

افسون فیزیک

کریستوفر پی. یارگوتسکی

و

فرانکلین پاتر

ترجمہ

بہرام معلمی - مسعود مرادی جوہانی

امثالات ماریار

سرشناسه : یارگوتسکی، کریستوفر Jargodzki, Christopher
 عنوان و نام پدیدآور : افسون فیزیک / کریستوفر پی. گوتسکی و فرنکلین پاتر؛ ترجمه‌ی بهرام معلمی، مرادی
 مشخصات نشر : تهران: مازیار، ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری : ۲۸۸ ص.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۴۳-۳۶-۴
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
 یادداشت : عنوان اصلی: Mad about physics : braintwisters, paradoxes, and curiosities, 2001

موضوع : فیزیک -- مسائل متفرقه
 شناسه افزوده : پاتر، فرانک، ۱۹۴۴ - م.
 شناسه افزوده : Potter, Frank
 شناسه افزوده : معلمی، بهرام ۱۳۲۶ - مترجم
 شناسه افزوده : مرادی جورابی، مسعود ۱۳۲۸ - مترجم
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ / الفبا / QC۷۵
 رده بندی دیویی : ۵۳۰
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۵۲۵۲۶۴

www.mazyar.ir.com

مسائل فیزیک

مقابل دانشگاه تهران، ساختمان ظروفچی طبقه اول، واحد ۴، تلفن ۶۶۴۶۲۴۲۱

افسون فیزیک
 کریستوفر پی. یارگوتسکی
 و

فرنکلین پاتر
 ترجمه بهرام معلمی - مسعود مرادی جورابی
 چاپ اول ۱۳۹۳

شمارگان ۰
 ۲۲۰۰

طرح جلد و صفحه‌آرایی :
 شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۴۳-۳۶-۴

فهرست مطالب

۷	پیشگفتار
۱۱	سخنی با خواننده
۱۳	فصل ۱: تغییرات دما
۲۵	فصل ۲: دنیایم را رنگین کن
۳۵	فصل ۳: اسپلیش! (شالاپ شلوپ) اسپلیش!
۴۹	فصل ۴: پرواز به مانند عقاب
۵۹	فصل ۵: ارتعاشات خوشنوا
۶۹	فصل ۶: قطب‌های مخالف همدیگر را می‌ربایند
۸۱	فصل ۷: اجسام متحرک
۱۰۱	فصل ۸: پلکان آسمان
۱۰۹	فصل ۹: زندگی در خط سبقت
۱۱۷	فصل ۱۰: زاده شده برای دویدن
۱۲۵	فصل ۱۱: سومین سنگ [جداشده] از خورشید
۱۳۵	فصل ۱۲: در پهنای جهان هستی

پاسخ‌ها

فصل ۱: ۱۴۷؛	فصل ۲: ۱۵۹؛	فصل ۳: ۱۶۷؛	فصل ۴: ۱۷۷؛
فصل ۵: ۱۸۷؛	فصل ۶: ۲۰۱؛	فصل ۷: ۲۱۱؛	فصل ۸: ۲۳۱؛
فصل ۹: ۲۳۹؛	فصل ۱۰: ۲۴۹؛	فصل ۱۱: ۲۶۱؛	فصل ۱۲: ۲۷۵؛

پیشگفتار

این کتاب دقیقاً چهارصد قلم معما را دربرمی گیرد که می توان از آن میان آوازه خوانی برف، یخ داغ، فیل هایی که غیب می شوند، رنگ های اصلی، غواصان دکارتی، حرکت دائم، نیروی بالابر، حلقه های دود، بوق های مه، ارتفاع (صوت) مجازی، شربت خوری های آوازه خوان، نگه دارنده های آهنربا، موش های پرنده، ابرزان، بندباز، بادگراش، آونگ های شگفت، یکپارچگی کششی سازه ها، حشرات جهنده، و اتومبیل ها را برشمرد که این ها فقط معدودی از مباحثی اند که در این کتاب خواهید خواند. گستره ی پرسش ها تمامی حوزه ی فیزیک مرئی را، یعنی پدیده هایی که می توانیم آنها را بدون ابزار تخصصی تحقیقاتی مشاهده کنیم، دربرمی گیرد. در سه فصل آخری کندوکاوی پیرامون فیزیک ورزش، علوم زمین و نجوم خواهد شد. در این سه فصل به جذبات های پوش ارتفاع، توپ های منحنی، موج برداشتن مسیر گوی گلف، امواج ساحلی، آذرخش و تندر، بار منفی زمین، پیچ و خم رودخانه، میعادگاه مداری، مسیر حرکت ماه به دور خورشید، و اکتشاف های سیاره ای و بسیار مباحث دیگر خواهیم پرداخت.

گستره ی معماها از سوآل های ساده (مثلاً «چرا می توانید با فوت کردن ملایم دستانتان را گرم، و با فوت کردن شدید به آنها سردشان کنید؟») به مسائل موشکافانه ای که مستلزم تحلیل بیشتری اند (مثلاً «آجرهایی را چنان روی هم می چیند که قسمتی از هر آجر نسبت به آجر زیری خودش بیرون زده می شود و بدون این که بیفتد. آیا آجر بالایی می تواند بیشتر از طولش نسبت به لبه ی آجر زیری بیرون زده شود؟») دشوارتر می شود. جواب ها و بیش از سیصد مرجع نیز در این کتاب فراهم آمده و ارائه شده اند که دوسوم حجم کتاب را تشکیل می دهند.

به طوری که از این مثال ها برمی آید، اکثر این معماها حاوی

یک عنصر شگفت‌آورند. درواقع، تعارض ناسازگاری بین حدس و گمان معرفت همگانی (شعور متعارف) و استدلال فیزیکی درونمایه‌ی محوری و اساسی این کتاب به‌شمار می‌آید. اینشتین معرفت همگانی (شعور متعارف، عقل سلیم) را مجموعه‌ای از پیش‌داوری‌ها توصیف کرد که تا هجده‌سالگی کسب شده باشند، و به نظر ما: دست‌کم در علوم، معرفت همگانی باید پالوده شود و غالباً از آن فراتر رفت نه این‌که مقدس شمرده و از تعالی و تکامل آن جلوگیری شود. این کتاب بر آن است که با بهره‌گیری از وضعیت‌های تناقض‌آمیز^۱ بنیاد پیش‌پندارهای فیزیکی را نزد خواننده به تدریج مسست کند تا ناسازگاری شناخت‌نگر به‌وجود آید و جای آن را بگیرد. «اگرچه این روند دیوانگی به‌نظر می‌آید، اما روشی در آن نهفته است» معتقدیم که وضعیت‌های تناقض‌آمیز (پارادوکس‌ها) برکنار از سرگرم‌کننده بودنشان، به‌نحو منحصربه‌فردی در مورد عطف توجه به نارسایی‌های خاص در یک مفاهیم مؤثرند.^۲ مثلاً، به این پرسش توجه کنید: شخصی روی یک ترازوی حمام می‌ایستد. ناگهان با شتاب a چمباتمه می‌زند. آیا عقربه‌ی ترازو افزایش را نشان می‌دهد یا کاهش؟ بسیاری از دانش‌آموزان، به هدایت شعور متعارف خود، خواهند گفت که عقربه افزایش را نشان خواهد داد زیرا آن شخص روی ترازو به پایین فشار وارد می‌آورد درحالی‌که چمباتمه می‌زند. پاسخ صحیح از این قرار است که عقربه کاهش را نشان می‌دهد زیرا درحالی‌که شخص چمباتمه می‌زند، گرانیگاه او به‌سوی پایین شتاب پیدا می‌کند، و از این‌رو نیروی قائم وارد از ترازو باید کاهش یابد. در پرداختن به پارادوکس‌هایی از این دست، تناقض بین استعداد غریزی و استدلال فیزیکی برای برخی دانش‌آموزان چندان دردناک و پرزحمت خواهد بود که به هر کاری دست می‌زنند تا از آن بگریزند حتی اگر به این معنی باشد که ناگزیر شوند در این

۱. Pa. radoxes از ترکیب دو واژه‌ی یونانی *para* و *doxes* به‌معنی «فراتر از باور».

2. Daniel W. Welch, "Using Paradoxes", *American Journal of Physics*, 48 [1980]: 629-632.

رهگذر مقداری هم فیزیک فراگیرند.

آیا این پارادوکس‌ها واقعی‌اند یا ظاهری؟ از دیدگاه روش‌های استاندارد آموزش فیزیک، نتایج خلاف انتظاری که در بسیاری از معماهای این کتاب حاصل می‌شوند، آشکارا فقط به‌نظر می‌رسد که تناقض‌آمیز (پارادوکسی)‌اند. این نتایج ممکن است نامنتظره و گاهی هم حتی حیرت‌انگیز باشند. با همه‌ی این احوال، جز چند معما که حاوی غلط‌های حساب‌شده‌اند، به‌نحو بی‌عیب و نقص و آراسته‌ای از قوانین بنیادی فیزیک پیروی می‌کنند و می‌توان آن‌ها را از لحاظ تجربی نیز تأیید کرد. اما شاید ما باید به حس تردید و عدم اطمینان خود حرمت گذاریم و کمی عمیق‌تر را بکاویم. روی هم رفته، بسیاری از مفاهیم در فیزیک پندارهای سودمندی‌اند که به تجسم یا ساده‌سازی محاسبات ریاضی کمک می‌کنند. مثال‌هایی شامل نیروهای مرکزگriez، خطوط میدان الکتریکی و مغناطیسی، قطب‌های مغناطیسی و ادراک متعارف و متداول از جریان الکتریکی، فقط چند نمونه از این پنداره‌ها به‌شمار می‌آیند. پندارها و فرض‌های مفید می‌توانند خطرناک باشند، به این معنی که تیزهوشی دائمی لازم است تا سرشت غیرواقعی و پندارین آن‌ها به خاطر سپرده شود. مباحثی دیرپایی در فیزیک در جریان است که آیا برخی مفاهیم کاملاً جاف‌افاده مفید بودنشان را پشت سر گذاشته و نباید به‌کلی حذف شوند، یا خیر. هاینریش هرتز، یکی از نخستین شرکت‌کنندگان در این مباحثه، مثلاً پیشنهاد کرد که مکانیک نیوتونی بدون استفاده از «نیرو» به‌عنوان یک مفهوم پایه، مجدداً بیان شود. وی در پیشگفتار کتاب اصول مکانیک خود، که در سال ۱۸۹۹ منتشر شد، نوشت: «وقتی این تناقض‌های زحمت‌افزا حذف شوند، به پرسش مربوط به ماهیت نیرو دیگر پاسخ داده نخواهد شد؛ بلکه ذهن ما، که دیگر با مشکل مواجه نیست، از طرح پرسش‌های غیرمنطقی رها خواهد بود.» لودویگ ویتگنشتاین که این مسیر را از هر نظر کلمه‌به‌کلمه می‌شناخت، چندان تحت تأثیر این موضوع قرار داشت که آن را به‌عنوان بیان هدفش در فلسفه اتخاذ کرد: «کل هدف راه‌روشم در اندیشه‌ی

فلسفی، یافتن بیانی در قالبی است که برخی پریشانی‌ها و تشویش‌ها از میان برداشته شوند.»

پارادوکس‌ها مظهر چنین پریشانی‌هایی‌اند و در نتیجه، نقش برجسته و چشمگیری در تاریخ فیزیک بازی کرده‌اند و غالباً گواه پیشرفت‌های بنیادی در این علم به‌شمار می‌آیند. آشفتگی‌های خلاف انتظار ناشی از نظریه‌ی نسبیت و مکانیک کوانتومی فقط آوازه و اعتبار پارادوکس را به‌عنوان عاملی برای تغییر افزایش داد. آیا واقعیت فیزیکی ذاتاً تناقض‌آمیز (یعنی، به‌زبان محلی، جنون‌آمیز) است، یا تناقض‌ها (پارادوکس‌ها) صرفاً در توصیف ما از آن سربرمی‌آورند و آیا علامتی‌اند برای چشم‌پوشی کردن از و کنار گذاشتن چارچوب مفهومی قدیمی و اتخاذ چارچوبی نو؟ از آن‌جا که این کتاب متعلق به حوزه‌ی فلسفه نیست، از حق طفره‌آمیز و دوپهلو بودن برخورداریم، و به‌جای پاسخ دادن مستقیم به پرسش‌ها، ترجیح می‌دهیم آن را با نقل حکایت خنده‌داری درباره‌ی دو چهره‌ی تابناک فیزیک قرن بیستم، نیلز بور و ولفگانگ پائولی، به‌پایان ببریم. چند دهه قبل بور از جمله‌ی شنوندگانی بود که به توضیحات پائولی درباره‌ی تلاش‌های اولیه‌اش برای سازگار کردن نظریه‌ی نسبیت و مکانیک کوانتومی، گوش فرامی‌داد. پس از او بور برخاست و گفت: «ما همه موافقیم که نظریه‌ی شما مطلقاً جنون‌آمیز است. اما آن‌چه که بر سر آن اختلاف‌نظر داریم این است که آیا نظریه‌ی شما به اندازه‌ی کافی جنون‌آمیز هست یا خیر.»