

۱-۲ فیزیک چیست؟

یک هدف فیزیک مطالعه حرکت اجسام است- برای مثال، آنها چقدر تند حرکت می‌کنند، و در یک زمان معین چقدر حرکت کرده‌اند. مهندسان مؤسسه بین‌المللی ساخت اتومبیل وقتی کارایی اتومبیل‌های خود را پیش از مسابقه و پس از آن تعیین می‌کنند، درباره این جنبه از فیزیک سخت‌گیر هستند. زمین‌شناسان از این فیزیک برای اندازه‌گیری حرکت صفحه زمین‌ساخت به هنگام تلاش برای پیش‌بینی زمین‌لرزه‌ها استفاده می‌کنند. پژوهشگران پزشکی برای یافتن چگونگی گردش خون در بیمار به هنگام تشخیص رگ مسدود از این فیزیک استفاده می‌کنند، و رانندگان از این فیزیک برای تعیین این که چگونه سرعت خود را وقتی صدای آشکارساز رادار به آنها هشدار می‌دهد به اندازه کافی کم کنند سود می‌برند. مثال‌های بی‌شمار دیگری وجود دارد. در این فصل، مبانی فیزیک حرکت جسمی (ماشین مسابقه، صفحه زمین‌ساخت، یاخته‌های خون، یا هر جسم دیگر) را که فقط در راستای یک محور حرکت می‌کند مطالعه می‌کنیم. چنین حرکتی حرکت یک بعدی نامیده می‌شود.

بازنگری و خلاصه درس

مکان مکان x ذره‌ای روی محور x محل ذره را نسبت به مبدأ یا نقطه صفر محور مشخص می‌کند. بسته به این که ذره در کدام طرف مبدأ قرار داشته باشد مکان ذره مثبت یا منفی است و اگر در مبدأ باشد صفر خواهد بود. **جهت مثبت** روی محور جهت افزایش عددهای مثبت و جهت مخالف جهت منفی است.

جابه‌جایی جابه‌جایی Δx یک ذره تغییر در مکان آن ذره است

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (1-2)$$

جابه‌جایی کمی برداری است. اگر ذره در جهت مثبت محور x حرکت کند، جابه‌جایی مثبت و اگر در جهت منفی حرکت کند جابه‌جایی آن منفی است.

سرعت میانگین هرگاه ذره‌ای در بازه زمانی $\Delta t = t_2 - t_1$ از مکان x_1 تا x_2 حرکت کند، سرعت میانگین آن عبارت است از

$$v_{\text{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (2-2)$$

علامت جبری v_{avg} جهت حرکت را مشخص می‌کند (v_{avg} کمی برداری است). سرعت میانگین به مسافت واقعی پیموده شده به وسیله ذره بستگی ندارد بلکه به مبدأ و مقصد آن بستگی دارد.

در نمودار x برحسب t سرعت میانگین در یک بازه زمانی Δt ، شیب خط راستی است که نقطه‌های واقع بر منحنی را که نشان دهنده دو انتهای بازه‌اند به هم وصل می‌کند.

تندی میانگین تندی میانگین s_{avg} یک ذره به مسافت کل پیموده شده در بازه زمانی Δt بستگی دارد

$$s_{\text{avg}} = \frac{\text{مسافت کل}}{\Delta t} \quad (3-2)$$

سرعت لحظه‌ای سرعت لحظه‌ای (یا به طور ساده سرعت) v یک ذره عبارت است از

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (4-2)$$

که در آن Δx و Δt به وسیله معادله ۲-۲ تعریف می‌شوند. سرعت لحظه‌ای (در یک زمان معین) را می‌توان به عنوان شیب (در آن زمان معین) نمودار x برحسب t در نظر گرفت. تندی بزرگی سرعت لحظه‌ای است.

شتاب میانگین شتاب میانگین عبارت است از نسبت تغییر سرعت Δv به بازه زمانی Δt که در آن تغییر سرعت روی می‌دهد

$$a_{\text{avg}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (7-2)$$

علامت جبری جهت a_{avg} را تعیین می‌کند.

شتاب لحظه‌ای شتاب لحظه‌ای (یا به طور ساده شتاب) a مشتق اول سرعت $v(t)$ و مشتق دوم مکان $x(t)$ است

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (8-2 \text{ و } 9-2)$$

روی نمودار v برحسب t ، شتاب a در هر لحظه t شیب منحنی در آن نقطه‌ای است که t را نشان می‌دهد.

شتاب ثابت پنج معادله در جدول ۱-۲ حرکت ذره‌ای با شتاب ثابت را توصیف می‌کنند.

$$v = v_0 + at \quad (11-2)$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (15-2)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (16-2)$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad (17-2)$$

$$x - x_0 = vt - \frac{1}{2} at^2 \quad (18-2)$$

این معادله‌ها هنگامی که شتاب ثابت نباشد اعتبار ندارند.

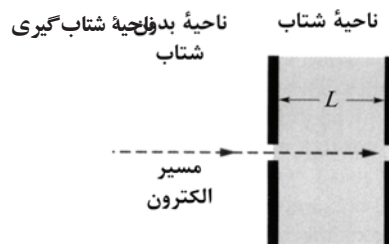
شتاب سقوط آزاد مثال مهمی از حرکت در خط راست با شتاب ثابت بالا رفتن یا پایین آمدن آزادانه جسمی در نزدیکی سطح زمین است. معادله‌های شتاب ثابت این حرکت را توصیف می‌کنند ولی دو تغییر در نماد گذاری باید انجام گیرد: (۱) حرکت رو به بالا، در راستای محور قائم y را با جهت $+y$ در نظر می‌گیریم؛ (۲) به جای a ، $-g$ را در نظر می‌گیریم که g بزرگی شتاب سقوط آزاد است. در نزدیکی سطح زمین $g = 9.8 \text{ m/s}^2 (= 32 \text{ ft/s}^2)$ است.

۵۰- مکان ذره‌ای که راستای محور x حرکت می‌کند با معادله $x = 3t - 4t^2 + t^3$ داده می‌شود، که x برحسب متر و t برحسب ثانیه است. مکان جسم را در مقدارهای t زیر پیدا کنید: (الف) 1 s ، (ب) 2 s ، (پ) 3 s و (ت) 4 s . (ث) جابه‌جایی ذره بین $t = 0$ و $t = 4 \text{ s}$ چقدر است؟ (ج) سرعت میانگین آن در بازه زمانی از $t = 2 \text{ s}$ تا $t = 4 \text{ s}$ چقدر است؟ (چ) نمودار x را برحسب t در بازه $0 \leq t \leq 4 \text{ s}$ رسم کنید و نشان دهید که پاسخ (ج) چگونه از روی نمودار به دست می‌آید. **SSM**

۱۹- در لحظه معینی تندی ذره‌ای 18 m/s است و در راستای مثبت x قرار دارد، و $2/4 \text{ s}$ پس از آن تندی به 30 m/s در جهت مخالف می‌رسد. شتاب میانگین ذره در ضمن این بازه $2/4 \text{ s}$ چقدر است؟ **SSM**

۲۵- فرض کنید یک سفینه فضایی در عمق فضا با شتاب ثابت برابر 9.8 m/s^2 حرکت می‌کند، تا احساسی از گرانش عادی را در ضمن پرواز نشان دهد. (الف) اگر سفینه از حالت سکون شروع کرده باشد، چقدر طول می‌کشد تا به تندی یک دهم تندی نور که برابر با $3/0 \times 10^8 \text{ m/s}$ است، برسد؟ (ب) با این سرعت چه مسافتی را طی خواهد کرد؟ **SSM**

۲۷•- الکترونی با سرعت اولیه $v_0 = 1/50 \times 10^6 \text{ m/s}$ وارد ناحیه‌ای به طول $L = 1/100 \text{ cm}$ می‌شود و از نظر الکتریکی شتاب می‌گیرد (شکل ۲-۲۴). الکترون با سرعت $v = 5/70 \times 10^6 \text{ m/s}$ از آنجا خارج می‌شود. با فرض ثابت بودن شتاب آن چقدر است؟ **SSM**



شکل ۲-۲۴ مسئله ۲۷

۴۵•- در یک کارگاه ساختمانی، آچاری پس از رها شدن با تندی 24 m/s به زمین می‌خورد. (الف) آچار از چه ارتفاعی بر اثر بی‌مبالاتی فرو افتاده است؟ (ب) زمان سقوط آن چقدر بوده است؟ (پ) نمودارهای y ، v و a را برحسب t برای آچار رسم کنید. **SSM**

۹۱- میله‌ای در مدت $5/4 \text{ s}$ می‌تواند از 0 تا 60 km/h شتاب بگیرد. (الف) در این زمان شتاب میانگین آن برحسب m/s^2 چقدر است؟ (ب) با فرض ثابت بودن شتاب در مدت $5/4 \text{ s}$ چقدر حرکت خواهد کرد؟ (پ) اگر شتاب میله در مقدار (الف) حفظ شود، چقدر طول می‌کشد تا از حال سکون به مسافت 25 km برسد؟ **SSM**