

اندازه حرکت خطی:

اکنون می‌توانیم اهمیت فیزیکی مفهوم مرکز جرم را توضیح دهیم. حرکت گروهی از ذرات با جرمهای m_1, m_2, \dots, m_n را که جرم کل آنها M است، در نظر می‌گیریم. در اینجا فرض می‌کنیم که نه جرمی به دستگاه وارد و نه از آن خارج می‌شود، به گونه‌ای که جرم کل M دستگاه در طول زمان ثابت می‌ماند. بعداً دستگاههایی را مطالعه خواهیم کرد که در آنها M ثابت نیست، یک مثال آشنا در این مورد موشک است که ضمن مصرف سوخت، گازهای داغ از آن خارج می‌شود و در نتیجه جرمش کاهش می‌یابد.

برای این دستگاه ثابت ذرات داریم

$$Mr_{cm} = m_1 r_1 + m_2 r_2 + \dots + m_n r_n$$

که در آن بردار مکان r_{cm} مشخص کننده مرکز جرم در یک چارچوب مرجع خاص است. با مشتق گرفتن

از این معادله نسبت به زمان داریم

$$M \frac{dr_{cm}}{dt} = m_1 \frac{dr_1}{dt} + m_2 \frac{dr_2}{dt} + \dots + m_n \frac{dr_n}{dt}$$

یا

$$MV_{cm} = m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n$$

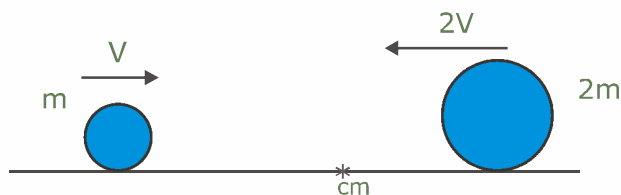
که در آن v_1 سرعت ذره اول، ...، و dr_{cm}/dt (مساوی با v_{cm}) سرعت مرکز جرم است.

مطلب را با مثال زیر ادامه می‌دهیم:

مثال. فرض کنید جسمی مطابق شکل به جرم m با سرعت v به سمت راست حرکت می‌کند و

جسمی دیگر با جرم $2m$ با سرعت $2v$ به سمت چپ در حرکت است مرکز جرم این مجموعه چگونه

حرکت می‌کند؟



با توجه به رابطه فوق می‌توان نوشت:

$$3mv_{cm} = mv + 2m(-2v) = -3mv \Rightarrow v_{cm} = -v$$

یعنی جهت حرکت مرکز جرم به سمت حرکت جسم بزرگتر و سرعت بیشتر است.

اما می‌توان دید که تنها مقدار m یا v در تعیین سرعت مرکز جرم تأثیر ندارد و حاصلضرب این

دو است که حرکت مرکز جرم را توصیف می‌کند. از این رو کمیت mv کمیتی مهم است که به آن اندازه

حرکت خطی یا تکانه می‌گوئیم.

تکانه یک تک ذره عبارت است از بردار p که به صورت حاصلضرب جرم ذره، m ، در سرعتش v ،

$$p = mv \quad \text{تعریف می‌شود. یعنی:}$$

تکانه که عبارت است از حاصلضرب یک کمیت نرده‌ای در یک بردار، خودش نیز یک بردار است.

چون p تکانه یک ذره خاص با v متناسب است از این رو به چارچوب مرجع ناظر بستگی دارد و ما باید

همیشه این چارچوب را مشخص کنیم.