تکانه خطی یک ذره

تکانه یک تک ذره عبارت است از بردار P که به صورت حاصلضرب جرم ذرهm،

در سرعتشv، تعریف می شود یعنی

$$\boldsymbol{P = mv}$$

P به چارچوب مرجع ناظر بستگی دارد

آهنگ تغییر تکانه یک جسم متناسب با نیروی برآیند وارد بر آن جسم است و

در جهت نیرو قرار دارد:

$$F = \frac{dp}{dt}$$

در مکانیک کلاسیک روابط F=ma ,F=dp/dt برای ذرات منفرد کاملا هم ارزند.

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{d}{dt}(mv) = m\frac{dv}{dt} = ma$$

در نظریه ی نسبیت قانون دوم نیوتون در مورد یک تک ذره به صورت F=ma

معتبر نیست.

اما می توان نشان داد که قانون دوم به صورت $F = dp/dt$ یک قانون معتبر

است اگر تکانه ی P ی یک تک ذره به جای $m_0 v$ به صورت زیر تعریف می شود

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - {v^2}/{c^2}}}$$

از این نتیجه تعریف جدیدی برای جرم به دست می آید:

$$m = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - {v^2}/{c^2}}}$$

جرم ذره با افزایش سرعت آن افزایش می یابد.

برای مشاهده لیست مدرسین فیزیک کلیک کنید: تدریس خصوصی فیزیک

تکانه خطی یک دستگاه ذرات:

در دستگاهی از ذرات هر ذره تکانه ای دارد. در هر چارچوب مرجع خاص دستگاه دارای تکانه کل p است که بنا به تعریف برابر حاصلجمع برداری تکانه های هر یک از ذرات در ان چارچوب مرجع است، یعنی:

$$p = p_1 + p_2 + \cdots . + p_n$$

$$= m_1 v_1 + m_2 v_2 + \cdots + m_n v_n$$

$$\rightarrow p = m v_{cm}$$

تکانه کل هر دستگاه از ذرات برابر است با حاصلضرب جرم کل دستگاه در سرعت مرکز جرم آن.

نکته: از قبل داریم $F_{ext} = m a_{cm}$ و اگر از معادله ی بالا مشتق بگیریم:

$$\frac{dp}{dt} = M \frac{dv_{cm}}{dt} = M a_{cm} \rightarrow F_{ext} = \frac{dp}{dt}$$

این معادله تعمیم معادله تک ذره ای $F = \frac{dp}{dt}$ به یک دستگاه چند ذره ای است.

پایستگی تکانه خطی:

فرض کنید که مجموع نیروهای خارجی وارد بر یک دستگاه صفر است در نتیجه از معادله های قبل داریم :

$$p = const \quad \text{یا} \quad \frac{dp}{dt} = 0$$

هر گاه برآیند نیروهای خارجی وارد بر یک دستگاه صفر باشد .تکانه ی برداری کل دستگاه ثابت می ماند .این نتیجه ی ساده و بسیار کلی را اصل پایستگی تکانه ی خطی می نامند.

اصول پایستگی به صورت زیر خلاصه می شود:

هنگام تغییر هر دستگاه، یکی از جنبه های ان بدون تغییر می ماند.

تکانه ی کل یک دستگاه فقط توسط نیروهای خارجی وارد بر دستگاه می تواند تغییر کند:

برای یک دستگاه ذرات داریم:

$$p_1 + p_2 + \cdots + p_n = p$$

بنابراین هر گاه P تکانه کل ثابت باشد می توان نوشت.

$$p_1 + p_2 + \cdots + p_n = const = p_0$$

ممکن است تکانه تک تک ذرات تغییر کند اما اگر هیچ نیروی خارجی وجود نداشته باشد ،مجموع انها ثابت می ماند.

تکانه یک کمیت برداری است بنابراین معادله بالا با سه معادله ی نرده ای که هر کدام مربوط به یک محور مختصات است ، هم ارز است. پس پایستگی تکانه ی خطی برای حرکت یک دستگاه سه شرط به دست می دهد.

از طرف دیگر پایستگی انرژی برای حرکت یک دستگاه فقط یک شرط در اختیار ما قرار می دهد زیرا انرژی یک کمیت نرده ای است .

نیروهای انفجار همگی نیروهای داخلی اند یعنی نیروهایی هستند که قسمتی از دستگاه به قسمتهای دیگر آن وارد می کند این نیروها ممکن است تکانه ی هر یک از پاره ها نسبت به آنچه قبل از انفجار گلوله داشته اند تغییر دهند اما نمی توانند بردار تکانه کل دستگاه را تغییر دهند.

ایران مدرس

www.IranModares.com