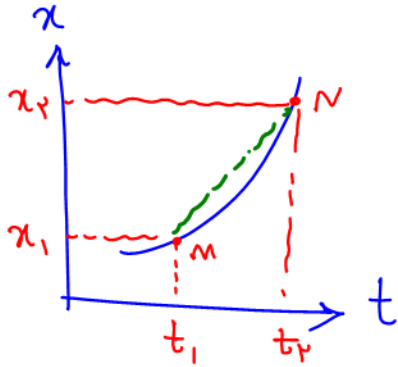


حرکت شناسی

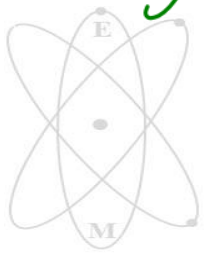


نکته (تعبیر هندسی سرعت متوسط):

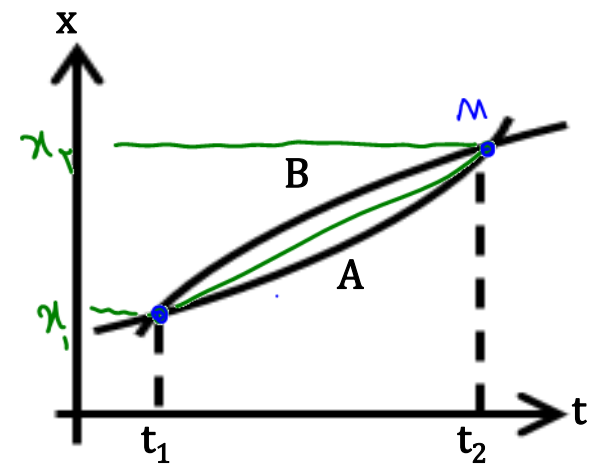


$$v_{av} = \frac{\text{تغییر مکان}}{\text{تغییر زمان}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = V_{av}$$

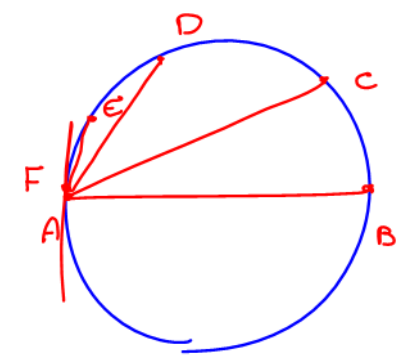
سبب خطی و دایره‌ای از نمودار $x-t$ را به سبب و من می‌کنند
 برابر سرعت متوسط است که در این باره ملاحظه کنید



۶) نمودار مکان- زمان دو متحرک A و B به صورت شکل مقابل می باشد. سرعت متوسط A و B را در بازه‌ی t_1 تا t_2 مقایسه کنید؟

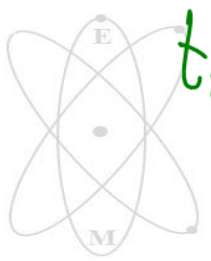


$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$



$$V_{av} = V_{av}$$

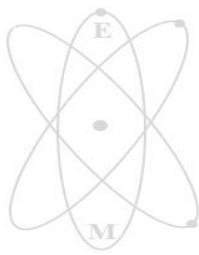
تو در بازه



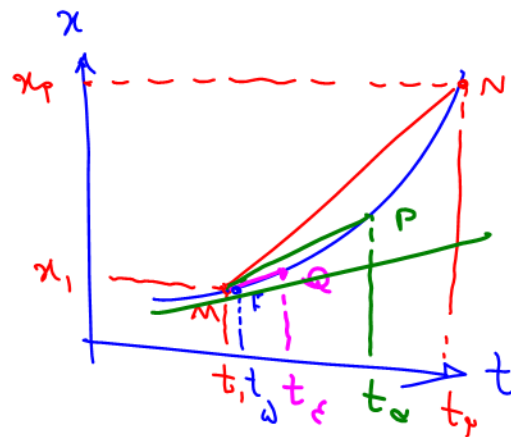
تندی لحظه‌ای:

تندی متحرک در هر لحظه را تندی لحظه‌ای می‌نامند.

عقربه تندی سنج خودرو، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد و در مورد جهت حرکت هیچ اطلاعاتی به ما نمی‌دهد.



سرعت لحظه‌ای: سرعت متحرک در هر لحظه سرعت لحظه‌ای نامیده می‌شود. (بیان تندی لحظه‌ای با اشاره به جهت حرکت

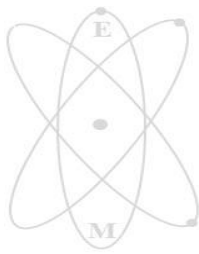


$$\begin{aligned} \text{سرعت لحظه‌ای} &= \frac{\text{تندی لحظه‌ای}}{t_1 - t_2} \Rightarrow v(t) = \text{سرعت لحظه‌ای} \\ &= \text{سرعت لحظه‌ای} \end{aligned}$$

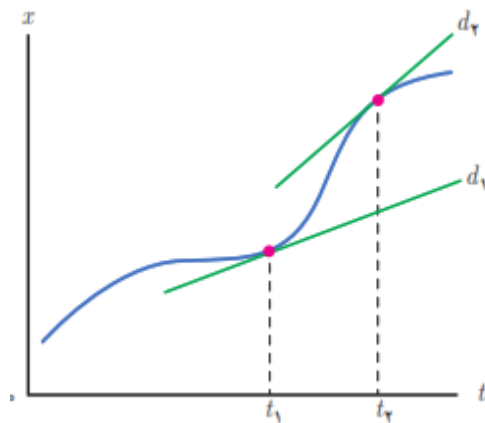
$$MN \sim = v_{av} (t_i - t_r)$$

$$MP \sim = v_{av} (t_i - t_e)$$

$$MQ \sim = v_{av} (t_i - t_d)$$



۷) شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. d_1 و d_2 خط‌های مماس بر منحنی را در دو لحظه متفاوت نشان می‌دهند. در کدام لحظه سرعت متحرک بیشتر است؟

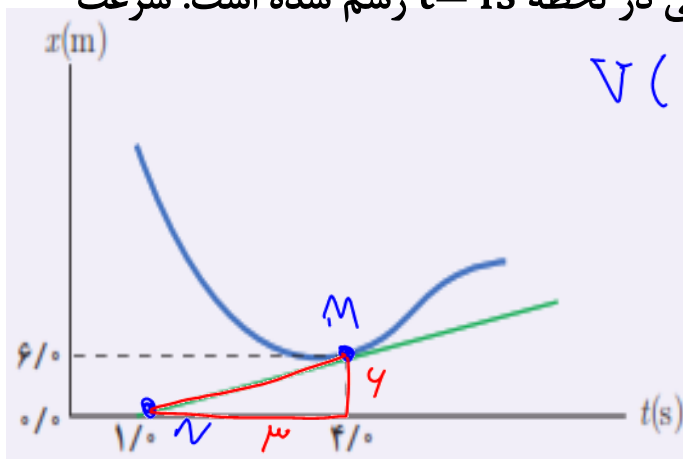


شیب خط مماس بر

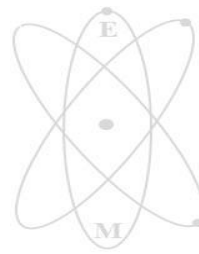
$$\text{سرعت لحظه‌ای} = \frac{x - t}{t}$$

$$d_2 \text{ شیب} > d_1 \text{ شیب} \rightarrow v(t_2) > v(t_1)$$

۸) شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظه $t=4s$ رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید؟



$$v(4) = \frac{\text{شیب خط مماس بر}}{x - t} = \frac{\text{تفاضل عمودی}}{\text{تفاضل افقی}} = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ m/s}$$



۹) شکل زیر نمودار مکان - زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور X در حرکت‌اند.
 الف) در چه لحظاتی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟

t_1 و t_4

ب) در چه لحظه‌ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟ t_4 - زیرا سبب خط‌مماس بر

دو نمودار با سبب موازی هستند

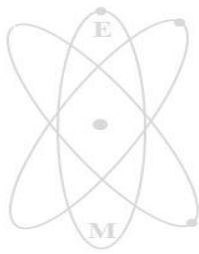
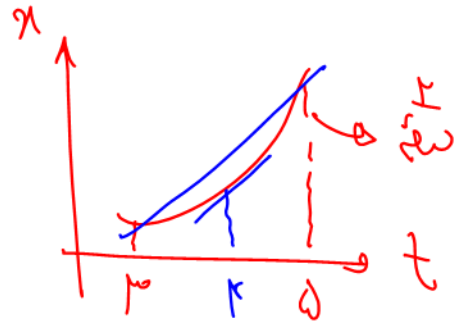
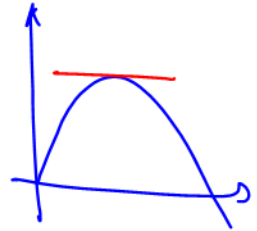
ج) سرعت متوسط دو خودرو را در بازه زمانی t_1 تا t_6 با یکدیگر مقایسه کنید؟

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

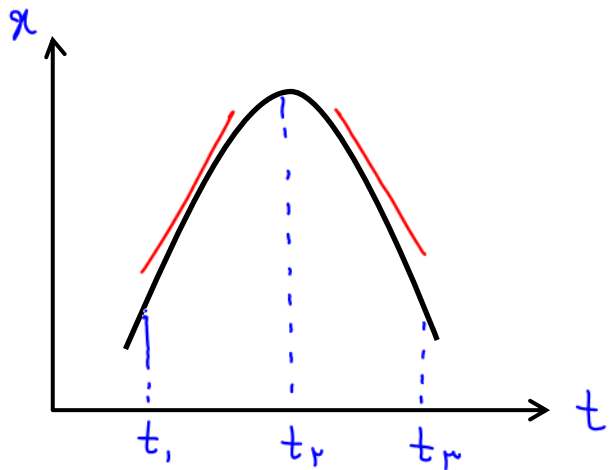
نمودار مکان - زمان
 در بازه Δt و Δx

$$v_{av A} = v_{av B}$$

$t_4 \in t_1$

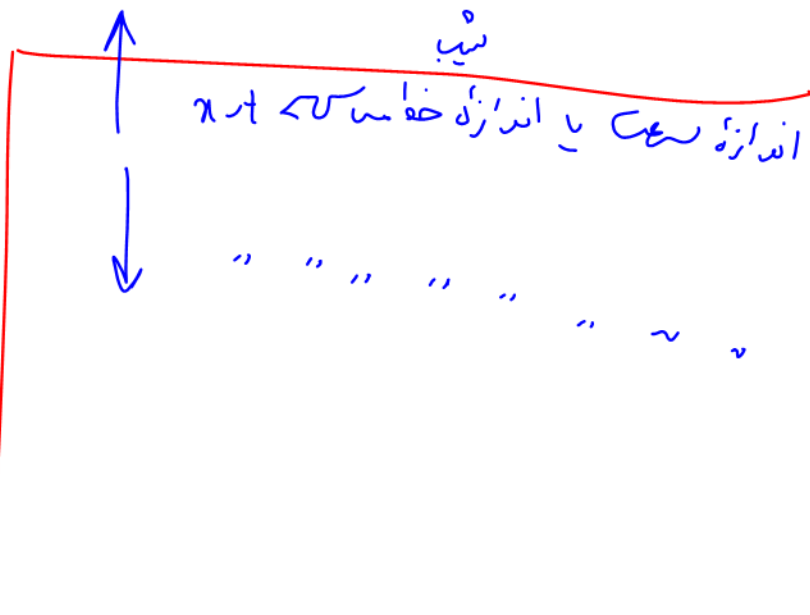
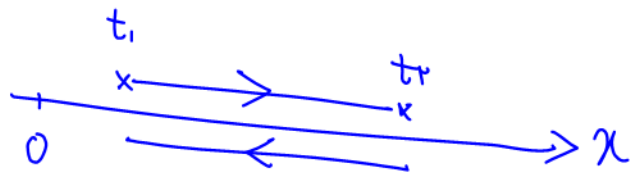


نکته:



$(t_1 - t_r):$ مثبت x جهت x > 0 v

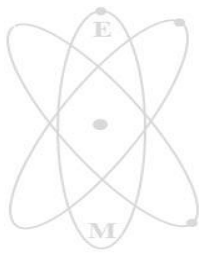
$(t_2 - t_r):$ $-x$ " " " " " < 0 v



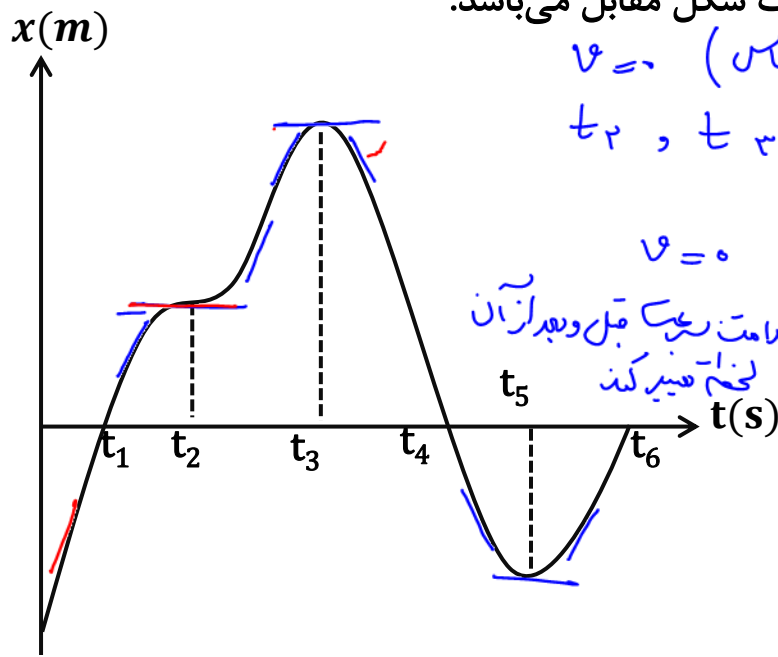
شیب
اندازه سرعت یا اندازه خفاص x t

تند میزند:

آهسته میزند:



۱۰) نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، به صورت شکل مقابل می باشد.
 الف) در چه لحظاتی متحرک توقف داشته است؟



(سبب خاموشی) $v=0$
 t_2, t_3, t_5

ب) در چه لحظاتی متحرک تغییر جهت داشته است؟

$v=0$
 علامت سرعت قبل و بعد از آن
 لحظه تغییر کند

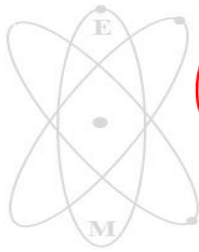
t_3, t_5

ج) نوع حرکت متحرک (تندشونده - کندشونده) را تعیین کنید.

ابتدا کند شونده پس تند شونده
 $(t_4 - t_2)$

کند شونده ، $(0 - t_2)$

ابتدا تند شونده پس کند شونده
 $(t_2 - t_3)$



(۱۱) شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X در حرکت است.
 الف) از لحظه صفر تا لحظه t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

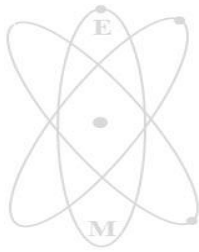
زیرا سیب خط مماس در حال کاهش است.
 اندرزه

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

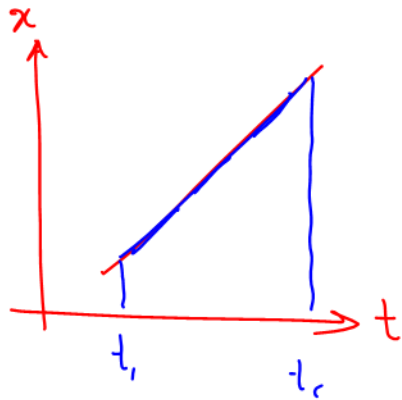
$$= 0 \quad \text{سیب خط مماس} = \text{سرعت لحظه} \rightarrow V(t_1) = 0$$

خط مماس موازی محور زمان

سک



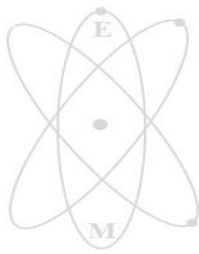
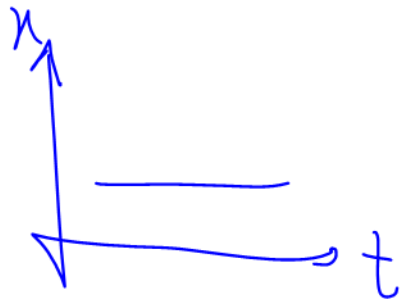
۱۲) به کمک نمودار مکان - زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است؟



آنها خود لرزان - زمان به سمت خط راست باشد

$$\left(v_{av} = v \text{ (در نقطه)} \right)$$

سرعت با سرعت ثابت



۱۳) شکل زیر نمودار مکان - زمان حرکت یک دوندۀ دوی نیمه استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می دهد. (الف) در کدام بازه زمانی دوندۀ سریعتر دویده است؟

(۰ - ۲۵۰ s)
 زیرا شیب نمودار مکان - زمان در این بازه
 بزرگتر است.

(ب) در کدام بازه زمانی دوندۀ ایستاده است؟

(۲۵۰ s - ۵۰۰ s)

(ج) سرعت دوندۀ را در بازه زمانی صفر تا ۲۵۰ s حساب کنید.

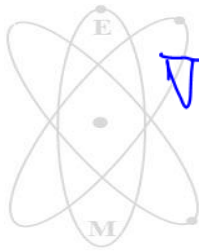
$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000 - 0}{250} = 4 \text{ m/s}$$

(د) سرعت دوندۀ را در بازه زمانی ۵۰۰ s تا ۱۰۰۰ s حساب کنید.

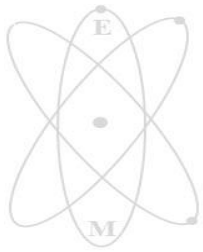
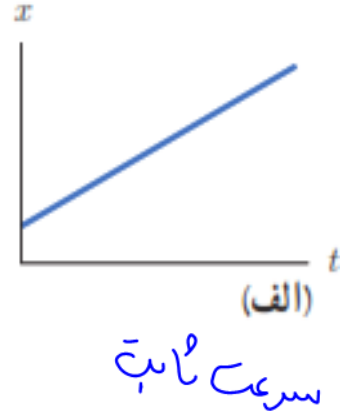
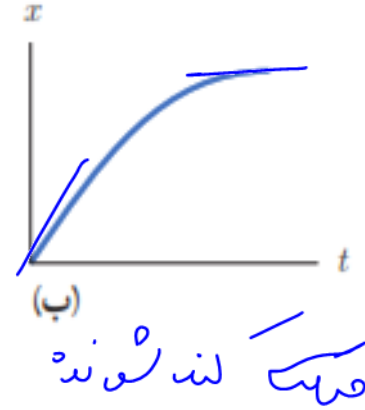
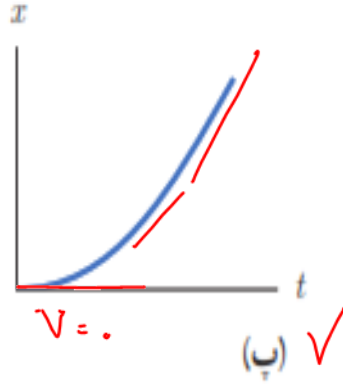
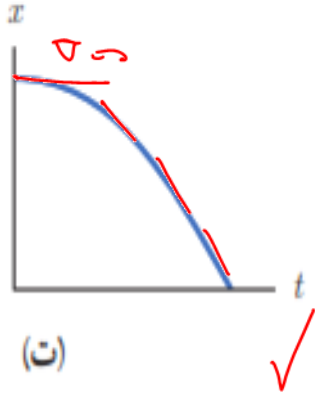
$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2500 - 1000}{1000 - 500} = \frac{1500}{500} = 3 \text{ m/s}$$

(ه) سرعت متوسط دوندۀ را در بازه زمانی صفر تا ۱۰۰۰ s حساب کنید.

$$V_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2500}{1000} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m/s}$$



14) توضیح دهید از نمودارهای مکان - زمان شکل زیر کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی آن افزوده شده است؟



تندی متوسط:

(نهایت)

$$S_{avg} = \frac{l \rightarrow (m)}{\Delta t \rightarrow (s)}$$

$$\downarrow$$

$$\frac{m}{s}$$

$$\frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3,6} \frac{m}{s}$$

$$\frac{m}{s} \xrightarrow{\times 3,6} \frac{km}{h}$$

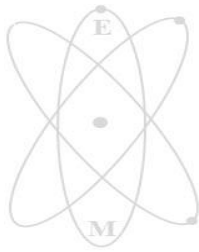
سوال: در چه صورت تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط با یکدیگر برابر هستند؟ تفاوت آنها را بیان کنید؟

① سرعت متوسط برداری و لرنشدرسکال نره ایل

② لرنشدر $\frac{l}{\Delta t}$ و لرنشدرسکال $\frac{\Delta x}{\Delta t}$

لرنشدر $l = 152$

لرنشدر حرکت برخفا راس و بدن تغییر جهت مرگ کند.



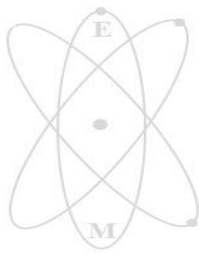
(۱۵) فاصله‌ی دو شهر ~~360~~ km است. اگر اتومبیلی در هنگام رفت با تندی متوسط 50 m/s و در هنگام برگشت با تندی متوسط 72 km/h این مسیر را طی کند، تندی متوسط آن در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{2d}{\frac{d}{v_1} + \frac{d}{v_2}} = \frac{2}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 20}{50 + 20} \approx 28 \text{ m/s}$$

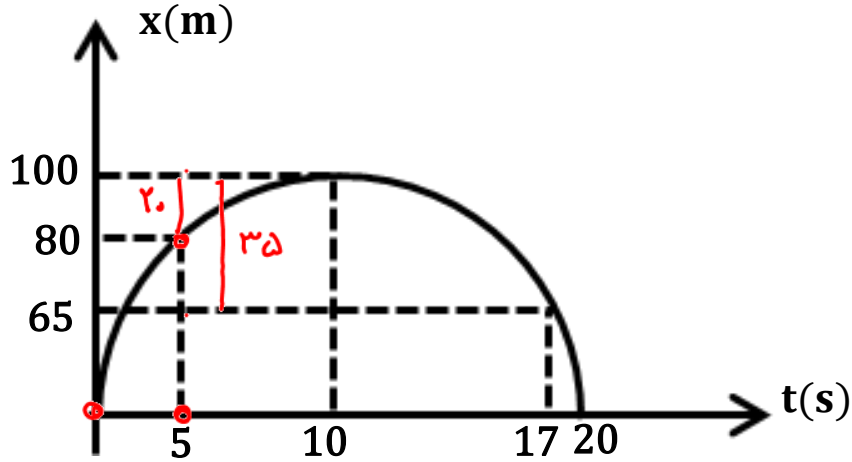
$\frac{\text{km}}{\text{h}}$

$$s = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow v_1 = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{d}{v_1}, \quad \Delta t = \frac{d}{v_2}$$

(۱۶) مسابقات جهانی شنای ۱۰۰ متر پروانه در استخرهایی به طول 50 m به صورت رفت و برگشت برگزار می‌شود. رکورددار این نوع شنا در حدود 50 s طول این مسیر را طی کرده است. تندی متوسط او چند متر بر ثانیه است؟

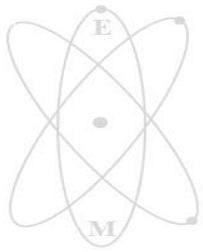
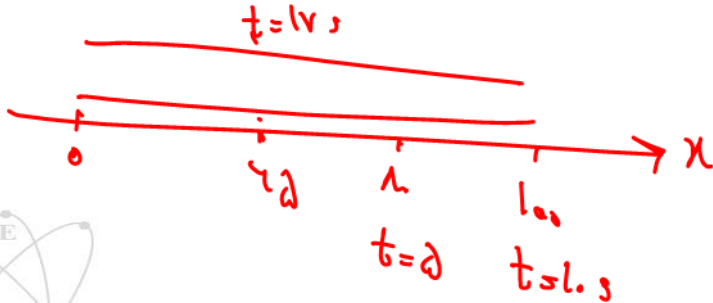


(۱۷) با توجه به نمودار مکان- زمان روبه‌رو، سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک را در بازه زمانی $t=5s$ تا $t=17s$ محاسبه نمایید.



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{65 - 80}{17 - 5} = \frac{-15}{12} = -\frac{5}{4} \text{ m/s}$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{25 + 35}{12} = \frac{60}{12} \text{ m/s}$$



۱۸) شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است. (الف) در کدام لحظه دوچرخه سوار بیشترین فاصله از مبدا را دارد؟

(ب) در کدام بازه‌های زمانی دوچرخه سوار در جهت محور X حرکت می‌کند؟

(ج) در کدام بازه زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور X حرکت کرده است؟

(د) در کدام بازه زمانی درچرخه سوار ساکن است؟

(ه) تندى متوسط و سرعت متوسط دوچرخه سوار را در بازه‌های زمانی زیر حساب کنید.

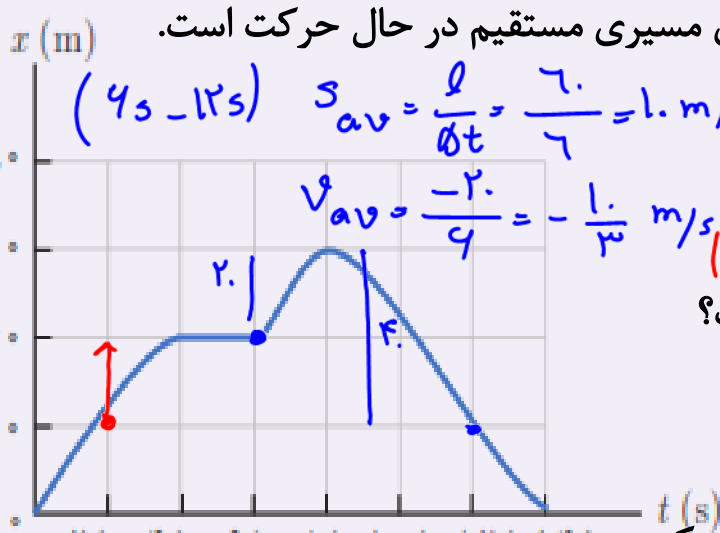
(0 - 2s):

(4s - 6s):

(2s - 5s):

(8s - 14s):

(0 - 14s):



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40 - 0}{4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{av} = 0 \quad (\Delta x = 0) \quad s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{70 + 70}{14} = \frac{140}{14} = 10 \text{ m/s}$$

حرکت با سرعت ثابت:

جهت حرکت تغییر نکند ۱)

اندازهٔ سرعت ثابت باشد ۲)

$$\nabla_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v$$

$$\frac{x_2 - x_0}{t_2 - t_0} = \frac{v}{1}$$

$$v_{av} = v(t)$$

$$x - x_0 = vt$$

سرعت متحرک

$$x = vt + x_0$$

موقعیتی که در آن حرکت می‌کند

$$v = 10 \text{ m/s}$$



مکان
 $t=0$
 $x=0$
 $t=1s$
 $x=10$
 $t=2s$
 $x=20$
 $t=3s$
 $x=30$

$$v = -10 \text{ m/s}$$



$t=3s$
 $x=30 \text{ m}$
 $t=2s$
 $x=20$
 $t=1s$
 $x=10$
 $t=0$
 $x=0 \text{ m}$

(۱) معادله‌ی حرکت جسمی بر روی خط راست در SI به صورت $x = 2t - 5$ می‌باشد.
 الف) نوع حرکت و جهت حرکت متحرک را تعیین کنید؟ **حرکت با سرعت ثابت.**

$$v = 2 \text{ m/s} \rightarrow +x$$

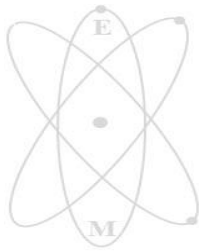
ب) جابه‌جایی متحرک را در بازه‌ی زمانی ۰ تا 2s چند متر است؟

$$\Delta x = v t = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$$

ج) سرعت متحرک در لحظه‌ی $t = 2\text{s}$ چند برابر سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی ۰ تا 2s است؟ **۱ برابر**
زیرا سرعت با سرعت متوسط برابر است.

د) متحرک در چه لحظه‌ای از مبدأ مکان عبور کرده است؟
 $x = 0$

$$x = 2t - 5 = 0 \rightarrow t = \frac{5}{2} \text{ s}$$



۲) ذره‌ای با سرعت ثابت روی محور X ها به حرکت در می‌آید و پس از 2s به نقطه‌ی 0 (مبدا مکان) می‌رسد و ۲ ثانیه‌ی بعد به نقطه‌ی $x = -6m$ می‌رسد. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

معمولاً

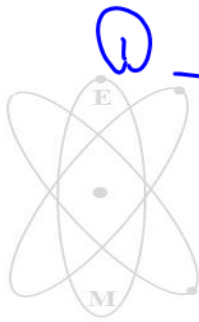
$$x = vt + x_0$$

$$x = -3t + 4$$

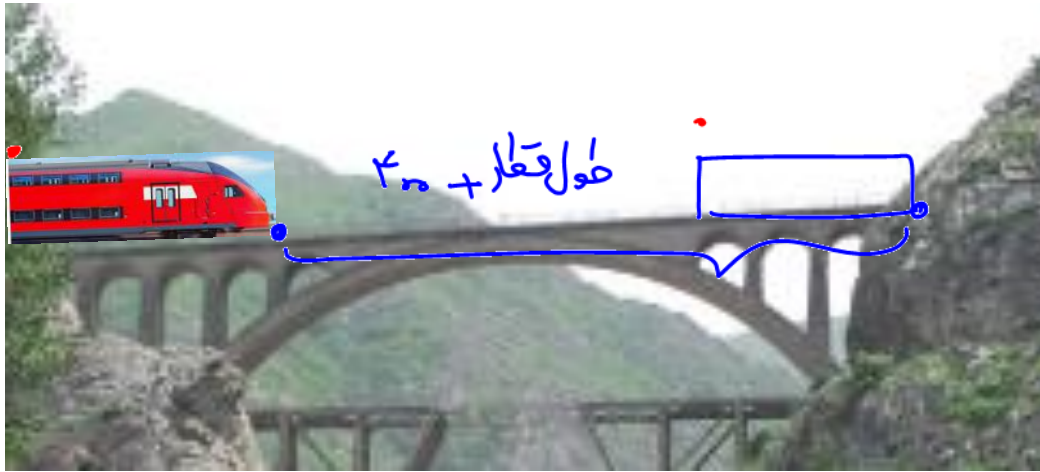
$$\begin{cases} t = 2s & x = 0 \quad \checkmark \quad (1) \\ t = 4s & x = -6m \quad \checkmark \end{cases}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6}{4-2} = \frac{-6}{2} = -3 \text{ m/s}$$

① $\rightarrow 0 = -3 \times 2 + x_0 \rightarrow x_0 = +6m$

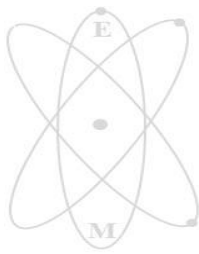


۳) قطاری از روی پلی به طول ۴۰۰ متر می‌گذرد. اگر سرعت آن ثابت و ۳۰ متر بر ثانیه باشد و ۲۰ ثانیه طول بکشد تا از پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟



$$\Delta x = vt \rightarrow L_{\text{train}} + L = \cancel{L_{\text{train}}} \times t$$

$$L = L_{\text{train}}$$



۴) دو اتومبیل در یک جاده و در یک جهت در حرکت‌اند و مبدا حرکت آنها یکی است. سرعت اتومبیل اول 50km/h و سرعت اتومبیل دوم 60km/h است ولی اتومبیل دوم یک ساعت دیرتر از اتومبیل اول به حرکت درآمده است، چند ساعت لازم است تا اتومبیل دوم به اتومبیل اول برسد؟

$$\Delta x_{\text{دومی}} = \Delta x_{\text{اولی}}$$

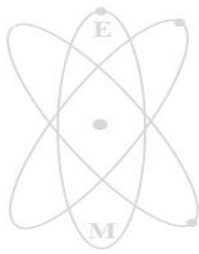
$$t_2 = t_1 - 1 = 4 - 1 = 3\text{h}$$

$$V_1(t_1) = V_2 t_2$$

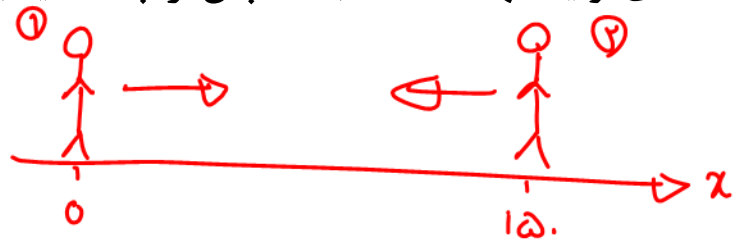
$$50 \cdot t_1 = 60 \cdot (t_1 - 1)$$

$$50 \cdot t_1 = 60 \cdot t_1 - 60$$

$$10 \cdot t_1 = 60 \rightarrow t_1 = 6\text{h}$$



۵) دو پسر بچه با سرعت‌های 5m/s و 7m/s به طرف یکدیگر می‌دوند. اگر فاصله‌ی اولیه آنها 150m باشد، پس از چند ثانیه به هم می‌رسند؟



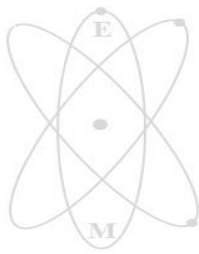
$$x = vt + x_0 \quad \begin{cases} x_1 = vt \\ x_2 = -5t + 150 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{شرایط برخورد} \\ x_1 = x_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} vt = -5t + 150 \\ 12t = 150 \rightarrow t = \frac{150}{12} = 12.5 \text{ s} \end{array}$$

۶) اگر زمان رفت و برگشت یک تپ الکترومغناطیسی 0.24s باشد، فاصله ماهواره از ایستگاه زمینی تقریباً چقدر است؟

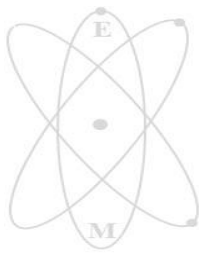
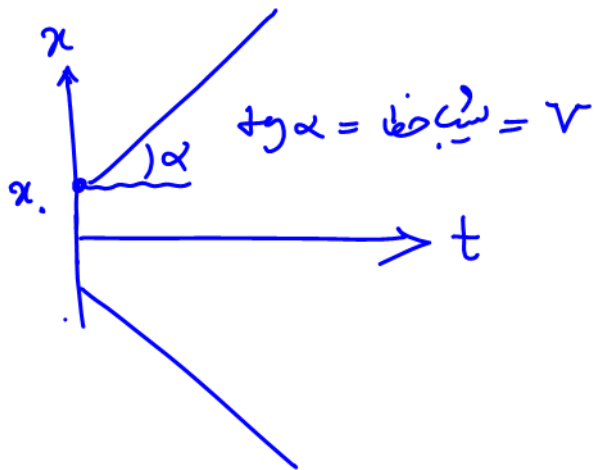
$$v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\Delta t_{\text{رفت}} = \frac{\Delta r}{v} = 1.2 \text{ s}$$

$$l = vt = 3 \times 10^8 \times 1.2 = 3.6 \times 10^8 \text{ m}$$

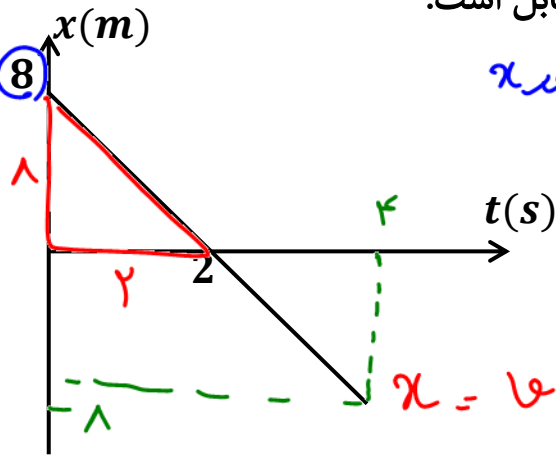


نکته: نمودار مکان- زمان حرکت یکنواخت بر روی خط راست: $(x = Vt + x_0)$



۷) نمودار مکان- زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، به صورت شکل مقابل است.
 الف) نوع حرکت و جهت حرکت متحرک را تعیین کنید. *سرعت ثابت. خلاف محور x*

8



$$x = vt + x_0$$

$$x = -4t + 8$$

$$x = vt + x_0$$

$$x = -4(4) + 8 = -8 \text{ m}$$

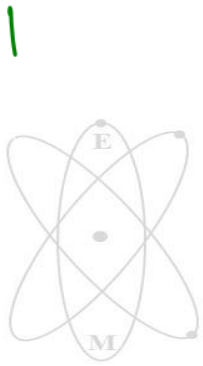
ب) معادله ی حرکت (مکان- زمان) آن را بیابید؟

ج) در لحظه ی $t=4\text{s}$ متحرک در چند متری مبدا قرار دارد؟

$$x = ?$$

د) جابه جایی متحرک را در بازه 3s تا 7s تعیین کنید.

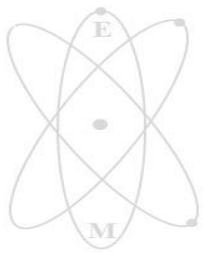
$$\Delta x_s - \Delta x_s = -14 \text{ m}$$



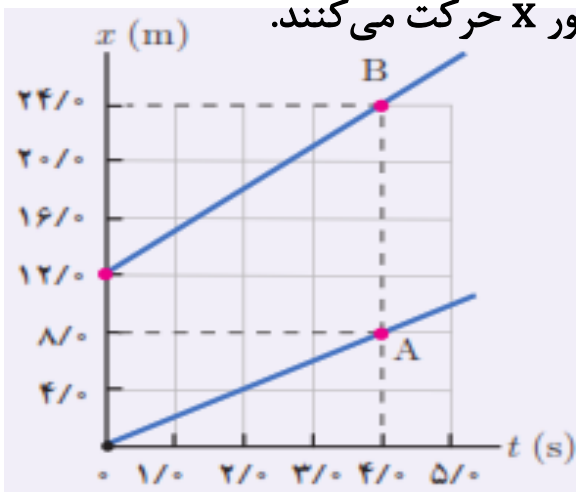
۸) جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظه $t_1=5s$ در مکان $x_1=6m$ و در لحظه $t_2=2s$ در مکان $x_2=36m$ باشد:
الف) معادله مکان - زمان جسم را بنویسید.

ب) در لحظه‌ی $t=30s$ در چه مکانی خواهد بود؟

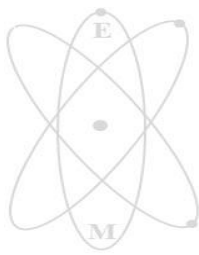
ج) نمودار مکان - زمان جسم را رسم کنید.



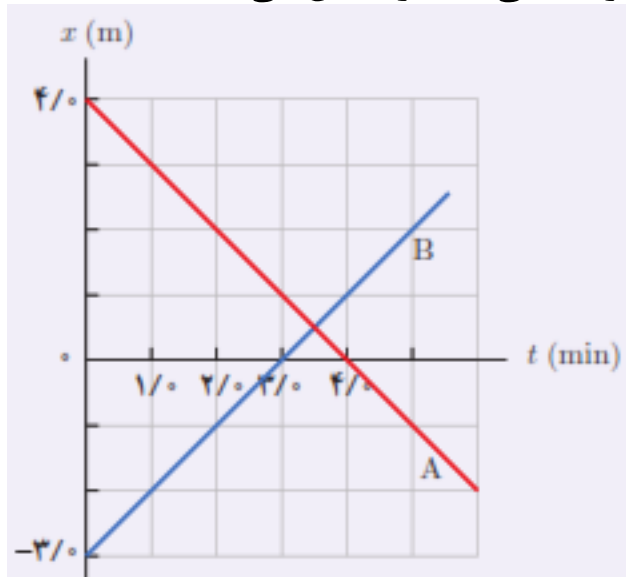
۹) شکل مقابل نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور X حرکت می‌کنند.
الف) معادله مکان - زمان آنها را بنویسید.



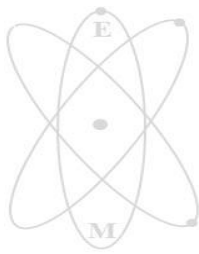
ب) در چه لحظه‌ای فاصله دو متحرک از یکدیگر 20m خواهد شد؟



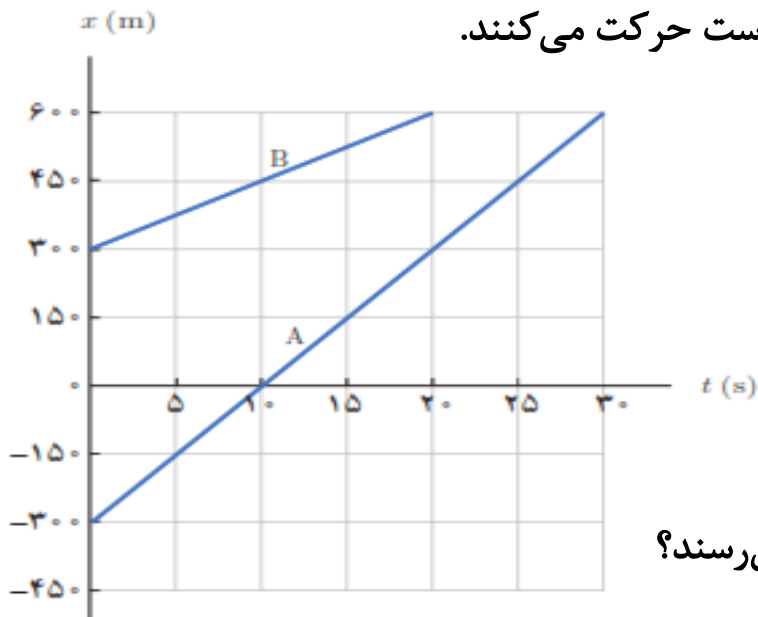
۱۰) شکل مقابل نمودار مکان - زمان دو کفش دوزک A و B را که در راستای محور X حرکت می کنند را نشان می دهد.
 الف) زمان و مکان همرسی کفش دوزک ها را پیدا کنید.



ب) در چه لحظاتی فاصله دو کفش دوزک از یکدیگر برابر 3m می شود؟



۱۱) شکل زیر نمودار مکان - زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کنند.
الف) معادله حرکت هر یک از آنها را بنویسید.



ب) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه زمان و مکانی به هم می‌رسند؟

