



بسم الله الرحمن الرحيم

# FUNDAMENTALS OF PHYSICS

مریم بحرینی

✓ [M\\_Bahreini@iust.ac.ir](mailto:M_Bahreini@iust.ac.ir)

✓ [@M\\_Bahreini](https://www.instagram.com/M_Bahreini)

# فهرست

فصل اول: اندازه گیری

فصل دوم: حرکت در راستای خط راست

فصل سوم: بردارها

فصل چهارم: حرکت در دو و سه بعد

فصل پنجم: نیرو و حرکت ۱

فصل ششم: نیرو و حرکت ۲

فصل هفتم: انرژی جنبشی و کار

فصل هشتم: انرژی پتانسیل و پایداری انرژی

فصل نهم: مرکز جرم و اندازه حرکت خطی

فصل دهم: چرخش

فصل یازدهم: غلتش، گشتاور و اندازه حرکت زاویه ای

فصل دوازدهم: تعادل و کشسانی

فصل سیزدهم: گرانش

فصل چهاردهم: دما، گرما و قانون اول ترمودینامیک

فصل پانزدهم: نظریه جنبشی گازها

فصل شانزدهم: آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک

پایان ترم

۵

نیم ترم دوم

۳

# FUNDAMENTALS OF PHYSICS

فیزیک ۱

Physics 1

فصل دوم:  
حرکت در راستای  
خط راست



## CHAPTER 2

# Motion Along a Straight Line

## 2-1 POSITION, DISPLACEMENT, AND AVERAGE VELOCITY

### Learning Objectives

After reading this module, you should be able to . . .

- 2.01** Identify that if all parts of an object move in the same direction and at the same rate, we can treat the object as if it were a (point-like) particle. (This chapter is about the motion of such objects.)
- 2.02** Identify that the position of a particle is its location as read on a scaled axis, such as an  $x$  axis.
- 2.03** Apply the relationship between a particle's displacement and its initial and final positions.
- 2.04** Apply the relationship between a particle's average velocity, its displacement, and the time interval for that displacement.
- 2.05** Apply the relationship between a particle's average speed, the total distance it moves, and the time interval for the motion.
- 2.06** Given a graph of a particle's position versus time, determine the average velocity between any two particular times.

### Key Ideas

- The position  $x$  of a particle on an  $x$  axis locates the particle with respect to the origin, or zero point, of the axis.
- The position is either positive or negative, according to which side of the origin the particle is on, or zero if the particle is at the origin. The positive direction on an axis is the direction of increasing positive numbers; the opposite direction is the negative direction on the axis.
- The displacement  $\Delta x$  of a particle is the change in its position:

$$\Delta x = x_2 - x_1.$$

- Displacement is a vector quantity. It is positive if the particle has moved in the positive direction of the  $x$  axis and negative if the particle has moved in the negative direction.
- When a particle has moved from position  $x_1$  to position  $x_2$  during a time interval  $\Delta t = t_2 - t_1$ , its average velocity during that interval is

$$v_{\text{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}.$$

- The algebraic sign of  $v_{\text{avg}}$  indicates the direction of motion ( $v_{\text{avg}}$  is a vector quantity). Average velocity does not depend on the actual distance a particle moves, but instead depends on its original and final positions.
- On a graph of  $x$  versus  $t$ , the average velocity for a time interval  $\Delta t$  is the slope of the straight line connecting the points on the curve that represent the two ends of the interval.
- The average speed  $s_{\text{avg}}$  of a particle during a time interval  $\Delta t$  depends on the total distance the particle moves in that time interval:

$$s_{\text{avg}} = \frac{\text{total distance}}{\Delta t}.$$

# فرض ها:

۱- حرکت فقط در راستای یک خط راست باشد. قائم، افقی، شیبدار

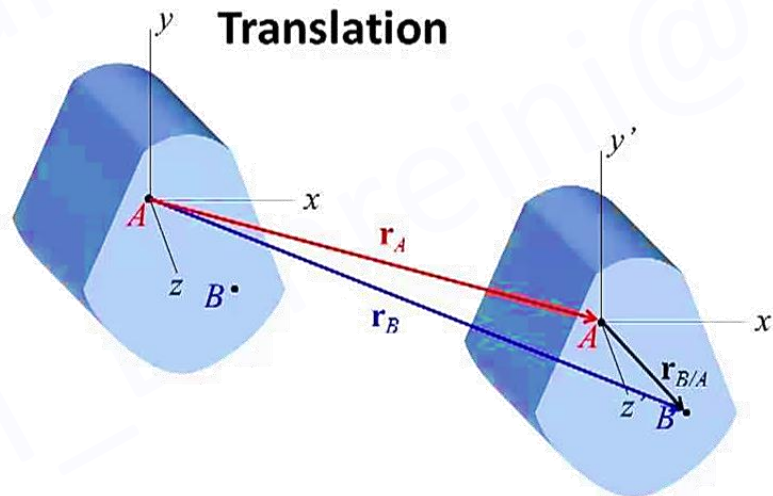
۲- فقط درباره خود حرکت صحبت می کنیم. نه درباره علت حرکت

۳- جسم در حال حرکت یا ذره است یا مانند یک ذره عمل می کند. ← **جسم صلب**



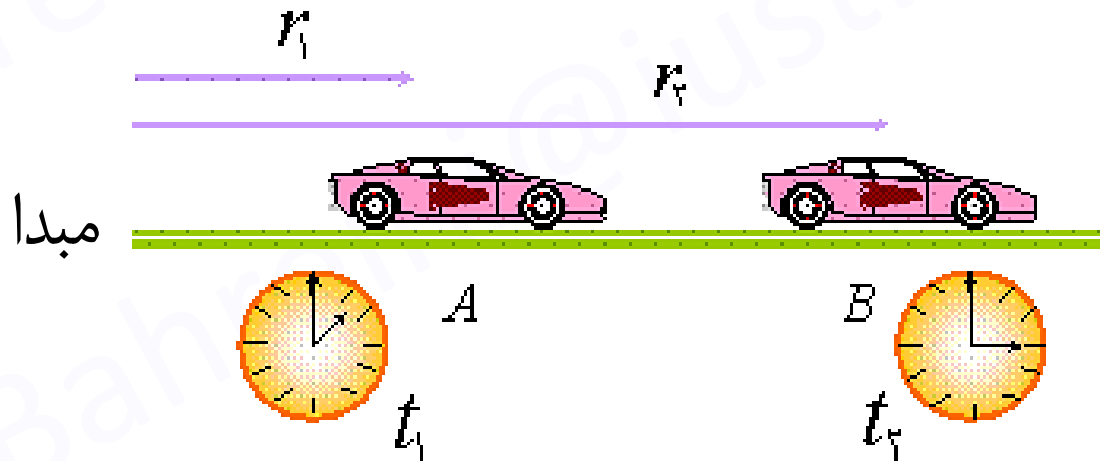
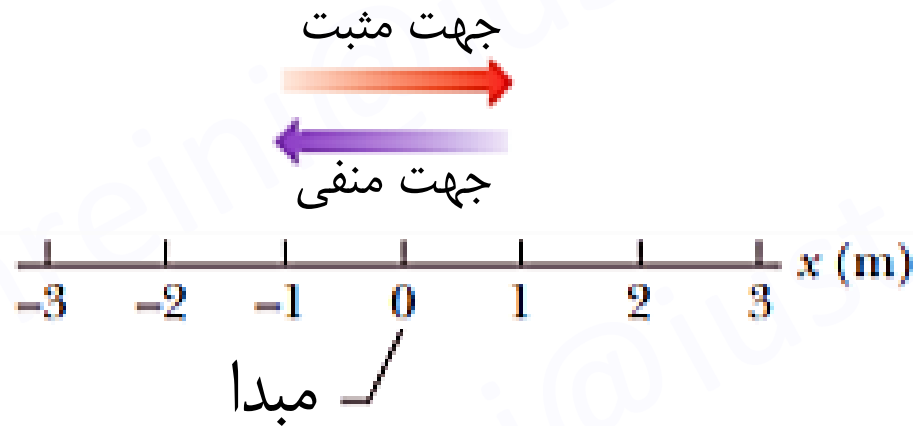
جسم سفت و محکم، ذرات نسبت به هم حرکت نمیکنند و ثابت هستند.

موقع حرکت تمام بخش های آن در یک جهت و با یک سرعت حرکت می کنند.



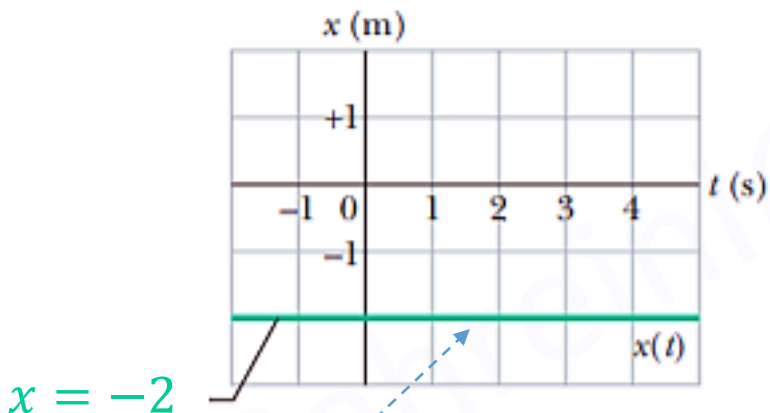
مکان:

تعیین مکان ذره نسبت به یک نقطه مرجع (مبداء):  $x_1$



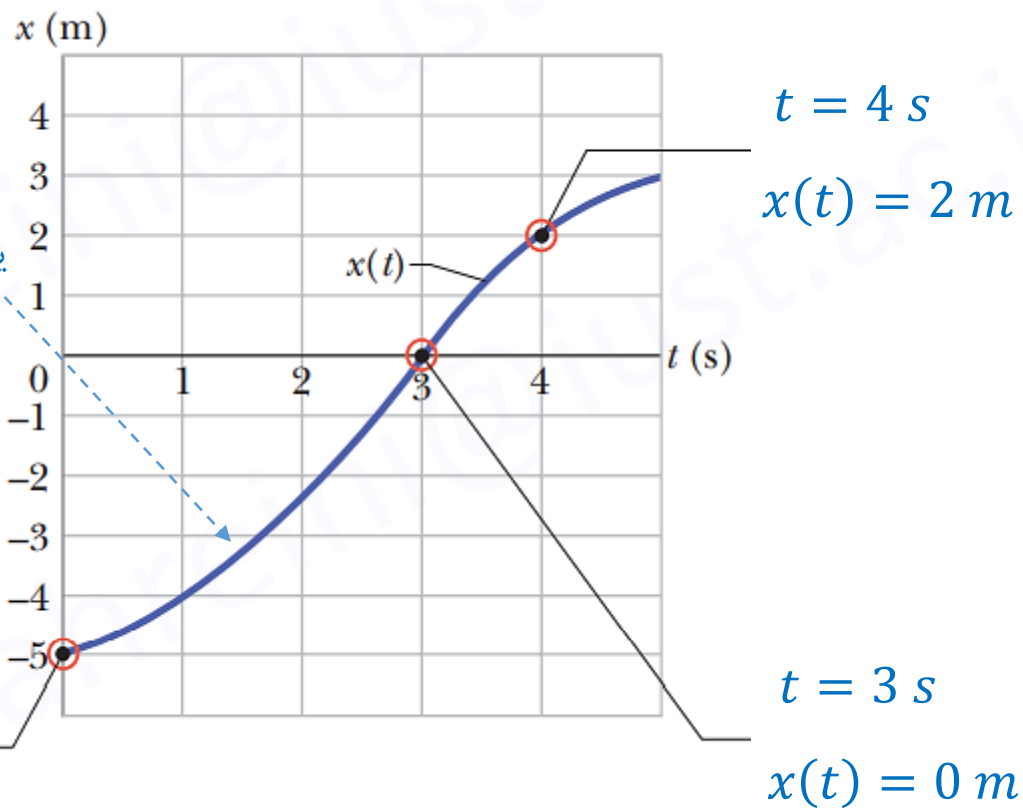
# مکان: توصیف مکان: ترسیم نمودار مکان ذره $x$ بر حسب زمان $t$

نمودار  $x(t)$



یک جسم ساکن

یک جسم در حال حرکت

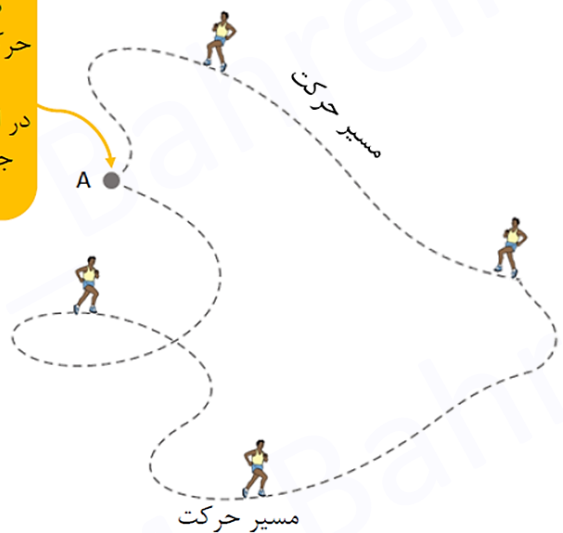




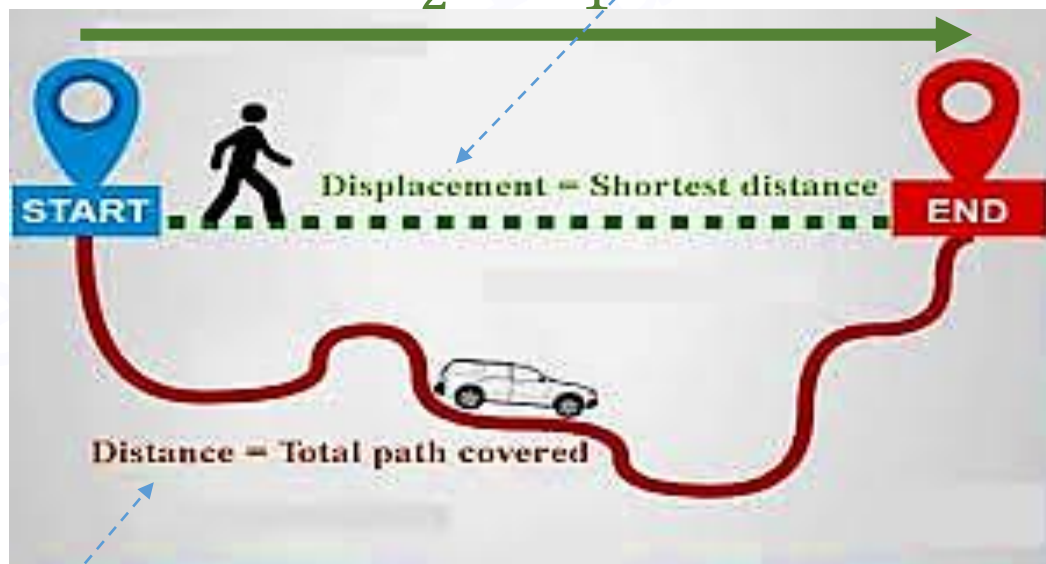
# جابجائی: تغییر مکان ذره از $x_1$ به $x_2$

تغییر

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$



در برخی موارد ممکن است نقطه شروع و پایان حرکت جسم، با هم یکی باشند. در این صورت بردار جابه جایی صفر است.



مسافت





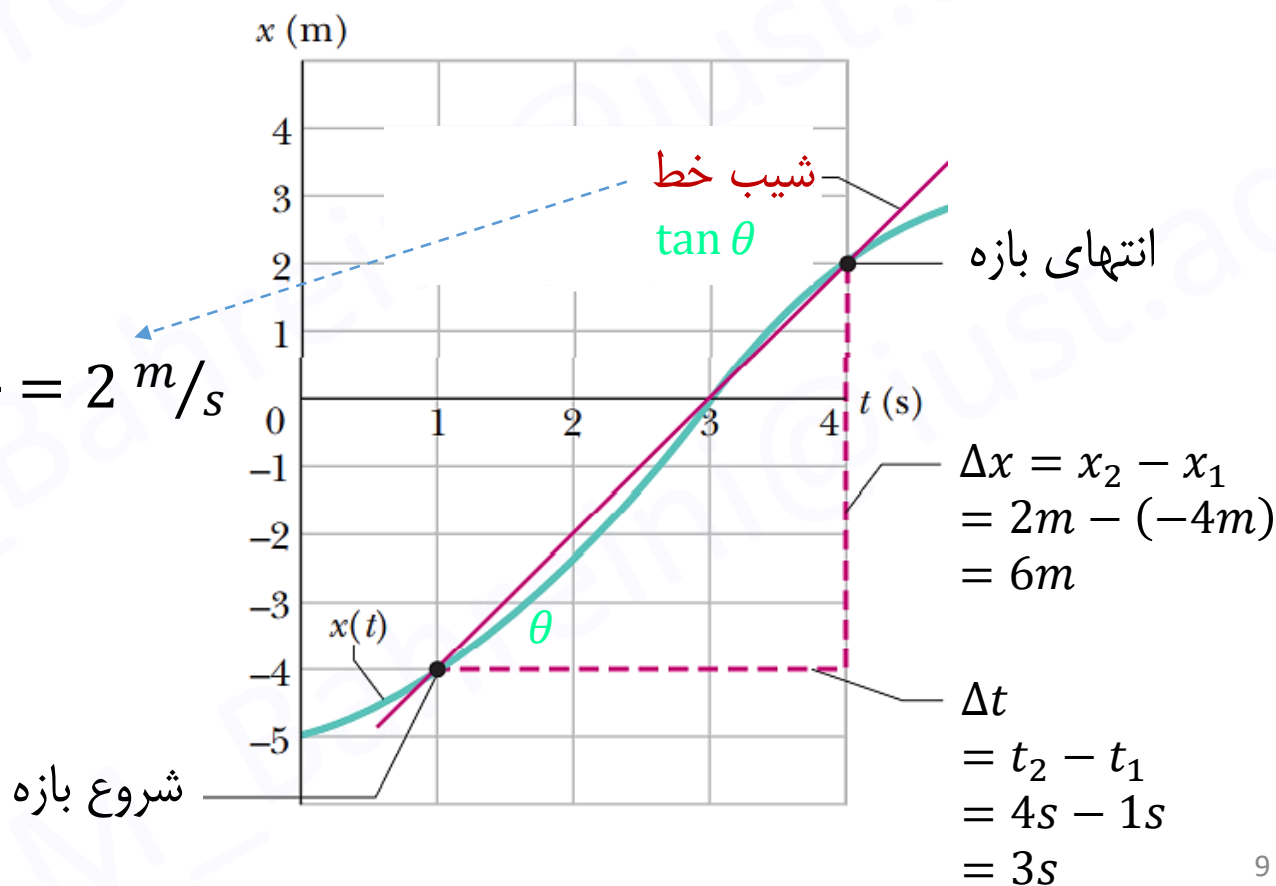
# سرعت میانگین: $v_{avg}$ Average Velocity

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \text{ m/s}$$

نسبت جابجائی  $\Delta x$  در بازه زمانی  $\Delta t$  تقسیم بر آن بازه زمانی

محاسبه سرعت میانگین از روی نمودار  $x(t)$ :

$v_{avg}$  شیب خط راستی است که دو نقطه خاص روی نمودار را بهم وصل می کند



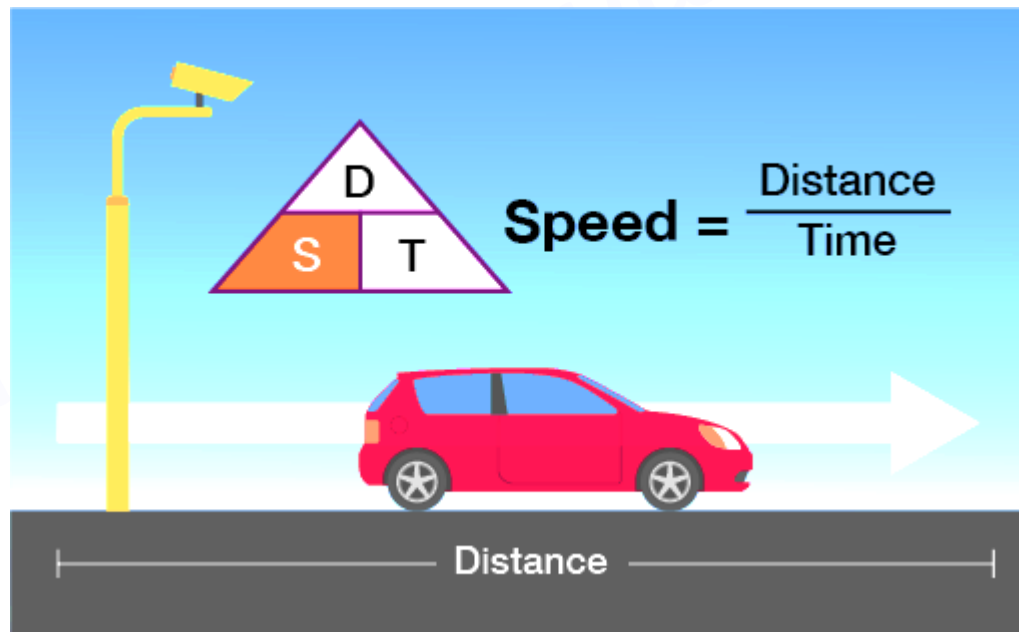
$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6\text{m}}{3\text{s}} = 2 \text{ m/s}$$

## Average Speed

تندی میانگین:  $S_{avg}$

نسبت مسافت کل در بازه زمانی  $\Delta t$  تقسیم بر آن بازه زمانی

$$S_{avg} = \frac{\text{مسافت}}{\Delta t} = \frac{\text{مسافت}}{t_2 - t_1} \text{ m/s}$$





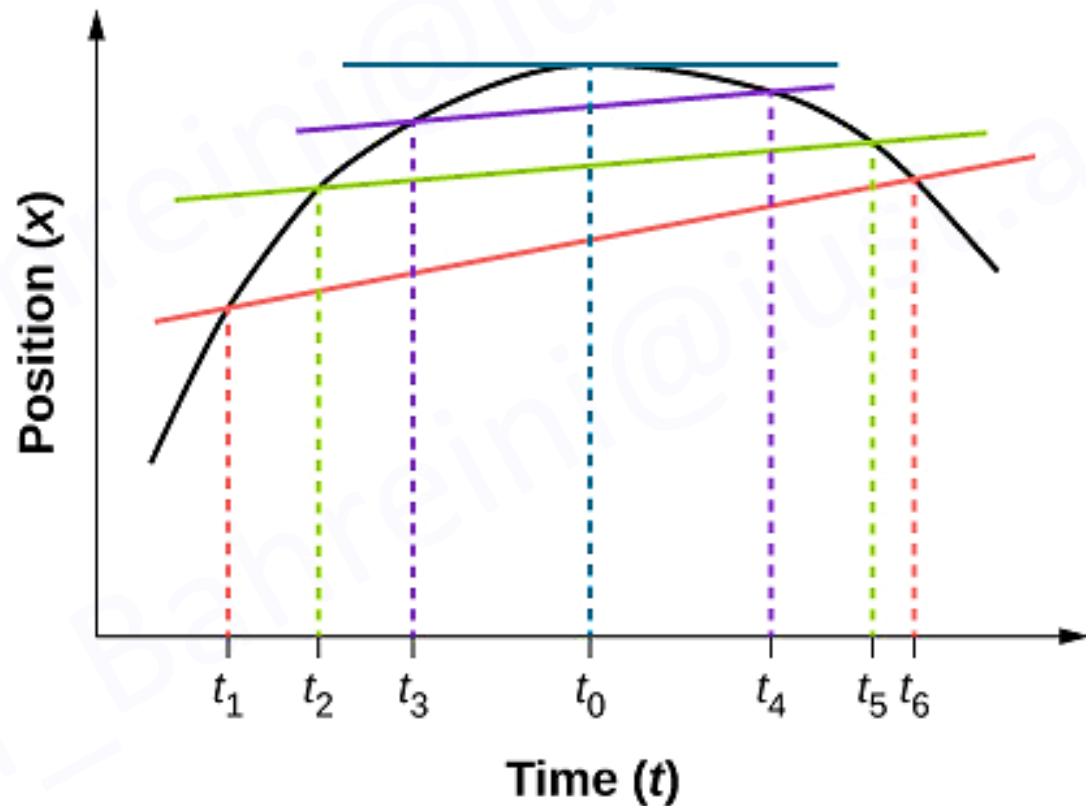
# سرعت لحظه ای و تندی لحظه ای:

## Instantaneous Velocity and Speed

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

شیب خط مماس

$v(t_0) = \text{slope of tangent line}$





## Checkpoint 2

The following equations give the position  $x(t)$  of a particle in four situations (in each equation,  $x$  is in meters,  $t$  is in seconds, and  $t > 0$ ): (1)  $x = 3t - 2$ ; (2)  $x = -4t^2 - 2$ ; (3)  $x = 2/t^2$ ; and (4)  $x = -2$ . (a) In which situation is the velocity  $v$  of the particle constant? (b) In which is  $v$  in the negative  $x$  direction?

جسم را در نظر بگیرید که معادله مکان آن در امتداد محور  $x$  با  
 $x(t) = x_0 + b \frac{t^2}{2}$   
داره شمره است که در آن  $x_0$  مکان جسم در زمان  $t=0$  است. مؤلفه  $x$  سرعت  
حکمتی جسم را بدست آورید.



## Acceleration

# شتاب میانگین و شتاب لحظه ای:

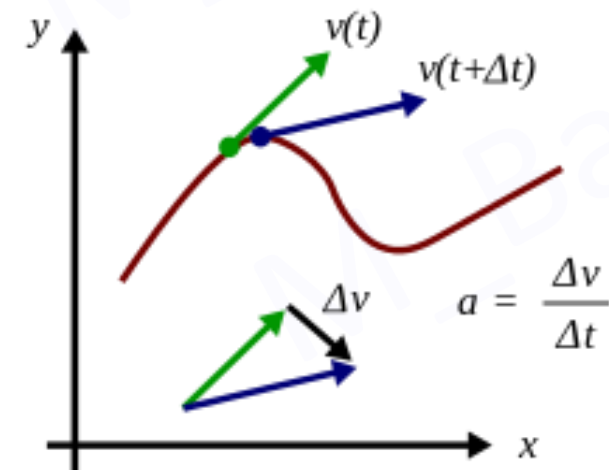
ناشی از تغییر سرعت

$$a_{avg} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad m/s^2$$

آهنگی که با آن سرعت ذره تغییر می کند

$$a = \frac{dv}{dt} \quad m/s^2$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad m/s^2$$



محاسبه شتاب میانگین از روی نمودار  $v(t)$ :

$a_{avg}$  شیب خط راستی که دو نقطه خاص روی نمودار را بهم وصل می کند

محاسبه شتاب لحظه ای از روی نمودار  $x(t)$ :

$a$  مشتق دوم  $x(t)$  نسبت به زمان

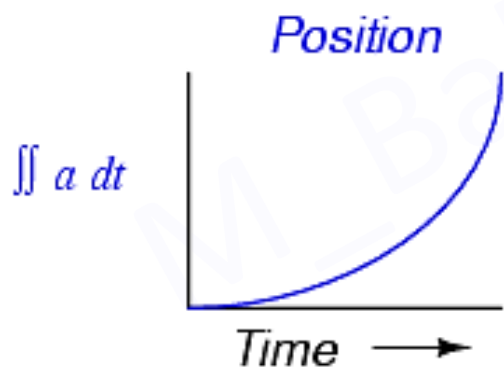
شتاب های بزرگ را بر حسب  $g$  بیان می کنند:  $1g = 9.8 m/s^2$

# Acceleration

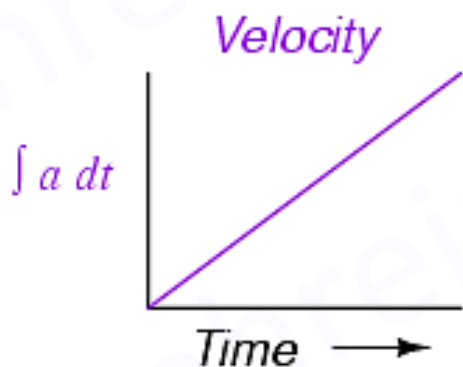
## مکان و سرعت و شتاب:



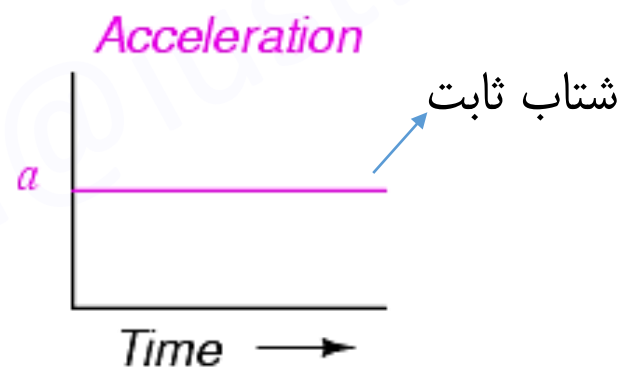
If the signs of the velocity and acceleration of a particle are the same, the speed of the particle increases. If the signs are opposite, the speed decreases.



$\leftarrow$   
Integration



$\leftarrow$   
Integration





# حالت خاص: شتاب ثابت

$$y = \int v dt$$

$$= \int (v_0 + at) dt$$

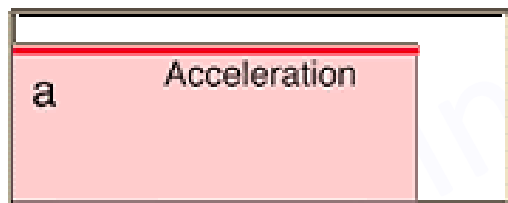
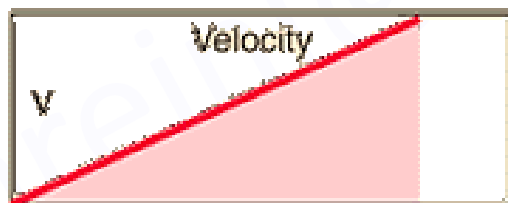
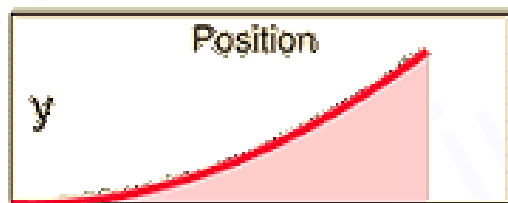
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Integrate  
velocity to  
get position 

$$v = \int a dt = v_0 + at$$

Integrate  
acceleration  
to get  
velocity 

$$a = \text{constant}$$



time  $\rightarrow$

Motion relationships in  
one dimension.

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$



Derivative  
of position  
is velocity

$$v = \frac{dy}{dt}$$

$$v = v_0 + at$$



Derivative  
of velocity is  
acceleration

$$a = \frac{dv}{dt} = a$$

# حالت خاص: شتاب ثابت

معادله

کمیت مجهول

مستقل از جابجائی



$$v = v_0 + at$$

$$x - x_0$$

مستقل از سرعت



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

$$v$$

مستقل از زمان



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

$$t$$

مستقل از شتاب



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

$$a$$

مستقل از سرعت اولیه



$$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$$

$$v_0$$



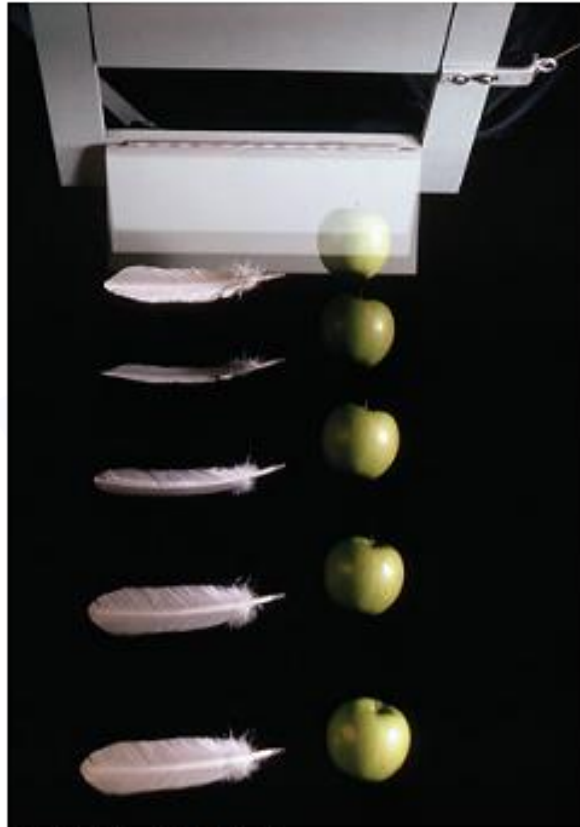
# حالت خاص: شتاب ثابت



## Checkpoint 4

The following equations give the position  $x(t)$  of a particle in four situations: (1)  $x = 3t - 4$ ; (2)  $x = -5t^3 + 4t^2 + 6$ ; (3)  $x = 2/t^2 - 4/t$ ; (4)  $x = 5t^2 - 3$ . To which of these situations do the equations of Table 2-1 apply?

# شتاب سقوط آزاد Free-Fall Acceleration



© Jim Sugar/CORBIS

اگر جسمی را به طرف بالا یا پایین بیاندازیم و تا حدی بتوانیم تأثیر هوا را بر حرکت آن از بین ببریم، در می یابیم که جسم به طرف پایین با آهنگ ثابت معینی شتاب می گیرد. این آهنگ را شتاب سقوط آزاد می نامند و بزرگی آن را با  $g$  نمایش می دهند. این شتاب مستقل از مشخصه های جسم مانند جرم، چگالی یا شکل آن بوده و برای همه جسمها یکسان است.

# شتاب سقوط آزاد Free-Fall Acceleration

برای جسمی که در حال حرکت در امتداد قائم،  
چه به سمت بالا چه به سمت پایین است،  
زمانی که بتوان از تاثیر هوا چشم پوشید



معادلات حرکت با شتاب ثابت  $-g$

سقوط آزاد:

- ❖ جهت حرکت در راستای محور  $y$  است
- ❖ شتاب منفی است. جهت آن به سمت پایین است.

