

آنچه نیوتون به دست آورد

یکی از گستره‌های فکری نیوتن به عنوان عالم فیزیک ریاضی این بود که ضرورت هم بستگی متقابل نظریه و آزمایش را درک می‌کرد و می‌توانست به آسانی آن را به نمایش گذارد.



نوشته ریچارد وستیفال

یکی از گستره‌های فکری نیوتن به عنوان عالم فیزیک ریاضی این بود که ضرورت هم بستگی متقابل نظریه و آزمایش را درک می‌کرد و می‌توانست به آسانی آن را به نمایش گذارد. با آنکه میل و گرایش به سمت معرفت کمی، موجب حرکت و حیات انقلاب علمی شده‌ی $zwnj$ بود ولی قرن هفدهم هنوز به وسایل اندازه‌گیری دقیق بیشتر کمیت $zwnj$ ها مجهز نبود. در اواخر قرن هفدهم، ساعت هویگنس سنجش زمان را از هر اندازه‌گیری دیگری دقیق‌تر کرد. آونگ جز اصلی این ساعت بود و تجمع نمو $zwnj$ های خرد، از آن وسیله $zwnj$ ای ممتاز برای اندازه‌گیری انواع کمیت $zwnj$ هایی ساخت که مستقیماً مشهود نبودند.

پرینکیپیا نخستین کتاب فیزیک جدید است، نخستین کتابی است که به زبان جدید آنالسز نوشته شده است. نیوتن بیش از هر دانشمند دیگر آن قرن، به امکانات بالقوه آونگ پی برد. در پرینکیپیا از آن استفاده کرد تا تناسب دقیق جرم و وزن را به ثبوت رساند و نظریه $zwnj$ ای را که درباره مقاومت هوا پرداخته بود بیازماید و وجود اثر کیهانی را نفی کند.

مدت ها پیش وقتی که تازه فارغ التحصیل شده بود و هنوز کتاب هورولوگیوم [ساعت] هویگنس انتشار نیافته بود، دیده بود که چگونه به کمک آونگ $zwnj$ توتن شتاب ثقل را اندازه گرفت. وقتی دینامیک حرکت دورانی را حل کرد متوجه شد که می‌تواند نیروی گریز از مرکز وزنه آونگ مخروطی را (یا تصویری را که در آن وقت از این نیرو داشت) با وزن آن مقایسه کند و نیز پی برد که دوره تناوب آونگ ساده مخروطی یکی است هرگاه طولشان یکی باشد. پس لازم شد که دوره تناوب آونگ ساده را اندازه بگیرد. نیوتن که به جز آفتاب و مهارت در اندازه‌گیری با ساعت آفتابی چیز دیگری در اختیار نداشت، توانست زمان 21 نوسان (تقریباً 50 ثانیه) دو آونگ به طول $zwnj$ های 56٫5 اینچ و 60٫5 اینچ را اندازه بگیرد. اختلاف اندازه‌گیری او با آنچه ما از روی طول آونگ ثانیه شمار حساب می‌کنیم، در حدود یک درصد بود. از این مقدار شتاب ثقل را تقریباً یک درصد بیش از رقمی که اکنون مورد قبول ماست به دست آورد. در پرینکیپیا از رابطه مدار ماه با شتاب ثقل بر سطح زمین، یکی بودن جاذبه $zwnj$ ای که سیارات را بر مدار $zwnj$ هایشان می‌گرداند و نیروی ثقلی که سبب سقوط اجسام به سطح زمین می‌شود را ثابت کرد. نیوتن در کتابش از اندازه‌گیری $zwnj$ های هویگنس استفاده کرد، زیرا مکانیسم ساعت چنان بود که کار اندازه‌گیری را می‌شد در مدت چند روز انجام داد نه در 50 ثانیه. اندازه‌گیری $zwnj$ های نیوتن که کار جوانی بود تازه فارغ التحصیل و تقریباً با دست خالی انجام شده بود، از لحاظ دقت ار همه اندازه‌گیری $zwnj$ های دیگر، به جز هویگنس، به مراتب بهتر بود - و این را باید توفیقی قابل اعتنا در فیزیک کمی به شمار آورد.

اندازه‌گیری سرعت صوت به دست او نیز از همین قماش بود؛ گرچه نتایجش به این اندازه برجسته نبود. او در این کار هم از آونگ استفاده کرد، و یکی از گوشه‌های $zwnj$ های اعجاب آور پرینکیپیا محاسبه سرعت صوت است بر اساس اولیه دینامیک. بعدها معلوم شد که نتیجه این محاسبه باید در حدود 20 درصد افزایش یابد، و این ضریبی است برابر با جذر نسبت گرمای ویژه آن در حجم ثابت. وقتی که نیوتن خواست محاسبه $zwnj$ اش را با اندازه‌گیری $zwnj$ های موجود مقایسه کند متوجه اختلاف $zwnj$ های فاحشی در اندازه‌گیری $zwnj$ ها شد؛ روبروال مقدار 600 فوت بر ثانیه را به دست آورده بود و مرسن 1474 فوت بر ثانیه را. نیوتن تصمیم گرفت که خود نتیجه محاسبه $zwnj$ اش را به محک تجربه زند. راهرو مسقف کالج ترینیتی که طولش 208 فوت بود، پژواک خوبی تولید می‌کرد. نیوتن طول آونگی را پنان تنظیم کرد که هماهنگ با بازگشت $zwnj$ های متوالی پژواک نوسان کند، نتیجه را به صورت یک عدد واحد بیان نکرد بلکه دامنه $zwnj$ ای برای آن قائل شد، و این حکایت از شناختی می‌کرد که نسبت به مسائل علوم کمی داشت. نخست دریافت که آونگ باید از چهار اینچ (که با سرعت حداکثر 1272 فوت بر ثانیه متناظر بود) بلندتر و از 9 اینچ (سرعت حداقل 866 فوت) کوتاه‌تر باشد. نتیجه کار او را راضی نکرد، آزمایش را تکرار کرد و حدود را به پنج و نیم اینچ (1085 فوت در ثانیه) و 8 اینچ (920) تقلیل داد. و این $zwnj$ ها ارقامی است که در پرینکیپیا مندرج است؛ اما نیوتن باز هم از این اندازه‌گیری راضی نبود. کوشش $zwnj$ های بعدی $zwnj$ اش در ترینیتی به افزایش حدود اندازه‌گیری، 984 و 1109، منجر شد. رقم اول، 984، بیش از سرعت حساب شده در چاپ اول کتاب، 968، بود؛ پس آزمایش را با اختیار ارقام مختلفی برای چگالی هوا تکرار کرد تا شاید نتیجه محاسبه را بهتر کند. قبل از چاپ دوم پرینکیپیا، ولیام درام از روی اختلاف زمان رویت آتش توپ و شنیدن صدای آن، مقدار 1142 فوت در ثانیه را برای سرعت صوت به $zwnj$ دست آورده بود. نیوتن عدد درام را پذیرفت و محاسباتش را کمی دست کاری کرد تا با نتایج درام بخوانند. اندازه‌گیری درام، که خیلی نزدیک به مقدار مورد قبول ماست از حدود ارقام نیوتن خارج بود ولی از آخرین حد بالایی او چندان فاصله نداشت. اندازه‌گیری $zwnj$ های نیوتن نسبت به نتایج موجود پیشرفت عمده $zwnj$ ای به حساب می‌آید و شاهد معتبری

است بر توفیق او در فیزیک کمی.

چنانچه در ابتدا متذکر شدیم نیوتون زندگی اش را به ریاضیات و علوم ریاضی منحصر نکرد؛ ولی ما حرمت او را به خاطر کارهای بزرگش در این رشتهها که نقش آینده را رقم زدند پاس می‌داریم.

مترجم: زهرا هدایت منش

منبع: راسخون