

چرا

$E=mc^2$

و چه اهمیتی برای ما دارد؟



نویسندگان : برایان کاکس و جف فورشاو

مترجم : سیامک عطاریان

$$E=mc^2 \text{ چرا}$$

و چه اهمیتی برای ما دارد؟

عنوان اصلی : WHY DOES E=MC² :

And Why Should We Care?

نویسندگان : Brian Cox & Jeff Forshaw:

مترجم : سیامک عطاریان

ناشر الکترونیکی : سایت علمی بیگ بنگ (www.bigbangpage.com)

تاریخ انتشار : مرداد 1393

استفاده از مطالب کتاب با ذکر منبع بلامانع است

فهرست مطالب

.....	مقدمه مترجم
.....	مقدمه مولف
.....	فصل اول - فضا و زمان
.....	فصل دوم - سرعت نور
.....	فصل سوم - نسبییت خاص
.....	فصل چهارم - فضا زمان
.....	فصل پنجم - چرا $E=mc^2$
.....	فصل ششم - چه اهمیتی برای ما دارد؟ درباره اتمها، تله‌موش‌ها و قدرت ستارگان
.....	فصل هفتم - منشأ جرم
.....	فصل هشتم - پیچاندن فضا زمان
.....	پیوست 1 - مجموعه تصاویر

چکیده ای از فصل های کتاب

هدف ما در این کتاب شرح نظریه فضا و زمان انیشتین به ساده ترین شکل ممکن است و درعین حال نشان دادن زیبایی عمیق این نظریه. نهایتاً این کتاب ما را به جایی می برد که رابطه $E=mc^2$ را با ریاضیات تقریباً ساده ای در حد قضیه فیثاغورث به دست آوریم. نگران نباشید اگر فیثاغورث را هم به یاد نمی آورید زیرا به آن هم می رسیم. نکته مهم دیگر این است که خواننده پس از خواندن این کتاب بداند که فیزیکدانان مدرن به طبیعت به چه دیدی می نگرند و به چه ترتیبی نظریاتی را ارائه می دهند که بسیار کاربردی بوده و زندگی ما را دگرگون می سازند. با ساخت مدلی از فضا و زمان، انیشتین جاده ای را صاف کرد که بتوانیم بفهمیم چرا ستارگان

می‌درخشند، عمیقاً برای ما آشکار شود که موتورهای الکتریکی و ژنراتورها چگونه عمل می‌کنند، و نهایتاً بدانیم که فیزیک مدرن بر چه اساسی استوار است. این کتاب همچنین قصد دارد که تحریک‌کننده و چالش‌برانگیز باشد. هدف ما صرفاً بررسی فیزیک این نظریات نیست: نظریات انیشتین بسیار خوب بنیان‌گذاری شده و با حجم زیادی از شواهد تجربی تأیید شده‌اند که در طول کتاب به آن‌ها می‌پردازیم. در مسیر پیش رو بسیار مهم است که تأکید کنیم انیشتین راهی را برای ما باز کرد که بتوانیم تصویر دقیق‌تری از طبیعت داشته باشیم. در علم چیزی به‌عنوان حقایق جهانی وجود ندارند، بلکه دیدگاه‌هایی وجود دارند که هنوز رد نشده‌اند. در

حقیقت چیزی که به‌طور قطعی می‌توان گفت این است که نظریه انیشتین تا به امروز جواب داده. علم ما را تحریک

می‌کند که در دنیای اطرافمان تعمق کنیم. چه دانشمند باشید چه نباشید، همه مابینشی داریم و بعضی از برداشت‌هایمان از جهان اطراف، ناشی از تجربیات روزمره‌مان است. اگر ما مشاهداتمان را در معرض نور دقیق روش علمی قرار دهیم، معمولاً متوجه می‌شویم که عملکرد طبیعت برخلاف چیزی بود که ظاهراً تصور کرده بودیم. همان‌طور که در این کتاب بحث خواهد شد، زمانی که اجسام با سرعت بالایی حرکت می‌کنند، ایده‌ای که عقل سلیم از فضا و زمان دارد نادرست بوده و باید با چیزی جدید، غیرمنتظره و ظریفی جایگزین شود. درسی که از این اتفاقات می‌گیریم بسیار

سودمند است و باعث می‌شود که در مقابل جهان سر تعظیم فرود آوریم و این درس دانشمندان را بهت‌زده می‌کند: جهان بسیار غنی‌تر از چیزی است که ما از تجربیات روزمره‌مان به دست می‌آوریم. شاید جالب‌ترین واقعیت این باشد که فیزیک جدید با همه غنی بودنش زیبایی منحصر به فرد ریاضیاتی نیز دارد.

گرچه ممکن است دشوار به نظر آید، اما علم در اعماق قلب خود نظم آن‌چنان پیچیده‌ای ندارد. ممکن است کسی جرئت به خرج دهد و بگوید که علم یعنی تلاشی برای حذف نگرش‌های تعصبی و باز کردن چشمانمان برای دیدن جهان با بیشترین دقت ممکن. چنین هدفی کمابیش موفقیت‌آمیز است اما بعضی‌ها هنوز شک دارند که به این طریق بتوان نحوه

عملکرد جهان را فهمید. سخت‌ترین کار در این مسیر این است که ما یاد بگیریم قضاوت‌مان از اتفاقاتی که می‌افتد ساده و ابتدایی نباشد. باید بدانیم که طبیعت همانی هست که هست و پیش‌داوری‌ها و خواسته‌های ما، چیزی از قوانین طبیعت را عوض نمی‌کند. روش علمی به این طریق که مطرح شد فناوری‌های مدرن را به جهانیان عرضه کرده است.

در نیمه اول کتاب ما معادله $E=mc^2$ را استخراج خواهیم کرد. منظور از استخراج این است که ما خواهیم دید انیشتین چگونه به این نتیجه رسید که انرژی برابر با جرم ضربدر مربع سرعت نور است، یعنی همان چیزی که معادله می‌گوید. درباره‌اش فکر کنید؛ به نظر چیز عجیبی می‌آید. احتمالاً ملموس‌ترین حالت انرژی، انرژی جنبشی است. اگر کسی توپ

بسکتبالی را به سمت صورت شما پرتاب کند، پس از برخورد، صورت شما درد می‌گیرد. فیزیکدانان می‌گویند که توپ توسط پرتاب‌کننده انرژی دریافت کرده است و این انرژی زمانی که صورت شما مانعی برای حرکت توپ شده، به صورت شما منتقل می‌شود. جرم معیاری از مقدار ماده موجود در جسم است. توپ بسکتبال جرم بیشتری از توپ پینگ‌پونگ دارد و جرم کمتری از یک سیاره دارد. چیزی که رابطه $E=mc^2$ می‌گوید این است که جرم و انرژی مانند دلار و یورو قابل تبدیل به هم هستند و مربع سرعت نور نرخ تبدیل آنهاست. انیشتین چگونه به چنین نتیجه‌ای رسید و سرعت نور چگونه پای خود را به این معادله باز کرد؟ ما انتظار دانش زیادی از خواننده نداریم و تا جای ممکن با ریاضیات ساده

پیش خواهیم رفت. درعین حال قصد داریم تا درک درستی از این علم به خواننده بدهیم (و کارمان صرفاً توضیح کلی نباشد). امیدواریم که در انتها چیز جدیدی را به شما یاد داده باشیم. در بخش‌های پایانی کتاب خواهیم دید که $E=mc^2$ چگونه اساس عملکرد جهان را برای ما روشن می‌کند. چرا ستارگان می‌درخشند؟ چرا انرژی هسته‌ای بسیار به‌صرفه‌تر از زغال یا نفت است؟ جرم چیست؟ این سؤال ما را به سمت دنیای فیزیک ذرات، برخورددهنده بزرگ‌ها درونی در سرن در ژنو و جستجو به دنبال ذره هیگز که می‌تواند توضیحی برای منشأ جرم ارائه دهد، هدایت می‌کند.

فصل اول

فضا و زمان¹

از نظر شما واژگان "فضا" و "زمان" به چه معنی هستند؟ احتمالاً تصور شما از فضا، تاریکی بین ستاره‌هاست که در یک شب سرد زمستانی در آسمان دیده می‌شود. یا ممکن است فضای خالی بین ماه و زمین را تصور می‌کنید که توسط فضاپیمایی مُلبس به ورق طلایی و تزئین شده با نوارها و ستاره‌ها (همان پرچم آمریکا) پیموده شده است. ممکن است

¹ . Space and Time

تصورتان از زمان همان صدای تیک ساعتان باشد یا مثلاً قرمز شدن برگ‌ها بر اثر پیمودن سالیانه مدار زمین به دور خورشید که برای 5 میلیاردمین بار رخ داده است. هر کدام از ما نوعی احساس درونی نسبت به فضا و زمان داریم. آن‌ها جزئی از تاروپود وجودمان هستند. ما بر روی سیاره آبی‌مان در گذر زمان از میان فضا حرکت می‌کنیم...

فصل دوم

سرعت نور¹

مایکل فارادی² که پسر آهنگری از ایالت یورکشایر³ بود در سال 1791 در شمال لندن چشم به جهان گشود. او در خانه تحصیل کرده و در سن 14 سالگی به مدرسه رفت تا شاگرد صحافی آنجا شود. او پس از دیدن سخنرانی دانشمندی اهل

¹. The Speed of Light

². Michael Faraday

³. Yorkshire

کرنوال¹، سر همفری دیوی² در سال 1811، به طور حرفه‌ای قدم در راه علم گذاشت. فارادی نکاتی را که از آن سخنرانی برداشت کرده بود به دیوی فرستاد و دیوی از تلاش بسیار او در تهیه متن سخنرانی خوشش آمد و او را به عنوان دستیار علمی‌اش برگزید. فارادی به همین ترتیب پیش رفت تا نهایتاً به یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان قرن نوزدهم تبدیل شد، که به طور عموم او را یکی از بزرگ‌ترین فیزیکدانان آزمایش‌گرا³ (تجربه‌گرا)ی همه ادوار می‌دانند. نقل است که دیوی گفته بود بزرگ‌ترین کشف علمی‌اش همین فارادی بود.

¹ . Cornwall

² . Sir Humphry Davy

³ . Experimental Physicist

به‌عنوان یک دانشمند قرن 21 ام، ساده است که به اوایل قرن
نوزدهم با دید حسادت نگاه کنیم. فارادی نیاز به همکاری با
10000 دانشمند و مهندس دیگر در سِرِن¹ نداشت یا نیازی
نداشت که

¹. CERN

فصل سوم

نسبیت خاص¹

در فصل اول ما موفق شدیم که تأیید کنیم بینش ارسطویی ما از فضا و زمان موارد غیر لازمی را نیز به همراه خود دارد. یعنی ما نشان دادیم که نیازی به تصور فضای ثابت، تغییرناپذیر و مطلق نیست که اتفاقات درون آن رخ دهند. ما همچنین دیدیم که چگونه گالیله بی‌ربط بودن تصور فضای مطلق را پذیرفت، اما به شدت بر ایده زمان جهانی پافشاری

¹. Special Relativity

می‌کرد. در فصل قبل نیز ما گریزی زدیم به فیزیک قرن نوزدهم و فارادی و ماکسول و فهمیدیم که نور چیزی بیش از همزیستی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی نیست که با توافق کامل با معادلات زیبای ماکسول به سمت جلو در نوسان هستند. خب این‌ها ما را به کجا رساند؟ اگر ما ایده فضای مطلق را کنار بگذاریم، چه چیزی را جایگزین آن خواهیم کرد؟ و صحبت از بین رفتن ایده زمان مطلق چه معنی‌ای می‌دهد؟ هدف این فصل فراهم کردن جواب‌هایی است برای این سؤالات.

فصل چهارم

فضا زمان¹

در فصول قبل ما مسیری تاریخی را به سمت نسبیت طی کردیم و در حقیقت استدلال مورد استفاده ما خیلی هم با استدلالی که انیشتین ارائه داده بود فرقی نداشت. ما مجبور شدیم بپذیریم فضا، صحنه خیلی خاصی نیست که اتفاقات زندگی ما درون آن رخ می‌دهد. مشابه آن زمان نیز جهانی و مطلق نیست. در عوض ما به سمت تصویری از فضا و زمان حرکت کردیم که انعطاف‌پذیر بوده و ذهنی است. ساعت عظیم موجود در آسمان، یا به عبارت بهتر خود آسمان از

¹ . Spacetime

ارزش افتاد. شاید احساس کنیم که بهتر است تصورمان از کره زمین مثل جعبه‌ای باشد که ما درون آن زندگی کرده و دنبال پول درآوردنیم، زیرا چنین تفکری هم ملموس‌تر است هم سریع و هم کاربردی. توانایی موقعیت‌یابی حرکت اجسام نسبت به یک شبکه مجازی چیزی است که ما از آن به‌عنوان آگاهی فضایی یاد می‌کنیم، و اگر بخواهیم از حیوانات درنده فرار کنیم، غذا به دست آوریم، یا از این محیط خطرناک و پر چالش جان سالم به‌در بریم، این آگاهی فضایی اهمیت بسزایی دارد. اما هیچ دلیلی وجود

فصل پنجم

$$E=mc^2 \text{ چرا}$$

در فصل قبل ما نشان دادیم که ادغام فضا و زمان برای تشکیل فضا زمان، ایده بسیار خوبی است. تحقیق اصلی ما بر روی این مطلب بود که فواصل در فضا زمان تغییرناپذیر هستند یعنی درباره طول مسیرها در فضا زمان به طور جهانی اتفاق نظر وجود دارد. شاید ما این را به عنوان خصوصیت شاخص فضا زمان عنوان کنیم. ما توانستیم که نظریه انیشتین را دوباره کشف کنیم به شرطی که بتوانیم سرعت حد کیهانی c را برابر

با سرعت نور در نظر بگیریم. ما هنوز ثابت نکردیم که c ارتباطی به سرعت نور دارد، اما در این فصل ما مفهوم c را اندکی بیشتر مورد کاوش قرار می‌دهیم. به‌نوعی تا اینجا ما درباره سرعت نور اطلاعاتی را کسب کردیم. چون سرعت نور در معادله $E=mc^2$ دیده می‌شود، معمولاً این تصور وجود دارد که خود نور نقش مهمی در ساختار جهان ...

فصل ششم

و چه اهمیتی برای ما دارد؟

درباره اتم‌ها، تله‌موش‌ها و قدرت ستارگان

دیدیم که معادله معروف انیشتین چطور ما را مجبور به بازبینی نگرش مان درباره جرم می‌کند. ما متوجه شدیم ماده نه تنها مقدار چیز موجود در یک جسم است، بلکه مقدار انرژی است که جرم در درون خود نهفته است. ما همچنین فهمیدیم که اگر بتوانیم این [انرژی] را آزاد کنیم، در آن صورت ما به یک منبع انرژی افسانه‌ای دست یافته‌ایم. در این فصل ما

تحقیق می‌کنیم که چگونه می‌توان این انرژی را آزاد کرد. اما قبل از اینکه وارد این عملیات کاربردی شویم، دوست داریم تا اندکی بیشتر درباره معادله جدیدمان $E=mc^2+\frac{1}{2}mv^2$ بی‌اندیشیم.

فرم معادله $E=\gamma mc^2$ را به یاد آورید که تنها یک تقریب بود، اما برای سرعت‌های تا 20 درصد سرعت نور به خوبی جواب می‌داد. نوشتن این معادله به آن صورت بین انرژی جرم و انرژی جنبشی تفکیک ایجاد می‌کرد و...

فصل هفتم

منشأ جرم

کشف $E=mc^2$ نقطه عطفی بود در مسیر نگرش فیزیکدانان به انرژی، و به ما یاد داد مقدار انرژی عظیمی در درون خود جرم نهفته است. این منبع انرژی به حدی بود که حتی کسی جرئت تصورش را نداشت: انرژی نهفته شده در جرم یک پروتون حدوداً 1 میلیارد برابر انرژی آزادشده در یک واکنش شیمیایی معمولی است. در نگاه اول به نظر می‌رسد ما راهی برای مشکل انرژی جهان یافتیم و این راه‌حل برای مدتی متمادی جوابگو خواهد بود. اما مشکل بزرگی سر راه ماست:

در مورد نیروگاه‌های اتمی شکافت هسته‌ای، تنها میزان اندکی از سوخت اصلی از بین می‌رود (تبدیل به انرژی می‌شود)؛ باقی‌مانده آن تبدیل به عناصر سبک‌تر می‌شود که بعضی از آن‌ها جزو زباله‌های بسیار سمی محسوب می‌شوند. حتی درون خورشید نیز فرایندهای گداخت در تبدیل جرم به انرژی بسیار کم بازده هستند و این تنها به علت کمبود ماده قابل تولید به انرژی نیست؛ برای هر پروتون احتمال وقوع گداخت بسیار ضعیف است، زیرا اولین گام برای تبدیل پروتون به نوترون

فصل هشتم

پیچاندن فضا زمان¹

تا اینجا ما فضا زمان را ثابت و غیرقابل تغییر شناختیم – چیزی شبیه به یک صحنه نمایش چهاربعدی یا عرصه‌ای که در آن "اتفاقات رخ می‌دهند". ما همچنین فهمیدیم که فضا زمان هندسه‌ای دارد و یقیناً این هندسه اقلیدسی نیست. ما فهمیدیم که ایده فضا زمان چگونه به‌طور طبیعی به $E=mc^2$ منجر می‌شود و چگونه این معادله ساده و فیزیکی که ارائه

¹. Warping Spacetime

می‌کند، به‌عنوان سنگ بنایی برای نظریات جدید ما درباره طبیعت و نیز جهان صنعتی محسوب می‌شود. بیایید با پرسیدن آخرین سؤالی که حس کنجکاوی را برمی‌انگیزد، وارد آخرین پیچ داستانتان شویم: آیا ممکن است که جهان در جاهای مختلفش انحناهای متفاوتی داشته باشد و طور دیگری بپیچد؟

ایده فضای منحنی قطعاً نباید برای ما تازگی داشته باشد. فضای اقلیدسی تخت بوده و فضای مینکوفسکی منحنی است. منظور ما این است که ...

این کتاب را از وب سایت بیگ بنگ می توانید خریداری کنید:

<http://bigbangpage.com>



برایان کاکس فیزیکدان، استاد دانشگاه و عضو گروه فیزیک انرژی بالا در دانشگاه منچستر است. او همچنین در پروژه ATLAS در برخورد دهنده بزرگ هادرونی در پژوهشگاه سرن مشغول به کار است. کاکس بیشتر به خاطر اجرای برنامه های علمی در شبکه بی بی سی شناخته شده است که عمده مطالب این برنامه ها درباره اخترشناسی و فیزیک می باشد

جف فورشاو استاد دانشگاه منچستر در گروه فیزیک و اختر شناسی است. وی بر روی پدیده شناسی فیزیک ذرات بنیادی کار می کند و در اصل تخصص او بررسی داده های آزمایشات فیزیک ذرات و استخراج مفاهیم کاربردی از میان این داده ها در مورد اجزای سازنده ماده و برهمکنش بین آنهاست.

