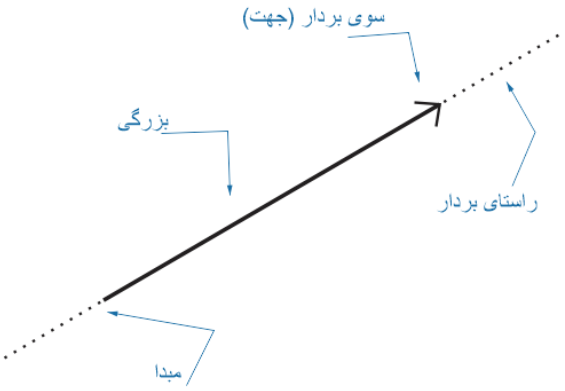
حرکت بر خط راست

حرکت شناسی: **به بررسی و مطالعه حرکت اجسام بدون در نظر گرفتن نیروهای وارد بر آن علم حرکت شناسی یا سینماتیک نیز گفته می شود.**

بردار: **پاره خط جهت داری است که دارای ویژگی های زیر است:**



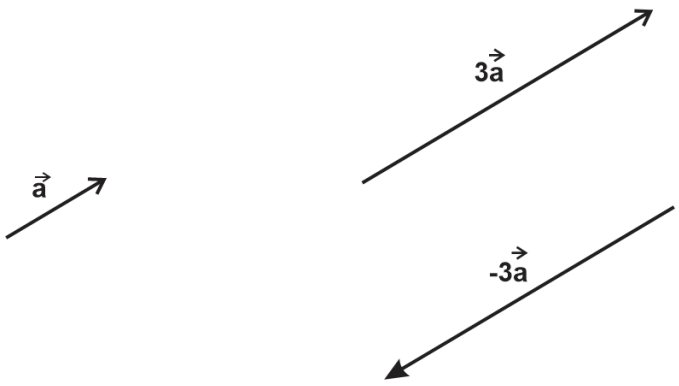
- ✓ **مبدا یا نقطه اثر**
- ✓ **مقدار یا بزرگی**
- ✓ **راستای بردار(خطی که روی آن قرار دارد)**
- ✓ **سوی بردار(یکی از دو طرف راستا)**

ضرب عدد در بردار: **هنگامی که عددی را به یک بردار ضرب می کنیم موارد زیر را در نظر می گیریم:**

- ✓ **حاصل ضرب عدد در بردار همچنان یک بردار می باشد.**
- ✓ **اگر عددی مانند n را در برداری مانند $\vec{a}$ ضرب کنیم حاصل ضرب $n\vec{a}$ می باشد.**

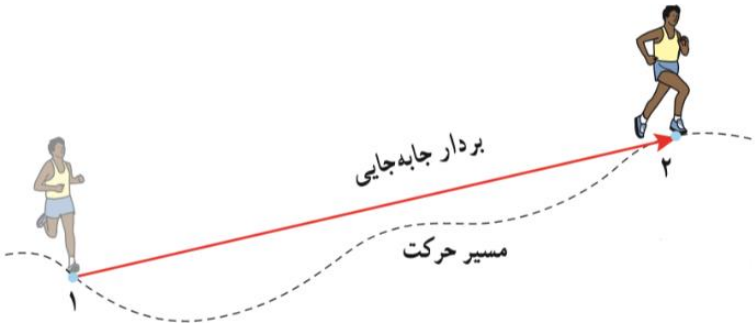
- ✓ **اگر عدد n مثبت باشد بردار حاصل ضرب هم جهت با بردار $\vec{a}$ می شود و اگر عدد n منفی باشد بردار حاصل ضرب خلاف جهت بردار $\vec{a}$ خواهد بود.**

مثال: اگر بردار $\vec{a}$ را در عدد ۳ ضرب کنیم حاصل برداری همراستا و همسو و ۳ برابر بردار $\vec{a}$ خواهد بود و اگر بردار $\vec{a}$ را در عدد ۳- ضرب کنیم حاصل برداری همراستا و در خلاف جهت و ۳ برابر بردار $\vec{a}$ خواهد بود.



مسافت (l) پیموده شده : **طول مسیری که یک متحرک طی می کند ، مسافت طی پیموده شده توسط متحرک می نامیم که به اختصار مسافت هم گفته می شود و آن را با نماد l نشان می دهیم.**

جابه جایی ($\vec{d}$): **پاره خط جهت داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می کند بردار جابه جایی نامیده می شود.**

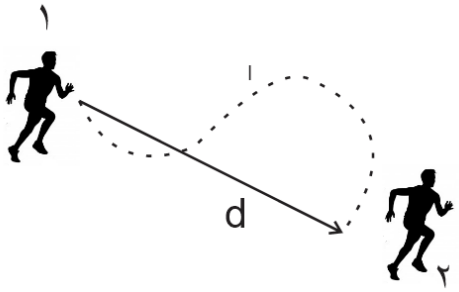


توجه!

- ✓ **مسافت پیموده شده کمیت نرده ای و جابجایی کمیت برداری است.**

(کمیت برداری از ویژگی های بردار بهره می برد)

- ✓ **جابه جایی به مسیر حرکت بستگی ندارد ، و فقط به دو نقطه آغاز و پایان حرکت وابسته است.**
- ✓ **مسافت پیموده شده همواره بزرگتر یا مساوی جابه جایی است و ممکن نیست از جابجایی کمتر باشد.**
- ✓ **اگر حرکت متحرک روی یک خط راست باشد و تغییر جهت ندهد آنگاه اندازه جابجایی و مسافت پیموده شده ی متحرک برابر خواهد بود.**



تندی متوسط و سرعت متوسط: **اگر متحرکی در بازه زمانی Δt از مکان ۱ به مکان ۲ برود ، تندی و سرعت متوسط از رابطه زیر بدست می آید :**

تندی متوسط (s_{av}) : **نسبت مسافت طی شده به زمان طی این مسافت را تندی متوسط می گوییم.**

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$ (تندی متوسط)

✓ **در این رابطه l مسافت پیموده شده بر حسب متر و $\Delta t = t_۲ - t_۱$ مدت زمان حرکت بر حسب ثانیه می باشد.**

سرعت متوسط ($\vec{v}_{av}$) : **نسبت جابه جایی به مدت زمانی را که جابه جایی به طول انجامیده ، سرعت متوسط می گوییم.**

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$ (سرعت متوسط)

✓ **در این رابطه $\vec{d}$ جابه جایی متحرک بر حسب متر و Δt بازه زمانی بر حسب ثانیه می باشد.**

توجه! **با توجه به این که مسافت پیموده شده کمیتی نرده ای است در نتیجه *تندی متوسط* نیز یک کمیت نرده ای می باشد. همچنین با توجه به این که جابجایی کمیتی برداری است در نتیجه *سرعت متوسط* نیز کمیتی برداری می باشد.**

اندازه تندی متوسط به مسیر حرکت متحرک بستگی دارد اما سرعت متوسط از آنجایی که برداری است به مسیر حرکت بستگی ندارد بلکه به فاصله نقطه آغاز و پایان حرکت وابسته است.

توجه! **یکای تندی و سرعت در SI برابر m/s (متر بر ثانیه) می باشد که در روابط فیزیکی استفاده می شود. یکای دیگری که مرسوم می باشد یکای Km/h (کیلومتر بر ساعت) است.**

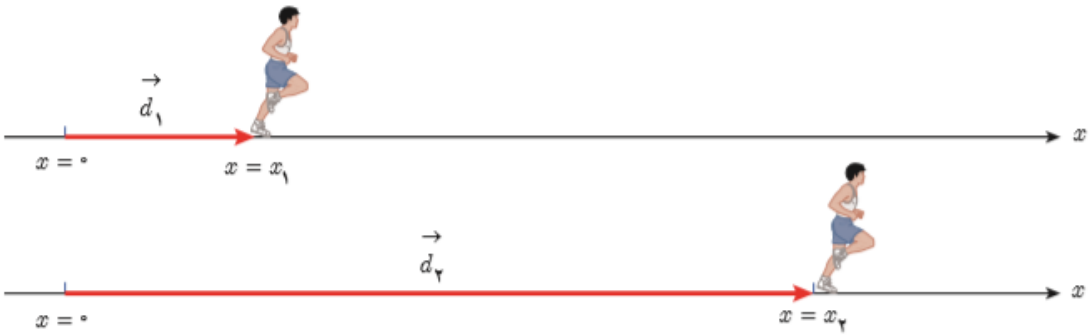
توجه! **برای تبدیل یکای m/s به یکای Km/h کافی است آن را در ۳/۶ ضرب کنیم و همچنین برعکس برای تبدیل یکای Km/h به m/s کافی است آن را به ۳/۶ تقسیم کنیم.**

توجه! برای مطالعه حرکت ما حرکت را در خط راست بررسی می کنیم به همین دلیل یک محور مختصات مانند محور x را در نظر می گیریم و فرض می کنیم متحرک در راستای این محور حرکت می کند.

مبدا مکان: نقطه x=0 را نقطه مبدا مکان در نظر می گیریم.

بردار مکان: برداری که مبدأ را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می شود.

به شکل زیر توجه کنید ، بردار مکان متحرک در لحظه ۱ به صورت $\vec{d}_1 = x_1\,\vec{i}$ و در لحظه ۲ به صورت $\vec{d}_2 = x_2\,\vec{i}$ می باشد.



(از $\vec{i}$ به این دلیل استفاده کردیم که بردار مکان کمیتی برداری بوده و در راستای محور x است)

برای بردار جابجایی کافی است بردار مکان دومی را از مکان ابتدایی کم بکنیم:

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = x_2\,\vec{i} - x_1\,\vec{i} = (\Delta x)\,\vec{i}$$

در این رابطه x فاصله متحرک از مبدا مکان و $\vec{i}$ جهت بردار مکان را نشان می دهد. اگر مثبت باشد جسم در مکان مثبت محور و اگر منفی باشد جسم در مکان منفی محور x قرار دارد.

توجه! بردار جابجایی فقط نقطه آغازین و پایانی حرکت را نشان می دهد و اطلاعاتی در مورد نحوه و مسیر حرکت نمی دهد.

در نتیجه برای سرعت متوسط متحرک در راستای محور x هم خواهیم داشت:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\,\vec{i}$$

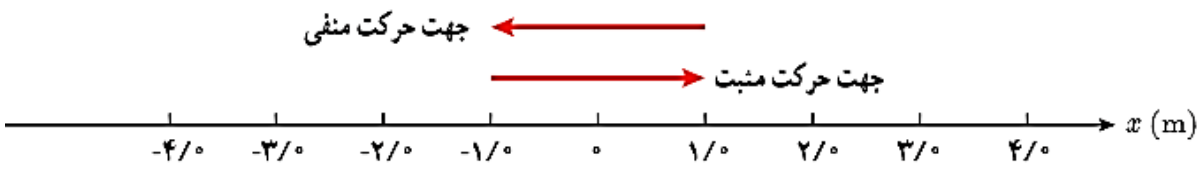
(سرعت متوسط در راستای محور x)

توجه! **چون از این به بعد حرکت را فقط در خط راست و روی محور x بررسی خواهیم کرد برای راحتی کار رابطه سرعت متوسط و جابجایی را بدون علامت بردار $\vec{i}$ می نویسیم**

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱}$$

✓ **در این رابطه $x_۱$ و $x_۲$ به ترتیب مکان ابتدایی و نهایی متحرک و $t_۱$ و $t_۲$ به ترتیب زمان شروع و زمان پایان حرکت است.**

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$ (رابطهٔ سرعت متوسط برای حرکت در راستای محور x) (۴ـ۱)



توجه! **سرعت متوسط و جابجایی همواره هم علامت هستند.**

توجه! **اگر در جهت مثبت محور x ها حرکت کنیم (به سمت راست) علامت جابجایی و سرعت مثبت می شود و اگر در جهت منفی محور x ها حرکت کنیم (به سمت چپ) علامت جابجایی و سرعت منفی می شود.**

مبدا زمان: به لحظه شروع بررسی حرکت یک متحرک مبدا زمان می گوییم در واقع مبدا زمان لحظه ای است که زمان سنج را به کار می اندازیم تا مکان متحرک را در لحظه های مختلف تعیین کنیم. ($t=0s$)

معادله مکان – زمان متحرک: **می توان مکان x یک متحرک را در هر لحظه از زمان t با تابع ریاضی $x = f(t)$ بدست آورد ، به این رابطه *معادله مکان – زمان متحرک* در خط راست می گویند.**

به طور مثال ممکن است معادله مکان زمان متحرکی به شکل $x = ۵t + ۳$ باشد . در این معادله میتوانید مکان متحرک را در هر لحظه از زمان پیدا کنید، مثلا اگر به جای t (زمان) عدد صفر قرار دهید مکان متحرک برابر $x = ۰ + ۳ = ۳$ می شود. (در ادامه با حل مسائل مرتبط با آن بهتر آشنا خواهید شد).

نکته مهم: **ممکن است در برخی مسائل بازه زمانی را به این صورت بیان کنند : ثانیه اول،ثانیه دوم ، دو ثانیه سوم، چهار ثانیه ی هفتم**

در این صورت ممکن است نتوانید به خوبی بازه زمانی را مشخص کنید ، برای مشخص کردن بازه زمانی در این حالت به این روش عمل می کنیم:

t=n : **یعنی لحظه ای که زمان سنج مقدار *n* را نشان میدهد. مثلا *t=3s* یعنی اکنون زمان سنج ۳ را نشان میدهد.**

n ام ثانیه : **معنی این کلمه یعنی بازه زمانی یک ثانیه از *t=n* و یک ثانیه قبل از آن *t=n-1***

مثال: **ثانیه پنجم یعنی بازه ی زمانی بین ثانیه ۴ و ۵ (از ثانیه ۴ الی ثانیه ۵)**

n ثانیه m ام : **اگر دامنه بازه زمانی بیش از یک ثانیه باشد (*n* ثانیه *m* ام) در این صورت بازه زمانی بین $t = m \times n$ و $t = m \times n - n$ را در نظر میگیریم، شاید متوجه نشدید چگونه است، با یک مثال توضیح میدهم:**

فرض کنید در مسئله گفته شده ۳ ثانیه چهارم: در این صورت ۳ را در چهار ضرب می کنیم که میشود ۱۲ و سپس ۳ را از آن کم می کنیم که می شود ۹ ، پس ۳ ثانیه چهارم همان بازه زمانی بین ۹ الی ۱۲ ثانیه می باشد.

فرض کنید در مسئله ای گفته شده ۴ ثانیه ششم: ۴ را در شش ضرب میکنیم ، می شود ۲۴ سپس ۴ را از آن کم می کنیم می شود ۲۰ ، پس ۴ ثانیه ششم یعنی بازه ی زمانی بین ۲۰ الی ۲۴ ثانیه !

شروع ثانیه *n* ام : یعنی لحظه ی *t=n-1*

پایان ثانیه *n* ام : یعنی لحظه ی *t=n*

مثلا شروع ثانیه ۵ ام یعنی *t=4* و پایان ثانیه پنجم یعنی *t= 5*

توجه! برای مشاهده حل تمرین های داخل جزوه به ویدیو های تدریس که رایگان هستند مراجعه کنید

سوالات مرتبط با مباحث مطرح شده :

۱ــ شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

(الف)

۲ــ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

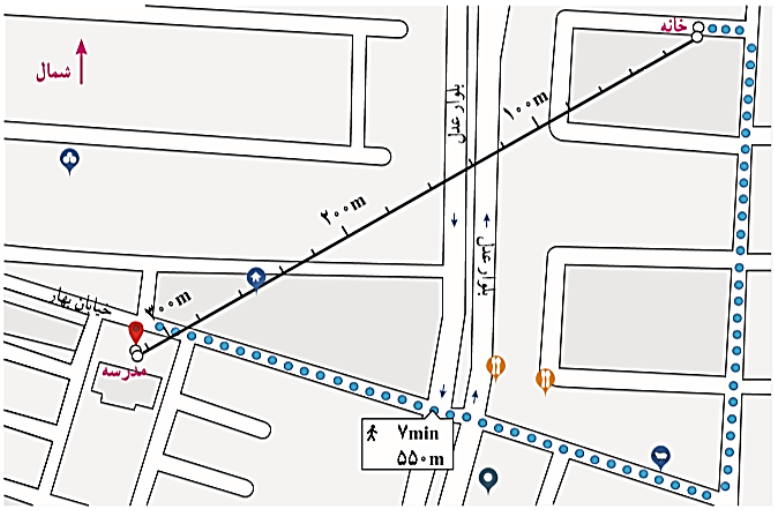
(ب)

جواب ۱ :

جواب۲:

۳ــ شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

جواب :



سوال: **در شکل زیر تندی متوسط و سرعت متوسط فرد را بدست آورید:**

جواب:

سوال: **در چه صورتی اندازه تندی متوسط متحرک با سرعت متوسط آن با هم برابرند؟**

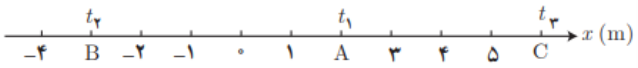
۱. با توجه به داده‌های نقشهٔ شکل زیر،

الف) تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.

ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط می‌توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

۲. متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A، در لحظهٔ t_2 در نقطهٔ B و در لحظهٔ t_3 در نقطهٔ C قرار دارد.



الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی t_1 تا t_2، t_2 تا t_3 و t_1 تا t_3 به‌دست آورید.

سوال :

کفش‌دوزکی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه‌های $t_1=0\,s$ و $t_2=74\,s$ به ترتیب از مکان‌های $x_1=-28\,cm$ و $x_2=54\,cm$ می‌گذرد.

الف) بردارهای مکان در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی کفش‌دوزک در این بازهٔ زمانی را رسم کنید.

ب) سرعت متوسط کفش‌دوزک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

جواب:

سوال:

جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان ۴/۰s فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-۲/۰\,m)\vec{i}$	$(۶/۴\,m)\vec{i}$			
متحرک B		$(-۲/۵\,m)\vec{i}$	$(-۵/۶\,m)\vec{i}$		
متحرک C	$(۲/۰\,m)\vec{i}$	$(۸/۶\,m)\vec{i}$			
متحرک D	$(-۱/۴\,m)\vec{i}$			$(۲/۴\,m/s)\vec{i}$	

جواب:

تست های کنکوری مرتبط با مفاهیم تدریس شده :

- کدام‌یک از گزینه‌های زیر، صحیح است؟

۱) طی یک جابه‌جایی، مسافت طی شده همواره بیش‌تر از اندازهٔ جابه‌جایی است.

۲) مسافت طی شده و جابه‌جایی کمیت‌هایی نرده‌ای هستند.

۳) طی یک جابه‌جایی، همواره مسافت طی شده و اندازهٔ جابه‌جایی با هم برابر هستند.

۴) طی یک جابه‌جایی، همواره مسافت طی شده، بزرگ‌تر و یا مساوی با اندازهٔ جابه‌جایی است.

- **متحرکی در مدت ۱۵ ثانیه مسیر مستقیمی را به اندازهٔ ۱۲۰ متر طی می‌کند و سپس به اندازهٔ ۵۰ متر در مدت ۲۰ ثانیه در همان مسیر برمی‌گردد. بزرگی سرعت متوسط متحرک در کل این حرکت چند متر بر ثانیه است؟**

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{۳۴}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۳۴}$

- **مکان متحرکی روی محور xها در لحظهٔ $t = ۲s$ برابر $۸m$ و در لحظهٔ $t = ۱۰s$ برابر $-۱۶m$ می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در این مدت چند متر بر ثانیه است؟**

۱) ۳- ۲) ۲- ۳) ۱ ۴) ۲

- متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند در لحظه‌های $t_1 = 2s$ و $t_2 = 10s$ به‌ترتیب در نقاط $x_1 = 1m$ و $x_2 = -5m$ قرار دارد. تندی متوسط آن بین دو لحظهٔ t_1 و t_2 برحسب متر بر ثانیه الزاماً کدام است؟

۱) $S_{av} = 0/5\ m/s$ ۲) $S_{av} = 0/75\ m/s$ ۳) $S_{av} \geq 0/75\ m/s$ ۴) $S_{am} \leq 0/75\ m/s$

- معادلهٔ مکان یک متحرک به‌صورت $x = 4t^2 - 6t + 3$ در SI می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در فاصلهٔ $t = 1s$ و $t = 4s$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

- معادلهٔ مکان – زمان متحرکی در SI به صورت $x = ۳t^۲ - ۶t$ است. سرعت متوسط آن در ۲ ثانیهٔ اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳- ۲) صفر ۳) ۱/۵ ۴) ۳

- معادلهٔ حرکت یک متحرک در SI به‌صورت $x = -t^۲ + ۳t$ است. سرعت متوسط این متحرک در دو ثانیهٔ سوم چند برابر سرعت متوسط آن در ۲ ثانیه اول است؟

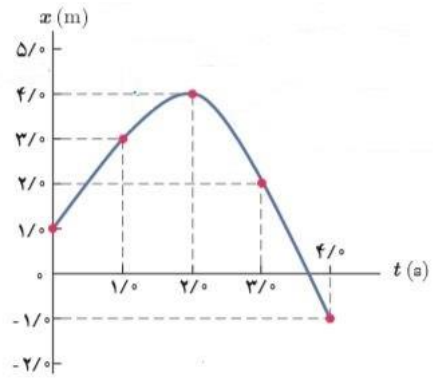
۱) ۸- ۲) ۸ ۳) ۷- ۴) ۷

- متحرکی از مکان ۸m+ متری در مدت ۲ ثانیه به مکان ۱۶m+ متری رفته و پس از گذشت ۲ ثانیهٔ دیگر به مکان ۲۶m+ رسیده است. اگر این متحرک در ۴ ثانیهٔ بعدی به مبدأ برگردد، تندی متوسط متحرک در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵/۵

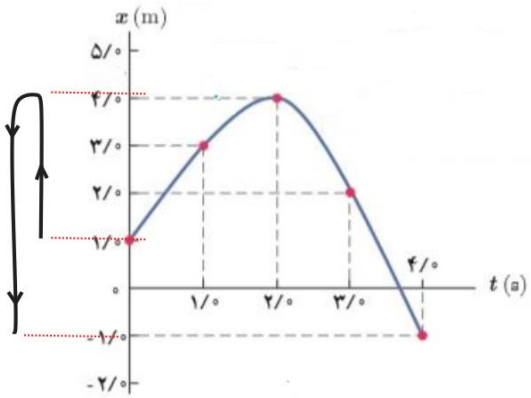
نمودار مکان – زمان: **برای توصیف حرکت یک جسم می توان از نمودار مکان ــ زمان، که مکان جسم را در هر لحظه نشان می دهد، استفاده کرد. برای رسم این نمودار، زمان (t) را روی محور افقی و مکان (x) را روی محور قائم در نظر می گیریم.**

به طور مثال به نمودار مکان – زمان زیر توجه کنید:

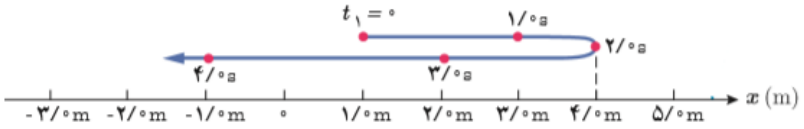


در نگاه اول برخی دانش آموزان فکر می کنند این نمودار برای یک متحرک است که به صورت منحنی حرکت کرده است ولی اینطور نیست با دقت به نمودار توجه کنید! در زمان $t = ۰s$ متحرک در مکان $x = ۱m$ است ، با گذشت زمان متحرک در جهت مثبت محور x ها حرکت می کند و در زمان $t = ۲s$ به مکان $x = ۴m$ و پس از آن متحرک بر می گردد و به سمت منفی محور x حرکت می کند و در زمان $t = ۴s$ به مکان $x = -۱m$ می رسد:

شکل زیر:

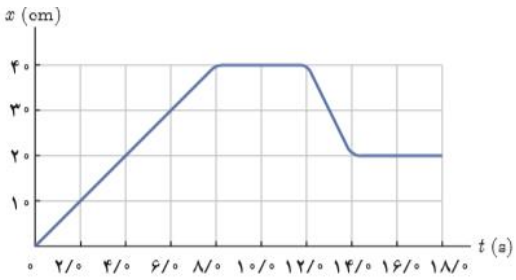


در نهایت اگر بخواهیم حرکت متحرک را روی محور افقی x نشان دهیم به شکل زیر می باشد و حرکت روی یک خط راست می باشد:



یک مثال حل می کنیم :

سوال:



شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان مورچه‌ای را نشان می‌دهد که در راستای محور x در حرکت است.

الف) در کدام بازهٔ زمانی مورچه در جهت محور x حرکت می‌کند؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی مورچه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی مورچه ایستاده است؟

ت) در کدام لحظه‌هایی فاصلهٔ مورچه از مبدأ ۳۰cm است؟

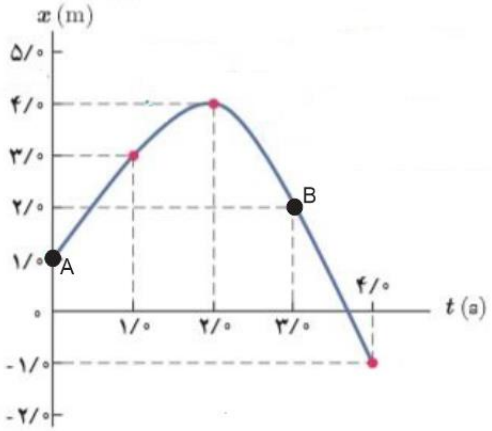
ث) در کدام بازهٔ زمانی فاصلهٔ مورچه از مبدأ محور بیشترین مقدار است؟

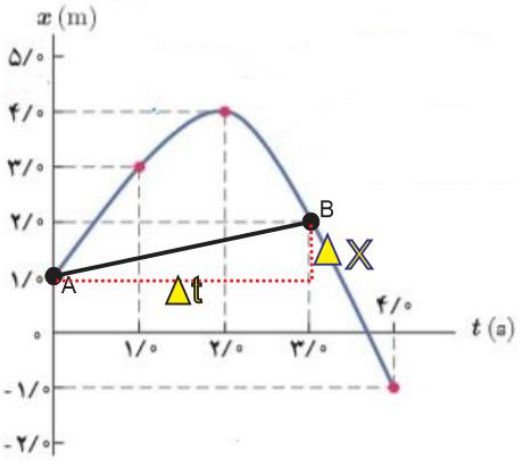
ج) جابه‌جایی و سرعت متوسط مورچه را در بازهٔ زمانی ۴/۰s تا ۸/۰s پیدا کنید.

جواب:

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان ــ زمان:

دوباره به شکل زیر توجه کنید :





می خواهیم شیب بین دو نقطه A و B را بدست آوریم ، می دانیم برای یافتن شیب نمودار باید تغییرات محور عمودی را بر تغییرات محور افقی تقسیم کنیم یعنی:

$$\text{شیب} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

نکته جالب اینکه رابطه شیب نمودار $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ همان سرعت متوسط متحرک می باشد که در مطالب قبلی به آن اشاره شد. در نتیجه :

سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان–زمان را به یکدیگر وصل می کند.

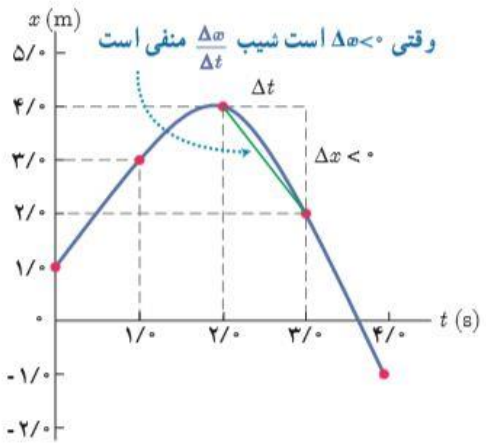
$$\text{شیب نمودار} = tan\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{سرعت متوسط}$$

نکته:

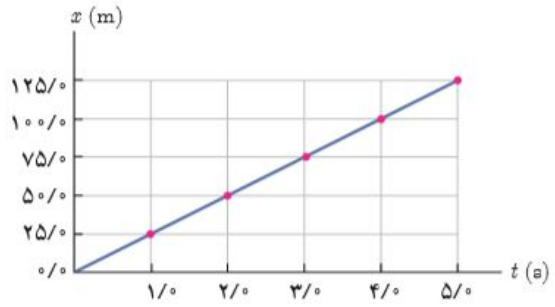
- ✓ **اگر شیب نمودار مثبت باشد ، در نتیجه سرعت متوسط متحرک در آن بازه زمانی مثبت است**
- ✓ **اگر شیب نمودار منفی باشد، در نتیجه سرعت متوسط متحرک در آن بازه زمانی منفی است**
- ✓ **اگر شیب نمودار صفر باشد، در نتیجه سرعت متوسط متحرک در آن بازه زمانی صفر است.**
- ✓ **هرچه شیب نمودار بین دو نقطه بیشتر باشد سرعت متوسط نیز بیشتر می شود و برعکس.**
- ✓ **اگر نمودار افقی باشد در آن بازه جسم ساکن است.**
- ✓ **با توجه به اینکه بازه زمانی همواره مثبت است (زمان همیشه به جلو حرکت می کند) در نتیجه شیب نمودار وابسته به Δx است به طوری که اگر $\Delta x > 0$ باشد شیب نمودار مثبت و سرعت متوسط هم مثبت است و برعکس.**
- ✓ **در حرکت روی خط راست اگر جسم در حال حرکت بخواهد از مسیر خود برگردد ناچار است حتی برای یک لحظه هم که شده توقف کند (ساکن بشود).**

چند مثال حل می کنیم و سپس به سوالات تستی می پردازیم:

با توجه به نمودار مکان ــ زمان شکل ۱ــ۴، سرعت متوسط ذره را در بازهٔ زمانی $t_1 = ۲/۰\,s$ تا $t_2 = ۳/۰\,s$ به‌دست آورید.



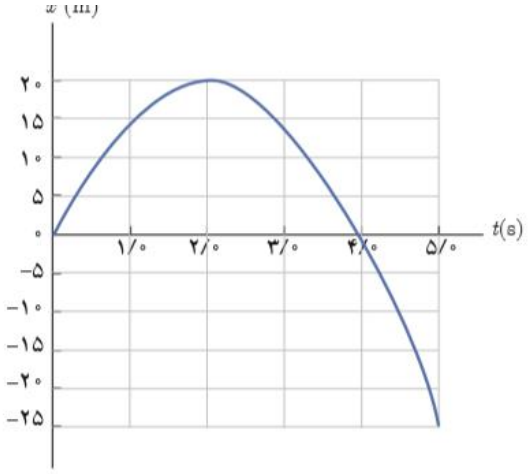
نمودار مکان ــ زمان موتورسواری که بر خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل روبه‌رو است. سرعت متوسط موتورسوار را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۱/۰s، ۲/۰s تا ۴/۰s، ۱/۰s تا ۵/۰s محاسبه کنید. نتایج به‌دست آمده را با هم مقایسه و تفسیر کنید.

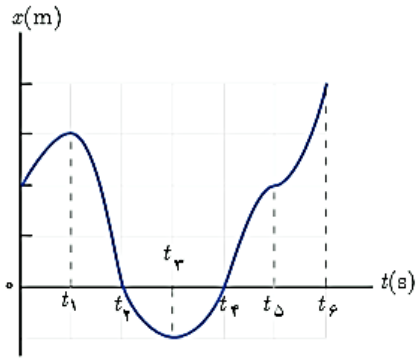


شکل روبه‌رو، نمودار مکان ــ زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند.

الف) با استفاده از داده‌های روی شکل، سرعت متوسط خودرو را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۰/۰s تا ۴/۰s، ۲/۰s تا ۴/۰s، ۲/۰s تا ۵/۰s، ۴/۰s تا ۵/۰s حساب کنید.

ب) در کدام یک از این بازه‌های زمانی، سرعت متوسط در جهت محور x و در کدام یک در خلاف جهت محور x است؟





با توجه به نمودار مکان ــ زمان شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

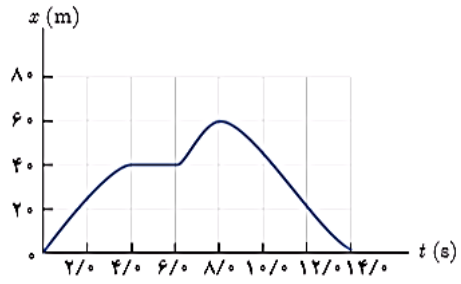
الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

ث) جابه‌جایی کل در جهت محور x است یا خلاف آن؟



شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.

الف) در کدام لحظه دوچرخه‌سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی دوچرخه‌سوار در جهت محور x حرکت می‌کند؟

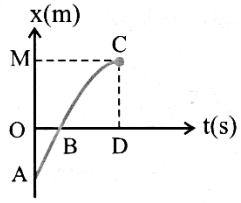
پ) در کدام بازهٔ زمانی دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه‌سوار ساکن است؟

ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۴/۰s تا ۶/۰s، ۲/۰s تا ۵/۰s، ۸/۰s تا ۱۴/۰s، ۰/۰s تا ۱۴/۰s حساب کنید.

تست های کنکوری:

– در نمودار مکان- زمان زیر مسیر متحرک ..... است.



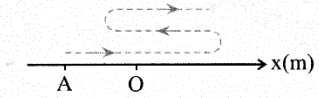
۱) منحنی ABC است.

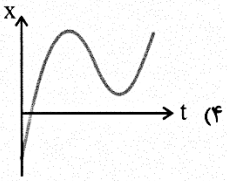
۲) پاره‌خط OD است.

۳) پاره‌خط AM است.

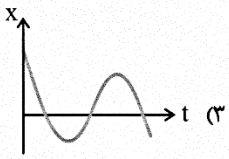
۴) پاره‌خط OM است.

– متحرکی روی محور xها با مبدأ مکان O، در حال حرکت است و در مبدأ زمان در نقطهٔ A قرار دارد و در این لحظه به طرف راست در حرکت است. اگر مسیر حرکت این متحرک به‌صورت زیر باشد، کدام گزینه می‌تواند، نمودار تقریبی مکان- زمان آن از ابتدا تا پایان مسیر باشد؟

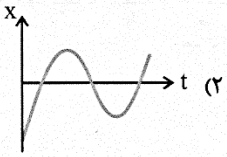




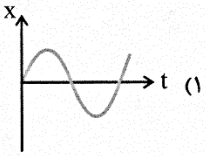
۴)



۳)

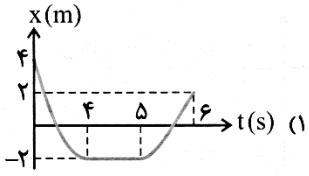


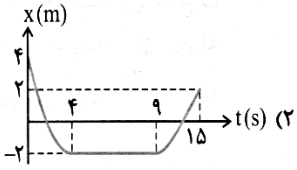
۲)

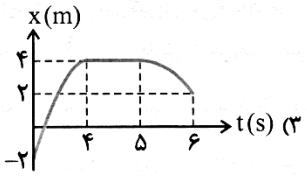


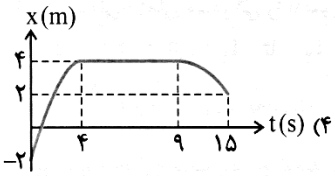
۱)

- متحرکی از نقطهٔ A در جهت منفی محور x شروع به حرکت می‌کند و پس از ۴ ثانیه به B می‌رسد، مدت ۵ ثانیه در این نقطه ساکن می‌ماند و ۶ ثانیه بعد از آن به نقطهٔ C می‌رسد. نمودار مکان- زمان این متحرک در طی این حرکت کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

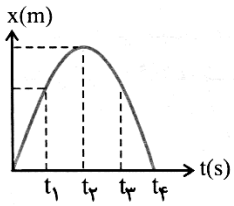
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

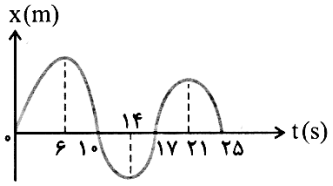
- در کدام‌یک از لحظه‌های نشان داده شده در نمودار، متحرک بیش‌ترین فاصله را از مبدأ مکان دارد؟



۱) t_1 ۲) t_2

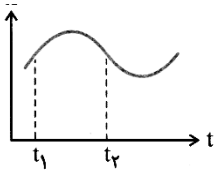
۳) t_3 ۴) t_4

- نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور xها حرکت م‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر مدت زمانی را که متحرک در حال دور شدن از مبدأ مکان است، یدز مجموع با Δt_1 و مدت زمانی را کـه متحـرک در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان است، در مجموع با Δt_2 نشان دهیم، در بـازهٔ زمـانی صـفر تـا ۲۵ s، حاصل $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$ کدام است؟



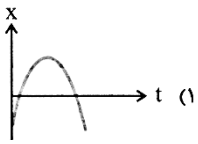
۱) $\frac{۱۴}{۱۱}$ ۲) $\frac{۱۱}{۱۴}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۹}{۸}$

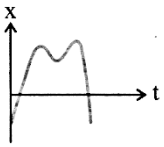
- شکل مقابل نمودار مکان – زمان حرکت ذره‌ای را که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، نشان می‌دهـد، بین دو لحظهٔ t_1 و t_2 جهت حرکت چند بار عوض شده است؟

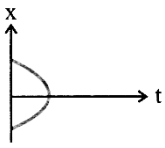


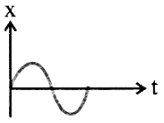
۱) صفر ۲) یک ۳) دو ۴) سه

- کدام‌یک از شکل‌های زیر نمی‌تواند، معرف نمودار مکان- زمان متحرکی باشد که روی یک خط راست حرکت می‌کند؟

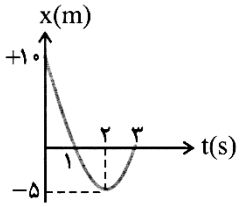
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

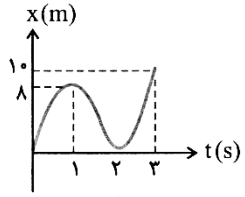
- در نمودار مکان - زمان زیر، کل جابه‌جایی متحرک در جهت محور x ها چند برابر جابـه‌جـایی آن در خلاف جهت محور x هاست؟



۱) ۳ ۲) −۳

۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $-\frac{۱}{۳}$

- نمودار مکان – زمان متحرکی که روی محور x ها حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. در سه ثانیهٔ اول مسافت طی شده و بزرگی جابه‌جایی به ترتیب از راست به چپ برحسب متر کدامند؟



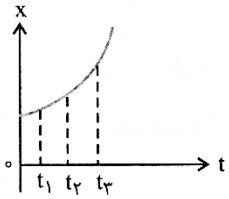
۱) ۲۶ و ۱۰ ۲) ۲۶ و ۲۶

۳) ۱۰ و ۱۰ ۴) ۱۸ و ۲۶

- معادلهٔ مکان- زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = -t^2 + 4t$ است. تندی متوسط این متحرک از $t = 1\,s$ تا $t = 4\,s$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۱ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{5}{3}$

- نمودار مکان- زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازهٔ زمانی بیش‌تر است؟



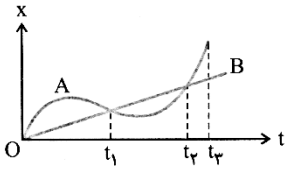
۱) صفر تا t_1

۲) t_1 تا t_3

۳) t_2 تا t_3

۴) بستگی به اندازهٔ فاصله‌های زمانی دارد.

- نمودار مکان- زمان دو متحرک A و B به صورت زیر است، در کدام بازه یا بازه‌های زمانی سرعت متوسط متحرک A بیشتر از B است؟



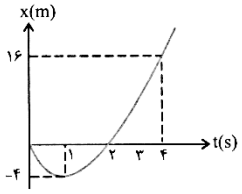
۱) صفر تا t_1

۲) t_1 تا t_2

۳) t_2 تا t_3

۴) در دو بازهٔ زمانی (۰ تا t_1) و (t_2 تا t_3)

- **شکل مقابل نمودار مکان – زمان متحرکی در یک مسیر مستقیم است. سرعت متوسط متحـرک در ایـن ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟**



۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵

تندی لحظه ای و سرعت لحظه ای:

تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه ای می نامند

(به طور مثال عددی که کیلومتر سنج خودرو نشان می دهد تندی لحظه ای خودرو می باشد)

اگر هنگام بیان تندی لحظه ای یک متحرک ، جهت حرکت آن متحرک را هم مشخص کنیم در واقع سرعت لحظه ای ($\vec{v}$) آن متحرک را بیان کرده ایم.

(اگر هنگام خواندن عدد کیلومتر سنج خودرو به جهت حرکت در آن لحظه هم اشاره کنیم سرعت لحظه ای را بیان کرده ایم)

نکته: **تندی لحظه ای کمیتی نرده ای بوده و فقط دارای بزرگی(اندازه) می باشد، اما سرعت لحظه ای علاوه بر اندازه دارای جهت نیز می باشد و کمیتی برداری $\vec{v}$ است.**

نکته: یکای تندی و سرعت لحظه ای در SI همان متر بر ثانیه m/s می باشد.

توجه: برای سادگی در اغلب اوقات به جای تندی لحظه ای و سرعت لحظه ای از کلمات تندی و سرعت استفاده خواهیم کرد.

توجه: به دلیل اینکه حرکت بر روی خط راست را بررسی می کنیم ، در حل مسئله ها به جای بردار $\vec{v}$ از v استفاده خواهیم کرد.

پرسش ۱ـ۴

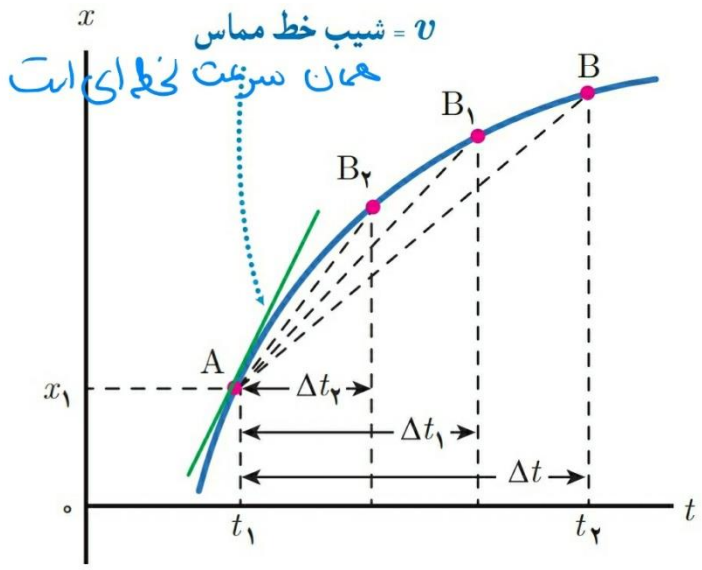
از روی نمودار مکان ــ زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.

نکته: هر گاه متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کند سرعت v مثبت و هر گاه متحرک در جهت منفی محور x حرکت کند علامت سرعت v منفی خواهد بود.

تعیین سرعت لحظه ای به کمک نمودار مکان ــ زمان:

همانطور که گفتیم شیب خطی که دو نقطه از نمودار را در زمان های t_1 و t_2 به هم وصل میکند برابر با سرعت متوسط متحرک در آن بازه زمانی است، حال اگر این بازه زمانی آنقدر کوچک شود که به صفر میل کند در آن صورت شیب خط همان مماس بر خط خواهد بود. پس اگر در هر نقطه از نمودار مکان زمان مماس بر آن نقطه رسم کنیم ، شیب خط مماس بر نمودار همان سرعت لحظه ای متحرک در آن لحظه خواهد بود. به طور خلاصه:

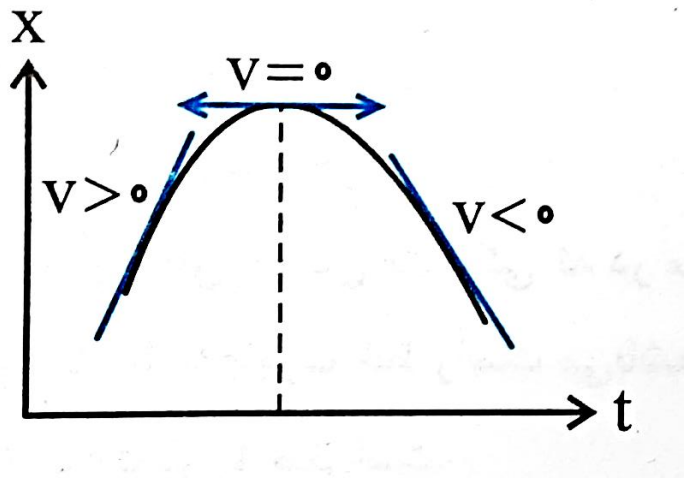
سرعت در هر لحظه دلخواه ، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان در آن لحظه است .



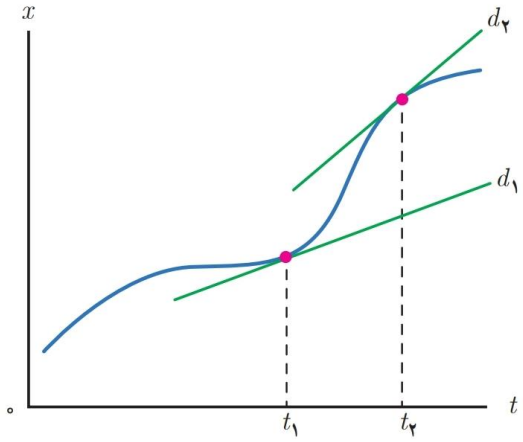
نکته :

- ✓ **اگر مماس بر نمودار شیب مثبت داشته باشد یعنی رو به بالا باشد ، سرعت لحظه ای در آن نقطه مثبت است، اگر مماس بر نمودار شیب منفی داشته باشد یعنی رو به پایین باشد ، سرعت لحظه ای در آن نقطه منفی است.**
- ✓ **اگر مماس بر نمودار افقی باشد (شیب مماس صفر باشد) در آن نقطه سرعت لحظه ای متحرک صفر است.**

✓ **هر چه قدر مطلق شیب مماس بر نمودار مکان- زمان بیشتر باشد اندازه سرعت لحظه ای نیز بیشتر می شود. (توجه داشته باشید به خاطر این از کلمه قدر مطلق استفاده کردیم که اگر شیب منفی باشد و هر چه این شیب منفی بیشتر باشد هم اندازه سرعت – البته در جهت منفی - بیشتر می شود)**

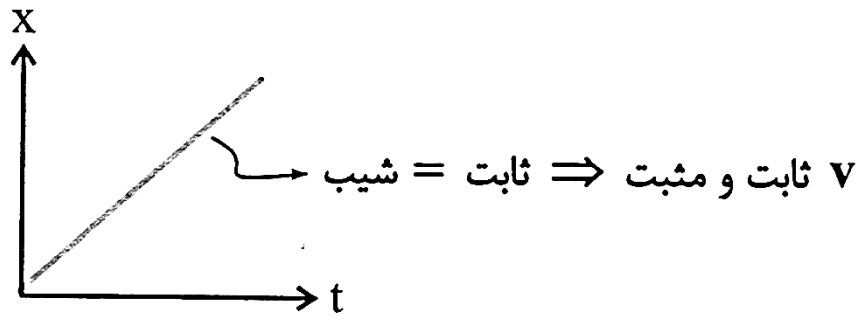


به طور مثال به نمودار مکان- زمان شکل زیر توجه کنید در این نمودار در دو نقطه از نمودار مماس رسم شده است ،

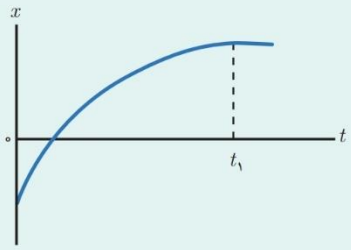


همان طور که مشاهده می کنید شیب مماس $d_۲$ از شیب مماس $d_۱$ بیشتر است پس نتیجه می گیریم سرعت لحظه ای در زمان ۲ بیشتر از سرعت لحظه ای در زمان ۱ است.

نکته: اگر نمودار مکان – زمان یک متحرک به صورت خط راست باشد ، مماس در هر نقطه همواره بر نمودار منطبق خواهد بود. پس در تمام مدت سرعت لحظه ای تغییر نمی کند در این صورت می گوییم حرکت با سرعت ثابت در حال انجام است.



پرسش ۱ـ۵

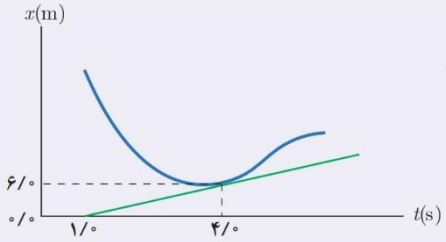


شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.

الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظهٔ t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟

تمرین ۱ـ۳



شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ $t = ۴/۰\,s$، رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.

تست :

۱- کدام گزینه نادرست است؟

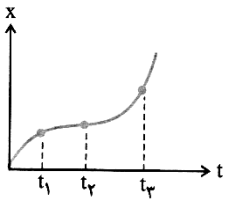
۱) سرعت کمیتی برداری و تندی کمیتی نرده‌ای است.

۲) در یک بازهٔ زمانی معین، همواره بزرگی سرعت متوسط یک متحرک برابر با تندی متوسط آن است.

۳) همواره بزرگی سرعت لحظه‌ای برابر با تندی لحظه‌ای یک متحرک است.

۴) کیلومترشمار خودرو، تندی لحظه‌ای آن را نشان می دهد.

۲- با توجه به نمودار مکان- زمان یک متحرک مطابق شکل زیر چه رابطه‌ای بین سرعت متحرک در لحظات t_1، t_2 و t_3 برقرار است؟



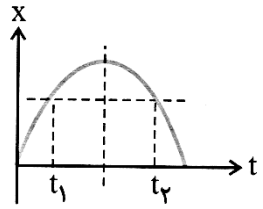
۱) $v_1 < v_2 < v_3$

۲) $v_2 < v_1 < v_3$

۳) $v_3 < v_2 < v_1$

۴) $v_3 < v_1 < v_2$

۱– مطابق شکل نمودار مکان- زمان متحرکی به صورت یک سهمی است، در مورد دو لحظهٔ متقارن t_1 و t_2، کدام کمیت یا ویژگی حرکت در هر دو لحظه یکسان است؟



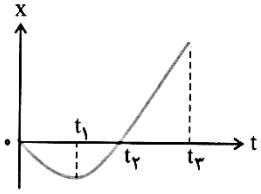
۱) فقط تندی متحرک

۲) فقط سرعت متحرک

۳) هم سرعت و هم تندی

۴) جهت حرکت متحرک

- نمودار مکان – زمان متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟ (نمودار از t_2 تا t_3 به‌صورت خط راست می‌باشد.)



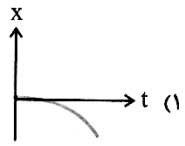
۱) سرعت در t_1 صفر است.

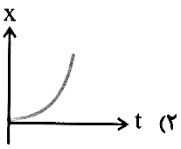
۲) جهت حرکت متحرک در t_2 عوض می‌شود.

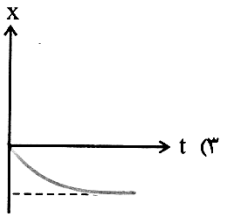
۳) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3، سرعت در هر لحظه با سرعت متوسط متحرک برابر است.

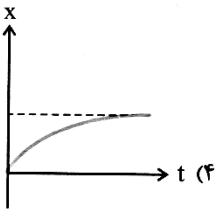
۴) در تمام لحظات بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، تندی متحرک در حال افزایش است.

- خودرویی که در جهت منفی محور x در حرکت است، هنگام عبور از مبدأ مکان ترمز می‌کند و پس از مدتی متوقف می‌شود، کدام نمودار می‌تواند لحظهٔ ترمز تا توقف خودرو را به درستی نشان دهد؟

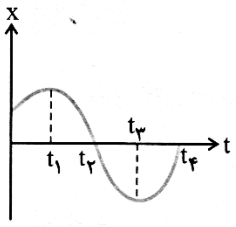
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

با توجه به نمودار مکان- زمان یک متحرک مطابق شکل، در کدام بازهٔ زمانی، سرعت متحرک منفی و بزرگی آن رو به کاهش است؟



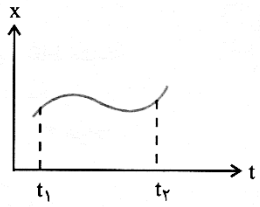
۱) ۰ تا t_1

۲) t_1 تا t_2

۳) t_2 تا t_3

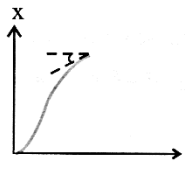
۴) t_3 تا t_4

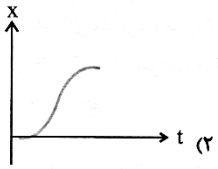
. نمودار مکان – زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. در فاصلهٔ زمانی t_1 تا t_2، سرعت جسم چند بار تغییر جهت داده است؟

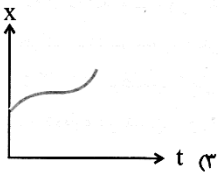


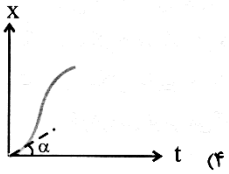
۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

. اتومبیلی از حال سکون شروع به حرکت کرده و پس از طی مسافتی می‌ایستد. کدام نمودار می‌تواند معرف نمودار مکان – زمان حرکت اتومبیل باشد؟

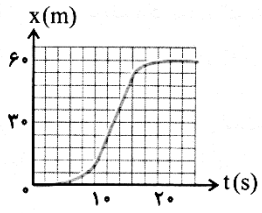
۱)


۲)


۳)


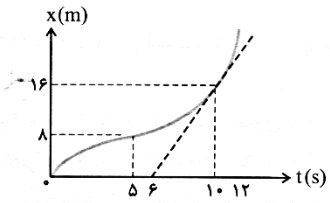
۴)


- شکل زیر، نمودار مکان- زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینهٔ سرعت آن چند متربرثانیه است؟



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۷
۴) ۹

- نمودار مکان- زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به شکل زیر است. اگر سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۱۰s$ برابر سرعت متوسط آن بین دو لحظهٔ $t_۱ = ۵s$ و $t_۲ = ۱۲s$ باشد، متحرک در لحظهٔ $t = ۱۲s$ در چند متری مبدأ می‌باشد؟



۱) ۲۸
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۲۰