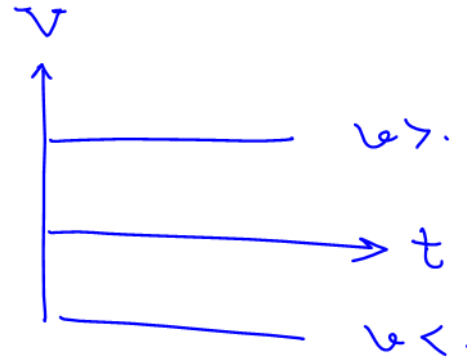


حرکت شناسی

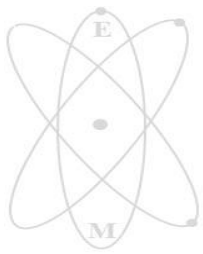
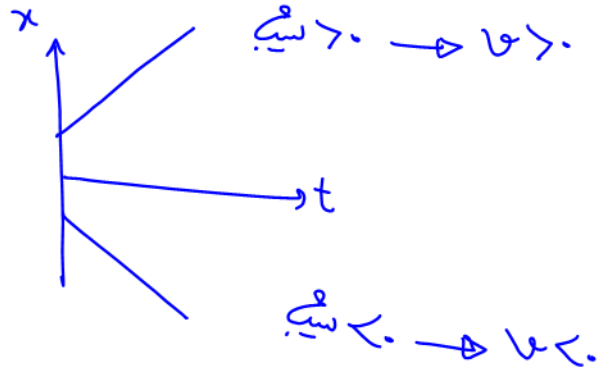


نکته: نمودار سرعت- زمان در حرکت یکنواخت بر روی خط راست:



$$x = v t + x_0 \quad (1) \quad v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$\downarrow$ مکان اولیه
 سرعت



۱۲) شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X حرکت می‌کند.
الف) جابه‌جایی و مسافت پیموده شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟



$$\Delta x = 0 - 5 = -5 \text{ m}$$

$$l = 5 + 10 = 15 \text{ m}$$

ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی صفر تا 4s و 4s تا 8s و 8s تا 10s و همچنین در کل زمان حرکت به دست آورید.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{5}{4} = 1.25 \text{ m/s}$$

$$v_{av} = \frac{-10}{2} = -5 \text{ m/s}$$

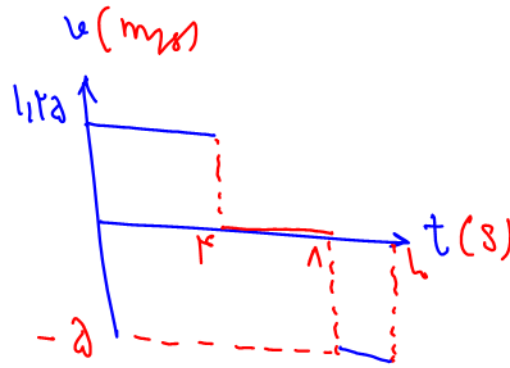
$$v_{av} = 0$$

ج) معادله حرکت متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی صفر تا 4s و 4s تا 8s و 8s تا 10s بنویسید.

$$(0 - 4 \text{ s}): x = 1.25t + 5$$

$$(4 - 8 \text{ s}): x = 15$$

$$(8 - 12 \text{ s}): x = -5t + 15$$

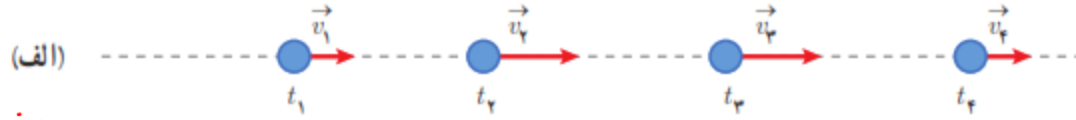


د) نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم کنید.

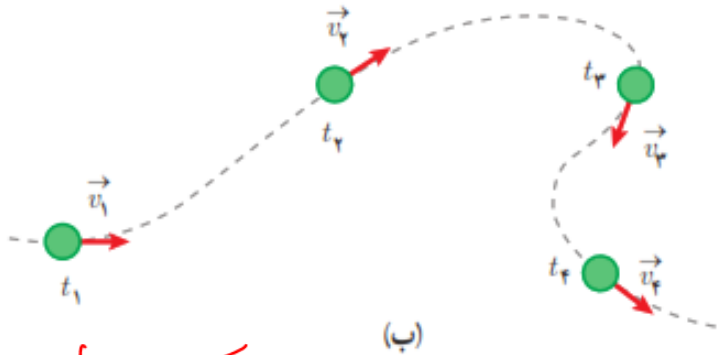


حرکت شتابدار:

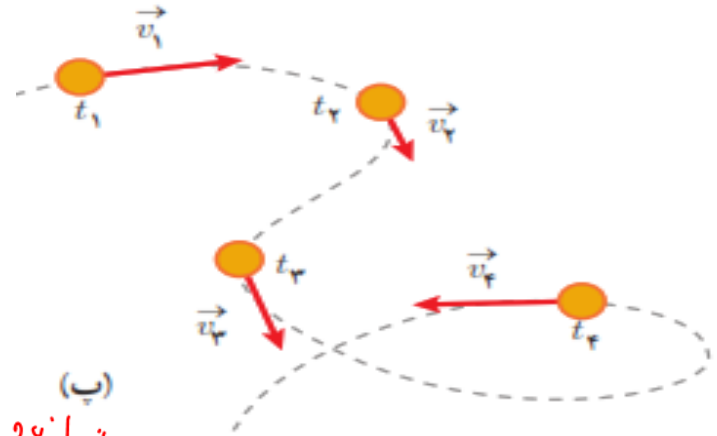
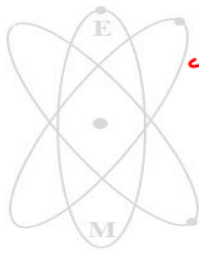
نکته: بردار سرعت همواره بر مسیر حرکت عمود است.



مسیر بهار → اندازه سرعت در حال تغییر



مسیر بهار → جهت حرکت در حال تغییر



(پ) اندازه و جهت سرعت

مسیر بهار → در حال تغییر

نکته:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \frac{\frac{m}{s}}{\frac{s}{1}} \rightarrow \frac{m}{s^2}$$

$$\frac{m}{s^2}$$

شتاب متوسط (a_{av}):
 نسبت برداری - Δv هم جهت
 الزاماً

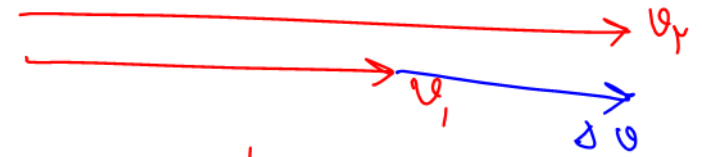
$$\Delta v = v_2 - v_1$$

آفر v_1 به آفر v_2

۱. سرعت متحرکی که در حال حرکت روی خط راست است در لحظه‌های $t_1=1s$ و $t_2=3s$ به ترتیب برابر $V_1=5m/s$ و $V_2=9m/s$ بوده است. شتاب متوسط این متحرک در این مدت چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9 - 5}{3 - 1} = 2 m/s^2$$

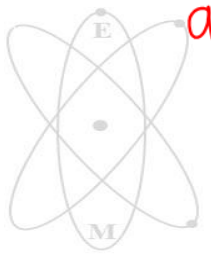
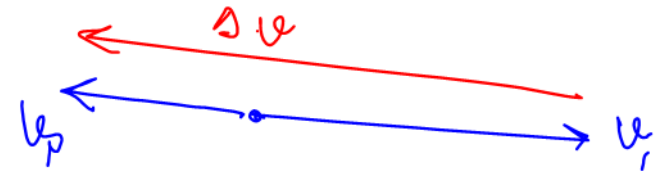
- ۲



۲. متحرکی با سرعت $10m/s$ در جهت مثبت محور X ها در حرکت است. اگر پس از $8s$ سرعت آن به $6m/s$ در خلاف جهت محور X ها برسد، شتاب متوسط در این بازه‌ی زمانی را بیابید؟

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-6 - 10}{8} = -2 m/s^2$$

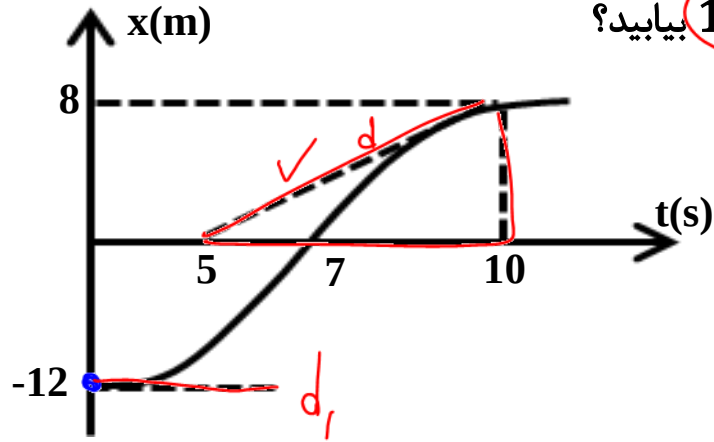
۱



۳. معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به صورت $V = t^2 + 4$ است. شتاب متوسط آن در بازه‌ی زمانی ۴ تا ۶ ثانیه چند متر بر مربع ثانیه است؟

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(4) - v(2)}{4 - 2} = \frac{40 - 20}{2} = 10 \text{ m/s}^2$$

۴. در شکل روبه‌رو سرعت متوسط و شتاب متوسط را در بازه‌ی زمانی صفر تا ۱۰s بیابید؟

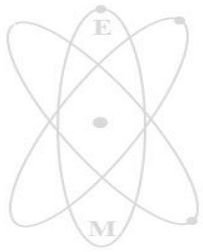


$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8 - (-12)}{10} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$$

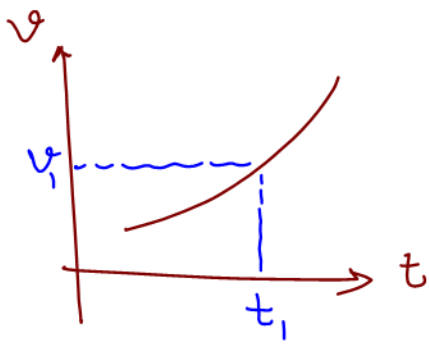
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(10) - v(0)}{10 - 0} = \frac{10 - 0}{10} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$v(10) = d_{\text{میانگین}} = \frac{1}{2} \text{ m/s}$$

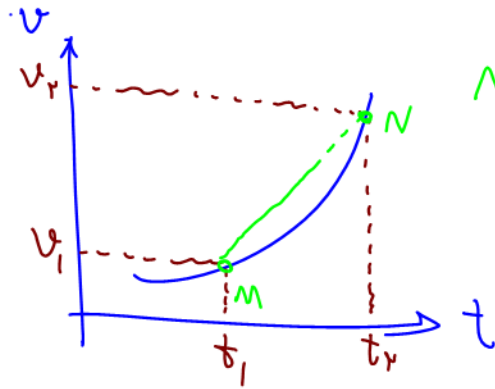
$$v(0) = d_1 \sim \sim \sim 0$$



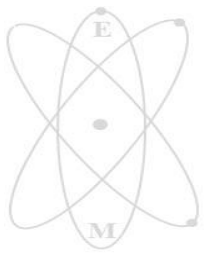
نمودار سرعت - زمان:

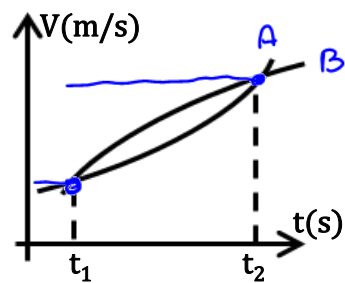


تعبیر هندسی شتاب متوسط:



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

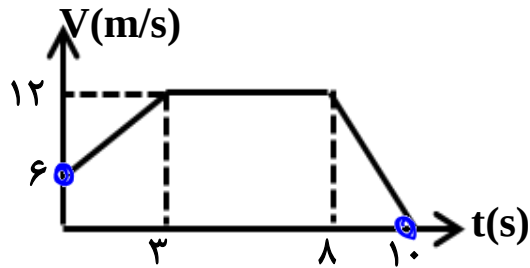




۵. شکل مقابل نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B می باشد. شتاب متوسط در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_2 کدام متحرک بیشتر است؟

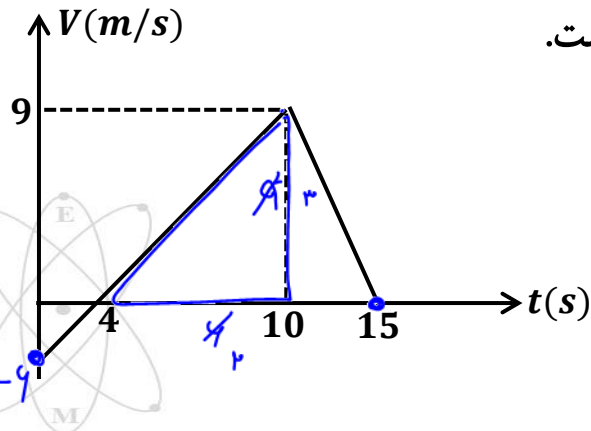
حون در لحظات t_1 و t_2 سرعت هر دو متحرک

سین است پس $a_{av_A} = a_{av_B} \quad (t_1 - t_2)$



۶. با توجه به نمودار روبه‌رو شتاب متوسط در مدت 10s چقدر است؟

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0 - 6}{10} = -0.6 \text{ m/s}^2$$



۷. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. شتاب متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی $t=0$ تا $t=15s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0 - (-6)}{15} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ m/s}^2$$

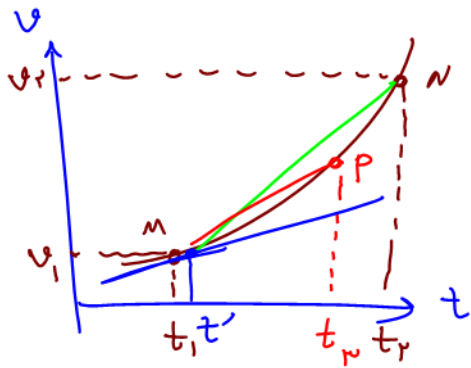
شتاب لحظه‌ای:

شیب خط مماس بر نمودار v در هر لحظه

$$MN^{\circ} = a_{av} (t_1 - t_2)$$

$$MP^{\circ} = \dots (t_1 - t_2)$$

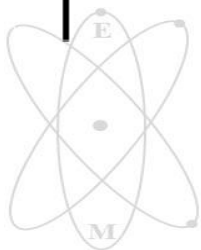
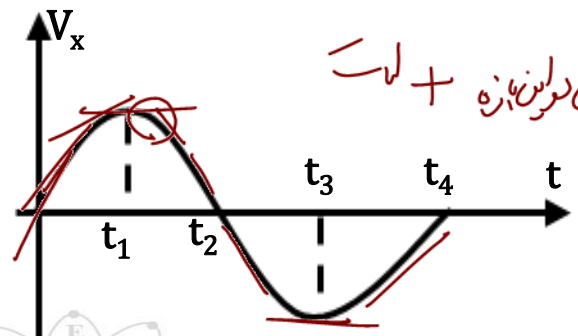
شیب مرکب در لحظه t_1 = شیب خط مماس



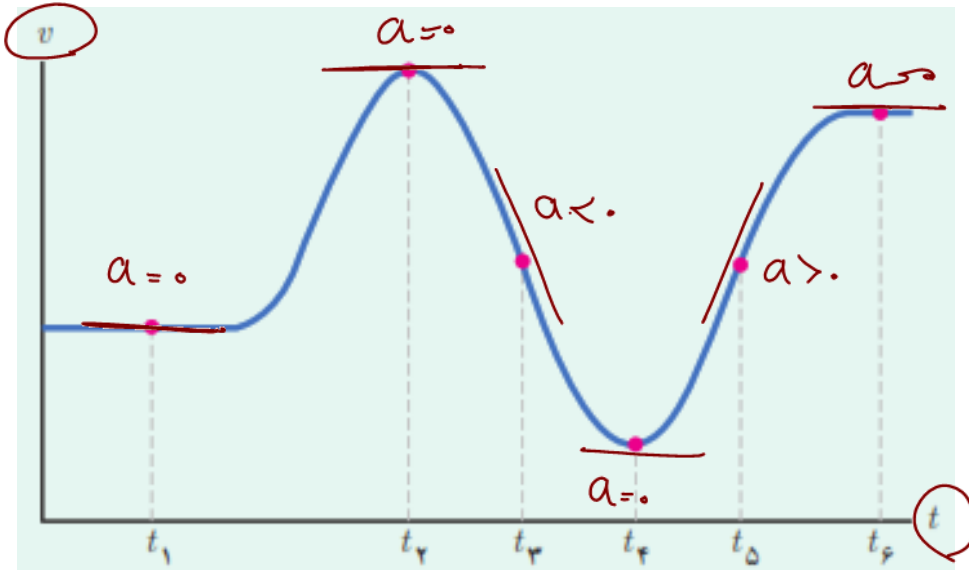
۸. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. در هر کدام از بازه‌های زمانی بردار شتاب متحرک در چه جهتی است؟

برای علامت شتاب خط مماس بر نمودار v در هر بازه + یا -

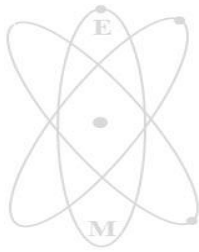
بازه زمانی	علامت شتاب
صفر تا t_1	+
t_2 تا t_1	-
t_3 تا t_2	-
t_4 تا t_3	+



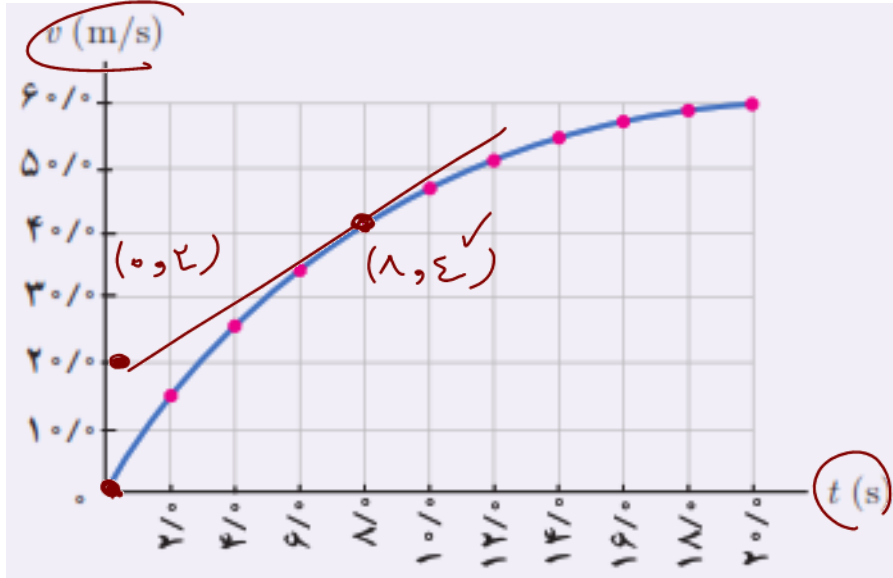
(۱) شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان دوچرخه سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور X در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه سوار را در هر یک از لحظات مشخص شده تعیین کنید؟



* شتاب کمتر = شیب کمتر در $v-t$



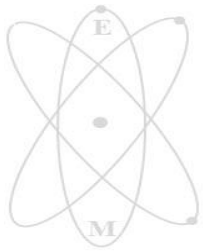
۲) نمودار سرعت - زمان خودرویی که در راستای محور X حرکت می کند مطابق شکل مقابل است.
 الف) شتاب متوسط خودرو در بازه زمانی صفر تا 20s چقدر است؟



$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{50 - 0}{8 - 0} = 6.25 \text{ m/s}^2$$

ب) شتاب خودرو در لحظه $t=8s$ چقدر است؟

$$a(8) = \frac{dv}{dt} \bigg|_{t=8} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{50 - 20}{8 - 0} = 3.75 \text{ m/s}^2$$



۳) نمودار سرعت - زمان خودرویی مطابق شکل مقابل است.
الف) شتاب متوسط خودرو در بازه زمانی صفر تا 14s چقدر است؟

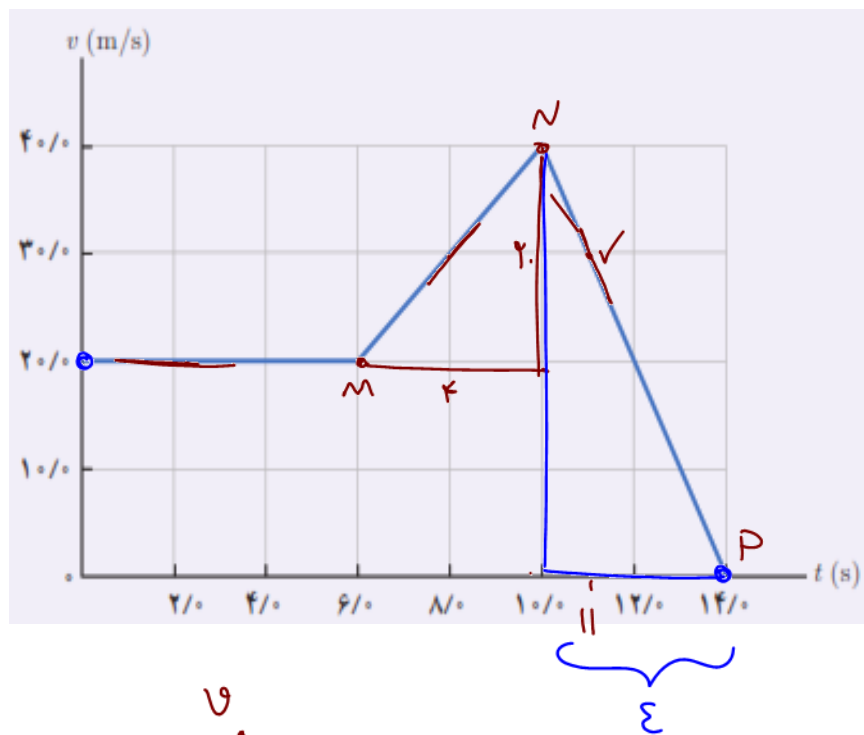
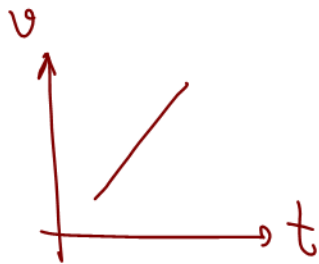
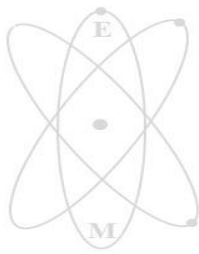
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 20}{14} = -\frac{20}{14} = -\frac{10}{7} \text{ m/s}^2$$

ب) شتاب خودرو در لحظات t=2s و t=8s و t=11s چقدر است؟

$$a = 0$$

$$a(I) = \text{شیب خط } MN = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$a(II) = \text{شیب خط } NP = \frac{-20}{4} = -5 \text{ m/s}^2$$



نکات نمودار سرعت - زمان

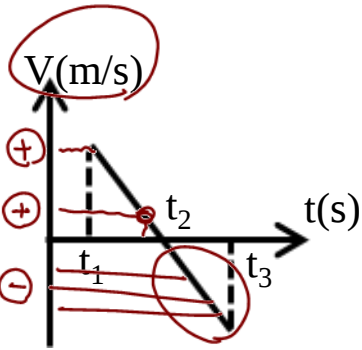
نکته ۱:

$$(t_1 - t_2) : v > 0 \rightarrow \text{جهت مثبت : } +x$$

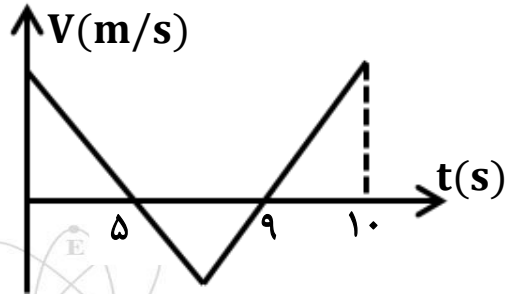
نمودار سرعت - زمان بالای محور زمان است

$$(t_2 - t_3) : v < 0 \rightarrow \text{جهت منفی : } -x$$

نمودار سرعت - زمان پایین محور زمان است



۱) نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر به مدت t_1 در جهت مثبت محور x ها و به مدت t_2 در جهت منفی محور x ها باشد. $\frac{t_1}{t_2}$ را بیابید؟



$$t_1 : (0-5) \rightarrow t_1 = 5s$$

$$t_2 : (5-9) \rightarrow t_2 = 4s$$

$$\frac{5}{4}$$

نکته ۲:

تغییر جهت حرکت: t_2

$$v = 0$$

عدس است قبل و بعد از آن
عوض می شود.

(قطع کردن محور زمان)

توقف: t_1

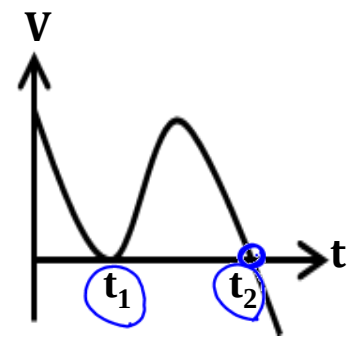
(سخت = ۰)

(عدس است قبل و بعد از آن
عوض می شود)

(مماس بر محور زمان)

$$v > 0 : +x$$

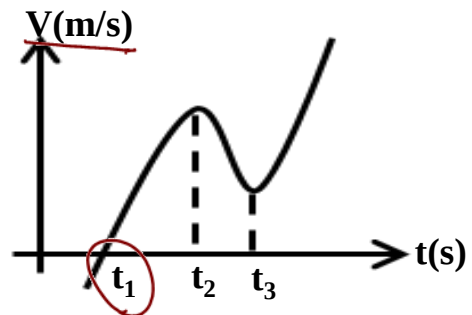
$$v < 0 : -x$$



۲) شکل مقابل نمودار سرعت- زمان متحرک در مسیر مستقیم است.

t_1

در کدام لحظه جهت حرکت متحرک عوض می شود؟

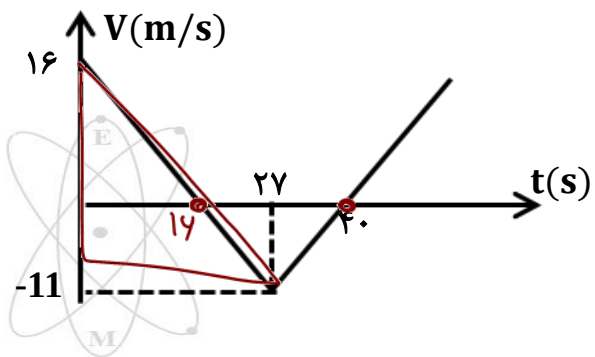


۳) نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل است.

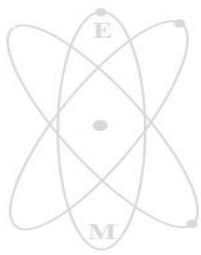
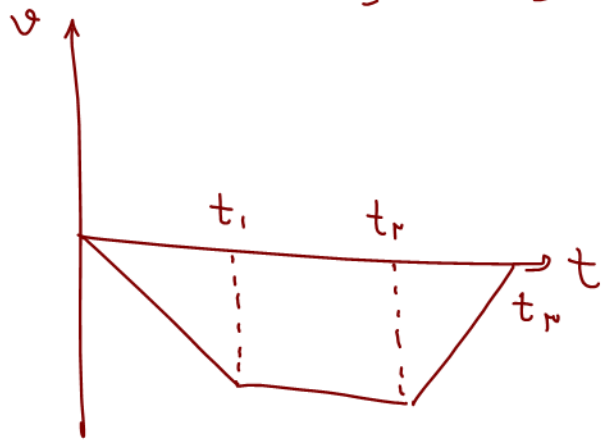
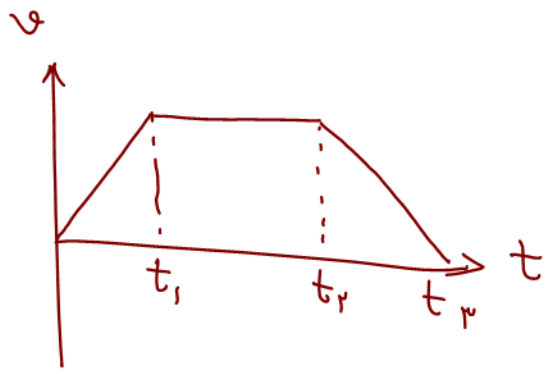
در چه لحظاتی متحرک جهت حرکت خود را تغییر داده است؟

$$t = 4 \text{ s}$$

$$t = 14 \text{ s}$$



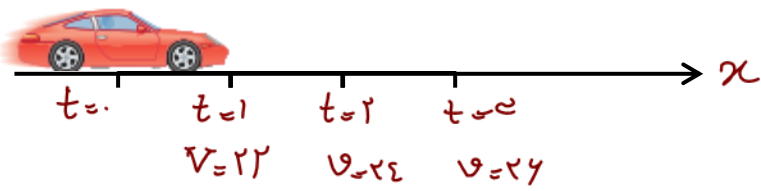
- نوع حرکت
- $\xrightarrow{v-t}$ می‌تواند محور زمان باشد : اندازه و جهت سرعت را بیان می‌کند : سرعت قاعده
 - $\xrightarrow{v-t}$ لزج محور زمان قاعده مسیر : اندازه و جهت در حال افزایش : تند شوونده
 - $\xrightarrow{v-t}$ به محور زمان ترسیمی : : کند شوونده



مفهوم حرکت تندشونده و کندشونده:

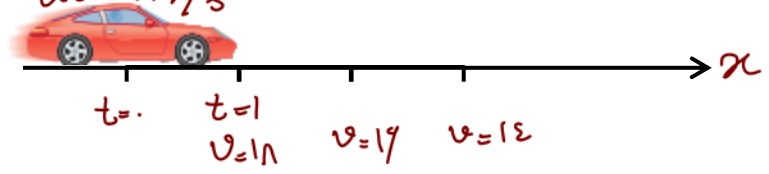
$$a = +2 \text{ m/s}^2$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$



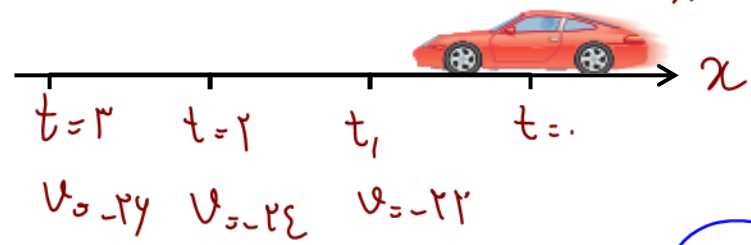
$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$a = -2 \text{ m/s}^2$$



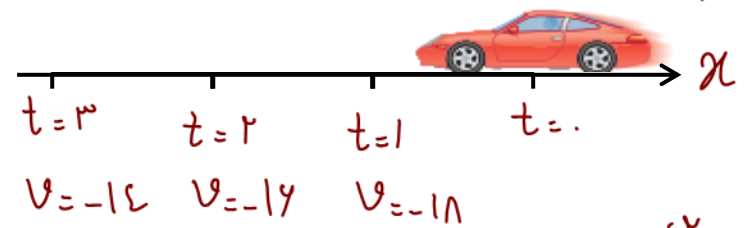
$$a = -2 \text{ m/s}^2$$

$$v = -2 \text{ m/s}$$



$$a = +2 \text{ m/s}^2$$

$$v = -2 \text{ m/s}$$

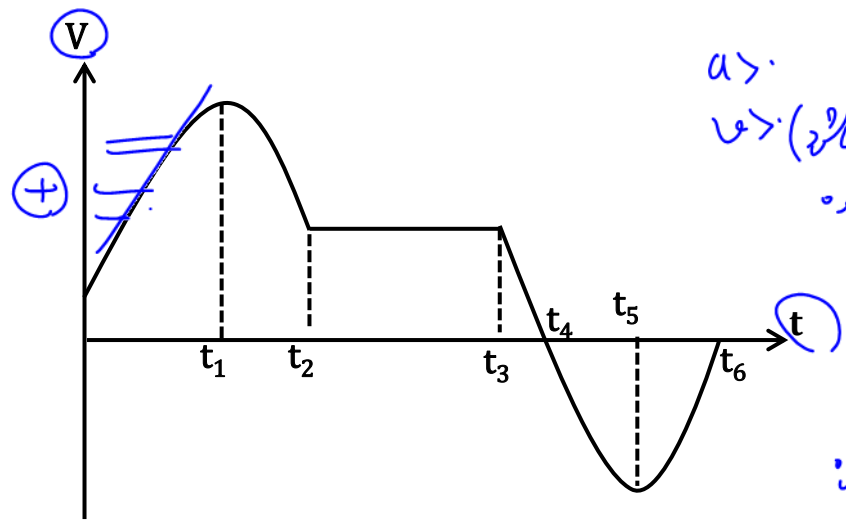


در حرکت تندشونده a و v هم علامت دارند
 در حرکت کندشونده a و v علامت مخالف دارند

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow +2 = \frac{v(1) - v(0)}{1 - 0}$$

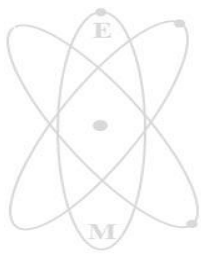


۴) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند ، مطابق شکل مقابل است. در بازه های زمانی تعیین شده جهت حرکت و نوع حرکت متحرک را تعیین کنید.

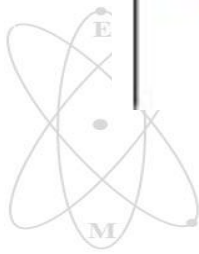
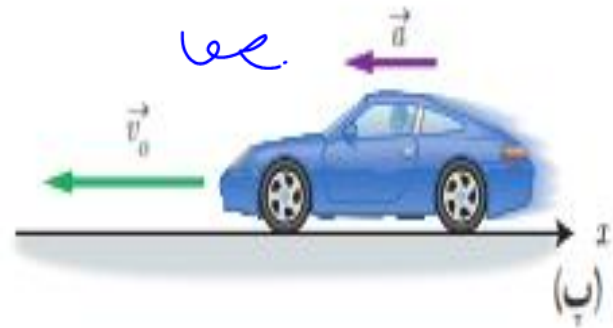
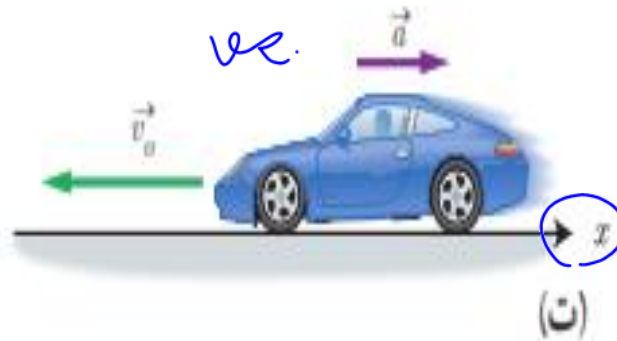
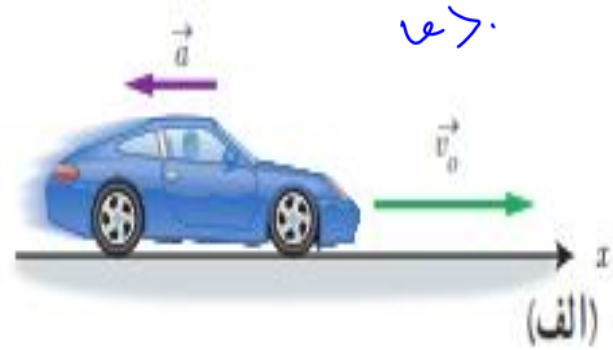
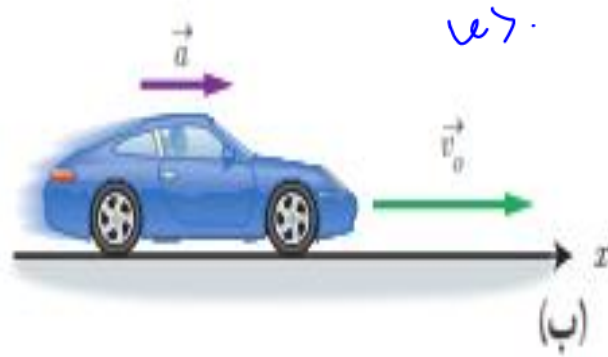
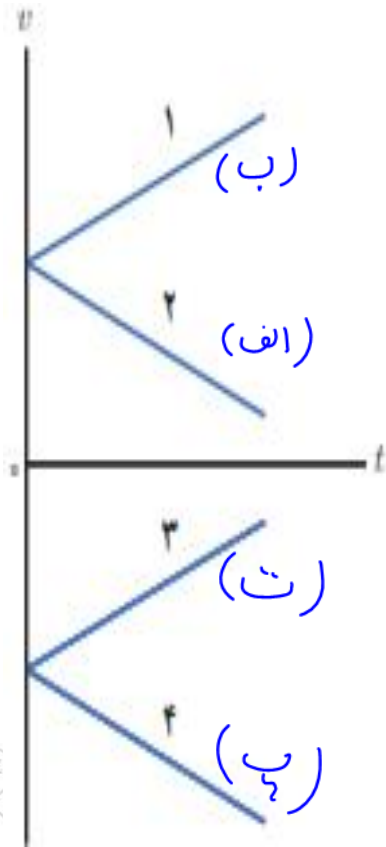


$a > 0$
 تند شونده (چون از محور زمان دور می شود) > 0
 ابتدا تند شونده پس کند شونده
 سرعت ثابت
 کند شونده
 ابتدا کند شونده پس تند شونده
 ابتدا تند شونده تا کند شونده

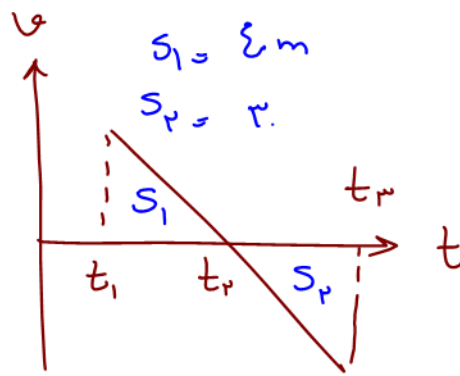
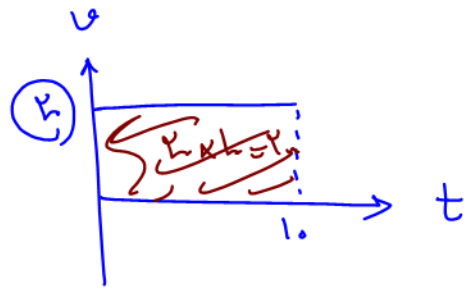
بازه زمانی	جهت حرکت	نوع حرکت
$0 - t_1$	$(v > 0) + a$	تند شونده (چون از محور زمان دور می شود) > 0
$0 - t_2$	$(v > 0) + a$	ابتدا تند شونده پس کند شونده
$t_2 - t_3$	$(v > 0) + a$	سرعت ثابت
$t_3 - t_4$	$+ a$	کند شونده
$t_3 - t_5$	ابتدا $+ a$ پس $- a$	ابتدا کند شونده پس تند شونده
$t_4 - t_6$	$(v < 0) - a$	ابتدا تند شونده تا کند شونده



۵) حرکت هر یک از خودروها توسط کدام نمودار توصیف می‌شود؟



نکته ۵: (مساحت زیر نمودار سرعت - زمان)

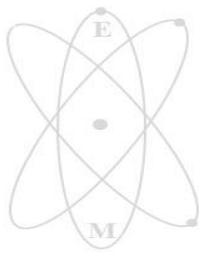
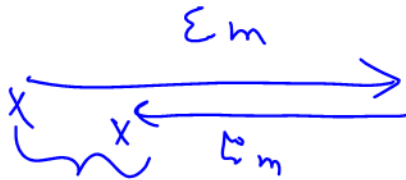
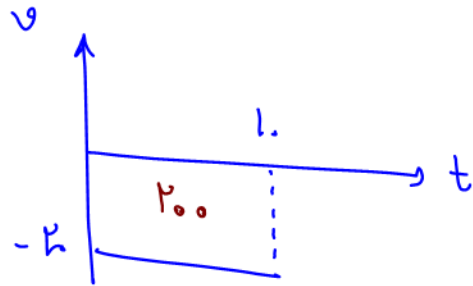


$$\Delta x = S_1 - S_2$$

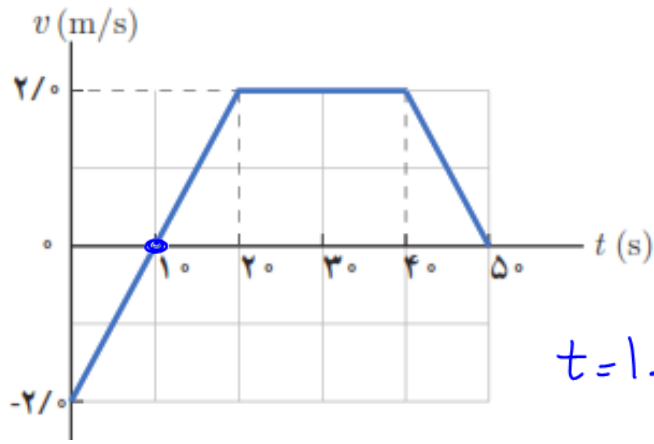
$$l = S_1 + S_2$$

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

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$



۶) نمودار سرعت زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است.
الف) جهت حرکت متحرک را در هر بازه زمانی تعیین کنید.



$(0-1.5): -x$

$(1.5-5.0): +x$

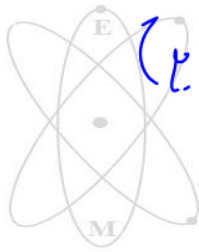
ب) متحرک چند بار و در چه لحظاتی تغییر جهت داده است؟
فقط یکبار در $t=1.5$

گذشتن: $(0-1.5)$

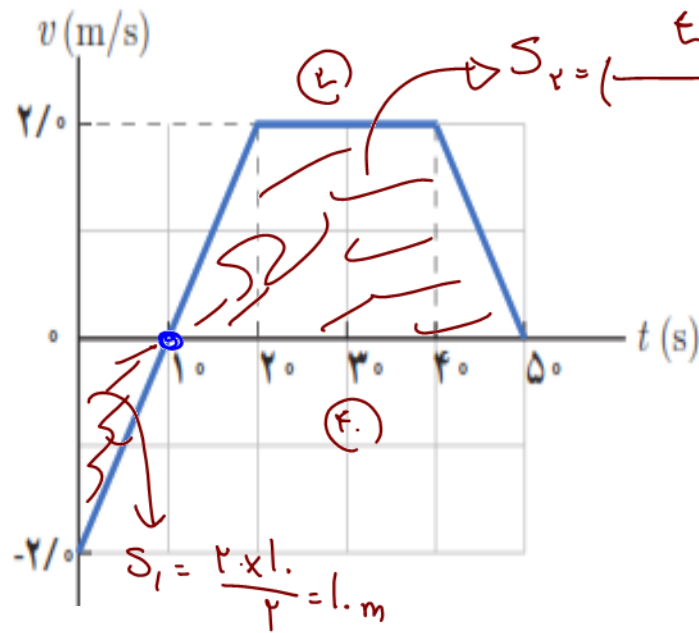
ج) نوع حرکت متحرک را در هر بازه زمانی تعیین کنید.
گذشتن: $(0-1.5)$

تند شو: $(1.5-2.0)$

توقف: $(2.0-5.0)$



(د) جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک را تعیین کنید.



$$\Delta x = -1 + 4 = 3 \text{ m}$$

$$l = 1 + 4 = 5 \text{ m}$$

(ه) سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک را در کل حرکت تعیین کنید.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3}{3} = 1 \text{ m/s}$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{5}{3} = \frac{5}{3} = 1.67 \text{ m/s}$$

و اگر متحرک در لحظه $t=0$ از مکان $x=-4\text{m}$ عبور کرده باشد، مسیر حرکت متحرک را تعیین کنید.

