حرکت‌شناسی فصل اول

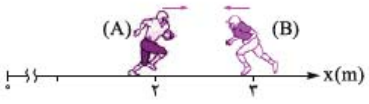
آموزش فیزیک را باید با مبحث مکانیک آغاز کرد. مکانیک آن بخش از علم فیزیک است که به مطالعه‌ی حرکت می‌پردازد. خود مکانیک به دو شاخه‌ی اصلی تقسیم می‌شود: «سینماتیک» و «دینامیک». سینماتیک (حرکت‌شناسی) آن شاخه از مکانیک است که حرکت اجسام را توصیف می‌کند، بدون آن‌که از نیروهای درگیر در حرکت حرفی به میان آورد. در این فصل خواهید دید که یک حرکت به ظاهر ساده ممکن است توصیف ریاضی پیچیده‌ای داشته باشد.

تست‌های استاندارد

واحد ۱: کلیات سینماتیک

مکان - جابه‌جایی

۱- دو شخص A و B بر روی محور x در حرکتند. شکل زیر، تصویر این دو شخص را در لحظه‌ای که A به فاصله‌ی ۲ متری مبدأ و B به فاصله‌ی ۳ متری مبدأ قرار دارند، نشان می‌دهد. بردار مکان این دو شخص در SI کدام است؟



۱) $\vec{r}_A = 2\vec{i}$ و $\vec{r}_B = 3\vec{i}$
۲) $\vec{r}_A = 2\vec{i}$ و $\vec{r}_B = -3\vec{i}$
۳) $\vec{r}_A = 2\vec{j}$ و $\vec{r}_B = 3\vec{j}$
۴) $\vec{r}_A = 2\vec{j}$ و $\vec{r}_B = -3\vec{j}$

۲- در تست ۱، بردار مکان شخص A و شخص B به‌ترتیب در کدام جهت است؟

۱) → و →
۲) → و ←
۳) ← و →
۴) ← و ←

۳- در تست ۱، اگر جهت حرکت دو شخص A و B تغییر نکند، بردار جابه‌جایی آن‌ها در یک مدت معین، به‌ترتیب در کدام جهت است؟

۱) → و →
۲) → و ←
۳) ← و →
۴) ← و ←

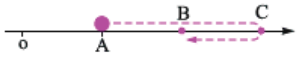
۴- جسمی که بر روی محور x حرکت می‌کند، از مکان $x_1 = -3\ m$ به مکان $x_2 = 1\ m$ و از آن‌جا به مکان $x_3 = -2\ m$ منتقل می‌شود. بردار جابه‌جایی جسم در این حرکت (در SI) کدام است؟

۱) $\Delta\vec{r} = \vec{i}$
۲) $\Delta\vec{r} = -\vec{i}$
۳) $\Delta\vec{r} = 7\vec{i}$
۴) $\Delta\vec{r} = -7\vec{i}$

۵- در تست ۴، اگر جهت محور x (و بردار یکه‌اش) قرینه انتخاب شود، بردار مکان نهایی جسم (در SI) کدام خواهد بود؟

۱) $\vec{r} = \vec{i}$
۲) $\vec{r} = -\vec{i}$
۳) $\vec{r} = 2\vec{i}$
۴) $\vec{r} = -2\vec{i}$

۶- متحرکی از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B، مطابق شکل، جابه‌جا شده است. اگر $AB = BC$ باشد، نسبت مسافت طی‌شده به جابه‌جایی کدام است؟ *(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران - ۸۳)*



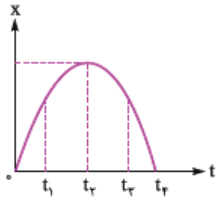
۱) ۱
۲) ۱/۵
۳) ۲
۴) ۳

۷- شناگری بر مسیری مستقیم، درازای استخری به طول ۱۰ m را در هر دقیقه یک‌بار طی می‌کند. اگر شناگر از یک انتهای استخر شروع به حرکت رفت‌وبرگشت کرده باشد، اندازه‌ی جابه‌جایی و مسافت طی‌شده توسط او پس از گذشت یک ربع ساعت (به‌ترتیب) چند متر است؟

۱) ۰ و ۱۰
۲) ۰ و ۱۵۰
۳) ۱۰ و ۱۰
۴) ۱۰ و ۱۵۰

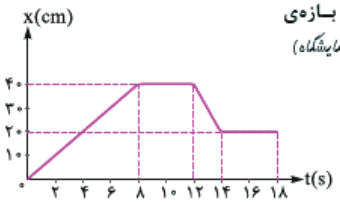
مقدمه‌ای بر نمودار مکان - زمان

۸- در کدام‌یک از لحظه‌های نشان‌داده‌شده در نمودار، متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ دارد؟ *(سراسری تجربی - ۷۶)*



۱) t_1
۲) t_2
۳) t_3
۴) t_4

۹- موجه‌ای روی یک خط راست در حرکت است. نمودار مکان ـ زمان موجه به شکل زیر است. موجه در بازه‌ی زمانی $t = 0$ تا $t = 18\ s$، چند ثانیه در جهت محور x حرکت می‌کند؟ *(برگرفته از مثال ۲-۱ کتاب فیزیک ۲ و آزمایشگاه)*



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۴
۴) ۱۸

۱۰- در تست ۹، مورچه چند ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟ (همان منبع تست ۹)

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۱۰ ۴) هیچ‌گاه

۱۱- در تست ۹، مورچه در مجموع، چند ثانیه ساکن بوده است؟ (همان منبع تست ۹)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) هیچ‌گاه

۱۲- در تست ۹، مورچه چند ثانیه در مکان‌های مثبت بوده است؟

۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

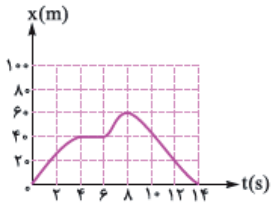
۱۳- در تست ۹، در چه لحظه‌هایی (برحسب ثانیه)، فاصله‌ی مورچه از مبدأ ۳۰cm است؟ (همان منبع تست ۹)

۱) ۵ و ۱۲/۵ ۲) ۶ و ۱۲/۵ ۳) ۵ و ۱۳ ۴) ۶ و ۱۳

۱۴- در تست ۹، جابه‌جایی مورچه در بازه‌ی زمانی ۴s تا ۸s چند سانتی‌متر است؟ (همان منبع تست ۹)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۱۵- شکل زیر، نمودار مکان ـ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی یک مسیر مستقیم در حال حرکت است.



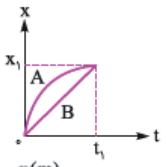
دوچرخه‌سوار در مجموع، چند متر در جهت محور x حرکت می‌کند؟ (برگرفته از تمرین‌های پایان فصل کتاب فیزیک ۲ و آزمایشگاه)

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۸۰

۱۶- در تست ۱۵، مسافت طی‌شده توسط دوچرخه‌سوار چند متر است؟

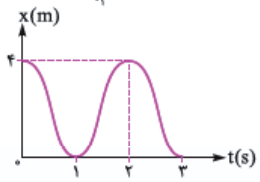
۱) صفر ۲) ۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۶۰

۱۷- نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. کدام مقایسه بین جابه‌جایی‌های دو متحرک (Δx_A و Δx_B) و مسافت طی‌شده توسط آن‌ها (d_A و d_B)، در بازه‌ی زمانی ۰ تا t_1 درست است؟



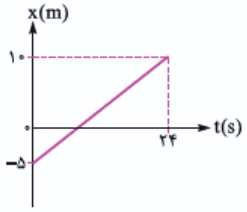
۱) $d_A > d_B$ و $\Delta x_A > \Delta x_B$
۲) $d_A > d_B$ و $\Delta x_A = \Delta x_B$
۳) $d_A = d_B$ و $\Delta x_A = \Delta x_B$
۴) $d_A = d_B$ و $\Delta x_A > \Delta x_B$

۱۸- نمودار مکان ـ زمان متحرکی به شکل مقابل است. نسبت جابه‌جایی متحرک به مسافت طی‌شده توسط آن، در بازه‌ی زمانی ۰ تا ۳s کدام است؟



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

۱۹- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر روی محور x جابه‌جا می‌شود، مطابق شکل مقابل است. در بازه‌ی زمانی نمایش‌داده‌شده، متحرک در چه لحظه‌ای (برحسب ثانیه)، از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

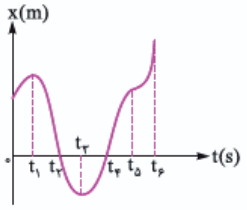


۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) هیچ‌گاه

۲۰- در تست ۱۹، متحرک در چه لحظه‌ای تغییر جهت می‌دهد؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) هیچ‌گاه

۲۱- نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. سوی حرکت متحرک در چه لحظه‌هایی تغییر کرده است؟ (برگرفته از تمرین‌های پایان فصل کتاب فیزیک۲ و آزمایشگاه)



۱) t_1 و t_2
۲) t_1 و t_3
۳) t_2 و t_4
۴) t_1 و t_3 و t_5

۲۲- در تست ۲۱، در کدام‌یک از بازه‌های زمانی زیر، متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟ (همان منبع تست ۲۱)

۱) t_1 تا t_3 ۲) t_2 تا t_3 ۳) t_4 تا t_5 ۴) t_5 تا t_6

معادله‌ی حرکت

۲۳- کدام‌یک از رابطه‌های زیر، می‌تواند بیانگر معادله‌ی حرکت یک جسم باشد؟ (x، نماد مکان، v، نماد سرعت و t، نماد زمان حرکت جسم است.)

۱) $v = -2t + 4$ ۲) $x = \pm(t^2 - 1)$ ۳) $v^2 = 2x$ ۴) $x = 1 + \cos \pi t$

۲۴- کدام‌یک از معادله‌های زیر، بیانگر معادله‌ی حرکت جسمی است که بر روی خط راست حرکت می‌کند؟

۱) $x = 2t - 4$ ۲) $x = \sin \pi t$ ۳) $x = \frac{1}{t}$ ۴) هر سه گزینه‌ی قبلی

۲۵- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x = t^2 - 2t - 3$ است. این متحرک در لحظه‌ی $t = 1s$ در چند متری مبدأ مکان قرار می‌گیرد؟

۱) ۱- ۲) ۱ ۳) ۴- ۴) ۴

۲۶- در تست ۲۵، متحرک در لحظه‌ی $t=1s$ در چه فاصله‌ای از مکان اولیه‌اش (برحسب متر) قرار می‌گیرد؟

۱) -1 ۲) ۱ ۳) -4 ۴) ۴

۲۷- در تست ۲۵، متحرک چند ثانیه پس از لحظه‌ی صفر، مجدداً از مکان اولیه‌اش عبور می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸- در تست ۲۵، متحرک پس از مبدأ زمان، چندبار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) هیچ‌گاه

۲۹- معادله‌ی حرکت ذره‌ای در SI به‌صورت $x=t^2-2t+1$ است. بردار مکان این متحرک در طول مسیر، چندبار تغییر جهت می‌دهد؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۰- معادله‌های مکان ـ زمان دو متحرک که روی محور x حرکت می‌کنند، در SI به‌صورت $x_1=-t^2+2t$ و $x_2=t^2+6t+10$ می‌باشد. این دو متحرک چندبار از کنار هم می‌گذرند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) هیچ‌گاه

۳۱- معادله‌ی حرکت یک متحرک در SI به‌صورت $x=-2t^3+6t+8$ است. نسبت جابه‌جایی این متحرک در ثانیه‌ی دوم به جابه‌جایی متحرک در ثانیه‌ی اول کدام است؟ (آزمایشی سنجش ـ ۸۹)

۱) -2 ۲) -1 ۳) $+1$ ۴) $+2$

۳۲- معادله‌ی حرکت جسمی در SI به‌صورت $x=t^2-6t+10$ است. کم‌ترین فاصله‌ی جسم از مبدأ مکان $(x=0)$ چند متر است؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۱۰

۳۳- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x=t^2-6t+8$ است. کم‌ترین فاصله‌ی متحرک از مبدأ مکان چند متر است؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۴- معادله‌ی حرکت ذره‌ای در SI به‌صورت $x=-t^2+2t+8$ است. بیشینه‌ی فاصله‌ی ذره از مبدأ مکان، در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر است؟

۱) ۷ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۲

سرعت متوسط

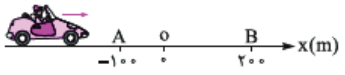
۳۵- شناگری یک مسیر ۴۰ متری را در مدت ۲۰ ثانیه رفته و در مدت ۲۵ ثانیه برگشته است. سرعت متوسط کل شناگر چند متر بر ثانیه بوده است؟ (آزمایشی سنجش ـ ۷۷)

۱) ۱/۸ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

۳۶- در تست ۳۵، نسبت سرعت متوسط شناگر در مدت رفت به سرعت متوسط او در مدت برگشت کدام است؟

۱) $\frac{4}{5}$ ۲) $-\frac{4}{5}$ ۳) $-\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{5}{4}$

۳۷- اتومبیلی بر روی محور x و در جهت نشان‌داده‌شده در شکل زیر، حرکت می‌کند. اتومبیل در لحظه‌ی $t_1=10s$ از نقطه‌ی A و در لحظه‌ی $t_2=20s$ از نقطه‌ی B عبور می‌کند. سرعت متوسط اتومبیل در مسیر AB چند متر بر ثانیه است؟



۱) $\frac{10}{3}$ ۲) $\frac{100}{3}$ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۳۸- در شکل تست ۳۷، اگر اتومبیل در مدت $10s$ از نقطه‌ی A تا o و در مدت $20s$ از نقطه‌ی o تا B جابه‌جا شود، سرعت متوسط آن در کل مسیر (AB) چند متر بر ثانیه است؟

۱) $\frac{100}{3}$ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۳۹- بزرگی سرعت متوسط متحرکی در جابه‌جایی بین دو نقطه‌ی A و B برابر $72\,km/h$ است. اگر $AB=3600m$ باشد، متحرک، فاصله‌ی بین این دو نقطه را در چه مدتی طی می‌کند؟

۱) ۳۰ ثانیه ۲) ۳ دقیقه ۳) ۵۰ ثانیه ۴) ۵ دقیقه

۴۰- معادله‌ی حرکت متحرکی به‌صورت $x=0/25+\sin\pi t$ (در SI) می‌باشد. سرعت متوسط آن در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت، چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری ریاضی ـ ۷۱)

۱) صفر ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۱۵

۴۱- معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=5t^2-2$ است. سرعت متوسط این متحرک در بازه‌ی زمانی ۱ تا ۲ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران ـ ۹۲)

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۲/۵

۴۲- معادله‌ی حرکت متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x=2t^2-16t+14$ است. سرعت متوسط متحرک از لحظه‌ی $t=0$ تا کدام لحظه (برحسب ثانیه) صفر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۴۳- معادله‌ی حرکت متحرکی بر خط راست، در SI به‌صورت $x=t^2-5t+6$ است. سرعت متوسط این متحرک از لحظه‌ی $t=0$ تا لحظه‌ای که برای اولین‌بار به مبدأ مکان می‌رسد، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳ ۲) -3 ۳) ۲ ۴) -2

۴۴- معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=A+Bt^3$ می‌باشد. اگر سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا ۳ ثانیه، برابر $18\,m/s$ و مکان متحرک در لحظه‌ی $t=2s$ برابر ۲۴ متر باشد، مقادیر A و B در SI کدامند؟ (آزمایشی سنجش ـ ۹۲)

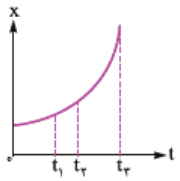
۱) ۸ و ۳ ۲) ۸ و ۲ ۳) ۶ و ۳ ۴) ۶ و ۲

۴۵- در یک برج، آسانسوری در مدت ۲۰ s از طبقه‌ی اول تا دهم جابه‌جا می‌شود و ۵ s بعد، در مدت ۱۰ s از طبقه‌ی دهم تا هفتم جابه‌جا می‌شود. اگر فاصله‌ی بین طبقه‌های متوالی ۵ m باشد، سرعت متوسط آسانسور در کل مسیر، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۶}{۷}$ ۳) $\frac{۱۲}{۷}$ ۴) ۲

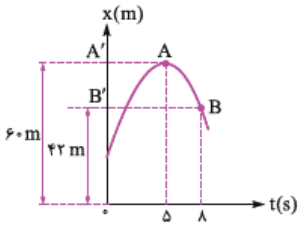
تعیین سرعت متوسط از روی نمودار مکان - زمان

۴۶- نمودار مکان ـ زمان متحرکی، سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه‌ی زمانی بیشتر است؟ (سراسری ریاضی ـ ۸۵)



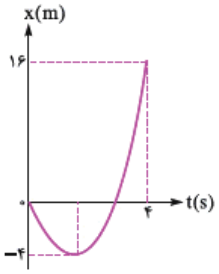
۱) ۰ تا $t_۱$
۲) $t_۱$ تا $t_۲$
۳) $t_۲$ تا $t_۳$
۴) بستگی به اندازه‌ی فاصله‌های زمانی دارد.

۴۷- نمودار مکان ـ زمان متحرکی به‌صورت شکل مقابل است. اندازه‌ی سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی $t_۱ = ۵\ s$ تا $t_۲ = ۸\ s$، چند متر بر ثانیه و در کدام جهت است؟ (آزمایشی سنجش ـ ۹۲)



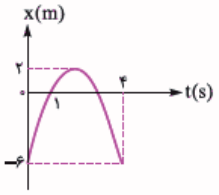
۱) ۶ و در راستای $A'B'$ و از A' به طرف B'
۲) ۶ و در راستای AB و از A به طرف B
۳) ۱۲ و در راستای AB و از A به طرف B
۴) ۱۲ و در راستای $A'B'$ و از B' به طرف A'

۴۸- شکل مقابل، نمودار مکان ـ زمان متحرکی در یک مسیر مستقیم است. سرعت متوسط متحرک در این ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری ریاضی ـ ۸۲)



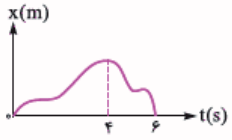
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

۴۹- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط در فاصله‌ی زمانی $t = ۱\ s$ تا $t = ۴\ s$ چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری تجربی ـ ۸۷)



۱) ۲
۲) −۲
۳) ۶
۴) −۶

۵۰- در شکل مقابل، سرعت متوسط در ۴ ثانیه‌ی اول، چند برابر سرعت متوسط در ۲ ثانیه‌ی بعدی است؟ (آزمایشی سنجش ـ ۸۶)



۱) −۲ ۲) $-\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

سرعت لحظه‌ای

۵۱- اگر معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = \frac{۱}{۳}t^۳ + ۳t$ باشد، سرعت آن در لحظه‌ی $t = ۲\ s$ چند m/s است؟ (آزاد تجربی ـ ۸۰)

۱) ۷ ۲) ۹ ۳) ۴ ۴) ۵

۵۲- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x = t^۲ + ۲t - ۱$ است. سرعت متحرک در لحظه‌ی $t = ۲\ s$، چند برابر سرعت متوسط متحرک در دو ثانیه‌ی اول حرکت است؟

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

۵۳- معادله‌های حرکت دو متحرک در SI به‌صورت $x_۱ = ۳t^۲ + ۱$ و $x_۲ = t^۳ - ۹t$ است. سرعت دو متحرک در چه لحظه‌ای (برحسب ثانیه) برابر می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x = ۴t^۲ + ۸t + ۱۶$ می‌باشد. حرکت این متحرک چگونه است؟ $(t \geq ۰)$ (آزمایشی سنجش ـ ۸۵)

۱) پیوسته در جهت محور x
۲) پیوسته در خلاف جهت محور x
۳) ابتدا در جهت محور x و سپس در خلاف جهت محور
۴) ابتدا در خلاف جهت محور x و سپس در جهت محور

۵۵- رابطه‌ی سرعت و مکان جسمی که بر روی محور x حرکت می‌کند، در یک لحظه به‌صورت $v=-۴x$ است. در این لحظه، جسم در چه وضعیتی قرار دارد؟ $(v\neq ۰)$

۱) از مبدأ دور می‌شود. ۲) به مبدأ نزدیک می‌شود. ۳) بر روی مبدأ قرار دارد. ۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۵۶- معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x=۲t^۲-t-۱$ است. این متحرک (از لحظه‌ی $t=۰$ به بعد) چند ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

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

۵۷- در تست ۵۶، متحرک در چه لحظه‌ای (برحسب ثانیه) تغییر جهت می‌دهد؟

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

۵۸- در تست ۵۶، متحرک (از لحظه‌ی $t=۰$ به بعد) چند ثانیه در قسمت منفی محور x بوده است؟

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

۵۹- معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x=-t^۳+۶t^۲-۹t$ است. فاصله‌ی زمانی بین دو تغییر جهتِ آن، چند ثانیه است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۸۹)*

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵

۶۰- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x=\frac{t^۳}{۳}-t^۲+t$ است. متحرک در کدام لحظه (برحسب ثانیه) تغییر جهت می‌دهد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) هیچ‌گاه

۶۱- معادله‌ی سرعت ذره‌ای که بر روی محور x حرکت می‌کند، به‌صورت $v=t^۲-۱۸-۳t$ است (SI). بزرگی سرعت ذره در کدام لحظه (برحسب ثانیه) کمینه (مینیمم) است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۹

۶۲- معادله‌ی مکان متحرکی در SI به‌صورت $x=\frac{۲}{۳}t^۳-۶t^۲+۲۰t$ است. کم‌ترین سرعتی که این متحرک در مسیر حرکت پیدا می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟ *(سراسری ریاضی ـ ۹۲)*

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

تعیین تابع مکان ـ زمان از روی تابع سرعت ـ زمان

۶۳- معادله‌ی سرعت متحرکی در SI به‌صورت $v=-۶t^۲+۶t$ است. اگر حرکت در مسیر مستقیم بوده و مکان آن در لحظه‌ی $t=۱s$، نقطه‌ی $x=-۲m$ باشد، معادله‌ی مکان آن کدام است؟ *(سراسری ریاضی ـ ۸۶)*

۱) $x=-۱۲t+۶$ ۲) $x=-۱۲t+۱۰$ ۳) $x=-۳t^۲+۳t-۳$ ۴) $x=-۲t^۳+۳t^۲-۳$

۶۴- سرعت اتومبیلی که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، طبق معادله‌ی $v=۳t^۲-۸$ (در SI) تغییر می‌کند. این اتومبیل چند ثانیه پس از لحظه‌ی $t=۰$، دوباره از مکان اولیه‌اش عبور می‌کند؟

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

۶۵- معادله‌ی سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $v=-۲t+۴$ است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در ۲ ثانیه‌ی سوم چند متر است؟ *(سراسری ریاضی ـ ۸۸)*

۱) ۱۵ ۲) ۱۲ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۶۶- معادله‌ی سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $v=۲t+۱$ است. سرعت متوسط متحرک در ثانیه‌ی دومِ حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۶۷- معادله‌ی سرعت ـ زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $v=۳t^۲-۶t+۲$ است. سرعت متوسط آن در ثانیه‌ی سومِ حرکت چند متر بر ثانیه است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۹۰)*

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۳

محاسبه‌ی مسافت

۶۸- معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=t^۳+۶t^۲+۲۰$ است. مسافت طی‌شده در ثانیه‌ی دوم حرکت چند متر است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۹۲)*

۱) ۱۹ ۲) ۲۵ ۳) ۳۹ ۴) ۴۵

۶۹- متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و معادله‌ی مکان ـ زمان آن در SI به‌صورت $x=\frac{۳}{۲}t^۲-۶t+۲۰$ است. مسافتی که این متحرک در ۳ ثانیه‌ی اول طی می‌کند، چند متر است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۹۳)*

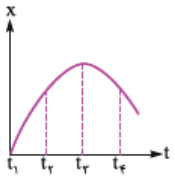
۱) ۴/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۵/۵ ۴) ۲۴/۵

۷۰- معادله‌ی سرعت ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $v=-۲t+۸$ است. مسافت طی‌شده در ۸ ثانیه‌ی اول حرکت متحرک چند متر است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۹۰)*

۱) صفر ۲) ۱۶ ۳) ۳۲ ۴) ۶۴

تعیین سرعت لحظه‌ای از روی نمودار مکان - زمان

۷۱- سهمی مقابل، نمودار مکان ـ زمان یک متحرک در مسیر مستقیم است. سرعت آن در کدام لحظه‌ی نشان داده‌شده بیشتر است؟ *(آزمایشی سنجش - ۸۴)*

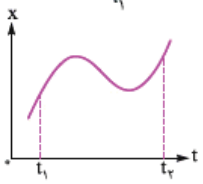


۱) t_1
۲) t_2
۳) t_3
۴) t_4

۷۲- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، بخشی از یک سهمی به شکل روبه‌رو است. در بازه‌ی زمانی ۰ تا t_1، سرعت متحرک از سرعت متوسط آن در کل بازه ..... است.

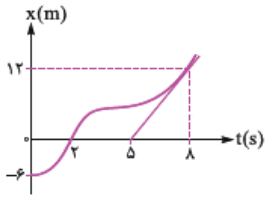
۱) همواره بیشتر
۲) همواره کم‌تر
۳) ابتدا بیشتر، سپس کم‌تر
۴) ابتدا کم‌تر، سپس بیشتر

۷۳- نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. در فاصله‌ی زمانی میان t_1 تا t_2، سرعت جسم چندبار تغییر جهت داده است؟ *(سراسری تجربی - ۶۹)*



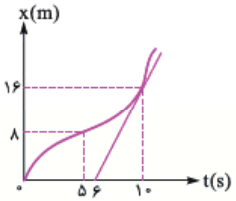
۱) ۰
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۷۴- با توجه به نمودار روبه‌رو، سرعت متحرک در لحظه‌ی $t = 8\,s$ چند برابر سرعت متوسط آن در کل مدت ۸ s است؟ *(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران - ۸۶)*



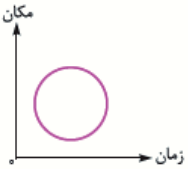
۱) $\frac{۱۶}{۹}$
۲) $\frac{۹}{۱۶}$
۳) ۱
۴) $\frac{۴}{۳}$

۷۵- نمودار مکان ـ زمان متحرکی بر روی مسیر مستقیم به شکل زیر است. اگر سرعت متحرک در لحظه‌ی $t = 10\,s$ برابر سرعت متوسط آن بین دو لحظه‌ی $t_1 = 5\,s$ و $t_2 = 12\,s$ باشد، متحرک در لحظه‌ی $t = 12\,s$ در چند متری مبدأ می‌باشد؟ *(آزاد ریاضی - ۷۶)*



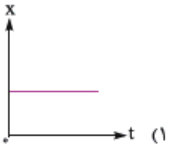
۱) ۲۸
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۲۰

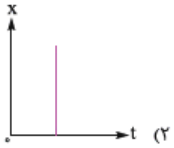
۷۶- نمودار مکان ـ زمانی که در شکل مقابل رسم شده است، معرف کدام حرکت است؟ *(آزمون نمونه خدمت رهبران - ۷۳، با یک گزینه‌ی اضافه!)*

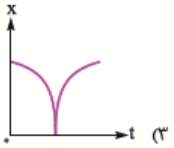


۱) حرکت نوسانی
۲) حرکت دایره‌ای
۳) چنین حرکتی امکان ندارد.
۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۷۷- نمودار مکان ـ زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق کدام‌یک از شکل‌های زیر می‌تواند باشد؟

۱) 

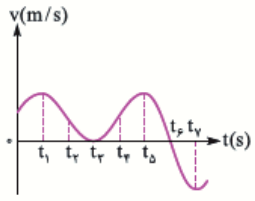
۲) 

۳) 

۴)

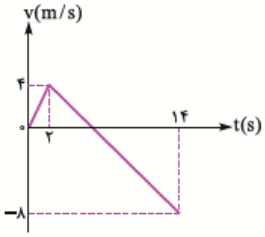
مقدمه‌ای بر نمودار سرعت - زمان

۷۸- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. در کدام لحظه (یا لحظه‌ها)، متحرک تغییر جهت می‌دهد؟ (لحظه‌های t_2، t_4 و t_6 نقاط عطف نمودارند.) *(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران - ۸۹، با توضیح اضافه!)*



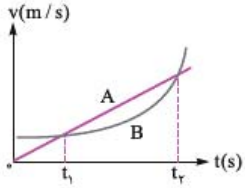
۱) t_2، t_4 و t_6
۲) t_6
۳) t_1، t_3، t_5 و t_7
۴) t_3

۷۹- متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت ـ زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است. متحرک در ۱۴ ثانیه‌ی اول، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟ *(سراسری ریاضی - ۸۹)*



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

۸۰- نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. اگر بزرگی سرعت متوسط آن‌ها بین دو لحظه‌ی t_1 و t_2 به‌ترتیب $\overline{v}_A$ و $\overline{v}_B$ باشد، کدام رابطه درست است؟ *(سراسری ریاضی ـ ۷۵)*

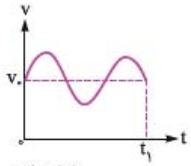


۱) $\overline{v}_B \geq \overline{v}_A$
۲) $\overline{v}_B < \overline{v}_A$
۳) $\overline{v}_B \leq \overline{v}_A$
۴) $\overline{v}_B > \overline{v}_A$

۸۱- اگر نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل رسم‌شده در صورت تست ۸۰ باشد، کدام رابطه درست است؟

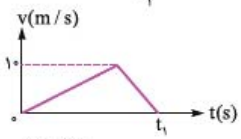
۱) $\overline{v}_A > \overline{v}_B$
۲) $\overline{v}_A < \overline{v}_B$
۳) $\overline{v}_A = \overline{v}_B$
۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۸۲- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی یک نمودار سینوسی به شکل مقابل است. اگر سرعت متوسط متحرک را در بازه‌ی زمانی ۰ تا t_1 با $\overline{v}$ نشان دهیم، کدام گزینه صحیح است؟



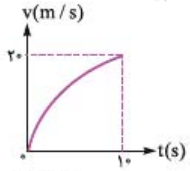
۱) $\overline{v} > v_0$
۲) $\overline{v} = v_0$
۳) $\overline{v} < v_0$
۴) گزینه‌ی ۱ یا گزینه‌ی ۲

۸۳- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا t_1، کدام گزینه می‌تواند باشد؟



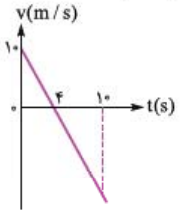
۱) $\overline{v} < ۵\ m/s$
۲) $\overline{v} = ۵\ m/s$
۳) $۵\ m/s < \overline{v} < ۱۰\ m/s$
۴) $\overline{v} = ۱۰\ m/s$

۸۴- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر سرعت متوسط متحرک را در بازه‌ی زمانی $t = ۰$ تا $t = ۱۰\ s$ با $\overline{v}$ نشان دهیم، کدام گزینه درست است؟



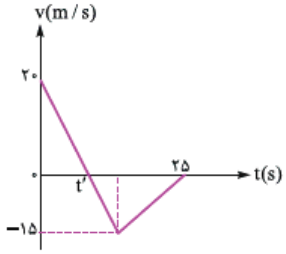
۱) $\overline{v} < ۱۰\ m/s$
۲) $\overline{v} = ۱۰\ m/s$
۳) $۱۰\ m/s < \overline{v} < ۲۰\ m/s$
۴) $\overline{v} = ۲۰\ m/s$

۸۵- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. متحرک در لحظه‌ی $t = ۱۰\ s$، در چند متری مبدأ قرار دارد؟ (متحرک در لحظه‌ی $t = ۰$، در $x = +۲\ m$ قرار داشته و xهای مثبت در سمت راست مبدأ مختصات واقعند.) *(سراسری ریاضی ـ ۸۴، خارج از کشور)*



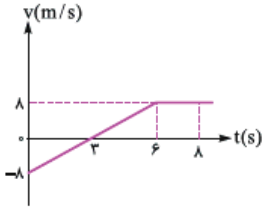
۱) ۲۷ متری سمت راست مبدأ
۲) ۲۳ متری سمت چپ مبدأ
۳) ۲۵ متری سمت چپ مبدأ
۴) ۲۲۷ متری سمت راست مبدأ

۸۶- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی که حرکت متحرک خلاف جهت محور x است، چند متر بر ثانیه است؟ *(سراسری ریاضی ـ ۹۴)*



۱) صفر
۲) ۲/۵
۳) ۷/۵
۴) ۱۰

۸۷- نمودار سرعت ـ زمان جسمی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط جسم در مدت ۸ ثانیه‌ی نشان‌داده‌شده، چند متر بر ثانیه است؟ *(سراسری تجربی ـ ۸۵)*

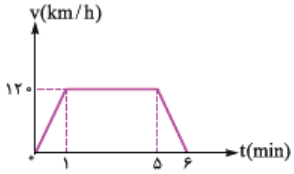


۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

۸۸- در تست ۸۷، مسافت طی‌شده توسط متحرک از لحظه‌ی $t = ۰$ تا $t = ۸\ s$ چند متر است؟

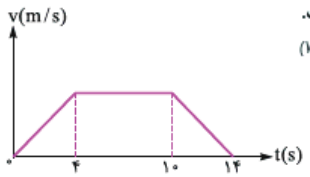
۱) ۸
۲) ۱۶
۳) ۲۴
۴) ۴۰

۸۹- نمودار سرعت ـ زمان قطاری که بر روی یک ریل مستقیم از ایستگاه A شروع به حرکت می‌کند و در ایستگاه B متوقف می‌شود، مطابق شکل مقابل است. فاصله‌ی بین دو ایستگاه (AB) چند کیلومتر است؟



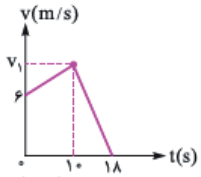
۱) ۱۰
۲) ۱۰۰
۳) ۶۰
۴) ۶۰۰

۹۰- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی به شکل مقابل و مسافت طی‌شده توسط آن در مدت ۱۴ ثانیه، برابر ۱۲۰ متر است. این متحرک در ۴ ثانیه‌ی اول، چند متر طی کرده است؟ *(آزاد ریاضی ـ ۷۳)*



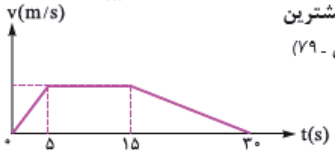
۱) ۱۴
۲) ۲۴
۳) ۲۸
۴) ۳۰

۹۱- شکل مقابل، نمودار سرعت ـ زمان متحرکی در مسیر مستقیم است. اگر سرعت متوسط در مدت ۱۸ ثانیه برابر $\frac{۲۰}{۳}\,m/s$ باشد، $v_۱$ چند متر بر ثانیه است؟ *(سراسری تجربی ـ ۷۷)*



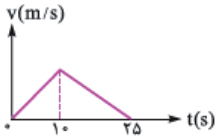
۱) ۸
۲) ۱۰
۳) ۱۲
۴) ۱۵

۹۲- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی به شکل مقابل است. اگر سرعت متوسط آن در کل مسیر $۱۲\,m/s$ باشد، بیشترین مقدار سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ *(آزاد پزشکی ـ ۷۹)*



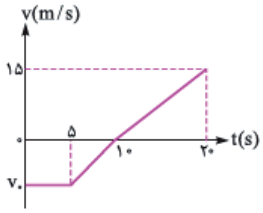
۱) ۲۵
۲) ۲۰
۳) ۲۴
۴) ۱۸

۹۳- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. جابه‌جایی متحرک در بازه‌ی $t_۱ = ۵\,s$ تا $t_۲ = ۱۵\,s$ چند برابر جابه‌جایی متحرک در ۱۰ ثانیه‌ی اول است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۹۳)*



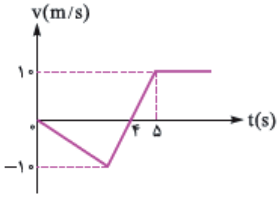
۱) $\frac{۱۷}{۱۲}$
۲) $\frac{۱۷}{۲۴}$
۳) $\frac{۱۹}{۱۲}$
۴) $\frac{۱۹}{۲۴}$

۹۴- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که بر خط راست در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل است و متحرک بعد از $۲۰\,s$ دوباره به محل شروع حرکت برمی‌گردد؛ در این صورت، سرعت اولیه‌ی متحرک چند متر بر ثانیه است؟ *(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران ـ ۸۸، با ویرایش)*



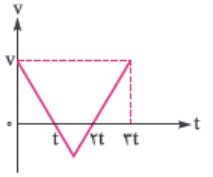
۱) ۵−
۲) ۷/۵−
۳) ۱۰−
۴) ۱۲/۵−

۹۵- شکل مقابل، نمودار سرعت ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در مبدأ زمان از مکان $x = -۲\,m$ شروع به حرکت می‌کند. این متحرک در چه لحظه‌ای از مبدأ مکان $(x = ۰)$ عبور می‌کند؟



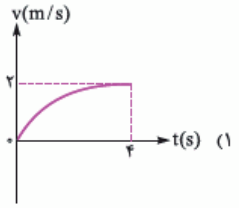
۱) ۶/۳
۲) ۶/۷
۳) ۷/۵
۴) ۸

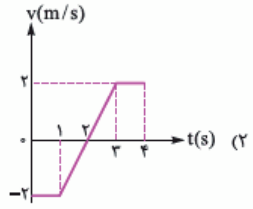
۹۶- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، به شکل مقابل است. سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا $۳t$ کدام است؟

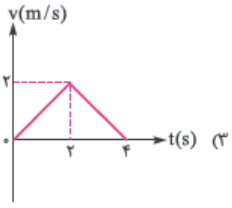


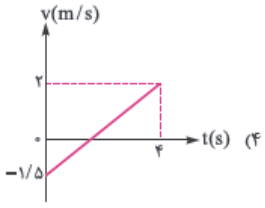
۱) ۰
۲) $\frac{۱}{۴}v$
۳) $\frac{۵}{۱۲}v$
۴) $\frac{۳}{۴}v$

۹۷- نمودار سرعت ـ زمان چهار متحرک به شکل رسم‌شده در گزینه‌های زیر است. تا پایان ثانیه‌ی چهارم، جابه‌جایی کدام متحرک بیشتر است؟

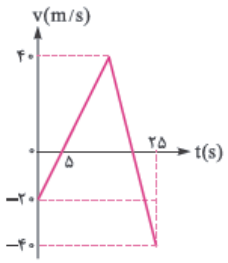
۱)


۲)


۳)


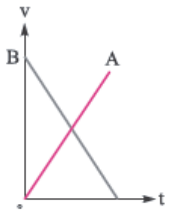
۴)


۹۸- شکل روبه‌رو، نمودار سرعت ـ زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم، در مبدأ زمان از مبدأ مکان گذشته است. بیشترین فاصله‌ای که متحرک در این ۲۵ ثانیه از مبدأ پیدا می‌کند، چند متر است؟ *(آزمایشی سنجش ـ ۹۰)*



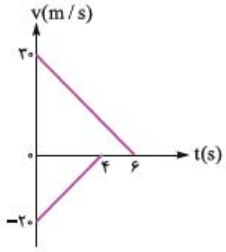
۱) ۲۰۰
۲) ۲۵۰
۳) ۳۰۰
۴) ۳۵۰

۹۹- نمودار سرعت ـ زمان دو اتومبیل A و B که روی محور x حرکت می‌کنند و هر دو در مبدأ زمان از مبدأ مکان عبور کرده‌اند، مطابق شکل است. اگر در لحظه‌ای که سرعت دو اتومبیل برابر می‌شود، اتومبیل A از مکان $x = +۲۰\,m$ عبور کند، اتومبیل B در چه مکانی (برحسب متر) قرار می‌گیرد؟ (شیب نمودارها هم‌اندازه است.)



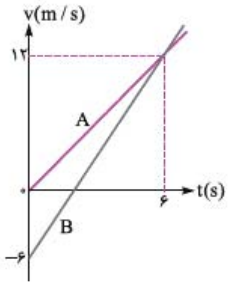
۱) ۲۰−
۲) ۲۰
۳) ۶۰−
۴) ۶۰

۱۰۰- دو قطار در امتداد یک خط راست، به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند. نمودار تغییرات سرعت برحسب زمان دو قطار، مطابق شکل است. اگر در لحظه‌ی $t = 0$ فاصله‌ی دو قطار از هم ۲۰۰ متر باشد، وقتی دو قطار متوقف می‌شوند، چند متر از هم فاصله دارند؟ *(سراسری تجربی ـ ۸۷، خارج از کشور)*



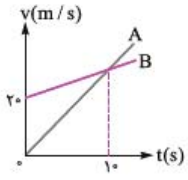
۱) ۲۰
۲) ۷۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۵۰

۱۰۱- نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک مطابق شکل روبه‌روست. اگر در لحظه‌ی $t = 0$، هر دو از یک نقطه عبور کرده باشند، در لحظه‌ای که سرعت آن‌ها برابر است، در چه فاصله‌ای از هم، برحسب متر، قرار گرفته‌اند؟ *(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران ـ ۸۸)*



۱) ۱۸
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۵۴

۱۰۲- نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک A و B که در مبدأ زمان از یک مکان عبور کرده‌اند، مطابق شکل روبه‌روست. بیشترین فاصله‌ی دو متحرک از یکدیگر در ۱۰ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر است؟



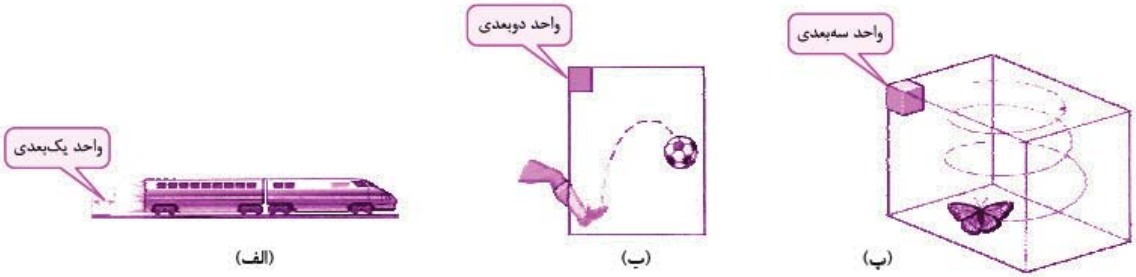
۱) ۲۰
۲) ۱۰۰
۳) ۲۰۰
۴) اطلاعات داده‌شده کافی نیست.

فصل اول: حرکت‌شناسی

۱- **گزینه ۱** درس‌نامه‌های این کتاب رو از اول تا آخرش می‌خونید! *به جان شما، اصلاً جای پونه نداره!! اولیشو تحویل بگیرید!!*

۱) مکان ـ جابه‌جایی

طبقه‌بندی حرکت بر مبنای مسیر حرکت: اگر مسیر حرکت متحرکی به شکل خطی باشد، حرکت آن را «یک‌بُعدی» و اگر بر مسیر خمیده‌ای در یک صفحه حرکت کند، حرکت آن را «دوبعدی» و اگر نتوان مسیر حرکت آن را در یک صفحه‌ی مسطح نشان داد، حرکت آن را «سه‌بعدی» می‌گوییم (شکل ۱). ما فعلاً حرکت‌های یک‌بعدی را بررسی می‌کنیم و پس از تسلط به مفاهیم آن، وارد فضای دوبعدی می‌شویم.

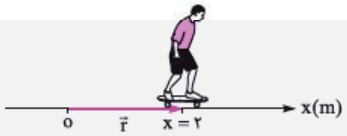


شکل ۱، الف) نمونه‌ای از حرکت یک‌بعدی. ب) نمونه‌ای از حرکت دوبعدی. پ) نمونه‌ای از حرکت سه‌بعدی.

بردار مکان: برای تشخیص مکان یک متحرک، نقطه‌ای را به عنوان مبدأ مختصات (مبدأ مکان) در نظر می‌گیرند و تمام فاصله‌ها را نسبت به این نقطه می‌سنجند. **برداری که مبدأ مختصات را به مکان متحرک وصل می‌کند، «بردار مکان» می‌نامیم** و معمولاً آن را با نماد $\vec{r}$ نشان می‌دهیم.

توجه ۱ مختصه‌ی مبدأ مکان، صفر در نظر گرفته می‌شود؛ مگر این‌که طراح مسئله فرض دیگری را جلوی پای ما بگذارد.

نمونه ۱ در شکل ۲، بردار مکان اسکیت‌سواری که به فاصله‌ی ۲ متری از مبدأ مختصات (نقطه‌ی O) و در قسمت مثبت محور x قرار دارد، رسم شده است. بردار مکان این شخص به‌صورت $\vec{r} = x\vec{i} = 2\vec{i}$ (در SI) نمایش داده می‌شود.



شکل ۲

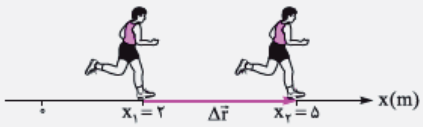
توجه ۲ برای معرفی مکان جسمی که روی محور مکان (در یک بُعد) حرکت می‌کند، لازم نیست حتماً از نمایش بُرداری استفاده کنیم. با مشخص کردن مختصات جسم، مکان جسم معلوم می‌شود.

نمونه ۲ در شکل ۲، می‌توان موقعیت مکانی شخص را با عبارت $x = +2\ m$ بیان کرد؛ از این عبارت برداشت می‌شود که شخص روی محور x و در ناحیه‌ی مثبت آن و به فاصله‌ی ۲ متری مبدأ قرار دارد.

حواس‌ها جمع! بردار مکان یک جسم در یک لحظه، هیچ اطلاعی در مورد جهت حرکت جسم در آن لحظه به ما نمی‌دهد.

جابه‌جایی: برای نمایش تغییر مکان یک متحرک، از بردار «جابه‌جایی» استفاده می‌کنیم. **جابه‌جایی، برداری است که مکان اولیه‌ی متحرک را به مکان ثانویه‌ی آن وصل می‌کند.**

نمونه ۳ شکل ۳ بردار جابه‌جایی شخصی را نشان می‌دهد که از مکان $x_1 = 2\ m$ به مکان $x_2 = 5\ m$ منتقل شده است.



شکل ۳

توجه ۳ مقدار جابه‌جایی یک متحرک را در انتقال از مکان x_1 به مکان x_2، می‌توان به کمک رابطه‌ی ۱ محاسبه کرد.

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad \text{(رابطه‌ی ۱)}$$

نمونه ۴ جابه‌جایی شخص در شکل ۳، برابر است با:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 5 - 2 \rightarrow \Delta x = 3\ m$$

که نمایش برداری آن (در SI) به‌صورت مقابل است:

$$\Delta\vec{r} = \Delta x\vec{i} = 3\vec{i}$$

نکته ۱ اگر $\Delta x > 0$ باشد، متحرک در جهت محور x و اگر $\Delta x < 0$ باشد، متحرک در خلاف جهت محور x جابه‌جا می‌شود.

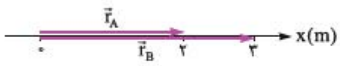
◀ **مسافت:** **طول مسیر طی‌شده توسط متحرک را «مسافت» می‌نامیم.** برخلاف جابه‌جایی، که اندازه‌اش فقط به فاصله‌ی مکان اولیه تا مکان ثانویه بستگی دارد، مسافت به مسیر پیموده‌شده نیز بستگی دارد.

نمونه۵ اگر شناگری درازای استخری به طول ۲۰ m را در امتداد یک خط راست به‌صورت رفت‌وبرگشت طی کند و سر جای اولیه‌ی خود برگردد، مسافت طی‌شده توسط او برابر ۴۰ m و جابه‌جایی‌اش برابر صفر خواهد بود.

نکته۲ در صورتی که متحرک روی یک خط راست حرکت کند و تغییر جهت ندهد، مسافت و جابه‌جایی آن هم‌اندازه‌اند.

نکته۳ جابه‌جایی یک کمیت **برداری** است و در حرکت یک‌بعدی، ممکن است مثبت یا منفی باشد؛ اما مسافت کمیتی **نرده‌ای** و همواره مثبت است.

در شکل روبه‌رو، بردارهای مکان جناب A و جناب B را نشان داده‌ایم! واضح است که در SI، $\vec{r}_A = 2\vec{i}$ و $\vec{r}_B = 3\vec{i}$ است؛ به جهت حرکتشون هم ربطی نداره!



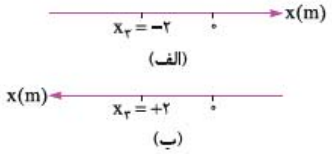
۲- گزینه۱ شکل بالا رو ببینید؛ *نه! چون من بینیدا!*

۳- گزینه۲ چون A در جهت محور x حرکت می‌کند، $\Delta x_A > 0$ و چون B در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند، $\Delta x_B < 0$ است. پس $\Delta\vec{r}_A$ در جهت محور x و $\Delta\vec{r}_B$ در خلاف جهت محور x است.

۴- گزینه۱ وقتی می‌خواهیم جابه‌جایی متحرک را در یک مسیر حساب کنیم، فقط ابتدا و انتهای مسیر متحرک برای ما مهم است و *این‌که متحرک در اواسط مسیر کجا رفته، با کی گشته و ... به ما ربطی نداره!!* بنابراین، بردار جابه‌جایی متحرک در انتقال از مکان x_1 به مکان x_2 و در SI برابر است با:

$$\Delta\vec{r} = (x_2 - x_1)\vec{i} = [-2-(-3)]\vec{i} \rightarrow \Delta\vec{r} = \vec{i}$$

۵- گزینه۳ اولاً که جسم در نهایت، به مکان x_2 منتقل شده است و به فاصله‌ی ۲ متری مبدأ قرار دارد (یا ۳، یا ۴). ثانیاً وقتی می‌گوییم: «$x_2 = -2\,m$ است»، یعنی اگر از مبدأ، ۲ m در خلاف جهت محور x حرکت کنیم، به مکان x_2 می‌رسیم (شکل الف). حالا اگر جهت محور x عکس شود (شکل ب)، به این برداشت می‌رسیم که برای رسیدن به مکان x_2، این‌بار باید ۲ m در جهت محور x حرکت کنیم؛ یعنی در این شرایط، $x_2 = +2\,m$ و به زبان برداری $\vec{r}_2 = 2\vec{i}$ (در SI) است.



۶- گزینه۴ اندازه‌ی جابه‌جایی، برابر فاصله‌ی نقطه‌ی آغاز تا پایان حرکت است:

$$\Delta x = AB$$

اما مسافت (d) برابر طول کل مسیر حرکت است:

$$d = AC + CB \xrightarrow[(CB=AB)]{(AC=2AB)} d = 3AB \rightarrow d = 3\Delta x$$

۷- گزینه۴ شناگر در هر دقیقه مسافت ۱۰ m و در ۱۵ دقیقه مسافت ۱۵۰ m (یعنی ۱۵×۱۰ m) را طی می‌کند؛ این از مسافت! و اما جابه‌جایی: شناگر در مدت ۱۵ دقیقه، ۱۵بار طول استخر را طی می‌کند. از آن‌جا که شناگر در هر رفت‌وبرگشت، به نقطه‌ی شروع حرکتش می‌رسد، بعد از پیمودن ۱۴باره‌ی طول استخر (۷ رفت‌وبرگشت) به مکان اولیه و بار ۱۵اُم به انتهای دیگر استخر می‌رسد و به فاصله‌ی ۱۰ متری از مکان اولیه‌اش می‌رسد. (باز هم تأکید می‌کنم که جابه‌جایی به فاصله‌ی مستقیم مبدأ تا مقصد بستگی دارد و به طول مسیر طی‌شده بی‌اعتناست!)

۸- گزینه۲ به نظر من این تست، ساده‌ترین تست در تاریخ کنکورهای سراسریه!! با آوردن این تست، خواستم یک بحث مقدماتی رو در رابطه با نمودار مکان ـ زمان راه بندازم! همراه ما باشید!

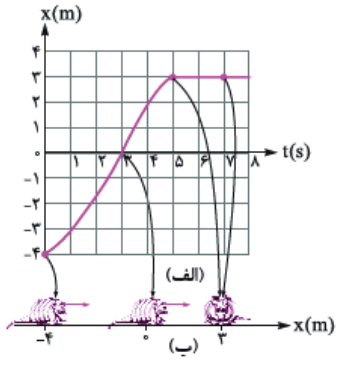
۲) مقدمه‌ای بر نمودار مکان ـ زمان (x - t)

از روی نمودار مکان ـ زمان یک متحرک، می‌توان مکان، جابه‌جایی و مسافت طی‌شده توسط آن را به‌دست آورد.

۱ مکان در هر لحظه: این کم‌ترین انتظار ما از نمودار مکان ـ زمان است!

نمونه۱ شکل ۴ نمودار مکان ـ زمان جانوری را نشان می‌دهد که روی محور x در حال حرکت است. از روی این نمودار، می‌فهمیم که جانور ...

- در مبدأ زمان $(t_0 = 0)$، در مکان $x_0 = -4\,m$ بوده است.
- در لحظه‌ی $t = 3\,s$، از مبدأ مکان $(x = 0)$ عبور کرده است.
- تا لحظه‌ی $t = 3\,s$، در قسمت منفی محور x و از این لحظه به بعد، در قسمت مثبت محور x بوده است.
- تا لحظه‌ی $t = 5\,s$، در جهت محور x حرکت کرده است.
- از لحظه‌ی $t = 5\,s$ به بعد، در مکان $x = 3\,m$ جاخوش‌کرده است!



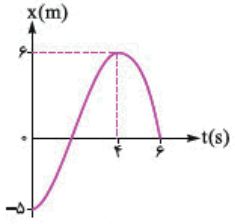
شکل ۴. الف) نمودار مکان ـ زمان یک جانور.
ب) نمایش مسیر حرکت جانور.

خیلی از دانش‌آموزان، مسیر حرکت یک متحرک را با شکل نمودار مکان ـ زمان آن یکی می‌گیرند؛ اشتباه است! همان‌طور که در نمونه‌ی بالا می‌بینید، ممکن است نمودار مکان ـ زمان یک متحرک به شکل منحنی، اما مسیر حرکت آن یک خط راست باشد؛ خواهشاً بین این دو، فرق بگذارید!

۲ جابه‌جایی: واضح است که با در دست داشتن مکان متحرک در دو لحظه، می‌توان جابه‌جایی متحرک را در بین آن دو لحظه حساب کرد ($\Delta x = x_2 - x_1$).

۳ مسافت: اگر مجموع جابه‌جایی‌های متحرک در جهت مثبت را با اندازه‌ی مجموع جابه‌جایی‌های آن در جهت منفی جمع کنید، مسافت طی‌شده توسط متحرک به‌دست می‌آید.

نمونه۲ شکل ۵ نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که از مبدأ زمان تا لحظه‌ی $t_1 = 4\,s$ در جهت محور x و از این لحظه تا لحظه‌ی $t_2 = 6\,s$ در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. جابه‌جایی متحرک را در بازه‌ی زمانی $t_0 = 0$ تا t_1 یا Δx_1 و در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_2 یا Δx_2 نشان می‌دهیم؛ داریم:



شکل ۵

$$\begin{cases} t_0 = 0 \rightarrow x_0 = -5\,m \\ t_1 = 4\,s \rightarrow x_1 = 6\,m \\ t_2 = 6\,s \rightarrow x_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_1 = x_1 - x_0 = 6 - (-5) = 11\,m \\ \Delta x_2 = x_2 - x_1 = 0 - 6 = -6\,m \end{cases}$$

جابه‌جایی متحرک (Δx) در بازه‌ی زمانی t_0 تا t_2 برابر است با: $\Delta x = x_2 - x_0 = 0 - (-5) \rightarrow \Delta x = 5\,m$

البته برای محاسبه‌ی Δx، می‌توانیم جابه‌جایی‌های مسیر را با هم جمع جبری کنیم: $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 11 - 6 \rightarrow \Delta x = 5\,m$

برای محاسبه‌ی مسافت (d)، باید اندازه‌ی جابه‌جایی‌ها را با هم جمع کنیم: $d = \Delta x_1 + |\Delta x_2| = 11 + 6 \rightarrow d = 17\,m$

نکته در نمونه‌ی ۲، تا لحظه‌ی $t = 4\,s$ متحرک در جهت محور x و از لحظه‌ی $t = 4\,s$ تا $t = 6\,s$ متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. بنابراین، متحرک در لحظه‌ی $t = 4\,s$ تغییر جهت می‌دهد. نقاط ماکزیمم و مینیمم نسبی روی نمودار را نقاط اکسترمم نسبی می‌نامیم. متحرک در این نقاط (در نمودار مکان ـ زمان) تغییر جهت می‌دهد.

۹- **گزینه۱** حرکت مورچه را می‌توان به چهار مرحله تقسیم کرد:

الف در بازه‌ی زمانی $t = 0$ تا $t = 8\,s$، از مبدأ مکان ($x = 0$) به مکان $x = 40\,cm$ می‌رود؛ یعنی $+40\,cm$ جابه‌جا می‌شود:

(الف)

$\Delta x = x - x_0 = 40 - 0 = 40\,cm$

ب در بازه‌ی زمانی $t = 8\,s$ تا $t = 12\,s$، در مکان $x = 40\,cm$ قرار دارد و ساکن است.

(ب)

پ در بازه‌ی زمانی $t = 12\,s$ تا $t = 14\,s$، از مکان $x_1 = 40\,cm$ به مکان $x_2 = 20\,cm$ منتقل می‌شود؛ یعنی $-20\,cm$ جابه‌جا می‌شود:

(پ)

$\Delta x = x_2 - x_1 = 20 - 40 = -20\,cm$

ت در بازه‌ی زمانی $t = 14\,s$ تا $t = 18\,s$، در مکان $x = 20\,cm$ قرار می‌گیرد.

با توجه به این صحبت‌ها، مورچه فقط در ۸ ثانیه‌ی اول، در جهت محور x حرکت می‌کند.

(ت)

۱۰- **گزینه۱** به مدت $2\,s$ و در بازه‌ی زمانی $[12\,s, 14\,s]$.

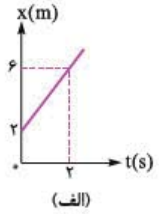
۱۱- **گزینه۲** به مدت $8\,s$ و در بازه‌های زمانی $[8\,s, 12\,s]$ و $[14\,s, 18\,s]$.

۱۲- **گزینه۴** در تمام مدت $18\,s$، مورچه در مکان‌های $x > 0$ است.

۱۳- **گزینه۴** یکی از مهارت‌های اولیه‌ای که باید در تجزیه و تحلیل نمودارهای خطی به آن برسید، تعیین سریع مختصات یک نقطه از نمودار با استفاده از شیب آن است.

۳) تعیین مختصات نقاط روی نمودارهای خطی با استفاده از مفهوم شیب

نمونه فرض کنید نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل الف است و می‌خواهیم مکان متحرک را در لحظه‌ی $t=5\,s$ تعیین کنیم. سه راه اصلی در پیش داریم؛ انتخاب می‌کنید!



(الف)

۱ استفاده از معادله‌ی خط: شیب خط رو حساب می‌کنیم:

$$m=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۶-۲}{۲-۰}=۲$$

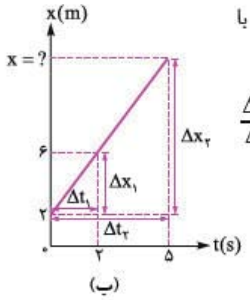
با توجه به عرض از مبدأ نمودار $(x_۰=۲\,m)$، معادله‌ی خط رو می‌نویسیم:

$$x=mt+x_۰=۲t+۲$$

حالا لحظه‌ی $t=5\,s$ رو در معادله قرار می‌دیم:

$$x=۲\times۵+۲=۱۲\,m$$

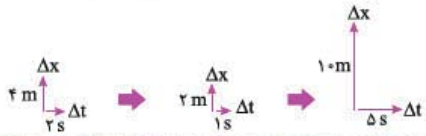
۲ استفاده از تشابه مثلثاتی: نسبت تشابه بین مثلث‌هایی که ارتفاع و قاعده‌ی آن‌ها در شکل ب، با نمادهای Δx و Δt نشان داده شده، x را در لحظه‌ی $t=5\,s$ مشخص می‌کند:



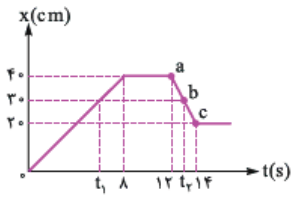
(ب)

$$\frac{\Delta x_۱}{\Delta t_۱}=\frac{\Delta x_۲}{\Delta t_۲}\rightarrow\frac{۶-۲}{۲-۰}=\frac{x-۲}{۵-۰}\rightarrow\frac{x-۲}{۵}=۲\rightarrow x-۲=۱۰\rightarrow x=۱۲\,m$$

۳ استفاده از مفهوم شیب: شیب خط، ثابت است. پس نسبت تغییرات کمیت واقع بر محور قائم به تغییرات کمیت واقع بر محور افقی، مقداری است ثابت. شکل ب نشان می‌دهد که متحرک در مدت ۲ ثانیه، ۴ m جابه‌جا شده است؛ یعنی هر ثانیه ۲ m جابه‌جا می‌شود و در مدت ۵ ثانیه، ۱۰ m جابه‌جا می‌شود و از مکان $x_۰=۲\,m$ به مکان $x=۱۲\,m$ می‌رسد. این مطالب رو می‌تونیم به‌صورت رمزی و به شکل مقابل نشون بدیم:



با توجه به شکل مقابل، فاصله‌ی متحرک از مبدأ در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$، ۳۰ cm شده. متحرک در مرحله‌ی اول ۴۰ cm رو در ۸ s طی می‌کنه؛ پس ۳۰ cm رو در ۶ s می‌ره.



$$\begin{array}{cc}\text{جابه‌جایی (cm)} & \text{زمان (s)}\\ ۴۰ & ۸\\ ۳۰ & t_۱\end{array}\rightarrow t_۱=\frac{۸\times۳۰}{۴۰}=۶\,s$$

محاسبه‌ی $t_۲$ نیاز به این کارا نداره! نقطه‌ی b وسط پاره‌خط ac قرار داره (چون $x_b=\frac{x_a+x_c}{۲}$ است).

پس $t_۲$ هم وسط $t_a=۱۲\,s$ و $t_c=۱۴\,s$ قرار گرفته:

$$t_۲=\frac{t_a+t_c}{۲}=\frac{۱۲+۱۴}{۲}=۱۳\,s$$

۱۴- گزینه۲ مورچه در لحظه‌ی $t=۴\,s$ (که وسط لحظه‌های $t=۰$ و $t=۸\,s$ است) در مکان $x=۲۰\,cm$ (که وسط مکان‌های $x=۰$ و $x=۴۰\,cm$ است) قرار می‌گیرد. پس:

$$\Delta x=x_{(t=۸\,s)}-x_{(t=۴\,s)}=۴۰-۲۰\rightarrow\Delta x=۲۰\,cm$$

۱۵- گزینه۳ دوچرخه‌سوار در بازه‌ی زمانی $t=۰$ تا $t=۴\,s$ به اندازه‌ی ۴۰ m و در بازه‌ی زمانی $t=۶\,s$ تا $t=۸\,s$ به اندازه‌ی ۲۰ m در جهت محور x حرکت می‌کند که مجموع این دو جابه‌جایی می‌شود ۶۰ m در جهت محور x.

۱۶- گزینه۳ با توجه به نمونه‌ی ۲ درس‌نامه‌ی ۲، جابه‌جایی را در بازه‌ی زمانی $t=۰$ تا $t=۸\,s$ با $\Delta x_۱$ و در بازه‌ی زمانی $t=۸\,s$ تا $t=۱۴\,s$ با $\Delta x_۲$ نشان می‌دهیم و می‌نویسیم:

$$\Delta x_۱=x_{(t=۸\,s)}-x_۰=۶۰-۰=۶۰\,m$$

$$\Delta x_۲=x_{(t=۱۴\,s)}-x_{(t=۸\,s)}=۰-۶۰=-۶۰\,m\rightarrow d=\Delta x_۱+|\Delta x_۲|=۶۰+۶۰\rightarrow d=۱۲۰\,m$$

۱۷- گزینه۳ هر دو متحرک روی محور x از مکان ۰ تا $x_۱$ جابه‌جا شده‌اند؛ تغییر جهت نداده‌اند؛ پس جابه‌جایی و مسافت طی‌شده توسط دو متحرک برابر است:

$$\Delta x_A=\Delta x_B\quad,\quad d_A=d_B$$

۱۸- گزینه۱ جابه‌جایی در بازه‌ی زمانی $t=۰$ تا $t=۱\,s$:

$$\Delta x_۱=x_{(t=۱\,s)}-x_۰=۰-۴=-۴\,m$$

جابه‌جایی در بازه‌ی زمانی $t=۱\,s$ تا $t=۲\,s$:

$$\Delta x_۲=x_{(t=۲\,s)}-x_{(t=۱\,s)}=۴-۰=۴\,m$$

جابه‌جایی در بازه‌ی زمانی $t=۲\,s$ تا $t=۳\,s$:

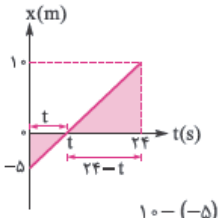
$$\Delta x_۳=x_{(t=۳\,s)}-x_{(t=۲\,s)}=۰-۴=-۴\,m$$

کل جابه‌جایی: $\Delta x = x_{(t=3s)} - x_0 = 0 - 4 = -4\,m$ یا $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = -4 + 4 - 4 = -4\,m$

و مسافت کل: $d = |\Delta x_1| + \Delta x_2 + |\Delta x_3| = 4 + 4 + 4 = 12\,m$

و نسبت این دو: $\frac{\Delta x}{d} = \frac{-4}{12} \rightarrow \frac{\Delta x}{d} = -\frac{1}{3}$

۱۹- گزینه ۲ **(استفاده از تشابه مثلثاتی):** با توجه به شکل مقابل، متحرک در لحظه‌ی t، از مبدأ مکان عبور می‌کند. برای محاسبه‌ی t می‌توانیم بین مثلث‌های مشخص‌شده در شکل، نسبت تشابه بنویسیم:



$$\frac{10}{5} = \frac{24-t}{t} \rightarrow 2 = \frac{24-t}{t} \rightarrow 2t = 24 - t \rightarrow 3t = 24 \rightarrow t = 8\,s$$

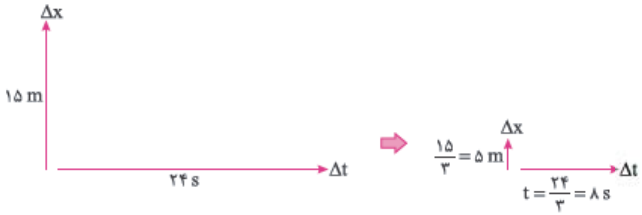
(استفاده از معادله‌ی خط): متحرک در مدت $24\,s$، $15\,m = 10 - (-5)$ جابه‌جا شده؛ پس:

(شیب خط) $m = \frac{10-(-5)}{24-0} = \frac{15}{24} = \frac{5}{8}$

عرض از مبدأ نمودار، برابر $x_0 = -5\,m$ است و: $x = mt + x_0 = \frac{5}{8}t - 5$

حالا باید ببینیم در چه لحظه‌ای $x = 0$ می‌شود: $0 = \frac{5}{8}t - 5 \rightarrow \frac{5}{8}t = 5 \rightarrow t = 8\,s$

نیزباش بهترین کار اینه که ذهنی حساب کنی! متحرک در مدت $24\,s$، $15\,m$ جابه‌جا می‌شه و در مدت t ثانیه، $5\,m$ (از مکان $x_0 = -5\,m$ می‌رسه به مکان $x = 0$). با توجه به شیب ثابت نمودار، نسبت $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ ثابت می‌ماند؛ پس t برابر $8\,s$ است. من از نوشتن رمزیِ این تناسب، خیلی خوشم می‌یاد! ببین!



۲۰- گزینه ۴ متحرک همیشه در جهت محور x حرکت می‌کند ($\Delta x > 0$) و هیچ‌وقت تغییر جهت نمی‌دهد.

۲۱- گزینه ۲ در لحظه‌های t_1 و t_3 (نقاط اکسترمم نسبی نمودار)، سوی حرکت تغییر می‌کند.

۲۲- گزینه ۳ در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 و t_3 تا t_4 که نمودار به محور زمان نزدیک می‌شود، متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

۲۳- گزینه ۴ لطفاً به یک درس‌نامه‌ی دیگر توجه بفرمایید.

۴) معادله‌ی حرکت

◀ معادله‌ی ریاضی‌ای که مکان متحرک را به‌صورت تابعی از زمان بیان می‌کند و توسط آن می‌توان مکان متحرک را در هر لحظه تعیین کرد، «معادله‌ی مکان ـ زمان» یا «معادله‌ی حرکت» نام دارد. نمایش معادله‌ی حرکت جسمی که روی محور x حرکت می‌کند، به‌صورت $x = f(t)$، نشان می‌دهد که مکان متحرک تابع زمان حرکت است.

نمونه ۱ فرض کنید معادله‌ی حرکت جسمی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x = t^2 - 2t + 1$ است. از این معادله می‌فهمیم که متحرک...

- در مبدأ زمان ($t_0 = 0$) در مکان $x_0 = 1\,m$ بوده است. $t_0 = 0 \rightarrow x_0 = 0^2 - 2\times 0 + 1 = 1\,m$
- در لحظه‌ی $t_1 = 1\,s$ از مبدأ مکان ($x = 0$) عبور کرده است. $t_1 = 1\,s \rightarrow x_1 = 1^2 - 2\times 1 + 1 = 0$
- در لحظه‌ی $t_2 = 2\,s$ به مکان اولیه‌اش برگشته است. $t_2 = 2\,s \rightarrow x_2 = 2^2 - 2\times 2 + 1 = 1\,m \rightarrow x_2 = x_0$

نکته ۱ به مکان متحرک در مبدأ زمان، می‌گوییم «مکان اولیه». برای محاسبه‌ی مکان اولیه، باید x را در لحظه‌ی $t = 0$ به‌دست آوریم.

توجه **منظور از مبدأ زمان، لحظه‌ی شروع مطالعه‌ی حرکت است**؛ دقت! دقت! گفتم لحظه‌ی شروع مطالعه‌ی حرکت؛ نه لحظه‌ی شروع حرکت! این عبارت‌ها به یک معنا نیستند. (مثلاً ممکن است حرکتی را از اواسط آن، مورد بررسی قرار دهیم؛ در این صورت، مبدأ زمان نسبت به لحظه‌ی شروع حرکت، تأخیر دارد!)

نکته ۲ در حرکت بر محور x، متحرک به تعداد دفعاتی که $x = 0$ می‌شود، از مبدأ مکان عبور می‌کند.

نکته۳ برای محاسبه‌ی جابه‌جایی بین دو لحظه‌ی t_1 و t_2، مکان متحرک در این دو لحظه رو به‌دست می‌یاریم و از هم کم می‌کنیم $(\Delta x = x_2 - x_1)$.

نمونه۲ در نمونه‌ی ۱، جابه‌جایی متحرک بین دو لحظه‌ی $t_1 = 1\,s$ و $t_2 = 2\,s$ می‌شود: $\Delta x = x_2 - x_1 = 1 - 0 \rightarrow \Delta x = 1\,m$

یکایک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱) معادله‌ی حرکت، رابطه‌ی مکان و زمان حرکت را بیان می‌کند؛ نه رابطه‌ی سرعت و زمان حرکت را!!

۲) قیافش که نشون می‌ده یک معادله‌ی حرکته! اما حرکتی با این معادله تا به حال دیده نشده! چرا که به ازای هر t، دوتا x به‌دست می‌آید (یکی مثبت، یکی منفی). یعنی متحرک در هر لحظه، می‌تواند در دو جا حضور داشته باشد! می‌شه؟!

۳) *رل‌بندم!* مکان ـ زمان؛ نه سرعت ـ مکان!

۴) این معادله، مکان را به‌صورت تابعی از زمان نشان می‌دهد؛ *پس فورِ فورشه!*

گزینه۴ ۲۴- سه گزینه‌ی اول، معادله‌های حرکت اجسامی را نشان می‌دهند که بر روی محور x حرکت می‌کنند. دقت کنید که معادله‌ی حرکت جسمی که روی یک خط راست حرکت می‌کند، می‌تواند معادله‌ی ریاضی ساده‌ای داشته باشد (مثل $x = 2t$)؛ می‌تواند معادله‌ی ریاضی پیچیده‌ای داشته باشد (مثل $x = \log t^2$!)؛ در هر دو صورت، متحرک از صراط مستقیم (در این مثال‌ها، محورx) خارج نمی‌شود!!

گزینه۴ ۲۵- مکان متحرک در لحظه‌ی $t = 1\,s$ برابر است با: $x = t^2 - 2t - 3 = 1^2 - 2\times1 - 3 = -4\,m$

پس متحرک در لحظه‌ی $t = 1\,s$ در فاصله‌ی ۴ متری مبدأ قرار می‌گیرد (دقت کنید که همواره فاصله با عددی مثبت بیان می‌شود). $|x| = 4\,m$

گزینه۲ ۲۶- با جای‌گذاری لحظه‌ی $t_0 = 0$ در معادله‌ی حرکت، مکان اولیه‌اش معلوم می‌شود: $x_0 = 0^2 - 2\times0 - 3 = -3\,m$

صورت تست در واقع، فاصله‌ی مکان‌های x تا x_0 را از ما می‌خواهد: $|\Delta x| = |x - x_0| = |-4 - (-3)| \rightarrow |\Delta x| = 1\,m$

گزینه۲ ۲۷- می‌خواهیم ببینیم چند ثانیه پس از لحظه‌ی $t = 0$، مجدداً $x = x_0 = -3\,m$ می‌شود. کافی است ریشه‌های معادله‌ی $x = -3\,m$ را به‌دست آوریم:

$x = t^2 - 2t - 3 = -3 \rightarrow t^2 - 2t = 0 \rightarrow t = 0$ ✗ ، $t = 2\,s$ ✓

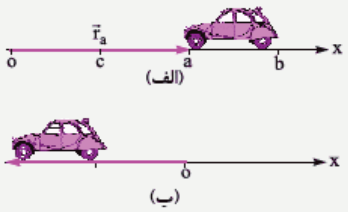
گزینه۱ ۲۸- از حل معادله‌ی $x = 0$، لحظه‌های عبور متحرک از مبدأ به‌دست می‌آید.

$t^2 - 2t - 3 = 0 \rightarrow (t-3)(t+1) = 0 \rightarrow t = -1\,s$ ✗ ، $t = 3\,s$ ✓

توجه داشته باشید که ما حرکت را از لحظه‌ی $t = 0$ به بعد بررسی می‌کنیم و به زمان‌های قبل از آن، حتی اگر حرکتی وجود داشته باشد، کاری نداریم (یعنی $t \in R^+$). بنابراین، متحرک فقط یک‌بار (در لحظه‌ی $t = 3\,s$) از مبدأ مکان عبور می‌کند. *(اونایی که ۳ رو زیرپا طراح تست‌که لحظه‌ی عبور از مبدا رو نخواسته! این‌جور اشتباه‌ها خیلی سوختن داره! هواستونو بیشتر جمع کنید!)*

گزینه۱ ۲۹- یک متن آموزشی و ادامه‌ی ماجرا!!

۵) شرط تغییر جهت بردار مکان



شکل ۶

فرض کنید همانند شکل ۶ـ الف، اتومبیلی در مکان $x = a$ قرار دارد. بردار مکان سپر جلوی اتومبیل $(\vec{r}_a)$ در جهت محور x است. اگر اتومبیل در مکان‌های مثبت b یا c قرار بگیرد، باز هم بردار مکان در جهت محور x خواهد بود و تغییر جهت نمی‌دهد. پس چه موقعی بردار مکان اتومبیل تغییر جهت می‌دهد؟ زمانی که مطابق شکل ۶ـ ب، از مبدأ مختصات عبور کند. در این صورت، بردار مکان اتومبیل در خلاف جهت محور x خواهد بود.

نتیجه شرط تغییر جهت بردار مکان یک متحرک، آن است که متحرک از مبدأ مختصات عبور کند.

نمونه فرض کنید معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به‌صورت $x = t^2 - 4t + 3$ است. این معادله را می‌توان به‌صورت $x = (t-1)(t-3)$ نوشت و ریشه‌های آن را حساب و مطابق جدول مقابل تعیین علامت کرد.

t (s)	۰	۱	۳	∞
x	+	‖ − ‖	−	+

جدول نشان می‌دهد که متحرک دوبار (در لحظه‌های $t = 1\,s$ و $t = 3\,s$) از مبدأ مکان عبور کرده؛ پس بردار مکان متحرک دوبار تغییر جهت داده است.

معادله‌ی حرکت ذره‌ی مطرح‌شده در صورت تست ۲۹، برابر است با: $x = t^2 - 2t + 1 = (t-1)^2$

این ذره هرگز در مکان‌های منفی قرار نمی‌گیرد $(x \geq 0)$. پس، بردار مکان آن مادام‌العمر در جهت محور x است و هیچ‌گاه تغییر جهت نمی‌دهد.

گزینه۴ ۳۰- **در لحظه‌ی به‌هم‌رسیدن، دو متحرک در یک مکان قرار می‌گیرند؛** یعنی xشان برابر می‌شود؛ پس باید ریشه‌های قابل پذیرش معادله‌ی $x_1 = x_2$ را به‌دست آوریم.

$x_1 = x_2 \rightarrow t^2 + 6t + 10 = -t^2 + 2t \rightarrow 2t^2 + 4t + 10 = 0$

Δی معادله‌ی بالا منفی است $(\Delta = 4^2 - 4\times2\times10 = -64)$. پس هیچ لحظه‌ای پیدا نمی‌شود که به ازای آن، دو متحرک در کنار یکدیگر دیده شوند.