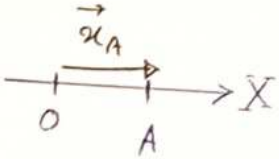
دانلود از اپلیکیشن پادرس

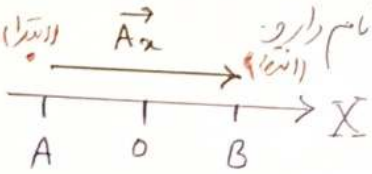
* مفاهیم اولیه *

• بردار مکان:



بردارس که ابتدای آن مبدأ مختصات و انتهای آن مکان متحرک است.

• بردار جابه‌جایی:



بردارس که ابتدای آن محل اول جسم و انتهای آن محل دوم جسم است. بردار جابه‌جایی نام دارد.

* نکته * بردار جابه‌جایی کوتاهترین فاصله‌ی بین دو نقطه است و همچنین مستقل از مسیر حرکت است.

• مسافت طی شده:

به مجموع مسیرهای پیموده شده در طول حرکت گفته می‌شود.

* نکته *

مسافت طی شده کمیتی اسکالر است و همواره مقداری مثبت است.

معادلات در حرکت شتابدار:

• معادله‌ی مکان - زمان ($x-t$):

حرکت جسم روی محور xها، مکان جسم (یعنی x) تغییر می‌کند بطوری که x تابع زمان خواهد شد.

به رابطه‌ی بین این تابع معادله‌ی مکان - زمان یا معادله‌ی حرکت گفته می‌شود.

• معادله‌ی سرعت - زمان ($v-t$):

معادله‌ی سرعت (v) برحسب زمان (t) می‌باشد که سرعت متحرک را در هر لحظه به ما می‌دهد.

• معادله‌ی شتاب - زمان ($a-t$):

معادله‌ی شتاب (a) برحسب زمان (t) که شتاب متحرک در هر لحظه را به ما می‌دهد.

* نکته مهم:

اگر از معادله‌ی مکان - زمان مشتق گرفته شود معادله‌ی سرعت - زمان بدست می‌آید.

* نکته‌ی مهم:

اگر از معادله‌ی سرعت - زمان مشتق گرفته شود معادله‌ی شتاب - زمان بدست می‌آید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

سرعت متوسط

* سرعت متوسط:

شیب جابه‌جایی به زمان انجام جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌نامیم.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$ ← جابه‌جایی

← زمان انجام جابه‌جایی

* یکا:

یکای سرعت متوسط در SI، متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$) است.

* نکته:

سرعت متوسط همانند بردار جابه‌جایی به مسیر حرکت بستگی ندارد و سرعت متوسط از لحاظ برداری هم‌جهت با بردار جابه‌جایی هم‌جهت است.

(چون Δt یک عدد مثبت است پس $\bar{v}$ برداری هم‌جهت با Δx است)

مثال ۱:

معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت $x = t^3 - 4t + 2$ است. سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی ۱ تا ۳ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

$t = 1s \rightarrow x_1 = 1 - 4 + 2 = -1m$

$t = 3s \rightarrow x_2 = 27 - 12 + 2 = 17m$

$\Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = 17 - (-1) = 18m$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{18}{3-1} = 9\frac{m}{s}$$

نکته‌ی مهم:

در حرکت‌های چند مرحله‌ای در یک بُعد برای یافتن سرعت متوسط داریم:

$$\bar{v} = \frac{x_1 \pm x_2 \pm x_3 \pm \cdots}{t_1 + t_2 + t_3 + \cdots}$$

$x_1 = v_1 t_1$ ، $x_2 = v_2 t_2$

$\frac{x_1}{v_1}$ ، $\frac{x_2}{v_2}$

اگر متحرک برگشته باشد ← منفی

اگر متحرک برگردد ← منفی

تست ۱: متحرکی روی خط راست مسافت‌های ۲۰ متر اول را در ۲ ثانیه و ۸۰ متر بعدی را در ۵ ثانیه و ۱۰۰ متر آخر را در ۳ ثانیه طی می‌کند سرعت متوسط متحرک در این مسیر چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱۰ ☐ 20 ☐ ۳۰ ☐ 40

$$\bar{v} = \frac{20 + 80 + 100}{2 + 5 + 3} = \frac{200}{10} = 20\frac{m}{s}$$

www.Tvya.ir

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مسئله ۱/

متحرکی در حال حرکت در زمان‌های t، $2t$، $3t$ دارای سرعت‌های ثابت v، $2v$، $3v$ است.

سرعت متوسط برحسب v کدام است؟

$\frac{v}{3}$ v $3v$ $2v$ v

$$\bar{v} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{t + 2t + 3t} = \frac{v.t + 2t.2v + 3t.3v}{6t} = \frac{14vt}{6t} = \frac{7}{3}v$$

مثال ۲/ متحرکی روی خط راست مسافتی را طی می‌کند. در $\frac{1}{3}$ زمان حرکت خود را با سرعت متوسط $6\frac{m}{s}$ و بقیه‌ی زمان حرکت خود را با $9\frac{m}{s}$ طی کرده باشد، سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چند متر بر ثانیه می‌شود؟

$\frac{1}{3}$ زمان حرکت یعنی $\frac{t}{3}$ و مابقی زمان حرکت می‌شود $2\frac{t}{3}$

$$\bar{v} = \frac{x_1 \pm x_2 \pm \cdots}{t_1 + t_2 + \cdots} = \frac{v_1 t_1 \pm v_2 t_2 \pm \cdots}{t_1 + t_2 + \cdots} = \frac{(6 \times \frac{t}{3}) + (9 \times \frac{2t}{3})}{\frac{t}{3} + \frac{2t}{3}} = \frac{2t + 6t}{t} = \frac{8t}{t} = 8\frac{m}{s}$$

مثال ۳/ متحرکی نصف مسیر حرکت خود را روی یک خط راست با سرعت $20\frac{m}{s}$ و نصف دیگر آن را با سرعت $30\frac{m}{s}$ طی می‌کند.

سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

در این مثال، سرعت و جابه‌جایی در هر مرحله مشخص است، بنابراین t را از فرمول $v_1 = \frac{x_1}{t_1} \rightarrow t_1 = \frac{x_1}{v_1}$ به دست می‌آوریم. در کل جابه‌جایی را d فرض کرده می‌توانیم بنویسیم:

$$\bar{v} = \frac{x_1 \pm x_2 \pm \cdots}{\frac{x_1}{v_1} + \frac{x_2}{v_2} + \cdots} = \frac{\frac{d}{2} + \frac{d}{2}}{\frac{\frac{d}{2}}{20} + \frac{\frac{d}{2}}{30}} = \frac{d}{\frac{d}{40} + \frac{d}{60}} = \frac{d}{\frac{5d}{120}} = \frac{120}{5} = 24\frac{m}{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست ۳/

اتومبیلی در مسیر مستقیم نیمی از زمان حرکتش را با سرعت $50\frac{km}{h}$ و بقیه‌ی مسیر را با سرعت $30\frac{km}{h}$ می‌پیماید. سرعت متوسط خودرو چند $\frac{km}{h}$ است؟

□ 40 □ 45 □ 37/5 □ 42/5

نیمی از زمان حرکتش یعنی $\frac{t}{2}$ و مابقی زمان هم می‌شود $\frac{t}{2}$

$$\bar{v} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots}{t_1 + t_2 + \cdots} = \frac{50 \times \frac{t}{2} + 30 \times \frac{t}{2}}{\frac{t}{2} + \frac{t}{2} = t} = \frac{(25+15)t}{t} = 40\ \frac{km}{h}$$

تست ۴/

اتومبیلی ربع مسیری را با سرعت $40\frac{km}{h}$ و بقیه‌ی مسیر را با سرعت $60\frac{km}{h}$ می‌پیماید. اگر مسیر مستقیم باشد، در کل مسیر سرعت متوسط چند $\frac{km}{h}$ است؟

□ $\frac{40}{3}$ □ $\frac{4}{3}$ □ $\frac{16}{3}$ □ $\frac{160}{3}$

اگر کل مسیر را x فرض کنیم، ربع مسیر یعنی $\frac{1}{4}x$ و مابقی مسیر می‌شود $\frac{3}{4}x$ داریم:

$$\bar{v} = \frac{x}{\frac{\frac{x}{4}}{60} + \frac{\frac{3x}{4}}{40}} = \frac{x}{\frac{1}{160}x} = \frac{160}{3}$$

تست ۵/

متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند و فاصله‌ای را با سرعت $10\frac{m}{s}$ طی می‌کند و نصف این فاصله را با سرعت $5\frac{m}{s}$ در همان مسیر برمی‌گردد، سرعت متوسط این متحرک چند $\frac{m}{s}$ است؟

□ $\frac{5}{3}$ □ $\frac{3}{5}$ □ $\frac{5}{2}$ □ $\frac{2}{5}$

چون متحرک برمی‌گردد

کل فاصله را x فرض می‌کنیم

$$\bar{v} = \frac{x \ominus \frac{x}{2}}{\frac{x}{10} + \frac{\frac{x}{2}}{5}} = \frac{\frac{x}{2}}{\frac{x}{5}} = \frac{5}{2}\ \frac{m}{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

* سرعت لحظه‌ای *

سرعت متوسط در مدتی که بازه‌ی زمانی فوق‌العاده کوچک شود سرعت لحظه‌ای نامیده می‌شود (واقع سرعت لحظه‌ای همان سرعتی است که سرعت سنج اتومبیل در هر لحظه نشان می‌دهد.

نکته: سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر خط مماس بر نمودار مکان - زمان $(x-t)$ در همان لحظه است.

* شتاب متوسط *

تغییرات سرعت نسبت به زمان را شتاب متوسط می‌نامند

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

شتاب متوسط — تغییرات سرعت — زمان

نکته: یکای شدت شتاب متوسط در SI که متر بر مجذور ثانیه $(\frac{m}{s^2})$ است.

نکته: شتاب متوسط کمیتی برداری هم جهت با بردار تغییرات سرعت (Δv) است.

(زیرا Δt که عددی همواره مثبت است پس $\bar{a}$ برداری هم جهت با Δv است)

مثال ۹/

معادله‌ی سرعت جسمی در SI به صورت $v = 3t^2 - 6t$ است.

الف/ بررسی شتاب متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی ۲ تا ۳ ثانیه

ب/ اندازه‌ی شتاب متحرک در لحظه‌ای $t = 2s$ در صورتی که معادله‌ی شتاب $a = 6t - 6$ باشد.

الف/ $t_1 = 2s \rightarrow v_1 = 3(2)^2 - (6 \times 2) = 0$

$t_2 = 3s \rightarrow v_2 = 3 \times 9 - 6 \times 3 = 9 \frac{m}{s} \Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9-0}{3-2} = 9 \frac{m}{s^2}$

ب/ $t = 2s \rightarrow a = 6 \times 2 - 6 = 6 \frac{m}{s^2}$

* شتاب لحظه‌ای *

شتاب متوسط در مدتی که بازه‌ی زمانی فوق‌العاده کوچک شود شتاب لحظه‌ای نامیده می‌شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

* مفهوم علامت های سرعت و شتاب متحرک :

همانطور که گفته شد علامت بردارها در حرکت یک بعدی نشان دهنده‌ی جهت آن بردار هایست. به عبارت دیگر

هرگاه علامت کرداری مثبت باشد یعنی آن بردار در جهت محور x ها است.

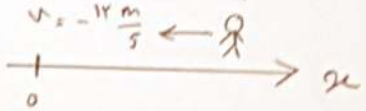
هرگاه علامت کرداری منفی باشد یعنی آن بردار در خلاف جهت محور x ها است.

* علامت سرعت *

هرگاه سرعت متحرکی مثبت باشد یعنی متحرک در جهت محور x ها در حال حرکت است و هرگاه سرعت متحرکی منفی باشد یعنی متحرک در خلاف جهت محور x ها در حال حرکت است.

به عبارت دیگر علامت سرعت جهت حرکت را مشخص می کند و به ما می گوید شخص یا جسم حرکت کننده یا حرکت نکننده است یا ساکن شونده هاست.

به عنوان مثال در شکل زیر متحرک با سرعت $12\frac{m}{s}$ در خلاف جهت محور x ها در حال حرکت است.



به همین دلیل سرعت آن $v = -12\frac{m}{s}$ است.

* علامت شتاب *

با توجه به قانون دوم نیوتن ($\vec{F} = m\vec{a}$) جهت شتاب در جهت برآیند نیروهای وارد بر جسم است.

بنابراین وقتی علامت شتاب مثبت است یعنی شتاب و در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر جسم در جهت محور x ها است و هرگاه علامت شتاب منفی است یعنی شتاب و در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر جسم در خلاف محور x ها است.

* نکته * هرگاه شتاب و سرعت هم جهت باشند (یعنی علامت سرعت و شتاب یکی باشد) حرکت متحرک تند شونده است.

* نکته * هرگاه سرعت و شتاب در خلاف جهت هم باشند (یعنی علامت آن ها متفاوت باشد) حرکت کند شونده است.

بطور کلی
- اگر $a \times v > 0$ → حرکت تند شونده
- اگر $a \times v < 0$ → حرکت کند شونده

دانلود از اپلیکیشن پادرس

• نکته‌ی بسیار مهم مفهوم زمان •

مفهوم زمان ← در ثانیه‌ی t ام یعنی $t_1 = t-1$ ، $t_2 = t$

مثلاً در ثانیه‌ی 5 ام یعنی $t_1 = 4s$ ، $t_2 = 5s$

در t ثانیه‌ی n ام یعنی $t_1 = (n-1)t$ ، $t_2 = nt$

مثلاً در 6 ثانیه‌ی هفتم یعنی $t_1 = 36s$ ، $t_2 = 42s$

مثال 5 //

متحرکی روی خط راست در حال حرکت است و معادله‌ی سرعت آن در SI به صورت $v = 2t^2 - 18$ است.

الف) شتاب متوسط متحرک در 2 ثانیه‌ی دوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

ب) چه مدت این متحرک در خلاف محور x ها حرکت می‌کند؟

الف/

2 ثانیه‌ی دوم $\Rightarrow$ $t_1 = (2-1)\times 2 = 2s$

$t_2 = (2\times 2) = 4s$

$t_1 = 2s \rightarrow v_1 = 2(2)^2 - 18 = -10 \frac{m}{s}$

$t_2 = 4s \rightarrow v_2 = 2(4)^2 - 18 = 14 \frac{m}{s}$

$\Rightarrow \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{14 - (-10)}{4-2} = \frac{24}{2} = 12 \frac{m}{s^2}$

ب/ لحظه‌ی علامت سرعت منفی باشد متحرک در خلاف جهت محور x ها حرکت می‌کند

$v < 0 \rightarrow 2t^2 - 18 < 0 \rightarrow 2t^2 < 18 \rightarrow t^2 < 9 \rightarrow |t| < 3$

چون زمان نمی‌تواند منفی باشد بنابراین در بازه‌ی زمانی $0 \le t < 3$ جهت حرکت متحرک در خلاف جهت محور x ها است.

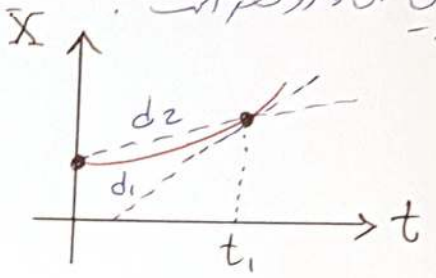
دانلود از اپلیکیشن پادرس

• سرعت از روی نمودار مکان - زمان :

شیب نمودار مکان - زمان معرف سرعت است .

اگر در یک لحظه خطی مماس بر نمودار مکان - زمان رسم شده باشد، شیب آن خط سرعت متحرک را در آن لحظه مشخص می‌کند.

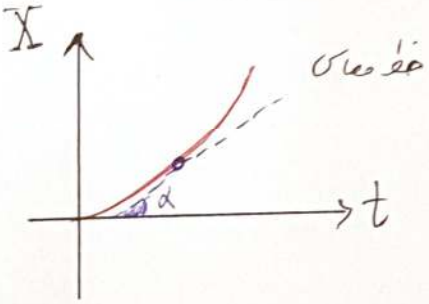
اگر دو نقطه از نمودار را با یک خط راست وصل کنیم، شیب این خط برابر سرعت متوسط بین آن دو لحظه است.



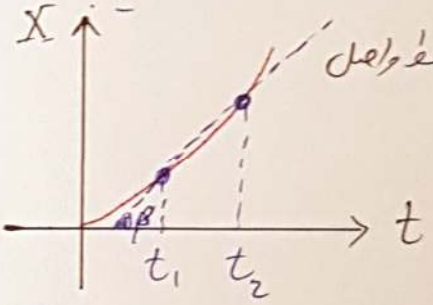
به عنوان مثال در نمودار روبرو شیب خط d_1 سرعت در لحظه‌ی t_1 و شیب خط d_2 سرعت متوسط را در بازه‌ی زمانی $(0$ و $t_1)$ به ما می‌دهد.

• نکته مهم •

در نمودار $x-t$ یا مکان بر حسب زمان شیب خط مماس سرعت لحظه‌ای را می‌دهد و شیب خط واصل سرعت متوسط را می‌دهد.



شیب خط مماس = $\tan\alpha = v$ لحظه‌ای



شیب خط واصل = $\tan\beta = \bar{v}$ متوسط

• سرعت از روی نمودار مکان - زمان :

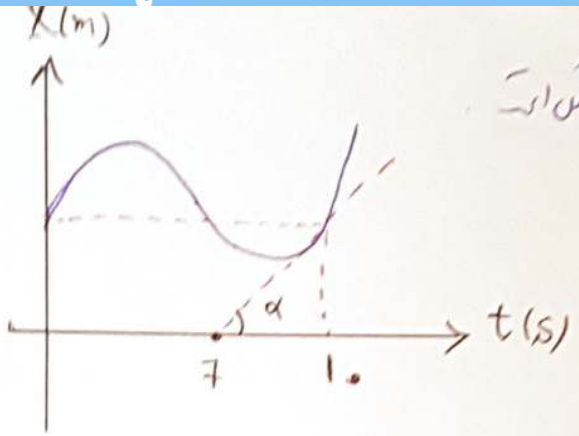
شکل نمودار مکان - زمان $(x-t)$ معرف شتاب است.

شکاف مقعر نمودار مکان - زمان رو به بالا باشد ← شتاب مثبت $(a>0)$

شکاف مقعر نمودار رو به پایین باشد ← شتاب منفی $(a<0)$

نمودار بدون تقعر باشد (یعنی خط راست باشد) ← شتاب صفر $a=0$

دانلود از اپلیکیشن پادرس



نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x ها حرکت می‌کند مطابق شکل است.

الف) سرعت در لحظه‌ی $t=10s$ چند متر بر ثانیه است؟

ب) علامت شتاب و نوع حرکت را در لحظه‌ی $t=10s$ مشخص کنید.

پ) متحرک در ده ثانیه اول حرکت خود چند بار تغییر جهت داده است؟

الف) کافی است شیب خط مماس بر نمودار (یعنی $tg\alpha$) را در این لحظه پیدا کنیم.

$$v_{10} = tg\alpha = \frac{6}{3} = 2\frac{m}{s} \qquad tg\alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}$$

ب) در لحظه‌ی $t=10s$، شیب نمودار رو به بالاست، بنابراین شتاب در این لحظه مثبت است. از طرفی چون قدر مطلق سرعت ($|v| = +2\frac{m}{s}$) مثبت به دست آمده و $v>0$ و $a>0$ ⇐ حرکت تندشونده است.

پ) در کل بازه‌ی زمانی، در نمودار مکان - زمان، متحرک با تعداد ماکزیمم و مینیمم‌های نسبی تغییر جهت می‌دهد.

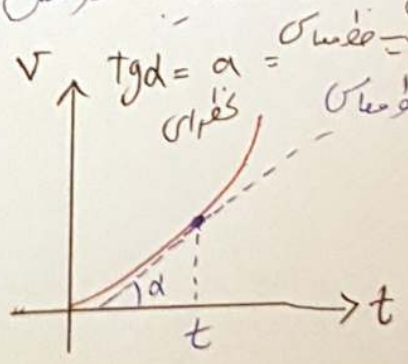
پس چون در این بازه‌ی زمانی ۲ نقطه‌ی اکستریمم و جمعاً ۳ نقطه‌ی بحرانی داریم متحرک ۲ بار تغییر جهت داده است.

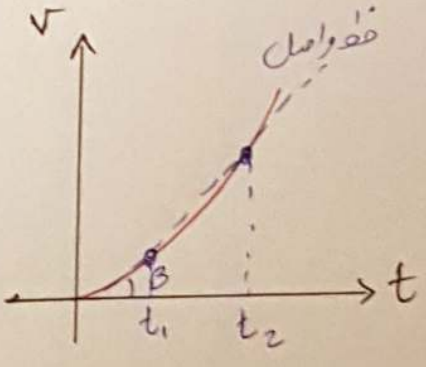
- **نمودار سرعت - زمان**

شیب نمودار سرعت - زمان معرف شتاب است. اگر در یک لحظه خطی مماس بر نمودار رسم شده باشد، شیب این خط شتاب لحظه‌ای را مشخص می‌کند. اگر خطی (و نه لزوماً نمودار را) قطع کرده باشد، شیب آن، شتاب متوسط را بیان می‌دهد.

- **بطور خلاصه**

شیب در نمودار $v-t$ با شتاب رابطه دارد. شیب خط مماس در هر لحظه شتاب لحظه‌ای را می‌دهد و شیب خط واصل در هر بازه‌ی زمانی شتاب متوسط را می‌دهد.





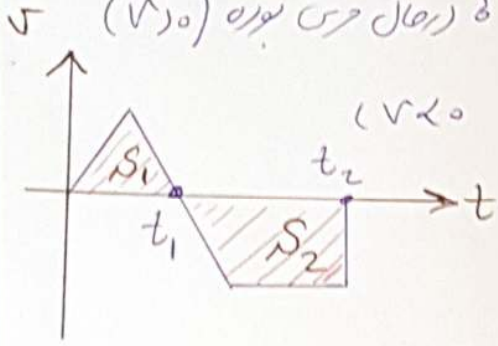
شیب خط واصل = $tg\beta = \bar{a}$ متوسط

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکات نمودار سرعت - زمان

چون نمودار سرعت-زمان سرعت را (در هر لحظه) مشخص می‌کند بنابراین در قسمتی از نمودار که بالای محور t است، سرعت مثبت و در آن قسمت از نمودار که پایین محور t هاست، سرعت منفی است.

به عنوان مثال در نمودار روبرو از صفر تا t_1 متحرک در جهت محور x ها (در حال حرکت بوده (V>0) و از t_1 تا t_2 متحرک خلاف جهت محور x ها حرکت کرده است (V<0)



از طرفی در لحظه‌ی t_1 متحرک متوقف شده (V=0) و جهت حرکت عوض شده است (چون از ناحیه‌ی مثبت وارد ناحیه‌ی منفی شده‌ای)

- مسافت زیر نمودار سرعت - زمان یعنی مساحتی که بین نمودار و محور t ها محصور شده و برای همه جا این است.

به عنوان مثال در شکل بالا، تا لحظه‌ی t_2، $\Delta x = S_1 + S_2$ است (دقت کنید که S_2 که مقدار منفی بدست می‌آید!)

همچنین از نمودار هم مسافت طی شده را در بازه‌ی زمانی $(0 \text{ تا } t_2)$ بدست آوریم کافی است اندازه‌های S_1 و S_2 را با هم جمع کنیم یعنی:

مسافت طی شده $= |S_1| + |S_2|$

مثال 17

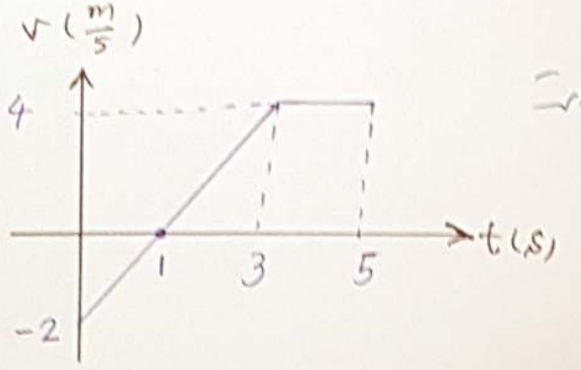
نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل است.

الف) جابه‌جایی و مسافت طی شده در 5 ثانیه‌ی اول حرکت چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک در 5 ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

پ) شتاب متوسط در 5 ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

ت) متحرک در 5 ثانیه‌ی اول حرکت چند بار جهت حرکتش تغییر کرده است؟



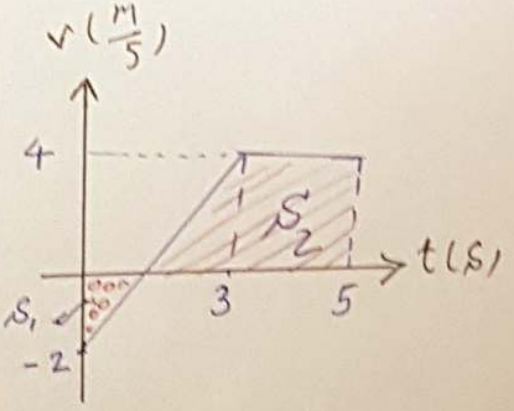
الف) مطابق شکل یک مثلث (در ناحیه‌ی منفی) و یک ذوزنقه (در ناحیه‌ی مثبت) است.

$$\Delta x = S_1 + S_2 = \frac{-2 \times 1}{2} + \frac{(4+2) \times 4}{2} = -1 + 12 = 11m$$

مسافت طی شده $= |S_1| + |S_2| = 1 + 12 = 13m$

ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{11}{5} = 2.2 \frac{m}{s}$

پ) $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4-(-2)}{5} = \frac{6}{5} = 1.2 \frac{m}{s^2}$



ت) با توجه به شکل تا قبل از $t=4s$ سرعت مثبت و همان $t=4s$ سرعت مثبت است به عبارت دیگر فقط $t=4s$ متحرک تغییر جهت داده است. (در $t=4s$ سرعت متحرک صفر شده است)

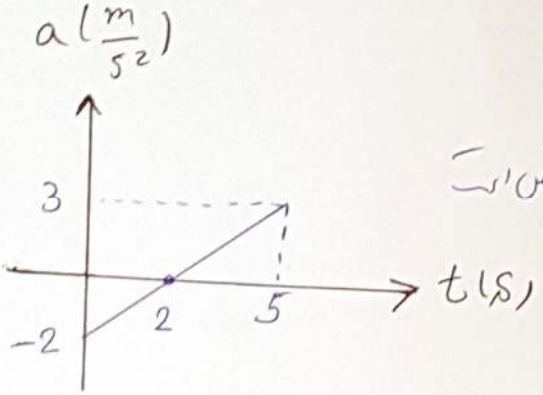
دانلود از اپلیکیشن پادرس

• نمودار شتاب - زمان ⓐ

دو تا از نمودارهای شتاب - زمان را بر حسب زمان رسم کنیم، نمودار شتاب - زمان خواهد شد. در این نمودارها داریم:

• شتاب در بالای محور t مثبت و در پایین محور t منفی است.

• مساحت زیر نمودار شتاب - زمان $(a-t)$ برابر تغییرات سرعت است.



مثال 18

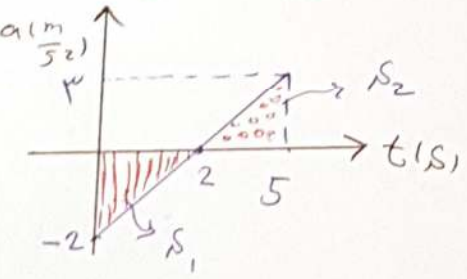
نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی خط راست در حال حرکت است مطابق شکل است.

اگر سرعت اولیه‌ی این متحرک $v_0 = -4\frac{m}{s}$ باشد:

الف) سرعت متحرک در لحظه‌ی $t = 5s$ چند متر بر ثانیه است؟

ب) شتاب متوسط متحرک در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

الف) در ۵ ثانیه‌ی اول داریم: $\Leftarrow \Delta v = S_1 + S_2 \rightarrow \Delta v = \frac{-2\times 2}{2} + \frac{3\times 3}{2} = -2 + 4.5 = 2.5\frac{m}{s}$



$\Delta v = 2.5\frac{m}{s}$

$v - v_0 = 2.5 \rightarrow v - (-4) = 2.5 \rightarrow v = -1.5\frac{m}{s}$

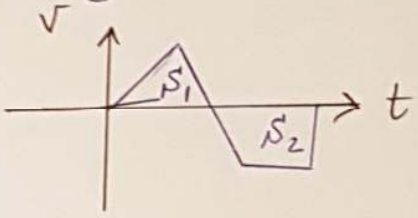
ب) $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2.5}{5} = 0.5\frac{m}{s^2}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

• نکات طلایی برای نمودارها •

① سطح زیر نمودارهای $v-t$ با محاسبه‌ی (Δx) را می‌دهد و قدرمطلق این سطح، مسافت طی شده را می‌دهد.

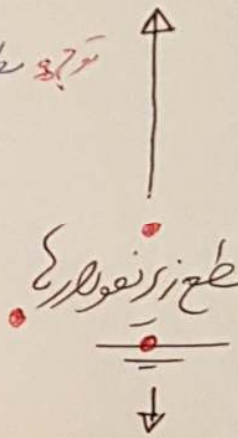
توجه: سطوح پایین محور افقی با علامت منفی و سطوح بالای محور افقی با علامت مثبت در محاسبات در نظر گرفته می‌شوند.



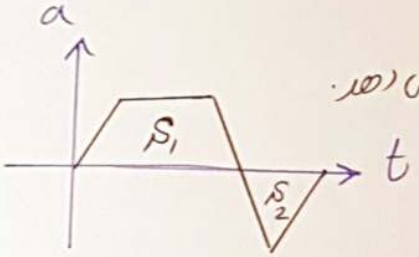
مسافت طی شده $= |S_1| + |S_2|$

جابه‌جایی $\Delta x = \oplus S_1 \ominus S_2$

(بالای نمودار) (زیر نمودار)



② سطح زیر نمودار $a-t$ با تغییرات سرعت را می‌دهد.

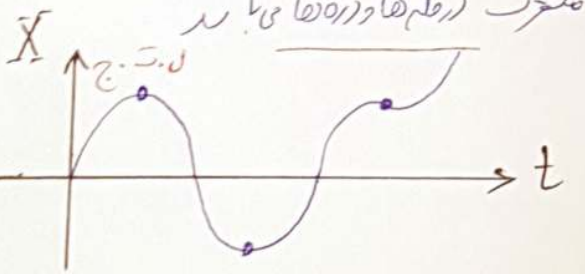


$\Delta v = \oplus S_1 \ominus S_2$

(بالای نمودار) (زیر نمودار)

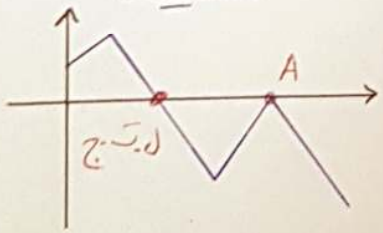
• **تغییر جهت در نمودارها**

در نمودار $x-t$ تغییر جهت متحرک در نقطه‌های اکسترمم (max, min) رخ می‌دهد.



* در نمودار $x-t$ تغییر جهت = اکسترمم

در نمودار $v-t$ تغییر جهت در محل برخورد با محور افقی رخ می‌دهد و از آن عبور کرده است.



• توجه شود که در نقطه‌ی A نمودار، محور افقی برخورد کرده است اما از آن عبور نکرده است پس تغییر جهت محسوب نمی‌شود.

* در نمودار $a-t$ برای تعیین تغییر جهت باید از تغییر علامت سطح زیر استفاده کنیم و در بازه‌هایی که سرعت از (+) به (−) و یا برعکس تغییر علامت دارد در آن بازه‌ها تغییر جهت داشته‌ایم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

* تکنیک سطح زیر نمودار *

• تکنیک سطح زیر نمودار $a-t$ •

از این تکنیک می‌توان سرعت را در هر لحظه در نمودار $a-t$ تعیین کرد و از روی آن می‌توان نوع حرکت را در این نمودار در لحظه تعیین جهت را با دقت توجه داشته باشید که در هر بازه‌ای که سرعت از (+) به (−) یا از (−) به (+) تبدیل شود می‌توان گفت حرکت ابتدا کند شونده و سپس تندشونده بوده است.

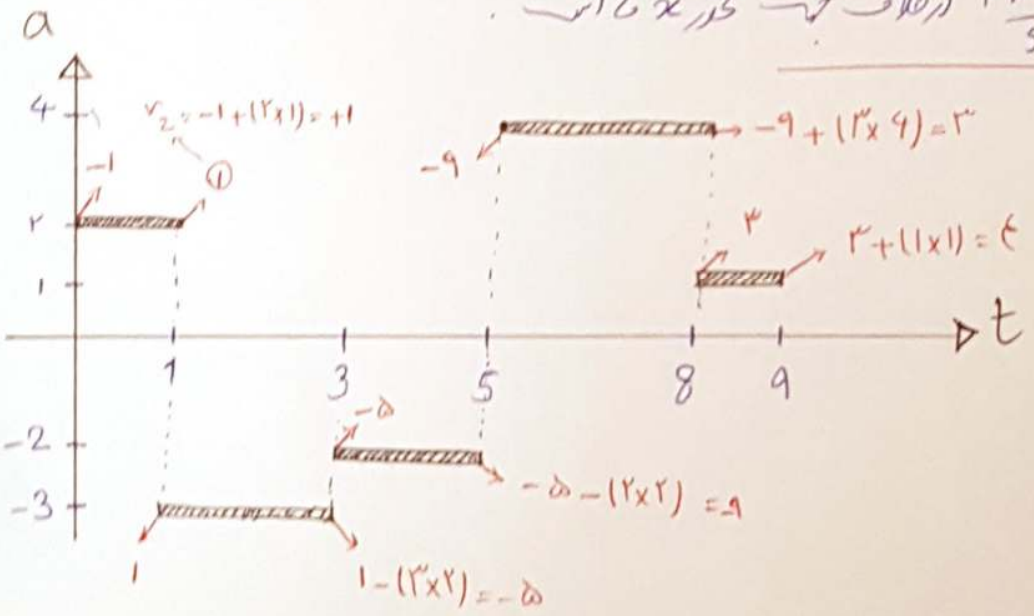
$V_2 = V_1 \pm S$ ← سرعت در انتهای دو بازه

V_1 ← سرعت در ابتدای بازه

(+) سطح بالای محور

(−) سطح زیر محور

مثال ۹/ در نمودار زیر سرعت اولیه $V_1 = -1 \frac{m}{s}$ است و $1 \frac{m}{s}$ در خلاف جهت محور x ها است.



۰ تا ۱ ← اول کند بعد تند ← ل.ت.ج

۱ تا ۳ ← اول کند بعد تند ← ل.ت.ج

۳ تا ۵ ← تند

۵ تا ۸ ← اول تند بعد کند ← ل.ت.ج

۸ تا ۹ ← تند

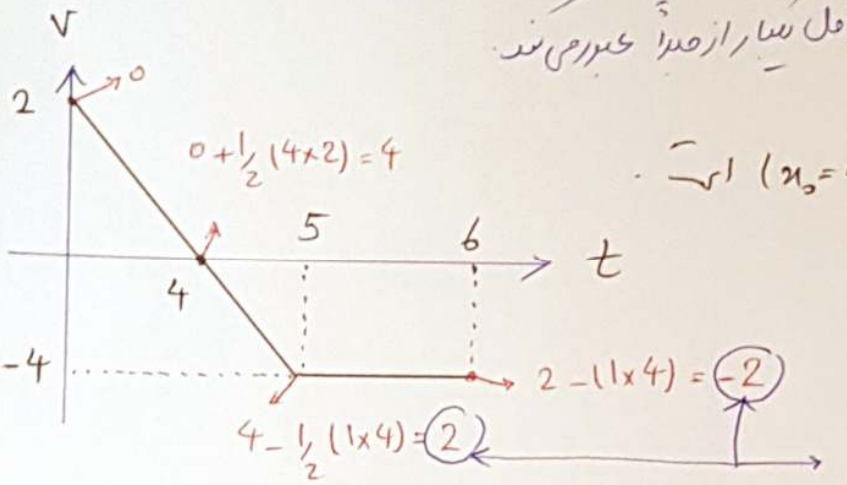
قابل توجه استفاده کنندگان این فایل :
دوست عزیز این فایل فیزیک به طور کاملا اختصاصی
توسط تی وی یا به رایگان (برای هدف ارائه محتوا به دانش آموزان) ارائه شده است.
در صورت کپی برداری و انتشار به نام غیر و حذف نام تی وی یا و مولف اثر از شما به عنوان خاطی امکان شکایت وجود خواهد داشت
واحد تالیف تی وی یا

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$x_2 = x_1 \pm S$$

• تکنیک سطح شماری در نمودار $v-t$

از این تکنیک در نمودار $v-t$ می‌توان مکان متحرک را در هر لحظه یافت. توجه کنید که در هر بازه‌ای که مکان از مثبت به منفی تبدیل شود متحرک در آن بازه حداقل یک بار از مبدأ عبور می‌کند.

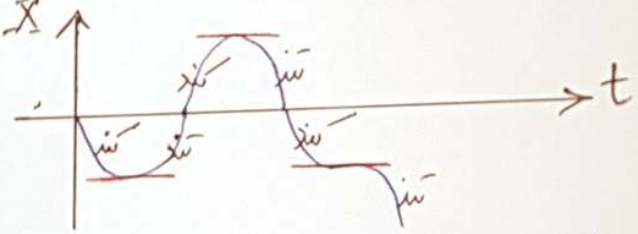


مثال ۱۰/ در نمودار روبرو متحرک در لحظه $t=0$ در مکان اولیه $x_0=0$ است.

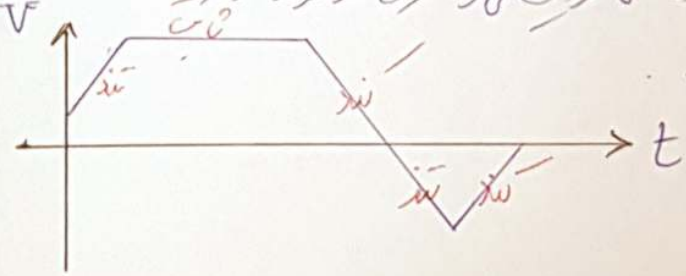
چون از مثبت به منفی رسیده است پس حداقل یک بار از مبدأ عبور می‌کند.

• ویژگی نوع حرکت در نمودارها

* در نمودار $x-t$ قبل از هر مماس افقی حرکت تندشونده و بعد از هر مماس افقی منفی حرکت تندشونده است.



* در نمودار $v-t$ در بازه‌های زمانی که متحرک به محور افقی نزدیک می‌شود حرکت کندشونده و در بازه‌هایی که از محور دور می‌شود حرکت تندشونده است.



* در نمودار $a-t$ برای تعیین نوع حرکت ابتدا از تکنیک سطح شماری استفاده کرده و نوع تغییر سرعت‌ها را در هر بازه می‌یابیم در بازه‌هایی که $|v|\uparrow$ می‌شود حرکت تندشونده و در بازه‌هایی که $|v|\downarrow$ می‌شود حرکت کندشونده است.

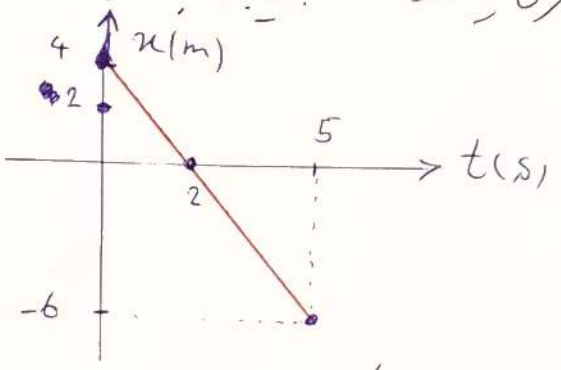
و در بازه‌هایی که سرعت علامتش از $(+)$ به $(-)$ و یا از $(-)$ به $(+)$ تغییر می‌کند حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

توجه: رجوع شود به مثال شماره‌ی ۹

دانلود از اپلیکیشن پادرس

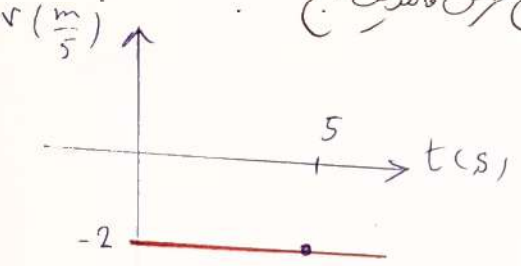
مثال ۱

۱- با توجه به معادله‌ی مکان - زمان حرکت یک متحرک، نمودار مکان - زمان این حرکت یک خط راست با شیب ثابت است.

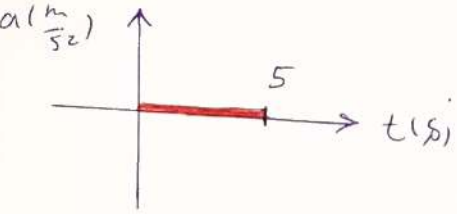


با داشتن دو نقطه از این معادله می‌توان آن را رسم کرد.

چون سرعت در حرکت یکنواخت همواره مقدار ثابتی است پس نمودار سرعت - زمان این نوع حرکت مانند یک تابع ثابت است یعنی یک خط افقی است.



شتاب در حرکت یکنواخت صفر است بنابراین نمودار a-t این حرکت به صورت زیر است.



حرکت شتابدار با شتاب ثابت:

هرگاه برآیند نیروهای وارد بر جسمی ثابت باشد، جسم حرکتی با شتاب ثابت انجام می‌دهد. در این نوع حرکت معادله‌های مکان و سرعت برحسب زمان به صورت زیر هستند:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

$$v = at + v_0$$

در این رابطه‌ها، a شتاب، v_0 سرعت اولیه و x_0 مکان اولیه متحرک، مقدارهای ثابتی هستند.

نتیجه: اگر متحرکی در مدت t با شتاب ثابت به اندازه‌ی Δx جابه‌جایی داشته باشد و در این جابه‌جایی سرعتش از v_1 به v_2 برسد می‌توانیم از روابط زیر استفاده کنیم:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \leftarrow$$ رابطه‌ی مستقل از زمان

$$\Delta x = \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)t \leftarrow$$ رابطه‌ی مستقل از شتاب

نتیجه: با توجه به رابطه‌ی مستقل از شتاب مشخص است که سرعت متوسط در حرکت‌های با شتاب ثابت برابر میانگین سرعت‌ها در ابتدا و انتهای آن جابه‌جایی است.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)t}{t} \Rightarrow \bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست ۱۲

اتومبیلی در حال حرکت در زمان‌های t، $2t$، $3t$ دارای سرعت‌های ثابت v، $2v$، $3v$ است.
سرعت متوسط بر حسب v کدام است؟

□ v □ $\frac{v}{3}$ □ $3v$ □ $2v$

$$\bar{v} = \frac{\overbrace{t.v}^{x_1} + \overbrace{2t.2v}^{x_2} + \overbrace{3t.3v}^{x_3}}{t+2t+3t} = \frac{14v.t}{6t} = \frac{7}{3}v$$

مثال ۲/ متحرکی روی خط راست مسافتی را طی می‌کند در $\frac{1}{3}$ زمان حرکت خود را با سرعت متوسط $6\frac{m}{s}$ و بقیه‌ی زمان حرکت خود را با $9\frac{m}{s}$ طی کرده باشد، سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چند متر بر ثانیه می‌شود؟

$\frac{1}{3}$ زمان حرکت یعنی $\frac{t}{3}$ و مابقی زمان حرکت می‌شود $2\frac{t}{3}$

$$\bar{v} = \frac{x_1 \pm x_2 \pm \cdots}{t_1 + t_2 + \cdots} = \frac{v_1 t_1 \pm v_2 t_2 \pm \cdots}{t_1 + t_2 + \cdots} = \frac{(6 \times \frac{t}{3}) + (9 \times \frac{2t}{3})}{\frac{t}{3} + 2\frac{t}{3}} = \frac{2t+6t}{t} = \frac{8t}{t} = 8\frac{m}{s}$$

مثال ۳/ متحرکی نصف مسیر حرکت خود را روی یک خط راست با سرعت $20\frac{m}{s}$ و نصف دیگر آن را با سرعت $30\frac{m}{s}$ طی می‌کند.
سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

در این مثال، سرعت و جابه‌جایی در هر مرحله مشخص است، بنابراین t را از فرمول $v_1 = \frac{x_1}{t_1} \rightarrow t_1 = \frac{x_1}{v_1}$ بدست می‌آوریم. اگر کل جابه‌جایی را d فرض کنیم می‌توانیم بنویسیم:

$$\bar{v} = \frac{x_1 \pm x_2 \pm \cdots}{\frac{x_1}{v_1} + \frac{x_2}{v_2} + \cdots} = \frac{\frac{d}{2} + \frac{d}{2}}{\frac{\frac{d}{2}}{20} + \frac{\frac{d}{2}}{30}} = \frac{d}{\frac{d}{40} + \frac{d}{60}} = \frac{d}{\frac{5d}{120}} = \frac{120}{5} = 24\frac{m}{s}$$