

شتاب گرانش و وزن

وزن جسم نیرویی است که از طرف زمین بر اجسام وارد می‌شود و اجسام را به سمت خود می‌کشد. تصور کنید جسمی در حال سقوط است اگر از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم؛ تنها نیرویی که بر جسم وارد می‌شود نیروی وزن است بنابراین وزن نیروی خالص است. اگر وزن (نیروی خالص) بر جرم تقسیم کنیم شتاب سقوط اجسام در کره زمین به دست می‌آید. که عدد $\frac{9.8}{kg}$ به دست می‌آید یعنی نیروی خالص $\frac{9.8}{kg}$ نیوتن بر هر کیلوگرم وارد شده؛ آنرا به سمت زمین می‌کشد. یا می‌توانیم بگوییم که شتاب سقوط اجسام روی زمین $\frac{9.8}{s^2}$ است یعنی هنگام سقوط اجسام، نیروی خالص ثابتی (وزن) بر جسم وارد می‌شود و در هر ثانیه، $\frac{9.8}{s}$ بر سرعت جسم افزوده می‌شود.

وقتی از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌کنیم چه هنگامی که جسم به سمت بالا پرتاب شود و چه هنگامی که جسم از ارتفاعی رها شود؛ در هر دو حالت نیروی خالص واردشده بر جسم، نیروی وزن است. با این تفاوت که هنگام سقوط، نیروی خالص در جهت حرکت بوده؛ باعث افزایش سرعت می‌شود و هنگام پرتاب به سمت بالا، نیروی خالص خلاف جهت حرکت بوده؛ باعث کاهش سرعت می‌شود. (جهت نیروی وزن همیشه به سمت زمین است).
به مثال زیر توجه کنید:



شهریار مطابق شکل، توپی کوچک به جرم ۲۰۰ گرم را با سرعت اولیه زیاد به بالا پرتاب کرد.

پس از ۴ ثانیه، توپ دوباره به کف دست او بازگشت. درباره این حرکت، کدام گزینه، درست بیان شده است؟ (با صرف‌نظر از مقاومت هوا، شتاب جاذبه = 10 متر بر مربع ثانیه)

۱- سرعت اولیه توپ ۲۰ متر بر ثانیه بوده و اندازه شتاب، در طول حرکت، ثابت بوده است.

۲- سرعت اولیه توپ ۴۰ متر بر ثانیه بوده و اندازه شتاب توپ، هنگام بازگشت به سوی زمین، بیشتر از هنگام رفت است.

۳- سرعت اولیه توپ ۲۰ متر بر ثانیه بوده و در لحظه‌ای که توپ در بالاترین نقطه مسیر متوقف شده، شتاب وارد بر آن، صفر شده است.

۴- سرعت اولیه توپ ۴۰ متر بر ثانیه بوده و شتاب توپ در طول حرکت، در حال کاهش بوده است.

نکته: در اینجا از مقاومت هوا صرف‌نظر شده است پس نتیجه می‌گیریم که وزن، تنها نیروی وارد بر جسم در تمام مسیر هست (هنگام بالارفتن، پایین آمدن و حتی لحظه‌ای که در اوج می‌ایستد). شاید پرسید چرا زمانی که در بالاترین ارتفاع لحظه‌ای می‌ایستد نیروی خالص وارد بر جسم وزن است؟ اگر به قانون دوم نیوتن مراجعه کنیم پاسخ را می‌یابیم. از آنجاییکه پس از لحظه‌ای توقف، دوباره شروع به حرکت می‌کند؛ نیروی خالص بر آن وارد می‌شود که همان وزن است. (شروع حرکت یکی از اثرات نیروی خالص است).

نکته دیگر اینکه اندازه نیروی خالص ثابت است و جرم جسم هم ثابت است پس اندازه شتاب هم ثابت است. یعنی در هر دو مسیر، اندازه شتاب $\frac{9.8}{s^2}$ است. دقت کنید اندازه شتاب (عدد شتاب) ثابت است ولی شتاب‌ها برابر نیست. شتاب کمیت برداری است در یک جهت شتاب منفی $(-\frac{9.8}{s^2})$ و در جهت دیگر شتاب مثبت $(+\frac{9.8}{s^2})$ است.
بیشترین سرعت جسم در دو لحظه است؛ لحظه پرتاب و لحظه رسیدن به کف دست.
پس گزینه ۱ درست می‌باشد.

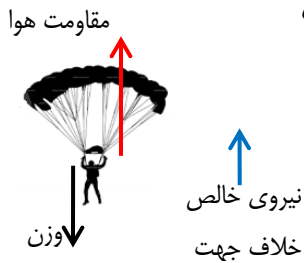
مقاومت هوا



اما زمانی که از مقاومت هوا صرف‌نظر نکنیم وضعیت تغییر می‌کند و نیروی خالص، برآیند نیروهای وزن و مقاومت هوا می‌باشد. تصور کنید چتربازی از هواپیما بیرون می‌پرد دو نیروی مقاومت هوا و وزن بر او وارد می‌شود (که ابتدا نیروی وزن بزرگتر از نیروی مقاومت هوا است). و طبق قانون دوم نیوتن از آنجاییکه برآیند نیروها صفر نیست نیروی خالصی به سمت پایین باعث افزایش سرعت او می‌شود.

نکته: مقدار نیروی مقاومت هوا به سرعت جسم بستگی دارد. هر چه سرعت جسم بیشتر باشد؛ نیروی مقاومت هوا نیز بیشتر می‌شود.

زمانیکه چتر باز چتر خود را باز می‌کند ناگهان نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد تا اندازه‌ای که از اندازه نیروی وزن بیشتر می‌شود در حالیکه نیروی وزن تغییری نمی‌کند.
از آنجائیکه چتر باز در حال حرکت (سقوط) بوده، و از این لحظه نیروی خالصی خلاف جهت حرکت بر او وارد می‌شود طبق قانون دوم نیوتن، سرعتش به تدریج کم می‌شود.



با کاهش تدریجی سرعت جسم، نیروی مقاومت هوا هم کاهش می‌یابد تا لحظه‌ای که با نیروی وزن هم‌اندازه می‌شود. از این لحظه، برآیند نیروهای وارد بر جسم، صفر می‌شود و طبق قانون اول نیوتن، از این لحظه با سرعت ثابت به مسیر خود ادامه می‌دهد و شتاب، صفر می‌شود.
تصویری که در فصل ۵ کتاب علوم نهم آمده این مرحله از حرکت چتر باز را نشان می‌دهد.



نتیجه: زمانی شتاب گرانش (شتاب سقوط اجسام) برابر با $\frac{m}{s^2}$ است که از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم.
در حالت واقعی نمی‌توان مقاومت هوا را از بین برد پس در حالت واقعی شتاب سقوط اجسام کمتر از $\frac{m}{s^2}$ است و به تدریج با افزایش سرعت جسم هنگام سقوط، نیروی مقاومت هوا افزایش یافته تا زمانی که با نیروی وزن هم‌اندازه می‌شود؛ از این لحظه جسم با سرعت ثابت سقوط می‌کند و شتاب حرکت صفر می‌شود.

موفق باشید. ملاصادقی