



اندازه‌گیری وزن فضانوردان در حالت «بے وزنی»

جیزس کارنيسرا^۱

ترجمه: سيدمهدي ميرفتحي

کارشناس ارشد فیزیک، دبیر دبیرستان شهید میرباقری رامسر

حل شود این است که: چگونه می‌توان با اندازه‌گیری حرکت صندلی در حال نوسان، جرم لختی فضانورد در ایستگاه فضایی در مدار را اندازه گرفت؟

صندلی به فنری متصل است که آن نیز به نوبه خود به کف ایستگاه بسته شده است. فضانورد، فنر را متراکم می‌کند و سپس همراه آن به نوسان درمی‌آید که تقریباً به صورت حرکت نوسانی ساده است.

سرعت زاویه‌ای این حرکت از رابطه $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ به دست می‌آید که در آن k ثابت فنر و m جرم جسم در حال نوسان است. چون دوره نوسان برابر با $\frac{2\pi}{\omega}$ است، می‌توان جرم را از رابطه $m = \frac{kT^2}{4\pi^2}$ به دست آورد. این دستگاه را می‌توان با اندازه‌گیری دوره نوسان چند جرم مشخص و محاسبه مقدار k مدرج کرد. سپس می‌توان با اندازه‌گیری دوره نوسان فضانورد، جرم او را محاسبه کرد.

آزمایش ساده BMMD

در این آزمایش، از یک صندلی متصل به سکویی استفاده کردیم که روی چرخ‌های با اصطکاک کم قرار داشت. فنرهای تحت کشش، دو سر سکو را به تکیه‌گاه‌های صلب متصل می‌کردند (شکل ۲). دوره حرکت نوسانی را می‌شد مستقیماً با یک زمان‌سنج یا مانند آزمایش ما با

کلیدواژه‌ها: بی‌وزنی، سقوط آزاد، جرم لختی، حرکت نوسانی

در دوره‌های فیزیک پایه در هنگام تدریس مباحث قوانین نیوتون، معمولاً مسئله «وزن» جسم در هنگام سقوط آزاد را در نظر می‌گیرند. حل این مسئله نشان می‌دهد که وزن جسم در حال سقوط آزاد، صفر است [۱] و این به بحث پیرامون مفهوم وزن می‌انجامد [۳] و [۲]. وضعیت‌های سقوط آزاد مداوم همچون فضانوردان در سفینه‌های در حال گردش به دور زمین، وجود دارند، که به‌طور نمونه می‌توان به ایستگاه فضایی بین‌المللی اشاره کرد. در هر صورت کنترل هرگونه تغییرات جرم فضانوردی که در سفینه‌ای به دور زمین در حال گردش است، برای سلامتی او مهم است. این مقاله به چگونگی اندازه‌گیری وزن فضانورد در حال سقوط آزاد می‌پردازد.

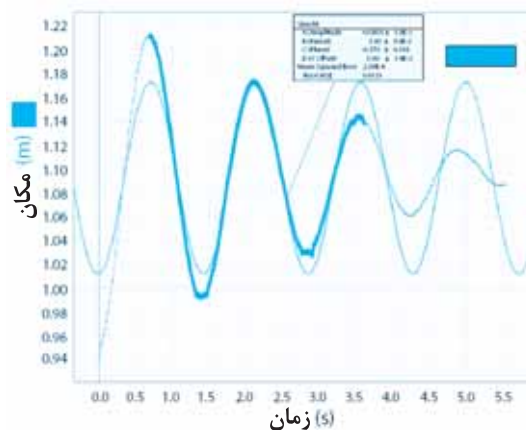
در وبگاه ناسا، اسناد مختلفی به تعریف «دستگاه اندازه‌گیری جرم بدن»^۲ (BMMD) پرداخته‌اند [۴]. این اسناد نشان می‌دهند که بنگاه‌های فضایی برای اندازه‌گیری جرم فضانورد به مفهوم فیزیکی متفاوتی روی آورده‌اند که حرکت نوسانی هماهنگ ساده است! آنها مسئله اندازه‌گیری جرم فضانورد را به اندازه‌گیری دوره (یا بسامد) صندلی در حال نوسانی تبدیل کرده‌اند که فضانورد بر روی آن نشسته است (شکل ۱). لذا مسئله‌ای که باید



شکل ۱: فضانورد ناسا، گارت ریزمن^۳، مهندس پرواز مأموریت ۱۶ ناسا، از دستگاه اندازه‌گیری جرم بدن در ایستگاه بین‌المللی فضایی استفاده می‌کند.



شکل ۲: ترتیب آزمایش برای اندازه‌گیری جرم لختی یک شخص



شکل ۳: یک موج سینوسی بر بخشی از داده‌های نمودار مکان - زمان صندلی در حال نوسان برازش داده شده است.

استفاده از حسگر اندازه گرفت.

شکل ۳ با کمک نرم‌افزار نمودار مکان - زمان شاگردی را نشان می‌دهد که بر روی صندلی، نوسان می‌کند [۵]. دوره نوسان با برازش منحنی سینوسی بر بخشی از داده‌های نمودار مکان - زمان به‌دست آمده است (که در شکل با منحنی کم‌رنگ‌تر نشان داده شده است). یک راه دیگر محاسبه دوره نوسان برازش منحنی سینوسی میرا به تمام منحنی است.

با استفاده از دوره نوسان اندازه‌گیری شده $1/43s$ ثابتهای و ثابت فنر $1330 N/m$ ، در این آزمایش، دریافتیم که جرم کلی جسم در حال نوسان $69/1 kg$ است. جرم صندلی و سکو نیز $19/3 kg$ بود، لذا جرم شاگرد $49/8 kg$ است. معمولاً شاگردان می‌توانند با همین روش فضانورد را با دقت نزدیک به 1% محاسبه کنند.

نتیجه‌گیری‌ها

دریافتیم که مسائلی که علم و فناوری را به زندگی در جامعه مربوط می‌سازد شاگردان را، به درگیر شدن در یادگیری فیزیک تشویق می‌کنند. مسئله مطرح شده در این مقاله، وسیله‌ای کارآمد برای تدریس بعضی ویژگی‌های دینامیک کلاسیک، شامل مفهوم وزن، جرم و حرکت نوسانی ساده است. پیش‌بینی‌های نظری در این مقاله، در کلاس درس به کمک ابزار ساده ساخته شده به‌دست شاگردان تحت راهنمایی معلم قابل آزمایش است.

پی‌نوشت

1. Jesus Carnicer
2. body mass measurement device
3. Garrett Reisman

منبع

The Physics Teacher, Vol. 50, January 2012, pp. 12, 13
DOI: 10.1119/1.3670074

مراجع

1. For more information see. P. A. Tipler and G. Mosca, Physics, 5th ed. (W. H. Freeman, 2004), pp. 100-101.
2. R. C. Morrison, "Weight and gravity-The need for consistent definitions," Phys. Teach. 37, 51-52 (Jan. 1999).
3. P. Mohazzabi. "Why do we feel weightless in free fall?" Phys. Teach. 44, 240-242 (April 2006).
4. Documents from www.nasa.gov/mission_pages/station/science/experiments/Clinical-Nutrition-Assessment.html and www.terra.es/personal/flomera/como.htm#a5.
5. www.pasco.com/datastudio/.