

# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



## فیزیک دوازدهم مخصوص امتحان نهایی

### تهیه کننده: صدقی نژاد

مقدمه: در این کتاب سعی کردیم مطالب کتاب فیزیک دوازدهم تجربی را به زبان ساده بیان کرده و توضیح دهیم. پس از توضیح هر مطلب بلافاصله مثال هایی جهت درک بهتر آورده ایم. شما می توانید با تهیه فیلم آموزشی تدریس این جزوه، نمره کامل امتحان نهایی خود را تضمین کنید.

برای تهیه فیلم آموزشی که فقط در ۱۴ ساعت شما را به آمادگی کامل می رساند به شماره ۰۹۳۷۵۴۰۳۲۶۴ در پیام رسان یا واتساپ یا تلگرام پیام دهید.

نمادها:

مثال  $\text{♂}$

✓ نکته، بولد شده با سبز

❖ سوال نهایی

بولد شده ها با سبز پر رنگ = حفظ شود

برداری مکان ( $d_n$ ): برداریست که مبدا محور را به مکان جسم در هر



لحظه وصل می کند.

✓ نکته: در هنگام عبور متحرک از مبدا مختصات، بردار مکان متحرک تغییر جهت می دهد.

❓ برداری که مبدا محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند، بردار ..... جسم در آن لحظه نامیده می شود.

❓ بردار مکان را تعریف کنید.

\*\*\*\*\*

برداری جابه جایی  $d$ : برداریست از مکان اولیه جسم را به مکان پایانی آن



$$d = \Delta x \hat{i}$$

وصل می کند.

از آنجا که در کتاب شما فقط حرکت روی خط راست را بررسی می کنیم معمولاً از  $\Delta x$  برای نشان دادن جابه جایی استفاده می شود.

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad \text{مکان آغازین - مکان پایانی = جابه جایی}$$

☞ مثال: جابه جایی متحرک را در هر یک از حالات زیر حساب کنید.

(ب) متحرک از مکان ۸- به مکان ۲۲ می رود.

(الف) متحرک از مکان ۲ به مکان ۱۶ می رود

(ت) متحرک از مکان  $d_1=6$  به مکان  $d_2=-20$  می رود.

(پ) متحرک از مکان ۵- به مکان ۴۰- می رود

(ث) متحرکی از مکان ۶- به مکان ۱۲+ رفته و سپس به مکان ۸+ می رود.

✓ نکته: وقتی متحرک مسافتی را بپیماید و در نهایت به نقطه آغاز حرکت برگردد، جابه جایی متحرک صفر است.

❓ بردار جابه جایی را تعریف کنید.

❓ متحرکی روی خط راست، فاصله بین مکان آغازین  $5\hat{i}$  و مکان پایانی  $5\hat{i}$  را طی می کند. بردار جابه جایی این متحرک را به دست

آورید.

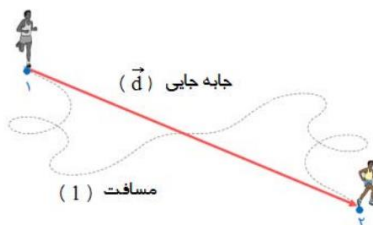


\*\*\*\*\*

مسافت طی شده  $L$ : به طول مسیر طی شده توسط جسم مسافت طی شده می گویند.

☞ مثال: خودرویی ۴ کیلومتر به سمت شمال، سپس ۸ کیلومتر به سمت شرق و

۴ کیلومتر به سمت جنوب حرکت می کند. مسافت طی شده توسط این خودرو را ۱۶ کیلومتر است.



در محاسبه اندازه جابه جایی فقط نقاط آغاز و پایان حرکت اهمیت دارند. اما در محاسبه مسافت، باید کل مسیر بررسی شود (مسافت تابع مسیر است). در مثال بالا جابه جایی را محاسبه کنید.

مثال: متحرکی از نقطه ۱۰۰- متر شروع به حرکت کرده و به نقطه ۴۰+ متر می رود. سپس دور زده و به مکان ۲۰+ متر می رسد.

الف) مسافت طی شده:

ب) جابه جایی:

✓ نکته: اندازه مسافت طی شده همواره بزرگتر یا مساوی اندازه جابه جایی است.

مثال: متحرکی از مکان ۱۰+ متر به مکان ۶۰+ می رود سپس به مکان ۳۰+ بر می گردد. جابه جایی و مسافت طی شده را حساب کنید.

در مثال بالا می بینیم که مسافت بزرگتر از اندازه جابه جایی است.

ولی ما گفتیم مسافت بزرگتر یا مساوی جابه جایی است...!! در چه حالتی مسافت و اندازه جابه جایی با هم برابرند؟ زمانی که متحرک روی خط راست بدون بازگشت حرکت کند.

مثال: متحرکی روی خط راست (فرضاً روی محور  $x$ ) از مکان ۱۰+ به مکان ۳۰+ می رود. مسافت طی شده و جابه جایی متحرک را حساب کنید.

✓ نکته: مسافت همواره عددی مثبت است لذا کمیتی نرده ایست اما جابه جایی می تواند مثبت یا منفی باشد و یک کمیت برداریست.

✓ نکته: اگر  $\Delta x > 0$  (مثبت) باشد بردار جابه جایی در جهت محور  $x$  و اگر  $\Delta x < 0$  (منفی) باشد بردار جابه جایی در خلاف جهت محور  $x$  است.

مثال: متحرکی از مکان ۲۰+ به مکان ۷۰- می رود. بردار جابه جایی را رسم نمایید و بگویید حرکت در جهت محور  $x$  است یا در خلاف جهت آن؟

مثال: متحرکی از مکان ۸۰+ به مکان ۳۰- رفته سپس به مکان ۶۰+ می رود. جابه جایی متحرک را حساب کرده و بردار جابه جایی آن را رسم کنید و بگویید حرکت در جهت محور  $x$  است یا در خلاف جهت آن؟

\*\*\*\*\*

معادله مکان-زمان  $x-t$ : معادله ایست که مکان جسم را در هر لحظه نشان می دهد. در این معادله  $x$  و  $t$  متغیرند.

چند نمونه معادله مکان-زمان:  $x = 3t + 1$        $x = 4t^2 + 3t - 2$

توجه کننده: صدق نژاد

تدریس مجزوه در کتاب تکوین  
@Fizik2121

مثال: معادله مکان جسمی به صورت  $x = -2t^2 - 5t + 2$  است. مکان جسم را در لحظه ۰ ثانیه و ۱ ثانیه و ۳ ثانیه پیدا کنید.

پاسخ: کافیسست اعداد را به جای  $t$  جایگذاری کنیم:

نکته: به مکان جسم در لحظه ۰ ثانیه مکان اولیه جسم ( $x_0$ ) می گویند. پس برای پیدا کردن مکان اولیه کافیسست در معادله مکان-زمان به جای  $t$ ، صفر را جایگذاری کنیم. در مثال بالا مکان اولیه جسم ۹- است.

مثال: مکان اولیه هر یک از متحرک های زیر را پیدا کنید.

$$x = 3t + 7$$

$$x = 6t^2 + 2t - 5$$

دیدیم که به کمک معادله مکان-زمان می توان در لحظه های مختلف مکان جسم را پیدا کرد. به کمک این معادله می توانیم جابه جایی جسم را نیز پیدا کنیم.

معادله مکان - زمان جسمی در حرکت بر روی خط راست به صورت  $x = t^2 - 4t + 3$  است. جابه جایی متحرک در بازه زمانی ۲ تا ۴ ثانیه چند متر است؟

((متحرک تغییر جهت می دهد یا خیر؟)) سوالی که بعضی مواقع با آن روبه رو می شویم. در همین حد کافیسست که بدانید اگر معادله مکان-زمان متحرکی به صورت درجه اول باشد، متحرک تغییر جهت نمیدهد.

اگر درجه دوم باشد، یک بار تغییر جهت می دهد که در آینده در این باره توضیح خواهیم داد.

نکته: زمانی که متحرک از مبدا مختصات عبور می کند.  $x=0$  خواهد بود. معمولا در سوالات از شما می پرسد در چه لحظه ای  $(t=?)$  متحرک از مبدا مکان (یا مبدا مختصات) عبور می کند. یعنی از شما زمان این اتفاق را می خواهد. در این حالت در معادله مکان- زمان به جای  $x$  صفر قرار دهید تا  $t$  به دست آید.

معادله مکان - زمان متحرکی روی خط راست به صورت  $x = -4t + 6$  است. الف) این متحرک در چه لحظه ای از مبدا مکان عبور می کند؟

ب) آیا جهت حرکت این متحرک تغییر کرده است؟

یک اشتباه متداول:

مبدا مکان یا مبدا مختصات یک معنی را می دهند و منظور همان نقطه ۰ محور  $x$  است اما منظور از مکان اولیه، اولین مکان جسم است که در آن قرار دارد. مثلا ممکن است متحرکی ابتدا در مکان  $+100$  قرار داشته باشد در این صورت مکان اولیه اش  $+100$  است.

$x=0$  مبدا مکان یا مبدا مختصات

$x$  مکان اولیه متحرک

\*\*\*\*\*

توجه کنندگان: صدق ندارد

تدریس جزوه در کانال تلگرام  
@Fizik2121

تندی متوسط  $S_{av}$  و سرعت متوسط  $V_{av}$  :

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

به نسبت مسافت طی شده به تغییرات زمان تندی متوسط می گویند.

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

به نسبت جابه جایی به تغییرات زمان سرعت متوسط می گویند.

✓ نکته: تندی کمیتی نرده ای و سرعت کمیتی برداریست.

جمع بندی:

تندی و مسافت ← کمیت نرده ای      جابه جایی و سرعت ← کمیت برداری

مثال: متحرکی در مدت زمان ۴ ثانیه از مکان ۵+ به مکان ۶۰+ رفته و سپس به مکان ۴۵- می رود. مطلوب است:

الف) مسافت

ب) جابه جایی

پ) تندی متوسط

ت) سرعت متوسط

نکته: با توجه به معادله  $V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  اگر جابه جایی متحرک صفر باشد، سرعت متوسط نیز صفر خواهد بود و با توجه به

معادله  $S = \frac{l}{\Delta t}$  اگر مسافت طی شده صفر باشد تندی متوسط صفر خواهد بود.

نکته: علامت  $\Delta x$  و  $V_{av}$  همواره مشابه است و به اصطلاح می گوئیم جابه جایی و سرعت متوسط همواره هم جهتند.

نکته: جهت حرکت مطلب مهمی است که معمولاً در سوالات پرسیده می شود (مثلاً می گوید جهت حرکت جسم کدام است). منظور چنین سوالاتی این است که حرکت در جهت محور  $x$  است یا در خلاف جهت محور.

◇ بردار سرعت متوسط با بردار جابه جایی همسو است. درست

◇ بردار سرعت متوسط متحرک در حرکت روی محور  $x$  (خلاف جهت - هم جهت) با بردار جابه جایی است.

◇ در حرکت روی محور  $x$  وقتی متحرک به مکان آغازین حرکتش باز گردد (مسافت طی شده - سرعت متوسط) متحرک صفر است.

علامت  $\Delta x$  و  $V_{av}$  جهت حرکت را مشخص می کنند به این صورت که اگر مثبت باشند، حرکت در جهت محور  $x$  است و اگر منفی باشند، حرکت در خلاف جهت محور  $x$  است. پس برای تعیین جهت حرکت به سراغ محاسبه  $\Delta x$  یا  $V_{av}$  بروید.

مثال: متحرکی از مکان ۲۳- به مکان ۹۱+ می رود. جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

مثال: متحرکی از نقطه ۶۰- به نقطه ۳۰+ رفته و سپس به نقطه ۲۰+ می رسد. جهت حرکت متحرک را مشخص کنید.

همانطور که قبلاً گفتیم، مسافت طی شده همواره بزرگتر با مساوی جابه جایی است پس....

اندازه تندی متوسط نیز همواره از اندازه سرعت متوسط بیشتر است و در یک حالت نیز مساوی اند. (تندی متوسط بزرگتر مساوی اندازه سرعت متوسط است). در حالتی که حرکت روی خط راست و بدون بازگشت باشد این دو با هم مساوی هستند.

مثال: متحرکی روی محور  $x$  (خط راست) در مدت زمان  $30$  ثانیه از مکان  $40-$  به مکان  $80+$  می رود. تندی متوسط و سرعت متوسط را حساب کنید و آنها را با هم مقایسه کنید.

مثال: متحرکی روی محور  $x$  از نقطه  $12$  به نقطه  $60-$  رفته و سپس به نقطه  $30-$  می رود. سرعت متوسط و تندی متوسط را حساب کنید و جهت حرکت را مشخص کنید.

در چه صورت اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط آن برابر می شود؟

دو تفاوت بین سرعت متوسط و تندی متوسط را بیان کنید.

متحرکی در مدت زمان  $8s$  از مکان  $d_1 = -4i$  به مکان  $d_2 = 4i$  می رسد.

الف) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

ب) بزرگی سرعت متوسط این متحرک در مدت زمان  $8s$  چند متر بر ثانیه است؟

پ) مساوفت طی شده این متحرک چند متر است؟

\*\*\*\*\*

تندی لحظه ای ( $s$ ) و سرعت لحظه ای ( $v$ ): تندی متحرک در هر لحظه را تندی لحظه ای می گویند و سرعت متحرک در هر لحظه را سرعت لحظه ای می گویند.

نکته: اگر سرعت لحظه ای مثبت باشد  $v > 0$  متحرک در آن لحظه در جهت محور  $x$  حرکت می کند و برعکس.

در صورتی که متحرک روی خط راست با سرعت ثابت حرکت کند، سرعت متوسط و سرعت لحظه ای آن برابر خواهند بود.

نکته: در سوالات و در کتاب هرگاه کلمه سرعت یا تندی را به تنهایی به کار برود، منظور سرعت لحظه ای یا تندی لحظه ای است.

\*\*\*\*\*



## نمودارها:

در این فصل با سه نمودار مکان - زمان و سرعت - زمان و شتاب - زمان آشنا می شویم.

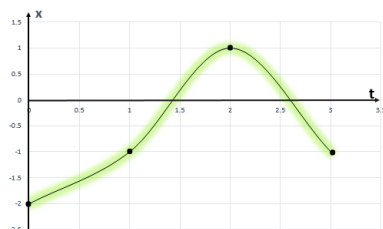
### نمودار مکان - زمان $x-t$ :

فرض کنید متحرکی روی محور  $x$  در حال حرکت است. در لحظه  $0$  ثانیه در مکان  $2$  - است و به سمت راست شروع به حرکت کرده و در لحظه  $1$  ثانیه در مکان  $1$  - و در لحظه  $2$  ثانیه در مکان  $1$  و در لحظه  $3$  ثانیه در مکان  $1$  - قرار می گیرد. حرکت واقعی متحرک را روی محور  $x$  تجسم و رسم کنید.



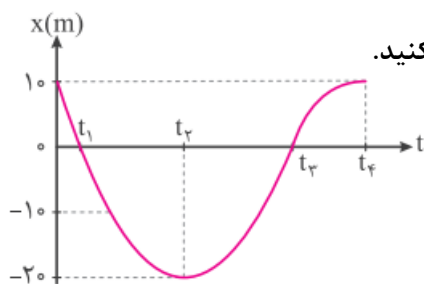
شکل ۱

این ترسیم، حرکت واقعی جسم است. حالا برای اینکه اطلاعات این حرکت را دسته بندی کنیم، نمودار مکان - زمان را رسم می کنیم:



شکل ۲

پس شکل ۱ حرکت واقعی متحرک است که روی محور  $x$  صورت می گیرد و شکل ۲ نموداریست که برای آن رسم می کنیم تا اطلاعات حرکت را منظم کنیم.



مثال: نمودار مکان - زمان متحرکی به شکل روبه رو است. حرکت متحرک را روی محور  $x$  رسم کنید.

پس شما باید بتوانید به کمک نمودارها، حرکت واقعی جسم را تجسم کنید و برعکس.

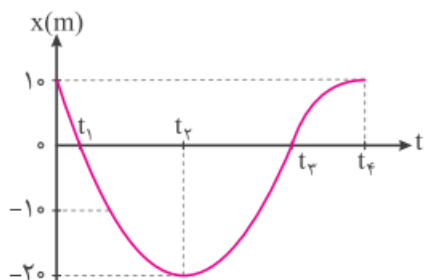
✓ نکته: اولین نقطه نمودار مکان - زمان (مکان در لحظه صفر ثانیه) همان مکان اولیه جسم است ( $x_0$ )

مثال: در نمودار بالا مکان اولیه را مشخص کنید.

\*\*\*\*\*

### تحلیل نمودار مکان - زمان:

الف) به کمک این نمودار می توان مکان جسم در هر لحظه، جابه جایی و مسافت جسم را در بازه های زمانی مشخص پیدا کرد.



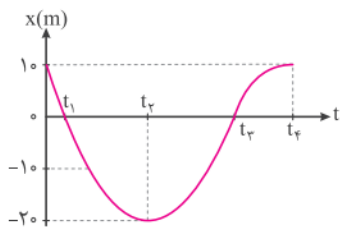
مثال: نمودار مکان - زمان متحرکی به شکل روبه رو است.

الف) در لحظه  $t_2$  ثانیه در چه مکانیست؟

ب) در بازه زمانی  $0$  تا  $t_2$  ثانیه چند متر جابه جا شده است؟

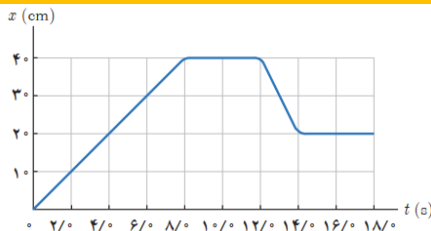
پ) در بازه زمانی  $0$  تا  $t_3$  ثانیه چند متر مسافت طی شده است؟

ب) در بازه زمانی که نمودار به سمت بالا می آید، حرکت در جهت محور X است و در بازه زمانی که نمودار پایین می رود، جهت حرکت متحرک در خلاف جهت محور X است.



✓ نکته: اگر نمودار به صورت خط راست افقی شود،

در این حالت متحرک متوقف است و حرکتی نمی کند.

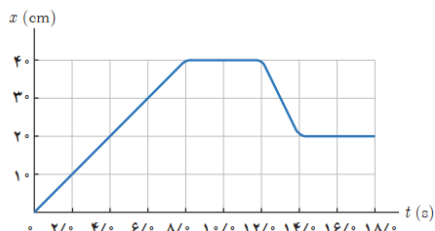


با توجه به این نمودار، متحرک در بازه ۸ تا ۱۲ ثانیه و همچنین در بازه ۱۴ تا ۱۸ ثانیه متوقف است.

\*\*\*\*\*

یا آوری از گذشته: شیب خط

به نمودار زیر دقت کنید. بین لحظه های ۲ تا ۱۲ ثانیه روی نمودار یک پاره خط رسم کنید. شیب این پاره خط را به صورت زیر حساب می کنیم:



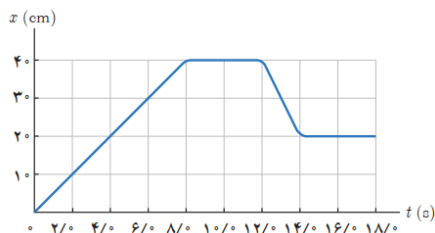
برا محاسبه شیب یک خط حتما به دو نقطه از آن خط نیاز داریم.

\*\*\*\*\*

پ) به کمک نمودار مکان-زمان می توان سرعت متوسط متحرک را حساب کرد. به دو صورت می توان این کار را انجام داد:

روش اول) ابتدا  $\Delta x$  و  $\Delta t$  را به کمک نمودار حساب می کنیم سپس در معادله  $V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  جایگذاری می کنیم.

مثال: سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی ۲ تا ۱۴ ثانیه حساب کنید.



روش دوم) به کمک شیب پاره خط بین دو نقطه: در نمودار مکان - زمان،

سرعت متوسط = شیب پاره خط بین دو نقطه

شیب پاره خط بین دو نقطه با سرعت متوسط برابر است.

مثال: با توجه به نمودار بالا، سرعت متوسط متحرک را بین لحظات ۲ تا ۱۴ ثانیه حساب کنید.





در درس ریاضی آموختید که بعضی خطوط شیبشان مثبت، بعضی شیب منفی و بعضی شیبشان صفر است.

شیب صفر

شیب مثبت

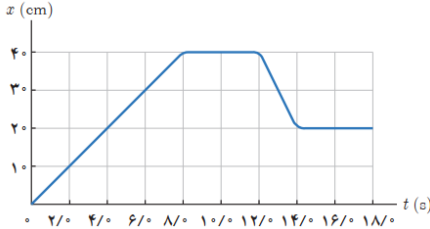
شیب منفی

مثال:

\*\*\*\*\*

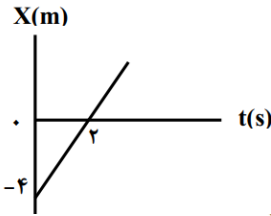
ت) محاسبه تندی متوسط: به کمک نمودار مکان-زمان می توان تندی متوسط را نیز حساب کرد. به این صورت که مسافت طی شده را از روی نمودار پیدا می کنیم و در معادله  $S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$  قرار می دهیم.

مثال: نمودار مکان-زمان متحرکی مطابق شکل روبه روست. اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک را در بازه زمانی ۰ تا ۱۴ ثانیه حرکت محاسبه کنید.

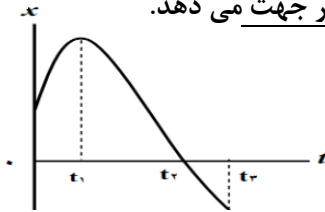


\*\*\*\*\*

ث) در لحظه ای که نمودار به محور  $t$  برخورد می کند، متحرک از مبدا مکان ( $x=0$ ) عبور می کند.



اگر نمودار قله یا دره کامل داشته باشد، در این نقاط متحرک دور می زند و تغییر جهت می دهد.

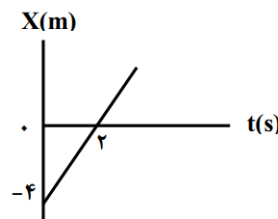
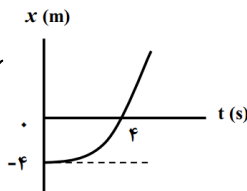


اگر قله یا دره ای در نمودار مکان-زمان نباشد، متحرک در طول حرکتش تغییر جهت نداده است.

✓ در این شکل دره کامل نداریم پس

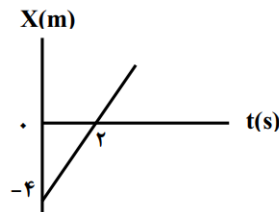
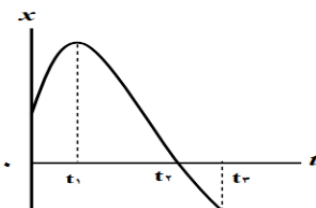
تغییر جهتی نیز در حرکت وجود

ندارد.



\*\*\*\*\*

ج) اگر نمودار از محور  $t$  دور شود، متحرک در حال دور شدن از مبدا است. و اگر به محور  $t$  نزدیک شود، متحرک در حال نزدیک شدن به مبدا است.



\*\*\*\*\*

چ) قبلاً گفتیم برای محاسبه سرعت متوسط در نمودار مکان-زمان از شیب پاره خط بین دو نقطه می توان استفاده می کنیم.

اما برای سرعت لحظه ای در نمودار مکان-زمان: برای سرعت لحظه ای در نقطه مورد نظر خطی مماس بر نمودار رسم می کنیم. شیب این خط مماس همان سرعت لحظه ای است:

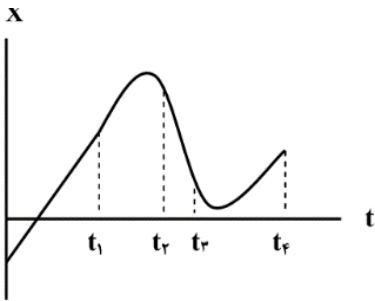


شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان همان سرعت لحظه ای است.

مثال: در نمودار روبه رو، بر نقاط ۱ و ۱/۵ و ۲ و ۲/۵ ثانیه خط مماس رسم کنید.

گفتیم برای محاسبه شیب یک خط به دو نقطه از خط نیاز داریم. برای خط مماس فقط یک نقطه از خط در دسترس است (پس نمی توانیم اندازه شیب آن را حساب کنیم). معمولاً در سوالات مربوط به سرعت لحظه ای، اندازه سرعت لحظه ای را نمی خواهد به جای آن می پرسد که سرعت مثبت است یا منفی، یا می پرسد در لحظه  $t$  حرکت در جهت محور  $x$  است یا در خلاف جهت آن، یا می پرسد سرعت در حال افزایش است یا کاهش که همه این سوالات را با توجه به شیب خط مماس بر نمودار و بدون نیاز به اندازه آن پاسخ می دهیم.

مثال: با توجه به نمودار روبه رو، سرعت متحرک در لحظه  $t_1$  و  $t_2$  مثبت است یا منفی؟



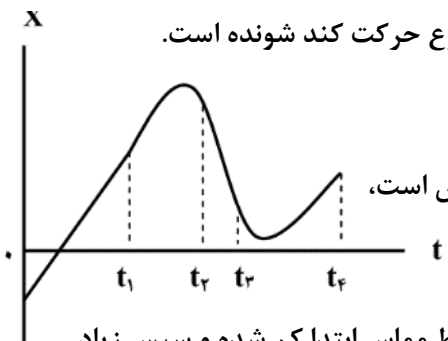
در کدام لحظات متحرک در جهت محور  $x$  در حال حرکت است؟

نکته: شیب خط مماس در لحظه  $t$  همان سرعت اولیه متحرک است.

از کجا بدانیم سرعت متحرک در حال افزایش است یا کاهش؟ (بررسی نوع حرکت)

باید روی نمودار مکان - زمان چند نقطه را به دلخواه مشخص کنیم و بر آن نقاط خط مماس رسم نماییم. به تغییرات خطوط مماس توجه کنیم. اگر به تدریج شیب خطوط افزایش یابد به این معناست که سرعت در حال افزایش است و برعکس.

اگر سرعت در حال افزایش باشد، نوع حرکت تندشونده است و اگر سرعت در حال کاهش باشد نوع حرکت کند شونده است.



مثال: در نمودار رو به رو در بازه زمانی صفر تا  $t_1$ ، شیب خطوط مماس ثابت است پس سرعت

حرکت ثابت است (سرعت ثابت). در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  تا قله نمودار، شیب خطوط مماس در حال کاهش است،

پس سرعت در حال کاهش بوده و نوع حرکت کندشونده است. در بازه زمانی  $t_3$  تا  $t_4$ ، شیب خطوط مماس ابتدا کم شده و سپس زیاد می شود پس نوع حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

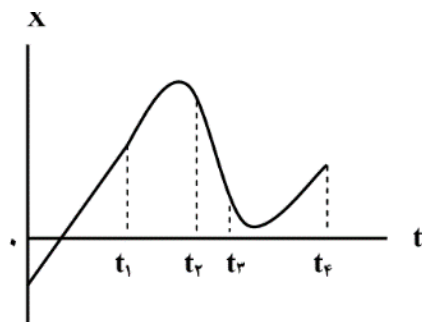
✓ نکته: در نوک قله یا دره، شیب خط مماس صفر است پس در این لحظه سرعت متحرک صفر بوده و متوقف است.

✓ نکته: اگر در سوال پرسد نوع حرکت کدام است؟ منظور این است که می خواهد بداند حرکت تند شونده است یا کند شونده

\*\*\*\*\*

ح) در ادامه فصل با کمیت شتاب آشنا خواهید شد. در همین حد کفایت بدانید زمانی که تقعر نمودار مکان-زمان روبه بالاست، علامت شتاب مثبت است و زمانی که تقعر این نمودار روبه پایین است، علامت شتاب منفی است.

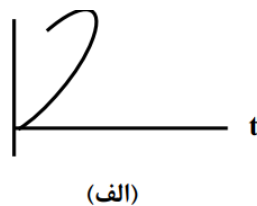
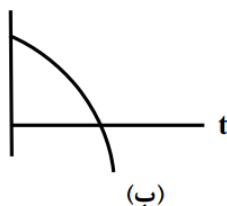
مثال: در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  شتاب منفی و در بازه زمانی  $t_3$  تا  $t_4$  شتاب مثبت است.



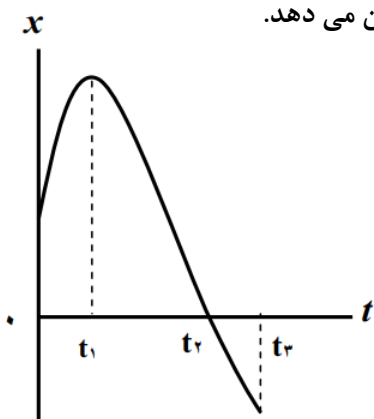
تهیه کننده: صدقی نژاد

### سوالات نهایی بیشتر:

◇ با توجه به شکل روبه رو توضیح دهید کدامیک از نمودارهای مکان - زمان الف یا ب می تواند نشان دهنده نمودار مکان - زمان یک متحرک باشد.



◇ شکل روبه نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور  $x$  حرکت می کند را نشان می دهد.



الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله از مبدا مختصات را دارد؟

ب) جابه جایی کل متحرک در جهت محور  $x$  است یا در خلاف آن؟

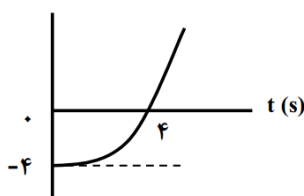
پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

ت) در کدام بازه زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدا است؟

ث) در کدام لحظه متحرک از مبدا عبور می کند؟

◇ شکل رو به نمودار مکان زمان یک متحرک را نشان می دهد. حرکت متحرک در بازه زمانی  $0$  تا  $4$  ثانیه تند شونده است یا کند

$x$  (m)



شونده؟ چرا؟

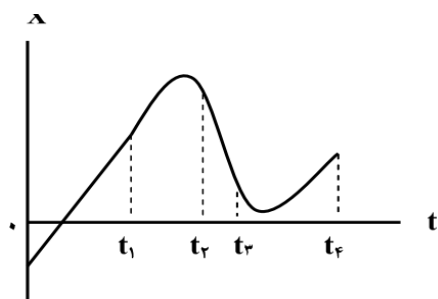
◇ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور  $x$  در حال حرکت است مطابق شکل زیر است.

الف) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

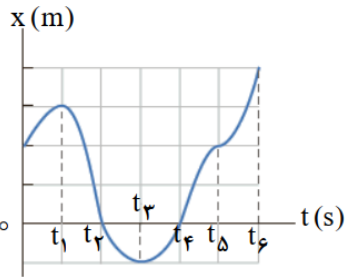
ب) حرکت متحرک در بازه زمانی  $t_2$  تا  $t_3$  در کدام جهت است؟

پ) نوع حرکت متحرک در بازه  $0$  تا  $t_1$  را بنویسید.

ت) علامت شتاب متحرک در بازه  $t_3$  تا  $t_4$  مثبت است یا منفی؟



♦ با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه رو به پرسش های زیر پاسخ دهید.

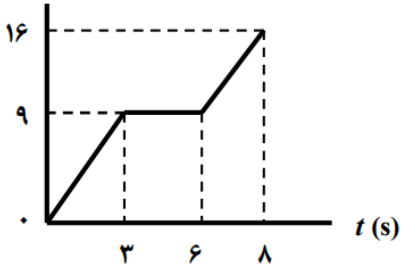


الف) متحرک در کدام لحظه ها از مبدا مکان عبور کرده است؟

ب) جهت حرکت در کدام لحظه ها تغییر کرده است؟

پ) دو بازه زمانی بنویسید که متحرک در حال دور شده از مبدا است.

شکل روبه رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور  $x$  حرکت می کند را نشان می دهد.



الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله از مبدا مختصات را دارد؟

ب) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی ۶ تا ۸ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

پ) مسافت طی شده در بازه ۰ تا ۸ ثانیه چند متر است؟

فیه کننده: صادق نژاد

تدریس جزوه در کانال تلگرام  
@Fizik2121

شتاب متوسط  $a_{av}$  و شتاب لحظه ای  $a$ : اگر اندازه یا جهت حرکت تغییر کند حرکت شتابدار است. مثلا اگر سرعت افزایش یابد و حرکت تند شونده باشد می گوییم حرکت شتابدار است. اگر حرکت کند شونده هم باشد باز هم حرکت شتابدار است اما اگر سرعت متحرک ثابت باشد و تغییر جهتی هم نداشته باشیم حرکت شتابی ندارد. ( $a=0$ )

اندازه سرعت تغییر کند ولی جهتش ثابت باشد ← حرکت شتابدار است.  $a \neq 0$

اگر اندازه سرعت ثابت باشد ولی جهتش تغییر کند ← حرکت شتابدار است  $a \neq 0$

اگر اندازه سرعت و جهت سرعت ثابت باشد ← حرکت شتابدار نمی باشد  $a = 0$

\*\*\*\*\*

شتاب متوسط  $a_{av}$ : به نسبت تغییرات سرعت به تغییرات زمان، شتاب متوسط می گویند.

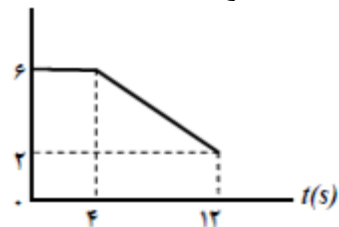
واحد شتاب  $m/s^2$  است. یادآوری: واحد سرعت و تندی  $m/s$  است.

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

نمودار سرعت - زمان ( $v-t$ ): نموداریست که سرعت متحرک را در هر لحظه نشان می دهد.

اولین نقطه نمودار (در لحظه ۰ ثانیه) همان سرعت اولیه است. ( $v_0$ )

تذکر: نکات نمودار سرعت - زمان با نکات نمودار مکان - زمان تفاوت دارد و نباید از آنها به طور مشترک استفاده کرد.



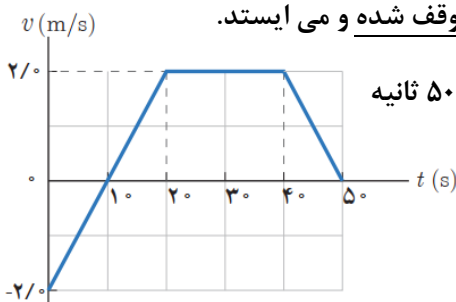
در نمودار روبه رو سرعت اولیه (سرعت در لحظه شروع حرکت) ۶ متر بر ثانیه است.

\*\*\*\*\*

تحلیل نمودار سرعت - زمان ( $v-t$ ): همانگونه که نمودار مکان-زمان را تحلیل کردیم، نمودار سرعت-زمان نیز نیاز به تحلیل کامل دارد. مشخصا مفاهیم این نمودار با نمودار قبلی تفاوت دارد پس سعی کنید نمودارها را با هم اشتباه نگیرید.

الف) در بازه زمانی که نمودار بالای محور  $t$  است، سرعت مثبت بوده و زمانی که پایین محور است، سرعت منفی می باشد.

و لحظه ای که نمودار به محور  $t$  برخورد می کند، سرعت صفر است. در این لحظه متحرک متوقف شده و می ایستد.



مثال: در نمودار روبه رو در بازه زمانی ۰ تا ۱۰ ثانیه سرعت منفی است و در بازه زمانی ۱۰ تا ۵۰ ثانیه

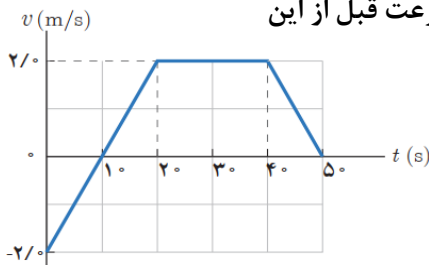
سرعت مثبت است. در لحظه های ۱۰ و ۵۰ ثانیه سرعت صفر است

و به اصطلاح متحرک ساکن است.

\*\*\*\*\*

ب) به کمک نمودار سرعت زمان نیز می توانیم تشخیص دهیم که متحرک تغییر جهت می دهد یا نه: در لحظه ای که سرعت صفر می شود (همانطور که در نکته قبل گفتیم) به شرط اینکه قبل و بعد این لحظه علامت سرعت قرینه باشد، متحرک تغییر جهت می دهد.

مثال: در نمودار روبه رو در لحظه ۱۰ ثانیه سرعت صفر است (شرط اول) و همچنین علامت سرعت قبل از این



لحظه و بعد از آن قرینه است (شرط دوم) پس در این لحظه تغییر جهت می دهد.

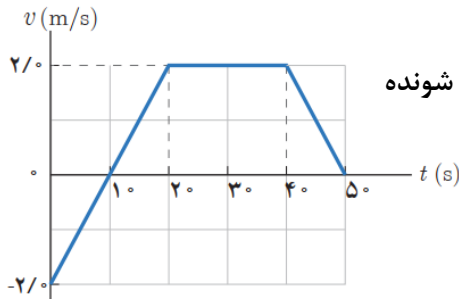
تذکر: در لحظه ۵۰ ثانیه متحرک تغییر جهت نمیدهد زیرا شرط دوم را ندارد.

یادآوری: دقت کنید در نمودار مکان- زمان برای شناخت سرعت یا تندی، پاره خط یا خط مماس رسم می کردیم و به کمک شیب آنها سرعت را می شناختیم اما در نمودار سرعت - زمان با یک نگاه به نمودار اطلاعات زیادی درباره سرعت متحرک به دست می آوریم.

\*\*\*\*\*

پ) در بازه زمانی که نمودار از محور t دور می شود، حرکت تندشونده است و در بازه زمانی که نمودار به محور t نزدیک می شود حرکت کند شونده می باشد. و در بازه زمانی که نمودار کاملاً افقی است، سرعت

ثابت می باشد.



مثال: در نمودار روبه رو در بازه زمانی ۰ تا ۱۰ حرکت کند شونده و در بازه ۱۰ تا ۲۰ حرکت تند شونده

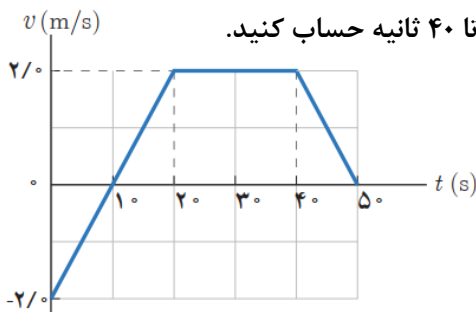
است و در بازه ۲۰ تا ۴۰ حرکت با سرعت ثابت ادامه دارد. مجدداً در بازه ۴۰ تا ۵۰ ثانیه

نوع حرکت کند شونده است.

\*\*\*\*\*

ت) شتاب متوسط  $a_{av}$  در این نمودار به دو صورت بدست می آید:

روش اول: به کمک نمودار،  $v_1$  و  $v_2$  را مشخص می کنیم سپس  $\Delta v$  را محاسبه کرده و در معادله  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  جایگذاری می کنیم.



مثال: در نمودار روبه رو شتاب متوسط را در بازه های ۰ تا ۲۰ ثانیه و همچنین در بازه ۲۰ تا ۴۰ ثانیه حساب کنید.

روش دوم: بین دو نقطه مورد نظر پاره خطی رسم کرده و شیب آن را حساب می کنیم.

شیب پاره خط بین دو نقطه در نمودار سرعت-زمان = شتاب متوسط

مثال: در نمودار بالا به کمک شیب پاره خط بین دو نقطه، شتاب متوسط را در بازه زمانی ۰ تا ۳۰ ثانیه و

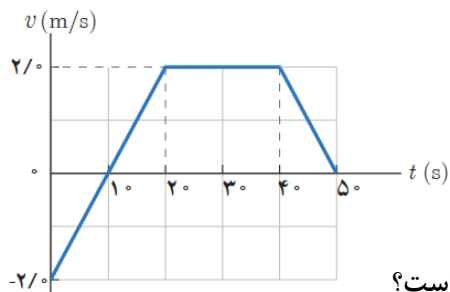
و همچنین در بازه ۲۰ تا ۴۰ ثانیه حساب کنید.



\*\*\*\*\*



ث) شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان همان شتاب لحظه ای است.



در اینجا هم اندازه شیب خط مماس اهمیت چندانی ندارد و علامت آن مهم است.

مثال: با توجه به نمودار رو به رو، علامت شتاب را در لحظه های ۱۵ ثانیه و

۳۰ ثانیه و ۴۵ ثانیه مشخص کنید.

آیا متوجه شدید که وقتی نمودار خط راست است، شیب خط مماس با شیب پاره خط برابر است؟

پس این نتیجه را می دهد که: زمانی که نمودار سرعت-زمان به صورت خط راست است، شتاب متوسط برابر با شتاب لحظه ای می باشد.

\*\*\*\*\*

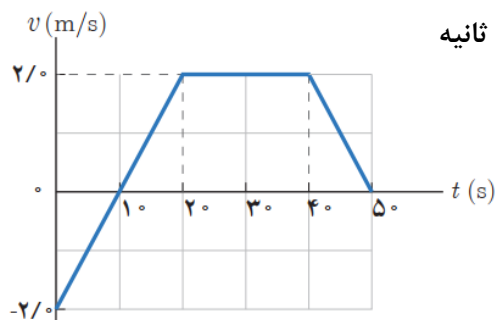
ج) در نمودار سرعت - زمان می توان مسافت و جابه جایی را نیز محاسبه کرد.

گام اول: سطوح محصور بین نمودار و محور t را در بازه زمانی مورد نظر مشخص می کنیم.

گام دوم: اندازه مساحت این سطوح را حساب می کنیم.

گام سوم: برای محاسبه مسافت طی شده همه مساحت ها را با هم جمع می کنیم.

گام چهارم: برای محاسبه جابه جایی، مساحت های زیر محور t را منفی در نظر می گیریم و سپس مساحت ها را با هم جمع می کنیم.



مثال: با توجه به نمودار روبه رو، مسافت و جابه جایی متحرک را در بازه زمانی ۰ تا ۵۰ ثانیه

حساب کنید.

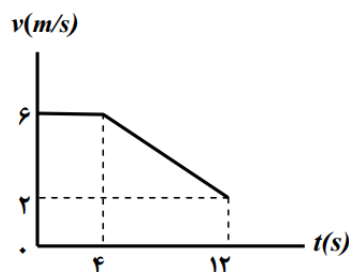


\*\*\*\*\*

## سوالات نهایی:

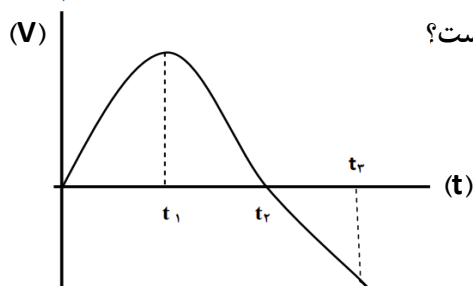
❖ شکل روبه رو نمودار سرعت - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می کند را نشان می دهد. بزرگی شتاب

متوسط متحرک در بازه ۴ تا ۱۲ ثانیه را به دست آورید.



توجه کنندگان: صدق ندارد

❖ با توجه به نمودار سرعت زمان روبه رو به سوالات پاسخ دهید.



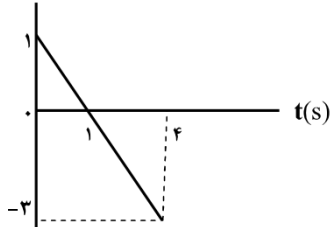
الف) مساحت بین منحنی سرعت و محور زمان در هر بازه زمانی برابر چه کمیتی است؟

ب) در کدام بازه زمانی شتاب در جهت محور X است؟

پ) در بازه زمانی  $t_2$  و  $t_3$  حرکت تند شونده است یا کند شونده؟

ت) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

V (m/s)

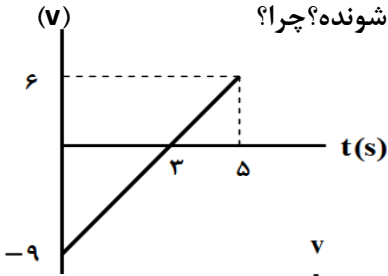


❖ با توجه به نمودار پاسخ دهید.

الف) نوع حرکت متحرک در بازه زمانی ۱ تا ۴ ثانیه تند شونده است یا کند شونده؟

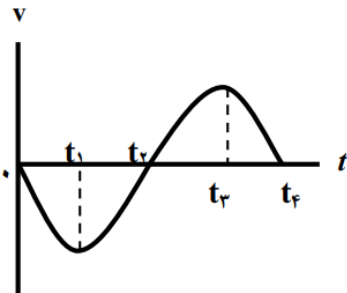
ب) مسافتی که متحرک در بازه زمانی ۰ تا ۴ ثانیه می پیماید چند متر است؟

❖ با توجه به نمودار پاسخ دهید. الف) نوع حرکت در بازه زمانی ۰ تا ۳ ثانیه تند شونده است یا کند شونده؟ چرا؟



ب) مسافتی که متحرک در بازه زمانی ۰ تا ۵ ثانیه می پیماید چند متر است؟

❖ با توجه به نمودار زیر پاسخ دهید.



الف) در کدام بازه زمانی بردار شتاب در خلاف جهت محور X است؟

ب) حرکت متحرک در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  کند شونده است یا تند شونده؟

توجه کننده: صدق نژاد

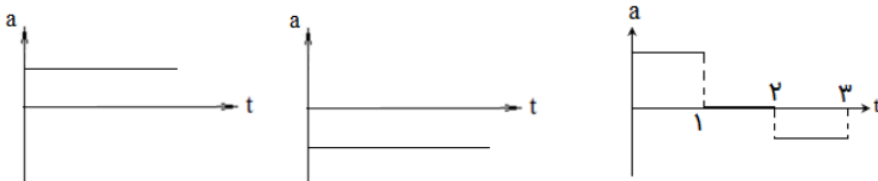
تدریس جزوه در کانال تلگرام  
@Fizik2121



نمودار شتاب-زمان ( $a-t$ ): نموداریست که در هر لحظه شتاب متحرک را نشان می دهد. از آنجا که در فیزیک ۳ فقط با حرکت

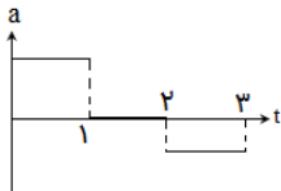
های شتاب ثابت یا شتاب صفر سر و کار داریم (در آینده خواهید دید) پس نمودارهای شتاب زمان معمولاً به شکل های زیر خواهند

بود.



در نمودار رو به رو در بازه ۰ تا ۱ ثانیه، شتاب ثابت و مثبت است و در بازه زمانی ۱ تا ۲ ثانیه شتاب صفر است و در بازه زمانی ۲ تا ۳ ثانیه

شتاب ثابت و منفی است.



✓ نکته: سطح محصور بین نمودار شتاب-زمان و محور  $t$  همان تغییرات سرعت ( $\Delta v$ ) است.

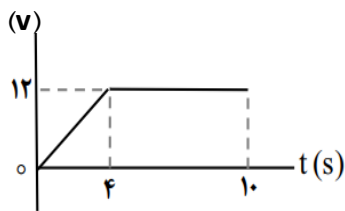
مثال: با توجه به نمودار شتاب - زمان زیر تغییرات سرعت در ۳ ثانیه اول حساب کنید.



\*\*\*\*\*

رسم نمودار از نموداری دیگر: حالا که نمودارها را به خوبی شناختید با بتوانید از روی یک نمودار، نمودار دیگری برای حرکت

رسم کرد.



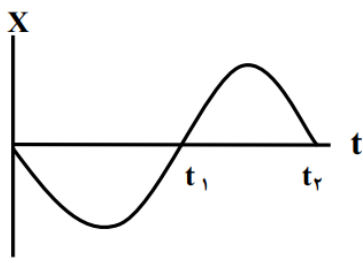
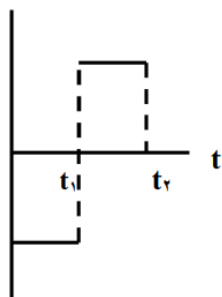
◇ با توجه به نمودار روبه رو، الف) جابه جایی متحرک در مدت ۱۰ ثانیه چند متر است؟

ب) نمودار شتاب - زمان متحرک را رسم کنید.

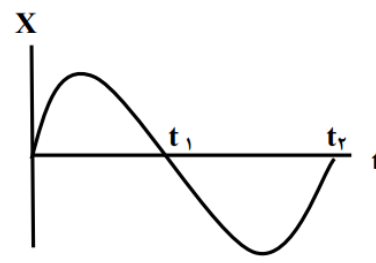
◇ با توجه به نمودارهای شتاب - زمان سمت چپ صفحه، توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان - زمان های الف یا ب می

تواند متناظر با این نمودار شتاب زمان باشد.

(a)

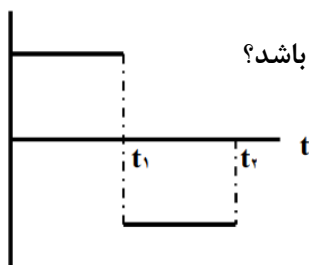


(ب)

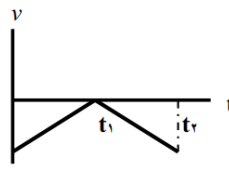


(الف)

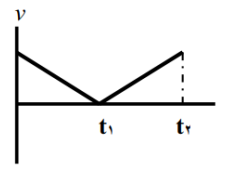
a



کدام یک از نمودارهای سرعت زمان زیر می تواند متناظر با نمودار شتاب زمان روبه رو (سمت چپ صفحه) باشد؟



(ب)



(الف)

## جمع بندی:

شیب پاره خط بین

دو نقطه در نمودار

مکان - زمان همان

سرعت متوسط  $v_{av}$

شیب پاره خط بین

دو نقطه در نمودار

سرعت - زمان همان

شتاب متوسط است  $a_{av}$

شیب پاره خط در

نمودار شتاب - زمان

اهمیتی ندارد ----

شیب خط مماس بر

نمودار مکان - زمان

همان سرعت لحظه

ای است  $v$

شیب خط مماس بر

نمودار سرعت - زمان

همان شتاب لحظه

ای است  $a$

شیب خط مماس بر

نمودار شتاب - زمان

اهمیتی ندارد ----

مساحت محصور در

نمودار مکان - زمان

اهمیتی ندارد ----

مساحت محصور در

نمودار سرعت - زمان

همان جابه جایی

است  $\Delta x$

مساحت محصور در

نمودار شتاب - زمان

همان تغییرات

سرعت است  $\Delta v$



## حرکت با سرعت ثابت:

ساده ترین نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت است. در این نوع حرکت، اندازه و جهت سرعت ثابت است و متحرک روی خط راست با سرعت ثابتی حرکت می کند.

✓ نکته: در این نوع حرکت اندازه سرعت متوسط و سرعت لحظه ای با هم برابر است.  $V_{av}=V$

فرضا اگر متحرک با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه روی خط راست در حال حرکت باشد، سرعت آن در هر لحظه ۳۰ متر بر ثانیه است  $V_{av}=30m/s$  و با توجه به یکنواختی سرعت می توان گفت سرعت متوسط متحرک نیز ۳۰ متر بر ثانیه است.

\*\*\*\*\*

معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت: در این نوع حرکت معادله مکان - زمان به صورت درجه اول است و از رابطه زیر به دست می آید:  $x=vt+x_0$

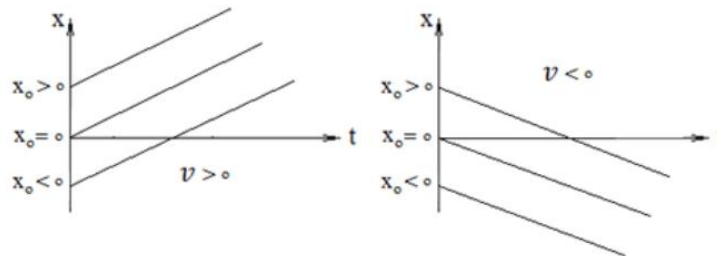
با قرار دادن سرعت به جای  $v$  (پشت  $t$ ) و مکان اولیه به جای  $x_0$  (بعد از  $t$ ) می توانیم معادله مکان-زمان یک متحرک که با سرعت ثابت در حال حرکت است را به دست آوریم.

مثال: متحرکی با سرعت ثابت ۶ متر بر ثانیه در حال حرکت است. اگر مکان اولیه متحرک ۴- باشد معادله مکان-زمان آن را بنویسید و بگویید متحرک در لحظه ۸ ثانیه در چه مکانیست؟

پاسخ:  $x=6t-4$  با جایگذاری ۸ در معادله میبینیم که در لحظه ۸ ثانیه در مکان ۴۴ متر است.

✓ نکته: هر معادله مکان-زمان درجه اول قطعاً مربوط به یک نوع حرکت با سرعت ثابت است که تغییر جهتی در آن وجود ندارد.

نمودار مکان - زمان برای این نوع حرکت حالت خاصی دارد. برای این نوع حرکت نمودار مکان - زمان به صورت خط راست شیب دار است.

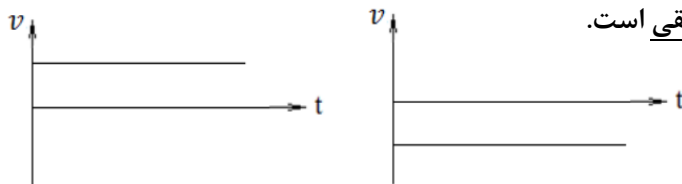


در نمودارهای مربوط به حرکت با سرعت ثابت دو مورد اهمیت دارد: اول مکان اولیه، دوم شیب خط که همان سرعت است.

یاد آوری از گذشته: اولین نقطه نمودار مکان - زمان، مکان اولیه متحرک است ( $x_0$ )

همانطور که قبلاً گفتیم در نمودار مکان-زمان، شیب خط همان سرعت متحرک است. پس برای بدست آوردن سرعت متحرک، به کمک دو نقطه شیب نمودار را حساب کنید.

نمودار سرعت-زمان در حرکت با سرعت ثابت به صورت خط افقی است.



✓ نکته: شیب این نمودار همان شتاب حرکت است. با توجه به اینکه شیب نمودار سرعت-زمان صفر است، می توان گفت در حرکت با سرعت ثابت، شتاب حرکت صفر می باشد.

\*\*\*\*\*

رسم نمودار ها به کمک معادله مکان- زمان:

الف) رسم نمودار مکان-زمان: اگر در صورت سوال، معادله مکان- زمان را بدهد، با جایگذاری چند عدد دلخواه در معادله می توانیم نمودار مکان-زمان متحرک را رسم کنیم.

مثال: معادله حرکت متحرکی که با سرعت ثابت در حال حرکت است به صورت  $x=3t-5$  است. نمودار مکان-زمان این متحرک را رسم کنید.

ب) رسم نمودار سرعت-زمان: در معادله مکان-زمان  $(x=vt+x_0)$  عدد پشت  $t$  سرعت است و عدد بعد از  $t$  مکان اولیه می باشد. با توجه به این دو مولفه، نمودار سرعت- زمان را به صورت خط راست افقی رسم می نمایم.

مثال: برای متحرک مثال قبلی، نمودار سرعت-زمان رسم کنید.

◇ معادله مکان- زمان متحرکی به صورت  $x = -4t + 6$  است. نمودار مکان- زمان این متحرک را برای ۳ ثانیه اول حرکت رسم کنید.

\*\*\*\*\*

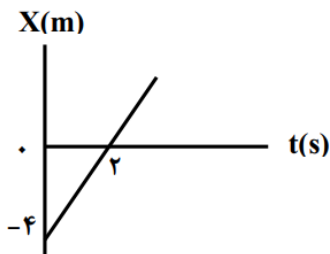
پیدا کردن معادله مکان- زمان به کمک نمودار مکان-زمان: حالا برعکس نکات بالا، اگر نمودار مکان- زمان را بدهد و معادله مکان-زمان را بخواهد به روش زیر عمل می کنیم:

گام اول: شیب نمودار مکان- زمان را به کمک دو نقطه محاسبه می کنیم. این شیب همان سرعت  $v$  است.

گام دوم: از روی نمودار، مکان اولیه متحرک را پیدا کنید.

گام آخر: سرعت  $v$  و مکان اولیه  $x_0$  ای را که پیدا کرده اید در معادله  $x=vt+x_0$  به جای  $v$  و  $x_0$  جایگذاری کنید.

◇ شکل روبه رو نمودار مکان- زمان متحرکی را نشان می دهد که با سرعت ثابت در امتداد محور  $x$  حرکت می کند. معادله مکان- زمان متحرک را بنویسید.



## حرکت با شتاب ثابت:

در این نوع حرکت، متحرک شتاب دارد والبته شتاب ثابت است. حرکت می تواند به صورت تندشونده یا کندشونده و یا ترکیبی از این دو (ابتدا کندشونده و سپس تندشونده) باشد.

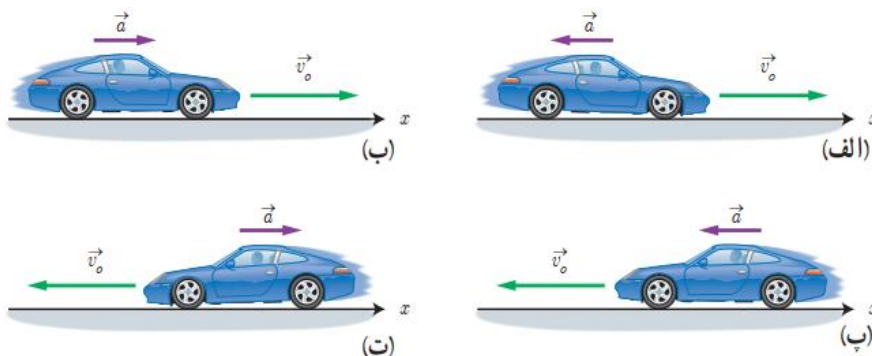
**جهت شتاب:** جهت شتاب می تواند هم جهت با حرکت یا مخالف آن باشد یعنی ممکن است متحرکی در جهت محور  $x$  حرکت کند اما شتاب آن مخالف محور  $x$  باشد. فراموش نکنید که جهت حرکت همان جهت سرعت است.

در شکل الف سرعت مثبت و شتاب منفی است

در شکل ب سرعت و شتاب مثبت هستند

در شکل پ سرعت و شتاب هر دو منفی هستند

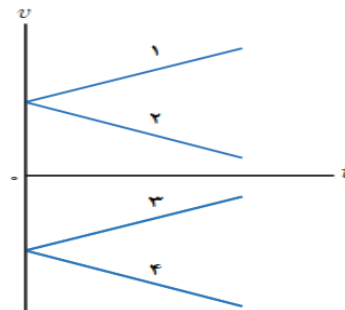
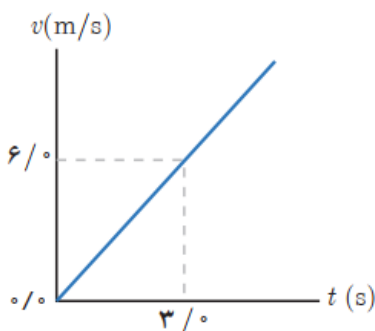
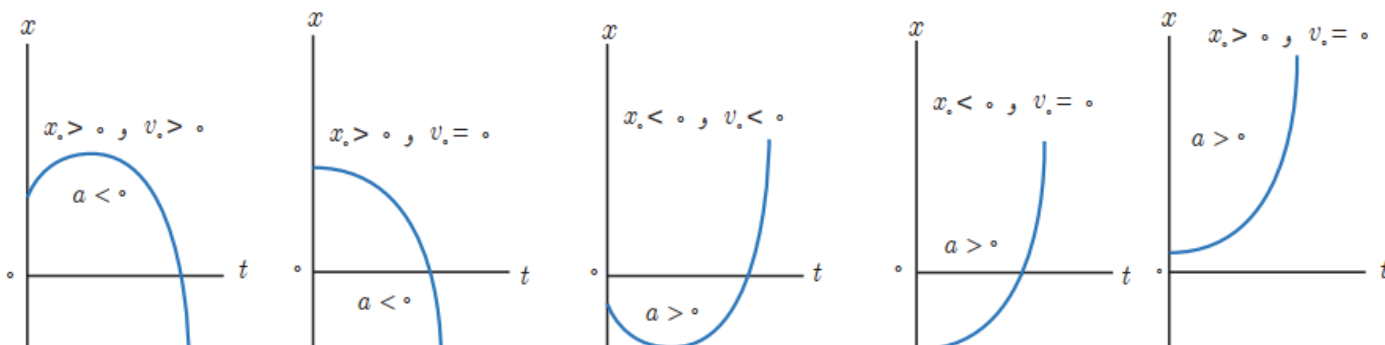
در شکل ت شتاب مثبت و سرعت منفی است



تندشونده یا کندشونده؟ اگر شتاب و سرعت هم علامت یا هم جهت باشند، حرکت تند شونده است مانند شکل ب و پ

اگر شتاب و سرعت مخالف هم یا مخالف علامت باشند، حرکت کندشونده است مانند شکل الف و ت

**نمودارها و معادلات حرکت با شتاب ثابت:** نمودار مکان-زمان این نوع حرکت به صورت سهمی است و معادله مکان-زمان آن نیز قاعدتا به صورت درجه دوم است. نمودار سرعت-زمان آن به صورت خط راست غیر افقی است و معادله سرعت-زمان آن به صورت درجه اول است. نمودار شتاب-زمان آن نیز به صورت خط راست افقی است.



معادلات مخصوص حرکت با شتاب ثابت:

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} \quad \text{معادله سرعت متوسط}$$

$$v = at + v_0 \quad \text{معادله سرعت-زمان (مستقل از مکان)}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \quad \text{معادله مستقیم از زمان} \quad x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \quad \text{معادله مکان-زمان (مستقل از سرعت)}$$

$$\Delta x = \frac{v+v_0}{2}t \quad \text{معادله مستقل از شتاب}$$

به قالب معادلات دقت کنید. مثلاً در معادله سرعت-زمان بالا، کمیت پشت  $t$  همان شتاب است. یا در معادله مکان-زمان بالا، کمیت پشت  $t^2$ ، نصف شتاب است. (دوبرابر عدد پشت  $t^2$  می شود شتاب)

مثال: با توجه به معادله  $v = -2t - 7$  می فهمیم که شتاب حرکت ۲- و سرعت اولیه حرکت ۷- است.

در معادله  $x = 3t^2 - 6t + 4$  می فهمیم که مکان اولیه ۴ است، سرعت اولیه ۶- است و شتاب ۶ است. (چطور؟)

حالا که این کمیت ها را پیدا کردید آیا می توانید معادله سرعت-زمان متحرک را تشکیل دهید؟

ابتدا قالب معادله سرعت-زمان را بنویسید.  $v = at + v_0$

حالا کمیت های  $a$  و  $v_0$  را در آن جایگذاری کنید. معادله جدید همان معادله سرعت-زمان است.

◇ معادله مکان - زمان متحرکی به صورت  $x = t^2 - 4t + 3$  است. معادله سرعت زمان این متحرک را بنویسید.

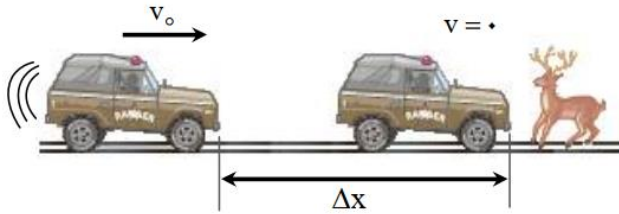
معادله مکان - زمان کتحرکی که با شتاب ثابت روی محور  $x$  حرکت می کند به صورت  $x = 2t^2 - t$  است. معادله سرعت - زمان آن را بنویسید.



## سوالات نهایی بیشتر:

◇ سرعت متوسط خودرویی که از حال سکون با شتاب  $1/5 \text{ m/s}^2$  در امتداد محور  $X$  به حرکت در می آید در ۴ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

◇ مطابق شکل، محیط بان با سرعت  $20 \text{ m/s}$  در حال حرکت است که ناگهان گوزنی را در فاصله ۴۵ متری خود می بیند و ترمز می کند. خودرو پس از ۴ ثانیه می ایستد.



الف) شتاب کند شونده خودرو را حساب کنید.

ب) جابه جایی خودرو تا توقف چقدر است؟

پ) آیا خودرو به گوزن برخورد می کند؟ چرا؟

◇ متحرکی در جهت محور  $X$  با شتاب ثابت در حال حرکت است. در مکان  $X=10\text{m}$  سرعت متحرک ۴ متر بر ثانیه و در مکان  $X=30\text{m}$  سرعت میحرک ۸ متر بر ثانیه است.

الف) حرکت متحرک تند شونده است یا کند شونده؟ چرا؟

ب) شتاب حرکت متحرک چقدر است؟

پ) سرعت متوسط متحرک در این جابه جایی چند متر بر ثانیه است؟

