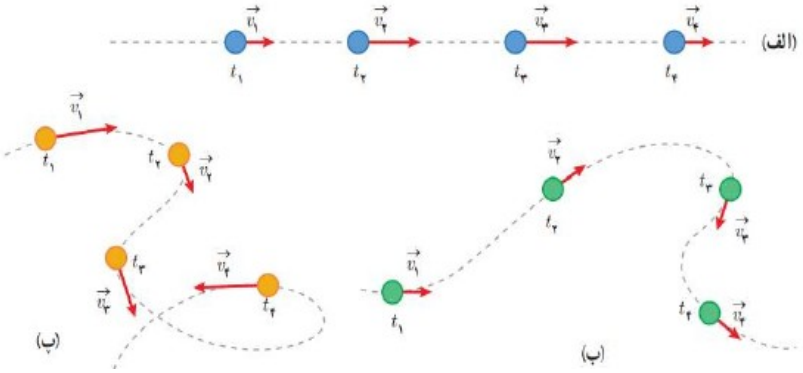
# شتاب متوسط ـ شتاب لحظه‌ای و حرکت با شتاب ثابت

تهیه و تنظیم: ژیلا رضایی - دبیر فیزیک شهرستان رودبار

۱- هر گاه سرعت جسم تغییر کند, حرکت آن شتاب دار است.

۲- چون سرعت کمیت برداری است، تغییرات اندازه سرعت و یا تغییر جهت سرعت و یا هر دو با هم می‌تواند باعث ایجاد شتاب شود.




در شکل( الف) , شتاب از تغییرات اندازه سرعت بوجود آمده و جهت سرعت ثابت است. در شکل ( ب) اندازه سرعت ثابت بوده اما جهت سرعت تغییر کرده و حرکت شتابدار می باشد. در شکل( پ) هم اندازه و هم جهت سرعت متغیر است و باعث ایجاد شتاب شده است.

( در هر نقطه از مسیر , بردار سرعت بر مسیر مماس می باشد.)

۳ - اگر در بازه زمانی $\Delta t$ تغییرات سرعت برابر با $\Delta v$ باشد, شتاب متوسط در این بازه زمانی برابر است با :

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

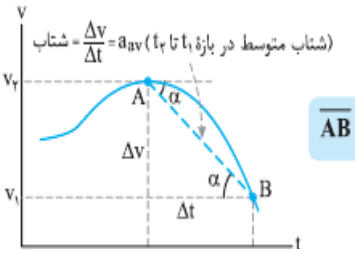
۴- بردار شتاب متوسط با بردار تغییرات سرعت هم جهت می باشد.

۵ - اگر متحرک در یک خط راست حرکت کند , شتاب متوسط برابر است با:

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

( علامت جبری سرعت را که نشان دهنده جهت آن‌ها است را باید در نظر بگیریم.)

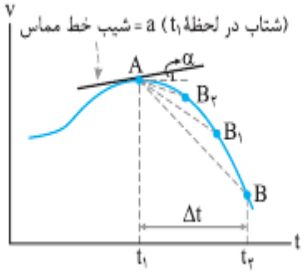
۶ - در نمودار سرعت - زمان , شتاب متوسط بین دو لحظه برابر با شیب خطی است که نمودار سرعت - زمان را در آن دو لحظه قطع می کند.




$$\text{شیب خط واصل } \overline{AB} = \tan\alpha = a_{av}$$

( در شکل مقابل چون شیب نمودار در بازه زمانی تعیین شده منفی است, شتاب متوسط در این بازه هم منفی است.

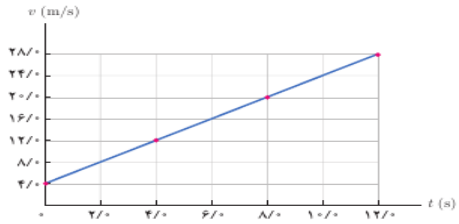
۷ - اگر $\Delta t$ به سمت صفر میل کند , خط واصل دو نقطه به خط مماس تبدیل می‌شود در این حالت شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه با شتاب متحرک در آن لحظه برابر خواهد بود.



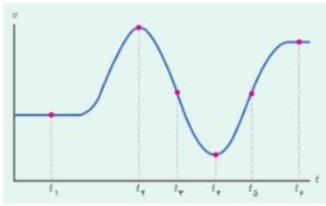

$$\text{شیب خط مماس} = \tan\alpha = a$$

( در شکل مقابل شیب خط مماس بر نمودار در لحظه $t_1$ مثبت است و در نتیجه شتاب متحرک در این لحظه نیز مثبت خواهد شد.

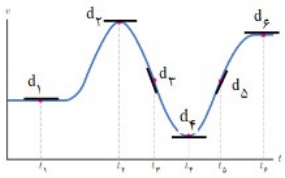
۹ ـ اگر شکل نمودار سرعت - زمان یک خط راست شیب دار باشد , چون شیب یک خط راست همیشه ثابت است شتاب متوسط در هر بازه زمانی با شتاب متحرک در هر لحظه برابر خواهد بود و می‌گوییم شتاب ثابت است.



**پرسش ۱ـ۶**



شکل روبه‌رو نمودار سرعت ـ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور $x$ در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه‌سوار را در هر یک از لحظه‌های $t_1$، $t_2$، ... و $t_6$ تعیین کنید.



شیب $d_3$ در لحظه $t_3$ در نمودار V-t منفی است در نتیجه شتاب منفی است.

شیب $d_5$ در لحظه $t_5$ در نمودار V-t مثبت است در نتیجه شتاب مثبت است.

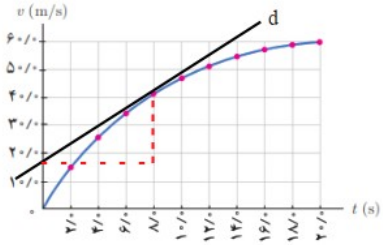
شیب $d_1$، $d_2$، $d_4$ و $d_6$ در لحظه های $t_1$، $t_2$، $t_4$ و $t_6$ در نمودار V-t ، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.

**تمرین ۱ـ۴**

نمودار سرعت ـ زمان خودرویی که در راستای محور $x$ حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی ۰/۰s تا ۲۰/۰s مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در لحظهٔ $t = 8/0s$ به‌دست آورید.



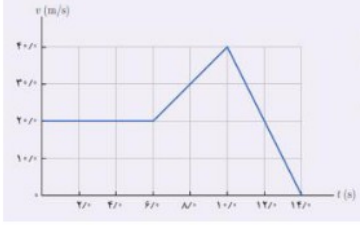
الف)

$$a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{60(m/s) - 0}{20s - 0} = 3\frac{m}{s^2}$$

ب) شیب خط مماس در لحظه ۸s در نمودار V-t = a

$$\frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{(\approx 40m/s) - \approx (16m/s)}{8s - 0s} = \frac{24(m/s)}{8s} = 3\frac{m}{s^2}$$

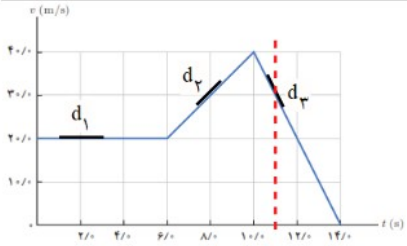
**تمرین ۱ـ۵**



نمودار سرعت ـ زمان خودرویی که در راستای محور $x$ حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۴/۰s مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = 2/0s$، $t = 8/0s$ و $t = 11/0s$ به‌دست آورید.



الف)

$$a_{av} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{0 - 20(m/s)}{14s - 0} = -1/4\frac{m}{s^2}$$

ب)

شیب $d_1$ در لحظه های $t = 2S$ در نمودار V-t، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.

شیب $d_2$ در بازه زمانی ۶s تا ۱۰s در نمودار V-t، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت است.

$$a_1 = a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{40(m/s) - 20(m/s)}{10s - 6s} = 5\frac{m}{s^2}$$

شیب $d_3$ دربازه زمانی ۱۰s تا ۱۴s در نمودار V-t، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت می‌باشد.

$$a_2 = a_{av} = \frac{V_4 - V_3}{t_4 - t_3} = \frac{0 - 40(m/s)}{14s - 10s} = -10\frac{m}{s^2}$$

**۱۰ - هر گاه شتاب متحرک در لحظه‌های مختلف یکسان باشد , حرکت جسم را حرکت با شتاب ثابت می نامیم.**

**۱۱ - حرکت جسمی که روی سطح شیبدار در حال لغزیدن است , جسمی که در هوا در حال سقوط است ( با صرفنظر از اثر مقاومت هوا ) خودرویی که پس از سبز شدن چراغ راهنماشروع به حرکت می‌کند و هواپیمایی که روی باند پرواز حرکت می‌کند تا به شرایط برخواستن از باند برسد , همگی مثالهایی از حرکت با شتاب ثابت می باشند.**

**۱۲ - چون در حرکت با شتاب ثابت , شتاب متوسط با لحظه‌ای برابر است می‌توان سرعت متحرک در هر لحظه را از رابطه زیر بدست آورد.**

$$v = at + v_0$$

**در این رابطه $v_0$ سرعت اولیه متحرک و v سرعت متحرک در هر لحظه می باشد.**

۱۳ - معادله سرعت زمان در حرکت با شتاب ثابت ، تابعی درجه یک از زمان است.

۱۴ - به دلیل خطی بودن معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت می‌توان سرعت متوسط در هر بازه را از میانگین سرعت ها در این دو لحظه بدست آورد.

$$v_{av} = \frac{v_0 + v}{2}$$ (معادلهٔ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت)

**تمرین ۱-۸**

معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند در SI به‌صورت $v=-۱/۸t+۲/۲$ است. الف) سرعت متحرک در لحظهٔ $t=۴/۰s$ چقدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا $t=۴/۰s$ چقدر است؟ پ) نمودار سرعت ـ زمان این متحرک را رسم کنید.

الف)

$$v = -۱/۸(m/s)\times ۴s + ۲/۲(m/s) = -۵(m/s)$$

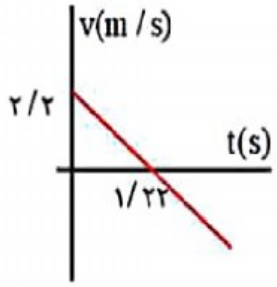
ب)

$$\left.\begin{array}{l} t=۰ \rightarrow v_0 = ۲/۲(m/s) \\ t=۴s \rightarrow v=-۵(m/s) \end{array}\right\} \rightarrow v_{av} = \frac{v+v_0}{۲}$$

$$v_{av} = \frac{-۵(m/s)+۲/۲(m/s)}{۲} = -۱/۴(m/s)$$

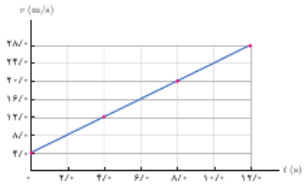
پ)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = -۱/۴(m/s)\times ۴s = -۵/۶m$$

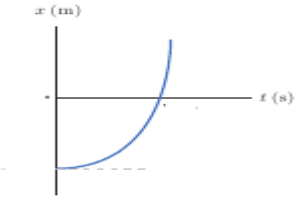



۱۵- اگر اندازه سرعت متحرکی( تندی) افزایش یابد ( و یا حاصلضرب سرعت در شتاب متحرکی مثبت شود ) حرکت را تند شونده گویند.

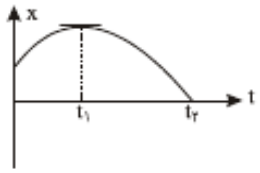
در نمودار سرعت ـ زمان مقابل تندی در حال افزایش است و می‌گوییم حرکت این متحرک تندشونده است.



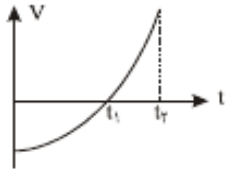
در نمودار مکان ـ زمان روبرو چون شیب نمودار که معرف سرعت متحرک می باشد در حال افزایش است می‌گوییم حرکت تند شونده است.




۱۶ - اگر اندازه سرعت ( تندی ) کاهش یابد و یا حاصلضرب سرعت در شتاب منفی شود حرکت کندشونده است.

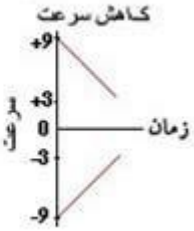


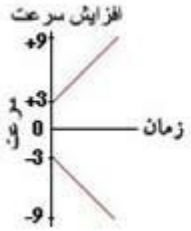

بین $t=۰$ و $t_1$ حرکت کندشونده
بین $t_1$ تا $t_2$ حرکت تندشونده




بین $t=۰$ تا $t_1$ حرکت کندشونده
بین $t_1$ تا $t_2$ حرکت تندشونده

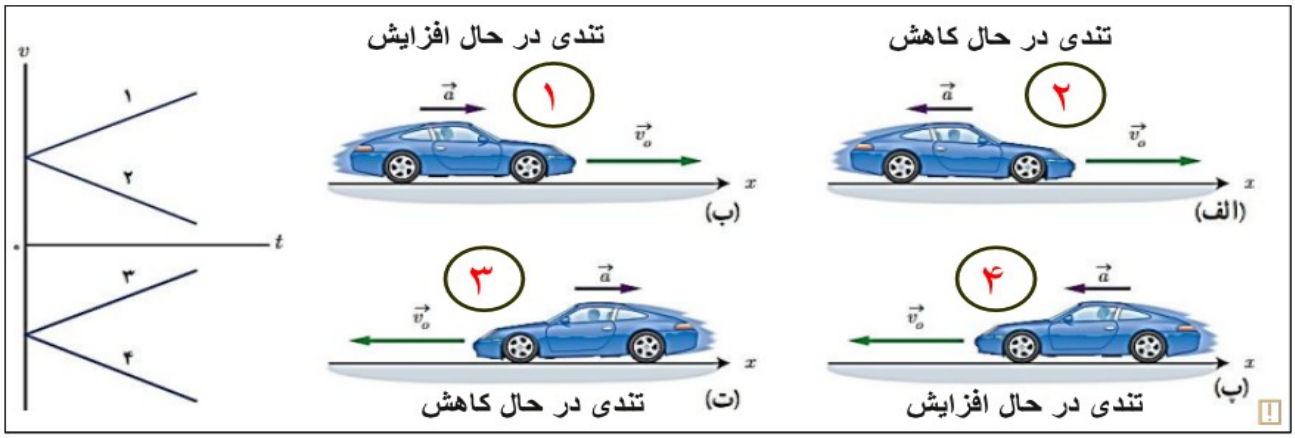
در نمودارهای سرعت زمان مقابل هنگامی که سرعت مثبت است ,



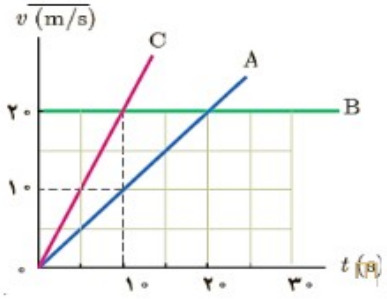

متحرک در جهت محور حرکت کرده و هر جا منفی است متحرک خلاف جهت محور حرکت کرده است و هر جا تندی کاهش یافته یعنی نمودار سرعت به محور t نزدیک می‌شود حرکت کند شونده و هر جا دور می‌شود حرکت تند شونده است و تندی متحرک افزایش یافته است.

**فعالیت ۱-۲:** در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. حرکت هر یک از خودروها، توسط کدامیک از نمودارهای v-t توصیف می‌شود؟ همچنین توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است.




**تمرین پایانی فصل:**

۳- در شکل زیر نمودار سرعت - زمان سه متحرک نشان داده شده است.
الف) شتاب سه متحرک را به طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید.
ب) شتاب هر متحرک را بدست آورید.
پ) در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه جابه‌جایی این سه متحرک را پیدا کنید.




**جواب:**

الف) می‌دانیم شیب نمودار سرعت – زمان معرف شتاب است. بنابراین هر چه شیب بیشتر باشد، شتاب متحرک نیز بیشتر خواهد بود:

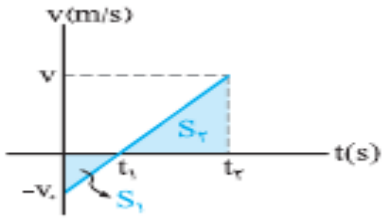
$$a_C > a_A > a_B$$

ب)

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۲۰ - ۰}{۲۰ - ۰} = ۱ m/s^۲ \qquad a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۲۰ - ۲۰}{۲۰ - ۰} = ۰$$

$$a_C = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۲۰ - ۰}{۱۰ - ۰} = ۲ m/s^۲$$

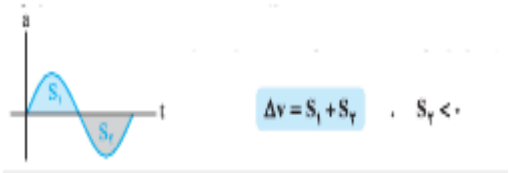
۱۷ـ مساحت زیر نمودار سرعت ـ زمان در هر بازه زمانی برابر با جابجایی در آن بازه زمانی است.

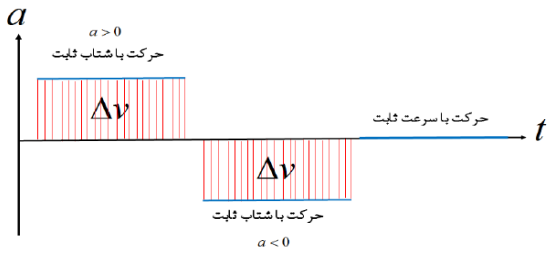



جابه‌جایی انجام‌شده : $d = S_1 + S_2$

مسافت پیموده‌شده : $l = |S_1| + |S_2|$

۱۸ ـ مساحت زیر نمودار شتاب - زمان با تغییرات سرعت در آن بازه زمانی برابر است.




**تست:**

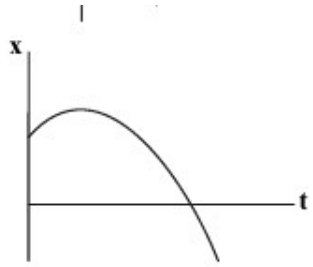
- نمودار مکان- زمان متحرکی در حرکت بر خط راست، مطابق شکل است. در مدتی که متحـرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند، حرکت آن ..... است.

۱) کندشونده

۲) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۳) تندشونده

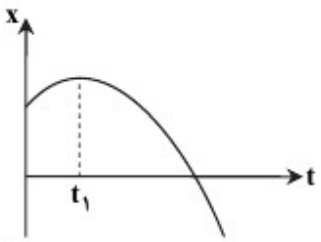
۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده



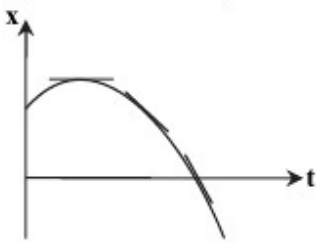

**پاسخ:**

- پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: ❁ ساده ❁ صفحه‌های ۱۰ و ۱۶ فیزیک ۳

جهت حرکت مخالف محور x است یعنی $v < 0$ و نمودار $x - t$ نزولی است. پس از $t = t_1$ به بعد، متحرک در خلاف جهت محور حرکت می‌کند.

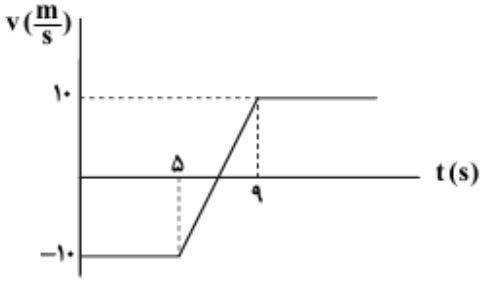



در تمام این مدت، حرکت تندشونده است؛ زیرا اندازهٔ شیب مماس بر منحنی $x - t$ که برابر تندی متحرک است، در حال افزایش است. در $t = t_1$ تندی صفر است و از آن به بعد هرچه زمان می‌گذرد، تندی بیشتر می‌شود.



**تست:**

- نمودار سرعت- زمان در یک حرکت بر خط راست به‌شکل مقابل است. مسافت طی‌شده در مدتی که حرکت شتابدار است چند برابر مسافت طی‌شده در ۲ ثانیهٔ اول حرکت $(0 < t < 2s)$ است؟



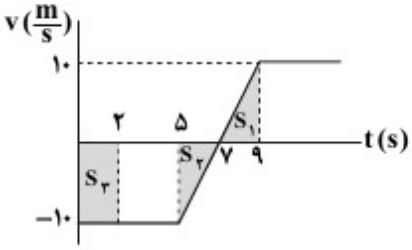

۱) ۱ ۲) ۲

۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

**پاسخ:**

پاسخ: گزینهٔ ۱

در مدت $t = 0$ تا $t = 5s$ حرکت یکنواخت، در مدت $t = 5$ تا $t = 9$ حرکت شتابدار و در زمان‌های $t > 9s$ حرکت یکنواخت است.




$$\left.\begin{array}{ll} \ell_1 = S_1 + S_2 = \frac{۲\times۱۰}{۲} + \frac{۲\times۱۰}{۲} = ۲۰m & \text{مسافت طی‌شده با حرکت شتابدار} \\ \ell_2 = S_3 = ۲\times۱۰ = ۲۰m & \text{مسافت طی‌شده در ۲ ثانیهٔ اول} \end{array}\right\} \Rightarrow \ell_1 = \ell_2$$

**تست:**

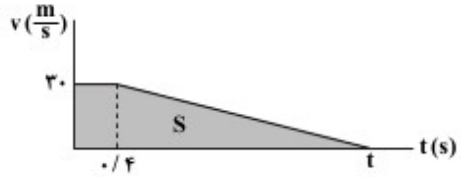
- یک اتومبیل با سرعت $۱۰۸\frac{km}{h}$ در مسیر مستقیم در حرکت است. ناگهان راننده، مانع ساکنی را در فاصلهٔ ۵۰ متری مقابل خود می‌بیند. اگر ۰/۴ ثانیه طول بکشد تا راننده بعد از دیدن مانع ترمز کند و اتومبیل با شتاب ثابت به‌اندازهٔ ۱۵ متر بر مربع ثانیه متوقف شود، محل توقف اتومبیل با مانع چند متر فاصله دارد؟

۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۸ ۴) اتومبیل به مانع برخورد می‌کند.

**پاسخ:**

در مدت زمان دیدن ترمز تا ترمز کردن یعنی زمان عکس‌العمل حرکت متحرک با سرعت ثابت انجام شده و بعد ترمز حرکت متحرک کند می‌شود تا در نهایت متوقف شود.

می‌توانیم نمودار سرعت- زمان اتومبیل را از لحظهٔ دیدن مانع تا توقف، رسم کنیم.




$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow -۱۵ = \frac{۰ - ۳۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۲s$$

$$\Delta t = t - ۰/۴ \Rightarrow t = ۲/۴s$$

کل مسافت طی شده تا توقف اتومبیل برابر است با سطح محصور به نمودار $v - t$ و محور زمان. بنابراین:

$$\Delta x = \ell = S = \frac{(۰/۴ + ۲/۴)}{۲} \times ۳۰ = ۴۲m$$

فاصلهٔ اتومبیل تا مانع هنگام توقف برابر است با:

$$d = ۵۰ - ۴۲ = ۸m$$

**تست:**

خودرویی از حال سکون در امتداد محور x و با شتاب ثابت به حرکت درمی‌آید و در مدت ۱۲ ثانیه سرعت خود را به ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت می‌رساند. این خودرو در این مدت چند متر مسافت را طی می‌کند؟

۱) ۴۸۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۴۰۰

**پاسخ :**

پاسخ: گزینهٔ ۲

$$v_1 = 0 \text{ و } v_2 = 120\frac{km}{h} \text{ ، } \Delta t = \frac{12}{3600}h$$

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2}\cdot\Delta t = \frac{0+120}{2}\times\frac{12}{3600} = \frac{12\times60}{3600} = \frac{2\times10}{100} = 0/2km = 200m$$

**تست :**

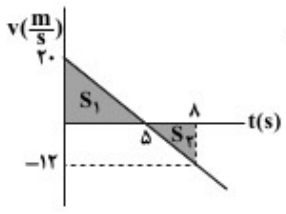
۱- ذره‌ای با شتاب ثابت به بزرگی $4\frac{m}{s^2}$ بر روی خط راست حرکت می‌کند. اگر سرعت متوسط ذره در ۲ ثانیهٔ سوم حرکت صفر باشد، تندی متوسط ذره در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۵/۲۵ ۲) ۶/۲۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۸/۵

**پاسخ :**

**دو ثانیه سوم یعنی از ۴ تا ۶ ثانیه و چون سرعت متوسط به صفر رسیده است یعنی شتاب حرکت منفی است و هر ثانیه چهار تا از سرعت کم می‌شود و سرعت متوسط در حرکت شتابدار میانگین سرعتها است یعنی سرعت در ۴ و ۶ ثانیه قرینه هم هستند یعنی ۴ و ۴ − که میانگین آن‌ها صفر شده است.و در ۵ ثانیه سرعت صفر بوده است.( البته می‌تواند سرعت اولیه منفی باشد و شتاب آن مثبت )در هر صورت نمودار سرعت زمان آن را رسم می کنیم. و اگر سرعت در در S ۵ را صفر بگیریم در S ۵ قبل یعنی در لحظه شروع سرعت ۲۰ متر بر ثانیه خواهد شد چون اندازه شتاب ۴ متر بر مجذور ثانیه بود و در S ۸ هم یعنی S ۳ بعد S ۵ سرعت آن ۱۲ − متر یر ثانیه می‌شود که از فرمولهای زیر هم می‌توان حساب کرد.**

پاسخ: گزینهٔ ۴




چون سرعت متوسط در ۲ ثانیهٔ سوم حرکت $(4s \le t \le 6s)$ صفر است، طبق رابطهٔ $v_{av} = \frac{v_{4s} + v_{6s}}{2}$ سرعت جسم در لحظه‌های $t_1 = 4s$ و $t_2 = 6s$ قرینهٔ یکدیگر است؛ بنابراین سرعت در لحظهٔ وسط این بازه یعنی $t = 5s$ ، صفر خواهد بود.

$$v = at + v_0 \xrightarrow{t=5s,\ v=0} 0 = -4\times5 + v_0 \Rightarrow v_0 = 20\frac{m}{s}$$

$$v = -4t + 20 \xrightarrow{t=8s} v_{8s} = -12\frac{m}{s}$$

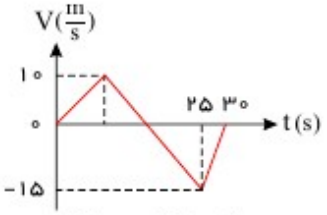
$$\text{(مسافت طی‌شده) } \ell = S_1 + S_2 = \frac{20\times5}{2} + \frac{3\times12}{2} = 50 + 18 = 68m$$

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{68}{8} = 8/5\frac{m}{s}$$

**تست :**

نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور $x$ حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدتی که در سوی مخالف محور $x$ جابه جا می شود، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲٫۵
۲) ۷٫۵
۳) ۱۰٫۵
۴) ۱۲٫۵

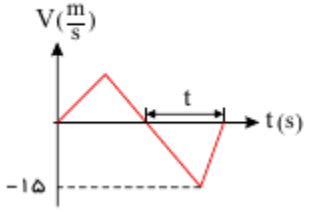



-خارج از کشور-۱۳۹۰

**پاسخ :**

خلاف جهت محور **X** حرکت کند یعنی سرعت آن منفی شود و نیز جابجایی مساحت زیر نمودار سرعت ـ زمان است.

.گزینه ۲ اگر به اندازه ی $t$ ثانیه جسم در خلاف جهت محور $x$ حرکت کند داریم:

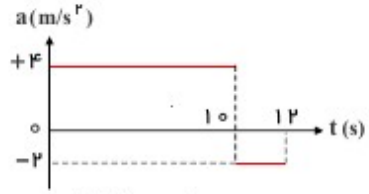



$$|\Delta x| = S = \frac{۱۵ \times t}{۲} \Rightarrow |\bar{V}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{\frac{۱۵ \times t}{۲}}{t} = ۷٫۵ \frac{m}{s}$$

**تست:**

. نمودارشتاب- زمان متحرکی که سرعتش در مبداء زمان $+۵\frac{m}{s}$ است، به صورت شکل زیر می‌باشد، سرعت متوسط متحرک در این ۱۲ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

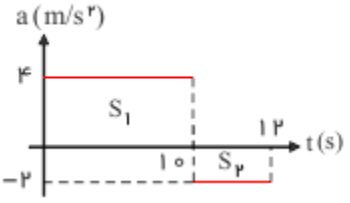
۱) ۱۳٫۵
۲) ۱۴
۳) ۲۷
۴) ۲۸




-سراسری-۱۳۹۴

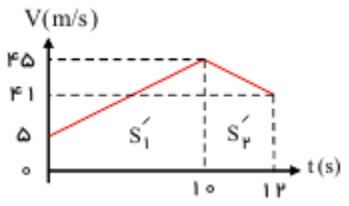
**پاسخ:**

.گزینه ۴ برای حل این تست بهترین روش رسم نمودار سرعت زمان از روی نمودار شتاب زمان می‌باشد.




$$S_۱ = \underset{(۰-۱۰)}{\Delta V} = V_{۱۰} - V_۰ \Rightarrow ۴۰ = V_{۱۰} - ۵ \Rightarrow V_{۱۰} = ۴۵$$

$$S_۲ = \underset{(۱۰-۱۲)}{\Delta V} = V_{۱۲} - V_{۱۰} \Rightarrow -۴ = V_{۱۲} - ۴۵ \Rightarrow V_{۱۲} = ۴۱$$

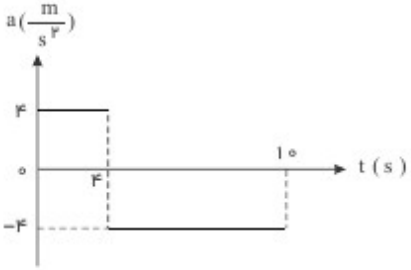



$$\Delta x = S'_۱ + S'_۲ = \frac{(۵+۴۵) \times ۱۰}{۲} + \frac{(۴۵+۴۱) \times ۲}{۲} = ۳۳۶m$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۳۳۶}{۱۲} = ۲۸ \frac{m}{s}$$

**تست:**

. نمودار شتاب – زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند به صورت شکل زیر است. اگر جابه‌جایی متحرک در این ۱۰ ثانیه ۱۵۶ متر باشد، سرعت اولیه‌ی متحرک چند متر بر ثانیه است؟




۱) ۲۰
۲) ۱۵
۳) ۱۰
۴) ۵

-خارج از کشور-۱۳۹۶

**پاسخ:**

**گزینه ۳** برای محاسبه‌ی جابجایی متحرک در مدت $۱۰\ s$ لازم است تا ابتدا سرعت متحرک در لحظه‌های $t = ۴s$ و $t = ۱۰s$ به دست آوریم. لذا باتوجه به نمودار شتاب – زمان متحرک داریم:

$$V = at + V_۰ \Rightarrow \begin{cases} V_۴ = ۴ \times ۴ + V_۰ = ۱۶ + V_۰ \\ V_{۱۰} = -۴ \times ۶ + V_۴ = -۲۴ + ۱۶ + V_۰ = -۸ + V_۰ \end{cases}$$

اکنون با استفاده از معادله‌ی مستقل از شتاب می‌توان نوشت:

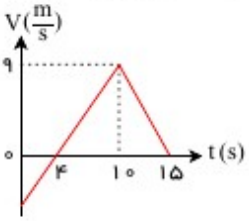
$$\Delta x = \frac{V_۲ + V_۱}{۲} \times \Delta t$$

$$\Delta x = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ = \frac{۱۶ + V_۰ + V_۰}{۲} \times ۴ + \frac{-۸ + V_۰ + ۱۶ + V_۰}{۲} \times ۶ = ۵۶ + ۱۰V_۰$$

$$\Rightarrow ۱۵۶ = ۵۶ + ۱۰V_۰ \Rightarrow ۱۰۰ = ۱۰V_۰ \Rightarrow V_۰ = ۱۰\frac{m}{s}$$

**تست:**

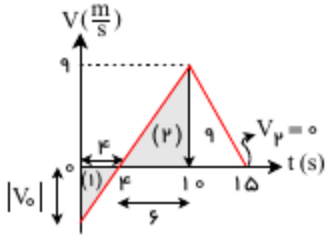
. نمودارسرعت – زمان متحرکی که روی محور $x$ حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. شتاب متوسط متحرک دربازه‌ی زمانی $t = ۰$ تا $t = ۱۵s$ چند متر برمجذور ثانیه است؟




۱) ۰٫۴
۲) ۰٫۶
۳) ۰٫۸
۴) ۱

-خارج از کشور-۱۳۹۳

**گزینه ۱**




برای محاسبه‌ی شتاب متوسط از روی نمودار سرعت-زمان، ازرابطه‌ی $\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_۲ - V_۱}{t_۲ - t_۱}$ استفاده می‌کنیم. به همین منظور کافی است تا به کمک تشابه مثلث‌ها، سرعت در لحظه‌ی $t = ۰$ را به دست آوریم:

تشابه مثلث‌های (۱) و (۲) : $\frac{۴}{۱۰ - ۴} = \frac{|V_۰|}{۹} \Rightarrow |V_۰| = ۶\frac{m}{s}$

همان طور که از روی نمودار مشخص است، $V_۰$ عددی منفی است و می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} t_۱ = ۰ \Rightarrow V_۱ = -۶\frac{m}{s} \\ t_۲ = ۱۵s \Rightarrow V_۲ = ۰ \end{cases} \Rightarrow \bar{a} = \frac{۰ - (-۶)}{۱۵ - ۰} = ۰٫۴\frac{m}{s^۲}$$

## سؤال خرداد ۹۸ رشته ریاضی

در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید :

الف) درحرکت ( با شتاب ثابت - یکنواخت ) بر خط راست ، سرعت متوسط و سرعت لحظه ای با هم برابرند .
ب) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر تغییر ( مکان- سرعت ) است .
پ) در حرکت کندشونده روی خط راست ، بردارهای سرعت و شتاب ( هم جهت - در خلاف جهت هم ) هستند .
ت) عقربهٔ تندی سنج خودروها ، تندی ( متوسط - لحظه ای ) را نشان می دهند .

پاسخ :

الف) یکنواخت ب) مکان پ) در خلاف جهت هم ت) لحظه ای هر مورد (۰/۲۵)

ص۱۳ و ۱۷ و ۱۶ و ۹

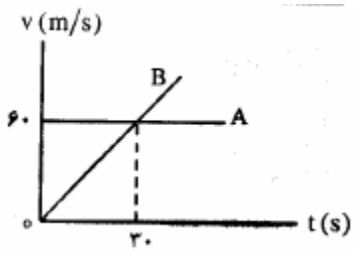
## سؤال خرداد ۹۸ رشته تجربی

سرعت متوسط خودرویی که از حال سکون با شتاب $۱/۵\ m/s^۲$ در امتداد محور $X$ به حرکت در می‌آید در $۴s$ اوّل حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: ۱/۵ نمره

$$v=at+v_۰ \rightarrow v=۱/۵\times ۴+0 \rightarrow v=۶\ m/s \rightarrow v_{av}=\frac{v+v_0}{۲} \rightarrow v_{av}=\frac{۶+0}{۲}=۳\ m/s$$

## سؤال خرداد ۹۷ رشته ریاضی




نمودار سرعت – زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است .

الف) شتاب هر متحرک را بدست آورید .
ب) جابه جایی هر دو متحرک را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۳۰s حساب کنید .

پاسخ: ۱/۷۵ نمره

الف) $a=\frac{۶۰-۰}{۳۰-۰}=۲\ m/s^۲$ (۰/۲۵) $B: a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ (۰/۲۵) $A: a=۰$ (۰/۲۵)

ب) $A: \Delta x=vt=۶۰\times ۳۰=۱۸۰۰m$ (۰/۵)

$B: \Delta x=(\frac{v+v_۰}{۲})t=۳۰\times ۳۰=۹۰۰m$ (۰/۵)

ص ۱۸ و ۱۱

## خرداد۹۹ رشته ریاضی

در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید :

الف) در حـرکت بـر روی خط راست و بدونِ تغییر جهت ، مسافت با ..... بـرابر است .
ب) شتاب متـوسط ، کمیتی بـرداری است و هم جهت با بـردار ..... می‌باشد .
پ) در حرکت ..... ، سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه ، با سرعت لحظه‌ای آن برابر است .
ت) بـردار سرعت در هـر نقطه از مسیر، بـر مسیر حـرکت ..... است .
ث) شیب خـطِ مماس بر نمـودار سرعت - زمان ، بـرابـر ..... متحـرک است .

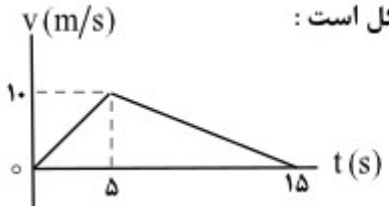
**پاسخ:**

| | | |
|---|---|---|
| الف) جابجایی | ب) تغییر سرعت | پ) با سرعت ثابت (یکنواخت) |
| ت) مماس | ث) شتاب لحظه ای | هر مورد (۰/۲۵) |

ص۲ و ۷ و ۱۰ و ۱۱

## سؤال نهایی خرداد ۹۹ رشته ریاضی

نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند ، مطابق شکل است :




الف) جابه‌جایی متحرک درکل زمان حرکت چند متر است ؟
ب) شتاب متوسط متحرک در بازهٔ ۵s تا ۱۵s چقدر است ؟

**پاسخ:**

الف) $\Delta x = (\frac{۱۰ \times ۱۵}{۲}) = ۷۵\ m$ (۰/۵) $\Delta x = S$ (۰/۲۵)

ب) $a_{av} = \frac{۰ - ۱۰}{۱۰} = -۱\ m/s^۲$ (۰/۵) $a_{av} = \frac{v - v_۰}{t}$ (۰/۲۵) ص ۱۱ و ۱۷

## سؤال نهایی خرداد۹۹ رشته تجربی

در هر یک از گزاره‌های زیر، واژه مناسب را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.
الف) اگر سرعت متحرک در جهت محور $x$ ، به تدریج ( افزایش - کاهش) یابد، شتاب آن در خلاف جهت محور $x$ است.
ب) بردار سرعت متوسط متحرک در حرکت روی محور $x$ (خلاف جهت - هم جهت ) با بردار جابه‌جایی است.
پ) در حرکت با شتاب ثابت روی محور $x$ ، سرعت متوسط بین دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ ، برابر میانگین ( سرعت- شتاب )متحرک این دو لحظه است.
ت) درحرکت روی محور $x$ ، وقتی متحرک به مکان آغازینِ حرکتش باز می‌گردد (مسافت طی شده - سرعت متوسط ) متحرک صفر است.

**پاسخ:**

الف) کاهش　　ب) هم جهت　　پ) سرعت　　ت) سرعت متوسط　　هر مورد (۰/۲۵)

ص.۵و۶و۱۵و۱۹

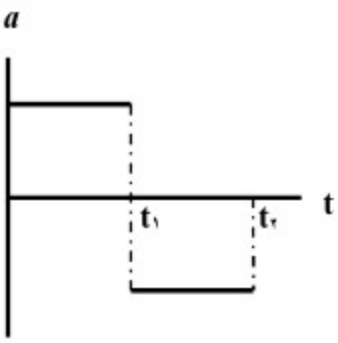
---

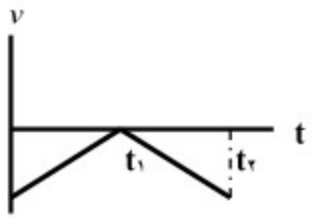
**سؤال نهایی خرداد۹۹ رشته تجربی:**

نمودار شتاب- زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است.

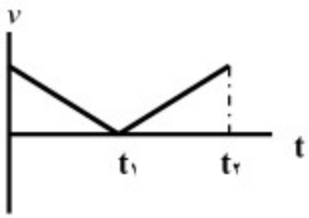
کدام‌یک از نمودارهای سرعت- زمان زیر می‌تواند

متناظر با این نمودار شتاب - زمان باشد؟ توضیح دهید.




(ب)




(الف)

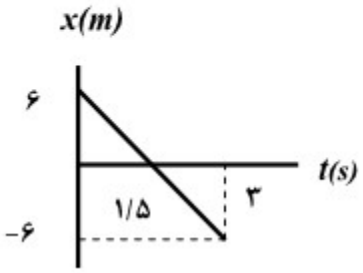
**پاسخ:**

الف)

$t = \frac{۶}{۴} = ۱/۵\ s$　　(۰/۲۵)　　$۰ = -۴t + ۶$　　(۰/۲۵)

ب) خیر(۰/۲۵)

پ)(۰/۵)




ص.۱۳