پاسخ پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۱ فیزیک دوازدهم

الف) ① $1h, 20\,min = 1 + \frac{1}{3}h = \frac{4}{3}h$

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{88\,km}{\frac{4}{3}h} = 66\,\frac{km}{h}$$

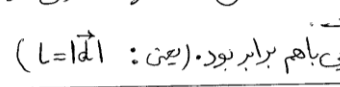
$$V_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{40\,km}{\frac{4}{3}h} = 45\,\frac{km}{h}$$

همیشه $S_{av} \geq V_{av}$

ب) سرعت متوسط یک کمیت برداری است ولی تندی متوسط یک کمیت عددی (اسکالر) است و سرعت متوسط مستقل از مسیر است ولی تندی متوسط وابسته به مسیر است.

ج) وقتی مسافت و جابه‌جایی با هم برابر بود. (یعنی: $L = |\vec{d}|$)

② **الف)**



$\vec{x}_1 = 2\vec{i}$
$\vec{x}_2 = -3\vec{i}$
$\vec{x}_3 = 5\vec{i}$ $4\vec{i}$

ب) (جابه‌جایی در t_2 تا t_1) $\vec{d}_{AB} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 = -3\vec{i} - 2\vec{i} = -5\vec{i}$

(جابه‌جایی در t_2 تا t_3) $\vec{d}_{BC} = \vec{x}_3 - \vec{x}_2 = 5\vec{i} - (-3\vec{i}) = 9\vec{i}$

(جابه‌جایی در t_3 تا t_1) $\vec{d}_{AC} = \vec{x}_3 - \vec{x}_1 = 4\vec{i} - 2\vec{i} = 2\vec{i}$

③ **الف)** هرچه شیب نمودار سرعت-زمان بیشتر باشد، شتاب متحرک بیشتر است.

پس: $a_C > a_A > a_B = 0$

ب) $\bar{a}_A = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10-0}{10-0} = 1\,\frac{m}{s^2}$ ، $\bar{a}_C = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{20-0}{10-0} = 2\,\frac{m}{s^2}$

ج) مساحت زیر سطح نمودار سرعت - زمان برابر جابه‌جایی است. پس:

$\Delta x_A = \frac{10\times 10}{2} = 50\,m$ (مساحت مثلث زیر نمودار A) ، $\Delta x_B = 20\times 10 = 200\,m$ (مساحت مستطیل زیر نمودار B) ، $\Delta x_C = \frac{10\times 20}{2} = 100\,m$

④ **الف)**

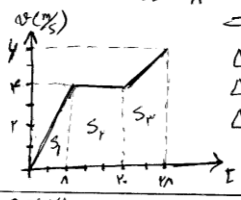
$$a_{AB} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A} = \frac{5-0}{10-0} = 0.5\,\frac{m}{s^2}$$

$$a_{BC} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_C - V_B}{t_C - t_B} = \frac{5-5}{20-10} = 0\,\frac{m}{s^2}$$ (شیب صفر = شتاب صفر)

$$a_{CD} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_D - V_C}{t_D - t_C} = \frac{7-0}{28-20} = 0.75\,\frac{m}{s^2}$$

ب) $a_{av} = a_{AD} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A} = \frac{7\,(\frac{m}{s}) - 0}{28\,(s) - 0} = 0.25\,\frac{m}{s^2}$

ج) جابه‌جایی برابر مساحت زیر منحنی سرعت-زمان است



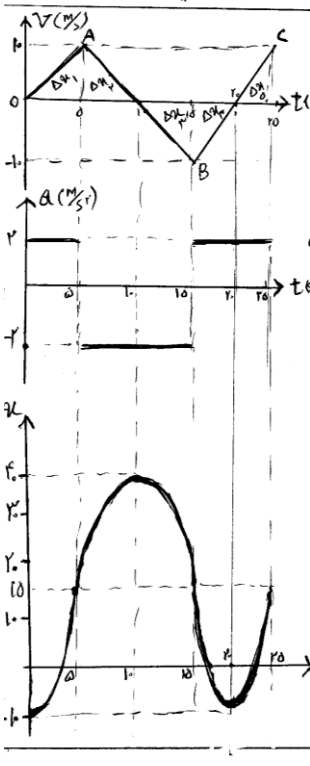
$\Delta x_1 = S_1 = \frac{7\times 4}{2} = 14\,m$

$\Delta x_2 = S_2 = 12\times 4 = 48\,m$

$\Delta x_3 = S_3 = \frac{(4+7)\times 8}{2} = 44\,m$

$\Delta x_{کل} = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 104\,m$

⑤ **الف)** شتاب هر قسمت را حساب می‌کنیم



$a_{OA} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10-0}{5-0} = 2\,\frac{m}{s^2}$

$a_{AB} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-10-10}{15-5} = -2\,\frac{m}{s^2}$

$a_{BC} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{+10-(-10)}{25-15} = 2\,\frac{m}{s^2}$

ب) مقدار جابه‌جایی را با استفاده از سطح زیر منحنی سرعت-زمان حساب می‌کنیم و با استفاده از $x_0 = -10\,m$ مکان هر مرحله را حساب می‌کنیم

$x_0 = -10\,m$

$x_1 = x_0 + \Delta x_1 = -10 + \frac{10\times 5}{2} = 15\,m$

$x_2 = x_1 + \Delta x_2 = 15 + \frac{10\times 5}{2} = 40\,m$

$x_3 = x_2 + \Delta x_3 = 40 + \frac{-10\times 5}{2} = 40 - 25 = 15\,m$

$x_4 = x_3 + \Delta x_4 = 15 + (-25) = -10\,m$

$x_5 = x_4 + \Delta x_4 = -10 + 25 = 15\,m$

دقت کنید در منحنی سرعت-زمان سطح زیر هر بخش مثلث شکل ۲۵ متر است البته اگر سرعت منفی باشد ۲۵- متر در نظر گرفته می‌شود.

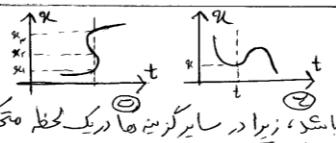
⑥ **الف)** در بازه‌ی $[0, 25]$ ثانیه دونده سریعتر دویده است، زیرا شیب نمودار آن از سایر بخش‌ها بیشتر است.

ب) در بازه‌ی $[0, 50]$ ثانیه دونده در ۱۰۰۰ متری مبدأ ایستاده است.

⑦ $[0, 250] \Rightarrow V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000-0}{250-0} = 4\,m/s$

⑧ $[500, 1000] \Rightarrow V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2500-1000}{1000-500} = 3\,m/s$

⑨ $[0, 1000] \Rightarrow V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2500-0}{1000-0} = 2.5\,m/s$

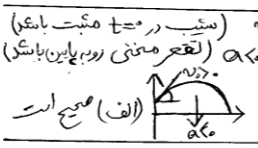
⑩ 

فقط نمودار (ب) می‌تواند نمودار $x-t$ باشد، زیرا در سایر گزینه‌ها در یک لحظه متحرک در دو یا چند مکان مختلف است که غیر ممکن است.

⑧ برای اینکه متحرک از حال سکون شروع به حرکت کند یعنی $v_0 = 0$ باشد باید شیب نمودار در $t = 0$، موازی محور زمان باشد، مانند نمودارهای (ب) و (ج) از طرفی باید اندازه‌ی سرعت یا تندی افزایش یابد پس باید با گذشت زمان شیب نمودار بیشتر شود، که در نمودار (ج) شیب (سرعت) در جهت x افزایش می‌یابد ولی در نمودار (ب) شیب (سرعت) در خلاف جهت x افزایش می‌یابد.

⑨ [تجربی] سرعت اولیه در جهت x $\Leftarrow v_0 > 0$ (شیب در $t=0$ مثبت باشد)

شتاب در جهت خلاف محور x $\Leftarrow a < 0$ (تقعر منحنی رو به پایین باشد)



(الف) صحیح است

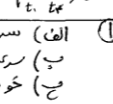
$\Leftarrow$ (شیب در $t=0$ مثبت باشد $v_0 > 0$)

$\Leftarrow$ (تقعر منحنی رو به پایین باشد $a < 0$)

⑩ [۹ تجربی] الف) در لحظه‌ی t_1 و t_2 شیب (و منحنی) برابر است.

ب) در لحظه‌ی t_4 شیب صفر است.

ج) (در بازه‌ی t_1 تا t_4) سرعت متوسط دوخودرو برابر است زیرا Δt و Δx یکسان دارند.



⑪ **الف)** سرعت اولیه خودروی A بیشتر است زیرا جابجایی بیشتری در یک زمان شتاب B دارد

ب) سرعت نهایی B بیشتر است زیرا در بازه‌ی زمانی آخر (۲۳، ۲۴) جابجایی بیشتری دارد

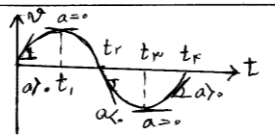
ج) خودروی B زیرا با سرعت کمتر شروع کرده و در آخر سرعتش بیشتر از A شده است.

⑫ $x = t^3 - 2t^2 + 4$

$t = 0 \longrightarrow x_1 = 4\,m$

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

$\Rightarrow V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0-4}{2-0} = -2\,\frac{m}{s}$

⑬ 

در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_3 شیب نمودار سرعت زمان منفی است پس شتاب منفی و در خلاف جهت محور x است.

در بازه‌ی ۰ تا t_1 شیب مثبت و شتاب هم مثبت است پس از جهت محور x است.

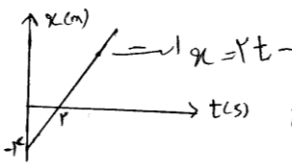
در بازه‌ی t_3 تا t_4 شیب مثبت و در جهت محور x است.

⑭ $V_{av} = V_{\text{لحظه‌ای}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{34-4}{20-5} = 2\,\frac{m}{s}$

این سرعت ثابت را در معادله حرکت با سرعت ثابت قرار می‌دهیم و v_0 را با جاگذاری یکی از نقاط مثلاً $(t=5, x=4)$ به دست می‌آوریم

$x = vt + x_0 \Rightarrow x = 2t + x_0$

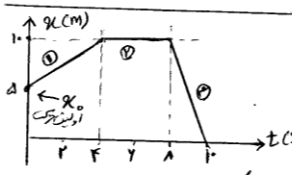
$4 = 2\times 5 + x_0 \Rightarrow x_0 = -4$



پس: معادله‌ی حرکت به صورت $x = 2t - 4$ است

ب) برای رسم از نقاط روی خط استفاده می‌کنیم

$\begin{cases} t=0 \Rightarrow x=-4 \\ t=2 \Rightarrow x=0 \end{cases}$

⑮ 

الف:

$\begin{cases} x_0 = 5\,m \\ x_{\text{نهایی}} = 0 \end{cases}$

$\Delta x = x_{\text{نهایی}} - x_0 = 0 - 5 = -5\,m$

در بازه‌ی زمانی ۰ تا ۴ ثانیه متحرک ۵ متر در جهت محور x حرکت کرده سپس برای ۴ ثانیه در ۱۰ متری مبدأ ساکن بوده و بعد از آن از ده‌متری به مبدأ یعنی $x=0$ برگشته پس:

$L = 5 + 5 + |-10| = 10 + 10 = 20\,m$ (مسافت)

سرعت متوسط در کل مسیر $V_{av,10}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0-5}{10-0}=-0.5\ m/s$

ادامه‌ی حل: ب

$V_{av_1}=\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}=\frac{10-5}{4-0}=1.25\ m/s$

$V_{av_2}=\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}=\frac{10-10}{8-4}=0\ m/s$

$V_{av_3}=\frac{\Delta x_3}{\Delta t_3}=\frac{0-10}{10-8}=-5\ m/s$

(دقت کنید آخرین x هر حرکت x_0 حرکت بعدی است)

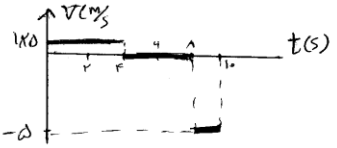
ج

① $\longrightarrow x_1=v_1t+x_0 \Rightarrow x_1=1.25t+5$

② $\longrightarrow x_2=v_2t+x'_0 \Rightarrow x_2=0t+10 \Rightarrow x_2=10$

③ $\longrightarrow x_3=v_3t'+x''_0 \Rightarrow x_3=-5t'+10 \Rightarrow x_3=-5t'+10$

د



نمودار سرعت - زمان

۱۶ الف

برای متحرک A: $v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{300-0}{10-0}=30\frac{m}{s}$ و $x_0=-300$

برای متحرک B: $v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{450-300}{10-0}=15\frac{m}{s}$ و $x_0=300$

بنابراین:

$x_A=v_At+x_0 \Rightarrow x_A=30t-300$

$x_B=v_Bt+x_0 \Rightarrow x_B=15t+300$

ب

شرط رسیدن دو خودرو به هم آن است که $x_A=x_B$ باشد، پس:

$30t-300=15t+300 \Rightarrow 15t=600 \Rightarrow t=\frac{600}{15}=40\ s$

حال اگر $t=40(s)$ را در هریک از معادله‌های حرکت قرار دهیم مکان هم‌گرهی به دست می‌آید:

$\begin{cases} x_A=30\times40-300=900\ m \\ x_B=15\times40+300=900\ m \end{cases}$

یعنی در ۹۰۰ متری مبدأ به هم می‌رسند

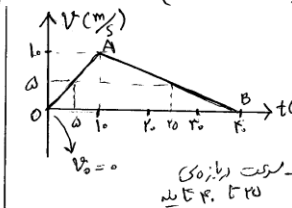
۱۷

سرعت نور $v=3\times10^8\frac{m}{s}$ است. پس:

$\Delta x=v\Delta t=3\times10^8\times0.12=3.6\times10^7\ m$

(زمان رفت نصف زمان رفت برگشت است)

۱۸

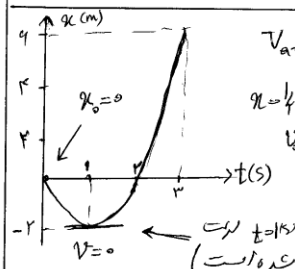


سرعت در بازه‌ی ۰ تا ۵ ثانیه: $V_{1av}=\frac{V_0+V_1}{2}=\frac{5+0}{2}=2.5\ m/s$

سرعت در بازه‌ی ۵ تا ۴۰ ثانیه: $V_{2av}=\frac{V_1+V_2}{2}=\frac{5+0}{2}=2.5\ m/s$

پس: $\frac{V_{1av}}{V_{2av}}=1$ یعنی با هم برابرند

۱۹ الف



$V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{4-0}{3-0}=2\ m/s$

ب

در معادله‌ی مکان زمان $x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0$ اطلاعات نقاط خود را قرار می‌دهیم و a, v_0 را به دست می‌آوریم $(t=1 \Rightarrow x=2)$ $(t=2, x=0)$

(در لحظه‌ی $t=1s$ سرعت صفر شده است)

$(t=2 \Rightarrow x=0) \Rightarrow 0=2a+2v_0$

$(t=1 \Rightarrow x=2) \Rightarrow 2=\frac{1}{2}a+v_0$ (طرفین در ۲ ضرب می‌شود)

$\Rightarrow \begin{cases} a+v_0=0 \Rightarrow a=-v_0 \\ a+2v_0=4 \Rightarrow -v_0=4 \end{cases}$

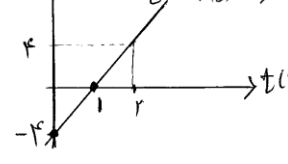
پس $(x_0=0,\ a=4\frac{m}{s^2}$ و $v_0=-4\frac{m}{s})$

$x=\frac{1}{2}\times4t^2+(-4)t+0 \Rightarrow \boxed{x=2t^2-4t}$ معادله‌ی مکان-زمان

ج

$v=at+v_0 \Rightarrow \boxed{v=4t-4}$ معادله‌ی سرعت-زمان

$t=3(s) \Rightarrow v=4\times3-4=8\ m/s$



برای رسم:

t	v
0	-4
1	0
2	4

(دو نقطه کافی است)

۱۰ الف

$x_1=10\ m$ و $v_1=4\ m/s$

$x_2=19m$ ، $v_2=18\ \frac{km}{h}=5\ m/s$

می‌توانیم از معادله‌ی مستقل از زمان استفاده کنیم

$v_2^2-v_1^2=2a(x_2-x_1) \Rightarrow 5^2-4^2=2a(19-10)$

$\Rightarrow 9=18a \Rightarrow a=\frac{9}{18}=0.5\ m/s^2$

$v=at+v_0 \Rightarrow 5=0.5t+4 \Rightarrow 0.5t=1 \Rightarrow t=\frac{1}{0.5}=2(s)$

۱۱

خودرو $\begin{cases} a=2m/s^2 \\ v_0=0 \\ x_0=0 \end{cases}$ (حرکت شتابدار) کامیون $\begin{cases} v=36\ km/h=10\ m/s \\ a=0 \\ x_0=0 \end{cases}$

(فرض می‌کنیم شروع حرکت مبدأ زمان است)

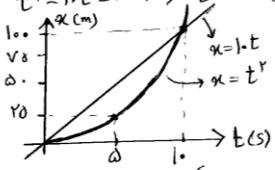
الف) معادله‌ی حرکت دو خودرو را نوشته و مساوی هم قرار می‌دهیم

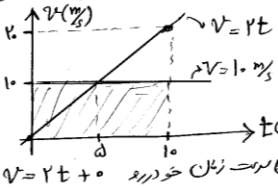
(خودرو) $x_1=\frac{1}{2}\times2\times t^2+0\times t+0 \Rightarrow x_1=t^2$

کامیون $x_2=10t+0 \Rightarrow x_2=10t$

$\Rightarrow x_1=x_2 \Rightarrow t^2=10t$

زمان رسیدن به هم $t^2-10t=0 \Rightarrow t=0$ (لحظه‌ی شروع) و $t=10\ (s)$





$v=10$ معادله‌ی سرعت-زمان کامیون $v=2t+0$ معادله‌ی سرعت-زمان خودرو

۲۲ الف

شتاب، شیب نمودار سرعت-زمان است در هر لحظه:

$t=1(s) \longrightarrow a=\frac{15-5}{10-5}=2\ m/s^2$

$t=3(s) \longrightarrow a=0$

$t=11(s) \longrightarrow a=0$

$t=15(s) \longrightarrow a=0$

ب

$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{15-5}{20-0}=0.5\ m/s^2$

ج

کافی است سطح زیر منحنی را در بازه‌ی مربوط را به دست آوریم:

$\left.\begin{matrix} t_1=5(s) \\ t_2=11(s) \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta x=S_1+S_2=\frac{(5+15)\times5}{2}+1\times15=65m$

$\left.\begin{matrix} t_2=11(s) \\ t_3=20(s) \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta x=S_2=9\times15=135m$

$\left.\begin{matrix} t_1=5(s) \\ t_3=20(s) \end{matrix}\right\} \Rightarrow V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{65}{15-5}=1.3\ m/s$

$\left.\begin{matrix} t_4=11(s) \\ t_5=20(s) \end{matrix}\right\} \Rightarrow V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{135}{20-11}=15\ m/s$

۲۳

مخصوص رشته‌ی ریاضی (سقوط آزاد) فرض $g=10\ m/s^2$

$\left.\begin{matrix} t=4(s) \\ y=? \end{matrix}\right\} \Rightarrow y=-\frac{1}{2}gt^2=-\frac{1}{2}\times10\times4^2=-80m$ (ارتفاع 80m)

$y=-40m \Rightarrow v^2-v_0^2=-2gy \Rightarrow v^2=-2\times10\times(-40)$ (معیار مسیر)

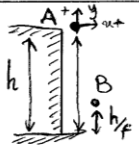
$v^2=800 \Longrightarrow v=\pm\sqrt{800}=-20\sqrt{2}\ m/s$ (چون سرعت رو به پایین است پاسخ ⊖ درست است)

(در لحظه برخورد با زمین) $\Rightarrow y=-80m \Rightarrow v^2-v_0^2=-2gy \Rightarrow v^2=-2\times10\times(-80)$

$v^2=1600 \Rightarrow v=\pm40\ m/s=-40\ m/s$ (سرعت خلاف جهت y های مثبت است)

(روش دوم) $\Rightarrow v=-gt+v_0 \Rightarrow v=-10\times4=-40\ m/s$

۲۴



الف

چون زمان را نداریم، سرعت رسیدن به زمین را با معادله‌ی مستقل از زمان به دست می‌آوریم.

$v^2-v_0^2=-2gy \Rightarrow \begin{cases} v_A^2=2gh \\ v_B^2=2g\frac{h}{4} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_A^2}{v_B^2}=\frac{2gh}{\frac{2gh}{4}}=4$

$\Rightarrow \frac{v_A}{v_B}=\sqrt{4}=2$

ب

اگر گلوله‌ی A، t ثانیه سقوط کند، گلوله‌ی B، $t-2$ ثانیه سقوط می‌کند.

پس

$y_A=-\frac{1}{2}gt_A^2 \Rightarrow y_A=-\frac{1}{2}gt^2$

$y_B=-\frac{1}{2}gt_B^2 \Rightarrow y_B=-\frac{1}{2}g(t-2)^2$

$y_A=4y_B \Rightarrow -\frac{1}{2}gt^2=4\times\left[-\frac{1}{2}g(t-2)^2\right] \Rightarrow t^2=4(t-2)^2$

$\Rightarrow t^2-8t+12=0 \Rightarrow (t-2)(t-6)=0 \Rightarrow \begin{cases} t_A=2(s) \\ t_A=6(s) \end{cases}$ غ ق ق

$t_B=6-2=4(s)$ ، $h_A=-\frac{1}{2}gt_A^2$

$h_A=-\frac{1}{2}gt_A^2=-\frac{1}{2}\times10\times6^2=-180m$

۲۵ (ریاضی)

برای محاسبه باید مسافت t ثانیه را از مسافت $t-2$ ثانیه کم شود تا مسافت طی شده در ۲ ثانیه آخر به دست آید.

$\Delta y=y_t-y_{t-2}$

$y_0=-\frac{1}{2}gt^2-\left(-\frac{1}{2}g(t-2)^2\right) \Rightarrow y_0=20t-20 \Rightarrow t=\frac{80}{20}=4(s)$

پس $\Longrightarrow y_t=-\frac{1}{2}gt^2=-\frac{1}{2}\times10\times4^2=-80m \Rightarrow$ ارتفاع ساختمان $80m$

$V=-gt+V_0 \Rightarrow V=-10\times4+0=-40\ \frac{m}{s}$