آموزشگاه آلاء

فیزیک دانش آموز

کنکور ۴۰۲

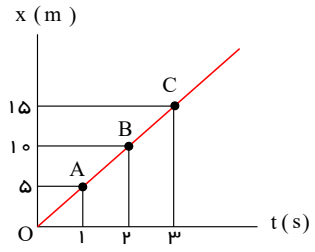
تجربی

۴۵ دقیقه

۱. متحرکی با شتاب ثابت و سرعت اولیهٔ $v_{\circ}$ در ۲ ثانیهٔ اول حرکت خود، ۱۳ متر و در ۲ ثانیهٔ سوم حرکت خود، ۲۵ متر را طی می‌کند. شتاب حرکت در SI کدام است؟

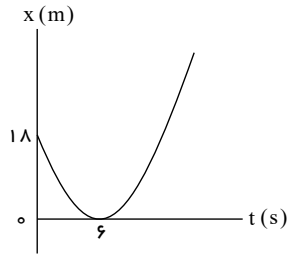
۱) ۱٫۵ ۲) ۲٫۵ ۳) ۳ ۴) ۵

۲. نمودار روبه‌رو نمودار مکان - زمان یک خودرویی که روی یک مسیر مستقیم در حال حرکت است را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد، در مورد سرعت متوسط آن می‌توان نوشت:



۱) سرعت متوسط OA < سرعت متوسط AB = سرعت متوسط BC
۲) سرعت متوسط OA < سرعت متوسط AB < سرعت متوسط BC
۳) سرعت متوسط OA = سرعت متوسط AB = سرعت متوسط BC
۴) سرعت متوسط BC < سرعت متوسط AB < سرعت متوسط OA

۳. مطابق شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی به‌صورت یک سهمی است. شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

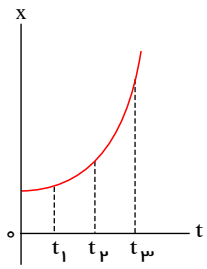


۱) ۳
۲) ۱
۳) -۱
۴) -۳

۴. متحرکی با شتاب ثابت بر روی محور x حرکت می‌کند. تندی این متحرک در لحظه‌های $t_۱ = ۱s$ و $t_۲ = ۶s$ به‌ترتیب برابر $۸\frac{m}{s}$ و $۲\frac{m}{s}$ است. اگر در لحظهٔ $t_۲ = ۶s$ نوع حرکت متحرک تندشونده باشد، اندازهٔ جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، چند متر است؟

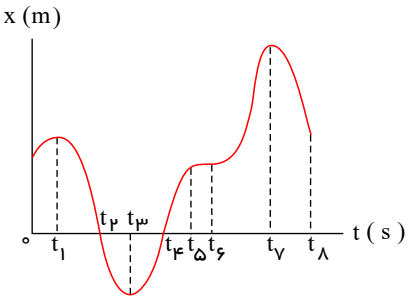
۱) ۱۷ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

۵. نمودار مکان - زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازهٔ زمانی بیشتر است؟



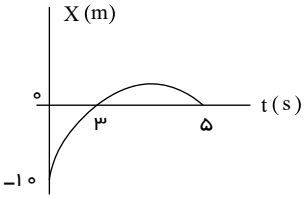
۱) ۰ تا $t_۱$
۲) $t_۱$ تا $t_۳$
۳) $t_۲$ تا $t_۳$
۴) بستگی به اندازه‌ی فاصله‌های زمانی دارد.

۶. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. تندی متحرک در کدام بازهٔ زمانی به‌طور پیوسته در حال کاهش است؟



۱) صفر تا $t_۱$
۲) $t_۱$ تا $t_۲$
۳) $t_۳$ تا $t_۵$
۴) $t_۶$ تا $t_۷$

۷. نمودار مکان - زمان متحرکی با شتاب ثابت مطابق سهمی شکل زیر است. مسافت طی شده در ۵ ثانیهٔ اول حرکت چند متر است؟



۱) $\frac{۲۸}{۳}$ ۲) ۱۰
۳) $\frac{۳۴}{۳}$ ۴) ۱۲

۸. ذره‌ای روی دایره‌ای به شعاع ۱٫۲ متر، قوس 60° را در مدت ۰٫۲ ثانیه طی می‌کند، اندازه سرعت متوسط آن در این مدت چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۲٫۴ ۲) ۰٫۲۴ ۳) ۱٫۲ ۴) ۶

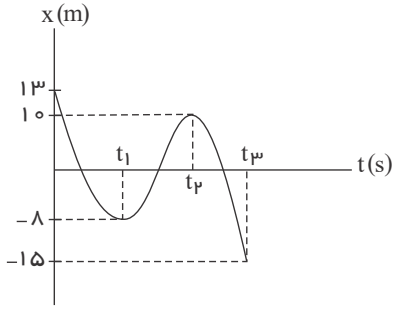
۹. نسبت مجموع طول مسیرهای طی شده بین مبدأ و مقصد حرکت به زمان، بیانگر کدام کمیت است؟

۱) تندی متوسط ۲) شتاب لحظه‌ای ۳) شتاب متوسط ۴) سرعت متوسط

۱۰. یک قطار شهری از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند و پس از نیم‌دقیقه سرعتش به $60\frac{km}{h}$ می‌رسد. شتاب متوسط قطار در این حرکت چند متر بر مربع ثانیه است؟

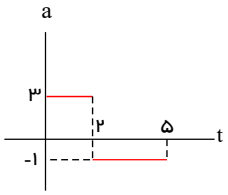
۱) $\frac{5}{9}$ ۲) $\frac{5}{3}$ ۳) $\frac{25}{9}$ ۴) $\frac{25}{3}$

۱۱. در یک حرکت بر روی خط راست که مکان آن برحسب زمان به‌صورت نمودار شکل روبه‌رو است، بیشترین مسافت پیموده‌شده توسط متحرک در یک سو (بدون تغییر جهت) چند متر است؟



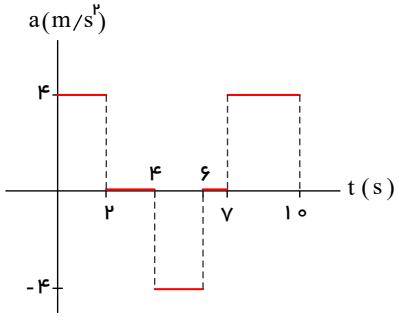
۱) ۲۸
۲) ۲۵
۳) ۲۱
۴) ۱۸

۱۲. نمودار شتاب ـ زمان متحرکی به‌صورت زیر است. اگر سرعت اولیه متحرک $-8m/s$ باشد سرعت متوسط پس از $5s$ از شروع حرکت چقدر است؟



۱) $-4/1$ ۲) -4 ۳) $-20/5$ ۴) -20

۱۳. شکل مقابل نمودار شتاب – زمان متحرکی را که از حال سکون در مسیر مستقیم شروع به حرکت کرده را نشان می‌دهد. این متحرک چند ثانیه متوقف بوده است؟

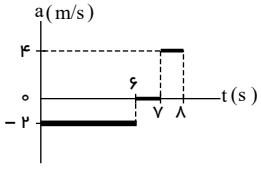


۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۴. کدام گزینه دربارهٔ تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای نادرست است؟

۱) شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان در هر لحظه برابر سرعت در آن لحظه است.
۲) شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان در هر لحظه برابر تندی در آن لحظه است.
۳) سرعت لحظه‌ای کمیتی برداری است.
۴) تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای (عددی) است.

۱۵. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی خط راست در مبدأ زمان با سرعت $۵\frac{m}{s}$ از مبدأ مکان عبور می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ $t = ۸s$ چند متر بر ثانیه است؟

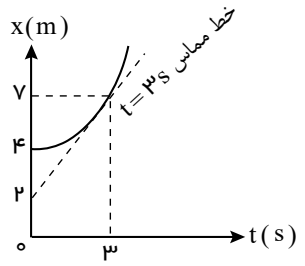


۱) $\frac{۶۱}{۱۶}$
۲) $\frac{۳}{۸}$
۳) $\frac{۹۷}{۱۶}$
۴) $\frac{۲۱}{۱۶}$

۱۶. متحرکی با سرعت اولیه $v_۰$ و شتاب ثابت a شروع به حرکت می‌کند به طوری که در $۱s$ اول مسافت $۵۰m$ و $۲s$ بعد مسافت $۱۵۰m$ را طی می‌کند. شتاب متحرک در این مدت چقدر است؟

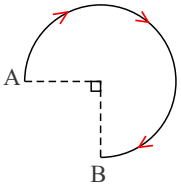
۱) $\frac{-۱۰}{۳}$
۲) $\frac{۲۰}{۳}$
۳) $\frac{۵۰}{۳}$
۴) $\frac{۱۰۰}{۳}$

۱۷. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. در لحظهٔ $t = ۳s$ سرعت متحرک چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۲
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۵}{۳}$
۴) ۳

۱۸. در شکل زیر، تندی متوسط متحرکی که مسیر بین دو نقطهٔ A و B را که قسمتی از یک دایره است در $۲s$ طی می‌کند، برابر با $۱۰ m/s$ است. بزرگی سرعت متوسط متحرک طی این مسیر چند متر بر ثانیه است؟ $(\pi = ۳)$

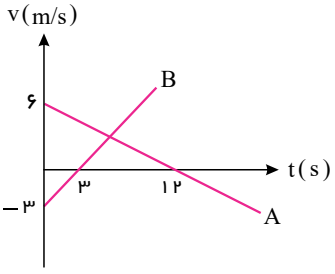


۱) $\frac{۱۰\sqrt{۲}}{۳}$
۲) $\frac{۱۰\sqrt{۲}}{۵}$
۳) $\frac{۲۰\sqrt{۲}}{۹}$
۴) $\frac{۲۰\sqrt{۲}}{۵}$

۱۹. ذره‌ای در مدت ۲٫۵ ثانیه با تندی متوسط ۰٫۶ متر بر ثانیه روی محیط دایره‌ای با شعاع ۷۵ سانتی‌متر در یک سو می‌چرخد. این ذره تقریباً چند درجه از کمان این دایره را طی کرده است؟ $(\pi \simeq ۳)$

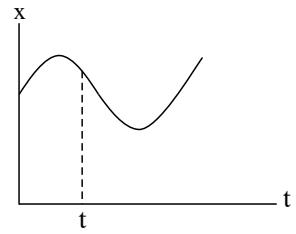
۱) ۱۵۰
۲) ۱۲۰
۳) ۹۰
۴) ۶۰

۲۰. نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B به‌ترتیب از مکان‌های اولیه $x_A = ۰$ و $x_B = ۲۷$ که همزمان شروع به حرکت کرده‌اند، مطابق شکل روبه‌رو است. این دو متحرک در چه لحظه‌ای بار دیگر به یکدیگر می‌رسند؟



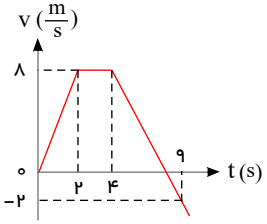
۱) ۱۲
۲) ۹
۳) ۱۵
۴) ۶

۲۱. با توجه به نمودار مکان - زمان مشخص شده در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰$ تا $t_۲ = t$ کدام گزینه درست است؟



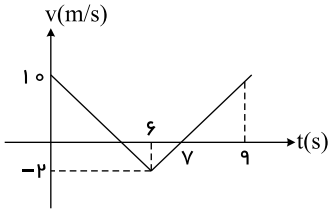
۱) سرعت متوسط جسم منفی است.
۲) حرکت جسم همواره تندشونده است.
۳) حرکت جسم ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.
۴) سرعت متوسط جسم صفر است.

۲۲. نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x از مکان $x_{\circ} = -۳۶m$ شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. پس از چند ثانیه متحرک برای اولین بار از مبدأ مکان می‌گذرد؟



۱) ۲
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۰

۲۳. نمودار سرعت ــ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۴ تا ۹ ثانیه چند متر بر مربع ثانیه است؟

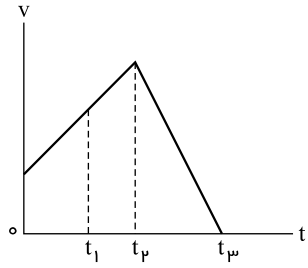


۱) ۰
۲) ۰٫۴
۳) ۰٫۶
۴) ۰٫۸

۲۴. دو قطار A و B به طول ۱۰۰ متر در فاصلهٔ ۳۰۰ متر از هم قرار دارند، در مسیری مستقیم و با سرعت‌های ثابت $v_A = ۱۰۸\frac{km}{h}$ و $v_B = ۷۲\frac{km}{h}$ به طرف هم نزدیک می‌شوند. چند ثانیه بعد، فاصلهٔ آن‌ها ۱۰۰ متر می‌شود؟

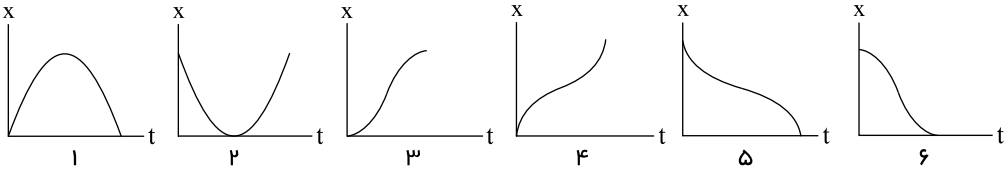
۱) ۴
۲) ۱۲
۳) ۳۰
۴) گزینهٔ ۱ و ۲

۲۵. نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟



۱) ۰ تا $t_۱$
۲) $t_۱$ تا $t_۲$
۳) ۰ تا $t_۳$
۴) $t_۲$ تا $t_۳$

۲۶. در شکل‌های زیر نمودارمکان–زمان برای ۶ متحرک رسم شده است. چه تعداد از آن‌ها ابتدا حرکتی کندشونده و سپس تندشونده دارند؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۲
۴) ۵

۲۷. معادلهٔ مکان – زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = t^۲ - ۱۰t + ۱۶$ است. در چه فاصلهٔ زمانی و در طی چه مسافتی تندی آن از $۴\frac{m}{s}$ دوباره به $۴\frac{m}{s}$ می‌رسد:

۱) $۴s$ و $۸m$
۲) $۹s$ و $۲۵m$
۳) $۳s$ و $۸m$
۴) $۴s$ و $۲۵m$

۲۸. متحرکی که روی محور xها با سرعت ثابت در حرکت است در لحظهٔ $t_۱ = ۱s$ از $x_۱ = ۴m$ و در لحظهٔ $t_۲ = ۵s$ از $x_۲ = -۸m$ می‌گذرد. معادلهٔ مکان – زمان آن کدام گزینه است؟

۱) $x = -۲t + ۱۰$
۲) $x = -۲t + ۷$
۳) $x = -۳t + ۱۰$
۴) $x = -۳t + ۷$

۲۹. متحرکی در ۴ ثانیهٔ اول، مسافت ۱۴۴ متر و در ۴ ثانیهٔ سوم مسافت ۸۰ متر را طی می‌کند. جابه‌جایی تا توقف کدام است؟ (مسیر مستقیم‌الخط و بدون تغییر جهت و با شتاب ثابت است.)

۱) ۳۲۴
۲) ۲۴۸
۳) ۱۹۶
۴) ۴۰۰

۳۰. متحرکی روی مسیر مستقیم $\frac{۱}{۳}$ فاصلهٔ بین دو نقطهٔ را با سرعت ثابت $۲۰\frac{m}{s}$ و بقیهٔ مسیر را با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه طی می‌کند. سرعت متوسط بین این دو نقطه چند متر بر ثانیه است؟

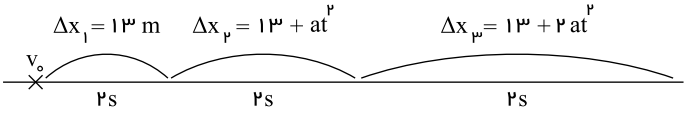
۱) ۱۲ ۲) $\frac{۴۰}{۳}$ ۳) ۱۵ ۴) ۱۸

پاسخنامه تشریحی

۱ . گزینه ۱

روش اول:

در حرکت با شتاب ثابت در ابتدا یک خط راست، جابه‌جایی‌های متحرک در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی، تشکیل یک دنباله با قدر نسبت at^2 می‌دهند. به عبارتی داریم:



$$\Delta x_۳ = ۱۳ + ۲at^۲ \xrightarrow[t=۲s]{\Delta x_۳=۲۵m} ۲۵ = ۱۳ + ۸a \to a = ۱/۵\frac{m}{s^۲}$$

روش دوم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰ t$$
$$t = ۲s \Rightarrow \ \Delta x(\text{دو ثانیهٔ اول}) = ۲a + ۲v_۰ = ۱۳ \Rightarrow \ a + v_۰ = ۶/۵(I)$$
$$\begin{cases} t = ۴s \Rightarrow \ \Delta x_۴ = ۸a + ۴v_۰ \\ t = ۶s \Rightarrow \ \Delta x_۶ = ۱۸a + ۶v_۰ \end{cases}$$
$$\Rightarrow \ \Delta x(\text{دو ثانیهٔ سوم}) = \ \Delta x_۶ - \ \Delta x_۴ = ۱۰a + ۲v_۰ = ۲۵ \Rightarrow \ ۵a + v_۰ = ۱۲/۵(II)$$
$$I, II \Rightarrow ۴a = ۱۲/۵ - ۶/۵ \Rightarrow a = ۱/۵ \ \frac{m}{s^۲}$$

۲ . گزینه ۳ با داشتن مکان خودرو در هر لحظه سرعت متوسط را بین مکان‌های مختلف محاسبه می‌کنیم:

$$OA \text{ سرعت متوسط} = \frac{۵ - ۰}{۱ - ۰} = ۵\frac{m}{s}$$
$$AB \text{ سرعت متوسط} = \frac{۱۰ - ۵}{۲ - ۱} = ۵\frac{m}{s}$$
$$BC \text{ سرعت متوسط} = \frac{۱۵ - ۱۰}{۳ - ۲} = ۵\frac{m}{s}$$
$$OA \text{ سرعت} = AB \text{ سرعت} = BC \text{ سرعت}$$

۳ . گزینه ۲ روش اول: از لحظهٔ $t = ۶$ تا لحظهٔ $t = ۰$ برمی‌گردیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰ t \xrightarrow[\Delta x=۱۸m]{v_۰=۰, t=۶s} ۱۸ = \frac{۱}{۲}a(۶)^۲ \to a = ۱\frac{m}{s^۲}$$

روش دوم:

نمودار مکان - زمان یک سهمی است بنابراین حرکت بر روی محور x، با شتاب ثابت است؛ در بازهٔ زمانی صفر تا $t = ۶s$ داریم:

$$\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t \to ۰ - ۱۸ = (\frac{۰ + v_۰}{۲})(۶) = ۳v_۰ \to v_۰ = -۶m/s$$
$$v = at + v_۰ \to ۰ = a \times ۶ + (-۶) \to a = ۱m/s^۲$$

روش سوم:

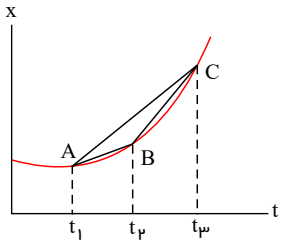
$$\begin{cases} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰ t + x_۰ \\ v = at + v_۰ \end{cases} \xrightarrow[\text{صفر تا } ۶s]{\text{در بازهٔ زمانی}} \begin{cases} ۰ = \frac{۱}{۲}a \times ۶^۲ + v_۰ \times ۶ + ۱۸ \to a = ۱m/s^۲ \\ ۰ = a \times ۶ + v_۰ \to v_۰ = -۶a \end{cases}$$

۴ . گزینه ۲ در حرکت با شتاب ثابت، نوع حرکت یا پیوسته تندشونده است یا ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است. با توجه به تندی این متحرک در لحظه‌های $t_۱ = ۱s$ و $t_۲ = ۶s$، درمی‌یابیم این حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است. اگر فرض کنید متحرک ابتدا در جهت مثبت محور x در حال حرکت باشد، سرعت در لحظهٔ $t = ۱s$، $۸\frac{m}{s}$ و در لحظهٔ $t = ۶s$، $-۲\frac{m}{s}$ است. با توجه به رابطهٔ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$v_{av} = \frac{v_{(t=۱s)} + v_{(t=۶s)}}{۲} = \frac{۸ + (-۲)}{۲} = ۳\frac{m}{s}$$
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = ۳ \times (۶ - ۱) = ۳ \times ۵ = ۱۵m$$

اگر فرض کنید متحرک در ابتدا در جهت منفی محور x در حال حرکت است، سرعت در لحظهٔ $t = ۱s$، برابر $-۸\frac{m}{s}$ و در لحظهٔ $t = ۶s$ برابر $-۲\frac{m}{s}$ است. با این فرض سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t = ۱s$ تا $t = ۶s$، $-۳\frac{m}{s}$ می‌شود و جابه‌جایی متحرک در این بازهٔ زمانی $-۱۵m$ می‌شود که در این صورت نیز اندازهٔ جابه‌جایی متحرک $۱۵m$ است.

۵ . گزینه ۳ می‌دانیم:



$$AB \text{ شیب} = \overline{v}_{t_2 \to t_1}$$
$$BC \text{ شیب} = \overline{v}_{t_3 \to t_2}$$
$$AC \text{ شیب} = \overline{v}_{t_3 \to t_1}$$

شیب پاره خط BC از شیب دو پاره خط دیگر بیشتر است.

۶ . گزینه ۱ شیب خط مماس بر نمودار $x - t$ برابر سرعت و قدرمطلق (اندازه) آن برابر تندی متحرک است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) صفر تا t_1: شیب نمودار در ابتدای بازهٔ زمانی مثبت است و سپس کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد. پس تندی متحرک در حال کاهش است.

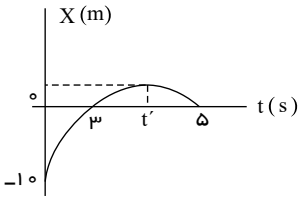
۲) t_1 تا t_2: شیب نمودار در ابتدای بازهٔ زمانی صفر است و سپس منفی می‌شود و شدت آن افزایش می‌یابد. پس تندی متحرک در حال افزایش است.

۳) t_3 تا t_5: شیب نمودار در ابتدای بازهٔ زمانی صفر است و سپس مثبت می‌شود و افزایش می‌یابد و در لحظهٔ t_4 به بیشترین مقدار خود می‌رسد و پس از لحظهٔ t_4 کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد. پس تندی متحرک ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۴) t_6 تا t_7: شیب نمودار در ابتدای بازهٔ زمانی صفر است و سپس مثبت می‌شود و افزایش می‌یابد و در ادامه دوباره کاهش می‌یابد و در انتهای بازهٔ زمانی به صفر می‌رسد. پس تندی متحرک ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

بنابراین پاسخ گزینهٔ ۱ است.

۷ . گزینه ۳



قدم اول: نمودار داده شده سهمی است. با توجه به تقارنی که در سهمی مشاهده می‌شود: $t' = \frac{۳+۵}{۲} = ۴s$

قدم دوم: در $t' = ۴s$، $v = ۰$ شده است. بنابراین:

$$v = at' + v_۰ = ۰$$

$$۴a + v_۰ = ۰ \to \boxed{v_۰ = -۴a} \quad (*)$$

قدم سوم:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow[\text{صفر تا } ۳s]{\text{در بازهٔ زمانی}} \begin{cases} x = ۰ \\ v_۰ = -۴a \\ t = ۳ \\ x_۰ = -۱۰m \end{cases} \to ۰ = \frac{۱}{۲}a(۳)^۲ + (-۴a)(۳) - ۱۰$$

$$\Rightarrow ۴/۵a - ۱۲a - ۱۰ = ۰ \to -۷/۵a = ۱۰ \to \boxed{a = -\frac{۴}{۳}m/s^۲} \xrightarrow{(*)} \boxed{v_۰ = \frac{۱۶}{۳}m/s}$$

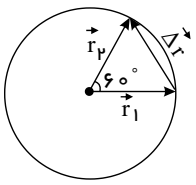
قدم چهارم: مکان متحرک را در $t' = ۴s$ می‌یابیم:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ = \frac{۱}{۲}(-\frac{۴}{۳})(۴)^۲ + \frac{۱۶}{۳}(۴) - ۱۰ = -\frac{۳۲}{۳} + \frac{۶۴}{۳} - ۱۰ = -\frac{۲}{۳}$$

قدم پنجم:

$$L = |x_{t=۴} - x_{t=۰}| + |x_{t=۵} - x_{t=۴}| = \frac{۳۲}{۳} + \frac{۲}{۳} = \frac{۳۴}{۳}m \Rightarrow \boxed{L = \frac{۳۴}{۳}m}$$

۸ . گزینه ۴ جابه‌جایی این متحرک، وتر دایره است و البته قاعده یک مثلث متساوی‌الساقینی که زاویه راس آن ۶۰° است. بنابراین:



$$\text{با توجه به شکل} \Rightarrow \Delta r = r_۱ = r_۲ = r$$
$$V_{av} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{r}{\Delta t} = \frac{۱/۲}{۰/۲} = ۶\ m/s$$

۹ . گزینه ۱ تندی متوسط برابر با مسافت طی شده در واحد زمان است. چون مسافت، مجموع طول‌های طی شده بین مبدأ و مقصد است، نسبت آن به زمان برابر همان تندی است.

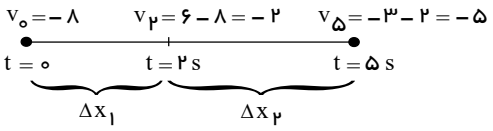
۱۰ . گزینه ۱

$$\begin{cases} v_{\circ} = \circ \\ v = ۶۰km/h = ۶۰ \times \dfrac{۱۰۰۰m}{۳۶۰۰s} = \dfrac{۵۰}{۳}m/s \end{cases}$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_{\circ}}{\Delta t} = \frac{\frac{۵۰}{۳} - \circ}{۳۰} = \frac{۵}{۹}m/s^{۲}$$

۱۱ . گزینه ۲ متحرک در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ تغییر جهت داده است و در بازهٔ زمانی $t_۲$ تا $t_۳$ بدون تغییر جهت از مکان $+۱۰m$ به مکان $-۱۵m$ رفته و بیشترین مسافت را در یک سو و بدون تغییر جهت به اندازه ۲۵ متر پیموده است.

۱۲ . گزینه ۱ روش اول: حرکت شتابدار متغیر است که درنتیجه باید جابه‌جایی هر تکه را جداگانه به‌دست آوریم.



$$\Delta x_{۱} = \frac{-۸ + (-۲)}{۲} \times ۲ = -۱۰$$

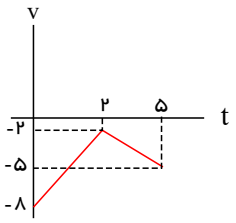
$$\Delta x_{۲} = \frac{-۲ + (-۵)}{۲} \times ۳ = -۱۰/۵$$

$$\Delta x_{\text{کل}} = -۱۰ + (-۱۰/۵) = -۲۰/۵$$

$$v_{av} = \frac{-۲۰/۵}{۵} = -۴/۱$$

روش دوم: رسم نمودار $v - t$ از روی $a - t$:

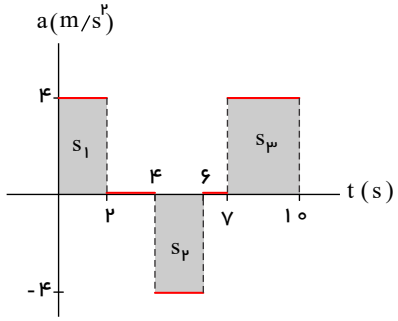
سطح زیر نمودار $v - t$ معرف جابه‌جایی است، بنابراین سرعت متوسط برابر است:



$$v_{av} = \frac{-S}{\Delta t} = \frac{-(\frac{(۲ + ۸) \times ۲}{۲} + \frac{(۵ + ۲) \times ۳}{۲})}{۵} = -۴/۱m/s$$

۱۳ . گزینه ۱

ابتدا نمودار سرعت - زمان را از روی نمودار شتاب - زمان رسم می‌کنیم. سپس با استفاده از نمودار $v - t$ حرکت را تحلیل می‌کنیم.



$$S_{۱} = ۲ \times ۴ = ۸ \qquad S_{۲} = -۴ \times ۲ = -۸ \qquad S_{۳} = ۳ \times ۴ = ۱۲$$

$$t = \circ \Rightarrow v = \circ$$

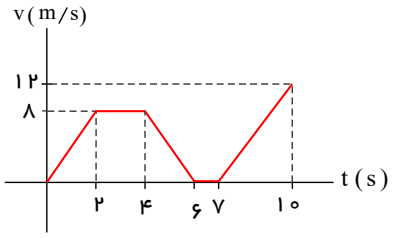
$$t = ۲ \Rightarrow v = ۸m/s$$

$$t = ۴ \Rightarrow v = ۸m/s$$

$$t = ۶ \Rightarrow v = ۸ - ۸ = \circ$$

$$t = ۷ \Rightarrow v = \circ$$

$$t = ۱۰ \Rightarrow v = \circ + ۱۲ = ۱۲m/s$$



پس در بازهٔ زمانی $۶ < t < ۷$ سرعت جسم صفر بوده و درنتیجه یک ثانیه ساکن بوده است.

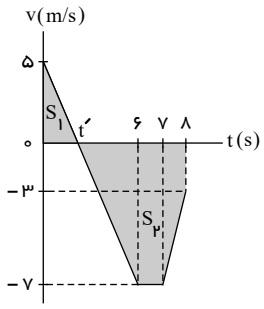
۱۴ . گزینه ۲ گزینه‌های ۱، ۳ و ۴ درست هستند. تندی لحظه‌ای همان اندازه سرعت لحظه‌ای است و کمیتی نرده‌ای (عددی) و همواره مثبت است. در حالی که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان می‌تواند مثبت یا منفی باشد و علامت آن جهت سرعت را نشان می‌دهد. بنابراین تندی لحظه‌ای برابر قدرمطلق شیب‌خط مماس بر نمودار مکان - زمان است.

۱۵ . گزینه ۱ برای محاسبهٔ تندی متوسط، ابتدا نمودار سرعت - زمان را رسم نموده و سپس به کمک آن، مسافت پیموده شده را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$\circ \leq ۶s \Rightarrow v_{۶} = a_{۱}t_{۱} + v_{\circ} = -۲ \times ۶ + ۵ \Rightarrow v_{۶} = -۷\frac{m}{s}$$

$$۶s \leq t < ۷s \Rightarrow a_{۲} = \circ \Rightarrow v_{۷} = v_{۶} = -۷\frac{m}{s}$$

$$۷s \le t < ۸s \Rightarrow v_۸ = a_۳t_۳ + v_۷ = ۴ \times ۱ - ۷ \Rightarrow v_۸ = -۳\frac{m}{s}$$



در لحظهٔ t' علامت سرعت عوض می‌شود، در نتیجه متحرک تغییر جهت می‌دهد. با استفاده از تشابه مثلث‌ها، لحظهٔ t' را می‌یابیم. داریم:

$$\frac{۵}{t'} = \frac{۷}{۶ - t'} \Rightarrow t' = ۲/۵s$$

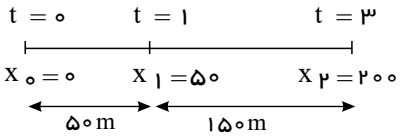
مسافت طی‌شده توسط متحرک برابر با مجموع اندازهٔ جابه‌جایی‌های متحرک در بازه‌های صفر تا $۲/۵s$ و $۲/۵s$ تا $۸s$ است. داریم:

$$\ell = |\Delta x_۱| + |\Delta x_۲| = \frac{۵ \times ۲/۵}{۲} + [\frac{(۴/۵ + ۱) \times ۷}{۲} + \frac{(۷ + ۳) \times ۱}{۲}] \Rightarrow \ell = ۶/۲۵ + ۱۹/۲۵ + ۵ = ۳۰/۵m$$

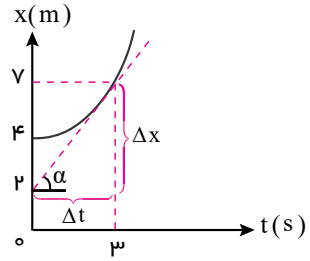
$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۳۰/۵}{۸} = \frac{۶۱}{۱۶}\frac{m}{s}$$

۱۶ . گزینه ۳ معادلهٔ جابه‌جایی را یک‌بار برای ثانیهٔ اول و بار بعد برای کل سه ثانیه می‌نویسیم تا با حل دستگاه دو معادلهٔ دو مجهولی، مقادیر v و a را محاسبه کنیم.

$$\text{ثانیهٔ اول} : ۵۰ = \frac{۱}{۲} \times a \times ۱^۲ + v_۰ \times ۱$$
$$\text{کل سه ثانیه} : ۲۰۰ = \frac{۱}{۲} \times a \times ۳^۲ + v_۰ \times ۳$$
$$\Rightarrow a = \frac{۵۰}{۳}\frac{m}{s^۲}$$



۱۷ . گزینه ۳ تک‌پله: می‌دانیم شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان متحرک در هر لحظه برابر با سرعت متحرک در آن لحظه است. بنابراین با محاسبهٔ شیب نمودار در $t = ۳s$ به‌آسانی سرعت متحرک در $t = ۳s$ را می‌یابیم:



$$v_{(t=۳s)} = \text{شیب خط مماس بر نمودار} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{(t=۳s)} = \frac{۵}{۳}$$

۱۸ . گزینه ۳ ابتدا با توجه به رابطهٔ تندی متوسط، شعاع مسیر دایره‌ای را حساب می‌کنیم. دقت کنید مسافت طی شده از A تا B برابر با $\frac{۳}{۴}$ محیط دایره است.

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰ = \frac{\frac{۳}{۴}(۲\pi R)}{۲} \xrightarrow{\pi=۳} R = \frac{۴۰}{۹}m$$

طبق تعریف، بردار جابه‌جایی برداری است که نقطهٔ ابتدایی مسیر را به نقطهٔ انتهایی آن متصل می‌کند، بنابراین:

$$d = \overline{AB} = \sqrt{R^۲ + R^۲} = R\sqrt{۲} \Rightarrow d = \frac{۴۰\sqrt{۲}}{۹}m$$

درنهایت سرعت متوسط متحرک طی جابه‌جایی از نقطهٔ A تا نقطهٔ B برابر است با:

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{\frac{۴۰\sqrt{۲}}{۹}}{۲} \Rightarrow v_{av} = \frac{۲۰\sqrt{۲}}{۹}m/s$$

۱۹ . گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه تندی متوسط، طول کمان طی شده و پس از آن زاویه مرکزی معادل این کمان را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow L = s_{av}\Delta t = ۰/۶\frac{m}{s} \times ۲/۵s = ۱/۵m = ۱۵۰cm$$

$$\frac{L}{\text{محیط}} = \frac{L}{۲\pi R} = \frac{۱۵۰cm}{۲\pi \times ۷۵cm} = \frac{۱}{\pi} \simeq \frac{۱}{۳}$$

ذره تقریباً $\frac{۱}{۳}$ محیط دایره و کمانی برابر $\frac{۱}{۳} \times ۳۶۰^\circ = ۱۲۰^\circ$ را طی کرده است.

۲۰ . گزینه ۴ در ابتدا پارامترهای مربوط به حرکت هر متحرک را نوشته، سپس معادلهٔ حرکت هریک را تعیین می‌کنیم. در هر لحظهٔ به‌هم رسیدن، مکان دو متحرک را مساوی قرار می‌دهیم.

متحرک A:

$$\begin{cases} v_{\circ} = ۶\frac{m}{s} \\ a_A = A\text{ شیب‌خط } \frac{-۶}{۱۲} = -\frac{۱}{۲}\frac{m}{s} \\ x_{\circ A} = \circ \end{cases}$$

متحرک B:

$$\begin{cases} v_{\circ B} = -۳\frac{m}{s} \\ a_B = B\text{ شیب خط } = \frac{۳}{۳} = +۱\frac{m}{s^۲} \\ x = ۲۷m \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_A = \frac{۱}{۲}(-\frac{۱}{۲})t^۲ + ۶t + \circ \\ x_B = \frac{۱}{۲}(۱)t^۲ - ۳t + ۲۷ \end{cases}$$

شرط رسیدن به‌هم:

$$x_A = x_B$$

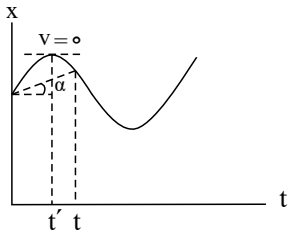
$$-\frac{۱}{۴}t^۲ + ۶t = \frac{۱}{۲}t^۲ - ۳t + ۲۷$$

$$\frac{۳}{۴}t^۲ - ۹t + ۲۷ = \circ \Rightarrow t^۲ - ۱۲t + ۳۶ = \circ \Rightarrow (t-۶)^۲ = \circ \Rightarrow t = ۶s$$

۲۱ . گزینه ۳

با توجه به نمودار شیب‌خط واصل بین دو لحظهٔ $t_۱ = \circ$ تا $t_۲ = t$ مثبت است. یعنی سرعت متوسط در این بازه مثبت می‌باشد. حرکت جسم ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

به دلیل آنکه در لحظهٔ t' سرعت جسم برابر صفر شده است. قبل از t' حرکت جسم کندشونده و بعد از t' (تا قبل از t) حرکتش تندشونده است.



۲۲ . گزینه ۲ سطح زیر نمودار در بازهٔ $\circ < t < ۴s$ را به‌دست می‌آوریم.

$$S = \frac{۴+۲}{۲} \times ۸ = ۲۴m = x_۴ - x_{\circ} = x_۴ - (-۳۶) \Rightarrow x_۴ = -۱۲m$$

بنابراین متحرک $۱۲m$ دیگر باید جابه‌جا شود تا به مبداء مکان برسد.

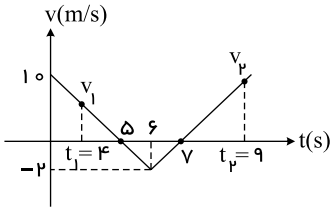
در $t > ۴s$ داریم:

$$a = \frac{v_۹ - v_۴}{۹-۴} = \frac{(-۲)-۸}{۵} = -۲\frac{m}{s^۲}$$

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_{\circ}t = -t^۲ + ۸t = +۱۲ \Rightarrow (t-۶)(t-۲) = \circ \Rightarrow t = ۲ \text{ یا } t = ۶ \Rightarrow t = ۲ \text{ ق ق}$$

$$\Rightarrow t_{\text{رسیدن}} = ۶s$$

۲۳ . گزینه ۲ با توجه به تشابه مثلث‌ها داریم:

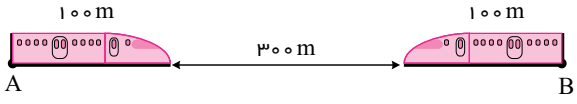


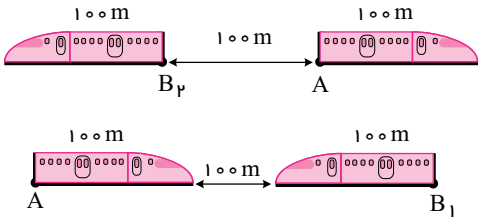
$$\begin{cases} \frac{V_۱}{۱} = \frac{۱۰}{۵} \rightarrow V_۱ = ۲(m/s) \\ \frac{V_۲}{۲} = \frac{۲}{۱} \rightarrow V_۲ = ۴(m/s) \end{cases}$$

$$a_{av} = \frac{V_۲ - V_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۴-۲}{۹-۴} = \frac{۲}{۵} = ۰/۴m/s^۲$$

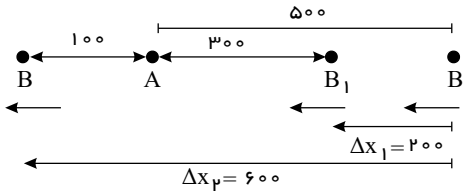
۲۴ . گزینه ۴ برای حل بهتر این مسأله نقاط انتهای خط را در نظر می‌گیریم که در لحظهٔ $t = \circ$ و فاصلهٔ $d = ۳۰۰ + ۱۰۰ + ۱۰۰ = ۵۰۰m$ قرار دارند. یک بار قبل از رسیدن به هم و یک بار پس از رسیدن و عبور از هم در فاصلهٔ ۱۰۰ متری قرار می‌گیرند.

$$v_A = ۱۰۸ \times \frac{۵}{۱۸} = ۳۰\frac{m}{s} \text{ و } v_B = ۷۲ \times \frac{۵}{۱۸} = ۲۰\frac{m}{s}$$





با روش سرعت نسبی حل می‌کنیم. متحرک A ایستاده و B به سمت آن حرکت می‌کند.



$$t_۱ = \frac{\Delta x_۱}{v'} = \frac{۲۰۰}{۲۰+۳۰} = ۴s$$
$$t_۲ = \frac{\Delta x_۲}{v'} = \frac{۶۰۰}{۲۰+۳۰} = ۱۲s$$

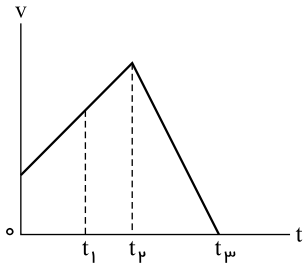
۲۵ . گزینه ۲

برای حل این سؤال باید به چند نکتهٔ زیر توجه کنیم:

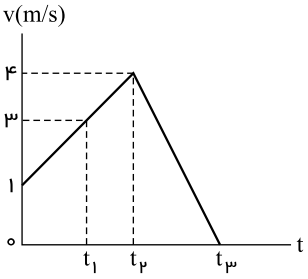
۱) اگر متحرک در امتداد یک خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند، در یک بازهٔ زمانی معین، سرعت متوسط و تندی متوسطش هم‌اندازه‌اند.

۲) در حرکت با شتاب ثابت، می‌توان از رابطهٔ $v_{av} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲}$، سرعت متوسط را محاسبه کرد.

۳) سطح محصور برابر است.



با توجه به نکات بالا، بدیهی است که سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک در هر یک از بازه‌های زمانی داده‌شده در گزینه‌ی ۱، ۲ و ۴، هم‌اندازه‌اند، چون متحرک در بازه‌های زمانی داده شده تغییر جهت نداده است.



از طرفی در بازهٔ زمانی ۰ تا $t_۳$، با استفاده از رابطهٔ $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$، اگرچه Δx (سطح زیر نمودار) بیشتر از بقیه است ولی با توجه به Δt بیشتر از بقیه، در این بازه، بیشترین سرعت متوسط (تندی متوسط) را نداریم.

اما برای بررسی بقیهٔ گزینه‌ها، از عددگذاری به صورت زیر استفاده می‌کنیم.

۱: از ۰ تا $t_۱$:

$$s_{av} = v_{av} = \frac{۱+۳}{۲} = ۲\frac{m}{s}$$

۲: از $t_۱$ تا $t_۲$:

$$s_{av} = v_{av} = \frac{۳+۴}{۲} = ۳/۵\frac{m}{s}$$

۳: از $t_۲$ تا $t_۳$:

$$s_{av} = v_{av} = \frac{۴+۰}{۲} = ۲\frac{m}{s}$$

پس با مقایسهٔ اعداد به‌دست‌آمده، گزینهٔ «۲» صحیح است.

۲۶ . گزینه ۲ در نمودارهای ۱ و ۲ و ۴ و ۵ حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده بوده است. در نمودار مکان - زمان هرگاه شیب خط مماس بدون توجه به جهت آن به طرف صفر شدن می‌رود، حرکت کندشونده است و از وقتی که از صفر دور می‌شود، یعنی تندی افزایش می‌یابد و حرکت تندشونده است.

۲۷ . گزینه ۱

$$x = t^۲ - ۱۰t + ۱۶ \Rightarrow \begin{cases} x_۰ = ۱۶m \\ v_۰ = ۱۰ \\ \frac{۱}{۲} = ۱ \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲} \end{cases}$$

سرعت اولیه منفی و شتاب مثبت است. بنابراین ابتدا سرعت منفی و سپس مثبت است.

$$v_۱ = -۴\frac{m}{s}, v_۲ = ۴\frac{m}{s}$$
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow ۲ = \frac{۴ - (-۴)}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۴s$$

لحظه تغییر جهت:

$$v = at + v_۰$$
$$۰ = ۲t - ۱۰ \Rightarrow t = ۵s$$

جابه‌جایی قبل و بعد تغییر جهت را باید پیدا کنیم.

قبل تغییر جهت:

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x_۱$$
$$۰ - ۴^۲ = ۲(۲)\Delta x \Rightarrow \Delta x = -۴m$$

بعد تغییر جهت:

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x_۲$$
$$۴^۲ - ۰ = ۲(۲)\Delta x_۲ \Rightarrow \Delta x_۲ = ۴m$$
$$L = |\Delta x_۱| + |\Delta x_۲| = ۴ + ۴ = ۸m$$

۲۸ . گزینه ۴ می‌دانیم معادله مکان - زمان در حرکت سرعت ثابت به‌صورت $x = Vt + x$ است.

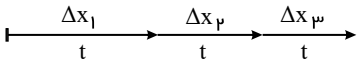
$$\left.\begin{matrix} t_۱ = ۱ \\ x_۱ = ۴ \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۴ = v + x_۰ \quad (I)$$
$$\left.\begin{matrix} t_۲ = ۵ \\ x_۲ = -۸ \end{matrix}\right\} \Rightarrow -۸ = ۵v + x_۰ \quad (II)$$

با حل دو معادله دو مجهول، $x_۰$ را محاسبه می‌توان کرد:

$$\begin{cases} ۴ = v + x_۰ \\ -۸ = ۵v + x_۰ \end{cases} \Rightarrow +۱۲ = -۴v \Rightarrow v = -۳\frac{m}{s} \Rightarrow ۴ = -۳ + x_۰ \Rightarrow x_۰ = +۷(m) \Rightarrow x = -۳t + ۷$$

۲۹ . گزینه ۴

فاصلهٔ هر جابه‌جایی تا جابه‌جایی بعدی در هر t ثانیه، برابر $at^۲$ است.



$$\Delta x_۱ + at^۲ + at^۲ = \Delta x_۳ \Rightarrow ۱۴۴ + ۲ \times a \times ۴^۲ = ۸۰ \Rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$$

حال سرعت اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰ t$$
$$۱۴۴ = \frac{۱}{۲}(-۲)۴^۲ + v_۰ \times ۴$$
$$۴v_۰ = ۱۴۴ + ۱۶ \Rightarrow v_۰ = ۴۰\frac{m}{s}$$
$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰ - ۴۰^۲ = ۲(-۲)\Delta x \Rightarrow \Delta x = ۴۰۰m$$

۳۰ . گزینه ۱ مسیر حرکت را به دو قسمت $\Delta x_۱ = \frac{d}{۳}$ و $\Delta x_۲ = d - \frac{d}{۳} = \frac{۲}{۳}d$ تقسیم می‌کنیم و زمان هریک را $t_۲, t_۱$ به‌دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x_{\text{کل}}}{t_{\text{کل}}} = \frac{\Delta x_۱ + \Delta x_۲}{t_۱ + t_۲} \frac{\Delta x_۱ + \Delta x_۲}{\frac{\Delta x_۱}{v_۱} + \frac{\Delta x_۲}{v_۲}} = \frac{d}{\frac{\frac{d}{۳}}{۲۰} + \frac{\frac{۲d}{۳}}{۱۰}} = \frac{۱}{\frac{۱}{۶۰} + \frac{۲}{۳۰}} = \frac{۶۰}{۵} = ۱۲\frac{m}{s}$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۱	۶	۱	۱۱	۲	۱۶	۳	۲۱	۳	۲۶	۲
۲	۳	۷	۳	۱۲	۱	۱۷	۳	۲۲	۲	۲۷	۱
۳	۲	۸	۴	۱۳	۱	۱۸	۳	۲۳	۲	۲۸	۴
۴	۲	۹	۱	۱۴	۲	۱۹	۲	۲۴	۴	۲۹	۴
۵	۳	۱۰	۱	۱۵	۱	۲۰	۴	۲۵	۲	۳۰	۱

آموزشگاه آلاء