میکروسکوپ زمانی

گوناگون

فرانک نمیرانیان
دبیر فیزیک منطقه‌ی ۸
آموزش و پرورش تهران

آیا هیچ توجه کرده‌اید که پره‌های چرخ اتومبیلی که به‌سرعت در حرکت است از میان حصارها و گاردهای خیابان، یا بهتر از آن در روی پرده ی‌سینما چگونه دیده می‌شود. بی‌شک این حالت غیرعادی، نظر افراد زیادی را به خود جلب کرده است. اتومبیل پیش می‌رود اما چرخ‌ها به زحمت حرکت می‌کنند، یا اصلاً حرکت نمی‌کنند. حتی گاهی می‌بینیم که در خلاف جهت می‌چرخند.

و آیا هیچ برایتان اتفاق افتاده که در لحظه‌ای که آسمان برق می‌زند در خیابان شلوغ و پرجمعیتی باشید؟ فرض می‌کنیم ناگهان شاهد رعد و برق در چنین شرایطی بوده‌اید، در این حالت اگر دقت کنید وضع عجیبی می‌بینید: کلیه‌ی اشیایی که تا لحظه‌ای پیش پرجنب‌وجوش و درحرکت بودند، در زیر نور آذرخش ساکن به نظر می‌رسند، اتومبیل‌ها گویی بی‌حرکت ایستاده‌اند ،به‌طوری که حتی می‌توان جزییات چرخ‌های آن‌ها را تمیز داد.

و بررسی تجربه‌ای دیگر، احتمالاً تا اکنون شاهد تئاترهای حماسی بوده‌اید، در چنین سالن‌هایی جلوی نور معمولی را می‌گیرند و فضا کاملاً تاریک‌می‌شود. سپس با آغاز صحنه‌ی فرضاً جنگ، نور آبی و یا سفیدی را بر صحنه می‌اندازند که به طور متناوب در ثانیه چندین‌بار خاموش و روشن می‌شود و نتیجه آن است که شما به‌عنوان تماشاگر به شکلی کاملاً غیرمنتظره شاهد حرکت‌های کند بازیگران خواهید بود.

حال به علت این پدیده‌ها می‌پردازیم، وقتی از بین نرده به چرخی که در حال گردش است نگا ه‌می‌کنیم نرده‌ها مرتب مانع دید ما می‌شوند و بدین جهت نمی‌توانیم مدام چشم به پره‌های چرخ بدوزیم. درنتیجه پره‌ها را به‌طور گسسته و با فاصله‌های زمانی مساوی و ثابت می‌بینیم. فیلم سینما هم تصاویر را به‌طور متناوب، یعنی در هر ثانیه ۲۴ تصویر، به ما عرضه می‌کند. و اما در مورد آذرخش همان‌طور که می‌دانید عمر آذرخش مانند هر تخلیه الکتریکی بسیار کم و در حدود ۰/۰۰۱ ثانیه است. در این فاصله‌ی زمانی کوتاه اشیا نمی‌توانند حرکت قابل ملاحظه‌ای داشته باشند، بنابراین طبیعی است که در زیر نور آذرخش حتی شلوغ‌ترین‌خیابان‌ها هم بی‌حرکت به نظر برسد. در واقع با این نور ما فقط می‌توانیم چیزهایی را مشاهده کنیم که در مدت یک‌هزارم ثانیه رخ می‌دهند.

اتومبیل در این مدت کوتاه کمتر از یک میلی‌متر جابه‌جا می‌شود ،تغییر مکانی که چشم قادر به تشخیص آن نیست. ضمناً این نکته که تأثیر بینایی تا مدت‌ها بعد از خاموشی آذرخش ادامه می‌یابد باعث تقویت این حالت می‌گردد. در مورد صحنه‌ی تئاتر هم درست مشابه همین پدیده رخ می‌دهد.

حال‌می‌خواهیم از طریقه‌ی دیگر با ایجاد اثری مبتنی بر پدیده‌ی بالا یک آزمایش جالب انجام دهیم.

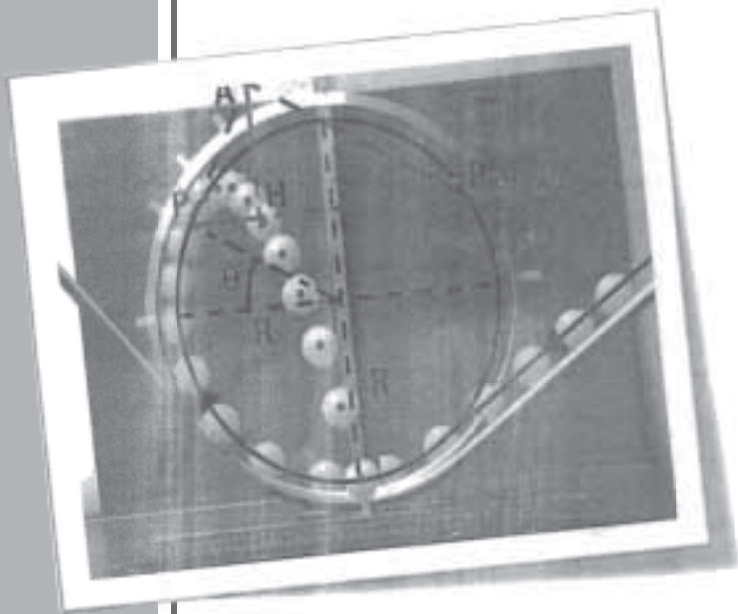
اگر قرص شکل زیر را که شامل ۴ بخش سیاه است با سرعت ۲۵ دور در ثانیه بچرخانیم و نور چراغی را بر آن بتابانیم که در هر ثانیه صد بار چشمک می‌زند، قرص را ساکن می‌بینیم. حال فرض می‌کنیم که چراغ در هر ثانیه به‌جای صد

بار صد و یک بار چشمک بزند. در چنین شرایطی وقتی چراغ روشن می‌شود قرص هنوز به اندازه ی یک ربع دور نچرخیده است. درنتیجه، قطاع‌های همرنگ نخواهند توانست جاهای مشابهی را اشغال کنند و می‌بینیم که قرص به قدر یک‌صدم محیط عقب رفته است، و در مرحله‌ی بعدی که چراغ روشن می‌شود باز هم به اندازه‌ی یک‌صدم دور دیگر عقب مانده است. بدین‌ترتیب به نظر می‌رسد که قرص دارد هر ثانیه یک دور به عقب می‌چرخد. با این کار انگار حرکت ۲۵ بار کندتر شده است.

به سهولت می‌توان فهمید چگونه می‌توان همین نوع حرکت آرام را به‌جای رو به عقب رو به جلو به‌وجود آورد. برای این کار کافی است به جای آن‌که بر تعداد چشمک‌های چراغ بیفزاییم از آن کم کنیم. مثلاً اگر چراغ ۹۹ بار در ثانیه چشمک بزند به نظر می‌رسد که قرص در هر ثانیه یک دور به جلو می‌چرخد. این همان چیزی است که آن را «میکروسکوپ زمانی» می‌نامیم و سیر زمان را ۲۵ بار کندتر نشان می‌دهد. می‌توانیم حرکت چرخ را از این هم کندتر ببینیم.

بدین طریق قادریم کلیه‌ی حرکات سریع و دوره‌ای را به هر اندازه که بخواهیم کند کنیم. این روش درواقع یک راه مناسب و ساده برای بررسی ویژگی حرکات بسیار سریع به ما عرضه می‌کند. (توضیح‌ها ی‌بالا درواقع اصول کار استروبوسکوپ[1] است که برای اندازه‌گیری دوره‌ی تغییرات سریع و متوالی به کار می‌رود. دقت آن نیز بسیار زیاد است، مثلاً، دقت استروبوسکوپ الکترونی می‌تواند ۰/۰۰۱ درصد باشد.)

تصویر زیر یکی از کاربردهای ساده علمی تصویربرداری استروبوسکوبی را نشان می‌دهد



پی‌نوشت

1. stroboscope

منبع

یاکوب پرلمان، سرگرمی‌های فیزیک، ترجمه‌ی مهندس احمد تمدن، انتشارات امیرکبیر