



۱- شخصی از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود. کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح است؟

- ① اگر محل مکان ۱ و مسافت طی شده توسط شخص را داشته باشیم، می‌توان محل مکان ۲ را به دست آورد.
 ② اگر محل مکان ۱ و ۲ را داشته باشیم، می‌توان مسافت طی شده توسط شخص را به دست آورد.
 ③ اگر بردار جابه‌جایی و مسافت طی شده را داشته باشیم، می‌توان محل مکان‌های ۱ و ۲ را به دست آورد.
 ④ اگر محل مکان ۲ و بردار جابه‌جایی را داشته باشیم، می‌توان محل مکان ۱ را به دست آورد.

۲- متحرکی ابتدا ۴ متر به سمت شرق سپس ۴ متر به سمت بالا و در نهایت ۱۲ متر به سمت غرب می‌رود، نسبت بزرگی جابه‌جایی به مسافت طی شده توسط متحرک کدام است؟

- ① $\frac{\sqrt{5}}{4}$ ② $\frac{\sqrt{5}}{5}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{\sqrt{5}}{10}$

۳- از بالای ساختمانی به ارتفاع ۱۵m، توپی را در راستای قائم به طرف پایین پرتاب می‌کنیم. اگر توپ پس از برخورد به زمین تا فاصله ۷ متری نقطه پرتاب بالا بیاید، نسبت جابه‌جایی توپ به مسافت طی شده توسط آن تا این لحظه، کدام است؟

- ① ۱ ② $\frac{4}{11}$ ③ $\frac{7}{23}$ ④ $\frac{7}{22}$

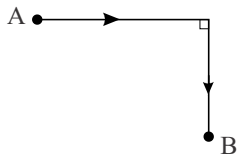
۴- متحرکی در لحظه t_1 از مکان $x_1 = +5m$ در جهت منفی محور x ها شروع به حرکت می‌کند و در لحظه t_2 در مکان $x_2 = -10m$ متوقف می‌شود. اگر در بازه زمانی t_1 تا t_2 مسافت طی شده توسط متحرک، 2.4 برابر بزرگی جابه‌جایی آن باشد، حداکثر فاصله متحرک از نقطه شروع حرکت چند متر است؟ (جهت حرکت متحرک تنها یک بار تغییر کرده است.)

- ① 20.5 ② ۱۹ ③ 25.5 ④ ۱۸

۵- متحرکی برای طی مسیر مستقیمی بین دو نقطه، دو بار تغییر جهت می‌دهد. بار اول هنگامی که وسط فاصله‌ی بین دو نقطه قرار دارد و بار دوم وقتی که به ربع فاصله‌ی بین دو نقطه نسبت به نقطه‌ی شروع رسیده است. مسافت طی شده توسط این متحرک چند برابر اندازه‌ی جابه‌جایی آن است؟

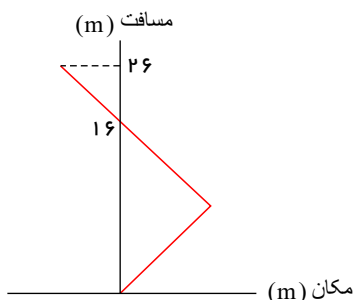
- ① $\frac{2}{3}$ ② ۲ ③ $\frac{3}{2}$ ④ ۳

۶- مطابق شکل زیر، متحرکی در مسیر مشخص شده از نقطه A به نقطه B می‌رود. حداکثر نسبت مسافت طی شده توسط متحرک به جابه‌جایی آن، کدام است؟



- ① $\sqrt{3}$ ② ۲ ③ $\sqrt{2}$ ④ برای این نسبت، حداکثری وجود ندارد.

۷- معادله حرکت متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $x = mt^2 + nt$ است. اگر نمودار مسافت طی شده توسط متحرک بر حسب مکان در ۵ ثانیه اول حرکت آن مطابق شکل زیر باشد، m در SI کدام است؟



- ① -۱ ② -۲ ③ ۱ ④ -۴



۸- کدام یک از گزینه‌های زیر الزاماً صحیح است؟

① همواره تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط متحرک برابر است.

② هرگاه متحرک روی خط راست حرکت کند، اندازه بردار جابه‌جایی و مسافت پیموده شده توسط متحرک برابر است.

③ همواره تندی لحظه‌ای متحرک برابر با اندازه سرعت لحظه‌ای متحرک است.

④ همواره شتاب متوسط و سرعت متوسط متحرک هم‌جهت هستند.

۹- متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و در یک بازه زمانی مشخص، اندازه بردار جابه‌جایی آن، کمتر از مسافت طی شده توسط آن است. کدام یک از عبارتهای زیر الزاماً صحیح است؟

① جهت حرکت این متحرک حداقل یک بار تغییر کرده است.

② در انتهای بازه زمانی، جهت بردار مکان و بردار جابه‌جایی یکسان است.

③ طی این بازه زمانی، اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط یکسان است.

④ بردار جابه‌جایی متحرک در جهت منفی محور x ها است.

۱۰- متحرکی بر روی محور x ها در حال حرکت است. اگر بردار سرعت متوسط متحرک در SI بین لحظات $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 4s$ برابر $-6\vec{i}$ و در بازه زمانی $t_3 = 4s$ تا $t_4 = 8s$ برابر با $18\vec{i}$ باشد، بردار سرعت متوسط این متحرک بین لحظات $t_1 = 2s$ تا $t_3 = 8s$ در SI کدام است؟

① $10\vec{i}$ ② $14\vec{i}$ ③ $12\vec{i}$ ④ $-10\vec{i}$

۱۱- معادله حرکت متحرکی که روی محور x ها حرکت می‌کند در SI به صورت $x = t^3 - 2t + 8$ است. اندازه سرعت متوسط متحرک در کدام یک از بازه‌های زمانی زیر بیشتر است؟

① $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 0$ ② $t_1 = 4s$ تا $t_2 = 0$ ③ $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 4s$ ④ $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$

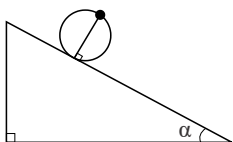
۱۲- یک پهپاد کوچک از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از مدت ۴ ثانیه حرکت در راستای قائم، اندازه سرعت متوسط آن $5m/s$ می‌شود. اگر پرتوهای نور خورشید با زاویه 53° نسبت به سطح افقی زمین به آن بتابد، طی این مدت اندازه سرعت متوسط سایه پهپاد روی سطح افقی زمین چند متر بر ثانیه بوده است؟ ($\tan 53^\circ = \frac{4}{3}$)

① $\frac{20}{3}$ ② ۳ ③ ۳٫۷۵ ④ $\frac{80}{3}$

۱۳- طول عقربه دقیقه‌شمار ساعتی $5cm$ است. اندازه سرعت متوسط نوک عقربه دقیقه‌شمار این ساعت در بازه زمانی $15'$ تا $45'$ چند متر بر ساعت است؟ ($\pi = 3$)

① ۰٫۱ ② ۰٫۳ ③ $\frac{1}{3}$ ④ ۰٫۲

۱۴- مطابق شکل زیر، تکه سنگی به نقطه مشخص شده از چرخ به شعاع r چسبیده است. این چرخ در مدت 0.5 ثانیه به اندازه نیم دور از بالای سطح شیبدار به سمت پایین می‌چرخد. اگر در این حرکت، اندازه سرعت متوسط سنگ $4\sqrt{13}m/s$ باشد، شعاع r چند متر است؟ ($\pi \simeq 3$)



① ۲ ② ۲٫۵ ③ ۴ ④ ۳

۱۵- در یک بازه زمانی مشخص، سرعت متوسط متحرکی که بر روی محور x ها حرکت می‌کند، در SI برابر با $10\vec{i}$ و تندی متوسط آن برابر $15\frac{m}{s}$ است. چند مورد از عبارتهای زیر در مورد حرکت این متحرک در این بازه زمانی الزاماً صحیح است؟

الف) مسافت طی شده با بزرگی جابه‌جایی متحرک برابر است.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک در خلاف جهت محور x ها است.

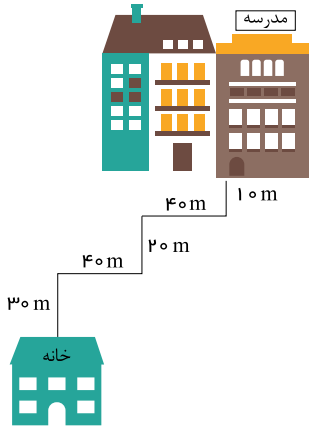
ج) جهت حرکت متحرک تغییر کرده است.

د) اگر متحرک در ابتدای بازه زمانی در جهت مثبت محور x ها در حال حرکت باشد، حداقل یک‌بار دیگر از مبدأ حرکت عبور می‌کند.

① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۴



۱۶- دانش‌آموزی برای رفتن به مدرسه هر روز مسیر زیر را در مدت ۷ دقیقه طی می‌کند. اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط حرکت او به ترتیب از راست به چپ برحسب متر بر ثانیه کدام است؟



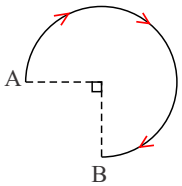
① $3, \frac{21}{5}$

② $\frac{1}{3}, \frac{5}{21}$

③ $\frac{21}{5}, 3$

④ $\frac{5}{21}, \frac{1}{3}$

۱۷- در شکل زیر، تندی متوسط متحرکی که مسیر بین دو نقطه A و B را که قسمتی از یک دایره است در ۲s طی می‌کند، برابر با 10 m/s است. سرعت متوسط متحرک طی این مسیر چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)



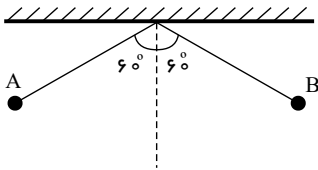
④ $\frac{20\sqrt{2}}{5}$

③ $\frac{20\sqrt{2}}{9}$

⑤ $\frac{10\sqrt{2}}{5}$

① $\frac{10\sqrt{2}}{3}$

۱۸- مطابق شکل زیر آونگی از نقطه A رها می‌شود و پس از مدت ۲ ثانیه برای اولین بار به نقطه B در طرف مقابل می‌رسد. اگر اندازه سرعت متوسط گلوله آونگ $1,5 \frac{m}{s}$ باشد، تندی متوسط گلوله چند متر بر ثانیه است؟



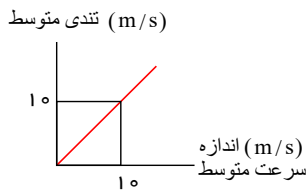
⑤ $\frac{\sqrt{3}}{3}\pi$

① $\sqrt{3}\pi$

④ π

③ $\frac{\pi}{3}$

۱۹- نمودار تندی متوسط برحسب اندازه سرعت متوسط متحرک به صورت شکل زیر است. کدام یک از عبارات زیر در مورد این متحرک الزاماً صحیح است؟



- ② شتاب حرکت ثابت است.
④ جهت بردار سرعت آن ثابت است.

- ① حرکت متحرک یکنواخت است.
③ متحرک تغییر جهت داده است.

۲۰- اگر در حرکت متحرکی در امتداد محور x و در یک جهت، سرعت متوسط در دوثانیه اول حرکت 5 m/s و در سه ثانیه بعد 10 m/s باشد، سرعت متوسط متحرک در کل این مسیر چند متر بر ثانیه است؟

④ ۹

③ ۸

⑤ ۷,۵

① ۲,۵

۲۱- دونده‌ای $\frac{1}{4}$ مسیر مستقیمی را با سرعت ثابت v و بقیه مسیر را با سرعت ثابت ۲v بدون تغییر جهت دویده است. اندازه سرعت متوسط او در کل مسیر حرکت چند برابر v است؟

④ ۶,۱

③ ۰,۸

⑤ ۱,۶

① ۳,۲

۲۲- رباتی روی یک خط راست با تندی متوسط 20 m/s به جلو حرکت می‌کند. پس از 500 m حرکت، ربات روی همان مسیر 15 s با تندی متوسط 12 m/s باز می‌گردد. اندازه سرعت متوسط ربات در ۴۰ ثانیه آغاز حرکت چند متر بر ثانیه است؟

④ ۱۷

③ ۸

⑤ ۱۰,۵

① ۱۴,۵



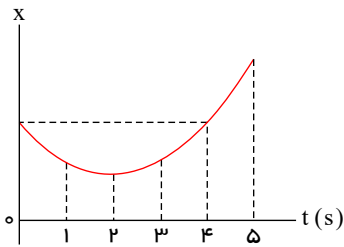
۲۳- قایقی مسیری مستقیم به طول ۳۰۰ متر را در مدت ۵۰ s در مسیر حرکت آب طی می‌کند؛ سپس ۲۰۰ متر از این مسیر را در مدت ۵۰ s در خلاف جهت جریان آب باز می‌گردد. تندی متوسط این قایق چند برابر اندازهٔ سرعت متوسط آن است؟

- ۱ (۱) $\frac{3}{2}$ (۲) $\frac{1}{5}$ (۳) ۵ (۴)

۲۴- متحرکی فاصلهٔ A تا B را با سرعت متوسط به بزرگی 40 m/s بدون تغییر جهت طی می‌کند. این متحرک پس از رسیدن به نقطهٔ B در مدت زمانی به اندازهٔ نیمی از زمان رفت، مسیر را با سرعت متوسط به بزرگی 20 m/s بدون تغییر جهت باز می‌گردد. نسبت تندی متوسط در کل مدت زمان حرکت به بزرگی سرعت متوسط در کل مدت زمان حرکت کدام است؟

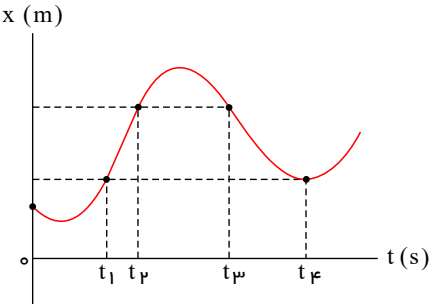
- ۱ (۱) ۲ (۲) $\frac{3}{2}$ (۳) $\frac{5}{3}$ (۴)

۲۵- نمودار مکان - زمان متحرکی در ۵ ثانیهٔ اول حرکت مطابق شکل زیر است. در کدام یک از لحظه‌های زیر بر حسب ثانیه، متحرک کم‌ترین فاصله را از مبدأ حرکت دارد؟



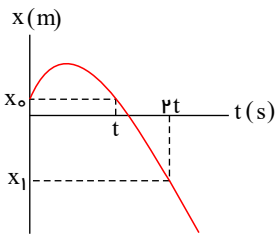
- ۱ (۱) ۵ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

۲۶- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. در کدام بازهٔ زمانی مشخص شده، اندازهٔ سرعت متوسط متحرک بیش‌تر از سایر بازه‌ها است؟



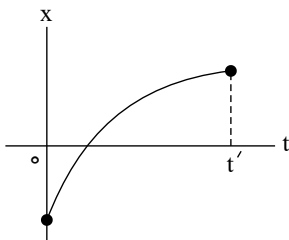
- ۱ (۱) صفر تا t_4
۲ (۲) t_2 تا t_1
۳ (۳) t_4 تا t_3
۴ (۴) t_4 تا t_1

۲۷- نمودار مکان - زمان حرکت متحرکی مطابق شکل زیر است. نسبت سرعت متوسط متحرک در t ثانیهٔ دوم حرکت به سرعت متوسط آن در $2t$ ثانیهٔ اول حرکت، کدام است؟



- ۱ (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴)

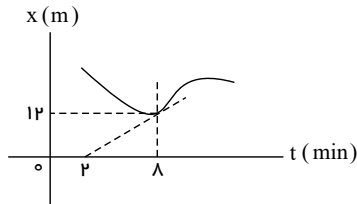
۲۸- نمودار مکان - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t' ، سرعت متحرک چگونه تغییر می‌کند؟



- ۱ (۱) رو به افزایش است.
۲ (۲) رو به کاهش است.
۳ (۳) تغییر نمی‌کند.
۴ (۴) بسته به معادلهٔ منحنی داده شده هر سه می‌تواند درست باشد.



۲۹- شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که خط مماس بر آن در لحظه $t = 8 \text{ min}$ رسم شده است. سرعت متحرک در این لحظه چند متر بر ثانیه است؟



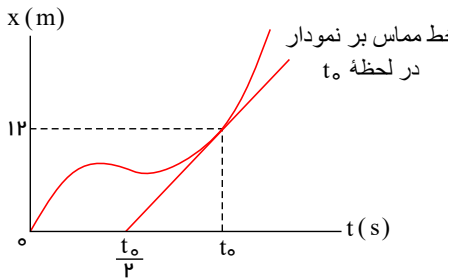
۲ (۷)

۱ (۱)

۱/۴ (۴)

۱٫۵ (۳)

۳۰- در نمودار مکان - زمان شکل زیر، اگر تندی لحظه‌ای متحرک در لحظه t_0 2 m/s بزرگ‌تر از بزرگی سرعت متوسط متحرک در t_0 ثانیه اول حرکت باشد، t_0 برحسب ثانیه کدام است؟



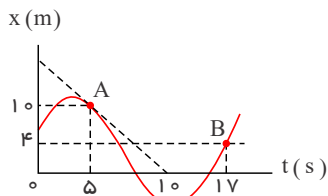
۱۲ (۱)

۴ (۲)

۸ (۳)

۶ (۴)

۳۱- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط بین دو نقطه A و B و سرعت متحرک در نقطه A به ترتیب از راست به چپ چند متر بر ثانیه هستند؟



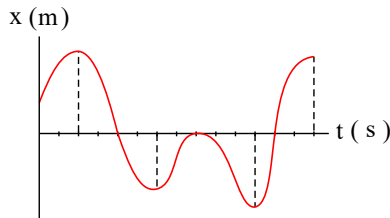
-۰٫۵، -۲ (۷)

-۲، -۰٫۵ (۱)

-۲، -۲ (۴)

-۰٫۵، -۰٫۵ (۳)

۳۲- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. در طی این حرکت به ترتیب از راست به چپ، چند بار جهت بردار مکان متحرک تغییر می‌کند و متحرک در کل چند ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟ (محور زمان به واحدهای یک ثانیه درجه‌بندی شده است.)



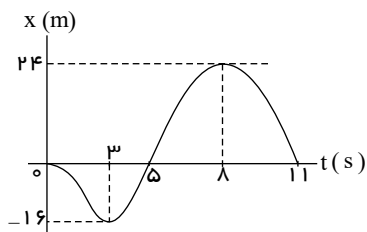
۷ و ۲ (۱)

۸ و ۴ (۲)

۷ و ۴ (۳)

۸ و ۲ (۴)

۳۳- نمودار مکان - زمان متحرکی، مطابق شکل زیر است. کل مسافت طی شده توسط این متحرک در ۱۱ ثانیه اول حرکت چند متر است؟



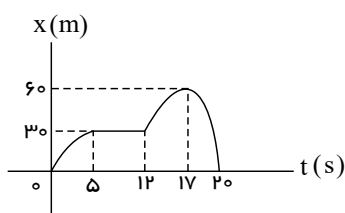
۸۰ (۱)

۴۰ (۲)

۶۴ (۳)

۱۰۴ (۴)

۳۴- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط این متحرک در ۲۰ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟



۱ صفر

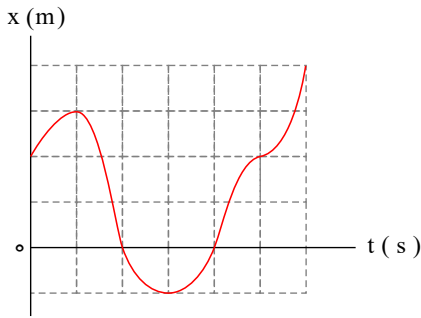
۲ (۲)

۶ (۳)

۴ (۴)

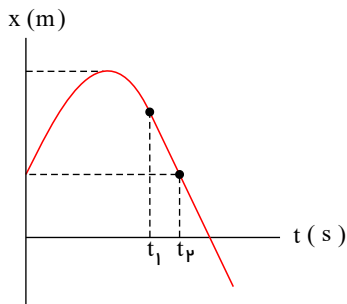


۳۵- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. تندی متوسط متحرک در شش ثانیه اول حرکت چند برابر بزرگی سرعت متوسط متحرک در سه ثانیه دوم حرکت است؟ (هریک از اضلاع مربع‌های کوچک یک واحد SI است.)



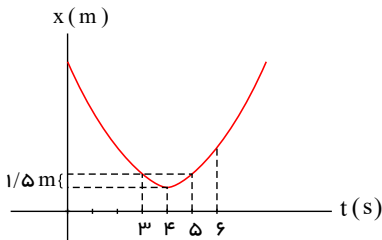
- ① $\frac{3}{5}$
- ② ۱
- ③ $\frac{5}{4}$
- ④ $\frac{1}{3}$

۳۶- نمودار مکان بر حسب زمان یک متحرک که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق سهمی شکل مقابل است. اگر تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک در بازه صفر تا t_1 برابر با s_{av} و v_{av} و تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک در بازه صفر تا t_2 برابر با s'_{av} و v'_{av} باشد، در این صورت کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد مقایسه تندی متوسط و سرعت متوسط در این دو بازه زمانی صحیح است؟



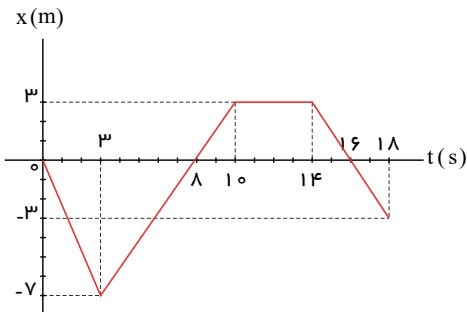
- ① $s_{av} > s'_{av}$ و $v_{av} < v'_{av}$
- ② $s_{av} < s'_{av}$ و $v_{av} < v'_{av}$
- ③ $s_{av} > s'_{av}$ و $v_{av} > v'_{av}$
- ④ $s_{av} < s'_{av}$ و $v_{av} > v'_{av}$

۳۷- نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به صورت سهمی شکل زیر است. اگر تندی متوسط متحرک در ۳ ثانیه دوم حرکت $\frac{m}{s} 2.5$ باشد، سرعت متوسط متحرک در ۳ ثانیه دوم چند متر بر ثانیه است؟



- ① صفر
- ② ۱٫۵
- ③ ۲
- ④ ۲٫۵

۳۸- شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد حرکت این متحرک از شروع حرکت تا لحظه $t = 18s$ درست است؟



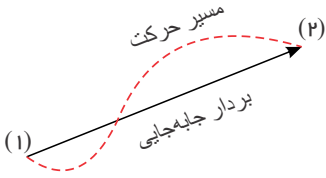
- ① در لحظه‌های ۸s و ۱۶s تغییر جهت داده است.
- ② در مجموع به مدت ۷ ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.
- ③ در مجموع به مدت ۶ ثانیه سرعت آن صفر بوده است.
- ④ در بازه زمانی صفر تا ۱۶ ثانیه، تندی متوسط آن صفر است.



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۴

بردار جابه‌جایی، پاره‌خط جهت‌داری است که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند. این بردار اطلاعاتی راجع به مسیر حرکت به ما نمی‌دهد.



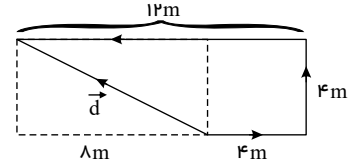
مسافت طی شده، طول مسیر حرکت از مکان آغازین حرکت تا مکان پایانی حرکت است. مسافت طی شده کمیتی نرده‌ای است و هیچ‌گونه اطلاعاتی راجع به جهت حرکت به ما نمی‌دهد. با این توضیحات، تنها گزینه «۴» صحیح است.

۲ - گزینه ۲

$$\ell = 4 + 4 + 12 = 20m$$

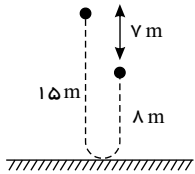
$$|\vec{d}| = \sqrt{4^2 + 8^2} = 4\sqrt{5}m$$

$$\Rightarrow \frac{|\vec{d}|}{\ell} = \frac{4\sqrt{5}}{20} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$



۳ - گزینه ۳

طبق تعریف بردار جابه‌جایی توپ، برداری است که مکان اولیه آن را به مکان نهایی آن وصل می‌کند، بنابراین اندازه بردار جابه‌جایی برابر با $d = 7m$ خواهد بود.



از طرفی مطابق شکل، مسافت طی شده توسط توپ برابر است با:

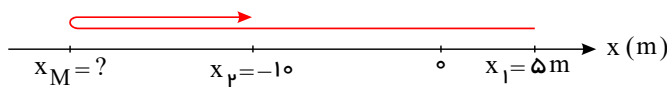
$$\ell = 15 + 8 = 23m$$

بنابراین داریم:

$$\frac{d}{\ell} = \frac{7}{23}$$

۴ - گزینه ۳

متحرک روی محور x به صورت شکل زیر حرکت کرده است.



مسافتی را که متحرک در سوی منفی محور x حرکت کرده است L_1 و مسافتی را که متحرک در سوی مثبت محور x حرکت کرده است L_2 فرض می‌کنیم.

$$\begin{cases} \text{بزرگی جابه‌جایی} = |\Delta x| = |x_P - x_1| = |(-10m) - (+5m)| = 15m \\ \text{مسافت طی شده} = 2,4 \times \text{بزرگی جابه‌جایی} \Rightarrow \text{مسافت طی شده} = 2,4 \times 15m = 36m \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{بزرگی جابه‌جایی} = L_1 - L_2 \Rightarrow L_1 - L_2 = 15m \\ \text{مسافت طی شده} = L_1 + L_2 \Rightarrow L_1 + L_2 = 36m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L_1 = 25,5m \\ L_2 = 10,5m \end{cases}$$

باتوجه به شکل بیشترین فاصله متحرک از نقطه شروع حرکت همان L_1 است.

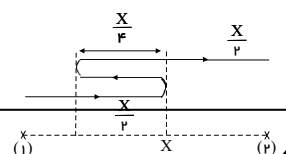
پس پاسخ گزینه ۳ است.

۵ - گزینه ۳

x : جابه‌جایی

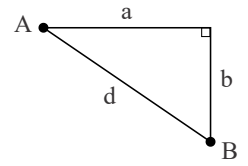
$$\frac{x}{2} + \frac{x}{4} + \frac{x}{4} + \frac{x}{2} = \frac{3x}{2} \quad \text{مسافت طی شده}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{جابه‌جایی}} = \frac{\frac{3x}{2}}{x} = \frac{3}{2}$$





۶ - گزینه ۲ مسافت طی شده توسط متحرک در جابه‌جایی از نقطه A تا نقطه B برابر است با:



جابه‌جایی متحرک طی این مسیر برابر است با:

$$\ell = a + b$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\frac{\ell}{d} = \frac{a + b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \Rightarrow \left(\frac{\ell}{d}\right)^2 = \frac{a^2 + b^2 + 2ab}{a^2 + b^2} = 1 + \frac{2ab}{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$(a - b)^2 \geq 0 \Rightarrow a^2 + b^2 - 2ab \geq 0 \Rightarrow a^2 + b^2 \geq 2ab \Rightarrow \frac{2ab}{a^2 + b^2} \leq 1 \quad (2)$$

بنابراین داریم:

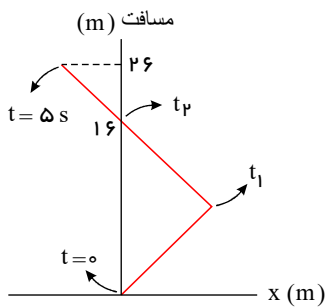
از طرفی داریم:

$$\xrightarrow{(1),(2)} \left(\frac{\ell}{d}\right)^2 = 1 + \frac{2ab}{a^2 + b^2} \leq 2 \Rightarrow \frac{\ell}{d} \leq \sqrt{2}$$

در نتیجه:

۷ - گزینه ۲ مکان اولیه جسم صفر است و متحرک در شروع حرکت در جهت مثبت جابه‌جا می‌شود و در لحظات اولیه مسافت با اندازه جابه‌جایی برابر است. سپس جهت حرکت تغییر می‌کند و در حالی که مسافت طی شده در حال افزایش است جابه‌جایی کاهش می‌یابد.

در لحظه‌ای که مسافت طی شده توسط متحرک برابر ۱۶ متر می‌شود، جابه‌جایی متحرک صفر شده و متحرک به مکان اولیه‌اش (مکان صفر) می‌رسد. در ادامه متحرک به حرکت در جهت منفی ادامه می‌دهد و در لحظه $t = 5s$ ، مسافت پیموده شده توسط متحرک برابر ۲۶m می‌شود.



باتوجه به توضیح داده شده و رابطه مکان - زمان حرکت $(x = mt^2 + nt)$ که درجه ۲ است، نمودار مکان - زمان متحرک به صورت سهمی شکل روبه‌رو رسم می‌شود. باتوجه به این که متحرک از لحظه صفر تا لحظه‌ای که به مبدا بازمی‌گردد (t_1) ، به صورت رفت و برگشت مسافت ۱۶ متر را پیموده است، متحرک پیش و پس از تغییر جهت هر کدام مسافت ۸ متر را پیموده است و مکان متحرک در لحظه تغییر جهت (t_1) برابر $x_1 = +8m$ است. همچنین متحرک پس از عبور از مبدا در لحظه t_2 ، مسافت ۱۰m دیگر را باید پیماید تا کل مسافت پیموده شده توسط آن ۱۶m شود و در نتیجه مکان آن در لحظه $t = 5s$ برابر $x_T = -10m$ می‌شود.



$$x = mt^2 + nt \xrightarrow{t=5s, x_T=-10m} -10 = m \times 5^2 + n \times 5 \Rightarrow n = -5m - 2$$

با روش مربع کامل‌سازی، بیشینه مکان را به دست می‌آوریم و آن را برابر $x_1 = +8m$ قرار می‌دهیم:

$$x = mt^2 + nt = m\left(t^2 + \frac{n}{m}t\right) + \left(\frac{n}{2m}\right)^2 - \left(\frac{n}{2m}\right)^2 = m\left(t + \frac{n}{2m}\right)^2 - \frac{n^2}{4m}$$

$$\Rightarrow x_{\max} = -\frac{n^2}{4m} = x_1 = 8 \Rightarrow n^2 = -32m \Rightarrow (-5m - 2)^2 = -32m$$

$$\Rightarrow 25m^2 + 52m + 4 = 0 \Rightarrow m = \frac{-26 \pm \sqrt{576}}{25} = \frac{-26 \pm 24}{25}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m = -\frac{2}{25} \Rightarrow n = -\frac{8}{5} \Rightarrow \text{باتوجه به منحنی } m \text{ و } n \text{ نمی‌توانند هر دو منفی باشند} \\ m = -2 \Rightarrow n = 8 \end{cases}$$

بنابراین ۲ - $m = -2$ و پاسخ گزینه ۲ است.

۱ - گزینه ۳ در یک حرکت دلخواه و در حالت کلی مسافت بزرگ‌تر یا مساوی اندازه جابه‌جایی است و تنها در حالتی که حرکت روی خط راست و بدون تغییر جهت باشد، مسافت برابر اندازه جابه‌جایی و در نتیجه تندی متوسط برابر اندازه سرعت متوسط می‌شود. نتیجه می‌گیریم گزینه‌های ۱ و ۲ نادرست هستند.

اما تندی لحظه‌ای و اندازه سرعت لحظه‌ای در هر حرکتی برابر هستند، زیرا در بازه‌های زمانی بسیار کوچک همواره مسافت و اندازه جابه‌جایی برابرند.

پس پاسخ گزینه ۳ است.



باتوجه به این که اندازه جابه‌جایی کوچک‌تر از مسافت است، اندازه سرعت متوسط کوچک‌تر از اندازه تندی متوسط است و گزینه ۳ درست نمی‌باشد.

از کوچک‌تر بودن اندازه جابه‌جایی نسبت به مسافت نمی‌توان نتیجه‌ای در مورد جهت بردار مکان یا بردار جابه‌جایی گرفت و در نتیجه در مورد درستی یا نادرستی گزینه‌های ۲ و ۴ نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۱ - گزینه ۱ راه‌حل اول:

$$\begin{cases} 2s < t < 4s, \vec{v}_{av} = (-6m/s)\vec{i} \Rightarrow \frac{\vec{d}(4s) - \vec{d}(2s)}{4s - 2s} = (-6m/s)\vec{i} \\ 4s < t < 8s, \vec{v}_{av} = (18m/s)\vec{i} \Rightarrow \frac{\vec{d}(8s) - \vec{d}(4s)}{8s - 4s} = (18m/s)\vec{i} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \vec{d}(4s) - \vec{d}(2s) = (-12m)\vec{i} \Rightarrow \vec{d}(8s) - \vec{d}(2s) = (+60m)\vec{i} \\ \vec{d}(8s) - \vec{d}(4s) = (+72m)\vec{i} \end{cases}$$

$$2s < t < 8s \Rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}(8s) - \vec{d}(2s)}{8s - 2s} = \frac{(+60m)\vec{i}}{6s} = (+10m/s)\vec{i}$$

راه‌حل دوم:

متحرک در بازه $2s < t < 4s$ (مدت ۲ ثانیه) سرعت متوسط $-6\vec{i}$ متر بر ثانیه و در بازه $4s < t < 8s$ (مدت ۴ ثانیه) سرعت متوسط $+18\vec{i}$ متر بر ثانیه داشته است.

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}_1 + \vec{d}_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{\vec{v}_1 \Delta t_1 + \vec{v}_2 \Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{(-6\vec{i}) \times 2 + (+18\vec{i}) \times 4}{2 + 4} = \frac{+60\vec{i}}{6} = +10\vec{i}$$

پس پاسخ گزینه ۱ است.

۱۱ - گزینه ۱ مکان متحرک در لحظه‌های صفر، ۱s، ۳s و ۴s را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} t = 0 \Rightarrow x_0 = 0^3 - 20 \times 0 + 8 = 8m \\ t = 1s \Rightarrow x_1 = 1^3 - 20 \times 1 + 8 = -11m \\ t = 3s \Rightarrow x_3 = 3^3 - 20 \times 3 + 8 = -25m \\ t = 4s \Rightarrow x_4 = 4^3 - 20 \times 4 + 8 = -8m \end{cases}$$

حال اندازه سرعت متوسط را در بازه‌های زمانی مورد نظر حساب می‌کنیم:

$$0s < t < 1s \Rightarrow |v_{av1}| = \left| \frac{x_1 - x_0}{1 - 0} \right| = \left| \frac{(-11) - (+8)}{1} \right| = 19m/s$$

$$0s < t < 4s \Rightarrow |v_{av2}| = \left| \frac{x_4 - x_0}{4 - 0} \right| = \left| \frac{(-8) - (+8)}{4} \right| = 4m/s$$

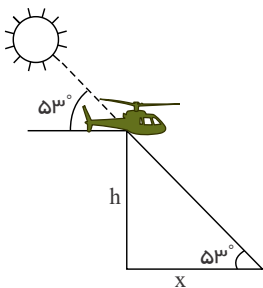
$$1s < t < 4s \Rightarrow |v_{av3}| = \left| \frac{x_4 - x_1}{4 - 1} \right| = \left| \frac{(-8) - (-11)}{3} \right| = 1m/s$$

$$3s < t < 4s \Rightarrow |v_{av4}| = \left| \frac{x_4 - x_3}{4 - 3} \right| = \left| \frac{(-8) - (-25)}{1} \right| = 17m/s$$

پس پاسخ گزینه ۱ است.

۱۲ - گزینه ۳

با توجه به حرکت عمودی پهباد و حرکت افقی سایه بر روی سطح زمین می‌توانیم از مفهوم $\tan \alpha$ برای حل این مسئله کمک بگیریم:



$$h = v_{av} \Delta t = 5 \times 4 = 20m$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} \Rightarrow \tan 53^\circ = \frac{h}{x} \Rightarrow x = \frac{h}{\tan 53^\circ} = \frac{20}{\frac{4}{3}} = 15m$$

بنابراین:

$$(v_{av})_{\text{سایه}} = \frac{x}{\Delta t} = \frac{15}{4} = 3,75 m/s$$

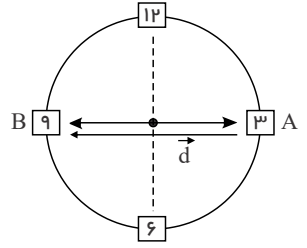
۱۲ - گزینه ۴ باتوجه به شکل زیر، در بازه زمانی ۱۵' تا ۳:۴۵' ۳' نوک عقربه در مدت $\Delta t = 30 \text{ min}$ از نقطه A به نقطه B می‌رود. در این مدت جابه‌جایی نوک عقربه برابر با 10 cm است. بنابراین با استفاده از رابطه سرعت متوسط به صورت زیر اندازه آن را حساب می‌کنیم:



$$|\vec{d}| = d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\Delta t = 30 \text{ min} = \frac{1}{2} \text{ h}$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0,1}{\frac{1}{2}} \Rightarrow v_{av} = 0,2 \text{ m/h}$$



۱۴ - گزینه ۱ هنگامی که چرخ به اندازه نیم دور می چرخد، سنگ به اندازه $d = v_{av}t$ جابه جا شده است. مطابق شکل داریم:

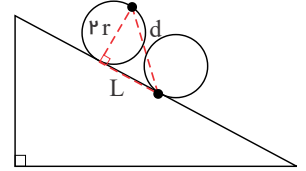
$$d = v_{av}t = 4\sqrt{13} \times 0,5 = 2\sqrt{13} \text{ m}$$

$$L = \frac{2\pi r}{2} = \pi r$$

$$d = \sqrt{(2r)^2 + (L)^2} = \sqrt{(2r)^2 + (\pi r)^2}$$

$$\Rightarrow 2\sqrt{13} = \sqrt{4r^2 + \pi^2 r^2} \Rightarrow 2\sqrt{13} = \sqrt{r^2(4 + \pi^2)}$$

$$\Rightarrow 2\sqrt{13} = r\sqrt{4 + \pi^2} \Rightarrow r = 2 \text{ m}$$



۱۵ - گزینه ۳ اندازه سرعت متوسط از تندی کوچک تر است. در نتیجه اندازه جابه جایی از مسافت پیموده شده کوچک تر است و الف درست نیست.

سرعت متوسط متحرک در سوی مخالف محور x است. پس جابه جایی متحرک نیز در سوی مخالف محور x است و ب درست است.

باتوجه به این که حرکت بر خط راست است و اندازه جابه جایی از مسافت پیموده شده کمتر است، جهت حرکت حداقل یکبار تغییر کرده است. پس ج درست است.

کل جابه جایی متحرک در سوی منفی محور x است. در نتیجه اگر در شروع حرکت متحرک در سوی مثبت محور x حرکت کند، باید تغییر جهت بدهد و یکبار دیگر از مبداء حرکت (مکان اولیه) عبور کند. بنابراین د درست است.

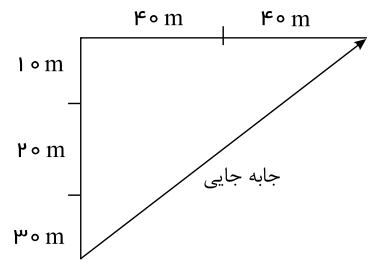
پس موارد ب، ج و د درست هستند و پس پاسخ گزینه ۳ است.

۱۶ - گزینه ۲ طبق رابطه فیثاغورس داریم:

$$\text{اندازه جابه جایی} = \sqrt{(30 + 20 + 10)^2 + (40 + 40)^2} = \sqrt{3600 + 6400} = \sqrt{10000} = 100 \text{ m}$$

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{اندازه جابه جایی}}{\text{زمان}} = \frac{100}{7 \times 60} = \frac{10}{42} = \frac{5}{21} \text{ m/s}$$

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان}} = \frac{30 + 20 + 10 + 40 + 40}{7 \times 60} = \frac{140}{42} = \frac{10}{3} \text{ m/s}$$



۱۷ - گزینه ۳ ابتدا باتوجه به رابطه تندی متوسط، شعاع مسیر دایره ای را حساب می کنیم. دقت کنید مسافت طی شده از A تا B برابر با $\frac{3}{4}$ محیط دایره است.

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \frac{\frac{3}{4}(2\pi R)}{2} \xrightarrow{\pi=3} R = \frac{40}{9} \text{ m}$$

طبق تعریف، بردار جابه جایی برداری است که نقطه ابتدایی مسیر را به نقطه انتهایی آن متصل می کند، بنابراین:

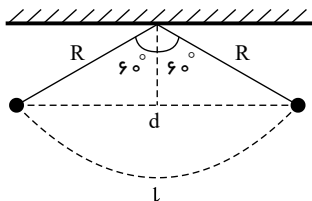
$$d = \overline{AB} = \sqrt{R^2 + R^2} = R\sqrt{2} \Rightarrow d = \frac{40\sqrt{2}}{9} \text{ m}$$

در نهایت سرعت متوسط متحرک طی جابه جایی از نقطه A تا نقطه B برابر است با:

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{\frac{40\sqrt{2}}{9}}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{20\sqrt{2}}{9} \text{ m/s}$$

۱۸ - گزینه ۲

باتوجه به شکل روبرو مسافت طی شده و اندازه جابه جایی گلوله را برحسب طول نخ (R) به دست می آوریم.





$$\left\{ \begin{aligned} l &= \left(\frac{120^\circ}{360^\circ}\right) \times \text{محیط دایره مسیر حرکت} = \frac{1}{3} \times 2\pi R = \frac{2\pi}{3}R \\ \sin 60^\circ &= \frac{\left(\frac{d}{2}\right)}{R} = \frac{d}{2R} \Rightarrow d = 2R \sin 60^\circ = 2R \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}R \end{aligned} \right.$$

می‌دانیم نسبت تندى متوسط به اندازهٔ سرعت متوسط برابر نسبت مسافت به اندازهٔ جابه‌جایی است.

$$\frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{\left(\frac{l}{\Delta t}\right)}{\left(\frac{d}{\Delta t}\right)} = \frac{l}{d} = \frac{\left(\frac{2\pi}{3}R\right)}{\sqrt{3}R} = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}} \Rightarrow s_{av} = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}} v_{av}$$

$$\Rightarrow s_{av} = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}} \times 1,5 \frac{m}{s} = \frac{\pi}{\sqrt{3}} \frac{m}{s} = \frac{\sqrt{3}}{3} \pi \frac{m}{s}$$

توجه: در این سؤال زمان حرکت گلوله و طول نخ در پاسخ بی‌اثر هستند. البته در راه‌حل دیگری می‌توان از زمان حرکت گلوله ابتدا جابه‌جایی، سپس طول نخ و در نهایت مسافت و تندى متوسط را محاسبه کرد.

۱۹ - گزینه ۴ چون نمودار خطی است با توجه به اعداد داده شده روی نمودار می‌توان نتیجه گرفت که همواره تندى متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط با یکدیگر برابرند. یعنی:

$$s_{av} = v_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow l = d$$

بنابراین همواره اندازهٔ جابه‌جایی متحرک و مسافت طی شده توسط آن برابر است و تنها در حالی این اتفاق رخ می‌دهد که جهت حرکت متحرک که همان جهت بردار سرعت است، ثابت باشد و تغییر نکند.

۲۰ - گزینه ۳ برای پیدا کردن v_{av} داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{v_{av1} \Delta t_1 + v_{av2} \Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{5 \times 2 + 10 \times 3}{2 + 3} \Rightarrow v_{av} = 8m/s$$

۲۱ - گزینه ۲ اگر طول کل مسیر را x و زمان پیمودن آن را t فرض کنیم، داریم:

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{اندازه‌ی جابه‌جایی}}{\text{مدت زمان}} = \frac{\frac{x}{4} + \frac{3x}{4}}{\frac{x}{v} + \frac{3x}{2v}} = \frac{\frac{x}{4} + \frac{3x}{4}}{\frac{x}{v} + \frac{3x}{2v}} = \frac{\frac{x}{1} + \frac{3x}{3}}{\frac{x}{1} + \frac{3x}{2}} = \frac{\frac{x}{1} + \frac{3x}{3}}{\frac{2x + 3x}{2}} = \frac{\frac{x + 3x}{4}}{\frac{5x}{2}} = \frac{x + 3x}{4} \times \frac{2}{5x} = \frac{4x}{4} \times \frac{2}{5x} = \frac{2}{5}v = 1,6v$$

۲۲ - گزینه ۳ ابتدا مدت زمان حرکت به سوی جلو را حساب می‌کنیم.

$$s_1 = \frac{l_1}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{l_1}{s_1} = \frac{500m}{20m/s} = 25s$$

باتوجه به این که ربات ۱۵s در این مسیر بازگشته است، ۴۰ ثانیه آغاز حرکت همان کل زمان حرکت می‌شود.

حالا مسافتی را که ربات در این مسیر مستقیم بازگشته است را به دست می‌آوریم:

$$s_2 = \frac{l_2}{\Delta t_2} \Rightarrow l_2 = s_2 \Delta t_2 = 12m/s \times 15s = 180m$$

بنابراین ربات در مسیر مستقیم و در مدت ۴۰s مسافت ۵۰۰m را رفته است و مسافت ۱۸۰m را بازگشته است و داریم:

$$\text{اندازهٔ جابه‌جایی} = d = l_1 - l_2 = 500m - 180m = 320m$$

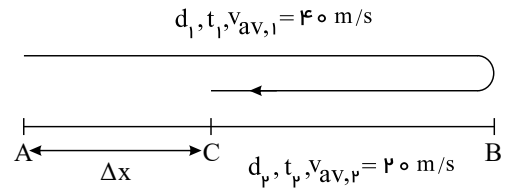
$$\Rightarrow \text{اندازهٔ سرعت متوسط} = v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{320m}{40s} = 8m/s$$

۲۳ - گزینه ۴

$$\frac{\text{تندى متوسط}}{\text{سرعت متوسط}} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان کل}} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{اندازهٔ جابه‌جایی کل}} = \frac{300 + 200}{300 - 200} = 5$$

$$t_1 = \frac{d_1}{v_1} \rightarrow t_2 = \frac{d_1}{v_2}, d_1 = v_1 t_1$$

$$d_2 = v_{av,2} \times t_2 = v_2 \times \frac{d_1}{v_2} = \frac{d_1}{2}$$



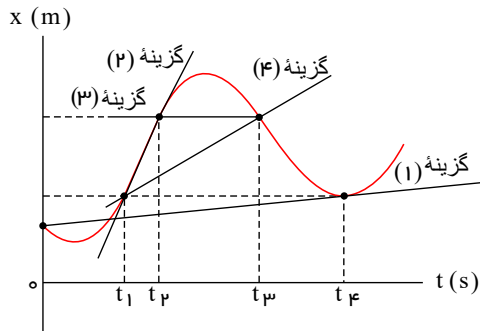
$$|\Delta x| = d_1 - \frac{d_1}{2} = \frac{d_1}{2}$$

$$\ell = d_1 + d_2 = d_1 + \frac{d_1}{2} = \frac{3d_1}{2}$$

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|} = \frac{\ell}{|\Delta x|} = \frac{\frac{3d_1}{2}}{\frac{d_1}{2}} = 3$$

۲۵ - گزینه ۴ محل برخورد نمودار با محور x ها، مکان اولیه یا مبدأ حرکت نام دارد. متحرک پس از ۴ ثانیه به مبدأ حرکت باز می‌گردد (یعنی مکان متحرک در $t = 4s$ ، $x = x_0$ است). و در این لحظه فاصله متحرک از مبدأ حرکت برابر صفر یعنی کم‌ترین مقدار است.

۲۶ - گزینه ۲ شیب خط واصل دو نقطه از نمودار مکان - زمان، نشان‌دهنده سرعت متوسط بین آن دو لحظه است. مطابق نمودار زیر اندازه شیب این خط بین دو لحظه t_1 و t_2 از بقیه بازه‌ها بیش‌تر است.



۲۷ - گزینه ۳ برای محاسبه سرعت متوسط از روی نمودار مکان - زمان، شیب خط واصل دو نقطه مورد نظر را می‌یابیم. در t ثانیه دوم حرکت داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{2t - t} = \frac{x_1 - x_0}{t} \quad (*)$$

در $2t$ ثانیه اول حرکت داریم:

$$v'_{av} = \frac{\Delta x'}{\Delta t'} = \frac{x_1 - x_0}{2t - 0} = \frac{x_1 - x_0}{2t} \quad (**)$$

بنابراین:

$$\frac{v_{av}}{v'_{av}} = \frac{\frac{x_1 - x_0}{t}}{\frac{x_1 - x_0}{2t}} = 2$$

۲۸ - گزینه ۲ شیب خط مماس بر منحنی مکان - زمان برابر سرعت است. باتوجه به منحنی، شیب خط مماس با گذشت زمان در حال کاهش است و در نتیجه سرعت متحرک رو به کاهش است. پس پاسخ گزینه ۲ است.

۲۹ - گزینه ۱ سرعت متحرک در هر لحظه برابر شیب خط مماس بر منحنی $x - t$ در آن لحظه است. در نمودار $x - t$ متحرک، خط مماس بر منحنی در لحظه $t = 8 \text{ min}$ از نقاط $(2 \text{ min}, 0 \text{ m})$ و $(8 \text{ min}, 12 \text{ m})$ عبور می‌کند. بنابراین:

$$8 \text{ min} \text{ سرعت در لحظه مماس} = \frac{12 \text{ m} - 0 \text{ m}}{8 \text{ min} - 2 \text{ min}} = \frac{12 \text{ m}}{6 \text{ min}} = \frac{12 \text{ m}}{360 \text{ s}} = \frac{1}{30} \text{ s}$$

پس پاسخ گزینه ۱ است.

۳۰ - گزینه ۴ تبدی متحرک در لحظه t برابر اندازه شیب خط مماس بر منحنی $x - t$ در لحظه t است و داریم:



$$t_0 \text{ ثانیة اول حرکت (از لحظه صفر تا لحظه } t_0) \text{ را به صورت زیر به دست می آوریم:}$$

$$\left| \text{شیب خط مماس} \right| = \left| \frac{12 - 0}{t_0 - \frac{t_0}{2}} \right| = \frac{12}{\left(\frac{t_0}{2}\right)} = \frac{24}{t_0}$$

$$\text{همچنین بزرگی سرعت متوسط متحرک در } t_0 \text{ ثانیة اول حرکت} = \left| \frac{x(t_0) - x(0)}{t_0 - 0} \right| = \left| \frac{12 - 0}{t_0} \right| = \frac{12}{t_0}$$

باتوجه به فرض سؤال که تندى در لحظه t_0 از بزرگى سرعت متوسط در t_0 ثانیة اول بزرگ تر است نتیجه می گیریم:

$$\frac{24}{t_0} = \frac{12}{t_0} + 2 \Rightarrow \frac{12}{t_0} = 2 \Rightarrow t_0 = 6s$$

پس پاسخ گزینه ۴ است.

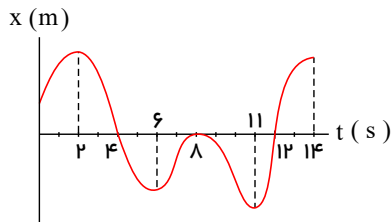
۳۱ - گزینه ۱ در نمودار مکان - زمان، شیب خط واصل بین دو نقطه برابر با سرعت متوسط بین آن دو نقطه است، بنابراین:

$$v_{av} = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A} = \frac{4 - 10}{17 - 5} \Rightarrow v_{av} = -0,5 m/s$$

برای به دست آوردن سرعت در یک نقطه معین در نمودار مکان - زمان، شیب خط مماس بر آن نقطه را حساب می کنیم. داریم:

$$v_A = \frac{0 - 10}{10 - 5} \Rightarrow v_A = -2 m/s$$

۳۲ - گزینه ۱



باتوجه به نمودار مکان - زمان حرکت (شکل بالا)، جهت بردار مکان دو بار و در لحظه های ۴s و ۱۲s تغییر کرده است (x تغییر علامت داده است) و متحرک در بازه های زمانی $2s < t < 6s$ به مدت ۴ ثانیه و $8s < t < 11s$ به مدت ۳ ثانیه و در مجموع به مدت ۷ ثانیه در سوی منفی محور x حرکت کرده است.

پس پاسخ گزینه ۱ است.

توجه: جهت بردار مکان در لحظه هایی تغییر می کند که متحرک از مبداء مکان عبور می کند و x تغییر علامت می دهد و در لحظه هایی که متحرک در مبداء مکان قرار می گیرد ولی از آن عبور نمی کند (مانند لحظه ۸s)، جهت بردار مکان تغییر نکرده است.

همچنین تغییر جهت بردار مکان مفهومی متفاوت نسبت به تغییر جهت حرکت است و نباید با آن اشتباه گرفته شود. در این حرکت جهت حرکت ۴ بار در لحظه های ۲s, ۶s, ۸s و ۱۱s تغییر کرده است.

۳۳ - گزینه ۱ مسافت طی شده برابر با مجموع اندازه جابه جایی های متحرک در بازه های زمانی است که جهت حرکت متحرک تغییر نمی کند.

$$\ell = 16 + (24 - (-16)) + 24 = 80m$$

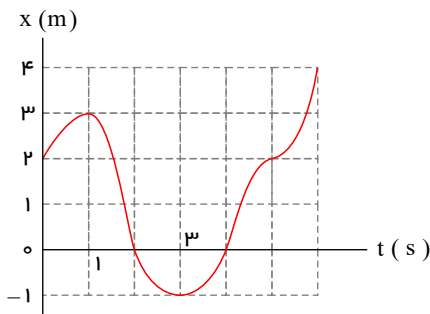
۳۴ - گزینه ۳ متحرک در بازه صفر تا ۱۷s در سوی مثبت محور x حرکت می کند و از مکان صفر به مکان $+60m$ می رود. در لحظه ۱۷s تغییر جهت می دهد و سپس در بازه ۱۷s تا ۲۰s در سوی منفی محور x حرکت می کند و از مکان $+60m$ به مکان صفر باز می گردد. بنابراین متحرک در مجموع مسافت $120m$ را در مدت ۲۰s پیموده است.

$$\Rightarrow s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{120m}{60s} = 2 \frac{m}{s}$$

توجه: در این حرکت کل جابه جایی صفر و در نتیجه سرعت متوسط متحرک صفر است.

۳۵ - گزینه ۲

باتوجه به نمودار $x - t$ در شکل روبه رو متحرک در مدت ۶ ثانیه، دو بار و در لحظه های ۱s و ۳s تغییر جهت داده است. برای محاسبه مسافت و تندى متوسط، حرکت را در بازه های زمانی $(0s, 1s)$ و $(1s, 3s)$ و $(3s, 6s)$ بررسی می کنیم.



$$\begin{cases} 0s < t < 1s \Rightarrow \Delta x_1 = 3m - 2m = +1m \\ 1s < t < 3s \Rightarrow \Delta x_2 = (-1m) - 3m = -4m \\ 3s < t < 6s \Rightarrow \Delta x_3 = (+4m) - (-1m) = +5m \end{cases}$$



$$\text{در } 6 \text{ ثانیه اول} \Rightarrow l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| + |\Delta x_3| = 10 \text{ m} \Rightarrow s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m}}{6 \text{ s}} = \frac{5}{3} \text{ m/s}$$

$$\text{در } 3 \text{ ثانیه دوم} \Rightarrow \Delta x = \Delta x_4 = +5 \text{ m} \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{+5 \text{ m}}{3 \text{ s}} = +\frac{5}{3} \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{تندی متوسط در } 6 \text{ ثانیه اول}}{\text{بزرگی سرعت متوسط در } 3 \text{ ثانیه دوم}} = \frac{s_{av}}{|v_{av}|} = 1$$

۳۶ - گزینه ۴ در بازه زمانی t_1 تا t_2 جابه‌جایی و سرعت متوسط مثبت و در بازه زمانی t_1 تا t_2 جابه‌جایی و سرعت متوسط منفی هستند. در نتیجه سرعت متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 از سرعت متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 بزرگ‌تر است و داریم: $v_{av} > v'_{av}$.

در نمودار مکان - زمان مشاهده می‌شود که جهت حرکت در لحظه t_M تغییر کرده است.

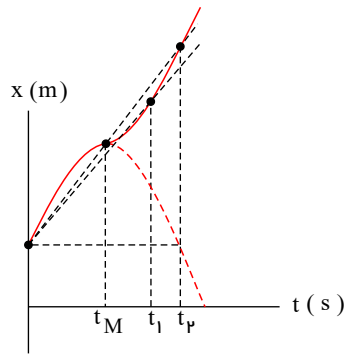
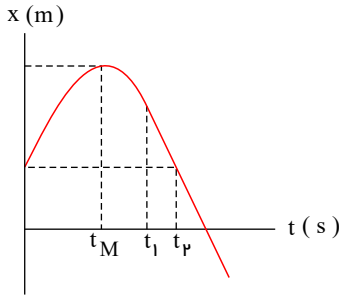
برای مقایسه تندی متوسط در دو بازه زمانی مختلف،

فرض می‌کنیم متحرک در لحظه t_M تغییر جهت ندهد

و حرکت خود را پس از توقف در همان جهت قبلی ادامه دهد، که در این صورت

نمودار مکان - زمان آن به صورت شکل روبه‌رو (شکل دوم) می‌شود

(به بیان دیگر شکل روبه‌رو نمودار مسافت - زمان این حرکت است).



در این نمودار شیب خطی که از لحظه t_1 عبور می‌کند

برابر تندی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2

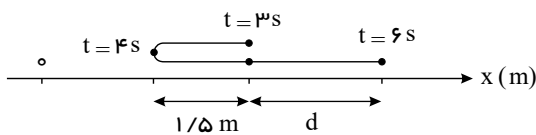
و شیب خطی که از t_2 عبور می‌کند

برابر تندی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 است.

باتوجه به نمودار و شیب این دو خط نتیجه می‌گیریم که تندی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 از تندی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 کوچک‌تر است و داریم: $s_{av} < s'_{av}$.

۳۷ - گزینه ۲ باتوجه به نمودار $x - t$ ، این متحرک در ۳ ثانیه دوم حرکت ($3 \text{ s} < t < 6 \text{ s}$)، ابتدا در بازه زمانی $3 \text{ s} < t < 4 \text{ s}$ به اندازه 1.5 m در سوی منفی محور x حرکت می‌کند، سپس در لحظه 4 s تغییر جهت می‌دهد و در بازه زمانی $4 \text{ s} < t < 5 \text{ s}$ به اندازه همان 1.5 m در سوی مثبت محور x حرکت می‌کند و در نهایت در بازه زمانی $5 \text{ s} < t < 6 \text{ s}$ به سوی مثبت محور x ادامه می‌دهد.

حرکت متحرک در ۳ ثانیه دوم حرکت را روی محور x به صورت شکل زیر نشان می‌دهیم.



اگر جابه‌جایی متحرک در ۳ ثانیه دوم حرکت را مطابق شکل d فرض کنیم، مسافت پیموده شده توسط آن برابر $l = d + 2 \times 1.5 \text{ m} = d + 3 \text{ m}$ می‌شود و داریم:

$$l = d + 3 \text{ m} \Rightarrow \frac{l}{\Delta t} = \frac{d}{\Delta t} + \frac{3 \text{ m}}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = v_{av} + \frac{3 \text{ m}}{3 \text{ s}} = v_{av} + 1 \text{ m/s}$$

$$\xrightarrow{s_{av} = 2.5 \text{ m/s}} 2.5 \text{ m/s} = v_{av} + 1 \text{ m/s} \Rightarrow v_{av} = 1.5 \text{ m/s}$$

بنابراین پاسخ گزینه ۲ است.

توجه: در این سؤال امکان محاسبه مسافت و جابه‌جایی و محاسبه سرعت متوسط از این طریق نیز وجود دارد.

۳۸ - گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱، نادرست است. متحرک در بازه زمانی 3 s تا 4 s در جهت مثبت محور x و در بازه زمانی 4 s تا 5 s در جهت منفی محور حرکت می‌کند. بنابراین در لحظه 4 s به سوی مثبت و در لحظه 5 s به سوی منفی در حرکت است و تغییر جهت نمی‌دهد.

گزینه ۲، درست است. متحرک در بازه زمانی 3 s تا 4 s و 4 s تا 5 s و در مجموع به مدت 7 s در خلاف جهت محور x حرکت نموده است.

گزینه ۳، نادرست است. در بازه زمانی 4 s تا 5 s و به مدت 4 s متحرک ساکن و در نتیجه سرعت آن صفر بوده است.

گزینه ۴، نادرست است. تندی متوسط برابر مسافت طی شده تقسیم بر بازه زمانی است. چون برای جسم در حال حرکت، هیچ وقت مسافت طی شده صفر نمی‌شود، لذا تندی متوسط نیز صفر نخواهد شد.

دقت کنید، در بازه زمانی صفر تا 16 s چون جابه‌جایی متحرک صفر می‌باشد، سرعت متوسط آن صفر خواهد شد.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴	۷ - ۲	۱۳ - ۴	۱۹ - ۴	۲۵ - ۴	۳۱ - ۱	۳۷ - ۲
۲ - ۲	۸ - ۳	۱۴ - ۱	۲۰ - ۳	۲۶ - ۲	۳۲ - ۱	۳۸ - ۲
۳ - ۳	۹ - ۱	۱۵ - ۳	۲۱ - ۲	۲۷ - ۳	۳۳ - ۱	
۴ - ۳	۱۰ - ۱	۱۶ - ۲	۲۲ - ۳	۲۸ - ۲	۳۴ - ۳	
۵ - ۳	۱۱ - ۱	۱۷ - ۳	۲۳ - ۴	۲۹ - ۱	۳۵ - ۲	
۶ - ۲	۱۲ - ۳	۱۸ - ۲	۲۴ - ۴	۳۰ - ۴	۳۶ - ۴	