فصل اول: (حرکت‌شناسی)

درس‌نامه

درس ۱ (شناخت حرکت ـ حرکت با سرعت ثابت)

حرکت‌شناسی: به علم آشنایی با حرکت اجسام، حرکت شناسی یا سینماتیک گفته می‌شود.

بردار مکان: برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

مسافت: به طول مسیر حرکت یک متحرّک، مسافت گفته می‌شود. مسافت را با نماد l نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، متر است.

بردار جابه‌جایی: پاره‌خط جهت‌داری که مکان اولیه را به مکان ثانویه حرکت وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود. جابه‌جایی را با نماد $\vec{d}$ نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، متر است.

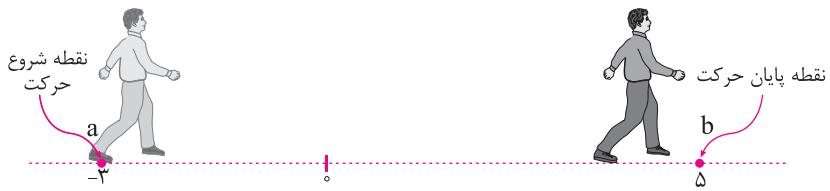
در حرکت بر خط راست (مثلاً بر محور x)، بردار جابه‌جایی از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

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

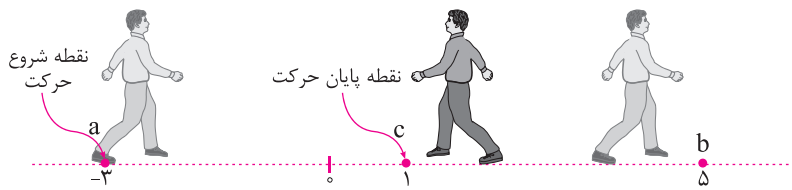
نکته

در حرکت بر خط راست و بدون تغییر جهت، اندازهٔ بردار جابه‌جایی با مسافت برابر است.

مثال ۱ *در شکل ۱ شخص از نقطهٔ a به b می‌رود و در شکل ۲ شخص ابتدا از a به b و سپس از b به c می‌رود. در هر یک از شکل‌های ۱ و ۲، الف) مسافت طی شده توسط متحرک را حساب کنید و ب) بردار جابه‌جایی آن را بنویسید.*



(۱)



(۲)

پاسخ: **الف) برای محاسبهٔ مسافت، اگر متحرک بر خط راست جابه‌جا شده باشد، طول هر بخش حرکت را به‌طور جداگانه محاسبه می‌کنیم و سپس طول‌ها را با هم بدون در نظر گرفتن علامت جابه‌جایی جمع می‌کنیم.**

در شکل ۱: $l = |x_b - x_a| = |5 - (-3)| = 8\,m$

در شکل ۲: $l_1 = |x_b - x_a| = |5 - (-3)| = 8\,m\,,\ l_2 = |x_c - x_b| = |1 - 5| = 4\,m \Rightarrow l = 8 + 4 = 12\,m$

ب) برای محاسبهٔ بردار جابه‌جایی فقط به نقاط ابتدا و انتهای مسیر توجه می‌کنیم.

در شکل ۱: $\vec{d} = x_2\vec{i} - x_1\vec{i} = 5\vec{i} - (-3)\vec{i} = (8\,m)\vec{i}$

در شکل ۲: $\vec{d} = x_c\vec{i} - x_a\vec{i} = 1\vec{i} - (-3\vec{i}) = (4\,m)\vec{i}$

تندی متوسط: به مسافت طی شده در یکای زمان، تندی متوسط (s_{av}) گفته می‌شود. یکای تندی متوسط در SI، متر بر ثانیه (m/s) است. $s_{av} = \dfrac{l}{\Delta t}$

سرعت متوسط: به جابه‌جایی متحرک در یکای زمان سرعت متوسط ($\vec{v}_{av}$) گفته می‌شود. یکای سرعت متوسط در SI، متر بر ثانیه (m/s) است.

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

کمیت	نوع کمیت	یکا
مسافت	نرده‌ای	m
جابه‌جایی	برداری	m
تندی متوسط	نرده‌ای	m / s
سرعت متوسط	برداری	m / s

نکته

۱) در حرکت بر خط راست و بدون تغییر جهت، اندازهٔ سرعت متوسط با تندی متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه برابر است.

۲) با توجّه به شکل مسیر حرکت ممکن است تندی متوسط بیشتر یا برابر سرعت متوسط باشد، پس می‌توان نوشت: $s_{av} \geq v_{av}$

در حرکت روی خط راست:

۱- بردار سرعت متوسط از رابطهٔ مقابل محاسبه می‌شود. $\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i}$

۲- اندازهٔ سرعت متوسط از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود. $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

نکته

جهت بردار سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی همسو با بردار تغییر مکان جسم در آن بازهٔ زمانی است.

مثال ۲ *معادلهٔ جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به‌صورت* $x = 6t^2 - 5t - 10$ *است. اندازهٔ سرعت متوسط جسم را بین دو لحظهٔ* $t_1 = 0$ *و* $t_2 = 2s$ *حساب کنید.* *(فرداد ۹۸ ریاضی)*

پاسخ: **معادلهٔ حرکت یا معادلهٔ مکان ـ زمان، معادله‌ای است که مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد. پس با قرار دادن دو زمان ابتدا و انتهای بازهٔ زمانی در این معادله و به دست آوردن مکان جسم در این دو لحظه و تفاضل این دو مکان از هم، اندازهٔ جابه‌جایی را محاسبه می‌کنیم.**

$$x = 6t^2 - 5t - 10 \begin{cases} \xrightarrow{t=0s} x_0 = -10m \\ \xrightarrow{t=2s} x_2 = 6\times4 - 5\times2 - 10 = 4m \end{cases} \Rightarrow \Delta x = x_2 - x_0 = 4 - (-10) = 14m$$

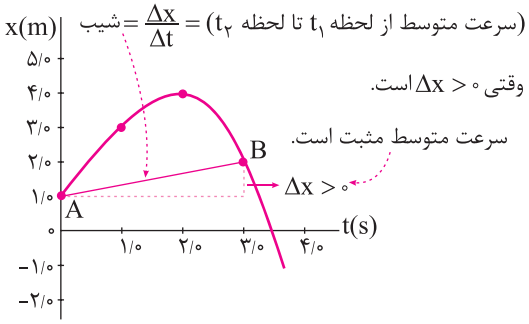
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{14}{2} = 7 m/s$$

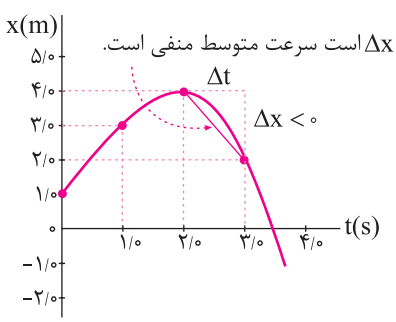
نمودار مکان ـ زمان: نمودار مکان ـ زمان، مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد.

ویژگی‌های نمودار مکان ـ زمان:

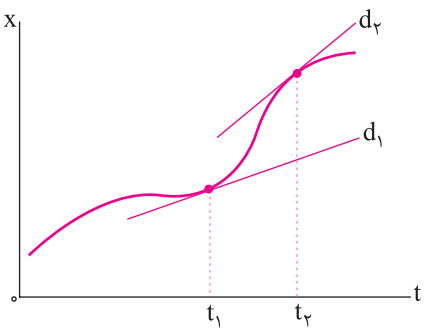
۱) شکل نمودار مکان ـ زمان، شکل مسیر حرکت را نشان نمی‌دهد.

۲) شیب پاره‌خطی که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان ـ زمان را به هم وصل می‌کند، برابر سرعت متوسط در آن بازهٔ زمانی است.

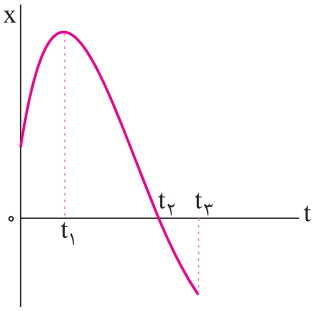




۳) شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در هر لحظه، برابر سرعت در آن لحظه است.



مثال ۳ *شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد.* *(خرداد ۱۴۰۰ تجربی)*



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

ب) جابه‌جایی کل متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x؟

پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ث) در کدام لحظه متحرک از مبدأ عبور می‌کند؟

پاسخ: **الف) فاصلهٔ متحرک از مبدأ همان x است. پس در لحظهٔ t_1 فاصلهٔ متحرک از مبدأ مکان بیشترین مقدار بوده است.**

ب) جابه‌جایی کل $x_3 - x_0$ است. $x_3 < 0$ است و $x_0 > 0$ است. پس $x_3 - x_0 < 0$ و خلاف جهت محور x است.

پ)

نکته

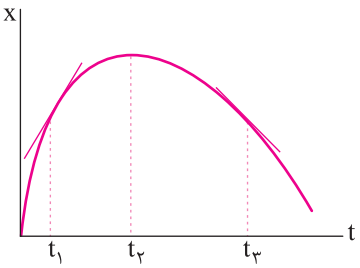
در لحظهٔ تغییر جهت، سرعت متحرک برابر صفر شده و علامت آن تغییر می‌کند. بنابراین در قله‌ها و دره‌های نمودار مکان ـ زمان که شیب خط مماس بر نمودار برابر صفر است، متحرک تغییر جهت می‌دهد.

پس در این نمودار متحرک در t_1 تغییر جهت داده است.

ت) با کاهش مقدار x متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود. پس در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

ث) لحظهٔ رسیدن متحرک به مبدأ t_2 است که مقدار x برابر صفر است.

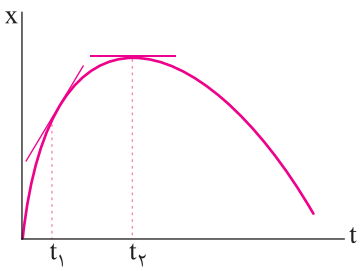
مثال ۴ *با توجّه به نمودار مکان ـ زمان داده شده در شکل روبه‌رو:*



الف) تندی متحرک را در دو لحظهٔ t_1 و t_3 مقایسه کنید.

ب) تندی متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 چگونه تغییر می‌کند؟

پاسخ: **الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان سرعت است. در نمودار داده شده، شیب خط مماس بر نمودار در لحظهٔ t_1 بیشتر از شیب خط مماس بر نمودار در لحظهٔ t_3 است. پس تندی (اندازهٔ سرعت) در لحظهٔ t_1 بیشتر از تندی در لحظهٔ t_3 است. در لحظهٔ t_1 شیب خط مماس بر نمودار مثبت و در نتیجه علامت سرعت مثبت است و در لحظهٔ t_3 شیب خط مماس بر نمودار منفی و در نتیجه علامت سرعت منفی است.**



ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 شیب خط مماس بر نمودار در حال کاهش است، پس تندی متحرک رو به کاهش است و در لحظهٔ t_2 متوقف می‌شود.

تندی: تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه‌ای یا به اختصار تندی (با نماد s) می‌نامیم که یک کمیت نرده‌ای است. یکای تندی در SI متر بر ثانیه (m / s) است.

سرعت: سرعت متحرک در هر لحظه از زمان را سرعت لحظه‌ای یا به اختصار سرعت می‌نامیم که یک کمیت برداری است. سرعت را با نماد $\vec{v}$ نشان می‌دهیم. یکای سرعت در SI، متر بر ثانیه (m / s) است.

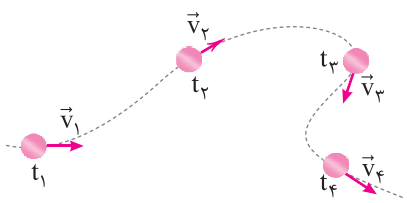
نکته

۱- تندی، اندازهٔ سرعت است.

۲- اگر متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کند، v مثبت و اگر خلاف آن حرکت کند، v منفی است.

۳- اگر اندازه و جهت سرعت در یک بازهٔ زمانی تغییر نکند (حرکت با سرعت ثابت)، در آن بازهٔ زمانی سرعت متوسط با سرعت لحظه‌ای برابر خواهد شد یعنی $\vec{v}_{av} = \vec{v}$.

۴- سرعت در هر لحظه بر مسیر حرکت مماس است (شکل روبه‌رو).



مثال ۵ *گلوله‌ای را در راستای قائم و در شرایط خلأ به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. گلوله پس از ۴ ثانیه به محل پرتاب برمی‌گردد. اگر گلوله حداکثر تا ارتفاع ۲۰ متری نسبت به سطح زمین بالا رفته باشد، تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه است؟*

پاسخ:

نکته در رفت و برگشت جابه‌جایی برابر صفر است.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0}{4} = 0$$

جابه‌جایی در مسیر رفت (رو به بالا) برابر است با $\vec{d}_1 = (20\,m)\vec{J}$ و در مسیر برگشت $\vec{d}_2 = (-20\,m)\vec{J}$ است. برای محاسبهٔ مسافت، اندازهٔ دو جابه‌جایی را (بدون توجّه به جهت) با هم جمع می‌کنیم.

$$\vec{d}_1 = (20\,m)\vec{J} \quad \vec{d}_2 = (-20\,m)\vec{J}$$

$$s_{av} = \frac{20+20}{4} = 10\,m/s$$

حرکت شتاب‌دار: هرگاه سرعت جسمی تغییر کند، می‌گوییم حرکت آن جسم شتاب‌دار است.

نکته تغییر سرعت می‌تواند ناشی از تغییر اندازهٔ سرعت (تندی) یا تغییر جهت سرعت و یا تغییر هر دو باشد.

شتاب متوسط: به تغییرات سرعت در واحد زمان، شتاب متوسط گفته می‌شود که آن را با $(\vec{a}_{av})$ نشان می‌دهیم. یکای شتاب متوسط متر بر مربع ثانیه (m/s^2) است. شتاب متوسط از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

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

نکته
۱- شتاب متوسط یک کمیت برداری است و همواره همسو با بردار تغییر سرعت است.
۲- اگر راستای حرکت متحرک تغییر نکند، می‌توانیم از نوشتن علائم برداری خودداری کنیم.

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

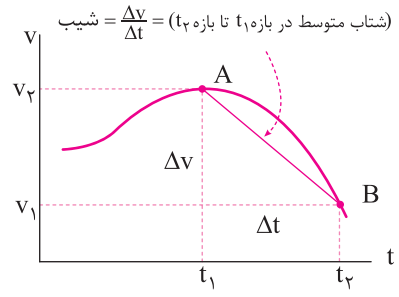
شتاب: به شتاب متحرک در هر لحظه، **شتاب لحظه‌ای** یا به اختصار شتاب گفته می‌شود و کمیتی برداری است. شتاب را با نماد $\vec{a}$ نشان می‌دهیم. یکای شتاب لحظه‌ای نیز متر بر مربع ثانیه (m/s^2) است.

نکته در حرکت با شتاب ثابت، شتاب متوسط در هر بازهٔ زمانی با شتاب در هر لحظه در آن بازهٔ زمانی برابر است. یعنی $\vec{a}_{av} = \vec{a}$.

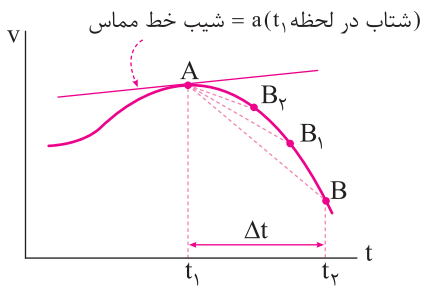
نمودار سرعت ـ زمان: این نمودار، سرعت جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد.

ویژگی‌های نمودار سرعت ـ زمان:

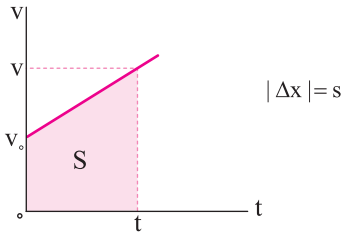
۱- شیب پاره‌خطی که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار سرعت ـ زمان را به هم وصل می‌کند، برابر شتاب متوسط است.



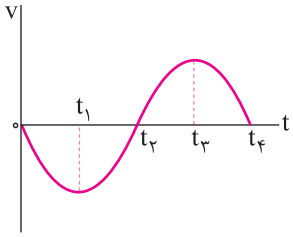
۲- شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در هر لحظه، برابر شتاب در آن لحظه است.



۳- مساحت سطح محصور بین نمودار سرعت ـ زمان با محور زمان برابر جابه‌جایی است.



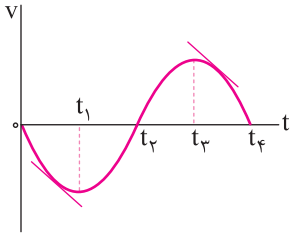
مثال ۶ *نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است.* *(شهریور ۹۹ تجربی)*



الف) در کدام بازه‌های زمانی جهت شتاب خلاف جهت محور x است؟

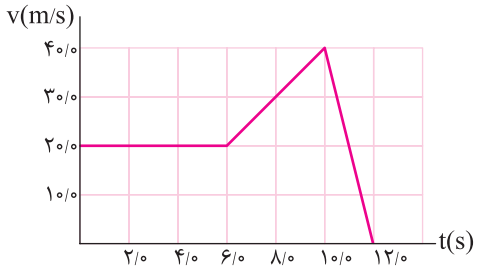
ب) حرکت متحرک در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟

پاسخ: **الف) شتاب شیب نمودار سرعت ـ زمان است. پس با توجّه به شکل، شتاب در بازه‌های زمانی صفر تا t_1 و t_3 تا t_4 منفی است.**



ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است، چون اندازهٔ سرعت در حال کاهش است و در لحظهٔ t_2 به صفر می‌رسد.

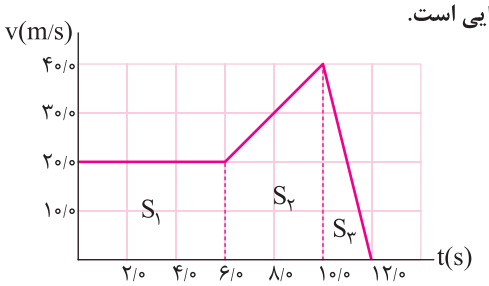
مثال ۷ *نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل است.*



الف) اندازهٔ جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 12/0s$ چند متر است؟

ب) مسافت آن در همان بازهٔ زمانی چند متر است؟

پاسخ: **الف) مساحت سطح محصور بین نمودار سرعت ـ زمان با محور زمان برابر جابه‌جایی است.**



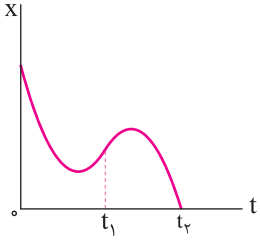
$$S_1 = \left(20\frac{m}{s}\right) \times (6s) = 120m \, , \, s_2 = \frac{\left(20\frac{m}{s} + 40\frac{m}{s}\right)(10s - 6s)}{2}$$

$$= 120m \, , \, S_3 = \frac{\left(40\frac{m}{s}\right)(12s - 10s)}{2} = 40m$$

$$d = \Delta x = 120 + 120 + 40 = 280m$$

ب) در کل بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 12/0\,s$ علامت سرعت مثبت است و این نشان می‌دهد متحرک تغییر جهت نداده است. در نتیجه اندازهٔ جابه‌جایی با مسافت برابر است و $l = 280m$.

مثال ۸ *نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. علامت شتاب را در بازه‌های زمانی صفر تا t_1 و t_1 تا t_2 تعیین کنید.*

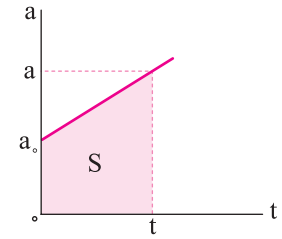


نکته جهت تقعر نمودار مکان ـ زمان، علامت شتاب را نشان می‌دهد.

در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 جهت تقعر نمودار رو به بالا است، در نتیجه علامت شتاب مثبت است و در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 جهت تقعر نمودار رو به پایین است و در نتیجه علامت شتاب منفی است.

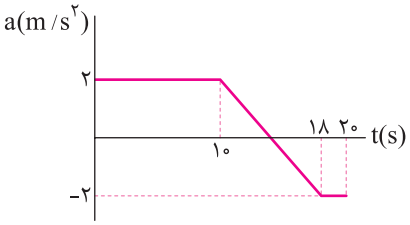
نمودار شتاب ـ زمان: این نمودار (که محور عمودی آن شتاب و محور افقی آن زمان را نشان می‌دهد)، شتاب جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد.

نکته مساحت سطح محصور بین نمودار شتاب ـ زمان با محور زمان برابر تغییر سرعت است.

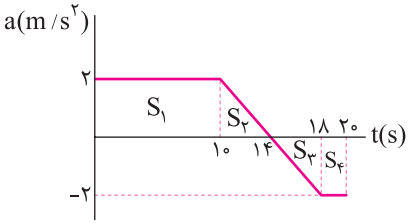


$$\Delta v = s$$

مثال ۹ *نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که سرعت آن در لحظهٔ $t = 0s$ برابر $2m/s$ در جهت مثبت محور x است، مطابق شکل است. اندازه و جهت سرعت آن را در لحظهٔ $t = 20s$ تعیین کنید.*



پاسخ: **ابتدا مساحت سطح محصور بین نمودار با محور زمان را حساب می‌کنیم. همان‌طور که گفته شد، سطح محصور بین نمودار شتاب ـ زمان با محور زمان، برابر تغییر سرعت است. البته به علامت‌های مثبت و منفی باید توجّه ویژه‌ای داشت.**



$$S_1 = 2\frac{m}{s^2} \times 10s = 20m/s \,,\; S_2 = S_3 \,,\; S_4 = \left(2\frac{m}{s^2}\right)(20s - 18s) = 4m/s$$

هنگام محاسبهٔ تغییر سرعت، برای مساحت بخش‌هایی از نمودار شتاب ـ زمان که زیر محور زمان قرار دارند از علامت منفی استفاده می‌کنیم.

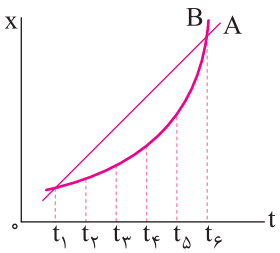
$$\Delta v = S_1 + S_2 - S_3 - S_4 = 20 - 4 = 16m/s \xrightarrow{\Delta v = v_2 - v_1 \,,\; v_1 = 2m/s} v_2 - 2 = 16 \Rightarrow v_2 = 18m/s$$

نکته وقتی دو متحرک به هم می‌رسند، مکان آنها با هم یکسان می‌شود.

مثال ۱۰ *با توجّه به نمودار مکان ـ زمان شکل مقابل که مربوط به دو متحرک است، در چه لحظه یا لحظه‌هایی:*

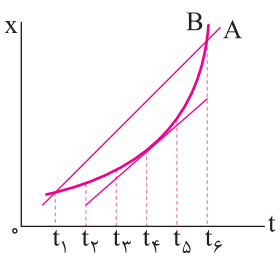
الف) دو متحرک به هم می‌رسند؟

ب) تندی آنها تقریباً با هم یکسان می‌شود؟



پاسخ: **الف) دو متحرک در لحظه‌های t_1 و t_6 به هم می‌رسند، چون در این دو لحظه $x_A = x_B$ است.**

ب) اگر در لحظهٔ t_4 خطی مماس بر نمودار مکان ـ زمان متحرک B رسم کنیم، این خط با نمودار مکان ـ زمان متحرک A موازی شده و شیب آنها (یعنی تندی) برابر می‌شود.



حرکت با سرعت ثابت: در این حرکت اندازه و جهت سرعت تغییر نمی‌کند.

ویژگی‌های حرکت با سرعت ثابت:

۱- شتاب این حرکت برابر صفر است، یعنی: $a = 0$.

۲- سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه با سرعت لحظه‌ای برابر است یعنی: $\vec{v}_{av} = \vec{v}$.

۳- اندازهٔ سرعت و تندی برابر هستند، یعنی: $v = s$.

۴- تندی با تندی متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه برابر است، یعنی: $s_{av} = s$.

معادلهٔ مکان ـ زمان: تابعی است که مکان یک جسم (x) را در هر لحظهٔ t تعیین می‌کند.

معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با سرعت ثابت به‌صورت مقابل است. $x = vt + x_0$

در معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با سرعت ثابت:

۱- x_0 مکان متحرک در لحظهٔ $t = 0s$ است که به آن مکان اوّلیه نیز گفته می‌شود.

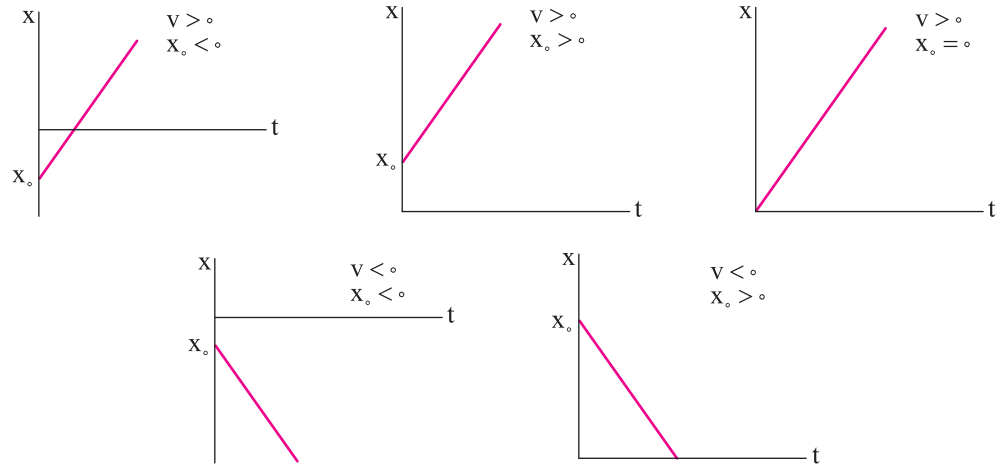
۲- v سرعت متحرک است.

۳- مکان‌های x و x_0 می‌توانند مثبت، منفی یا صفر باشند.

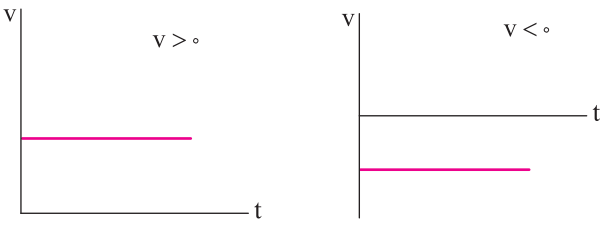
۴- علامت v می‌تواند مثبت یا منفی باشد. در صورتیکه حرکت در جهت محور x باشد، v مثبت و در غیر این صورت v منفی است.

نمودارهای حرکت با سرعت ثابت:

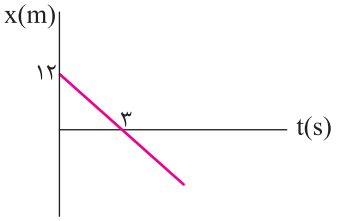
۱- نمودار مکان ـ زمان حرکت با سرعت ثابت: سرعت، شیب نمودار مکان ـ زمان است. در نتیجه نمودار مکان ـ زمان حرکت با سرعت ثابت، به دلیل ثابت بودن شیب (و نه صفر بودن آن) به صورت خط راست است.



۲- نمودار سرعت ـ زمان حرکت با سرعت ثابت: خطی موازی محور زمان است.



مثال ۱۱ *نمودار مکان ـ زمان متحرکی به‌صورت روبه‌رو است.*



الف) نوع حرکت آن را تعیین کنید.

ب) سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 3s$ چند متر بر ثانیه است؟

پ) معادلهٔ مکان ـ زمان آن را بنویسید.

پاسخ:

الف) حرکت با سرعت ثابت است، چون نمودار مکان ـ زمان به‌صورت خط راست با شیب ثابت است.

ب) در این حرکت سرعت در هر لحظه با سرعت متوسط برابر است. پس سرعت متوسط را حساب می‌کنیم.

$$v_{av} = \frac{0 - 12}{3 - 0} = -4\,m/s$$

پ) معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با سرعت ثابت در حالت کلی به‌صورت $x = vt + x_0$ است. در لحظهٔ $t = 0s$ متحرک در فاصلهٔ ۱۲ متری در طرف مثبت محور مکان قرار دارد، پس $x_0 = 12m$. با جاگذاری مقادیر v و x_0 در معادلهٔ فوق، معادلهٔ مکان ـ زمان حاصل می‌شود. $x = -4t + 12$

۱ سؤالات امتحانی درس اول

۱. جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید. (فرداد ۱۳۹۹ ـ ریاضی)

الف) در حرکت بر روی خط راست و بدون تغییر جهت، مسافت با ..... برابر است.

ب) شتاب متوسط، کمیتی برداری است و هم‌جهت با بردار ..... می‌باشد.

پ) در حرکت .....، سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه با سرعت لحظه‌ای آن برابر است.

ت) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت ..... است.

۲. عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید.

الف) سرعت (لحظه‌ای ـ متوسط) در هر لحظهٔ دلخواه، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در آن لحظه است. (فرداد ۱۴۰۰ ـ ریاضی)

ب) سطح محصور بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان برابر تغییر (مکان ـ سرعت) است. (فرداد ۱۳۹۸ ـ ریاضی)

پ) عقربهٔ تندی‌سنج خودروها تندی (متوسط ـ لحظه‌ای) را نشان می‌دهد. (فرداد ۱۳۹۸ ـ ریاضی)

ت) در حرکت روی محور x، وقتی متحرک به مکان آغازین حرکتش بازگردد (مسافت طی شده ـ سرعت متوسط) متحرک برابر صفر است. (فرداد ۱۳۹۹ ـ تجربی)

۳. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را تعیین کنید.

الف) سرعت متوسط یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان هم‌جهت است. (شهریور ۱۴۰۰ ـ ریاضی) درست ☐ نادرست ☐

ب) شیب خطی که نمودار سرعت ـ زمان را در دو لحظه به هم وصل می‌کند برابر شتاب لحظه‌ای است. (شهریور ۱۴۰۰ ـ ریاضی) درست ☐ نادرست ☐

پ) شتاب در یک حرکت فقط به دلیل تغییر در اندازهٔ بردار سرعت ایجاد می‌شود. (شهریور ۱۴۰۰ ـ ریاضی) درست ☐ نادرست ☐

ت) شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان، برابر شتاب لحظه‌ای متحرک است. (دی ۱۳۹۸ ـ ریاضی) درست ☐ نادرست ☐

۴. گزاره‌های زیر را با انتخاب واژهٔ مناسب کامل کنید. (یک واژه اضافه است) (شهریور ۱۴۰۰ ـ تجربی)

بردار جابه‌جایی ـ برداری ـ تندی متوسط ـ بردار مکان ـ شتاب ـ نرده‌ای

الف) تندی متوسط کمیتی ..... است.

ب) پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، ..... نامیده می‌شود.

پ) شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در هر لحظه برابر ..... در آن لحظه است.

ت) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، ..... جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

ث) در حرکت متحرک بدون تغییر جهت، اندازهٔ سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی برابر ..... در آن بازهٔ زمانی است.

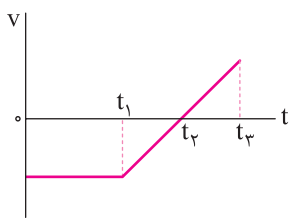
۵. دو تفاوت بین تندی متوسط و سرعت متوسط بیان کنید. (دی ۹۹ ریاضی)

۶. نمودار سرعت ـ زمان جسمی که بر خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است.

الف) با توجّه به نمودار، خانه‌های خالی جدول زیر را کامل کنید.

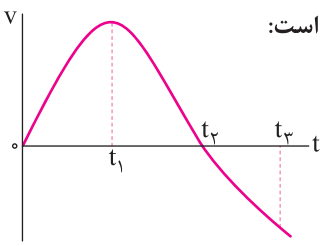
ب) در چه لحظه‌ای جسم تغییر جهت می‌دهد؟

پ) شتاب متوسط در کل زمان حرکت، مثبت است یا منفی؟ توضیح دهید. (اسفند ۸۷ ـ تجربی و شهریور ۹۲ ـ تجربی)



بازهٔ زمانی	جهت حرکت	نوع حرکت	علامت شتاب
از ۰ تا t_1	۱	۲	
از t_1 تا t_2	$-x$	۳	۴
از t_1 تا t_2	۵	تندشونده	۶

۷. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در حال حرکت در امتداد محور x است در شکل زیر نشان داده شده است:



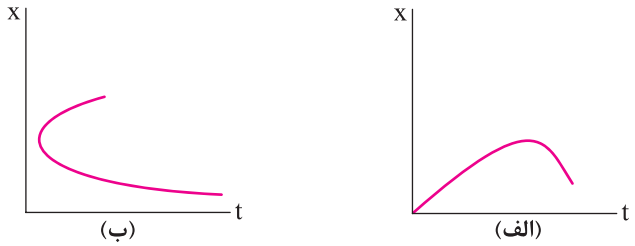
الف) مساحت سطح محصور بین منحنی سرعت و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر چه کمیتی است؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی بردار شتاب در جهت محور x است؟

پ) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 حرکت تندشونده است یا کندشونده؟ (فرداد ۱۳۹۸ ـ تجربی)

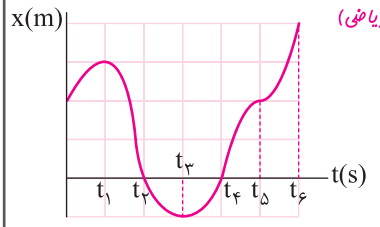
۸. توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان ـ زمان در شکل زیر، می‌تواند نشان دهندهٔ نمودار $x-t$ یک متحرک باشد.

(شهریور ۱۴۰۰ تجربی و مشابه شهریور ۱۳۹۸ تجربی)



۹. با توجّه به نمودار مکان ـ زمان شکل روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

(دی ۹۹ ـ ریاضی)



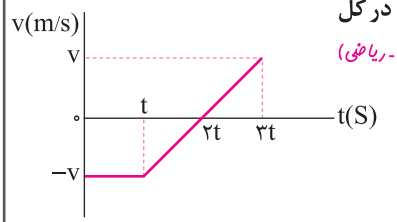
الف) متحرک در کدام لحظه‌ها از مبدأ مکان عبور کرده است؟

ب) جهت حرکت در کدام لحظه‌ها تغییر کرده است؟

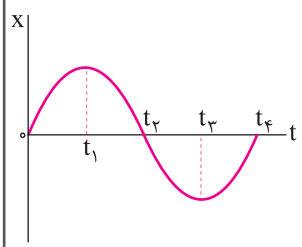
پ) دو بازهٔ زمانی بنویسید که متحرک در حال دور شدن از مبدأ می‌باشد.

۱۰. نمودار سرعت ـ زمان جسمی که بر روی محور x حرکت می‌کند مطابق شکل است. شتاب متوسط در کل زمان حرکت مثبت است یا منفی؟ چرا؟

(شهریور ۱۳۹۸ ـ ریاضی)



۱۱. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل است.

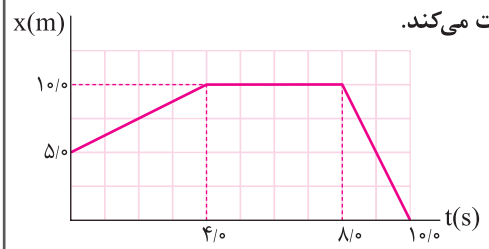


الف) حرکت متحرک در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 در کدام جهت است؟

ب) نوع حرکت متحرک در بازهٔ صفر تا t_1 را بنویسید.

پ) علامت شتاب متحرک در بازهٔ زمانی t_3 تا t_4 مثبت است یا منفی؟

۱۲. شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند.



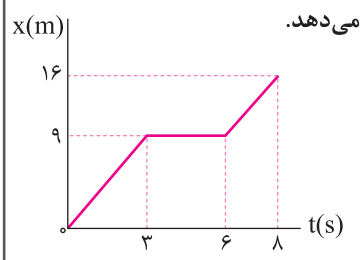
الف) مسافت پیموده شدهٔ این متحرک در کل مسیر حرکت چند متر است؟

ب) جابه‌جای متحرک در کل مسیر حرکت چند متر و در چه سویی است؟

پ) سرعت متوسط متحرک در ۴ ثانیهٔ اوّل چند متر بر ثانیه و در چه سویی است؟

ت) تندی متوسط متحرک در کل مسیر حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱۳. شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد.

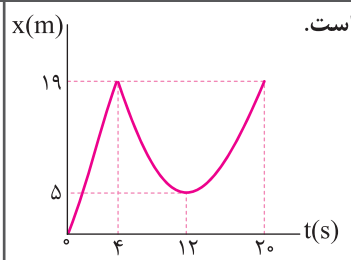


الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

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

پ) مسافت طی شده در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s چند متر است؟

۱۴. شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیر مستقیم در حرکت است.

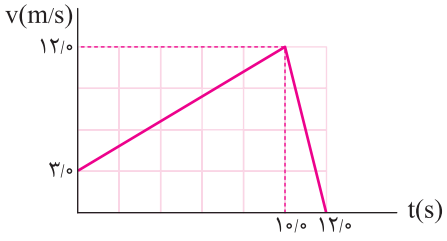


الف) مسافت طی شده توسط دوچرخه‌سوار در بازهٔ زمانی $t_0 = 0s$ تا $t_3 = 20s$ چند متر است؟

ب) اندازهٔ سرعت متوسط دوچرخه‌سوار در بازهٔ زمانی $t_1 = 4s$ تا $t_3 = 20s$ را به‌دست آورید.

(دی ۱۳۹۷ ـ تجربی)

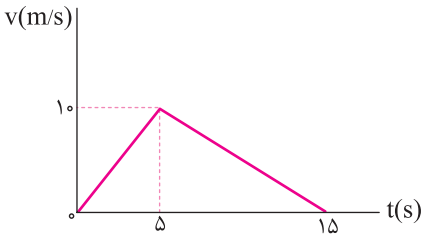
۱۵. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل است.



الف) نمودار شتاب ـ زمان آن را رسم کنید.

ب) تندی متوسط آن را در بازهٔ زمانی $t = 0s$ تا $t = 12/0s$ حساب کنید.

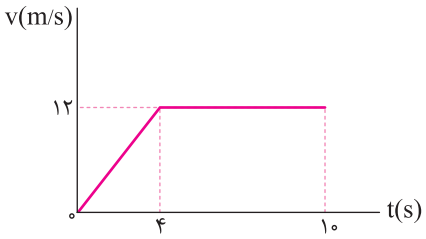
۱۶. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است:



الف) جابه‌جایی متحرک در کل زمان حرکت چند متر است؟

ب) شتاب متوسط متحرک در بازهٔ $5s$ تا $15s$ چقدر است؟

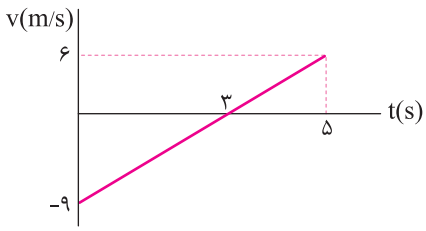
۱۷. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است:



الف) جابه‌جایی متحرک در مدّت ۱۰ ثانیه چند متر است؟

ب) با محاسبهٔ شتاب در هر مرحله، نمودار شتاب ـ زمان متحرک را رسم کنید.

۱۸. شکل مقابل نمودار سرعت ـ زمان متحرکی را در حرکت روی محور x نشان می‌دهد.

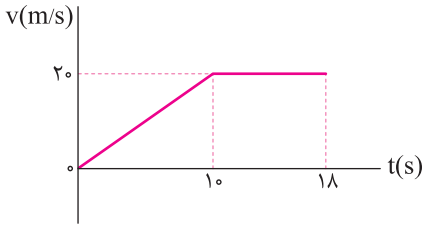


الف) نوع حرکت متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا $3s$ تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟

ب) مسافتی که متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا $5s$ می‌پیماید، چند متر است؟

(مشابه دی ۹۸ ـ تجربی)

۱۹. آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می‌دود. نمودار سرعت ـ زمان آهو مطابق شکل است. در این حرکت: (دی ۹۸ ـ ریاضی)



الف) جابه‌جایی کل آهو را حساب کنید.

ب) نمودار شتاب ـ زمان حرکت آن را رسم نمایید.

۲۰. معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی روی خط راست در SI به‌صورت $x = -4t + 6$ است. (فرداد ۱۳۹۹ تجربی)

الف) این متحرک در چه لحظه‌ای از مبدأ مکان عبور کرده است؟

ب) آیا جهت حرکت این متحرک تغییر کرده است؟

پ) نمودار مکان ـ زمان این متحرک را برای ۳ ثانیهٔ ابتدای حرکت رسم کنید.

۲۱. خودرویی از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. پس از $12s$، سرعت خودرو به $24m/s$ در جهت x می‌رسد. بزرگی شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟ (شهریور ۱۴۰۰ تجربی)

۲۲. شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با سرعت ثابت در امتداد محور x حرکت می‌کند. معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک را بنویسید. (شهریور ۱۳۹۸ تجربی)