس را داشتند را هم ارزش یک سیب یا یک تکه سنگ قرار داد.

می توان این کار نیوتن را کاری انقلابی دانست، زیرا از آن لحظه بود که تقریبا همه چیز از تقدسی که تا قبل از آن برای مردم داشت خالی شد! این اتفاق تقریبا همزمان با از قدرت افتادن کلیسا، قدرت یافتن مخالفان و انقلاب صنعتی در اروپا بود. بعد از نیوتن تعدادی از دانشمندان وقت خود را روی ترکیبات شیمیایی گذاشتند و خیلی سریع به این نتیجه رسیدند که ماده از اتم هایی تشکیل شده است که تعداد آنها خیلی هم زیاد نبود، تعدادی به سمت زمین شناسی رفتند و خیلی سریع به نتایج بسیار جالبی رسیدند (یکی از این زمین شناسان داروین بود که در اواسط قرن نوزدهم با این دیدگاه مکانیکی سعی کرد توجیهی برای شکل های موجودات عجیبی که در سنگ ها پیدا می شد (فسیل ها) بیاورد که به نظریهٔ تکامل موجودات زنده رسید و حتی انسان را هم از تقدس انداخت!) ولی اکثر افراد بعد از نیوتن (در قرن های ۱۸ و ۱۹ میلادی) به طرز جنون واری به دنبال فهم دنیای مکانیکی تازه آزاد شده رفتند، دانشمندانی مانند لاپلاس و لاگرانژ (هر دو فرانسوی) توانستند علم مکانیک در علم مکانیک تحول هایی بسیار بزرگ ایجاد کنند ، تعدادی دیگر نبوغ خود را در فهم هر چه بیشتر حرکت سیارات و مدار دنباله دار ها گذاشتند ولی از اواسط قرن هجدهم میلادی تعدادی از دانشمندان مانند فارادی، گوس، آمپر و بعد از آنها ماکسول با مشاهدهٔ مواد مغناطیسی نظریهٔ ای جدید در فیزیک به نام میدان های الکترومغناطیس به وجود آوردند. لازم به ذکر

است که به دلیل آشنا شدن با یک دنیای جدید، ریاضیات هم پیشرفتی خیلی بزرگ (شاید در آن دویست سال از همهٔ علوم بیشتر) کرد.

ماکسول (دانشمند اسکاتلندی) در اواسط قرن نوزدهم بر مبنای کار های دانشمندان قبل، توانست برای میدان های الکتریکی و مغناطیسی (که کشف اینها خود داستانی بسیار بلند دارد) چهار قانون به دنیا معرفی کند که با جمع این چهار قانون تقریبا تمام خواص این میدان ها به دست می آمد. با توجه به اینکه از اواسط قرن نوزدهم به بعد تکنولوژی و دقت در مشاهدات به حد بسیار بالایی (نسبت به ۲۰۰ سال قبل) رسیده بود دانشمندان به سمت مقیاس های بزرگتر (در حد جهان) و کوچک تر (ساختار اتم) متمایل شدند. همانطور که خواهید دید این تمایل فیزیک مدرن امروزی را به وجود آورد.

حدود ۳۰ سال بعد از ماکسول، مایکلسون و مورلی (دو دانشمند آمریکایی) شکی بزرگ در ساختار جهان آن زمان کردند؛ تا آن زمان اعتقاد بر این بود که هر موج (حتی امواج الکترومغناطیس) برای انتشار به محیطی نیاز دارند که آن محیط را برای فضای بیرون از جو (که هوا وجود ندارد ولی امواج الکترومغناطیس حاضر هستند) را اتر می نامیدند، مایکلسون و مورلی با ساخت یک تداخل سنج بسیار دقیق (نسبت به زمان خود) آزمایشی ترتیب دادند تا سرعت چرخش زمین در اتر را اندازه گیری کنند، اما در نهایت تعجب دیدند که در هر قسمتی از مدار، این آزمایش همان نتیجهٔ قبل را می دهد (به فرض: فرقی نمی کرد زمین در حال حرکت به سمت راست است یا چپ). با انتشار این نتیجه (اواخر قرن نوزدهم) فکر اکثر دانشمندان به سمت توجیه این اتفاق متمایل شد، این نتیجه تمام پایه های مکانیک کلاسیک (ساختهٔ نیوتن) را خراب می کرد اما خراب کردن پایه ای که تا این حد باعث پیشرف شده بود کار آسانی نبود به همین دلیل اولین توجیهی که مطرح شد کار آقای لورنتس بود، توجیه او به این شکل بود که طول مشاهده شده در راستای حرکت کوتاه تر به نظر می رسد و زمان مشاهده شده برای ناظری در حرکت بازه های بلند تری دارد (زمان آهسته تر می گذرد)، این نظریه هرچند قبول آن خیلی با پایه های مکانیک کلاسیک آسان نبود، اما تا سال ۱۹۰۵ بهترین نظریه به شمار می رفت.

اوایل قرن نوزدهم همچنین دانشمندان متوجه طیف عناصر از طریق مشاهدهٔ دقیق طیف خورشید و ستاره ها شدند، از همین طریق بود که عنصر هلیوم کشف شد. طیف عناصر مختلف در حالت های مختلف هم تا اواخر قرن نوزدهم شناخته شد و با همین وسیله علم شیمی نیز پیشرفت قابل توجهی کرد. اما یک مشکل خیلی بزرگی هم اینجا به وجود آمد؛ مشاهده شده بود که هر جسمی با هر ساختاری (در صورتی که جسم سیاه فرض شود) طیفی که از خود تابش می کند فقط بستگی به دمای آن دارد و در هر دما در یک طول موج خاصی بیشترین شدت را از خود نشان می دهد، این قضیه به عنوان تابش جسم سیاه مطرح شد و مشکلی اساسی را مقابل دانشمندان قرار داده بود تا اینکه آقای پلانک دقیقا در شروع قرن بیستم؛ سال ۱۹۰۰ توانست معادله ای برای این طیف پیدا کند که جوابی بسیار دقیق داشت، اما مانند پاراگراف قبل در رسیدن به جواب مجبور به فرضی شده بود که کل فیزیک الکترومغناطیس آن زمان را زیر سوال می برد؛ اینکه انرژی به صورت ذره ای منتقل می شود (تمام فیزیک الکترومغناطیس روی انتقال انرژی از طریق موج پایه گذاری شده است). خود پلانک هنگامی که این مقاله را چاپ کرد، نوشت؛ هر چند این فرض را می کنم، اما قبولش برایم خیلی سخت است، این نظریه نیز تا سال ۱۹۰۵ بی پاسخ ماند.

در سال ۱۹۰۵ آلبرت انشتاین به هر دوی این سوال ها جوابی داد که هر کدام به نوبهٔ خود تحولی بسیار عمیق را باعث شد، او سوال اول در رابطه با توجیه آزمایش مایکلسون-مورلی را با نگه داشتن اصول نظریهٔ الکترومغناطیس (ثابت بودن سرعت نور که از معادلات ماکسول نتیجه می شود) و زیر پا گذاشتن مکانیک کلاسیک (اینکه سرعت نور برای هر ناظر با هر سرعتی یکسان است) در نظریهٔ نسبیت خاص خود حل کرد. البته نسبیت خاص شامل نتایج لورنتس نیز بود، اما فرضیات لورنتس را رد می کرد (مکانیک کلاسیک). در جواب به مسالهٔ تابش جسم سیاه و اثر فوتوالکتریک (جدا شدن الکترون ها از یک فلز در اثر اشعهٔ نور) نیز انشتاین نظریهٔ خیلی مهمی را مطرح کرد و آن این بود که انرژی به صورت بسته هایی از موج (یا انرژی) منتقل می شود که هر بسته با سرعت نور حرکت می کند، انشتاین نام این بسته های موج را فوتون گذاشت (این نظریه جایزهٔ با افتخار نوبل را نسیب انشتین کرد). او همچنین در آن سال مقاله ای در رابطه با مکانیک آماری نوشت. در واقع به دلیل همین کار های انشتاین در آن سال بود که سال گذشتهٔ میلادی (سال ۲۰۰۵) به عنوان صدمین سالگرد این نظریه های انقلابی سال جهانی فیزیک نامگذاری شد.

انشتاین بعد از حدود ۱۱ سال مطالعه روی هندسهٔ ریمانی و تانسوری، توانست در سال ۱۹۱۶ نظریهٔ نسبیت عام خود را ارائه دهد. در نسبیت خاص، انشتاین فقط دستگاههایی که با سرعت ثابت حرکت می کنند را مورد بررسی قرار داد، اما در نسبیت عام دستگاه های شتاب دار را نیز وارد کرد. یک نتیجهٔ جالب که از نسبیت عام نتیجه می شود خمیدگی فضا-زمان در اثر وجود جرم است و چون نور در فضا-زمان در حرکت است، پس می توان گفت وجود یک جرم روی حرکت نور (با سرعت بسیار بالای خود) هم اثر می گذارد و آن را خم می کند. این نظریه در سال ۱۹۱۹ با کمک کسوفی که در آن سال اتفاق افتاد امتحان شد و همه دیدند که دو ستاره که باید پشت خورشید قرار بگیرند کناره های خورشید دیده می شوند، هر چند این دو نظریهٔ انشتاین خیلی مهم هستند اما همانطور که گفته شد، او به خاطر اینها موفق به کسب جایزهٔ نوبل نشد.

مقاله ای که انشتاین در رابطه با فوتون ها نوشت، تاثیری بسیار عجیب روی علم گذاشت، تاثیری که حتی فلسفه را شدیدا تحت تاثیر قرار داد و به جرات می توان گفت مهمترین یافتهٔ قرن بیستم بود. همانطور که گفته شد تا آن زمان ایده بر این بود که انرژی فقط به صورت موج منتقل می شود، اما انشتاین در مقابل ادعا کرد که انرژی به صورت فوتون نیز منتقل می شود. پذیرفتن این قضیه خیلی سخت بود، اما آهسته آهسته (تا اواسط دههٔ ۲۰ قرن بیستم) با آزمایش هایی که توسط دانشمندان مختلف انجام شد دیده شد که توجیه انشتاین چندان هم غیر منطقی نیست، همهٔ دانشمندان سعی در ایجاد یک هماهنگی بین این نظریه و معادلات ماکسول داشتند که مشکلی دیگر نیز مطرح شد: توسط آزمایشی که کامپتون طراحی کرد، دیده شد که می توان به فوتون ها اندازهٔ حرکت نسبت داد (تا آن روز قبول شده بود که اندازهٔ حرکت فقط به ذره مربوط است و هیچگاه برای موج در نظر گرفته نشده بود) بر این اساس دوبروی (دانشمند فرانسوی) با ارائهٔ یک نظریه داستان را خیلی پیچیده تر کرد و ادعا کرد که همانطور که موج می تواند ذره باشد، پس ذره هم موج است؛ او به ذره ای با اندازهٔ حرکت (حاصل ضرب جرم در سرعت ذره) خاص، طبق یک رابطه، طول موج نسبت داد و با آزمایش هایی که بعدا انجام شد، درستی آن ثابت شد.

در آن سال ها (بین ۱۹۲۳ الی ۱۹۳۰) فکر همه به این سمت رفته بود که این داستان موج و ذره بودن را چگونه می توان حل کرد. با توجه به اینکه توجیه آن خیلی سخت بود اکثر افراد به سمت توجیه ریاضی این اتفاقات رفتند. شرودینگر توانست با نسبت دادن یک تابع موج، مکانیکی برای این حالت ها ایجاد کند، هایزنبرگ، دیراک و تعدادی دیگر از دانشمندان هم سعی در ایجاد یک مکانیک ماتریسی کردند که به همان نتایج می رسید. تا اینکه بعد از هر دوی اینها و اواخر دههٔ ۲۰، مکس بورن توجیه فیزیکی قابل قبولی برای این اتفاقات ارائه کرد که انتشاین تا روز مرگش این توجیه را نپذیرفت!

طبق نظر آقای بورن مربع (توان ۲) تابع موجی که شرودینگر پیدا کرده بود (در مکانی خاص)، احتمال حضور ذره در آن مکان بود. قبل از آقای بورن آقای هایزنبرگ بر اساس مکانیک موجی به نظریهٔ عدم قطعیت رسید، که طبق آن مقدار خطای اندازه گیری مکان و اندازهٔ حرکت یک ذره با هم رابطهٔ معکوس دارند؛ اگر مکان دقیقا معلوم باشد، اندازهٔ حرکت آن با خطای بسیار بالا قابل مشاهده است. این نظریه احتمال را در ذات وجود ذره (تا آنجا که وجود ذره مربوط به مشاهده کننده است) تعریف می کند و می گوید که هر چیزی که بخواهد وجود داشته باشد، در صورت مشاهده هیچ وقت مکان و اندازهٔ حرکتی دقیق نخواهد داشت. انشتاین به عنوان یک فرد دینی (یهودی) هیچ وقت نتوانست این نظریه را قبول کند (برای او وجود عامل مقدسی بود که نباید آن را از تقدس در آورد)، او در این مورد جملهٔ معروفی دارد که می گوید "خداوند تاس نمی اندازد"! او تا آخر عمر معتقد بود که این احتمال ناشی از یک سری پارامتر هایی است که ما هنوز نشناخته ایم. انشتاین در اواخر عمر خود (اواسط قرن بیستم) به کیهانشناسی پرداخت و آنجا هم تحت تاثیر عوامل دینی (به عقیدهٔ تعداد زیادی از مورخان علم) دنیا را دنیایی متناهی فرض کرد و سعی در اثبات آن کرد، اما متاسفانه جواب این سوال را نیز نتوانست تا آخر عمر به همه اثبات کند.

اوایل دههٔ اول قرن بیستم راترفورد (دانشمند انگلیسی) با پرتاب هسته های هلیوم به سمت یک ورقه طلا و اینکه تعداد خیلی کمی از این هسته های هلیوم دقیقا روی مسیر رفت خود بر می گردند به این نتیجه رسید که اتم ها از یک هستهٔ سنگین به همراه الکترون هایی که اطراف آن در حال حرکت هستند تشکیل شده اند. با ایجاد نظریهٔ کوانتم (مکانیک موجی یا مکانیک احتمالی) مشاهدات طیف سنجی تا حد بسیار دقیقی توجیه شد و از حدود دههٔ ۱۹۳۰ به بعد با کار خانم و آقای کوری و تعداد زیادی از دانشمندان دیگر اطلاعات زیادی در رابطه با هستهٔ اتم نیز بدست آمد، طوری که برای اتمام جنگ جهانی دوم، آمریکا مجبور شد در یک پروژهٔ خیلی سریع و مهم (با نام پروژهٔ منهتن) تمام دانشمندان به نام را گرد هم آورد و

در سال ۱۹۴۴ اولین آزمایش موفقیت آمیز بمب اتمی را انجام دهد، سال بعد، آن را بر سر ژاپنی ها انداخت و از حدود یک دهه بعد بود که توانست این نیرو را کنترل کند و برای مقاصد صلح آمیز از آن استفاده کند.

تقریبا تمام زمینه های فیزیک (فیزیک هسته ای، حالت جامد، ذرات بنیادی، مکانیک آماری و ...) تحت تاثیر مکانیک کوانتم قرار گرفت و به همین دلیل می توان گفت تمام این گرایش ها بعد از دهۀ ۱۹۳۰ پا به عرصۀ وجود نهادند، بعد از دهۀ ۱۹۵۰ نیز زمینه هایی در فیزیک به وجود آمد که می توان از مهمترین آنها الکترودینامیک کوانتمی، نظریۀ میدان ها و امواج گرانشی را نام برد.

به طور کلی می توان فیزیک امروز را به این شکل تعریف کرد: علمی که با آجر های اساسی جهان سر کار دارد و نیرو های بین آنها را بررسی (با استفاده از تقارن، پایستاری و ...) می کند. تا این مرحله فیزیک دنیا را با چهار نیرو توضیح می دهد: نیروی الکترومغناطیس، نیروی هسته ای ضعیف، نیروی هسته ای قوی و نیروی گرانشی، در سه نیروی اول وحدت ایجاد شده است، به این معنی که ارتباط آنها را فهمیده ایم، اما هنوز ارتباط آنها را با گرانش کسی موفق نشده است پیدا کند، شاید بتوان گفت این مساله ای که پیش روی فیزیک امروز است و امید است در راستای حل آن بتوانیم دنیای اطراف خود را بهتر بشناسیم، حتی اگر به جواب سوال نرسیم!

در این مقاله سعی شد در نگاهی خیلی مختصر سعی و تلاش بشر در این ۵۰۰۰ سالی که وارد این دنیا شده است را مورد بررسی قرار دهیم، البته مسلما از ذکر نام تعداد زیادی از دانشمندان و تاثیراتی که داشته اند ناتوان ماندیم، چه فقط ذکر نام دانشمندان قرن ۱۸ و ۱۹ اروپا از ۵ صفحه بیشتر می شود! می بینیم اولین سوالی که برای بشر مطرح شد همان چیستی جهان بود. جواب بدست آمده (هرچند جواب کامل نبود) اما تا حدی بشر را راضی کرد, وقتی دید که از عهدۀ آن بر نمی آید شروع به فکر کردن به جزییات جهان کرد (مسایل ساده تر) به این امید که در نهایت از این جزییات آن سوال اول خود را جواب بدهد، البته همانطور که گفته شد، فعالا ما هنوز همان سوال اول را جواب نداده ایم. چه کسی می داند، شاید هیچ وقت نتوانیم جوابش دهیم، اما همانطور که دیدیم، تا به حال سعی در پیدا کردن این جواب ما را به این حد از علم و تکنولوژی رسانده است؛ ارتباطات خیلی سریع، نشستن روی کره ای دیگر، همانند سازی و ... اما از جهتی هم بهتر است از یاد نبریم که همین فیزیک (یا به طور کلی علم) امروزی، ما را با یک سنگ هم ارزش گرفته است..... .

لازم به ذکر است که تمام تاریخ ها، وقایع و مسایل فیزیکی بیان شده در این مقاله (با توجه به اینکه این یک مقالۀ دقیق علمی نیست) به طور تقریبی بیان شده اند (مگر در مورد های خاص). البته همانند هر بحث تاریخی-فلسفی مسلما به این بحث نیز نقد های زیادی وارد است که با وجود سواد ناچیز از آنها استقبال می کنم.

این فایل از آدرس زیر دریافت شده است:
http://astr.tohoku.ac.jp/~akhlaghi