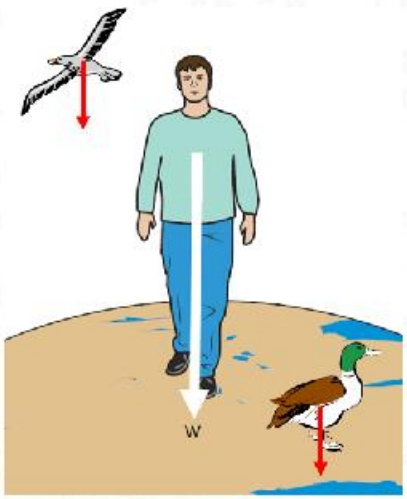
برای دیدن توضیحات بیشتر رمزینه را اسکن کنید.

بی‌وزنی یا احساس بی‌وزنی؟!

روح‌الله خلیلی‌بروجنی

یکی از آشناترین نیروها «نیروی وزن» است که هم در دورهٔ ابتدایی و هم در کتاب علوم پایهٔ نهم با آن آشنا می‌شویم. اگر فرض کنیم همهٔ جرم زمین در مرکز آن متمرکز شده باشد، در این صورت نیروی وزن، نیرویی است که از طرف مرکز زمین به هر جسمی که روی زمین یا پیرامون زمین است وارد می‌شود. برای مثال یک پرنده چه در حال پرواز باشد و چه روی شاخهٔ درختی نشسته باشد و یا روی سطح زمین باشد، نیروی وزن از طرف مرکز زمین به آن وارد می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. نیروی وزن نیرویی غیرتماسی است که از طرف زمین به جسم‌ها وارد می‌شود

برای بررسی دقیق‌تر نیروی وزن، شخصی به جرم ۷۰ کیلوگرم را در نظر بگیرید که روی سطح زمین ایستاده است. برای به‌دست‌آوردن نیروی گرانشی واردشده به این شخص که از طرف زمین، ماه، خورشید و دیگر سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی وارد می‌شود، باید از قانون جهانی «گرانش نیوتون» استفاده کنیم.[۱] نیروی گرانشی واردشده به شخص ۷۰ کیلوگرمی با استفاده از این قانون، در شکل ۲ آمده است. همان‌طور که دیده می‌شود، اندازهٔ نیروی گرانشی واردشده به شخص ۷۰ کیلوگرمی از طرف ماه، خورشید و بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی، یعنی مشتری، بسیاربسیار کوچک است و می‌توانیم از آن‌ها نسبت به نیروی گرانشی واردشده از طرف زمین چشم‌پوشی کنیم. بنابراین می‌توان گفت: **«نیروی وزن جسمی که روی زمین است، با دقت بسیار خوبی برابر نیروی گرانشی است که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود.»**

شکل ۲. مقایسهٔ اندازهٔ نیروی گرانشی واردشده به یک شخص ۷۰ کیلوگرمی از طرف زمین، ماه، خورشید و سیارهٔ مشتری

حال فرض کنید این شخص ۷۰ کیلوگرمی درون هواپیمایی در حال پرواز (در ارتفاع ۱۰ کیلومتری) است یا درون ایستگاه فضایی بین‌المللی و در فاصلهٔ ۴۰۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد و به دور زمین می‌گردد. در این صورت نیروی وزن او برای هر دو حالت محاسبه شده و در شکل ۳ آمده است. همان‌طور که دیده می‌شود، وزن شخص در هر یک از این دو حالت تنها مقدار کمی از وزن وی روی سطح زمین کمتر شده است.

شکل ۳. مقایسهٔ نیروی وزن یک شخص ۷۰ کیلوگرمی در سه موقعیت متفاوت

حساب کنید

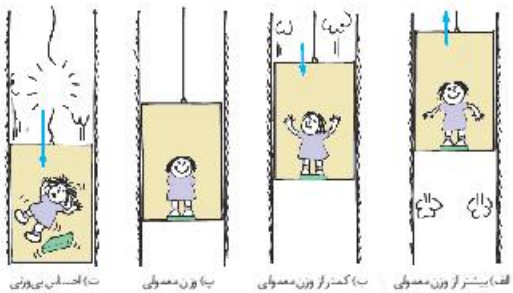
به عنوان یک تمرین ساده حساب کنید نیروی وزن شخص در هواپیما و همچنین ایستگاه فضایی بین‌المللی، چند درصد نسبت به وزن شخص روی سطح زمین کاهش یافته است.

اکنون می‌پرسیم: «با وجود اینکه نیروی وزن یک فضانورد ۷۰ کیلوگرمی در ایستگاه فضایی بین‌المللی حدود ۶۰۰ نیوتون است، چرا بیشتر وقت‌ها گفته می‌شود که فضانوردان دچار بی‌وزنی می‌شوند؟»

پاسخ این است که به کاربردن واژهٔ بی‌وزنی برای فضانوردانی که درون یا بیرون ایستگاه فضایی بین‌المللی در حال فعالیت هستند، نوعی کج‌فهمی رایج و یا به عبارت دیگر، نادرست است. واژهٔ درست این است که بگوییم: فضانوردان دچار **احساس بی‌وزنی** می‌شوند. برای روشن‌ترشدن موضوع به مثال شخص درون آسانسور توجه کنید که روی یک ترازو ایستاده است. وقتی آسانسور ساکن یا با سرعت ثابت رو به بالا یا رو به پایین در حرکت است (شکل ۴ پ)، ترازو وزن معمولی شخص را نشان می‌دهد. در حالی که وقتی آسانبر (آسانسور) می‌خواهد رویه بالا شروع به حرکت کند، برای چند لحظه سرعت آسانبر تغییر می‌کند و آسانسور شتاب رو به بالا پیدا می‌کند (شکل ۴ الف). در نتیجه ترازو وزن شخص را کمی بیشتر از وزن معمولی وی نشان می‌دهد.

همچنین وقتی آسانبر بخواهد متوقف شود، لازم است سرعت خود را به‌تدریج کاهش دهد و در نتیجه برای چند لحظه شتابی رو به پایین پیدا می‌کند و ترازو عدد کمتری را نسبت به وزن معمولی شخص نشان می‌دهد (شکل ۴ ب). اگر کابل آسانبر پاره شود و آسانبر سقوط آزاد کند، ترازو مقدار صفر را نشان می‌دهد. زیرا ترازو نیز با همان شتابی شروع به سقوط آزاد می‌کند که شخص در حال سقوط آزاد است. بنابراین چون در این حالت ترازو عدد صفر را نشان می‌دهد، به‌اشتباه فکر می‌کنیم که شخص دچار بی‌وزنی شده است که در واقع موضوعی نادرست است.

به عبارت دیگر وزن شخص درون آسانبری که کابل آن پاره شده، برابر وزن شخص روی زمین است. ولی چون شخص در حال سقوط آزاد است، احساس بی‌وزنی به وی دست می‌دهد. این درست همان اتفاقی است که برای فضانوردان ایستگاه فضایی بین‌المللی رخ می‌دهد. یعنی ایستگاه فضایی بین‌المللی در هر لحظه در حال سقوط آزاد روی مداری است که دور زمین می‌گردد و همین امر سبب احساس بی‌وزنی فضانوردان می‌شود.



شکل ۴. مقایسهٔ وضعیت شخص و ترازو در چهار حالت متفاوت یک آسانبر. پیکان آبی‌رنگ جهت شتاب حرکت آسانبر را نشان می‌دهد. در وضعیت پ چون آسانبر با سرعت ثابت در امتداد قائم در حال حرکت است، شتاب آن صفر است.

خوب است بدانید

فضانوردان در مدار بدون نیروی تکیه‌گاه و در حالت احساس بی‌وزنی مداوم‌اند. گاهی فضانوردان پیش از عادت‌کردن به حالت احساس بی‌وزنی مداوم، دچار «فضازدگی» می‌شوند. فضانوردان در مدار پیوسته در حالت سقوط آزادند. ایستگاه فضایی بین‌المللی محیطی با احساس بی‌وزنی را در اختیار می‌گذارد. ایستگاه و فضانوردان همگی، به سبب ارتفاعشان به مقدار یکسانی به طرف زمین شتاب می‌گیرند (اندکی کمتر از g). این شتاب به‌هیچ‌وجه احساس نمی‌شود. همچنین شتاب فضانوردان نسبت به ایستگاه صفر است، به طوری که در درازمدت باعث ازدست‌رفتن توان ماهیچه‌ها و تغییرهای زیان‌بخش دیگری در بدن آن‌ها می‌شود.

پی‌نوشت

۱. دانش‌آموزانی که رشته‌های علوم تجربی یا ریاضی فیزیک را انتخاب کنند در فیزیک ۳ پایه دوازدهم با این رابطه آشنا می‌شوند.