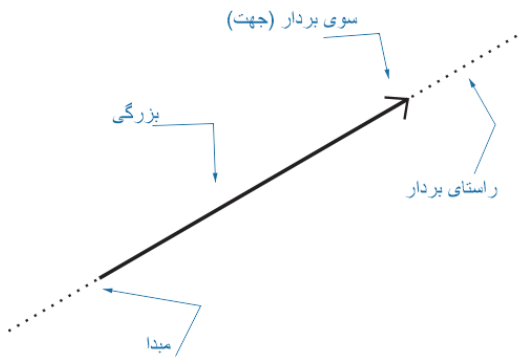
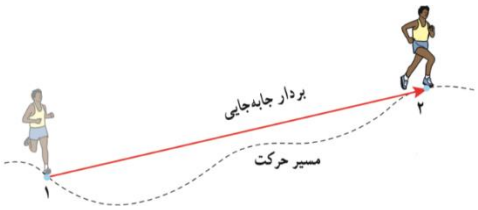
بردار: پاره خط جهت داری است که دارای ویژگی های زیر است:



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

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.



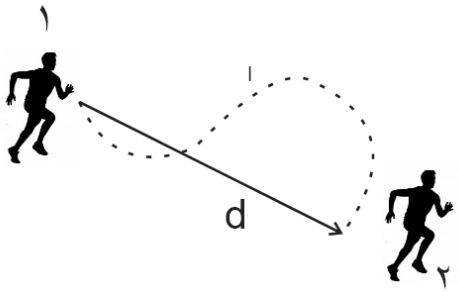
توجه!

- ✓ 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 جا به جایی به مدت زمانی را که جا به 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.

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

برای جا به جایی روی محور x می توانیم مکان اولیه متحرک را $x_۱$ و مکان پایانی آن را $x_۲$ در نظر بگیریم ، آنگاه داریم:

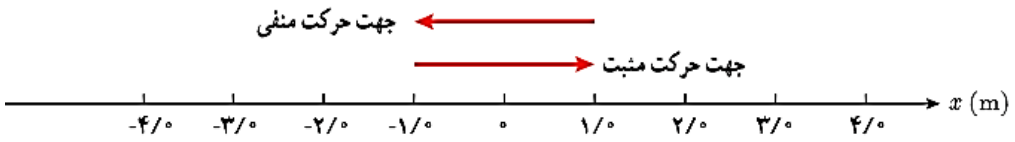
$$\Delta x = x_۲ - x_۱$$

رابطه سرعت متوسط را به صورت زیر 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. 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. (مانند $x = ۳t^۲ + ۴t - ۳۰$)

- ✓ با استفاده از معادله مکان-زمان متحرک می توان مواردی مانند : مکان اولیه متحرک $x_۰$ ، مکان متحرک در هر لحظه از زمان ، جابجایی متحرک ، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی مشخص و ... بدست آورد. (که در ادامه در مسائل به آن ها خواهیم پرداخت)

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 $t = ۳s$ یعنی اکنون زمان سنج ۳ را نشان میدهد.

ثانیه **n** ام : 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.

مثال: ۳ ثانیه پنجم یعنی بازه ی زمانی بین ۱۲ الی ۱۵ ثانیه!

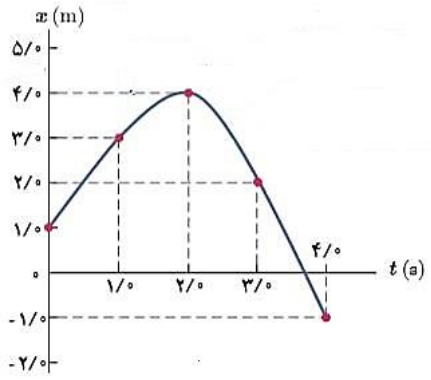
شروع ثانیه n ام : یعنی لحظه ی $t=n-1$

پایان ثانیه n ام : یعنی لحظه ی $t=n$

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

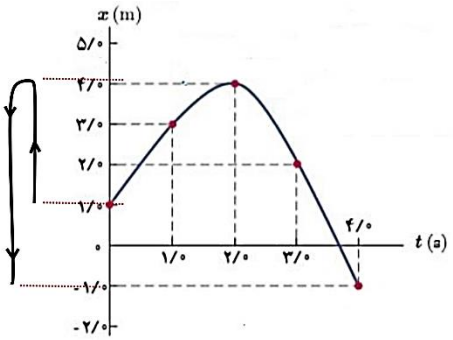
نمودار مکان – زمان: برای توصیف حرکت یک جسم می توان از نمودار مکان ــ زمان، که مکان جسم را در هر لحظه نشان می دهد، استفاده کرد. برای رسم این نمودار، زمان (t) را روی محور افقی و مکان (x) را روی محور قائم در نظر می گیریم.

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

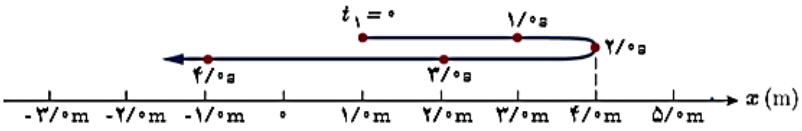


در نگاه اول برخی دانش آموزان فکر می کنند این نمودار برای یک متحرک است که به صورت منحنی حرکت کرده است ولی اینطور نیست با دقت به نمودار توجه کنید! در زمان $t = ۰s$ متحرک در مکان $x = ۱m$ است ، با گذشت زمان متحرک در جهت مثبت محور x ها حرکت می کند و در زمان $t = ۲s$ به مکان $x = ۴m$ و پس از آن متحرک بر می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

بررسی حرکت متحرک روی نمودار مکان زمان:

مشخص کردن مکان اولیه x_0: نقطه شروع نمودار در زمان $t = ۰$ همان مکان اولیه متحرک است.

جهت حرکت متحرک روی نمودار مکان زمان: اگر با گذشت زمان ، نمودار رو به بالا حرکت کند ، متحرک در جهت مثبت محور x ها در حرکت است و سرعت اش مثبت می باشد، اما اگر با گذشت زمان ، نمودار رو به پایین حرکت کند ، متحرک در جهت خلاف محور x ها در حرکت بوده و سرعت اش منفی است.

دور شدن یا نزدیک شدن متحرک به مبدا متخصات: متحرک زمانی به مبدا مختصات نزدیک می شود که نمودار مکان – زمان با گذشت زمان به محور افقی t نزدیک شود و برعکس.

ساکن بودن متحرک: اگر نمودار مکان–زمان با گذشت زمان تغییر نکند و افقی بماند ، متحرک ساکن است.

تغییر جهت حرکت : در صورت ایجاد قله یا دره (ماکزیمم یا مینیمم) در نمودار مکان–زمان تغییر جهت حرکت روی داده است.

هنگام تغییر جهت حرکت، متحرک باید حتی برای یک لحظه هم که شده ساکن شود.

لحظه عبور از مبدا: اگر نمودار مکان–زمان ، محور t را قطع کند ، متحرک به مبدا رسیده است.

سرعت متوسط : 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.

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

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).**

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.

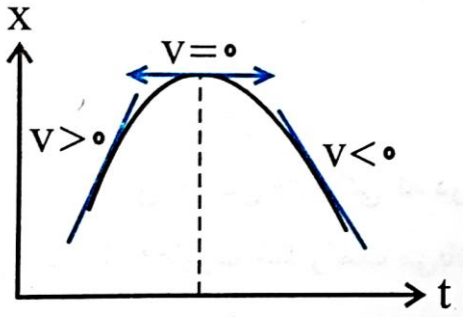
توجه: به دلیل اینکه حرکت بر روی خط راست را بررسی می کنیم ، در حل مسئله ها به جای بردار $\vec{v}$ از v استفاده خواهیم کرد.

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.

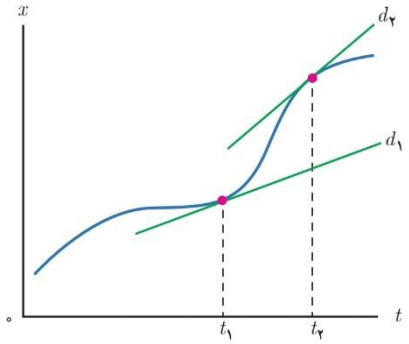
تعیین سرعت لحظه ای به کمک نمودار مکان ــ زمان: سرعت در هر لحظه دلخواه ، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان در آن لحظه است .

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)**

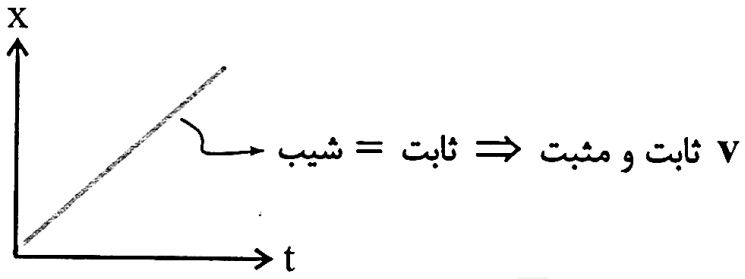


به طور مثال به نمودار مکان- زمان شکل زیر توجه کنید در این نمودار در دو نقطه از نمودار مماس رسم شده است ،



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 مهم: 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.



"تست های مرتبط با مطالب تدریس شده"

متحرکی روی خط راست به مدت $30\,s$ با تندی متوسط $10\,m/s$ بدون تغییر جهت به سمت شمال حرکت می‌کند. سپس با تندی متوسط $20\,m/s$، مسافت $400\,m$ را به سمت غرب بدون تغییر جهت طی می‌کند. اندازهٔ سرعت متوسط متحرک چند کیلومتر بر ساعت است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۴ ۳) ۳۶ ۴) ۵۰/۴

در یک مدت‌زمان معین، تندی متوسط متحرک، بزرگ‌تر از اندازهٔ سرعت متوسط آن است. کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ حرکت این متحرک درست است؟

الف) مسافت طی‌شده توسط متحرک، بزرگ‌تر از اندازهٔ جابه‌جایی متحرک است.

ب) مسیر حرکت متحرک نمی‌تواند خط راست باشد.

۱) (الف) ۲) (ب) ۳) (الف) و (ب) ۴) هیچ‌کدام

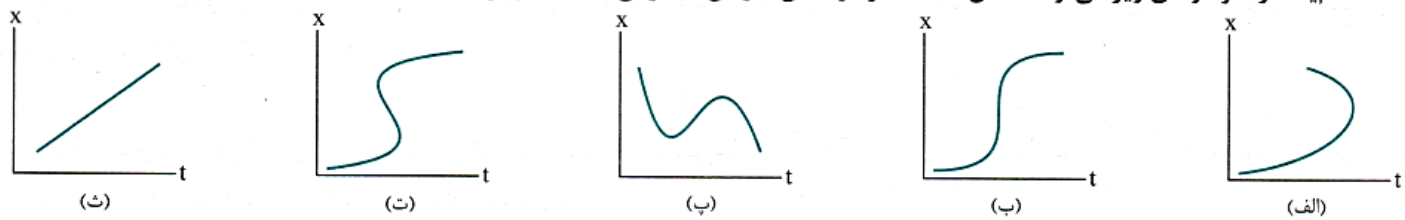
معادلهٔ حرکت متحرکی که در راستای محور x در حال حرکت است، در SI به صورت $x = t^3 - 8t + 2$ است. فاصلهٔ متحرک از مبدأ در لحظهٔ $t = 2\,s$ چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی آن در ۲ ثانیهٔ اول حرکت است؟

۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{2}$

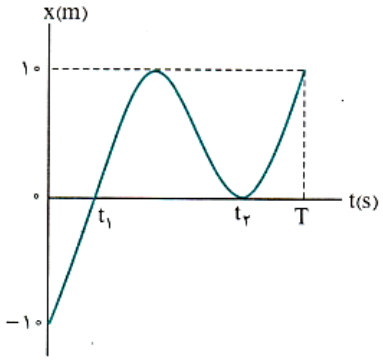
معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به صورت $x = ۰/۰۲\sin ۲\pi t$ است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در ثانیهٔ دوم چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

کدام‌یک از نمودارهای زیر می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار مکان ـ زمان متحرکی باشد که روی خط راست در حال حرکت است؟



نمودار مکان ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، به شکل مقابل است. کدام مورد دربارهٔ حرکت این متحرک درست است؟



۱) متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا T دو مرتبه از مبدأ مکان عبور کرده است.

۲) جهت حرکت متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا T دو مرتبه تغییر کرده است.

۳) مسافت طی‌شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا T برابر ۳۰ m است.

۴) اندازهٔ جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ برابر ۲۰ m است.

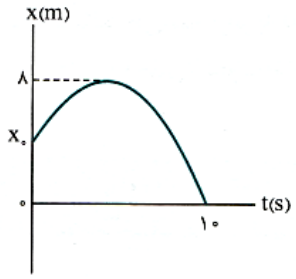
معادلهٔ مکان ـ زمان دو متحرک A و B که در راستای محور x حرکت می‌کنند، در SI به صورت $x_A = t^۲ + t$ و $x_B = ۲t^۲ - ۳t - ۵$ است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه دو متحرک از یک مکان عبور می‌کنند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۵

متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و در مبدأ زمان از مکان $x_۰ = -۴۰\ m$ می‌گذرد و در لحظهٔ $t_۱ = ۶\ s$ به مکان $x_۱ = ۱۰۰\ m$ می‌رسد و در نهایت در لحظهٔ $t_۲ = ۱۰\ s$ از مکان $x_۲ = ۲۰\ m$ می‌گذرد. سرعت متوسط این متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه، کدام است؟

۱) ۲۲ ۲) ۱۴ ۳) ۶ ۴) ۲

نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند به شکل مقابل است. اگر مسافت طی‌شده توسط متحرک در ۱۰ s اول حرکت، ۳ برابر اندازهٔ جابه‌جایی آن در همین بازهٔ زمانی باشد، x_0 برحسب متر کدام است؟



۱) ۲

۲) ۴

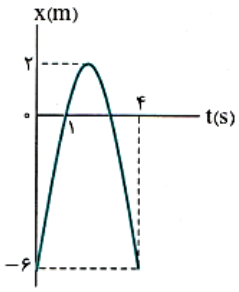
۳) ۵

۴) ۶

معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت $x = t^2 - 4t + 3$ است. متحرک در کل حرکت چند متر مسافت را در حال نزدیک‌شدن به مبدأ مکان طی کرده است؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۷

نمودار مکان ـ زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = 1\,s$ تا $t_2 = 4\,s$ چند متر بر ثانیه است؟



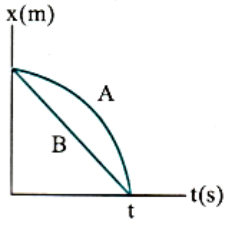
۱) ۲

۲) −۲

۳) ۶

۴) −۶

نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند به صورت مقابل است. کدام مقایسه بین تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط دو متحرک در بازهٔ (۰,t) درست است؟



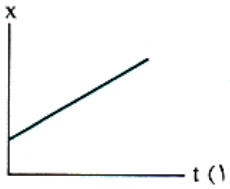
۱) $s_{av(A)} = s_{av(B)}\ ،\ v_{av(A)} = v_{av(B)}$

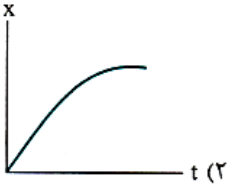
۲) $s_{av(A)} > s_{av(B)}\ ،\ v_{av(A)} = v_{av(B)}$

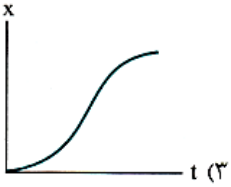
۳) $s_{av(A)} = s_{av(B)}\ ،\ v_{av(A)} > v_{av(B)}$

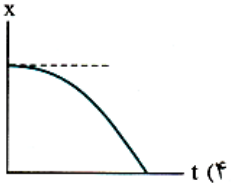
۴) $s_{av(A)} > s_{av(B)}\ ،\ v_{av(A)} > v_{av(B)}$

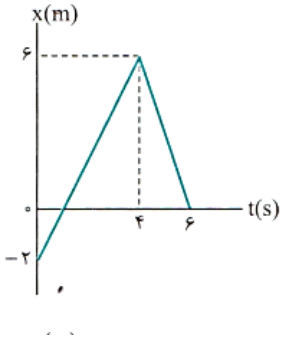
کدام‌یک از نمودارهای مکان ـ زمان زیر مربوط به متحرکی است که از حال سکون، روی خط راست شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی آن افزوده شده است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 



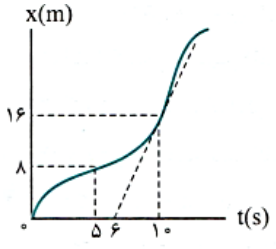
نمودار مکان ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، به شکل مقابل است. تندی متحرک در لحظهٔ $t = 5\ s$ چند برابر تندی آن در لحظهٔ $t = 3\ s$ است؟

۱) $\frac{3}{2}$

۲) $\frac{2}{3}$

۳) ۲

۴) $\frac{1}{2}$



نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به شکل روبه‌رو است. اگر تندی متحرک در لحظهٔ $t = 10\ s$ با اندازهٔ سرعت متوسط آن بین دو لحظهٔ $t_1 = 5\ s$ و $t_2 = 12\ s$ برابر باشد، متحرک در لحظهٔ $t = 12\ s$ در چند متری مبدأ می‌باشد؟ (مماس بر نمودار در لحظهٔ $t = 10\ s$ رسم شده است.)

۱) ۲۸

۲) ۲۴

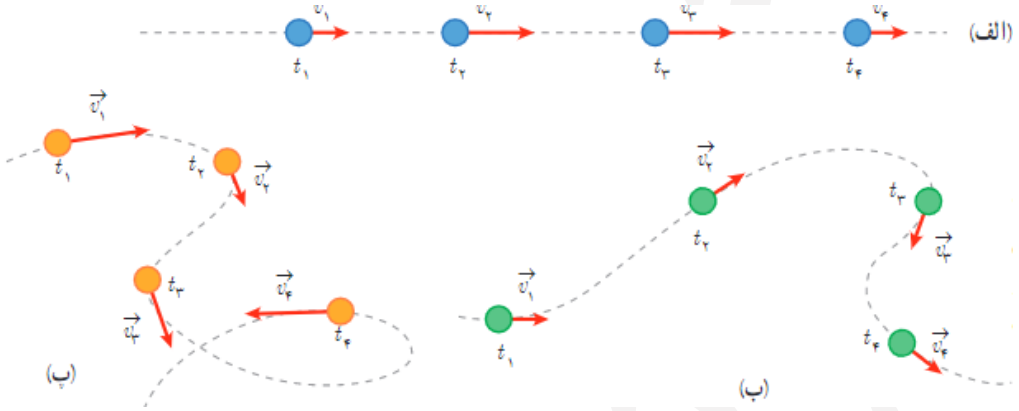
۳) ۳۶

۴) ۲۰

حرکت شتابدار: اگر سرعت متحرکی با گذشت زمان تغییر کند (تغییر اندازه سرعت یا تغییر جهت سرعت) آنگاه می گوییم حرکت شتابدار است.

نکته: حرکت در یک مسیر منحنی (غیر مستقیم) همواره یک حرکت شتاب دار است حتی اگر تندی (بزرگی سرعت) تغییر نکند. زیرا در هر لحظه جهت تغییر می کند و با تغییر جهت حرکت، سرعت که یک کمیت برداری است هم تغییر میکند.

به شکل زیر دقت کنید هر سه حرکت شتاب دار هستند : در الف متحرک در خط راست حرکت میکند و اندازه سرعتش در حال تغییر است و در شکل پ هم جهت و هم اندازه سرعت در حال تغییر است و در ب نیز فقط جهت سرعت در حال تغییر می باشد.



شتاب متوسط $(\vec{a}_{av})$ **:** نسبت تغییرات سرعت به مدت زمان این تغییرات را شتاب متوسط می گویند.

توجه! شتاب متوسط کمیتی برداری است و تغییرات سرعت را در یک بازه زمانی نشان می دهد .

توجه! جهت شتاب متوسط همواره هم جهت با تغییرات $\Delta\vec{v}$ سرعت می باشد. یعنی اگر تغییر سرعت مثبت باشد شتاب مثبت و اگر تغییر سرعت منفی باشد شتاب منفی است و اگر تغییرات سرعت صفر باشد در آن صورت شتاب متحرک نیز صفر است.

نکته! صفر بودن شتاب به این معنی نیست که جسم ساکن است بلکه فقط تغییرات سرعت صفر است. اگر جسم ساکن باشد یا با سرعت ثابت در حال حرکت شتاب آن صفر می باشد.

شتاب متوسط متحرک در یک بازه زمانی از رابطه زیر بدست می آید:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1})$$

در این رابطه $\overrightarrow{\Delta v}$ تغییرات سرعت و Δt مدت زمان حرکت می باشد.

توجه! یکای شتاب متوسط در SI متر بر مجذور ثانیه m/s^2 می باشد.

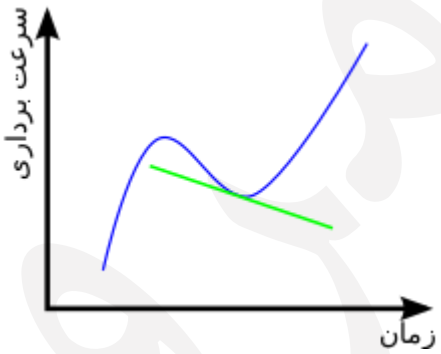
ما حرکت در خط راست را در نظر می گیریم به همین علت برای راحتی کار علامت بردار را از فرمول حذف می کنیم و رابطه شتاب متوسط را به صورت زیر در نظر می گیریم:

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

شتاب لحظه ای a: شتاب متحرک در هر لحظه از زمان را شتاب لحظه ای آن متحرک می نامند. در کتاب های فیزیک برای سادگی شتاب لحظه ای را به اختصار شتاب می نامیم و آن را با علامت a نشان می دهیم.

نمودار سرعت-زمان (v-t):

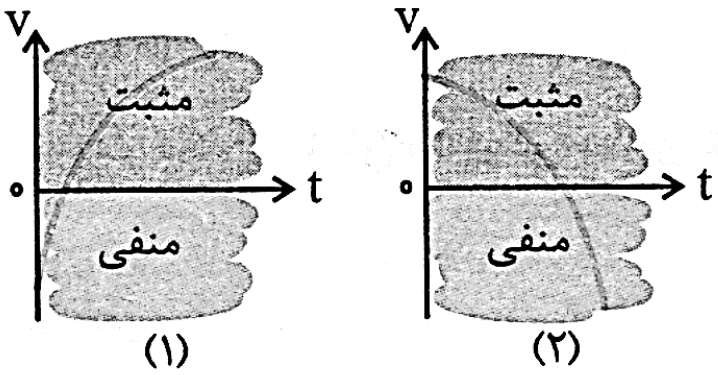
نموداری است که به کمک آن می توان سرعت متحرک در هر لحظه و همچنین تغییرات آن را مشاهده کرد. محور عمودی نمودار نشان دهنده سرعت متحرک (v) و محور افقی زمان (t) را نشان می دهد.



نمودار سرعت زمان چه اطلاعاتی به ما میدهد؟

تعیین علامت سرعت و جهت حرکت به کمک نمودار سرعت ــ زمان:

اگر نمودار در بالای محور زمان قرار بگیرد سرعت مثبت بوده و در جهت محور x در حال حرکت است و برعکس اگر نمودار در زیر محور زمان قرار بگیرد سرعت منفی بوده و در خلاف جهت محور x در حال حرکت می باشد.

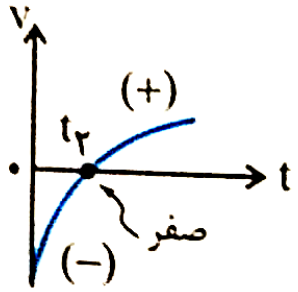


توجه! *اینکه متحرک در جهت مثبت محور x ها در حال حرکت باشد دلیل بر این نیست که مکانش هم در قسمت مثبت محور x ها است!*

نکته! هنگامی که نمودار به محور افقی **t** (زمان) برخورد کند در آن لحظه سرعت صفر است.

تعیین تغییر جهت حرکت به کمک نمودار سرعت ــ زمان:

برای تغییر جهت حرکت متحرک لازم است ابتدا متحرک متوقف شود(حتی برای یک لحظه) و سپس علامت سرعت تغییر کند یعنی اگر در ابتدا سرعت مثبت بود به محور افقی برسد و صفر شود و سپس به زیر محور افقی وارد شده و منفی بشود و برعکس.

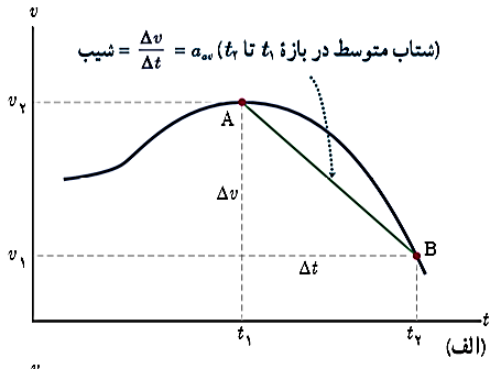


تعیین حرکت تند شونده و کند شونده به کمک نمودار سرعت – زمان :

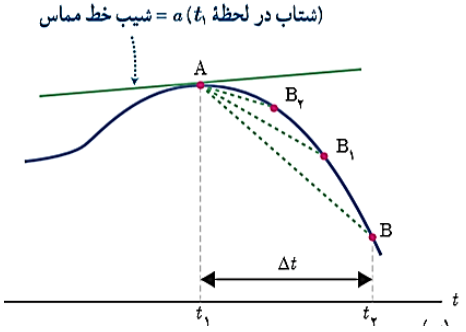
اگر نمودار از محور افقی دور شود (چه به سمت بالا و چه به سمت پایین) حرکت تند شونده است.

تعیین شتاب متوسط و لحظه ای به کمک نمودار سرعت ــ زمان:

شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت ــ زمان را در آن دو لحظه قطع می کند.



شتاب لحظه ای : شتاب در هر لحظه دلخواه **t** ، برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت – زمان در آن لحظه است:

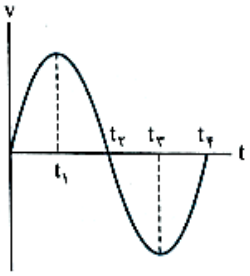


نکته! اگر نمودار سرعت-زمان متحرکی به صورت خط راست باشد ، در آن صورت شیب نمودار همواره ثابت است پس شتاب متوسط و لحظه ای با هم یکسان می شود و می گوییم ، متحرک با شتاب ثابت در حال حرکت است.

نکته! اگر شتاب جسمی مثبت باشد لزوما سرعتش هم مثبت نیست! و برعکس! یعنی ممکن است شتاب جسمی به سمت راست باشد اما جهت سرعت به سمت چپ

به عنوان مثال هنگامی که خودرو ترمز میگیرد و هنوز در حال حرکت است ، سرعت و شتاب در خلاف جهت هم هستند که باعث می شود خودرو بایستد.

تست های مرتبط با مطالب ذکر شده:



نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. در بازهٔ زمانی بین t_1 و t_2، حرکت متحرک .....شونده و در ..... محور x است.

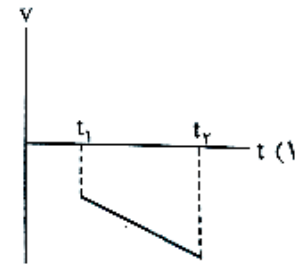
۱) کند، جهت

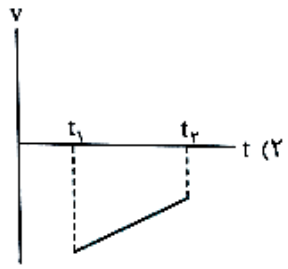
۲) تند، جهت

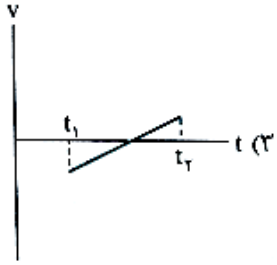
۳) کند، خلاف جهت

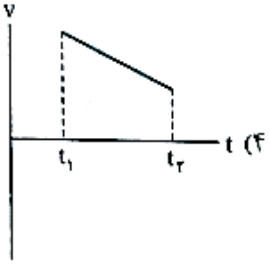
۴) تند، خلاف جهت

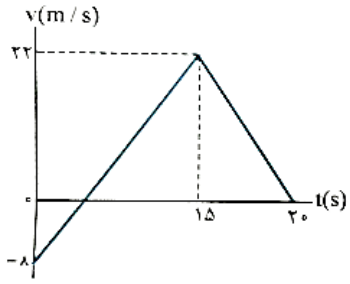
کدام نمودار سرعت ـ زمان مربوط به متحرکی است که در بازهٔ زمانی نشان داده شده، حرکت آن در راستای محور x، پیوسته تندشونده است؟

۱)


۲)


۳)


۴)




نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل روبه‌رو است. مسافت پیموده‌شده توسط این متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰ s، چند متر است؟

۱) ۱۶۰

۲) ۱۷۶

۳) ۱۸۰

۴) ۱۹۲

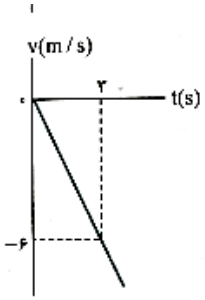
معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $v = t^2 - 2t + 1$ است. در بازهٔ زمانی صفر تا ۲ s، کدام مورد درست است؟

۱) تغییرات سرعت جسم برابر صفر است.

۲) جهت حرکت یک بار تغییر کرده است.

۳) حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده است.

۴) حرکت ابتدا در جهت محور x و سپس خلاف جهت محور x است.



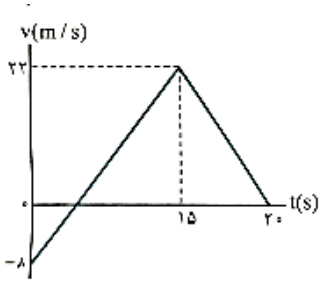
شکل مقابل، نمودار سرعت ـ زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. مسافتی که متحرک در ۵ ثانیهٔ اول پیموده است، چند متر است؟

۱) ۱۰

۲) ۲۱

۳) ۲۵

۴) ۲۹



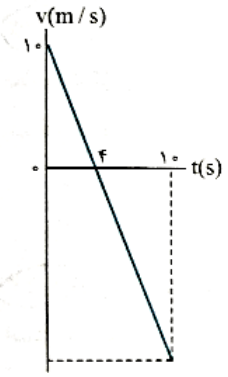
نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل روبه‌رو است. مسافت پیموده‌شده توسط این متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰ s، چند متر است؟ *(ریاضی ۹۸)*

۱) ۱۶۰

۲) ۱۷۶

۳) ۱۸۰

۴) ۱۹۲



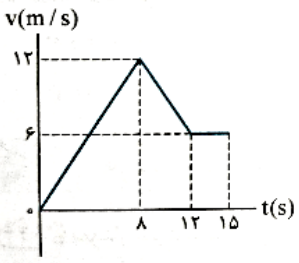
نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. متحرک در لحظهٔ $t = 10\ s$ در چند متری مبدأ قرار دارد؟ (متحرک در لحظهٔ $t = 0$ در $x = +2\ m$ قرار دارد و xهای مثبت در سمت راست مبدأ مختصات واقع‌اند.)

۱) ۲۷ متری سمت راست مبدأ

۲) ۲۳ متری سمت چپ مبدأ

۳) ۲۵ متری سمت چپ مبدأ

۴) ۶۷ متری سمت راست مبدأ



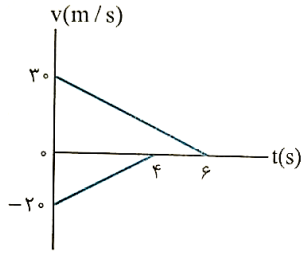
نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظهٔ $t_1 = 2\ s$ مکان متحرک در SI به صورت $\vec{x}_1 = -6\vec{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظهٔ $t_2 = 15\ s$ در SI کدام است؟

۱) $93\vec{i}$

۲) $96\vec{i}$

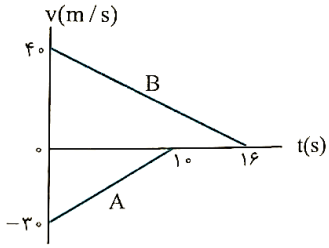
۳) $105\vec{i}$

۴) $118\vec{i}$



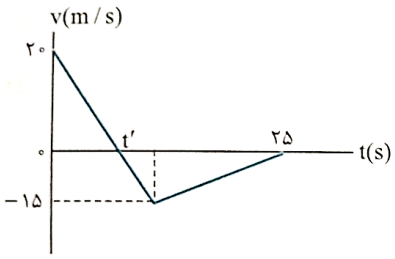
دو قطار در امتداد یک خط راست به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند. نمودار تغییرات سرعت برحسب زمان دو قطار مطابق شکل روبه‌رو است. اگر در لحظهٔ $t = ۰$ فاصلهٔ دو قطار از هم $۲۰۰\ m$ باشد، وقتی دو قطار متوقف می‌شوند، چند متر از هم فاصله دارند؟

۱) ۲۰
۲) ۷۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۵۰



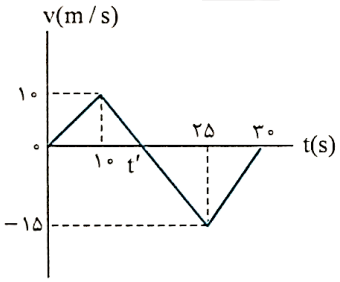
نمودار سرعت ـ زمان دو قطار A و B که روی یک ریل مستقیم به طرف هم حرکت می‌کنند، مطابق شکل روبه‌رو است، در لحظهٔ $t = ۰$ فاصلهٔ قطارها از هم $۵۰۰\ m$ است. لحظه‌ای که قطار A می‌ایستد، قطار B در چه فاصله‌ای از آن (برحسب متر) قرار دارد؟

۱) ۲۵
۲) ۷۵
۳) ۱۰۰
۴) ۱۲۵



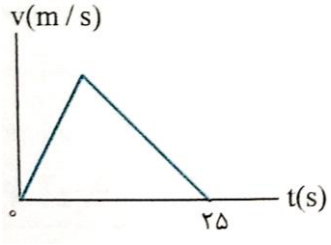
نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی که حرکت متحرک خلاف جهت محور x است، چند متر بر ثانیه است؟

۱) صفر
۲) ۲/۵
۳) ۷/۵
۴) ۱



نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدتی که در سوی مخالف محور x جابه‌جا می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲/۵
۲) ۷/۵
۳) ۱۰/۵
۴) ۱۲/۵



نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در مسیری مستقیم در حرکت است، به صورت شکل مقابل است. اگر سرعت متوسط متحرک در این $25\ s$ برابر $10\ m/s$ باشد، بیشینهٔ سرعت متحرک در ضمن حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

گرمرودی

حرکت با سرعت ثابت :

- ساده ترین نوع حرکت می باشد.
- اندازه و جهت سرعت متحرک در طول مسیر ثابت است
- سرعت متوسط متحرک در هر بازه زمانی با سرعت لحظه ای آن برابر است
- نمودار مکان – زمان آن به صورت خط راست شیبدار است(ممکن است شیب خط مثبت یا منفی باشد)
- نمودار سرعت – زمان آن به صورت خط راست افقی می باشد.

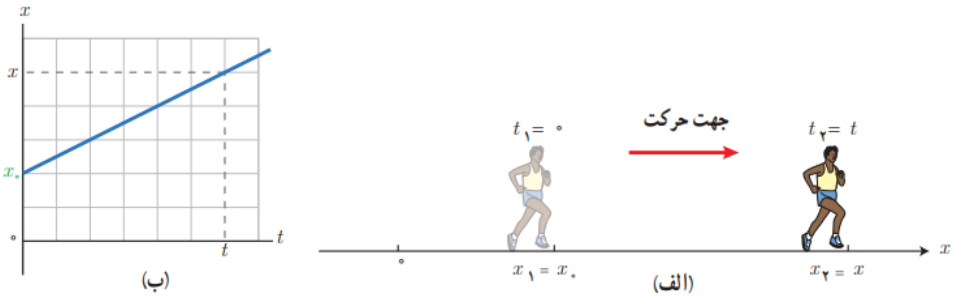
معادله مکان-زمان در حرکت با سرعت ثابت:

با توجه به اینکه در حرکت با سرعت ثابت ، سرعت لحظه ای همواره با سرعت متوسط یکسان است می توانیم با استفاده از فرمول سرعت متوسط بنویسیم:

(در این رابطه مکان اولیه را با x_0 و مکان ثانویه را با x نشان می دهیم همچنین مبدا زمان t_0 را صفر در نظر میگیریم و داریم:)

$$v_{av} = v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = v(\Delta t) \rightarrow x - x_0 = v(t - t_0)$$

$$x - x_0 = vt \rightarrow x = vt + x_0$$

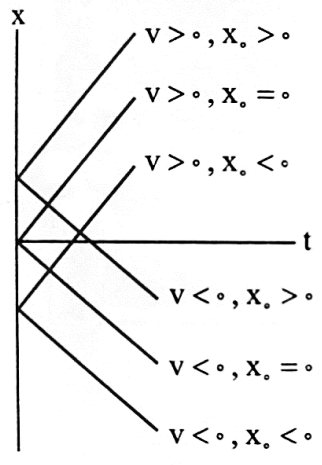


اگر دقت کنید :

معادله مکان – زمان $x = vt + x_0$ در حرکت با سرعت ثابت یک معادله خط راست $a = mb + c$ است

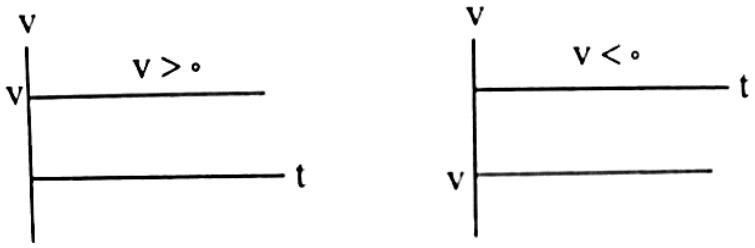
که در آن x_0 را که مکان متحرک در لحظه t=۰ است و به آن مکان اولیه متحرک می گویند.

x_0 همان عرض از مبدا نمودار مکان- زمان است ، اگر مثبت باشد شروع نمودار از بالای محور افقی t خواهد بود و اگر منفی باشد نمودار از زیر محور زمان t شروع خواهد شد و همچنین اگر صفر باشد نمودار از مبدا متخصات شروع می شود.



v نشان دهنده شیب نمودار است. نمودار مکان-زمان حرکت با سرعت ثابت یک خط راست است و اگر v مثبت باشد شیب نمودار رو به بالا و اگر v منفی باشد شیب نمودار رو به پایین خواهد بود.

توجه! نمودار سرعت – زمان حرکت با سرعت ثابت به صورت یک خط راست افقی است که اگر سرعت مثبت باشد این خط بالای محور زمان t و اگر منفی باشد زیر محور t خواهد بود.



توجه! اگر بخواهیم حرکت یکنواخت دو متحرک را نسبت به هم مقایسه کنیم ، می توانیم معادله حرکت هر کدام را بنویسیم:

$$x_1 = v_1 t_1 + x_{01}$$

$$x_2 = v_2 t_2 + x_{02}$$

اگر مسئله زمان رسیدن دو متحرک به هم را بخواهد کافی است x_1 را مساوی x_2 قرار دهیم $x_1 = x_2$.

اگر متحرک دوم t ثانیه پس از متحرک اول شروع به حرکت کرده باشد در معادله حرکت اش به جای t_2 قرار میدهیم:

$$t_2 = t_1 - t$$

اگر دو متحرک با سرعت های v_1 و v_2 خلاف جهت هم با هم در حال حرکت باشند ، سرعت دو متحرک نسبت به هم $v_1 + v_2$ خواهد بود و اگر دو متحرک با سرعت *های* v_1 و v_2 هم جهت با هم در حال حرکت باشند ،اندازه سرعت دو متحرک نسبت به هم $|v_1 - v_2|$ خواهد بود.

سرعت متوسط متحرک در چندین مرتبه از حرکت :

اگر متحرکی در حرکت روی خط راست دارای جابه جایی های متعددی باشد به طوری که در بازه زمانی Δt_1 به اندازه Δx_1 و در بازه زمانی Δt_2 به اندازه Δx_2 و .... جابه جا شود سرعت متوسط کل از رابطه زیر بدست می آید:

$$v_{ac\,کل} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \ldots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \ldots} = \frac{\text{جابجایی کل}}{\text{زمان کل}}$$

تست های مرتبط

- معادلهٔ مکان- زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به‌صورت $x = -4t + 5$ است. کدام گزینه دربارهٔ این حرکت صحیح نیست؟

۱) این متحرک همواره خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

۲) این متحرک ۴ ثانیه پس از شروع حرکت در ۱۱ متری مبدأ مکان است.

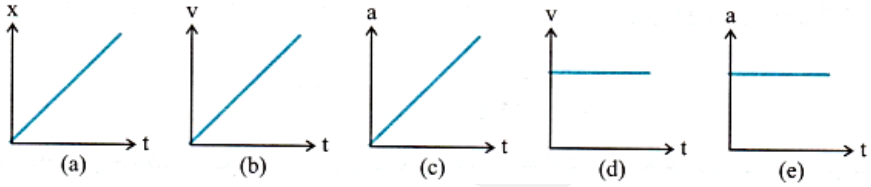
۳) تندی این متحرک ثابت است و متحرک تغییر جهت نمی‌دهد.

۴) از لحظهٔ شروع حرکت تا لحظهٔ $t = \frac{5}{4}s$ اندازهٔ جابه‌جایی و مسافت طی شده با هم برابر نیستند.

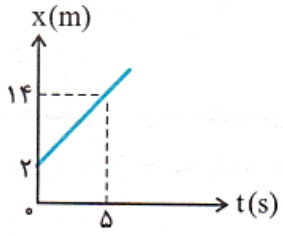
- اگر معادلهٔ حرکت جسمی در دستگاه (SI) به صورت $x = 12t - 24$ باشد، تغییر مکان متحرک در ۲ ثانیهٔ اول حرکت چند متر است؟

۱) -۲۴ ۲) صفر ۳) ۲۴ ۴) ۴۸

- کدام‌یک از نمودارهای زیر برحسب زمان نشان‌دهندهٔ حرکت یکنواخت یک متحرک روی خط راست می‌باشد؟ (x مکان، v سرعت و a شتاب متحرک است)



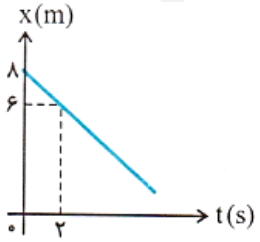
- نمودار مکان- زمان متحرکی که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است، مطابق شکل زیر می‌باشد. معادلهٔ حرکت متحرک در SI مطابق کدام گزینه است؟



۱) $x = -1/2t + 2$ ۲) $x = -2/4t + 2$

۳) $x = 1/2t + 2$ ۴) $x = 2/4t + 2$

- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی مسیری مستقیم در حرکت است، مطابق شکل زیر می‌باشد. این متحرک چند ثانیه پس از لحظهٔ $t = 0$ در فاصلهٔ ۱۰ متری از مبدأ مکان قرار می‌گیرد؟



۱) ۱۸ ۲) ۸

۳) ۱۰ ۴) متحرک در هیچ لحظه‌ای در فاصلهٔ ۱۰ متری مبدأ مکان قرار نمی‌گیرد.

ذره‌ای با سرعت ثابت روی محور x ها به حرکت درمی‌آید و پس از ۲ ثانیه به نقطهٔ O (مبدأ مقایسه) می‌رسد و ۲ ثانیه بعد به نقطهٔ $x = -6m$ می‌رسد، معادلهٔ حرکت آن در SI کدام است؟

۱) $x = -3t - 6$
۲) $x = -3t + 6$
۳) $x = 3t - 6$
۴) $x = 3t + 6$

قطاری از روی پلی به طول ۴۰۰ متر می‌گذرد. اگر سرعت آن ثابت و ۳۰ متر بر ثانیه باشد و ۲۰ ثانیه طول بکشد تا از پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟

۱) ۲۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۸۰۰

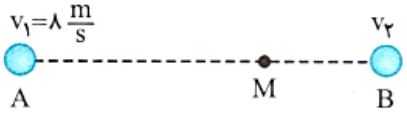
دو هواپیما با سرعت‌های ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت هم زمان از یک فرودگاه به مقصد فرودگاه دیگری به فاصلهٔ ۱۲۰۰ کیلومتر پرواز می‌کنند هواپیمای سریع‌تر چند دقیقه زودتر می‌رسد؟

۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

دو متحرک، یکی با سرعت $10\,m/s$ و دیگری با سرعت $12\,m/s$ از یک نقطه هم زمان به سوی مقصدی به فاصلهٔ ۲۴۰ متر به حرکت درمی‌آیند. بیش‌ترین فاصلهٔ این دو متحرک در طول مسیر چند متر می‌شود؟

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۸۰
۴) ۱۲۰

مطابق شکل زیر، دو متحرک که در فاصلهٔ ۱۴۴ متری از هم قرار دارند، با سرعت‌های ثابت $v_1 = 8\,m/s$ و v_2 به سمت همدیگر شروع به حرکت می‌کنند و پس از t ثانیه در نقطهٔ M به هم می‌رسند. اگر متحرک اول فاصلهٔ $\overline{MB}$ را در ۶s طی کند، متحرک دوم فاصلهٔ $\overline{MA}$ را در چند ثانیه طی می‌کند؟

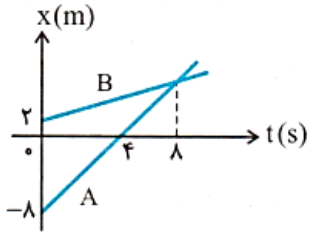


۱) ۲۴
۲) ۱۲
۳) ۳۶
۴) ۱۸

متحرکی با تندی ثابت $5\,m/s$ در مبدأ زمان از نقطهٔ A روی محور x گذشته و به سمت نقطهٔ B پیش می‌رود. ۱۰ ثانیهٔ بعد متحرک دیگری با تندی ثابت $6\,m/s$ از نقطهٔ B گذشته و به سوی نقطهٔ A می‌رود. اگر دو متحرک در وسط مسیر به هم برسند، فاصلهٔ AB چند متر است؟

۱) ۳۶۰
۲) ۶۰۰
۳) ۷۲۰
۴) ۳۰۰

- نمودار مکان- زمان دو متحرک A و B که روی خط راست حرکت می‌کنند در شکل زیر رسم شده است. در لحظه‌ای که متحرک A از مبدأ مکان می‌گذرد، متحرک B در چند متری مبدأ مختصات است؟



۱) ۵
۲) ۶
۳) ۷
۴) ۸

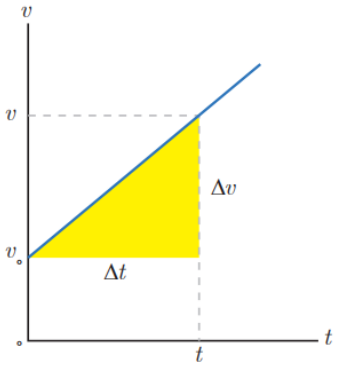
متحرکی که روی خط راست و در یک جهت حرکت می‌کند، $\frac{۱}{۳}$ مسیر را با سرعت متوسط ۱۵ m/s و باقی مسیر را با سرعت متوسط ۱۰ m/s می‌پیماید. سرعت متوسط در تمام مسیر چند متر بر ثانیه است؟

۱) $\frac{۲۵}{۳}$
۲) ۱۲/۵
۳) $\frac{۴۵}{۲}$
۴) $\frac{۴۵}{۴}$

حرکت با شتاب ثابت:

در این نوع حرکت ، شتاب جسم در هر بازه ی زمانی و در هر لحظه ثابت می باشد، و سرعت حرکت جسم به طور یکنواخت تغییر می کند.

توجه! **در حرکت با شتاب ثابت ، شتاب لحظه ای و شتاب متوسط با هم برابر است** $(a_{av} = a)$



نمودار سرعت – زمان حرکت با شتاب ثابت: **همانطور که در تصویر بالا مشاهده می کنید ، سرعت با شیب معینی در حال تغییر است ، پس همواره به خاطر داشته باشید که در حرکت با شتاب ثابت سرعت به طور یکنواخت تغییر می کند.**

توجه! **اگر شیب نمودار سرعت – زمان مثبت باشد ، شتاب متحرک مثبت و اگر شیب نمودار سرعت – زمان منفی باشد شتاب متحرک منفی و اگر شیب نمودار سرعت – زمان صفر باشد شتاب متحرک نیز صفر می شود.**

نمودار شتاب– زمان حرکت با شتاب ثابت: طبیعی است که نمودار شتاب زمان به صورت یک خط افقی خواهد بود.

معادله سرعت – زمان در حرکت با شتاب ثابت:

با توجه به نمودار سرعت – زمان ، متوجه می شویم که رابطه سرعت با زمان به صورت یک معادله خطی می باشد که در آن شیب نمودار سرعت – زمان همان شتاب متحرک است ، پس رابطه زیر برقرار می باشد:

$$v = at + v_0$$

که در آن a شتاب متحرک و v_0 سرعت اولیه متحرک می باشد.

معادله سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت :

در حرکت با شتاب ثابت اگر سرعت بین دو بازه زمانی مشخص برابر با $v_.$ و v باشد ، آنگاه سرعت متوسط حرکت بین این دو بازه زمانی از رابطه زیر بدست می آید:

$$v_{av} = \frac{v_. + v}{۲}$$

یعنی سرعت در لحظه اول را با سرعت در لحظه آخر جمع و تقسیم بر ۲ کنیم می شود سرعت متوسط حرکت با شتاب ثابت.

حال اگر در رابطه بالا به جای v معادله $v = at + v_.$ را قرار دهیم خواهیم داشت :

$$v_{av} = \frac{v_. + v}{۲} = \frac{v_. + at + v_.}{۲} \rightarrow$$

$$v_{av} = \frac{۱}{۲}at + v_.$$

رابطه بالا : معادله سرعت متوسط در t ثانیه اول نام دارد.

معادله مکان- زمان در حرکت با شتاب ثابت: اگر جسمی در روی محور x با شتاب ثابت در حرکت باشد و در لحظه $t = ۰$ در مکان $x_.$ با سرعت اولیه $v_.$ باشد آنگاه می توانیم رابطه زیر را بدست بیاوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} => \frac{v + v_.}{۲} = \frac{x - x_.}{t - ۰} => x = \left(\frac{v + v_.}{۲}\right)t + x_.$$

با قرار دادن $v_. + at$ به جای v داریم :

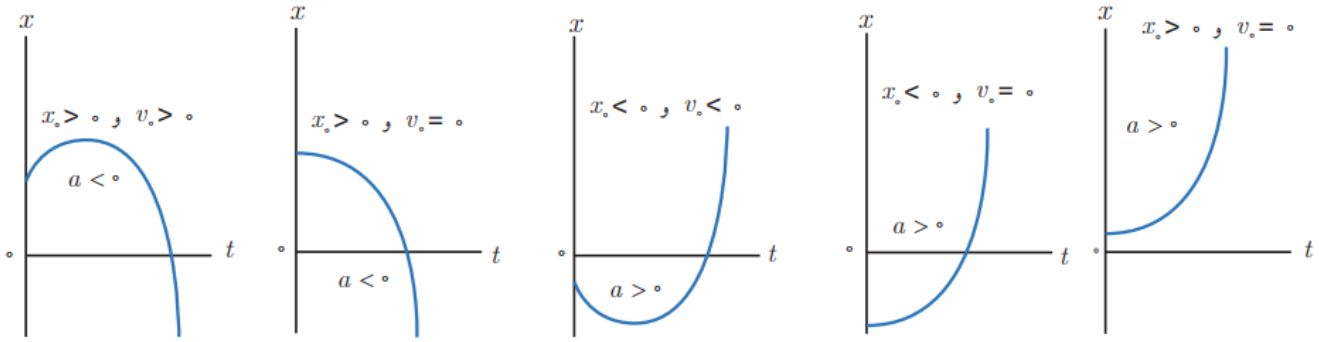
$$\Rightarrow x = \left(\frac{v_. + at + v_.}{۲}\right)t + x_.$$

$$=> x = \frac{۱}{۲}at^{۲} + v_.t + x_.$$

به این رابطه معادله مکان – زمان در حرکت با شتاب ثابت می گویند.

نمودار مکان – زمان در حرکت با شتاب ثابت:

با توجه به معادله – مکان زمانی که برای حرکت با شتاب ثابت بدست آوردیم ، نمودار مکان – زمان این رابطه تابعی درجه دو (سهمی) خواهد بود که حالت های متفاوت آن در شکل زیر نشان داده شده است :



با توجه به نمودار همواره به یاد خواهیم داشت که نمودار مکان – زمان حرکت با شتاب ثابت تابعی درجه دو بوده و قسمتی از یک سهمی می باشد. که اگر علامت شتاب مثبت باشد ،تقعر نمودار رو به بالا و اگر علامت شتاب منفی باشد ، تعقر نمودار رو به پایین خواهد بود.

معادله جابجایی در حرکت با شتاب ثابت: اگر در معادله مکان- زمان $x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_0.t + x_0$ مکان اولیه x_0 را به سمت چپ معادله ببریم آنگاه جابجایی از رابطه زیر بدست می آید :

$$\Delta x = a\frac{۱}{۲}t^۲ + v_0.t$$

جابجایی در ثانیه n ام: در حرکت با شتاب ثابت جابجایی در ثانیه n ام از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}a(۲n - ۱) + v_0$$

جابجایی در T ثانیه n ام: اگر جابجایی متحرکی که با شتاب ثابت در T ثانیه n ام را بخواهیم بدست آوریم ، می توانیم از رابطه زیر مقدار مورد نظر را محاسبه کنیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}aT^۲(۲n - ۱) + v_0T$$

معادله سرعت-جابجایی در حرکت با شتاب ثابت : اگر زمان حرکت متحرک در دسترس نباشد می توانیم برای حل مسائل از معادله سرعت- جابجایی استفاده کنیم که به صورت زیر می باشد:

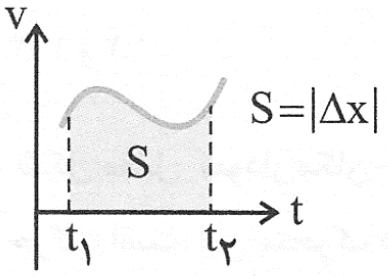
$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

معادله مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت: اگر شتاب حرکت جسم در دسترس نباشد می توانیم برای حل مسائل از رابطه زیر استفاده کنیم :

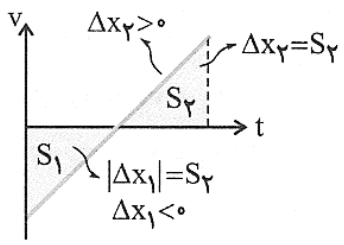
$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \times \Delta t$$

نکته! مهم !!!!!! سطح زیر نمودار V-t سرعت – زمان :

مساحت بین نمودار و محور زمان همان جابجایی متحرک می باشد(البته زمان و سرعت را باید بر حسب یکاهای SI محاسبه کنیم) شکل زیر :



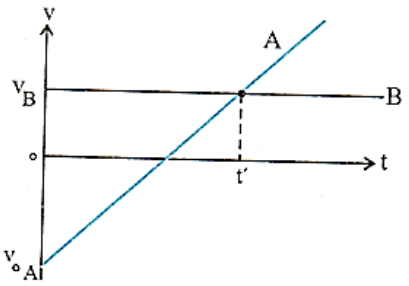
توجه! اگر قسمتی از نمودار ذکر شده زیر محور t قرار داشته باشد، برای محاسبه جابجایی ، مساحت آن قسمت را منفی در نظر می گیریم. ولی اگر قصد ما محاسبه مسافت پیموده شده باشد ، قسمتی که در زیر محور زمان هست را هم مثبت در نظر می گیریم:

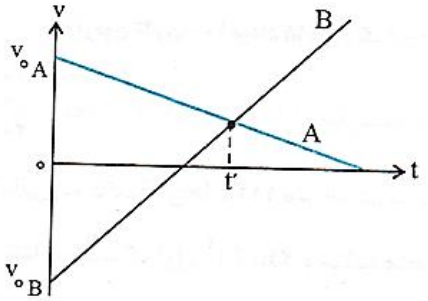


جابه‌جایی $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$

مسافت $l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \cdots = |S_1| + |S_2| + \cdots$

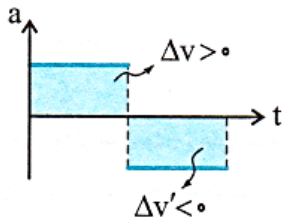
پیدا کردن زمان رسیدن دو متحرک از روی نمودار سرعت زمان: اگر دو متحرک به طور همزمان از یک نقطه شروع به حرکت کنند به طوری که دوباره به هم برسند، و نمودار سرعت زمان آن ها به این صورت زیر باشد، زمان رسیدن دو متحرک به هم t دو برابر زمانی خواهد بود که سرعت دو متحرک با هم برابر می شود، اگر سرعت دو متحرک در زمان t' یکسان شود پس داریم: $t = ۲t'$





جابجایی در بازه های زمانی مساوی T: در حرکت با شتاب ثابت ، جابجایی یا مسافت های طی شده در بازه های زمانی مساوی و متوالی T دنباله عددی با قدر نسبت $aT^۲$ می دهند.

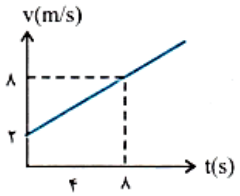
یعنی اگر در T ثانیه اول جابجایی برابر $\Delta x_۱$ باشد در T ثانیه دوم برابر $\Delta x_۱ + aT^۲$ ، در T ثانیه سوم برابر $\Delta x_۱ + ۲aT^۲$ و ... در T ثانیه n ام برابر $\Delta x_۱ + (n-۱)aT^۲$ خواهد بود.



نکته! سطح محصور بین نمودار شتاب – زمان (a-t) در هر بازه ی زمانی ، برابر تغییر سرعت (Δv) در آن بازه زمانی است، قسمت های محصور در زیر محور t را منفی در نظر می گیریم.

تست های مرتبط:

- اگر نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو باشد، شتاب و سرعت جسم در لحظهٔ $t = 4s$ به ترتیب از راست به چپ در SI کدام‌اند؟



۱) ۰/۷۵ و ۴
۲) ۱ و ۴
۳) ۰/۷۵ و ۵
۴) ۱ و ۸

جسمی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. در لحظهٔ $t = 2s$ در ۱+ متری مبدأ و در لحظهٔ $t = 4s$ در ۱۳+ متری مبدأ است. در شروع حرکت در چند متری مبدأ بوده است؟

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) -۲ ۴) -۳

متحرکی با شتاب ثابت و سرعت اولیهٔ v_0 در ۲ ثانیهٔ اول حرکت خود، ۱۳ متر، و در ۲ ثانیهٔ سوم حرکت خود، ۲۵ متر را طی می‌کند. شتاب حرکت در SI کدام است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵

- اگر گلوله‌ای با سرعت ۵۰ متر بر ثانیه به تخته‌ای به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر برخورد کرده و از طرف دیگر آن با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه خارج شود، مدت زمان عبور گلوله در داخل تخته برحسب ثانیه کدام مقدار خواهد بود؟

۱) $\frac{۱}{۴۰۰۰}$
۲) $\frac{۱}{۴۰۰}$
۳) $\frac{۱}{۴۰}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

- معادلهٔ سرعت- زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $v = -۲t + ۴$ است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در ۲ ثانیهٔ سوم چند متر است؟

۱) ۱۵ ۲) ۱۲ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

- متحرکی در مسیر مستقیم و با شتاب ثابت فاصلهٔ ۸۰ متری از A تا B را در مدت ۸ ثانیه طی می‌کند و در لحظهٔ رسیدن به نقطهٔ B سرعتش به ۱۵ m/s می‌رسد. شتاب متحرک چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۵}{۲}$
۴) $\frac{۵}{۴}$

- متحرکی بر روی خط راست درحال حرکت با شتاب ثابت $-۴\,m/s^۲$ است. جابه‌جایی این متحرک در مدت ۵ ثانیه برابر $+۱۵۰$ متر است. اگر سرعت متحرک در ابتدا و انتهای این بازهٔ زمانی به‌ترتیب برابر با $v_۱$ و $v_۲$ باشد، $\frac{v_۲}{v_۱}$ کدام است؟

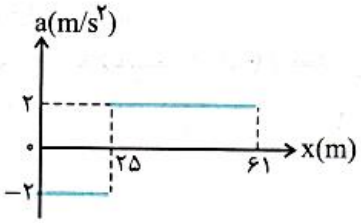
۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

- اتومبیلی با سرعت $۹۰\,km/h$ در حرکت است. راننده ناگهان مانعی را در فاصلهٔ ۸۰ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر زمان تأخیر در واکنش راننده $۰/۴\,s$ باشد و اندازهٔ شتاب کند شدن اتومبیل در حین ترمز $۵\,m/s^۲$ باشد، اتومبیل:

۱) در ۷/۵ متری مانع می‌ایستد.
۲) به مانع برخورد می‌کند.
۳) در فاصلهٔ ۱۰ متری مانع می‌ایستد.
۴) در لحظهٔ رسیدن به مانع متوقف می شود.

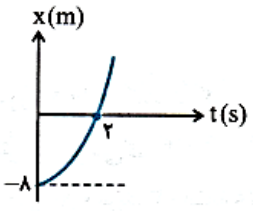
- نمودار شتاب- مکان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظهٔ $t = ۰$ از مبدأ با سرعت $۱۰\,m/s$ عبور کند، سرعت آن در مکان $x = ۶۱\,m$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۲
۲) ۱۲
۳) ۸
۴) ۶

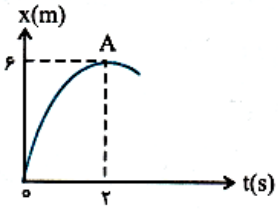


- متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند و نمودار مکان- زمان آن مطابق شکل مقابل است. سرعت آن در لحظهٔ $t = ۲s$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

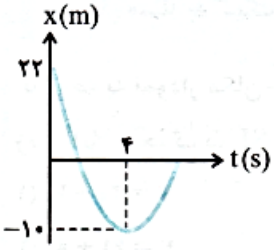


- شکل مقابل که قسمتی از یک سهمی است، نمودار مکان- زمان یک متحرک را نشان می‌دهد. اگر نقطهٔ A بیشینهٔ نمودار باشد، معادلهٔ سرعت کدام است؟



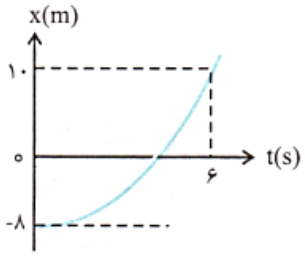
۱) $v = ۳ - ۶t$
۲) $v = ۶ + ۳t$
۳) $v = ۳ + ۶t$
۴) $v = ۶ - ۳t$

- نمودار مکان- زمان جسمی که با شتاب ثابت بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. معادلهٔ حرکت این جسم در SI مطابق با کدام گزینه است؟



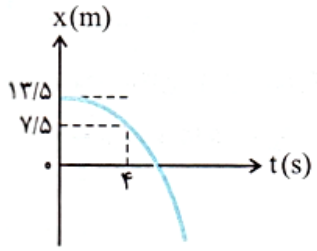
۱) $x = ۲t^۲ + ۱۶t + ۲۲$
۲) $x = -۲t^۲ + ۱۶t + ۲۲$
۳) $x = ۲t^۲ - ۱۶t + ۲۲$
۴) $x = -۲t^۲ - ۱۶t + ۲۲$

- نمودار مکان- زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متحرک در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان عبور کرده است چند m/s است؟



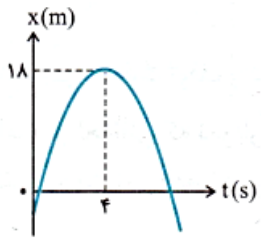
۱) صفر
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

- نمودار مکان- زمان متحرکی که بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. سرعت متحرک در لحظهٔ عبور از مبدأ مکان چند متر بر ثانیه است؟



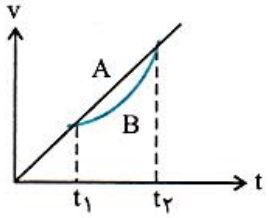
۱) $-۰/۷۵$
۲) $-۴/۵$
۳) -۳
۴) -۹

- نمودار مکان – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل به صورت سهمی است. چند ثانیه پس از لحظهٔ $t = ۰$ بزرگی سرعت متحرک برابر بزرگی سرعت اولیه می‌شود؟



۱) ۶
۲) ۷
۳) ۸
۴) ۹

نمودار سرعت – زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. اگر بزرگی سرعت متوسط آن‌ها بین دو لحظهٔ t_1 و t_2 به ترتیب $\overline{v}_A$ و $\overline{v}_B$ باشد، کدام رابطه درست است؟



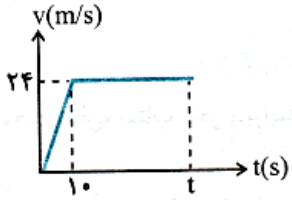
۱) $\overline{v}_B \geq \overline{v}_A$

۲) $\overline{v}_B < \overline{v}_A$

۳) $\overline{v}_B \leq \overline{v}_A$

۴) $\overline{v}_B > \overline{v}_A$

نمودار سرعت – زمان متحرکی که در روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر جابه‌جایی متحرک در مدت t ثانیه ۳۶۰ متر باشد، سرعت متوسط آن در این مدت چند متر بر ثانیه است؟



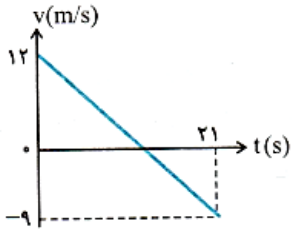
۱) ۱۲

۲) ۱۶

۳) ۱۸

۴) ۲۰

نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در فاصلهٔ زمانی $t = ۶s$ تا $t = ۱۲s$ چند متر است؟



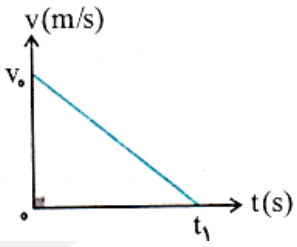
۱) ۱۲

۲) ۱۸

۳) ۲۲/۵

۴) ۳۲/۵

نمودار سرعت- زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر این متحرک در ۲ ثانیهٔ اول ۳۶ متر و در ۲ ثانیهٔ آخر ۴ متر جابه‌جا شده باشد، t_1 چند ثانیه است؟



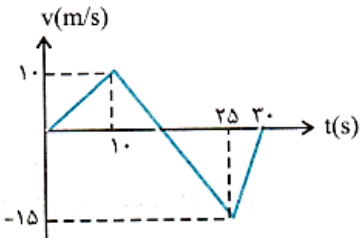
۱) ۸

۲) ۱۰

۳) ۱۲

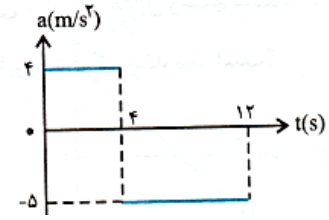
۴) ۱۵

- نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدتی که در سوی مخالف محور x جابه‌جا می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟



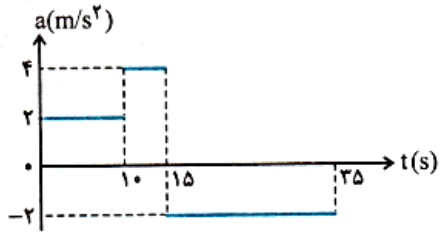
۱) ۲/۵
۲) ۷/۵
۳) ۱۰/۵
۴) ۱۲/۵

نمودار شتاب – زمان متحرکی که در مبدأ زمان با سرعت $4\,m/s$ از مبدأ مکان می‌گذرد مطابق شکل است. مسافت طی شده در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۲ ثانیه چند متر است؟



۱) ۴۸
۲) ۹۶
۳) ۱۲۸
۴) ۱۶۰

- نمودار شتاب – زمان متحرکی که روی محور x در لحظهٔ $t=0$ از مبدأ می‌گذرد، مطابق شکل زیر است. اگر $v_0=-10\,m/s$ باشد، بیش‌ترین فاصلهٔ متحرک از مبدأ در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=35\,s$، چند متر است؟

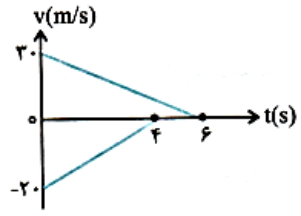


۱) ۲۱۰
۲) ۲۲۵
۳) ۳۲۵
۴) ۳۵۰

- متحرکی در یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $5\,m/s^2$ به حرکت در می‌آید و پس از مدتی حرکتش یکنواخت می‌شود و در نهایت با همان شتاب $5\,m/s^2$ حرکتش کند شده و می‌ایستد. اگر کل زمان حرکت ۲۵ ثانیه و سرعت متوسط در این مدت $20\,m/s$ باشد، زمانی‌که حرکت متحرک یکنواخت بوده است، چند ثانیه است؟

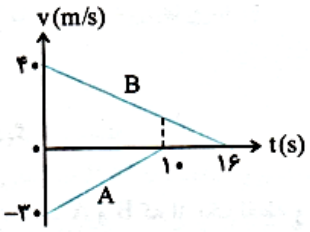
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

- دو قطار در امتداد یک خط راست به طرف یک‌دیگر حرکت می‌کنند. نمودار تغییرات سرعت برحسب زمان دو قطار مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t=0$ فاصلهٔ دو قطار از هم ۲۰۰ متر باشد، وقتی دو قطار متوقف می‌شوند، چند متر از هم فاصله دارند؟



۱) ۲۰
۲) ۷۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۵۰

– نمودار سرعت- زمان دو قطار A و B که روی یک ریل مستقیم به طرف هم حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظهٔ $t = 0$ فاصلهٔ قطارها از هم ۵۰۰ متر است. لحظه‌ای که قطار A می‌ایستد، قطار B در چه فاصله‌ای از آن قرار دارد؟



۱) ۲۵
۲) ۷۵
۳) ۱۰۰
۴) ۱۲۵

سوالات امتحانات نهایی:

سری اول:

.۱

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) همواره در حرکت با شتاب ثابت و مثبت بر خط راست، مسافت طی‌شده و اندازهٔ جابه‌جایی برابر است.

ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان برابر با شتاب لحظه‌ای است.

.۲

جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید.

الف) طول مسیری را که متحرک از مبدأ تا مقصد طی می‌کند ..... می‌نامیم.

ب) در حرکت با شتاب ثابت، تغییرات ..... در واحد زمان ثابت می‌ماند.

.۳

عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) بردار سرعت متوسط با بردار (جابه‌جایی ـ مکان) هم‌جهت است.

ب) سطح محصور بین نمودار شتاب ـ زمان و محور زمان برابر با تغییرات (شتاب ـ سرعت) است.

.۴

گلولهٔ تفنگی با سرعت $۲۰۰\ m/s$ به تنهٔ درختی برخورد می‌کند و پس از طی $۵\ cm$ در آن متوقف می‌شود. اگر شتاب حرکت گلوله در تنهٔ درخت ثابت باشد، مقدار شتاب، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

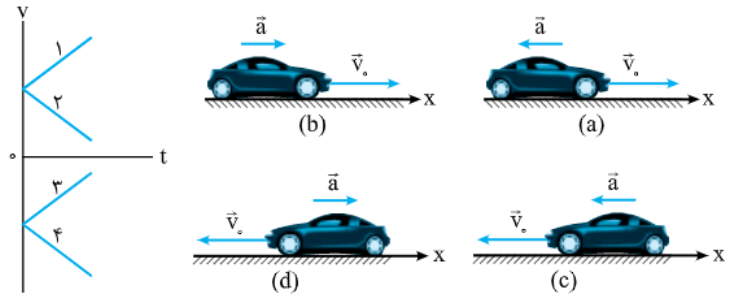
.۵

(فعالیت کتاب درسی)

در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند.

الف) حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام‌یک از نمودارهای $v-t$ توصیف می‌شود؟

ب) توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است؟



۶.

خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبزشدن چراغ، خودرو با شتاب ثابت $۳\ m/s^۲$ روی خط راست شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت $۵۴\ km/h$ از آن سبقت می‌گیرد. *(مشابه مسئلهٔ کتاب درسی)*

الف) چند ثانیه پس از سبزشدن چراغ، خودرو به کامیون می‌رسد؟

ب) خودرو پس از طی چه مسافتی به کامیون می‌رسد؟

۷.

معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به صورت $v = ۶t - ۲۱$ است. سرعت متوسط متحرک در ثانیهٔ چهارم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

سری دوم:

۱.

الف) بردار جابه‌جایی را تعریف کنید.

ب) یکای جابه‌جایی در SI چیست؟

پ) بردار جابه‌جایی با کدام‌یک از بردارهای زیر هم‌جهت است؟

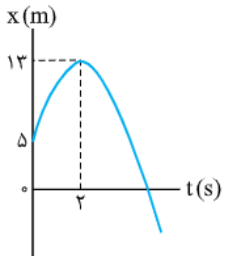
بردار مکان ☐ بردار سرعت متوسط ☐

۲.

متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، در لحظهٔ $t_۱ = ۳\ s$ در $x_۱ = ۵\ m$، در لحظهٔ $t_۲ = ۵\ s$ در $x_۲ = -۷\ m$ و در $t_۳ = ۱۱\ s$ در $x_۳ = ۱۳\ m$ قرار دارد. اگر متحرک فقط در $t_۲ = ۵\ s$ تغییر جهت داده باشد، مسیر حرکت متحرک را روی محور xها با رسم شکل نمایش دهید. *(برگرفته از متن و شکل کتاب درسی)*

۳.

نمودار متحرکی که با شتاب ثابت بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است. شتاب متحرک چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۴.

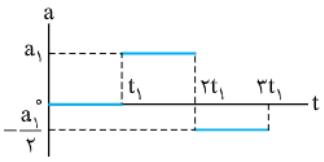
متحرکی با سرعت ثابت و در امتداد محور x در حال حرکت است. اگر متحرک در مبدأ زمان در $x=-۱۲\,m$ و در $t=۳\,s$ در $x=۹\,m$ باشد، معادلهٔ حرکت متحرک را به دست آورید.

(مشابه مثال کتاب درسی)

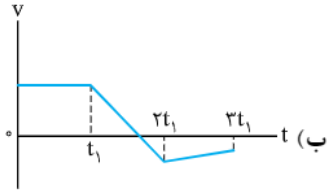
۵.

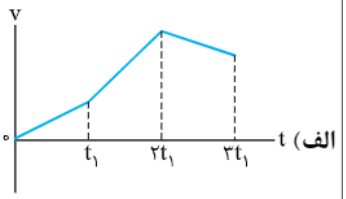
نمودار شتاب ـ زمان خودرویی که روی محور x در حال حرکت است به صورت روبه‌رو است. کدام‌یک از نمودارهای الف، ب، پ و ت می‌تواند نمودار سرعت ـ زمان مربوط به این نمودار باشد؟ توضیح دهید.

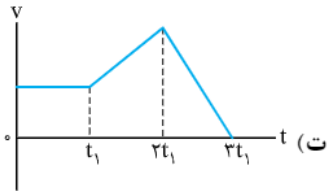
(مشابه پرسش کتاب درسی)

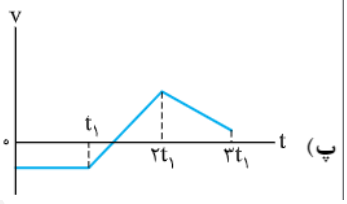


در فصل اول فیزیک دوازدهم رسم و تحلیل نمودارها بسیار مهم‌اند. حتماً یکی از سؤال‌های امتحان نهایی از نمودارها خواهد بود.









۶.

متحرکی روی خط راست و بدون تغییر جهت، مسافت‌های متوالی $۱۰\,m$، $۲۰\,m$ و $۳۰\,m$ را به ترتیب با تندی‌های متوسط $۲\,m/s$، $۴\,m/s$ و $۶\,m/s$ طی می‌کند. تندی متوسط متحرک در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۷.

عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) تندی متوسط همواره (کوچک‌تر یا مساوی ـ بزرگ‌تر یا مساوی) اندازهٔ سرعت متوسط است.

ب) در حرکت با شتاب ثابت در بازه‌های زمان مساوی، اندازهٔ (تغییرات سرعت ـ جابه‌جایی) ثابت است.