



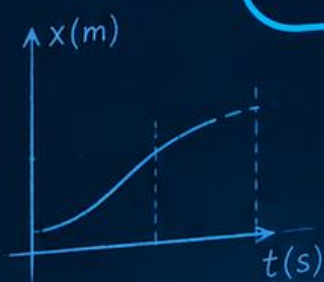
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

فیزیکتومی



حرکت شناسی

فصل اول فیزیک پایه دوازدهم



$$x = x_0 + vt$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$



استاد شایان عابدی



شناخت حرکت

- مسافت و جابه‌جایی -

مسافت (ℓ)	جابه‌جایی ($\vec{d}$)
طول مسیر طی‌شده	پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین را به مکان پایانی وصل می‌کند.
از جنس طول، یکا در SI: متر (m)	از جنس طول، یکا در SI: متر (m)
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
همواره	
$\ell \geq d$	

● شرط برابری مسافت با اندازه جابه‌جایی:

اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت عوض نشود.

- تندى متوسط و سرعت متوسط -

تندی متوسط	سرعت متوسط
مسافت طی‌شده در واحد زمان	جابه‌جایی در واحد زمان
$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$	$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$
یکا در SI: متر بر ثانیه (m/s)	یکا در SI: متر بر ثانیه (m/s)
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.





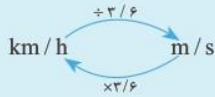
نکته

چند نکته:

۱ همواره: $s_{av} \geq |\bar{v}_{av}|$

۲ شرط برابری تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط (همان شرطهای برابری مسافت و اندازه جابه‌جایی):
اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت تغییر نکند.

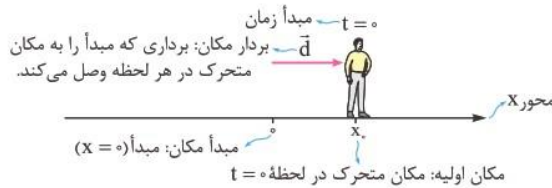
۳ کیلومتر بر ساعت (km/h)، یکای متداول دیگر سرعت است.



$$18 \text{ (km/h)} = 5 \text{ m/s} \text{ و } 36 \text{ (km/h)} = 10 \text{ m/s} \text{ و } 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s} \text{ و } 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

- حرکت روی محور x -

معادله مکان - زمان.

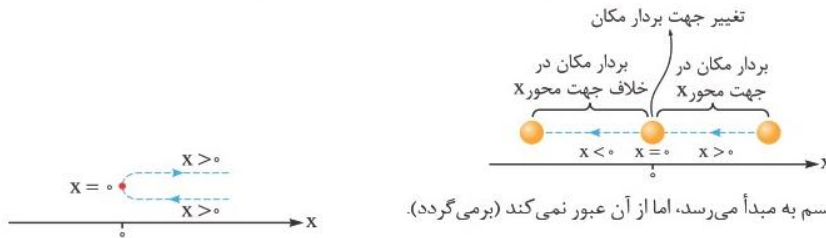
تابعی که ورودی آن زمان (t) و خروجی آن مکان (x) است: $x = f(t)$ 

موقعیت متحرک	علامت x	جهت بردار مکان
جسم در xهای مثبت قرار دارد.	$x > 0$	به سمت راست در جهت محور x (در جهت مثبت محور x)
جسم در xهای منفی قرار دارد.	$x < 0$	به سمت چپ در خلاف جهت محور x (در جهت منفی محور x)





تغییر جهت بردار مکان ↔ عبور متحرک از مبدأ ↔ x برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.



تذکر اگر x برابر صفر شده ولی علامت آن عوض نشود، جسم به مبدأ می‌رسد، اما از آن عبور نمی‌کند (برمی‌گردد).

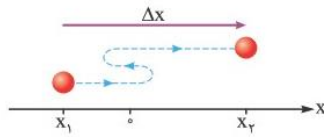
چند اصطلاح زمانی مهم

اصطلاح	معنی (تمام مقادیر برحسب ثانیه هستند.)	مثال
$t = k$	یعنی لحظه‌ای که زمان‌سنج مقدار k را نشان می‌دهد.	لحظه $t = 2s$ یعنی لحظه‌ای که زمان‌سنج $2s$ را نشان می‌دهد.
ثانیه n ام	یعنی بازه زمانی $t_1 = n-1$ تا $t_2 = n$	ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$
ثانیه اول m	یعنی بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = m$	۸ ثانیه اول یعنی بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 8s$
ثانیه m ام	یعنی بازه زمانی $t_1 = m(n-1)$ تا $t_2 = mn$	۳ ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 9s$ تا $t_2 = 12s$
شروع ثانیه n ام	یعنی لحظه $t = n-1$	شروع ثانیه ششم یعنی لحظه $t = 5s$
پایان ثانیه n ام	یعنی لحظه $t = n$	پایان ثانیه ششم یعنی لحظه $t = 6s$





جابه‌جایی در حرکت روی محور x



$$\Delta x = x_2 - x_1$$

نکته	شکل	علامت Δx	جهت بردار جابه‌جایی
مسیر حرکت هر چیزی می‌تواند باشد.	جسم به سمت راست جابه‌جا شده.	$\Delta x > 0$	به سمت راست در جهت محور x در جهت مثبت محور x
	جسم به سمت چپ جابه‌جا شده.	$\Delta x < 0$	به سمت چپ در خلاف جهت محور x در جهت منفی محور x

سرعت متوسط در حرکت روی محور x

جابه‌جایی: متر (m) $\rightarrow \Delta x$ ← سرعت متوسط: متر بر ثانیه (m/s) $\leftarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ زمان: ثانیه (s) $\rightarrow \Delta t$

نکته

علامت (جهت) سرعت متوسط و جابه‌جایی همیشه یکسان است.

– سرعت لحظه‌ای، تندی لحظه‌ای –

تندی لحظه‌ای (s) یا تندی	سرعت لحظه‌ای ($\vec{v}$) یا سرعت
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد. جهت: مماس بر مسیر حرکت
همواره: تندی لحظه‌ای = اندازه سرعت لحظه‌ای، $ \vec{v} = s$	





$$v = f(t)$$

معادله سرعت - زمان، تابعی که ورودی آن زمان (t)، خروجی آن سرعت (v) است:

در حرکت روی محور x :

علامت سرعت	جهت حرکت	شکل
مثبت	در جهت محور x به سمت راست	
منفی	در خلاف جهت محور x به سمت چپ	

شرط تغییر جهت حرکت

سرعت برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.

تذکر اگر سرعت صفر شده، ولی علامت آن عوض نشود، یعنی متحرک متوقف شده، اما جهت حرکتش عوض نشده (یعنی در همان جهت ادامه داده است).

شتاب ($\bar{a}$)

سرعت ثابت $\leftarrow a = 0$

سرعت متغیر (می تواند اندازه سرعت یا جهت سرعت یا هر دو متغیر باشد). $\leftarrow a \neq 0$

شتاب یعنی آهنگ تغییر سرعت

تذکر هر حرکتی که روی مسیر مستقیم نباشد، حتماً شتابدار است (چون جهت حرکت آن پیوسته عوض می شود).

شتاب متوسط ($\bar{a}_{av}$)

$$\bar{a}_{av} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} \xrightarrow{\text{در حرکت روی محور } x} a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

سرعت در لحظه t_f سرعت در لحظه t_i

تذکر به علامت v_f و v_i دقت کن!

نکته

علامت (جهت) شتاب متوسط و تغییر سرعت همیشه یکسان است.





حرکت تندشونده و کندشونده

نوع حرکت	مفهوم	علامت سرعت و شتاب
تندشونده	تندی (اندازه سرعت): در حال افزایش	هم علامت (هم جهت)
کندشونده	تندی (اندازه سرعت): در حال کاهش	با علامت مختلف (در جهت مخالف هم)

نمودار مکان - زمان

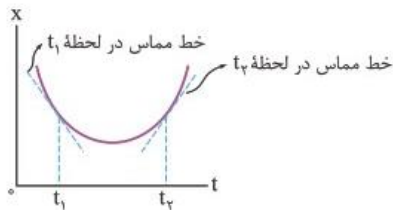
سرعت متوسط	سرعت لحظه‌ای
شیب خط واصل دو نقطه	شیب خط مماس در یک نقطه
شیب خط AB سرعت متوسط در بازه t_1 تا t_2 $V_{av}(t_1, t_2) = t_2$	شیب خط چین مماس سرعت در لحظه T $V_T = T$

نکته

اگر نمودار مکان - زمان خطی باشد ← شیب: ثابت ← سرعت: ثابت ← سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر است.

محاسبه شتاب متوسط در نمودار مکان - زمان

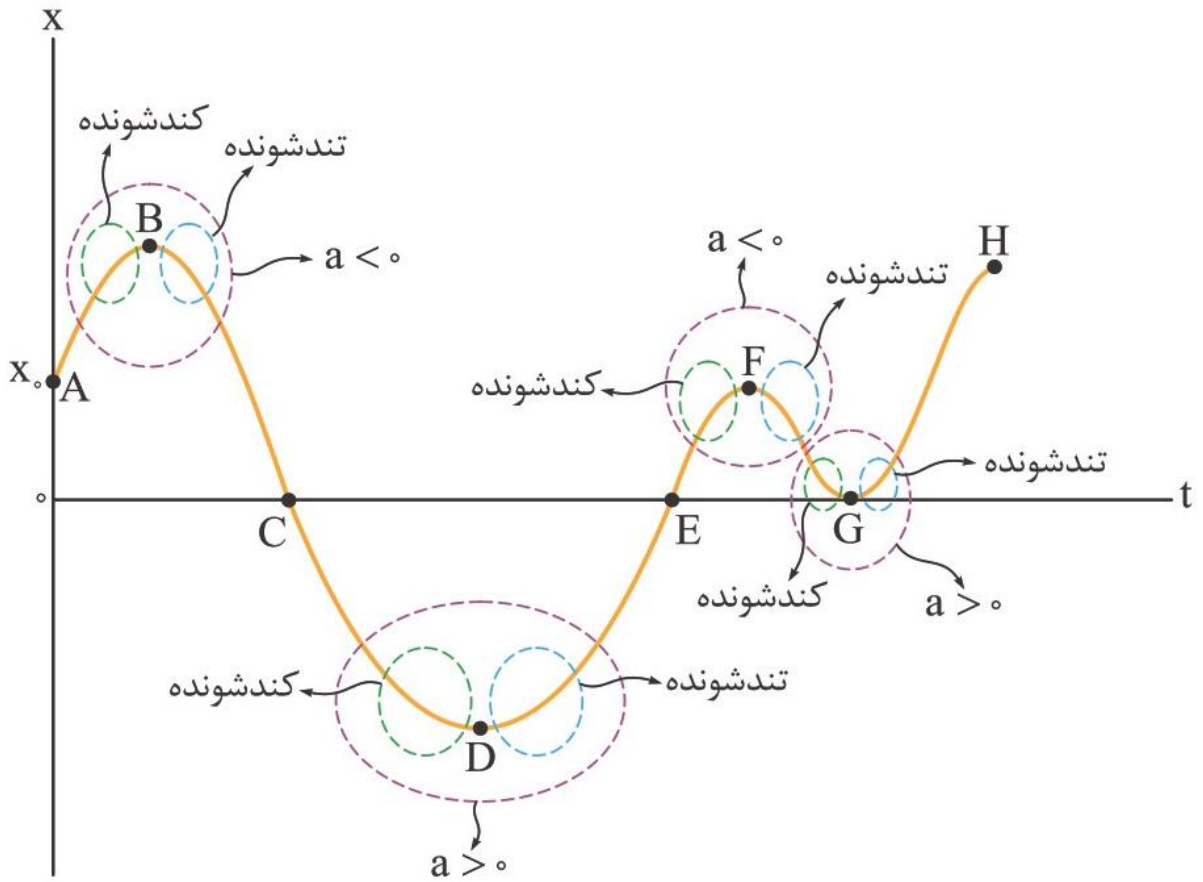
ابتدا به کمک شیب خط مماس، سرعت لحظه‌ای در لحظه‌های t_1 و t_2 را به دست می‌آوریم و بعد به سراغ رابطه زیر می‌رویم:



$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

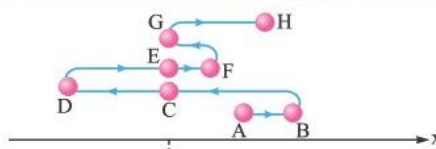
شیب خط مماس در لحظه t_1 شیب خط مماس در لحظه t_2





نمونه در نمودار بالا	نشانه در نمودار مکان - زمان	سوژه
H تا G, G تا E, C تا A	بالای محور t	$X > 0$, بردار مکان در جهت محور X
E تا C	پایین محور t	$X < 0$, بردار مکان در خلاف جهت محور X
G, E, C	منطبق بر محور t	$X = 0$, متحرک روی مبدأ است.
E و C (در نقطه G به مبدأ رسیده، ولی از آن عبور نکرده).	X برابر صفر شده و علامت آن تغییر کند.	عبور از مبدأ
H تا G, F تا D, B تا A	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	حرکت در جهت محور X ($v > 0$)
G تا F, D تا B	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	حرکت در خلاف جهت محور X ($v < 0$)
G, F, D, B	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	تغییر جهت حرکت
روی نمودار مشخص شده!	تقعر نمودار رو به بالا، این جوری: و و ...	شتاب در جهت محور X ($a > 0$)
روی نمودار مشخص شده!	تقعر نمودار رو به پایین، این جوری: و و ...	شتاب در خلاف جهت محور X ($a < 0$)
روی نمودار مشخص شده!	بلافاصله بعد از قله و دره	حرکت تندشونده
روی نمودار مشخص شده!	بلافاصله قبل از قله و دره	حرکت کندشونده

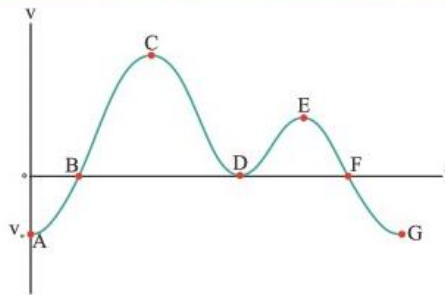
مسیر حرکت متحرک،





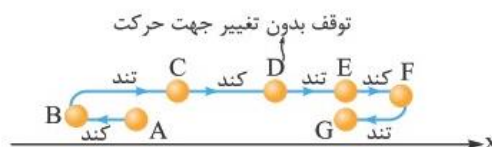
- نمودار سرعت - زمان -

شتاب لحظه‌ای	شتاب متوسط
شیب خط مماس بر یک نقطه	شیب خط واصل دو نقطه
شیب خط مماس بر نمودار در لحظه T $a_T = T$	شیب خط AB = شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 $a_{av(t_1, t_2)} = t_2 - t_1$



سؤره	نشانه در نمودار سرعت - زمان	نمونه در نمودار صفحه قبل
حرکت در جهت محور x	بالای محور t	$F \rightarrow D \rightarrow B$
حرکت در خلاف جهت محور x ($v < 0$)	پایین محور t	$G \rightarrow F \rightarrow B \rightarrow A$
سکون! ($v = 0$)	منطبق بر محور x	F, D, B
تغییر جهت حرکت	قطع محور t	F و B (در نقطه D متحرک متوقف شده، اما جهت حرکت آن عوض نشده!)
شتاب در جهت محور x ($a > 0$)	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	$E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$
شتاب در خلاف جهت محور x ($a < 0$)	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	$G \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow C$
تغییر جهت شتاب متحرک	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	E, D, C
حرکت تندشونده	دور شدن از محور t	$G \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B$
حرکت کندشونده	نزدیک شدن به محور t	$F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$

مسیر حرکت متحرک:

نمودار $v-t$ (به تنهایی) مکان متحرک را مشخص نمی‌کند!

معادله مکان - زمان درجه دو ($x = At^2 + Bt + C$)

حالت اول	حالت دوم
A و B هم علامت	A و B با علامت متفاوت
جهت حرکت عوض نمی شود.	جهت حرکت در لحظه $t = -\frac{B}{2A}$ عوض می شود.
حرکت پیوسته تندشونده	حرکت قبل از لحظه $t = -\frac{B}{2A}$ کندشونده و پس از آن تندشونده
نمونه‌ای از نمودار مکان - زمان 	نمونه‌ای از نمودار مکان - زمان





بخش ۲: حرکت با سرعت ثابت

ویژگی‌ها: ۱) **تندی:** ثابت ۲) **جهت حرکت:** هرگز تغییر نمی‌کند ← اندازه جابه‌جایی = مسافت ← اندازه سرعت متوسط = تندی متوسط ۳) **سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر است** ← $v_{av} : v$ ۴) **اندازه جابه‌جایی (و مسافت) با زمان متناسب است.** ۵) **شتاب = صفر**

معادله مکان - زمان:

$$x = vt + x_0$$

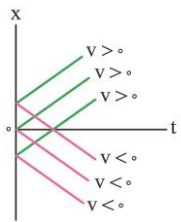
سرعت ← x ← مکان اولیه
زمان

$$\Delta x = v \Delta t$$

جابه‌جایی با سرعت ثابت:

نمودار مکان - زمان

خطی به شیب v و عرض از مبدأ x_0



حرکت چند مرحله‌ای با سرعت ثابت

$$v_{av} = \frac{\Delta x_{\text{کل}}}{\Delta t_{\text{کل}}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta x_1}{v_1}$$

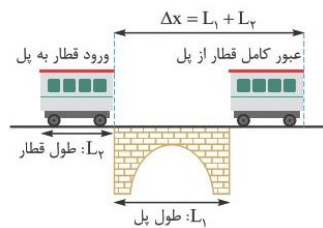
تذکر اگر در مرحله‌ای جهت حرکت تغییر کرده باشد Δx را برای آن مرحله، منفی در نظر می‌گیریم.

نکته

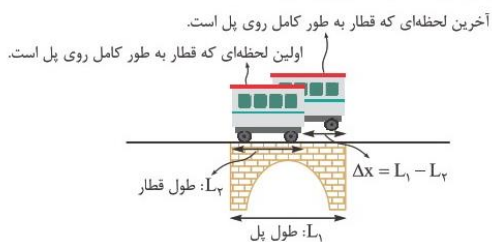
برای محاسبه تندی متوسط باید مسافت کل را حساب کرد و بعد به سراغ $s_{av} = \frac{\ell_{\text{کل}}}{\Delta t_{\text{کل}}}$ رفت.

عبور قطار از پل (یا تونل)

الف) عبور کامل قطار از پل:



ب) قرار گرفتن کامل قطار روی پل:





استاد شایان عابدی



Shayanphysics





استاد شایان عابدی

