گام به گام

فیزیک

دوازدهم

آکادمی فیزیک قرغانی

۱

فصل

# حرکت بر خط راست

## رشتهٔ علوم تجربی

# بخش اول، پرسش ها، فعالیت ها و تمرین ها

برای دیدن حل ویدئویی سوالات به کانال یوتیوب مراجعه فرمایید.

Ghareghaniphysics

www.ghareghaniphysics.com

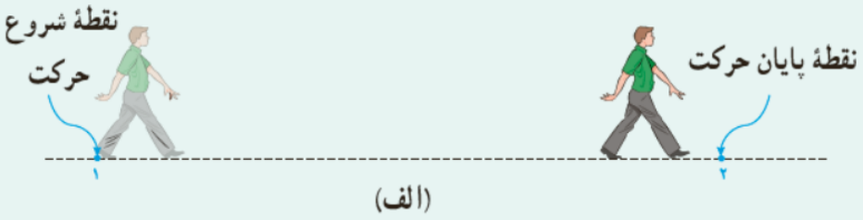
YouTube GhareghaniPhysics

آکادمی فیزیک قرغانی

## پرسش ۱ـ۱

۱ـ شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

۲ـ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

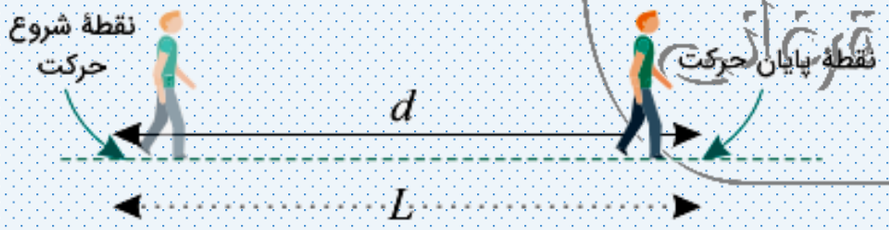


(الف)

(ب)

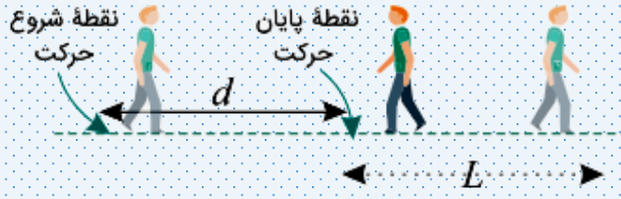
آکادمی فیزیک قرغانی Ghareghani Physics Academy

مسافت و جابه‌جایی به علت عدم‌تغییر جهت برابر است.



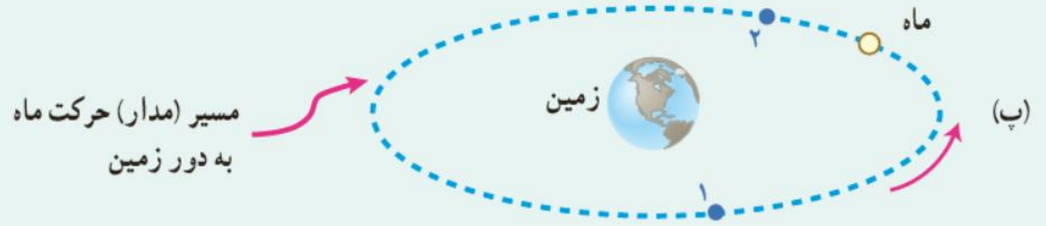

مسافت و جابه‌جایی به علت تغییر جهت برابر نیست و اندازهٔ مسافت بیشتر از جابه‌جایی است.

$$|\vec{d}| < L$$



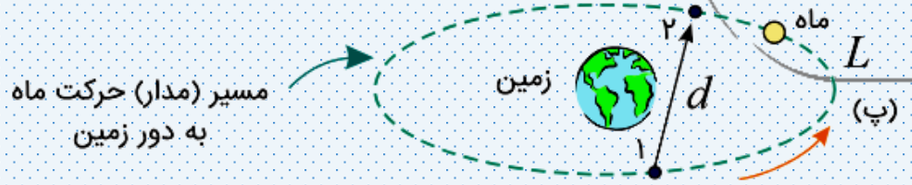

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۳ــ شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.




مسافت و جابه‌جایی به علت تغییر جهت برابر نیست و اندازهٔ مسافت بیشتر از جابه‌جایی است.

$$|\vec{d}| < L$$



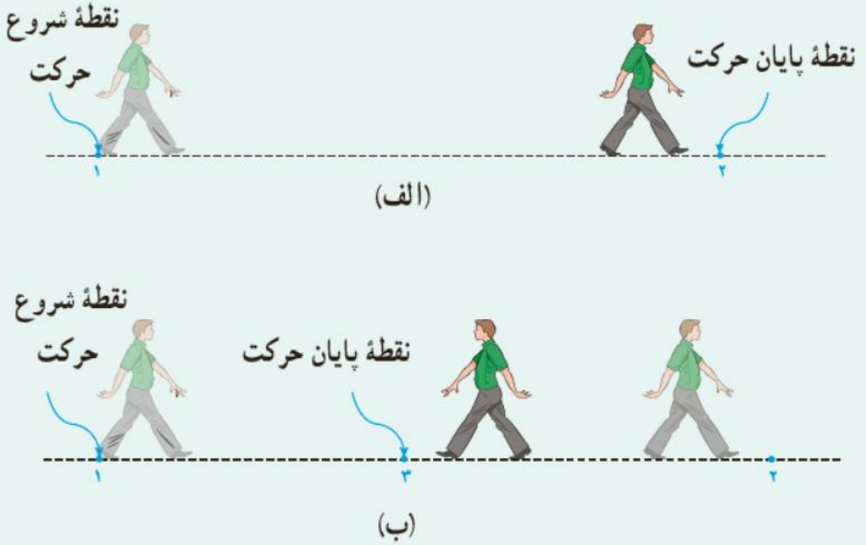

مسیر حرکت با نقطه‌چین مشخص شده است (مسافت $L$).

پاره‌خط جهت‌دار بردار جابه‌جایی است ($\vec{d}$).

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

## پرسش ۱ــ۲

در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟ برای پاسخ خود می‌توانید به شکل‌های پرسش ۱ــ۱ نیز توجه کنید.




باتوجه‌به دو رابطهٔ تندی متوسط $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ و سرعت متوسط $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$، اندازهٔ تندی متوسط و سرعت متوسط یک متحرک زمانی باهم برابر خواهند بود که متحرک بر روی خط راست حرکت کند و تغییر جهت نیز نداشته باشد تا به این ترتیب دارای اندازهٔ بردار جابه‌جایی و مسافت با یکدیگر برابر باشند و درنتیجه سرعت متوسط و تندی متوسط نیز باهم برابر شوند.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## تمرین ۱ـ۱

جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان ۴/۰s فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

| | مکان آغازین | مکان پایانی | بردار جابه‌جایی | سرعت متوسط |
|---|---|---|---|---|
| متحرک A | $(-۲/۰\,m)\,\vec{i}$ | $(۶/۴\,m)\,\vec{i}$ | $(۸/۴\,m)\,\vec{i}$ | $(۲/۱\,m/s)\,\vec{i}$ |
| متحرک B | $(۳/۱\,m)\,\vec{i}$ | $(-۲/۵\,m)\,\vec{i}$ | $(-۵/۶\,m)\,\vec{i}$ | $(-۱/۴\,m/s)\,\vec{i}$ |
| متحرک C | $(۲/۰\,m)\,\vec{i}$ | $(۸/۶\,m)\,\vec{i}$ | $(۶/۶\,m)\,\vec{i}$ | $(۱/۶۵\,m/s)\,\vec{i}$ |
| متحرک D | $(-۱/۴\,m)\,\vec{i}$ | $(۸/۲\,m)\,\vec{i}$ | $(۹/۶\,m)\,\vec{i}$ | $(۲/۴\,m/s)\,\vec{i}$ |

متحرک $A$:

$$\Delta\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱ = ۶/۴\,m\vec{i} - (-۲\,m\vec{i}) = ۸/۴m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t} = \frac{۸/۴\,m\vec{i}}{۴\,s} = ۲/۱\,m/s\vec{i}$$

متحرک $C$:

$$\Delta\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱ = ۸/۶\,m\vec{i} - (۲\,m\vec{i}) = ۶/۶\,m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t} = \frac{۶/۶\,m\vec{i}}{۴\,s} = ۱/۶۵\,m/s\vec{i}$$

متحرک $B$:

$$\Delta\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱ \Rightarrow -۵/۶m\vec{i} = -۲/۵\,m\vec{i} - \vec{d}_۱ \Rightarrow \vec{d}_۱ = ۳/۱\,m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t} = \frac{-۵/۶\,m\vec{i}}{۴\,s} = -۱/۴\,m/s\vec{i}$$

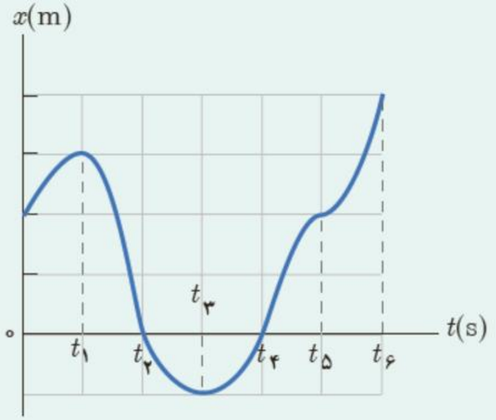
متحرک $D$:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t} \Rightarrow ۲/۴\,m/s\vec{i} = \frac{\Delta\vec{d}}{۴\,s} \Rightarrow \Delta\vec{d} = ۹/۶\,m\vec{i}$$

$$\Delta\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱ \Rightarrow ۹/۶\,m\vec{i} = \vec{d}_۲ - (-۱/۴\,m\vec{i}) \Rightarrow \vec{d}_۲ = ۸/۲\,m\vec{i}$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## پرسش ۱ـ۳




با توجه به نمودار مکان ــ زمان شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

ث) جابه‌جایی کل در جهت محور $x$ است یا خلاف آن؟

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

الف) دوبار و در لحظه‌های $t_۲$ و $t_۴$.

ب) در بازه‌های صفر تا $t_۱$ ، $t_۲$ تا $t_۳$ ، $t_۴$ تا $t_۶$.

پ) در بازه‌های $t_۱$ تا $t_۲$ ، $t_۳$ تا $t_۴$.

ت) دوبار و در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۳$

ث) در جهت محور $x$ (توجه کنید که $\Delta x$ مربوط به لحظهٔ $t=۰$ تا لحظهٔ $t=t_۶$، مثبت است).

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## تمرین ۱ـ۲

شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.

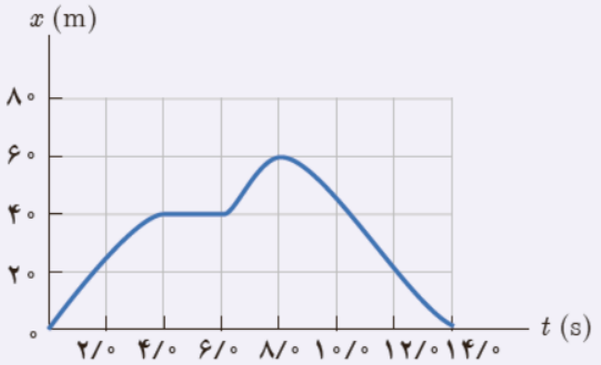
الف) در کدام لحظه‌ای دوچرخه‌سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی دوچرخه‌سوار در جهت محور $x$ حرکت می‌کند؟

پ) در کدام بازهٔ زمانی دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور $x$ حرکت می‌کند؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه‌سوار ساکن است؟

ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۴/۰s تا ۶/۰s، ۲/۰s تا ۵/۰s، ۸/۰s تا ۱۴/۰s، ۰/۰s تا ۱۴/۰s حساب کنید.




الف) در لحظهٔ $t = ۸s$

ب) در بازه‌های صفر تا ۴s و همچنین ۶s تا ۸s.

پ) در بازهٔ ۸s تا ۱۴s.

ت) در بازهٔ ۴s تا ۶s.

ث) هنگام محاسبه سرعت متوسط توجه به علامت جبری آن برای تعیین جهت حرکت الزامی است.

در بازهٔ صفر تا ۲/۰s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۰m - ۰}{۲/۰s} = ۱۰m/s \qquad s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۲۰m}{۲/۰s} = ۱۰m/s$$

در بازهٔ ۸/۰s تا ۱۴/۰s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰ - ۶۰m}{۶/۰s} = -۱۰m/s \qquad s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۶۰m}{۶/۰s} = ۱۰m/s$$

در بازهٔ صفر تا ۱۴/۰s

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰ - ۰m}{۱۴/۰s} = ۰ \qquad s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۱۲۰m}{۱۴/۰s} \simeq ۸m/s$$

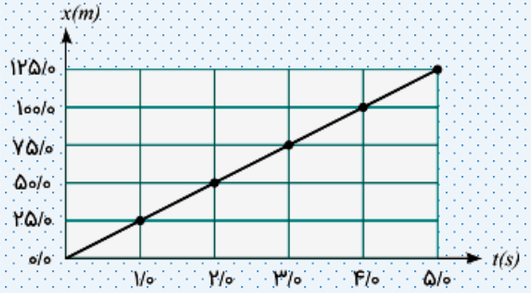
Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## پرسش ۱ـ۴

از روی نمودار مکان ــ زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.

با در نظر گرفتن یک نمودار مکان- زمان، چنانچه شیب نمودار در هر بازه زمانی دلخواه، ثابت باشد، آنگاه سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای متحرک با یکدیگر برابر است.

برای مثال نمودار زیر را در نظر می‌گیریم:




آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegani Physics Academy

شیب نمودار مکان- زمان برای هر بازه زمانی دلخواه برابر با سرعت متوسط متحرک در آن بازه زمانی است. برای مثال سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی ۰ تا $1\,s$ و ۰ تا $5\,s$ و $2\,s$ تا $4\,s$ محاسبه می‌کنیم:

$$v_{av_{(0\to 1s)}} = \frac{25-0}{1-0} = 25\,m/s$$

$$v_{av_{(2s\to 4s)}} = \frac{100-50}{4-2} = 25\,m/s$$

$$v_{av_{(0\to 5s)}} = \frac{125-0}{5-0} = 25\,m/s$$

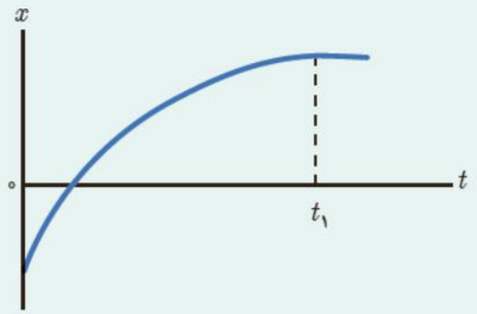
$$v_{1s} = \frac{25-0}{1-0} = 25\,m/s$$

$$v_{2s} = \frac{50-0}{2-0} = 25\,m/s$$

$$v_{5s} = \frac{125-0}{5-0} = 25\,m/s$$

Gharegani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

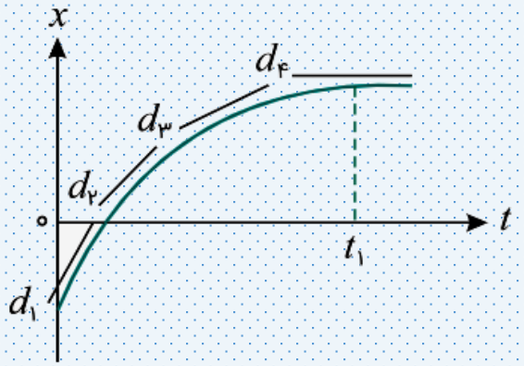
## پرسش ۱ـ۵




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

الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ $t_1$ سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

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




$$\left.\begin{array}{l} \text{شیب خط } d_3 < \text{شیب خط } d_4 \\ \text{شیب خط } d_2 < \text{شیب خط } d_3 \\ \text{شیب خط } d_1 < \text{شیب خط } d_2 \end{array}\right\} \Rightarrow v_1 > v_2 > v_3 > v_4$$

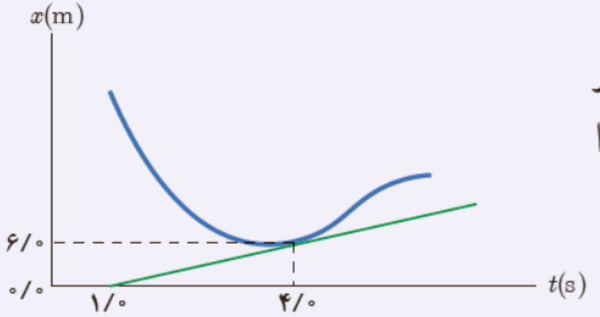
سرعت متحرک روبه کاهش است.

در لحظهٔ $t_1$ شیب خط، موازی محور زمان است و سرعت برابر با صفر می‌شود.

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

## تمرین ۱ـ۳

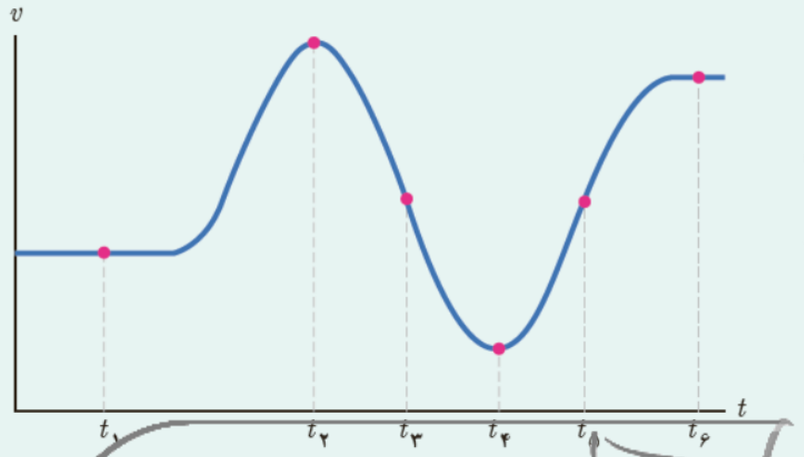
شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ $t = ۴/۰\,s$، رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.




$v = ۴\,s$ لحظهٔ در مماس خط شیب $= \dfrac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \dfrac{۶\,m - ۰}{۴\,s - ۱\,s} = ۲\,m/s$

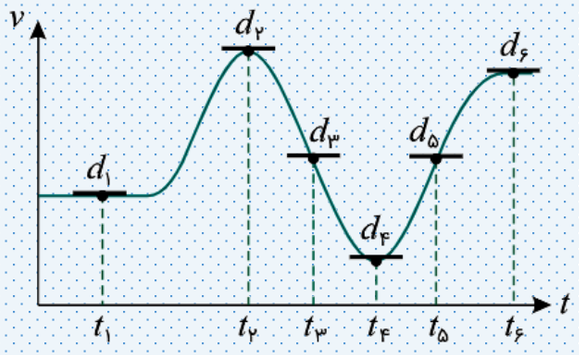
آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

## 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 $t_۱$، $t_۲$، ... و $t_۶$ تعیین کنید.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegiani Physics Academy




شیب خط $d_۳$ در لحظهٔ $t_۳$ در نمودار $v - t$ منفی است؛ درنتیجه شتاب منفی است.

شیب خط $d_۵$ در لحظهٔ $t_۵$ در نمودار $v - t$ مثبت است؛ درنتیجه شتاب مثبت است.

شیب خط $d_۱$، $d_۲$، $d_۴$ و $d_۶$ به ترتیب در لحظه‌های $t_۱$، $t_۲$، $t_۴$ و $t_۶$ در نمودار $v - t$، موازی محور زمان است؛ درنتیجه در این لحظه‌ها شتاب صفر است.

Gharegiani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

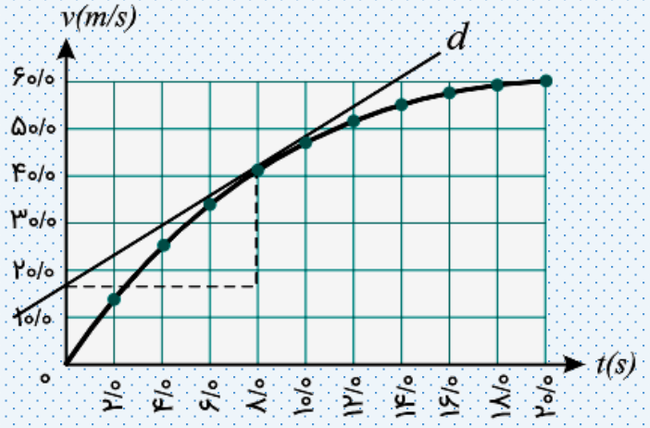
## تمرین ۱ـ۴

نمودار سرعت ــ زمان خودرویی که در راستای محور $x$ حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی $0/0\,s$ تا $20/0\,s$ مطابق شکل روبه‌رو است.

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

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

**الف)**




$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{60(m/s) - 0}{20s - 0} = 3m/s^2$$

**ب)**

$$a = v - t \text{ در نمودار } 8\,s \text{ شیب خط مماس در لحظهٔ } = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$\Rightarrow a = \frac{(\approx 40\,m/s) - \approx (16\,m/s)}{8\,s - 0\,s} = \frac{24\,(m/s)}{8\,s} = 3\,m/s^2$$

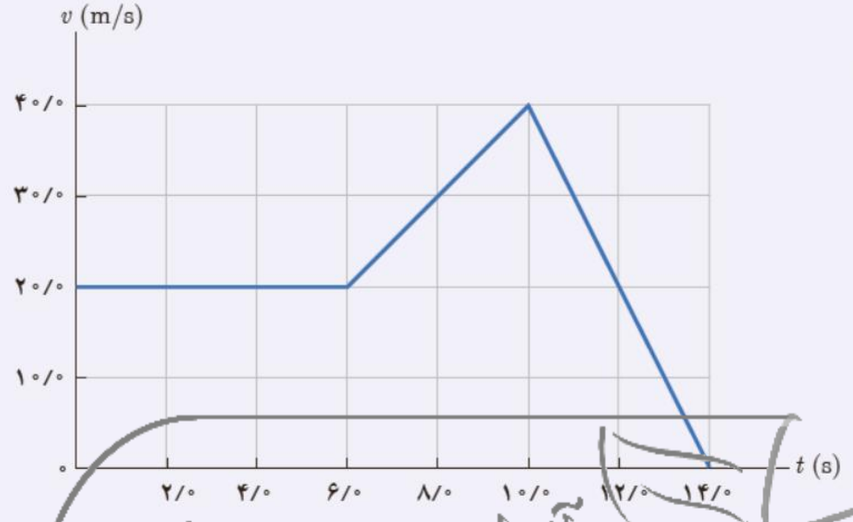

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## تمرین ۱ــ۵

نمودار سرعت ــ 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؟

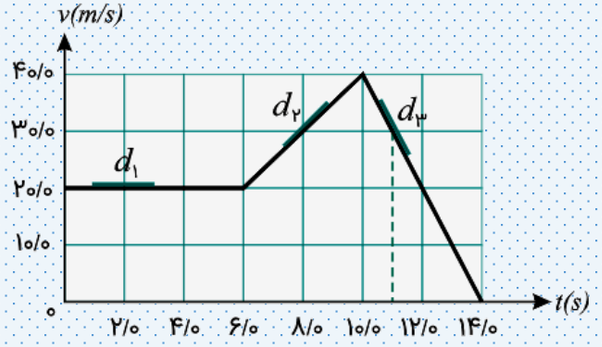
ب) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = ۲/۰\,s$، $t = ۸/۰\,s$ و $t = ۱۱/۰\,s$ به‌دست آورید.




$$a_{av} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$= \frac{۰ - ۲۰\,(m/s)}{۱۴\,s - ۰}$$

$$= -۱/۴\,m/s^۲$$




شیب خط $d_۱$ در لحظهٔ $t = ۲\,s$ در نمودار $v - t$، موازی محور زمان است؛ درنتیجه شتاب صفر است.

شیب خط $d_۲$ در بازه زمانی $۶\,s$ تا $۱۰\,s$ در نمودار $v - t$، ثابت است؛ درنتیجه شتاب در تمام لحظات این بازه زمانی ثابت است، پس شتاب در لحظهٔ $t = ۸\,s$ نیز که در این بازه زمانی قرار دارد عبارت است از:

$$a_{۸s} = a_{av_{(۶s \to ۱۰s)}} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۴۰\,(m/s) - ۲۰(m/s)}{۱۰\,s - ۶\,s} = ۵\,m/s^۲$$

شیب خط $d_۳$ در بازه زمانی $۱۰\,s$ تا $۱۴\,s$ در نمودار $v - t$، ثابت است؛ درنتیجه شتاب در تمام لحظات این بازه زمانی ثابت است، پس شتاب در لحظهٔ $t = ۱۱\,s$ نیز که در این بازه زمانی قرار دارد عبارت است از:

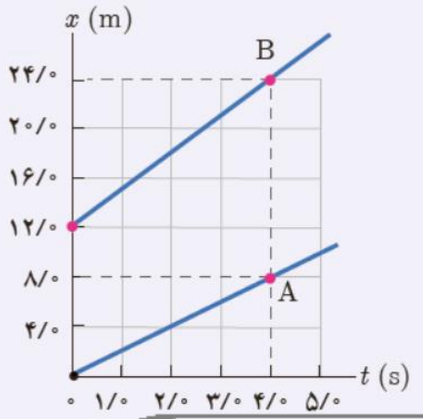
$$a_{۱۱s} = a_{av_{(۱۰s \to ۱۴s)}} = \frac{v_۴ - v_۳}{t_۴ - t_۳} = \frac{۰ - ۴۰\,(m/s)}{۱۴\,s - ۱۰\,s} = -۱۰\,m/s^۲$$

Gharaghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## تمرین ۱ـ۶

شکل مقابل نمودار مکان ــ زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور $x$ حرکت می‌کنند.

سرعت هر متحرک را پیدا کنید و معادلهٔ مکان ــ زمان آنها را بنویسید.




آکادمی فیزیک قرغانی Ghareghani Physics Academy

با توجه به شیب هر یک از نمودارها، سرعت هر یک از متحرک‌های A و B را پیدا می کنیم.

$$v_A = \frac{۸/۰\,\mathrm{m}}{۴/۰\,\mathrm{s}} = ۲/۰\,\mathrm{m/s} \quad \text{و} \quad v_B = \frac{(۲۴/۰ - ۱۴/۰)\,\mathrm{m/s}}{۴/۰\,\mathrm{s}} = ۲/۵\,\mathrm{m/s}$$

با توجه به رابطهٔ $x = vt + x_0$ معادله مکان ــ زمان هر متحرک را به‌طور جداگانه می‌نویسیم.

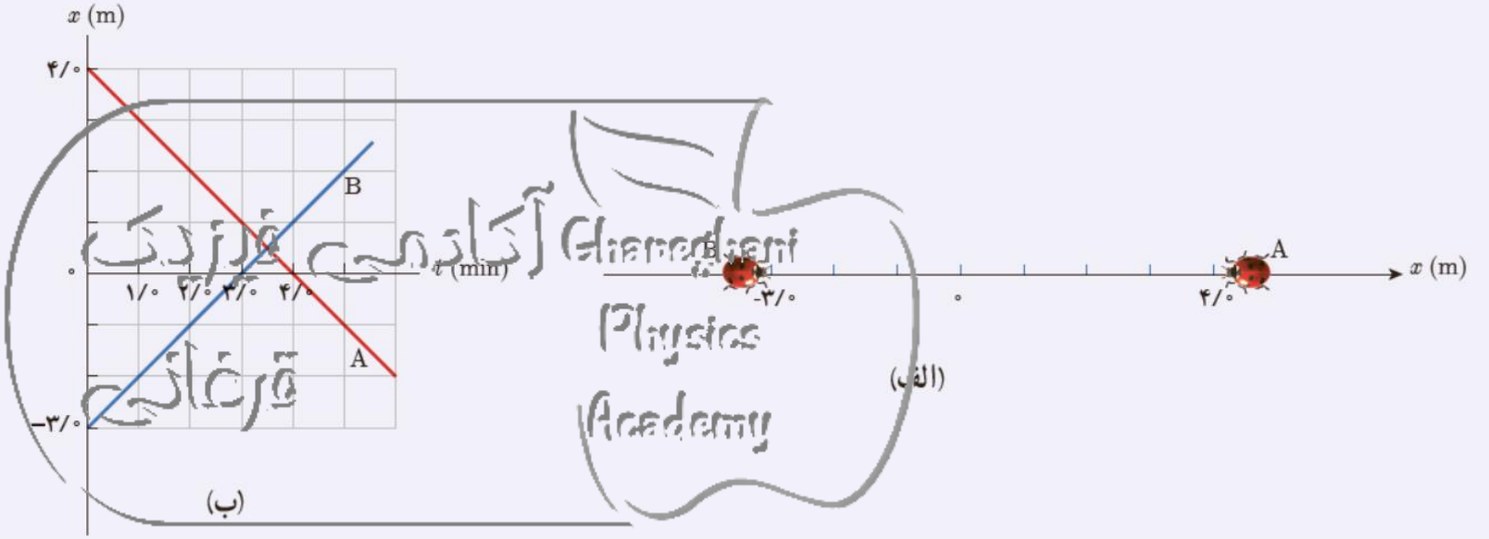
$$x_A = v_A t + x_{0A} = (۲/۰\,\mathrm{m/s})t + ۰ = (۲/۰\,\mathrm{m/s})t \quad \text{و} \quad x_B = v_B t + x_{0B} = (۲/۵\,\mathrm{m/s})t + ۱۲/۰\,\mathrm{m}$$

## تمرین ۱ـ۷

شکل الف، مکان دو کفش‌دوزک A و B را که در راستای محور $x$ حرکت می‌کنند در لحظهٔ $t = ۰\,s$ نشان می‌دهد. نمودار مکان ــ زمان این کفش‌دوزک‌ها در شکل ب رسم شده است.

الف) از روی نمودار به‌طور تقریبی تعیین کنید کفش‌دوزک‌ها در چه لحظه و در چه مکانی به یکدیگر می‌رسند.

ب) با استفاده از معادلهٔ مکان ــ زمان، زمان و مکان هم‌رسی کفش‌دوزک‌ها را پیدا کنید.




آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

**الف) محل برخورد دو نمودار در ۰/۵ متری و در زمان ۳/۵ ثانیه است.**

**ب) با توجه به شیب نمودارها، سرعت هر کفشدوزک را به دست می آوریم.**

$$v_A = \frac{(۰ - ۴/۰)\,m}{۴/۰\,s} = -۱/۰\,m/s$$

$$v_B = \frac{[۰ - (-۳/۰)]}{۳\,۰} = ۱\,۰\,m/s$$

با برابر قرار دادن این دو معادله داریم $(x_A = x_B)$ :

$$x_A = v_A t + x_{۰A} = (-۱/۰\ m/s)t + ۴/۰\ m$$

$$x_B = v_B t + x_{۰B} = (۱/۰\ m/s)t + (-۳/۰)\ m$$

$$(-۱/۰\ m/s)t + ۴/۰\ m = (۱/۰\ m/s)t - ۳/۰\ m$$

$$(۲/۰\ m/s)t = ۷/۰\ m \Rightarrow t = ۳/۵\ s$$

$$x_A = (-۱/۰\ m/s)(۳/۵s) + ۴/۰m = ۰/۵\ m$$

## تمرین ۱ـ۸

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 $t=۴/۰\,s$ چقدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا $t=۴/۰\,s$ چقدر است؟ پ) نمودار سرعت ـ زمان این متحرک را رسم کنید.

**الف)**

$$v=(-۱/۸\ m/s^۲)t+۲/۲\ m/s=(-۱/۸\ m/s^۲)\,(۴/۰\,s)+۲/۲\ m/s=-۵/۰\ m/s$$

**ب)** سرعت متحرک در لحظهٔ $t=۰$ برابر است:

$$v_۰=۲/۲\ m/s$$

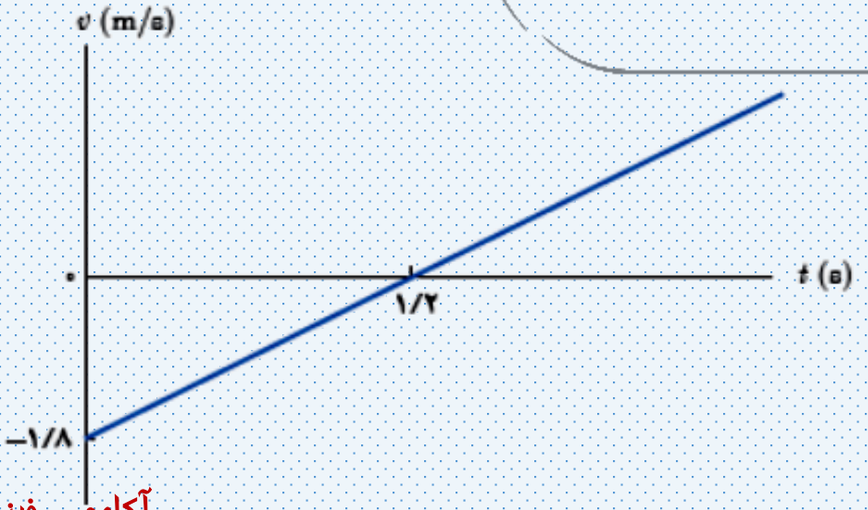
چون حرکت جسم با شتاب ثابت است، داریم:

$$v_{av}=\frac{v_۰+v}{۲}=\frac{۲/۲\ m/s+(-۵/۰)m/s}{۲}=-۱/۴\,m/s$$

**پ)** ابتدا لحظه‌ای را تعیین می‌کنیم که سرعت متحرک صفر می‌شود. به این ترتیب داریم:

$$v=(-۱/۸\ m/s)t+۲/۲\ m/s$$

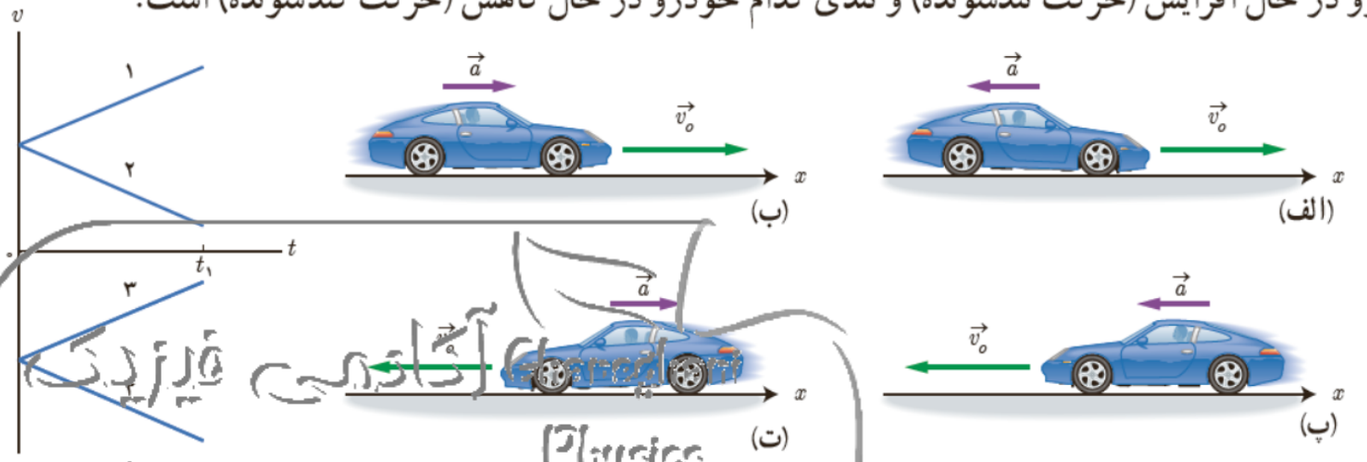
$$۰=(-۱/۸\ m/s)t+۲/۲\,m/s\Rightarrow t\simeq ۱/۲\,s$$




آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

## فعالیت ۱ـ۲

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 $v-t$ در محدودهٔ زمانی نشان داده شده روی نمودارها،توصیف می‌شود؟ همچنین توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کُندشونده) است.




آکادمی فیزیک قرغانی
Physics Academy
Ghareghani

ـ حرکت خودروی الف توسط نمودار ۲

ـ حرکت خودروی ب توسط نمودار ۱

ـ حرکت خودروی پ توسط نمودار ۴

ـ حرکت خودروی ت توسط نمودار ۳

## تمرین ۱ــ۹

خودرویی با سرعت ۱۸/۰km/h در امتداد مسیری مستقیم از چهارراهی می‌گذرد تندی آن با شتاب ۱/۰m/s$^۲$ افزایش می‌یابد. سرعت خودرو پس از ۳۰۰m جابه‌جایی چقدر است؟

$$x=\frac{۱}{۲}a+۲+v_۰t+x_۰ \Rightarrow ۳۰۰\text{m}=\frac{۱}{۲}(۱/۰\text{m}/\text{s}^۲)t^۲+(۵/۰\text{m}/\text{s})t+۰$$

معادلهٔ مکان ــ زمان خودرو در SI به‌صورت زیر ساده می‌شود:

$$t^۲+۱۰/۰t-۶۰۰/۰=۰$$

پاسخ قابل قبول این معادلهٔ درجه دوم $t=۲۰/۰\text{s}$ است. به‌این ترتیب از معادله ۱ــ۸ داریم:

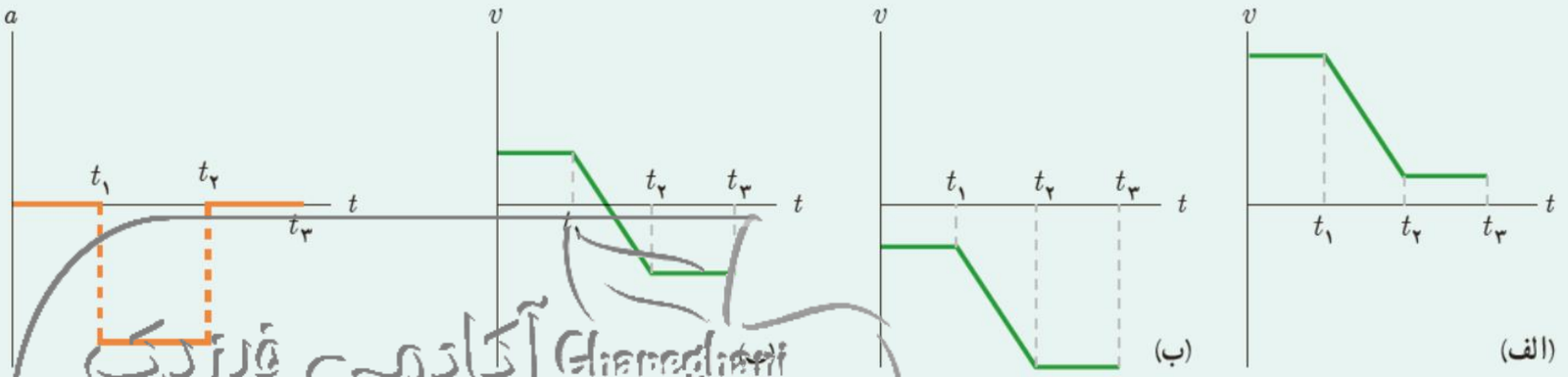
$$v=at+v_۰=(۱/۰\text{m}/\text{s}^۲)(۲۰/۰\text{s})+۵/۰\text{m}/\text{s}$$

$$\Rightarrow v=۲۵/۰\text{m}/\text{s}$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Physics Academy

## پرسش ۱ـ۷

نمودار شتاب ــ زمان متحرکی که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. توضیح دهید چگونه هر یک از نمودارهای سرعت ــ زمان شکل‌های الف، ب و پ می‌تواند متناظر با این نمودار شتاب ــ زمان باشد.




**نمودار سرعت ــ زمان شکل (الف)** : خودرویی با سرعت ثابت و در جهت مثبت محور $x$ در حال حرکت است که مانعی را در دوردست می‌بیند و با شتاب ثابت، تندی خود را کاهش می‌دهد و سپس با تندی کمتری در همان جهت اولیه، به حرکت خود ادامه می‌دهد.

**نمودار سرعت ــ زمان شکل (ب)** : خودرویی در جهت منفی محور $x$ و با سرعت ثابت در حرکت است که پس از مدتی، با شتاب ثابت تندی خود را افزایش می‌دهد. پس از رسیدن خودرو به تندی مورد نظر، در همان جهت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

**نمودار سرعت ــ زمان شکل (پ)** : خودرویی در جهت مثبت محور $x$ و با سرعت ثابت در حال حرکت است. پس از مدتی و با شتاب ثابت تندی خود را کاهش می‌دهد تا به صفر برسد. آنگاه با همان شتاب ولی در جهت منفی محور $x$، تندی خود را افزایش می‌دهد تا به مقدار مورد نظر برسد. سپس با همین تندی و در همان جهت (منفی محور $x$) به حرکت خود ادامه می‌دهد.

آکادمی فیزیک قرغانی

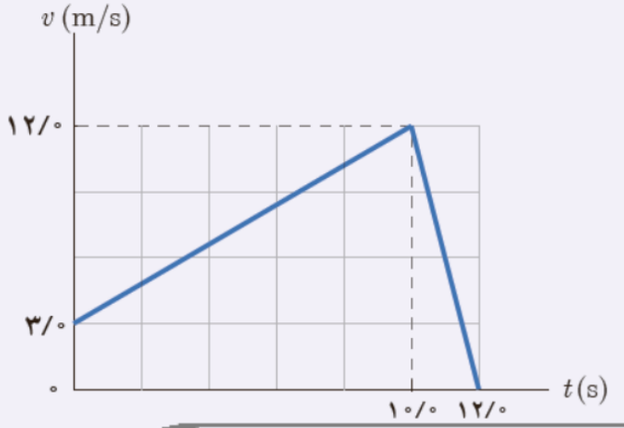
## تمرین ۱ـ۱۰

آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور $x$ می‌دود. نمودار سرعت ـ زمان آهو در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۲/۰s مطابق شکل است. در این بازهٔ زمانی

الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو را به‌دست آورید.

ب) جابه‌جایی آهو را پیدا کنید.

پ) نمودار شتاب ـ زمان آهو را رسم کنید.

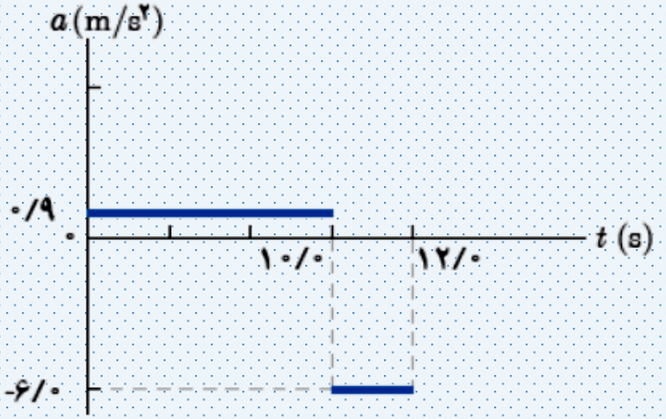



**الف و ب) از آنجاییکه آهو در طول حرکت خود تغییر جهت نداده است، جابجایی و مسافت پیموده شدهٔ آن با یکدیگر برابر، و مساوی مساحت محصور بین منحنی سرعت و محور زمان است. مجموع مساحت یک ذوزنقه و یک مثلث است که ۸۷ متر می شود.**

**پ) ابتدا شتاب آهو را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰ تا ۱۰۶ و همچنین ۱۰s تا ۱۲s به‌دست می‌آوریم. اگر این شتاب‌ها را به ترتیب $a_1$ و $a_2$ نام‌گذاری کنیم، خواهیم داشت:**

$$a_1 = \frac{(۱۲/۰ - ۳/۰)\,m/s}{۱۰/۰\,s} = ۰/۹\,m/s^2$$

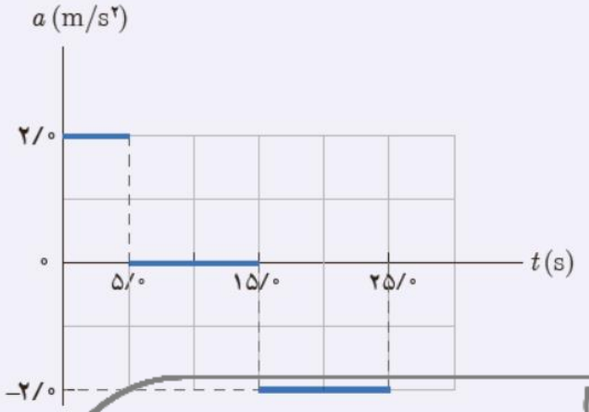
$$a_2 = \frac{(۰ - ۱۲/۰)\,m/s}{(۱۲/۰ - ۱۰/۰)s} = -۶/۰\,m/s^2$$




آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

## تمرین ۱ـ۱۱

شکل مقابل نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند. با فرض $x_0 = 0$ و $v_0 = 0$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰s،



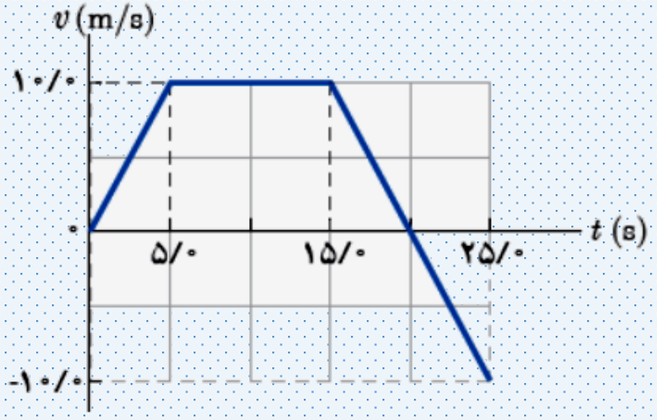

الف) نمودارهای سرعت ـ زمان و مکان ـ زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.

آکادمی فیزیک Ghareghani Physics Academy




**الف)** ابتدا سرعت متحرک را در هر یک از لحظه‌های $t = 5/0\,s$ و $t = 15/0\,s$ و همچنین $t = 25/0\,s$ به‌دست می‌آوریم.

در لحظهٔ $t = 5/0\,s$ :

$$v = at + v_0 = (2\,m/s^2)(5/0\,s) + 0 = 10/0\,m/s$$

چون شتاب ماشین اسباب‌بازی در بازهٔ زمانی $5/0\,s$ تا $15/0\,s$ صفر است، در نتیجه، سرعت ماشین اسباب‌بازی در لحظهٔ $t = 15/0\,s$ برابر سرعت آن در لحظهٔ $t = 5/0\,s$ است :

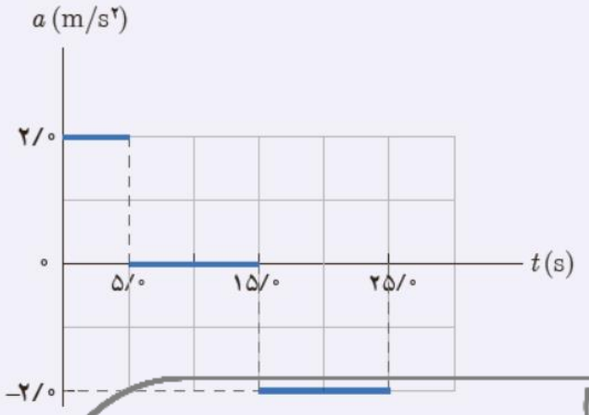
در لحظهٔ $t = 25/0\,s$ :

$$v = at + v_0 = (-2/0\,m/s^2)(10/0\,s) + 10/0\,m/s = -10\,m/s$$

به این ترتیب نمودار سرعت ـ زمان متحرک مطابق شکل است :

## تمرین ۱ـ۱۱

شکل مقابل نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند. با فرض $x_0 = 0$ و $v_0 = 0$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰ s،

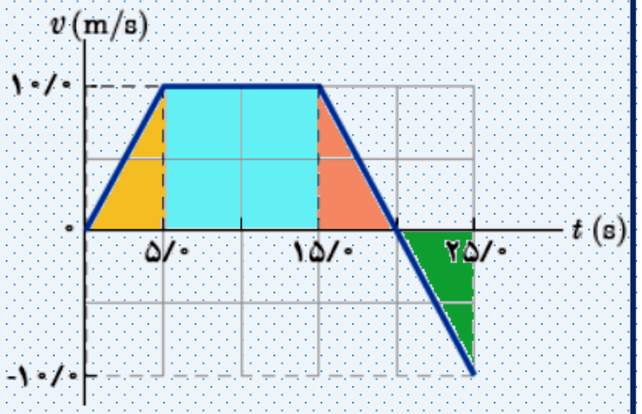



الف) نمودارهای سرعت ـ زمان و مکان ـ زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

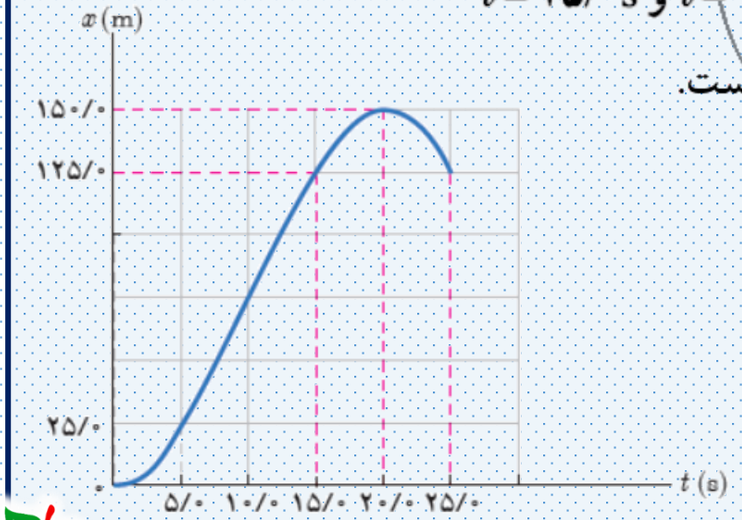
پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.




**استفاده از مساحت زیر منحنی برای جابجایی.**

**برای رسم نمودار مکان ـ زمان، مکان متحرک را در هر یک از لحظه‌های $t = 5/0\,s$، $t = 15/0\,s$، $t = 20/0\,s$ و $t = 25/0\,s$ پیدا می‌کنیم. مکان در هرنقطه برابر مکان لحظهٔ قبل به علاوهٔ جابجایی (مساحت زیر نمودار سرعت زمان) است.**




$$x_5 = x_0 + \Delta x = 0 + 25 = 25\,m$$

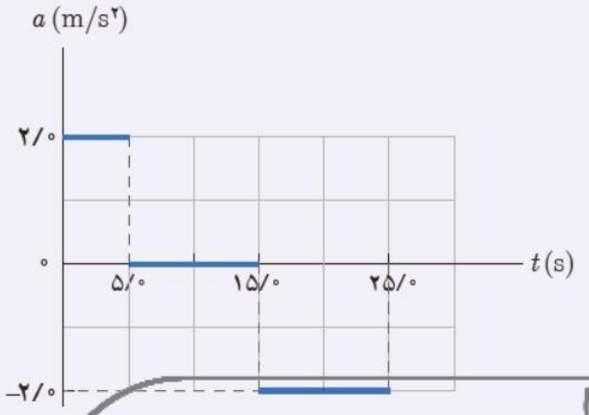
$$x_{15} = x_5 + \Delta x = 25 + 100 = 125\,m$$

$$x_{20} = x_{15} + \Delta x = 125 + 25 = 150\,m$$

$$x_{25} = x_{20} + \Delta x = 150 - 25 = 125\,m$$


آکادمی فیزیک Ghareghani
Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## تمرین ۱ـ۱۱




شکل مقابل نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند. با فرض $x_0=0$ و $v_0=0$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰s،

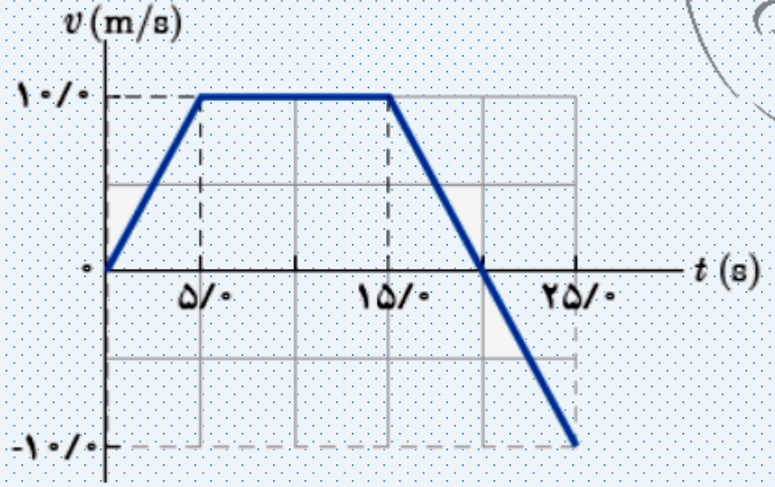
الف) نمودارهای سرعت ـ زمان و مکان ـ زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy




**ب) با توجه به نمودار سرعت – زمان، در بازهٔ اول حرکت تند شونده،**

**در بازهٔ ۵ تا ۱۵ ثانیه حرکت با سرعت ثابت**

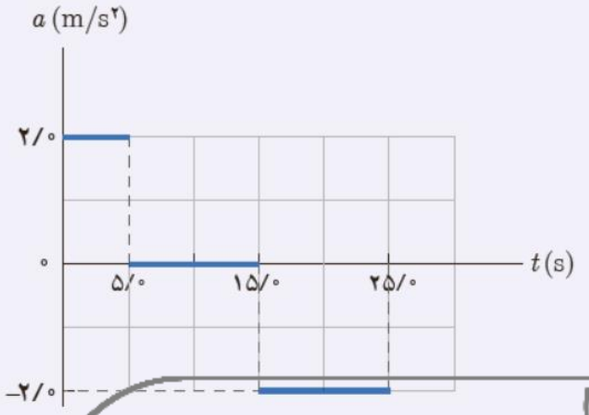
**در بازهٔ ۱۵ تا ۲۰ ثانیه حرکت کند شونده**

**و در بازهٔ ۲۰ تا ۲۵ ثانیه حرکت آن تند شونده است.**

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

## تمرین ۱ـ۱۱

شکل مقابل نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند. با فرض $x_0=0$ و $v_0=0$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰s،




الف) نمودارهای سرعت ـ زمان و مکان ـ زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.

آکادمی فیزیک قرغانی Ghareghani Physics Academy

پ)

$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\frac{(-10/0-0)\,m/s}{(25/0-0)\,s}=-0/4\,m/s^2$$

ت) با توجه به نمودار مکان ـ زمان که در قسمت الف رسم کردیم، مکان اولیه و پایانی متحرک را در اختیار داریم. به این ترتیب می‌توان نوشت :

$$\Delta x=125/0\,m-0=125/0\,m$$ جابه‌جایی کل

Ghareghani Physics Academy آکادمی فیزیک قرغانی

# بخش دوم، تمرینات دوره ای

برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

Ghareghaniphysics

www.ghareghaniphysics.com

YouTube GhareghaniPhysics

آکادمی فیزیک قرغانی

**۱.** با توجه به داده‌های نقشهٔ شکل زیر،

الف) تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.

ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط می‌توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

**الف)**

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta d} = \frac{۶۰\text{km}}{\frac{۴}{۳}h} = ۴۵\text{km/h} \qquad s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۸۸\text{km}}{\frac{۴}{۳}h} = ۶۶\text{km/h}$$

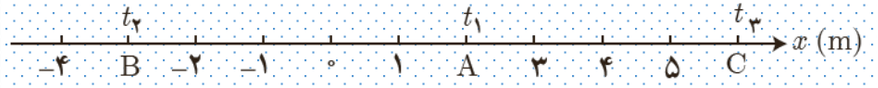
آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

**ب)** مفهوم فیزیکی تندی متوسط اشاره بر این دارد که خودرو به‌طور میانگین در هر ساعت چه مسافتی از مسیر را پیموده است. در حالی که مفهوم فیزیکی سرعت متوسط، اشاره بر این نکته دارد که خودرو به‌طور میانگین در هر ساعت چقدر به مقصد خود نزدیک‌تر شده است. (یعنی در جهت بردار جابه‌جایی حرکت کرده است.)

**پ)** اگر مسیر جاده بین مبدأ و مقصد تقریباً مستقیم باشد در این صورت تندی متوسط با اندازهٔ سرعت متوسط تقریباً برابر خواهد شد.

Gharegheni Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

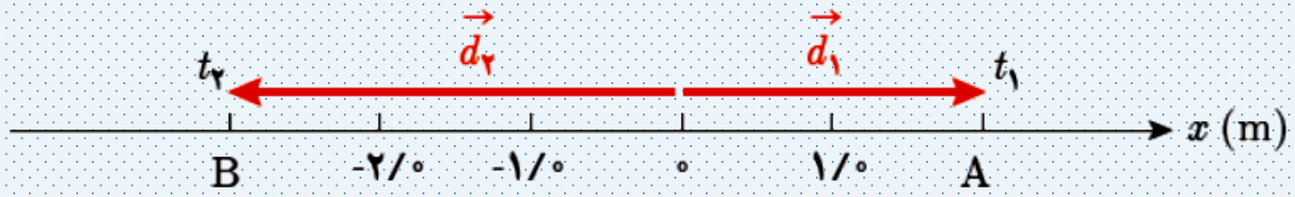
**۴.** متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ $t_1$ در نقطهٔ A، در لحظهٔ $t_2$ در نقطهٔ B و در لحظهٔ $t_3$ در نقطهٔ C قرار دارد.




الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور $x$ رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی $t_1$ تا $t_2$، $t_2$ تا $t_3$ و $t_1$ تا $t_3$ به‌دست آورید.

**الف) بردارهای مکان متحرک برای لحظه‌های $t_1$ و $t_2$ روی شکل زیر نشان داده شده است. (برای لحظهٔ $t_3$ نیز به طور مشابه می‌توانید رسم کنید.)**




$$\vec{d}_1 = 2\vec{i} \quad , \quad \vec{d}_2 = -3\vec{i}$$ (در SI)

ب) بردار جابه‌جایی در بازهٔ زمانی $t_1$ تا $t_2$ (در SI) برابر است با

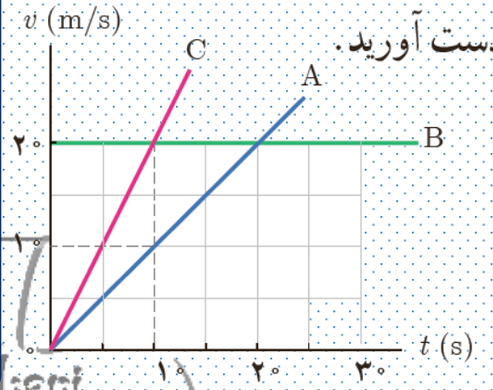
$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = -3\vec{i} - 2\vec{i} = -5\vec{i}$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۳.** در شکل زیر نمودار سرعت ـ زمان سه متحرک نشان داده شده است.

الف) شتاب سه متحرک را به طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) شتاب هر متحرک را به دست آورید.




پ) در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰s جابه‌جایی این سه متحرک را پیدا کنید.

$$\Delta x_A = (\frac{v_1 + v_2}{2})\Delta t = (\frac{10m/s + 0}{2}) \times 10s = 5\,m/s \times 10\,s = 50\,m$$

$$\Delta x_B = (\frac{v_1 + v_2}{2})\Delta t = (\frac{20m/s + 20m/s}{2}) \times 10s = 20\,m/s \times 10\,s = 200\,m$$

$$\Delta x_C = (\frac{v_1 + v_2}{2})\Delta t = (\frac{20m/s + 0}{2}) \times 10s = 10\,m/s \times 10\,s = 100\,m$$

آکادمی فیزیک قرغانی Ghareghani Physics Academy

شیب خط متحرک C بیشتر از شیب خط متحرک A و نمودار سرعت-زمان متحرک B موازی با محور زمان یعنی شیب آن صفر است؛ بنابراین $a_C > a_A > a_B$.

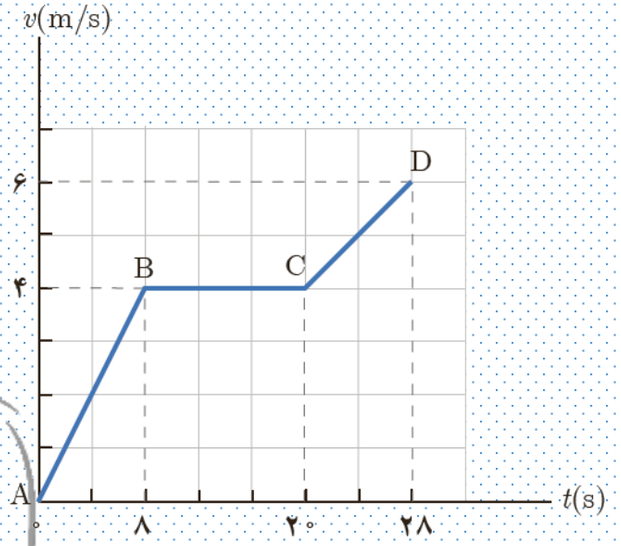
$$\text{شیب نمودار سرعت-زمان متحرک } B = a_B = 0$$

$$\text{شیب نمودار سرعت-زمان متحرک } A = a_A = \frac{10\,m/s - 0}{10\,s - 0} = 1\,m/s^2$$

$$\text{شیب نمودار سرعت-زمان متحرک } C = a_C = \frac{20\,m/s - 0}{10\,s - 0} = 2\,m/s^2$$

Ghareghani Physics Academy آکادمی فیزیک قرغانی

**۴.** شکل زیر نمودار سرعت ـ زمان متحرکی را که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند در مدت ۲۸ ثانیه نشان می‌دهد.




الف) شتاب در هر یک از مرحله‌های AB، BC و CD چقدر است؟

ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۸ ثانیه چقدر است؟

پ) جابه‌جایی متحرک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

**الف)**

$$a_{AB} = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{۴\,m/s - ۰}{۸\,s - ۰} = ۰/۵\,m/s^۲$$

$$a_{CB} = \frac{v_C - v_B}{t_C - t_B} = \frac{۴\,m/s - ۴\,m/s}{۲۰\,s - ۸\,s} = ۰\,m/s^۲$$

$$a_{DC} = \frac{v_D - v_C}{t_D - t_C} = \frac{۶\,m/s - ۴\,m/s}{۲۸\,s - ۲۰\,s} = ۰/۲۵\,m/s^۲$$

**ب)**

$$a_{av} = \frac{v_D - v_A}{t_D - t_A} = \frac{۶\,m/s - ۰}{۲۸\,s - ۰} = ۰/۲۱\,m/s^۲$$

$$\Delta x_{AB} = (\frac{v_A + v_B}{۲})\Delta t = (\frac{۴m/s + ۰}{۲}) \times ۸ = ۲\,m/s \times ۸\,s = ۱۶\,m$$

$$\Delta x_{BC} = (\frac{v_B + v_C}{۲})\Delta t = (\frac{۴m/s + ۴m/s}{۲}) \times ۱۲ = ۴\,m/s \times ۱۲\,s = ۴۸\,m$$

$$\Delta x_{CD} = (\frac{v_C + v_D}{۲})\Delta t = (\frac{۴m/s + ۶m/s}{۲}) \times ۸ = ۵\,m/s \times ۸\,s = ۴۰\,m$$

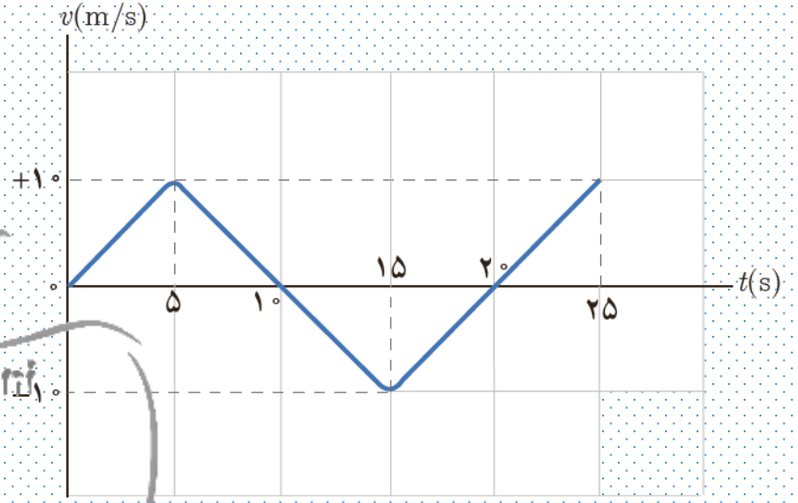
$$\Delta x_{\text{کل}} = \Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} + \Delta x_{CD} \Rightarrow \Delta x_{\text{کل}} = ۱۶\,m + ۴۸\,m + ۴۰\,m = ۱۰۴\,m$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

**۵.** نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل زیر است.

الف) نمودار شتاب ـ زمان این متحرک را رسم کنید.

ب) اگر $x_0 = -10\,m$ باشد نمودار مکان ـ زمان متحرک را رسم کنید.




الف) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، شتاب متحرک را در بازه‌های متفاوت پیدا می‌کنیم.

در بازهٔ زمانی ۰ تا ۵s

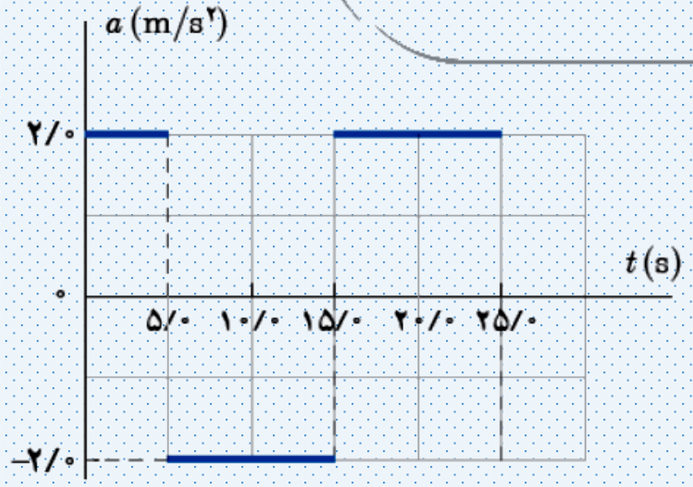
$$a = \frac{(10-0)\,m/s}{5s} = 2\,m/s^2$$

در بازهٔ زمانی ۵s تا ۱۵s

$$a = \frac{(-10-10)\,m/s}{10s} = -2\,m/s^2$$

در بازهٔ زمانی ۱۵s تا ۲۵s

$$a = \frac{(10+10)\,m/s^2}{10s} = 2\,m/s^2$$



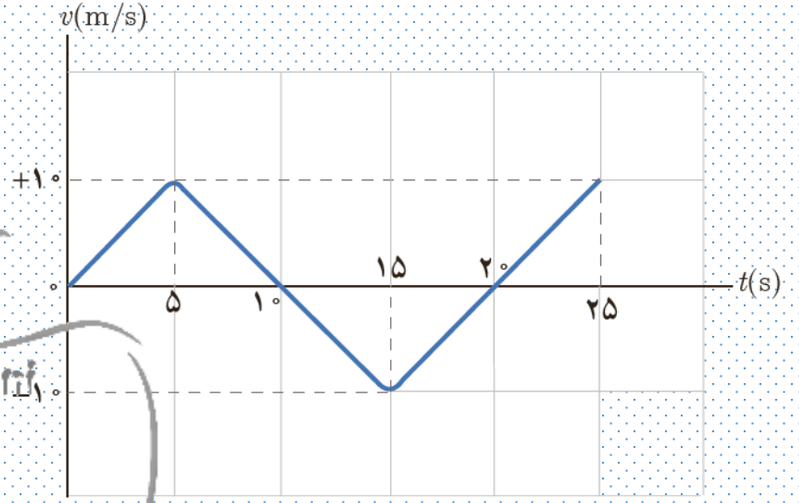


آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

۵. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل زیر است.

الف) نمودار شتاب ـ زمان این متحرک را رسم کنید.

ب) اگر $x_0 = -10\,m$ باشد نمودار مکان ـ زمان متحرک را رسم کنید.




ب) جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی پیدا می‌کنیم.

در بازهٔ صفر تا ۵s

$$\Delta x = v_{av}\Delta t = \left(\frac{0+10\,m/s}{2}\right)(5s) = 25m$$

$t=5s \quad x=-10\,m+25m=15m$

در بازهٔ ۵s تا ۱۰s

$$\Delta x = \left(\frac{10\,m/s+0}{2}\right)(5s) = 25m \qquad t=10\,s \qquad x=40\,m$$

در بازهٔ ۱۰s تا ۱۵s

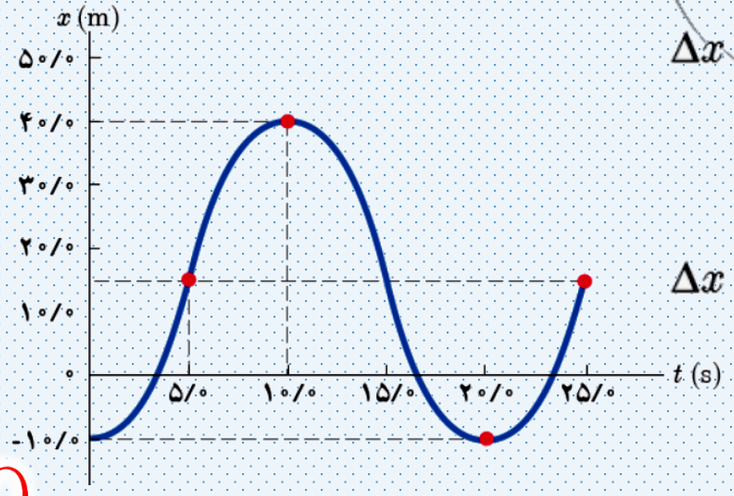
$$\Delta x = \left(\frac{0-10\,m/s}{2}\right)(5s) = -25m \qquad t=15s \qquad x=15m$$

در بازهٔ ۱۵s تا ۲۰s

$$\Delta x = \left(\frac{-10\,m/s+0}{2}\right)(5s) = -25m \qquad t=20\,s \qquad x=-10\,m$$

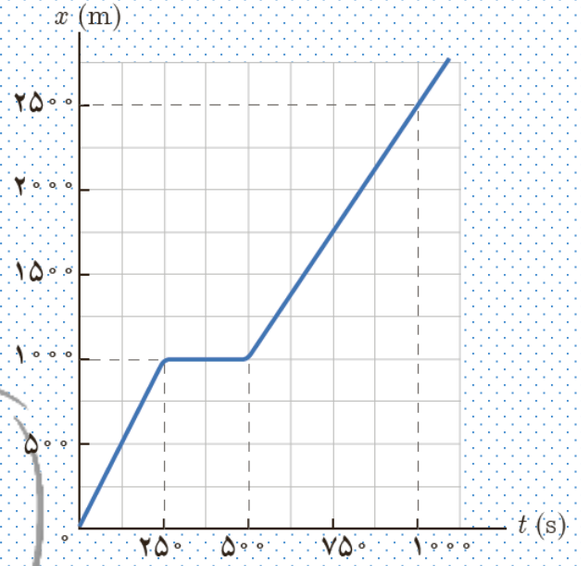
در بازهٔ ۲۰s تا ۲۵s

$$\Delta x = \left(\frac{0+10\,m/s}{2}\right)(5s) = 25m \qquad t=25s \qquad x=15m$$




آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

۷. شکل زیر نمودار مکان ـ زمان حرکت یک دوندهٔ دوی نیمه‌استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می‌دهد.




الف) در کدام بازهٔ زمانی دونده سریع‌تر دویده است؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، دونده ایستاده است؟

پ) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۲۵۰s حساب کنید.

ت) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی ۵۰۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید.

ث) سرعت متوسط دونده را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید.

**الف)**

شیب خط در بازه زمانی صفر تا $۲۵۰\ s$ بیشتر از شیب خط در بازه زمانی $۵۰۰\ s$ تا $۱۰۰۰\ s$ است؛

پس در بازه زمانی صفر تا $۲۵۰\ s$ دونده سریع‌تر دویده است.

**ب)**

در بازه زمانی $۲۵۰\ s$ تا $۵۰۰\ s$ دونده ایستاده است.

**پ)**

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(۱۰۰۰ - ۰)\,m}{۲۵۰\,s} = ۴\,m/s$$

**ت)**

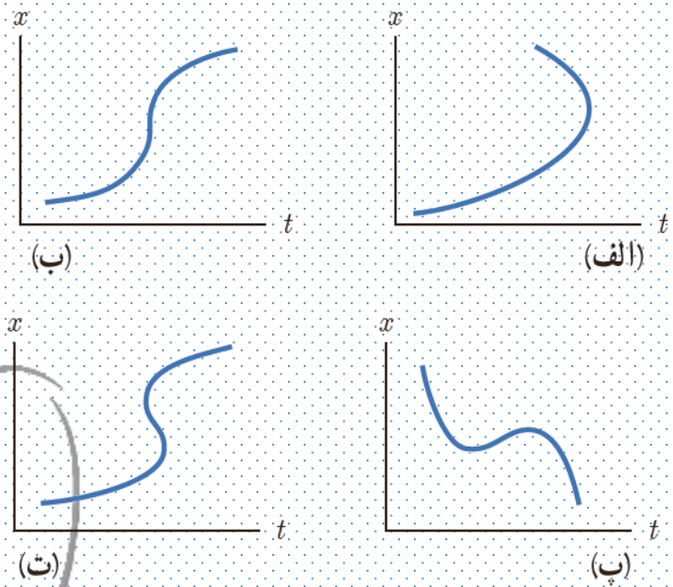
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(۲۵۰۰ - ۱۰۰۰)\,m}{۵۰۰\,s} = ۳\,m/s$$

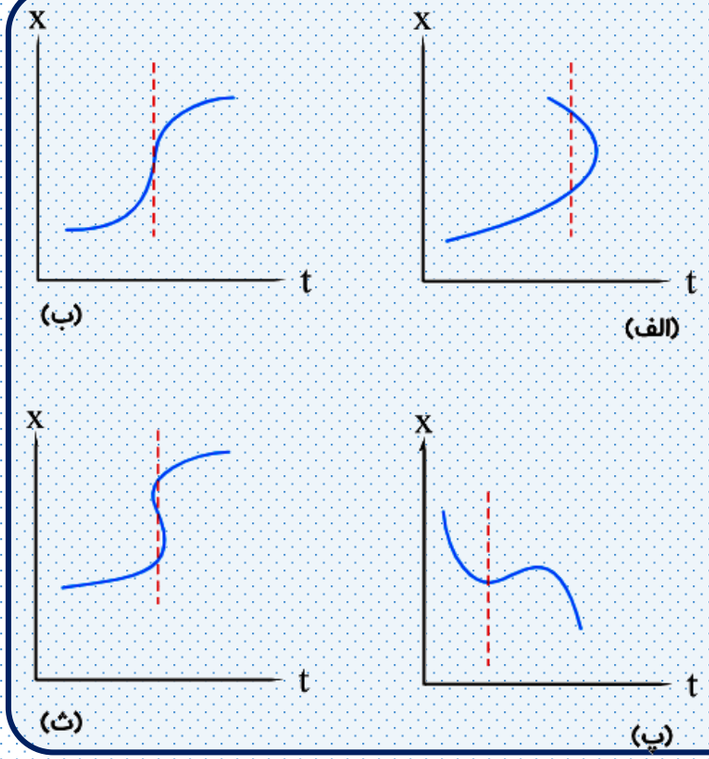
**ث)**

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(۲۵۰۰ - ۰)\,m}{۱۰۰۰\,s} = ۲/۵\,m/s$$

آکادمی فیزیک قرغانی Ghareghani Physics Academy

**۷.** توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان ــ زمان شکل زیر می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار $x$ــ$t$ یک متحرک باشد.



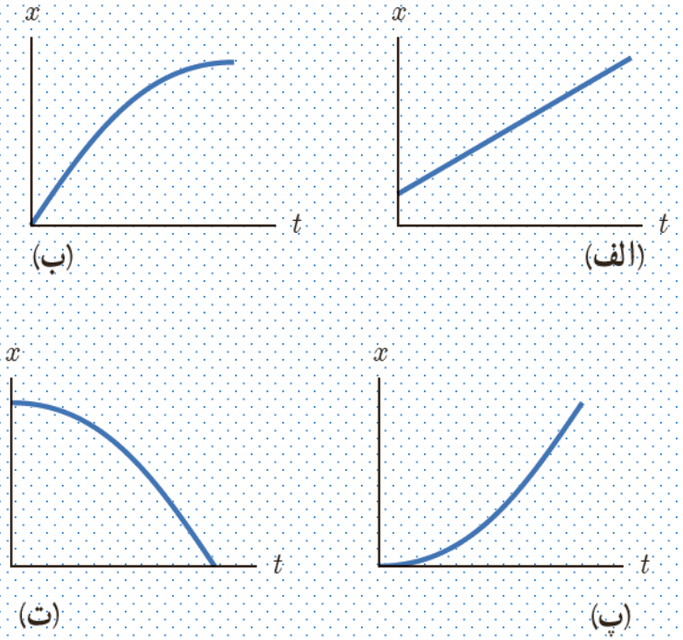

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

تنها نمودار شکل "پ" می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار $x - t$ یک متحرک باشد.

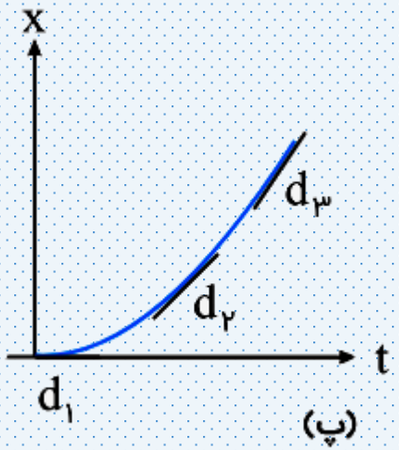
زیرا در شکل‌های الف، ب و ت مشاهده می‌شود که در یک لحظه متحرک در دو مکان است و در شکل ب برای یک لحظه جابه‌جایی رخ داده است.

Gharaghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۸.** توضیح دهید از نمودارهای مکان ـ زمان شکل زیر کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به‌تدریج بر تندی آن افزوده شده است.




شیب خط مماس بر نمودار پ در لحظهٔ $t = ۰$، صفر است؛ پس سرعت متحرک در این لحظه صفر است یعنی متحرک از حال سکون حرکتش را شروع کرده است. با گذشت زمان شیب خط مماس بر این نمودار رفته‌رفته افزایش یافته می‌یابد؛ درنتیجه تندی متحرک افزایش می‌یابد.

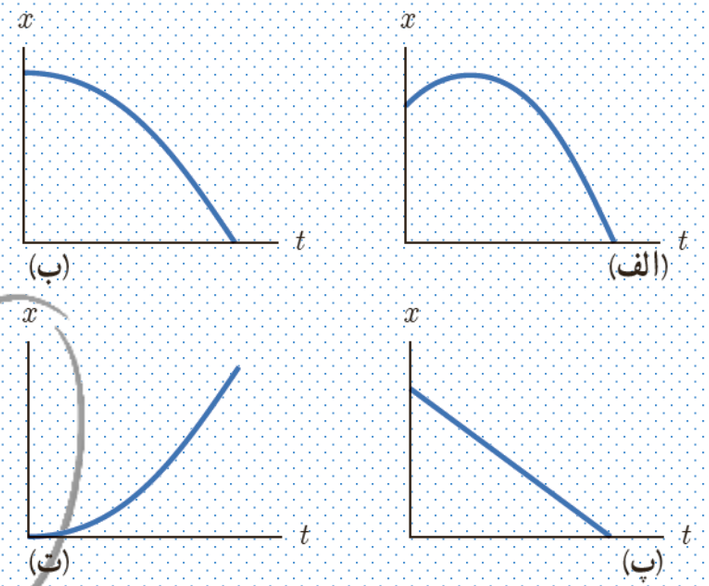



برای اینکه متحرک از حال سکون حرکت کند باید در مکان اولیه (یعنی در لحظهٔ $t = ۰$) ، خط مماس بر نمودار $x - t$ موازی با محور زمان باشد یعنی دارای شیب صفر باشد، که تنها نمودارهای شکل پ و ت دارای این ویژگی هستند.

برای اینکه بر تندی متحرک افزوده شود باید شیب خط مماس بر نمودار $x - t$، نسبت به محور زمان، در حال افزایش باشد.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۹.** توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان ـ زمان نشان داده شده، حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که سرعت اولیهٔ آن در جهت محور $x$ و شتاب آن بر خلاف جهت محور $x$ است.




برای اینکه متحرک با سرعت اولیه درجهت محور $x$ حرکت کند باید شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ مثبت باشد و برای اینکه شتاب در خلاف جهت محور $x$ باشد، می‌بایست شیب خط مماس در هرلحظه در حال کاهش باشد یا اینکه شیب خط مماس بر نمودار $x-t$، منفی و در حال افزایش باشد.

بنابراین نمودار الف درست است.

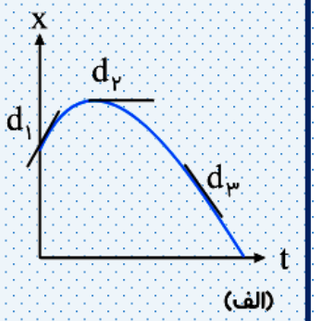
آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

شیب خط مماس بر نمودار الف در لحظهٔ $t=0$ مثبت است. لذا دارای سرعت اولیه درجهت محور $x$ است.

شیب خط ابتدا مثبت و با گذشت زمان درجهت مثبت محور $x$ در حال کاهش است.

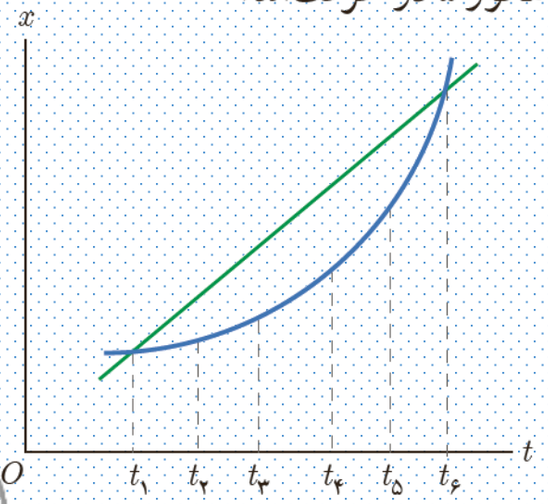
در این بازه شتاب در خلاف جهت محور $x$ است؛ سپس شیب خط منفی و در حال افزایش است.

به عبارتی سرعت آن با گذشت زمان درجهت منفی محور $x$ افزایش می‌یابد. در این بازه شتاب در خلاف جهت محور $x$ است.




Gharegheni Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۰.** شکل زیر نمودار مکان ــ زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور $x$ در حرکت‌اند.




الف) در چه لحظه‌هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟

ب) در چه لحظه‌ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟

پ) سرعت متوسط دو خودرو را در بازهٔ زمانی $t_1$ تا $t_6$ با هم مقایسه کنید.

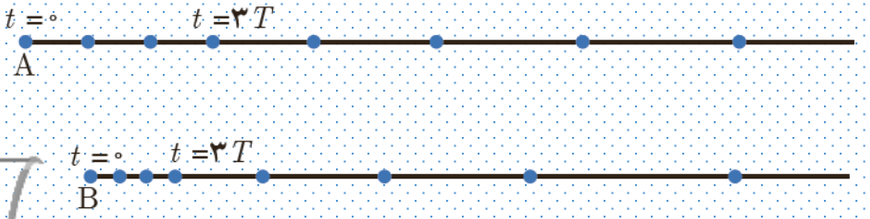
**الف) در لحظه‌های $t_1$ و $t_6$**

**ب) شیب خط مماس بر منحنی خودروی شتابدار در لحظهٔ $t_4$، تقریباً موازی نمودار خودرویی است که با سرعت ثابت در حرکت است.**

**پ) چون در بازهٔ زمانی $t_1$ تا $t_6$ برای دو خودرو $\Delta x = x_6 - x_1$ یکسان است، لذا سرعت متوسط آنها نیز برابر است.**

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

**۱۱.** هر یک از شکل‌های زیر مکان یک خودرو را در لحظه‌های $t=۰$، $t=T$، $t=۲T$، ... و $t=۷T$ نشان می‌دهد. هر دو خودرو در لحظهٔ $t=۳T$ شتاب می‌گیرند. توضیح دهید،




الف) سرعت اولیهٔ کدام خودرو بیشتر است.

ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است.

پ) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد.

الف) حرکت هر دو خودرو در بازهٔ زمانی $t=۰$ تا $t=۳T$ با سرعت ثابت است. از آنجا که خودروی $A$ در این بازهٔ زمانی مسافت بیشتری را طی کرده است، در نتیجه سرعت اولیهٔ خودروی $A$ بیشتر از خودروی $B$ است.

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

ب) در بازهٔ زمانی $t=۳T$ تا $t=۷T$، خودروی $B$ مسافت بیشتری را طی کرده‌است. یعنی

$$\Delta x_A = (v_{av})_A(۴T) = (\frac{v_{۳A}+v_{۷A}}{۲})(۴T)$$

$$\Delta x_B = (v_{av})_B(۴T) = (\frac{v_{۳B}+v_{۷B}}{۲})(۴T)$$

چون $\Delta x_A<\Delta x_B$ است داریم :

$$v_{۳A}+v_{۷A} < v_{۳B}+v_{۷B}$$

از طرفی چون $v_{۳A}>v_{۳B}$ است (به قسمت الف توجه شود)، در این صورت باید $v_{۷B}>v_{۷A}$ باشد.

پ) چون تغییرات سرعت خودروی $B$ بیشتر بوده است، لذا دارای شتاب بیشتری نیز هست.

Gharaghani Physics Academy آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۲.** معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = t^3 - 3t^2 + 4$ است.

الف) مکان متحرک را در $t = 0s$ و $t = 2s$ به‌دست آورید.

ب) سرعت متوسط جسم را در بازهٔ زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.

$$x = t^3 - 2t^2 + 4$$

$$t = 0\,s \Rightarrow x_1 = 4\,m$$

$$t = 2\,s \Rightarrow x_2 = 8\,m - 12\,m + 4\,m = 0$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

$$x = t^3 - 2t^2 + 4$$

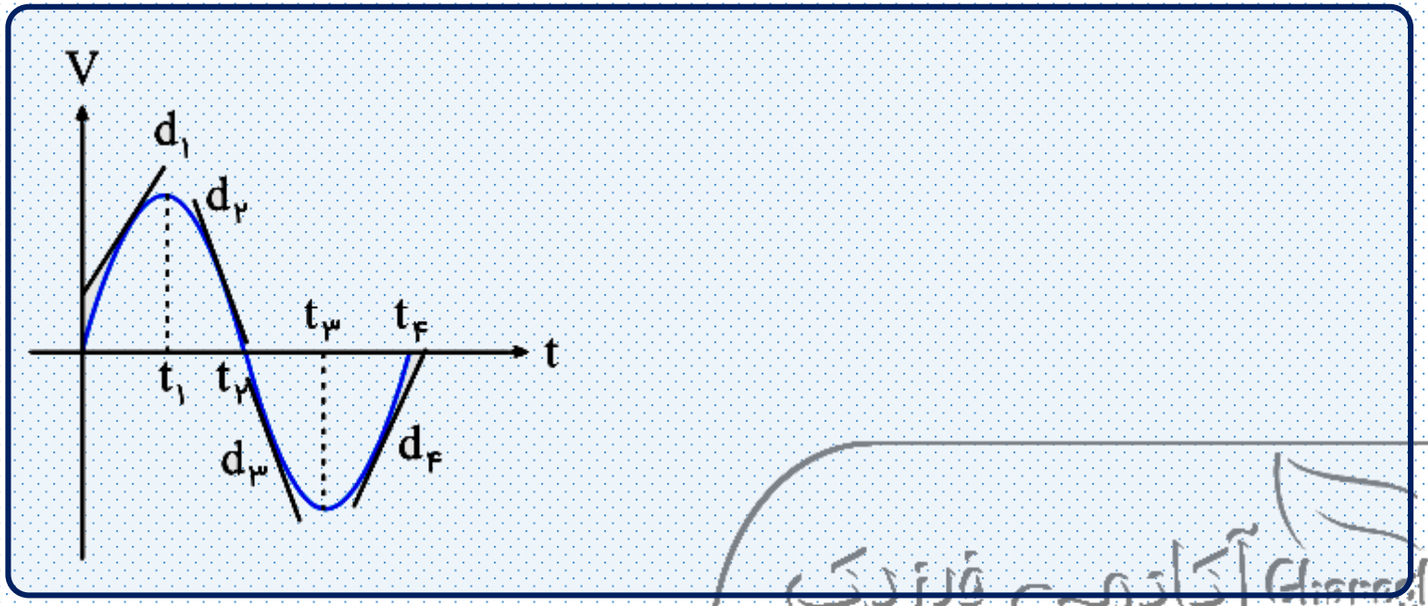
$$t = 0\,s \Rightarrow x_1 = 4\,m$$

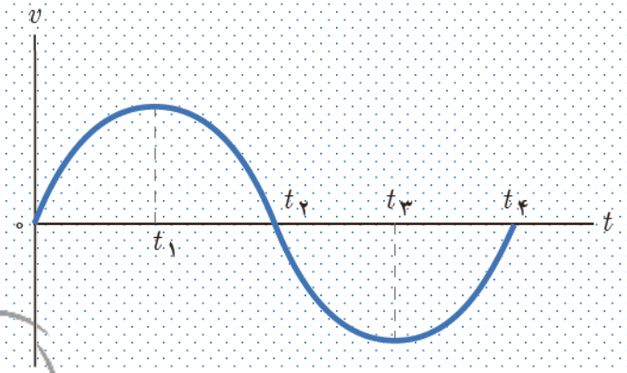
$$t = 2\,s \Rightarrow x_2 = 8\,m - 12\,m + 4\,m = 0$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 4m}{2s - 0} = -2m/s$$

Gharegheni Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۳.** نمودار سرعت ـ زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. تعیین کنید در کدام بازه‌های زمانی بردار شتاب در جهت محور $x$ و در کدام بازه‌های زمانی در خلاف جهت محور $x$ است.




آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

در بازه زمانی (۰ تا $t_1$) و ($t_3$ تا $t_4$) شیب خط $d_1$ و $d_4$ نمودار $v - t$، مثبت است.

درنتیجه بردار شتاب درجهت محور $x$ است و در بازه زمانی ($t_1$ تا $t_2$) و ($t_2$ تا $t_3$) شیب $d_2$ و $d_3$ نمودار $v - t$، منفی است.

درنتیجه بردار شتاب در خلاف جهت محور $x$ است.

Gharaghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۴.** جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است.

اگر جسم در لحظهٔ $t_1=5/0\,s$ در مکان $x_1=6/0\,m$ و در لحظهٔ $t_2=20/0\,s$ در مکان $x_2=36/0\,m$ باشد،

الف) معادلهٔ مکان ــ زمان جسم را بنویسید.

ب) نمودار مکان ــ زمان جسم را رسم کنید.

**معادلهٔ حرکت جسمی که با سرعت ثابت در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند** $x=vt+x_0$

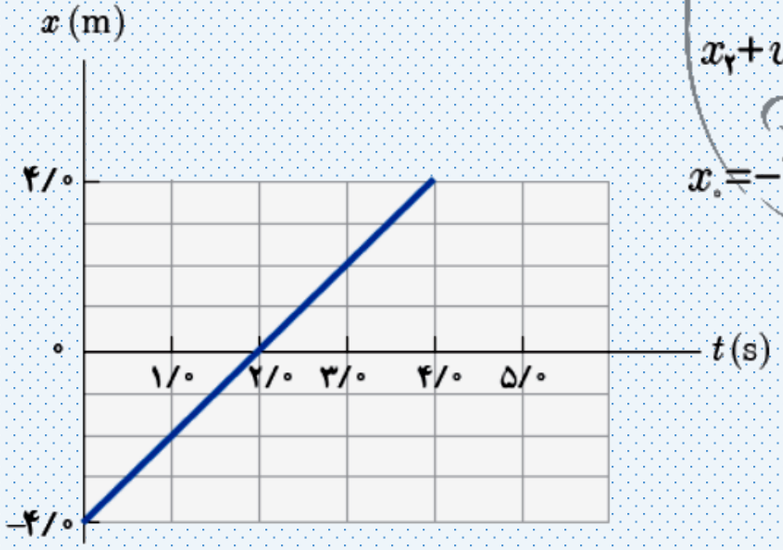
**در هر یک از لحظه‌های $t_1$ و $t_2$ داریم :**

$$x_1=vt_1+x_0 \Rightarrow 6/0\,m=v(5/0\,s)+x_0$$

$$x_2+vt_2+x_0 \Rightarrow 36/0\,m=v(20/0\,s)+x_0$$

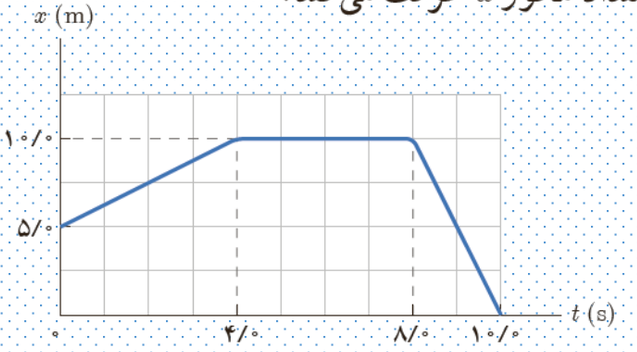
**با حل دو معادلهٔ بالا داریم :**

$$x_0=-4/0\,m \quad , \quad v=2/0\,m/s \quad \Rightarrow x=2t-4$$




آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

**۱۵.** شکل زیر نمودار مکان ــ 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؟

ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰ s تا ۴/۰ s، ۴/۰ s تا ۸/۰ s، ۸/۰ s تا ۱۰/۰ s و همچنین در کل زمان حرکت به‌دست آورید.

پ) معادلهٔ حرکت متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰ s تا ۴/۰ s، ۴/۰ s تا ۸/۰ s، و ۸/۰ s تا ۱۰/۰ s بنویسید.

ت) نمودار سرعت ــ زمان متحرک را رسم کنید.

الف) در بازهٔ صفر تا ۴/۰ s $\Delta x_1 = ۱۰/۰\,m - ۵/۰\,m = ۵/۰\,m$

در بازهٔ ۴/۰ s تا ۸/۰ s $\Delta x_2 = ۱۰/۰\,m - ۱۰/۰\,m = ۰$

در بازهٔ ۸/۰ s تا ۱۰/۰ s $\Delta x_3 = ۰ - ۱۰/۰\,m = -۱۰/۰\,m$

به این ترتیب جابه‌جایی کل برابر است با

$$\Delta x = ۵/۰\,m + ۰ + (-۱۰/۰\,m) = -۵/۰\,m$$

مسافت پیموده شده برای مجموع اندازهٔ جابه‌جایی‌های متحرک در هر بازهٔ زمانی است. به این ترتیب داریم :

$$l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| + |\Delta x_3| = |۵/۰\,m| + ۰ + |-۱۰/۰\,m| = ۱۵/۰\,m$$

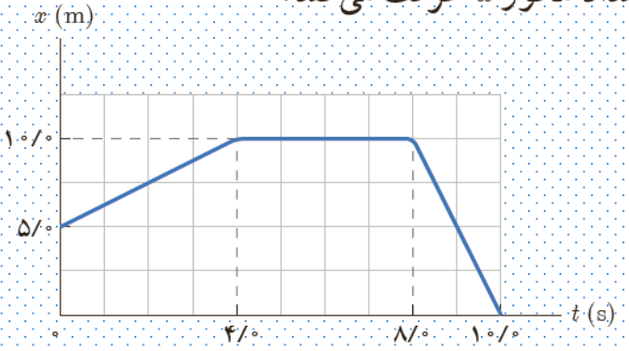
$$(۰,۴s) \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۵}{۴} = ۱/۲۵\,m/s$$

$$(۴s,۸s) \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰}{۴} = ۰$$

$$(۸s,۱۰s) \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-۱۰}{۲} = -۵\,m/s$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۵.** شکل زیر نمودار مکان ــ 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؟

ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۴/۰s، ۴/۰s تا ۸/۰s، ۸/۰s تا ۱۰/۰s و همچنین در کل زمان حرکت به‌دست آورید.

پ) معادلهٔ حرکت متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۴/۰s، ۴/۰s تا ۸/۰s، و ۸/۰s تا ۱۰/۰s بنویسید.

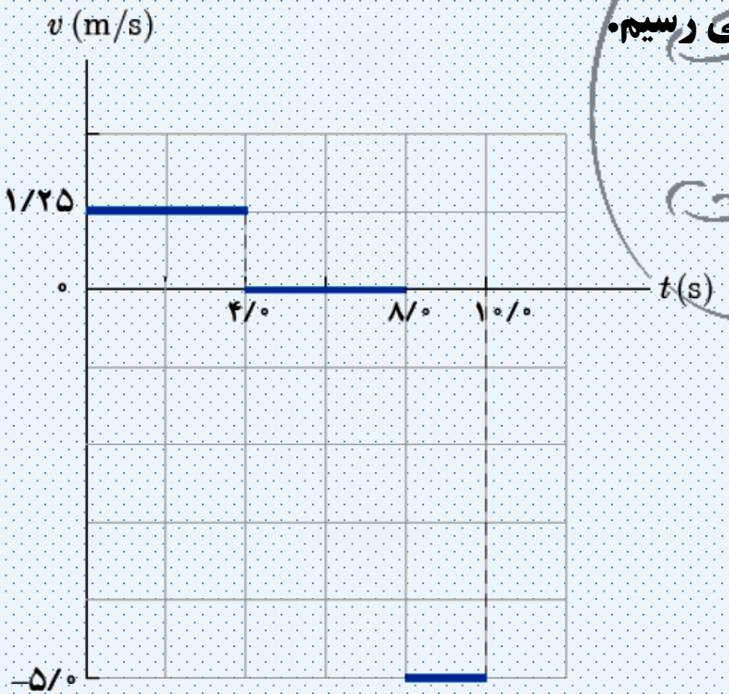
ت) نمودار سرعت ــ زمان متحرک را رسم کنید.

$$(0,4s) \rightarrow x = 1/25t + 5$$

$$(4s,8s) \rightarrow x = 10$$

$$(8s,10s) \rightarrow x = -5t + 50$$

**به معادله در بازهٔ سوم دقت کنید، به ازای زمانی ۸ ثانیه متحرک باید در ۱۰ متری باشد، بنابراین یا باید از روش معادلهٔ خط بین دو نقطه این معادله را بدست آورد و یا با تغییر متغیر زمان که در نهایت به معادلهٔ داده شده می رسیم.**

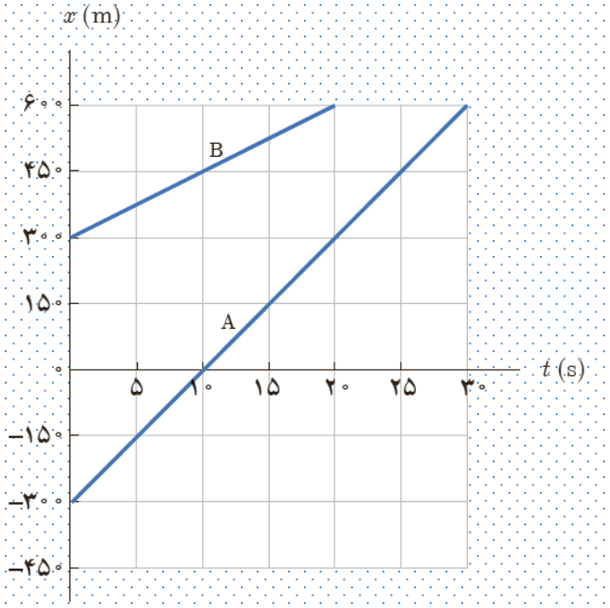



آکادمی فیزیک قرغانی
Physics Academy
Ghareghani Physics Academy

**۱۴.** شکل زیر نمودار مکان ــ زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کنند.

الف) معادلهٔ حرکت هر یک از آنها را بنویسید.

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




**الف)**

$$v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۹۰۰}{۳۰} = ۳۰\,m/s \quad \rightarrow \quad x = vt + x_\circ \rightarrow x_A = ۳۰t - ۳۰۰$$

$$v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۳۰۰}{۲۰} = ۱۵\,m/s \quad \rightarrow \quad x = vt + x_\circ \rightarrow x_B = ۱۵t + ۳۰۰$$

**ب)**

$$x_A = x_B$$

$$۳۰t - ۳۰۰ = ۱۵t + ۳۰۰ \rightarrow t = ۴۰\,s$$

$$x = ۳۰ \times ۴۰ - ۳۰۰ = ۹۰۰\,m$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegani Physics Academy

**۱۷.** دانستن محل قرارگیری یک ماهواره در مأموریت‌های فضایی و اطمینان از اینکه ماهواره در مدار پیش‌بینی شده قرار گرفته، یکی از مأموریت‌های کارشناسان فضایی است. بدین منظور تَپ‌های الکترومغناطیسی را که با سرعت نور در فضا حرکت می کنند، به طرف ماهوارهٔ موردنظر می فرستند و بازتاب آن توسط ایستگاه زمینی دریافت می‌شود. اگر زمان رفت و برگشت یک تپ ۰/۲۴ ثانیه باشد، فاصلهٔ ماهواره از ایستگاه زمینی، تقریباً چقدر است؟

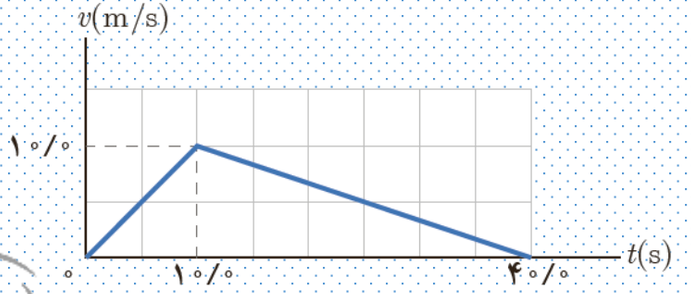
آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

اگر تندی نور را $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ در نظر بگیریم، در این صورت با توجه به اینکه زمان رفت $۰/۱۲\,s$ است، داریم :

$$\Delta x=v\Delta t=(۳\times۱۰^{۸}\,m/s)(۰/۱۲\,s)=۳/۶\times۱۰^{۷}\,m$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۸.** نمودار $v-t$ متحرکی که در امتداد محور $x$ حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۰/۰s تا ۵/۰s چند برابر سرعت متوسط آن در بازهٔ زمانی ۲۵/۰s تا ۴۰/۰s است؟




آکادمی فیزیک قرغانی
Gharaghani Physics Academy

در هر یک از بازه‌های زمانی صفر تا ۱۰/s و همچنین ۱۰/۰s تا ۴۰/۰s حرکت دارای شتاب ثابت است.

در بازهٔ صفر تا ۵/۰s

$$v_{av}=\frac{۰+۵/۰\,m/s}{۲}=۲/۵\,m/s$$

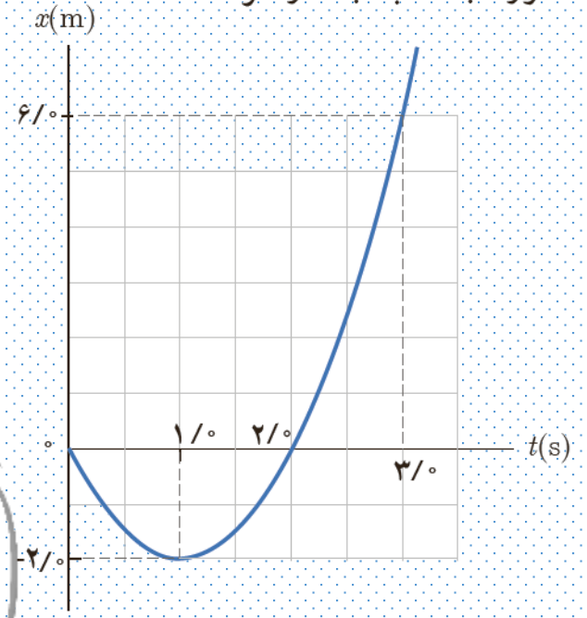
در بازهٔ ۲۵/۰s تا ۴۰/۰s

$$v_{av}=\frac{۵/۰\,m/s+۰}{۲}=۲/۵\,m/s$$

به این ترتیب نسبت سرعت متوسط متحرک در بازه‌های داده شده برابر ۱ است.

Gharaghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۱۹.** شکل زیر نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور $x$ با شتاب ثابت در حرکت است.




الف) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۳/۰ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

ب) معادلهٔ مکان ــ زمان متحرک را بنویسید.

پ) سرعت متحرک را در لحظهٔ $t=۳/۰\,s$ پیدا کنید.

ت) نمودار سرعت ــ زمان متحرک را رسم کنید.

**الف)**

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{(۶/۰-۰)m}{۳/۰s}=۲/۰m/s$$

**ب)** با توجه به اینکه در $t=۱/۰s$ شیب خط مماس بر منحنی صفر است، لذا سرعت متحرک در این لحظه برابر صفر است. در نتیجه داریم:

$$v=at+v_۰ \Rightarrow ۰=a(۱/۰s)+v_۰ \Rightarrow v_۰=-a$$

از طرفی در همین لحظه داریم $x=-۲/۰m$ و $t=۱/۰s$. با جای‌گذاری در معادلهٔ مکان زمان داریم (در SI):

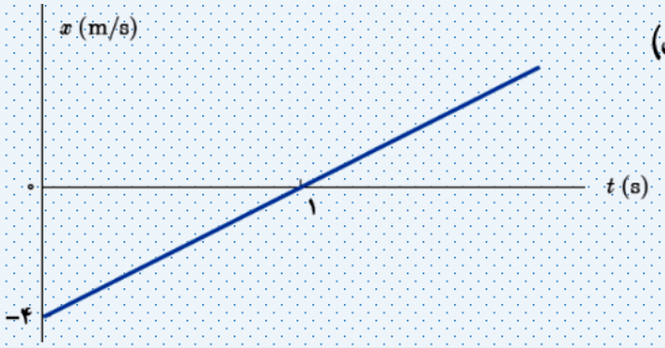
$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰$$

$$-۲/۰m=\frac{۱}{۲}a(۱/۰s)-a(۱/۰s)+۰ \Rightarrow a=۴/۰m/s^۲ \quad \Rightarrow \quad x=۲t^۲-۴t$$

**پ)** از رابطهٔ $v=۴t-۴$، داریم (در SI):

$$v=۴\times۳-۴=۸m/s$$

**ت)**





آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

**۴۰.** متحرکی در امتداد محور $x$ و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x=+۱۰m$ سرعت متحرک $+۴m/s$ و در مکان $x=+۱۹m$ سرعت متحرک $+۱۸km/h$ است.

الف) شتاب حرکت آن چقدر است؟

ب) پس از چه مدتی سرعت متحرک از $+۴m/s$ به سرعت $+۱۸km/h$ می‌رسد؟

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۵^۲ - ۴^۲ = ۲a(۱۹-۱۰)$$

$$a = \frac{۲۵-۱۶}{۲\times۹} = ۰/۵\, m/s^۲$$

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{۵-۴}{۰/۵} = ۲\, s$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Gharegheni Physics Academy

**۴۱.** خودروبی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب $۲m/s^۲$ شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت $۳۶km/h$ از آن سبقت می‌گیرد.

الف) در چه لحظه و در چه مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟

ب) نمودار مکان ـ زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

پ) نمودار سرعت ـ زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

**الف) حرکت خودرو با شتاب ثابت و حرکت کامیون با سرعت ثابت است.**

**با نوشتن معادله‌های حرکت خودرو و کامیون داریم (در SI) :**

**(مبدأ حرکت را، محل چراغ قرمز در نظر گرفته‌ایم $x_۰=۰$.)**

خودرو $x_۱=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰=t^۲$

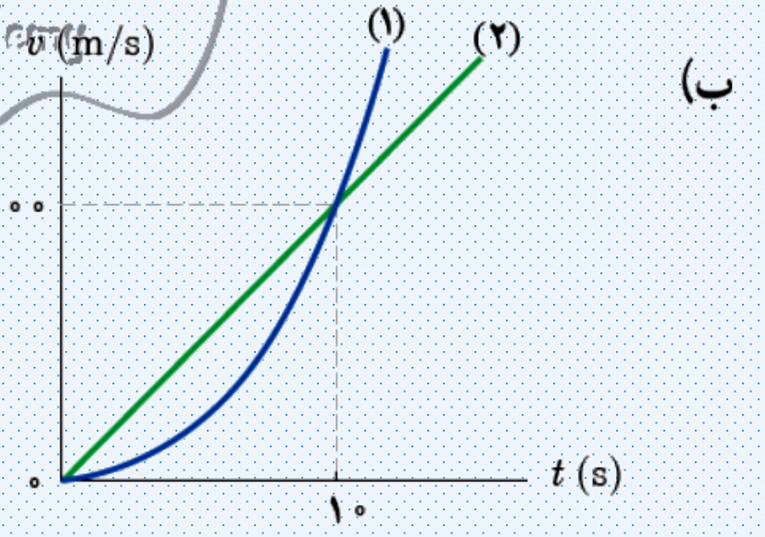
کامیون $x_۲=vt+x_۰=۱۰t$

زمان هم‌رسی $x_۱=x_۲ \Rightarrow t=۱۰s$

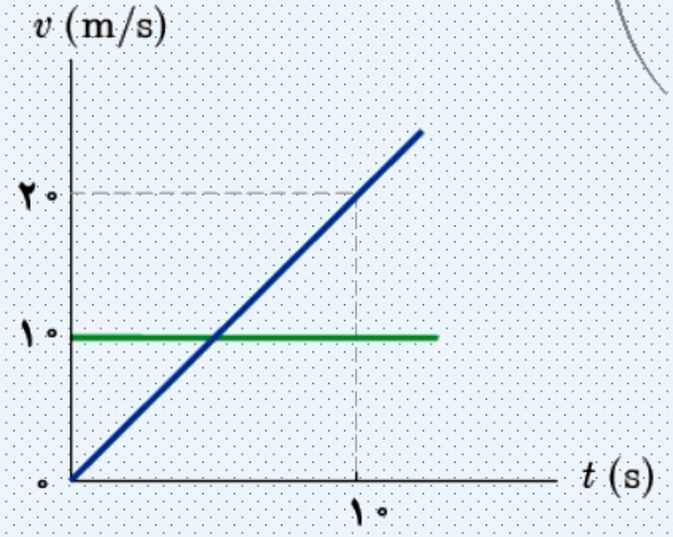
مکان هم‌رسی $x_۲=۱۰\times ۱۰=۱۰۰m$

آکادمی فیزیک قرغانی
Physics Academy
Gharaghani

ب)

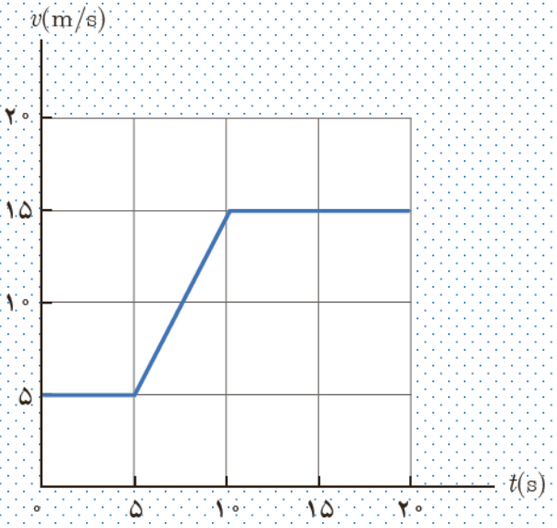



پ)




Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

**۲۲.** شکل نشان داده شده نمودار سرعت ـ زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند.




الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t=۳s$ ، $t=۸s$ ، $t=۱۱s$ و $t=۱۵s$ به‌دست آورید.

ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱=۰s$ تا $t_۲=۲۰s$ را به‌دست آورید.

پ) در هر یک از بازه‌های زمانی $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۱s$ و $t_۲=۱۱s$ تا $t_۲=۲۰s$ خودرو چقدر جابه‌جا شده است؟

ت) سرعت متوسط خودرو در بازه‌های $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۱s$ و $t_۲=۱۱s$ تا $t_۲=۲۰s$ را به‌دست آورید.

شتاب متحرک در لحظه‌های $t=۳s$، $t=۱۱s$ و $t=۱۵s$ به دلیل ثابت بودن سرعت متحرک، صفر است.

شتاب متحرک در لحظهٔ $t=۸s$ با شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۵s تا ۱۰s برابر است.

به این ترتیب داریم :

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(۱۵-۵)m/s}{۵s}=۲m/s^۲$$

ب)

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(۱۵-۵)m/s}{۲۰s}=۰/۵m/s^۲$$

پ) سطح بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر جابه‌جایی در آن بازه است.

در بازهٔ ۵s تا ۱۱s $\Delta x=۶۵m$

در بازهٔ ۱۱s تا ۲۰s $\Delta x=۱۳۵m$

ت)

$$v_{av}=\frac{v_۵+v_{۱۱}}{۲}=\frac{۵+۱۵}{۲}=۱۰m/s$$

$$v_{av}=\frac{v_{۱۱}+v_{۲۰}}{۲}=\frac{۱۵+۱۵}{۲}=۱۵m/s$$

آکادمی فیزیک قرغانی
Ghareghani Physics Academy

# ما را در شبکه های اجتماعی دنبال کنید.

ویدئوهای مینی دورهٔ رایگان را در سایت آکادمی مشاهده کنید.

Ghareghaniphysics

www.ghareghaniphysics.com

YouTube GhareghaniPhysics

آکادمی فیزیک قرغانی