

فصل ۱: حرکت در راستای خط راست

حرکت با شتاب ثابت مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

- ۱) متحرکی با شتاب ثابت از حال سکون به حرکت درمی آید و مسافتی را در مسیر مستقیم طی می کند. اگر در انتهای مسیر سرعت آن به $12 \frac{m}{s}$ برسد، سرعت آن در وسط مسیر چند متر بر ثانیه بوده است؟
متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۴) $6\sqrt{2}$

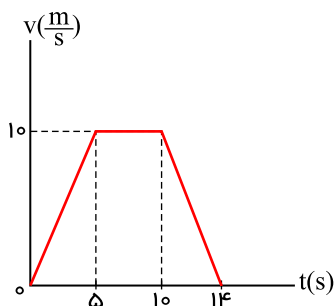
۳) ۶

۲) $3\sqrt{2}$

۱) ۳

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

- ۲) متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل زیر است. شتاب متوسط این متحرک در بازه ی زمانی $t = 2s$ تا $t = 12s$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۲



۱) $\frac{1}{10}$

۲) $\frac{5}{10}$

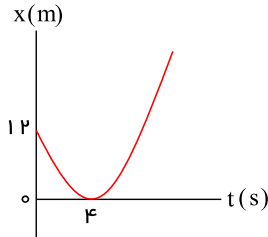
۳) $\frac{7}{10}$

۴) ۰

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۳) مطابق شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت سهمی است. سرعت متحرک در لحظه $t = 8s$ چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۸



۱) ۳

۲) ۴

۳) ۶

۴) ۱۲

مقایسه چند حرکت و شتاب نسبی

۴) قطار A به طول ۲۰۰ متر با سرعت ثابت $40 \frac{m}{s}$ در حال حرکت است. قطار B به طول ۲۲۵ متر که روی ریل مجاور توقف کرده است، به محض اینکه قطار A کاملاً از آن عبور کرد، با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ در همان جهت حرکت قطار A شروع به حرکت می کند و سرعت خود را به $50 \frac{m}{s}$ می رساند و با همان سرعت حرکت خود را ادامه می دهد. قطار B چند ثانیه پس از شروع حرکت، از قطار A سبقت گرفته و از کنار آن کاملاً عبور می کند؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۲

۴) ۱۰۵

۳) ۸۰

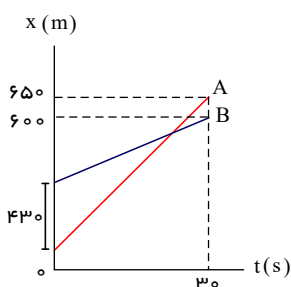
۲) ۸۲٫۵

۱) ۵۷٫۵

حرکت با سرعت ثابت نمودارها

۵) نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B به صورت شکل زیر است. سرعت متحرک A چند متر بر ثانیه بیشتر از سرعت متحرک B است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۴



۱) ۱۲

۲) ۱۲٫۶

۳) ۱۶

۴) ۱۶٫۳

شناخت حرکت تندى و سرعت متوسط

۶) متحرکی روی محور x حرکت می کند و در مبدأ زمان از مکان $x_0 = -40m$ می گذرد و در لحظه $t_1 = 6s$ به مکان $x_1 = 100m$ می رسد و در نهایت در لحظه $t_2 = 10s$ از مکان $x_2 = 20m$ می گذرد. اندازه سرعت متوسط این متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه، کدام است؟

آسان - سراسری - ۱۳۹۸

۲ (۴)

۶ (۳)

۱۴ (۲)

۲۲ (۱)

حرکت با شتاب ثابت توقف - مقایسه جابه جایی و مسافت

۷) اتومبیلی روی یک خط راست با سرعت $108 \frac{km}{h}$ در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی در فاصله $165m$ ، با شتاب ثابت $3 \frac{m}{s^2}$ ترمز می کند و درست جلوی مانع می ایستد. اگر زمان واکنش راننده t_1 و زمانی که حرکت اتومبیل کندشونده بوده t_2 باشد، $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۶

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

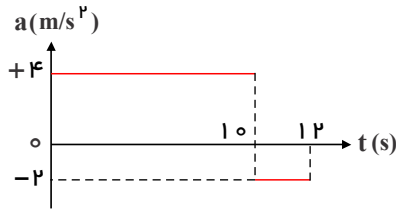
۱۰ (۲)

۵ (۱)

سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

- ۸) نمودار شتاب - زمان متحرکی که سرعتش در مبداء زمان $5 \frac{m}{s}$ است، به صورت شکل زیر می باشد، سرعت متوسط متحرک در این ۱۲ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۴

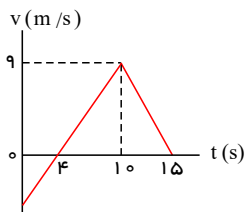


- ۱) ۱۳٫۵
۲) ۱۴
۳) ۲۷
۴) ۲۸

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

- ۹) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. شتاب متوسط متحرک در بازه ی زمانی $t = 0$ تا $t = 15s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۳

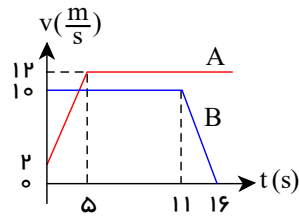


- ۲) ۰٫۶
۴) ۱

- ۱) ۰٫۴
۳) ۰٫۸

حرکت با شتاب ثابت نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۰) نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می کنند، مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظه $t = 0$ هر دو در مکان $x = 0$ قرار داشته باشند، چند ثانیه پس از آن، دو متحرک به هم می رسند؟



۱) ۷٫۵

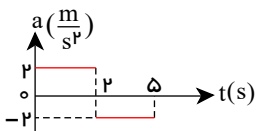
۲) ۸

۳) ۱۲٫۵

۴) ۱۲

حرکت شامل چند بخش

۱۱) نمودار شتاب - زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل است. اگر سرعت متوسط متحرک در این مدت 6.4 m/s باشد، سرعت اولیه آن چند متر بر ثانیه است؟



۲) ۵

۴) ۸

۱) ۴

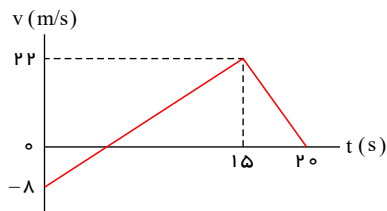
۳) ۶

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۱۲) نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل زیر است، مسافت پیموده شده توسط این متحرک در بازهٔ

متوسط - سراسری - ۱۳۹۸

زمانی $0s$ تا $20s$ ، چند متر است؟



۱۶۰ ①

۱۷۶ ②

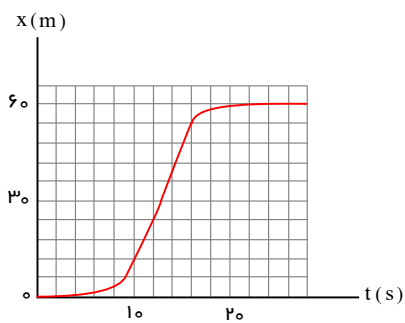
۱۸۰ ③

۱۹۲ ④

نمودار $x-t$ محاسبهٔ سرعت و تندی در نمودار مکان-زمان

۱۳) شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است، بیشینهٔ سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۵



۳ ①

۵ ②

۷ ③

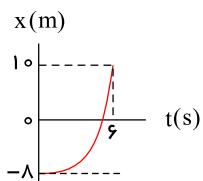
۹ ④

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۱۴) نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می کند مطابق شکل است. سرعت متحرک در لحظه ای که متحرک از مبدأ

متوسط - سراسری - ۱۳۸۴

مکان عبور کرده است، چند $\frac{m}{s}$ است؟



۲ (۲)

۸ (۴)

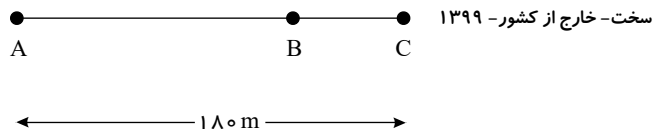
۰ (۱)

۴ (۳)

حرکت با سرعت ثابت مقایسه چند حرکت و سرعت نسبی

۱۵) دو متحرک همزمان از نقطه های A و C با سرعت های ثابت به سمت یکدیگر حرکت می کنند و در نقطه B از کنار هم می گذرند و در ادامه، $۱۶s$

طول می کشد تا متحرک اول از B به C برسد و $۲۵s$ طول می کشد تا دومی از B به A برسد. بزرگی سرعت متحرک اول چند متر بر ثانیه است؟



۳ (۱)

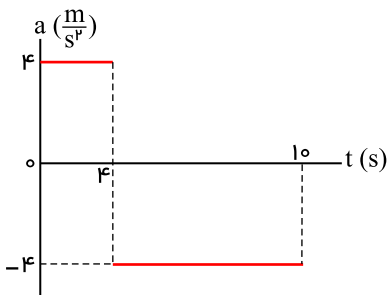
۵ (۲)

۶ (۳)

۸ (۴)

حرکت با شتاب ثابت | نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

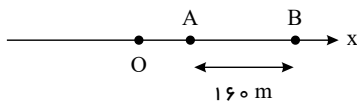
۱۶) نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند به صورت شکل زیر است. اگر جابه جایی متحرک در این ۱۰ ثانیه ۱۵۶ متر باشد، سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۶



- ① ۲۰
② ۱۵
③ ۱۰
④ ۵

ترکیب معادلات - بازه های مختلف

۱۷) مطابق شکل زیر، متحرکی با شتاب ثابت 2 m/s^2 روی محور x حرکت می کند. اگر فاصله بین دو نقطه A و B را در مدت ۸ ثانیه طی کند و در نقطه O سرعتش صفر باشد، فاصله OA چند متر است؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۸



- ② ۳۶
④ ۷۲

- ① ۱۸
③ ۴۵

t ثانیه nام و آخر - بازه های زمانی برابر

۱۸) متحرکی با شتاب ثابت و سرعت اولیه v_0 در ۲ ثانیه اول حرکت خود، ۱۳ متر و در ۲ ثانیه سوم حرکت خود، ۲۵ متر را طی می کند. شتاب حرکت در SI کدام است؟

۵ (۴)

۳ (۳)

۲٫۵ (۲)

۱٫۵ (۱)

شناخت حرکت شتاب متوسط و لحظه ای

۱۹) متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می کند و معادله سرعت - زمان آن در SI به صورت $v = 2t^2 - 4t - 2$ است. شتاب متوسط آن در ۲ ثانیه دوم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۸ (۴)

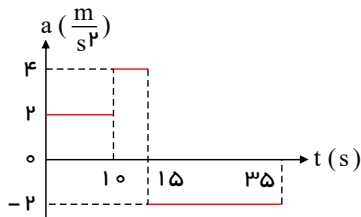
۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

حرکت با شتاب ثابت

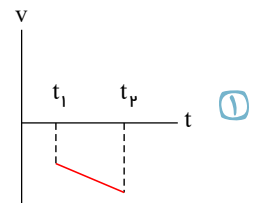
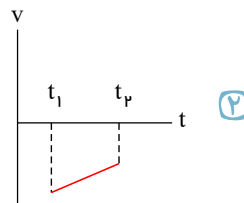
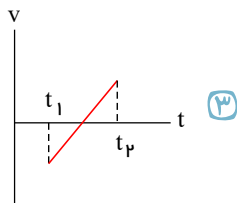
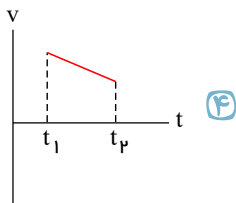
۲۰) نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x در لحظه $t = 0$ از مبدأ می‌گذرد، مطابق شکل زیر است. اگر $v_0 = -10 \text{ m/s}$ باشد، بیشترین فاصله متحرک از مبدأ در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 35 \text{ s}$ ، چند متر است؟



- ۱) ۲۱۰
۲) ۲۲۵
۳) ۳۲۵
۴) ۳۵۰

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۲۱) کدام نمودار مربوط به متحرکی است که در بازه‌ی زمانی نشان داده شده، حرکت آن پیوسته تندشونده است؟ آسان - سراسری - ۱۳۹۰



حرکت با سرعت ثابت

۲۲) دو قطار با طول‌های ۱۲۰ متر و ۱۴۰ متر با سرعت‌های ثابت $5 \frac{m}{s}$ و $15 \frac{m}{s}$ در دو ریل موازی به طرف هم حرکت می‌کنند و از کنار یکدیگر می‌گذرند، مدت عبور دو قطار از کنار هم چند ثانیه است؟ متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۲۶ ۴

۱۴ ۳

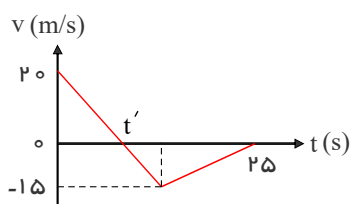
۱۳ ۲

۷ ۱

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $v-t$

۲۳) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی که حرکت متحرک خلاف جهت محور x است، چند متر بر ثانیه است؟

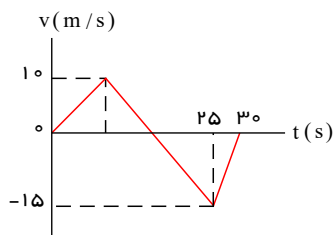
آسان - سراسری - ۱۳۹۴



- ① صفر
- ② ۲٫۵
- ③ ۷٫۵
- ④ ۱۰

۲۴) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدتی که در سوی مخالف محور x جابه جا می شود، چند متر بر ثانیه است؟

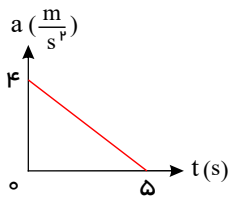
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۰



- ① ۲٫۵
- ② ۷٫۵
- ③ ۱۰٫۵
- ④ ۱۲٫۵

سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

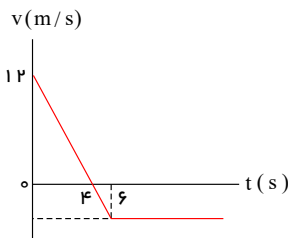
۲۵) متحرکی با سرعت اولیه $6 \frac{m}{s}$ در مسیر مستقیم به حرکت درمی آید و نمودار شتاب - زمان آن به صورت مقابل است. حرکت این متحرک در فاصله t زمانی نشان داده شده چگونه است؟



- ۱ پیوسته کندشونده
- ۲ پیوسته تندشونده
- ۳ تندشونده و سپس کندشونده
- ۴ کندشونده و سپس تندشونده

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۲۶) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل است. بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی $3s \leq t \leq 6s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟



- ۱
- ۲
- ۳
- ۴
- ۵

حرکت با شتاب ثابت مقایسه چند حرکت و شتاب نسبی

۲۷) دو متحرک روی خط مستقیمی به طرف یکدیگر در حرکت هستند. در زمانی که فاصله 1125 متر است. سرعت متحرک اول $10 \frac{m}{s}$ تندشونده و سرعت متحرک دوم $20 \frac{m}{s}$ و آن هم تندشونده است. اگر شتاب متحرک اول $2 \frac{m}{s^2}$ و شتاب متحرک دوم $4 \frac{m}{s^2}$ باشد، پس از چند ثانیه به یکدیگر می رسند؟

سخت - سراسری - ۱۳۸۲

۳۷٫۵ ۴

۲۵ ۳

۱۹٫۴ ۲

۱۵ ۱

حرکت با سرعت ثابت حرکت شامل چند بخش

۲۸ متحرکی در یک مسیر مستقیم، نصف مسیر را با سرعت $12 \frac{m}{s}$ و بقیه آن را در همان جهت با سرعت $8 \frac{m}{s}$ می پیماید. سرعت متوسط این متحرک در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

۹ ۴

۱۰ ۳

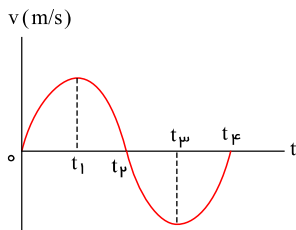
۹٫۶ ۲

۱۰٫۲ ۱

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۲۹ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. در چه فاصله زمانی، بردار شتاب متحرک در جهت مثبت محور x است؟

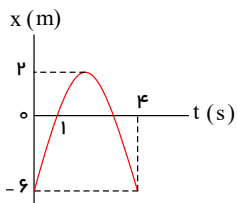
آسان - سراسری - ۱۳۸۶

۱ تا t_1 ۰۲ تا t_2 ۰۳ تا t_3 ۰۴ تا t_4 ۰

نمودار $x-t$ استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۳۰ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می کند مطابق شکل است، سرعت متوسط در فاصله زمانی $t = 1s$ تا $t = 4s$ چند متر بر ثانیه است؟

آسان - سراسری - ۱۳۸۷



۲ ۲

۶ ۴

۲ ۱

۶ ۳

حرکت با شتاب ثابت مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۳۱) معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = 2t^2 + 4t - 8$ است. در فاصله زمانی $t_1 = 0$ s تا $t_2 = 2$ s، مسافتی که متحرک طی می‌کند، چند برابر اندازه جابه‌جایی آن است؟

۲ (۴)

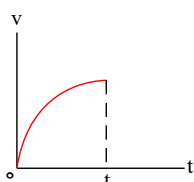
۱٫۶ (۳)

۱٫۵ (۲)

۱ (۱)

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۳۲) شکل مقابل نمودار سرعت - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. حرکت آن در فاصله زمانی نشان داده شده در شکل چگونه است؟



آسان - سراسری - ۱۳۸۷

تندشونده با شتاب ثابت (۲)

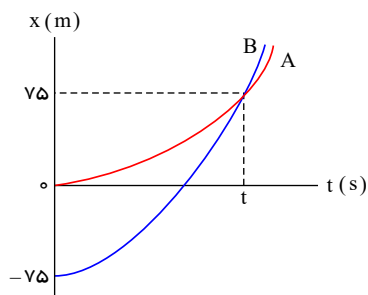
کندشونده با شتاب ثابت (۱)

تندشونده با شتاب متغیر (۴)

کندشونده با شتاب متغیر (۳)

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۳۳) نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که همزمان از حال سکون به حرکت درآمده‌اند، به صورت دو سهمی شکل زیر است. اگر شتاب متحرک A برابر 1.5 m/s^2 باشد، نسبت سرعت متحرک B به سرعت متحرک A در لحظه‌ای که از A سبقت می‌گیرد، کدام است؟ متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸



۱/۲ (۱)

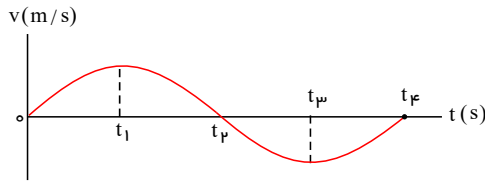
۲ (۲)

۳ (۳)

۱/۳ (۴)

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۳۴) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. در بازه t_1 تا t_2 کدام عبارت نادرست آسان - سنجش - ۱۳۹۴



است؟

- ۱) شتاب خلاف جهت محور x است.
- ۲) سرعت خلاف محور x است.
- ۳) بزرگی سرعت در حال کاهش است.
- ۴) بزرگی شتاب در حال افزایش است.

حرکت با سرعت ثابت مقایسه چند حرکت و سرعت نسبی

۳۵) اتومبیل‌های A و B در یک مسیر مستقیم در خلاف جهت به سمت هم حرکت می‌کنند و در لحظه‌ای فاصله بین آنها ۵۰ متر است. اگر سرعت

آنها به ترتیب $72 \frac{km}{h}$ و $36 \frac{km}{h}$ باشد و با همان سرعت و در همان جهت به حرکت خود ادامه دهند، پس از چند ثانیه، فاصله بین آنها به ۵۵۰ متر

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴ می‌رسد؟

۳۰ ۴

۲۵ ۳

۲۰ ۲

۱۵ ۱

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۳۶) نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر، به صورت سهمی است. اگر مسافت طی شده توسط متحرک در بازه

سخت - سراسری - ۱۳۹۳

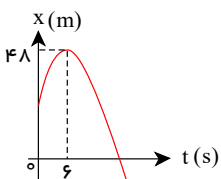
زمانی $t = 3s$ و $t = 9s$ برابر ۱۲ متر باشد، جابه‌جایی متحرک در این بازه چند متر است؟

۳ ۲

۱) صفر

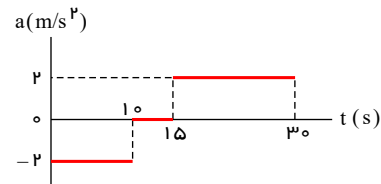
۱۲ ۴

۳) ۶



نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

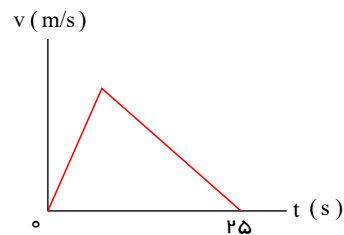
۳۷) نمودار شتاب - زمان متحرکی که با سرعت اولیه 30 m/s در جهت محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 10 \text{ s}$ تا $t_2 = 30 \text{ s}$ ، چند متر بر ثانیه است؟



- ۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۲۱٫۲۵
۴) ۴۲٫۵

سطح زیر نمودار $v-t$

۳۸) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیری مستقیم در حرکت است، به صورت شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در این ۲۵ ثانیه برابر 10 m/s باشد، بیشینه سرعت متحرک در ضمن حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

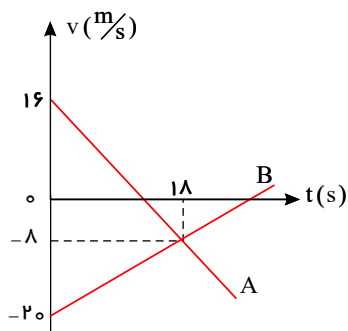


- ۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۳۹) نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در مدتی که متحرک A در جهت محور x حرکت کرده است، بزرگی جابه‌جایی متحرک B ، چند متر است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۵

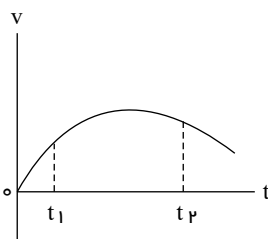


- ۱) ۱۸۶
۲) ۱۹۲
۳) ۲۰۰
۴) ۲۲۸

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۴۰) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل زیر است. بزرگی نیروی خالص وارد بر این متحرک (برایند نیروها) در بازه زمانی بین t_1 تا t_2 چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



- ۱) پیوسته ثابت
۲) پیوسته افزایش
۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش
۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

شناخت حرکت معادله مکان-زمان و مسائل مربوط به آن

۴۱) اگر معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 2t^3 + 6t - 2$ باشد، متحرک در مدت دو ثانیه بعد از شروع حرکت چند متر جابه‌جا شده است؟

آسان - سراسری - ۱۳۷۰

۲۴ ۴)

۲۶ ۳)

۲۸ ۲)

۳۰ ۱)

حرکت با شتاب ثابت توقف - مقایسه جابه جایی و مسافت

(۴۲) سرعت متحرکی با شتاب ثابت کاهش می یابد و بعد از ۱۲ ثانیه متحرک متوقف می شود. مسافتی که متحرک در ۶ ثانیه اول این حرکت طی می کند، چند برابر مسافتی است که متحرک در ۶ ثانیه پایانی طی می کند؟

سخت - سنجش - ۱۳۹۴

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

مقایسه چند حرکت و شتاب نسبی

(۴۳) در یک مسیر مستقیم اتومبیلی با سرعت ثابت $۲۰ \frac{m}{s}$ در حرکت است. از ۳۶ متر جلوتر اتومبیل دیگری با شتاب ثابت $۲ \frac{m}{s^2}$ از حال سکون در همان جهت به راه می افتد. در این حرکت اتومبیل ها دو بار از هم سبقت می گیرند. فاصله زمانی این دو سبقت چند ثانیه است؟

سخت - سراسری - ۱۳۸۳

۱۸ (۴)

۱۶ (۳)

۱۰ (۲)

۲ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

(۴۴) متحرکی روی محور x حرکت می کند و معادله مکان - زمان آن در SI به صورت $x = -۲t^2 + ۱۲t - ۴۰$ است. مسافتی که این متحرک در بازه زمانی صفر تا $t = ۵s$ طی می کند، چند متر است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۴

۲۶ (۴)

۲۴ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

t ثانیة nام و آخر - بازه های زمانی برابر

۴۵) متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت در مسیر مستقیم شروع به حرکت می کند. جابه جایی این متحرک در ۲ ثانیه اول چند برابر جابه جایی آن در ثانیه دوم است؟

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۴) $\frac{4}{3}$

۳) $\frac{3}{2}$

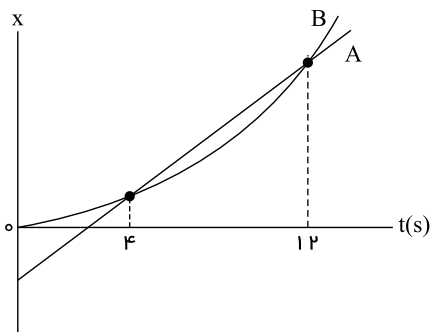
۲) ۲

۱) ۱

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۴۶) نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متحرک B در چه لحظه ای برابر بزرگی سرعت متحرک A است؟ (نمودار B قسمتی از یک سهمی است.)

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹



۱) ۱۰

۲) ۸

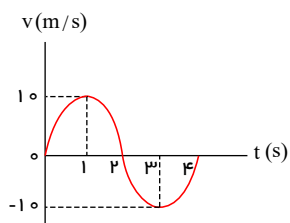
۳) ۶

۴) ۵

سطح زیر نمودار $v-t$

۴۷) نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند مطابق شکل است. شتاب متوسط و سرعت متوسط در بازه زمانی ۱ تا ۳ ثانیه به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

متوسط - سراسری - ۱۳۸۴

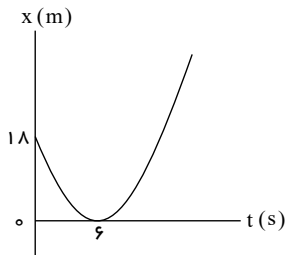


- ۱) ۰, ۰
- ۲) $۰, -۱ \frac{m}{s^2}$
- ۳) $-۱ \frac{m}{s}, ۰$
- ۴) $۱ \frac{m}{s}, -۱ \frac{m}{s^2}$

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

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

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸



- ۱ ۳
۲ ۱
۳ -۱
۴ -۳

شناخت حرکت معادله مکان-زمان و مسائل مربوط به آن

۴۹ معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = 4t^2 - 16t + 8$ است. در بازه $t = 0$ و $t = 4$ s مسافت طی شده چند متر است؟

سخت - سنجش - ۱۳۹۴

۴ ۶۴

۳ ۳۲

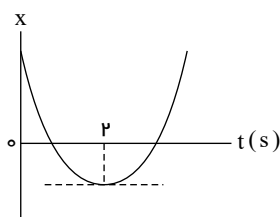
۲ ۱۸

۱ ۱۶

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۵۰ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 1$ s تا $t_2 = 6$ s برابر $3 \frac{m}{s}$ باشد، مسافتی که متحرک در این بازه زمانی طی می کند، چند متر است؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۹

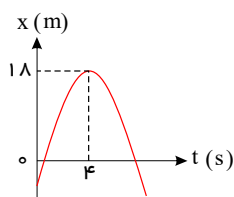


- ۱ ۱۳
۲ ۱۵
۳ ۱۷
۴ ۱۹



۵۱) نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر به صورت سهمی است. چند ثانیه پس از لحظه $t = 0$ بزرگی سرعت متحرک برابر بزرگی سرعت اولیه می شود؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۳



۷ (۲)

۹ (۴)

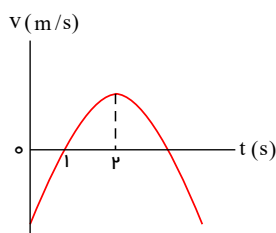
۶ (۱)

۸ (۳)

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۵۲) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، به صورت سهمی روبه رو است. در این حرکت کدام مورد درست است؟

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴



۱) در بازه $t = 0$ تا $t = 2$ s حرکت کندشونده است.

۲) در لحظه $t = 2$ s جهت حرکت عوض شده است.

۳) در ثانیه اول، حرکت خلاف جهت مثبت محور x است.

۴) شتاب متحرک ثابت است.

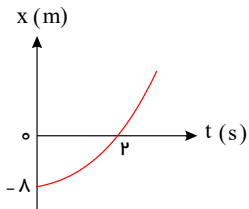


حرکت با شتاب ثابت

۵۳) متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می کند و نمودار مکان - زمان آن مطابق شکل مقابل است. سرعت آن در

متوسط - سراسری - ۱۳۸۸

لحظه $t = ۲s$ چند متر بر ثانیه است؟



۴ (۲)

۲ (۱)

۸ (۴)

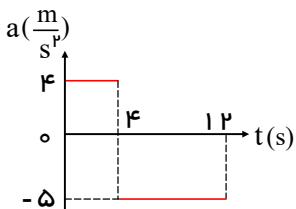
۶ (۳)

حرکت شامل چند بخش

۵۴) نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مبدأ زمان با سرعت ۴ متر بر ثانیه از مبدأ مکان می گذرد، مطابق شکل است. مسافت طی شده در بازه زمانی

آسان - خارج از کشور - ۱۳۹۲

صفر تا ۱۲ ثانیه، چند متر است؟



۴۸ (۱)

۹۶ (۲)

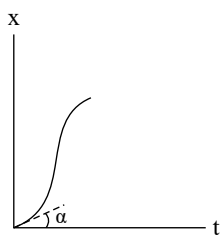
۱۲۸ (۳)

۱۶۰ (۴)

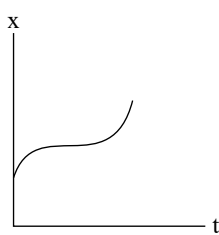
نمودار $x-t$ استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۵۵) اتومبیلی از حال سکون شروع به حرکت کرده و پس از طی مسافتی می ایستد. کدام نمودار می تواند معرف نمودار مکان - زمان حرکت اتومبیل باشد؟

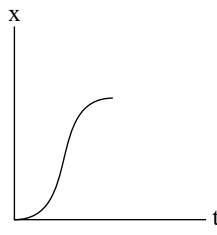
آسان - سراسری - ۱۳۶۹



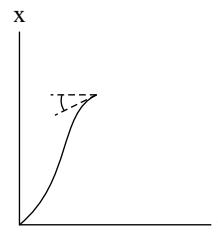
۴



۳



۲

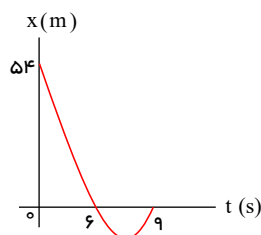


۱

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۵۶) نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت سهمی شکل روبه رو است. معادله سرعت - زمان آن در SI کدام است؟

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴



۱) $v = 2t - 15$

۲) $v = -2t + 15$

۳) $v = 4t - 30$

۴) $v = -4t + 30$

حرکت با سرعت ثابت

حرکت شامل چند بخش

۵۷) متحرکی در یک مسیر مستقیم، $\frac{1}{3}$ مسیر را با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه و بقیه را با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه پیموده است. سرعت متوسط آن در کل

مسیر چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۴) $\frac{70}{3}$

۳) $\frac{80}{3}$

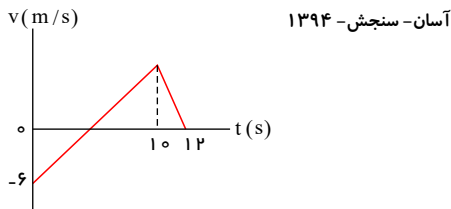
۲) $\frac{160}{7}$

۱) $\frac{180}{7}$

نمودار v-t

استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۵۸) نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. شتاب متوسط متحرک در فاصله زمانی $t = 0$ تا $t = 12s$ در SI کدام است؟



۱) ۲

۲) ۳

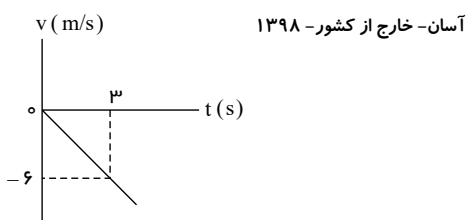
۳) $\frac{1}{2}$

۴) $\frac{1}{4}$

حرکت با شتاب ثابت

سطح زیر نمودار v-t

۵۹) شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. مسافتی که متحرک در ۵ ثانیه اول پیموده است، چند متر است؟



۱) ۱۰

۲) ۲۱

۳) ۲۵

۴) ۲۹

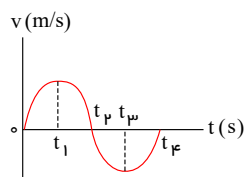
مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

- ۶۰) متحرکی بدون سرعت اولیه در مبدأ زمان از مبدأ مکان روی محور x با شتاب ثابت به حرکت درآمده و در لحظه $t = 5s$ به مکان $x = -122.5m$ می‌رسد. بزرگی سرعت متحرک در این لحظه به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟
 آسان - سراسری - ۱۳۹۸
- ① ۱۹٫۶ ② ۳۲٫۴ ③ ۴۵٫۰ ④ ۴۹٫۰

- ۶۱) متحرکی روی محور x با شتاب ثابت در حرکت است و در مبدأ زمان، با سرعت $v = +3 \frac{m}{s}$ از مکان $x = +4m$ می‌گذرد. اگر متحرک در لحظه $t = 4s$ در جهت مثبت محور x در بیشترین فاصله‌ی خود از مبدأ باشد، در لحظه $t = 8s$ در چند متری مبدأ خواهد بود؟
 سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۰
- ① ۴ ② ۶ ③ ۸ ④ ۱۲

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

- ۶۲) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند مطابق شکل مقابل است. در بازه‌ی زمانی بین t_1 و t_2 حرکت آسان - سراسری - ۱۳۸۶ متحرک شونده و در محور x است.



- ① کند، جهت
 ② تند، جهت
 ③ کند، خلاف جهت
 ④ تند، خلاف جهت

حرکت با شتاب ثابت

حرکت شامل چند بخش

۶۳) اتومبیلی از حال سکون با شتاب ثابت a_1 در مسیر مستقیم شروع به حرکت می کند. بعد از مدتی، ادامه ی مسیر را در همان جهت با شتاب ثابت a_2 طی می کند تا بایستد. اگر مسافت طی شده در مرحله اول ۴ برابر مسافت طی شده در مرحله دوم باشد، اندازه ی a_2 چند برابر a_1 است؟

سخت - خارج از کشور - ۱۳۸۸

۱/۴ (۴)

۱/۲ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

حرکت با سرعت ثابت

مقایسه چند حرکت و سرعت نسبی

۶۴) دو متحرک در مسیر مستقیم از یک نقطه با سرعت های ثابت یکی $20 \frac{m}{s}$ و دیگری $25 \frac{m}{s}$ در خلاف جهت هم حرکت می کنند. بعد از چند ثانیه فاصله بین آنها به ۹۰۰ متر می رسد؟

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۳۵ (۴)

۳۰ (۳)

۲۵ (۲)

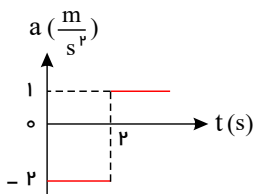
۲۰ (۱)

حرکت با شتاب ثابت

سطح زیر نمودار a-t و رسم نمودار از روی نمودار

۶۵) متحرکی از حال سکون در مسیر مستقیم به حرکت درمی آید و نمودار شتاب - زمان آن مطابق شکل است. در کدام لحظه (برحسب ثانیه)، جهت سرعت عوض می شود؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۹



۴ (۲)

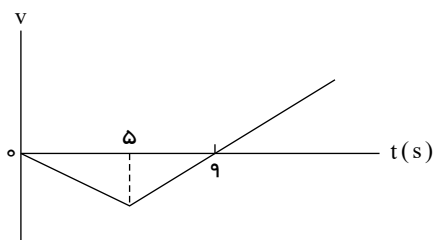
۸ (۴)

۲ (۱)

۶ (۳)

سطح زیر نمودار $v-t$

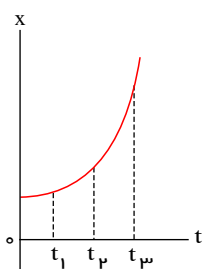
۶۶) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظه $t = 0$ در مکان $x = 0$ باشد، پس از چند ثانیه دوباره از این نقطه عبور می کند؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۹



- ① ۱۵
② ۱۶
③ ۱۸
④ ۲۰

نمودار $x-t$ استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

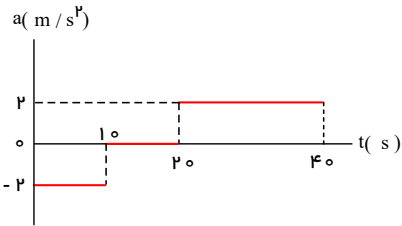
۶۷) نمودار مکان - زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟
آسان - سراسری - ۱۳۸۵



- ① ۰ تا t_1
② t_1 تا t_3
③ t_2 تا t_3
④ بستگی به اندازه‌ی فاصله‌های زمانی دارد.

حرکت با شتاب ثابت حرکت شامل چند بخش

۶۸ نمودار شتاب - زمان متحرکی که از حال سکون روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. در بازه زمانی $t_1 = 20s$ تا $t_2 = 35s$ متوسط - سراسری - ۱۳۹۴ کدام مورد درست است؟



- ① حرکت تندشونده است.
- ② حرکت کندشونده است.
- ③ جهت حرکت یک بار تغییر می کند.
- ④ متحرک در جهت محور x حرکت می کند.

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۶۹ متحرکی در یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $a = 4 \frac{m}{s^2}$ و سرعت اولیه $v_0 = 6 \frac{m}{s}$ حرکت می کند. سرعت متوسط متحرک در دو ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱۴ ④

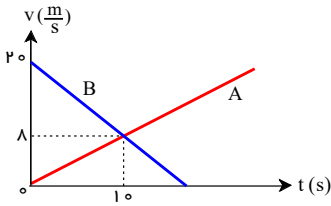
۱۲ ③

۱۰ ②

۸ ①

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۷۰) شکل روبه‌رو، نمودارهای سرعت - زمان دو متحرک را نشان می‌دهد که روی محور x حرکت می‌کنند. اگر دو متحرک در مبدأ زمان در یک مکان باشند، فاصله بین آنها در لحظه $t = 10\text{ s}$ چند متر است؟
متوسط - سنجش - ۱۳۹۴



- ۱) ۸۰
۲) ۹۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۱۰

حرکت شامل چند بخش

۷۱) متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ روی خط راست به راه می‌افتد. پس از 20 ثانیه سرعتش با آهنگ ثابت $4 \frac{m}{s^2}$ کاهش می‌یابد تا متوقف شود. از لحظه شروع حرکت تا لحظه توقف، متحرک چند متر جابه‌جا می‌شود؟
متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

- ۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۷۲) متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و معادله مکان - زمان آن در SI به صورت $x = -\frac{1}{2}t^2 + t + 6$ است. شتاب و سرعت اولیه این متحرک در SI به ترتیب کدامند؟
آسان - سنجش - ۱۳۹۴

- ۱) $1-6$ ۲) $1-\frac{1}{2}$ ۳) $1-1$ ۴) $6-\frac{1}{2}$

شناخت حرکت شتاب متوسط و لحظه‌ای

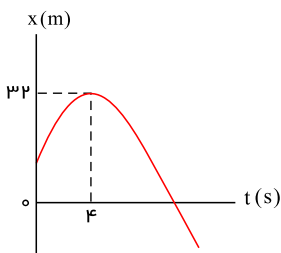
۷۳) یک توپ تنیس از ارتفاع 320 سانتی‌متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع 125 سانتی‌متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس توپ با زمین 13 ms باشد، بزرگی شتاب متوسط آن در ضمن تماس چند متر بر مجذور ثانیه و جهت آن به کدام سو است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود. $g = 10 \frac{m}{s^2}$)
متوسط - سراسری - ۱۳۹۷

- ۱) 100 ، بالا ۲) 100 ، پایین ۳) 1000 ، بالا ۴) 1000 ، پایین

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۷۴) نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل به صورت سهمی است. اگر سرعت اولیه متحرک $8 \frac{m}{s}$ باشد، بزرگی شتاب حرکت چند متر بر مربع ثانیه است؟

آسان - سنجش - ۱۳۹۴



- ۱ ☐
- ۲ ☐
- ۳ ☐
- ۴ ☐

سطح زیر نمودار $v-t$

۷۵) متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت $3 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می کند و پس از مدتی حرکتش با شتاب ثابت $1 \frac{m}{s^2}$ کند می شود و در نهایت می ایستد. اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۶۰۰ متر باشد، مسافت طی شده در ۳۰ ثانیه اول حرکت، چند متر است؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۹

۵۵۰ ☐

۵۰۰ ☐

۴۵۰ ☐

۴۰۰ ☐

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۷۶) معادله سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، در SI به صورت $v = -2t + 4$ است. بزرگی جابه جایی متحرک در ۲ ثانیه سوم چند متر است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۸

۲۴ (۴)

۱۸ (۳)

۱۵ (۲)

۱۲ (۱)

۷۷) جسمی با شتاب ثابت، از حال سکون در مسیر مستقیم شروع به حرکت می کند. در این حرکت کدام کمیت وابسته به جسم، در زمان های مساوی به یک اندازه تغییر می کند؟

آسان - سنجش - ۱۳۹۴

سرعت و مکان (۴)

شتاب (۳)

مکان (۲)

سرعت (۱)

ترکیب معادلات - بازه های مختلف

۷۸) متحرکی با شتاب ثابت و بدون سرعت اولیه از نقطه A به حرکت درمی آید و در ادامه مسیر به نقطه B و سپس C می رسد و فاصله ۱۲۰ متری BC را در مدت ۱۰ ثانیه طی می کند. اگر سرعت متحرک در نقطه C ، $20 \frac{m}{s}$ باشد، فاصله بین A و B چند متر است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۹

۲۲٫۵ (۴)

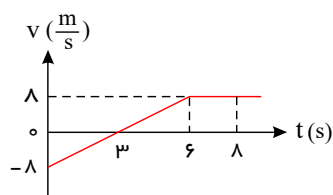
۱۰ (۳)

۵ (۲)

۲٫۵ (۱)

سطح زیر نمودار $v-t$

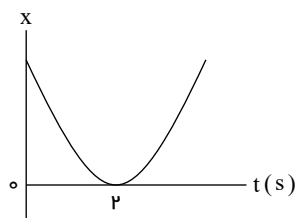
۷۹) نمودار سرعت - زمان جسمی که در مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط جسم در مدت ۸ ثانیه ی نشان داده شده چند متر بر ثانیه است؟
متوسط - سراسری - ۱۳۸۵



- ۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۸۰) نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبه رو، به صورت سهمی است. کدام مورد درست است؟



سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۹

- ۱) مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول برابر مسافت طی شده در ۳ ثانیه دوم است.
۲) مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول برابر بزرگی جابه جایی این بازه زمانی است.
۳) بزرگی سرعت متوسط در ۴ ثانیه اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 5s$ است.
۴) بزرگی سرعت متوسط در ۳ ثانیه اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 4s$ است.

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۸۱) متحرکی در مسیر مستقیم و با شتاب ثابت فاصله ۸۰ متری از A تا B را در مدت ۸ ثانیه طی می کند و در لحظه رسیدن به نقطه B سرعتش به $15 \frac{m}{s}$ می رسد. شتاب متحرک چند متر بر مربع ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۹

۴) $\frac{5}{4}$

۳) $\frac{5}{2}$

۲) $\frac{3}{4}$

۱) $\frac{3}{2}$

t ثانیه $\ln$ و آخر - بازه های زمانی برابر

۸۲) معادله سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند در SI به صورت $v = 4t + 2$ است. مسافتی که این متحرک در ثانیه سوم طی می کند چند متر است؟

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۴) ۱۴

۳) ۱۲

۲) ۱۰

۱) ۸

سقوط آزاد - بازه های مختلف - ثانیه آخر و $\ln$

۸۳) جسمی به جرم یک کیلوگرم در شرایط خلأ رها می شود و بعد از ۴ ثانیه به زمین می رسد، کار نیروی وزن در ثانیه سوم سقوط چند ژول است؟
 $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

آسان - سراسری - ۱۳۹۲

۴) ۴۵۰

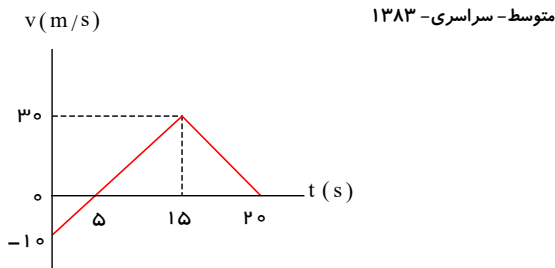
۳) ۴۰۰

۲) ۲۵۰

۱) ۱۵۰

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $v-t$

۸۴) نمودار سرعت - زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در مدت ۲۰ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟



- ① ۰٫۵
② ۲٫۵
③ ۱۰
④ ۱۵

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۸۵) معادله‌ی حرکت متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $x = -t^2 + 6t + 20$ است. در کدام فاصله‌ی زمانی، این حرکت

آسان - خارج از کشور - ۱۳۸۵

کندشونده است؟

④ $3 < t < 6$

③ $6 < t$

② $t < 4$

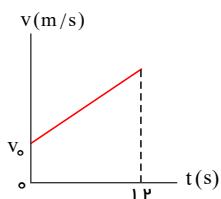
① $t < 3$

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۸۶) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، در شکل روبه‌رو نشان داده شده است. سرعت متحرک در کدام لحظه برابر

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

با سرعت متوسط آن در این ۱۲ ثانیه است؟



- ① پایان ثانیه ششم
② ابتدای ثانیه ششم
③ در تمام لحظه‌ها
④ در هیچ لحظه

شناخت حرکت تند و سرعت متوسط

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

متوسط - آزاد عصر - ۱۳۸۲

④ ۶

③ ۱٫۲

② ۰٫۲۴

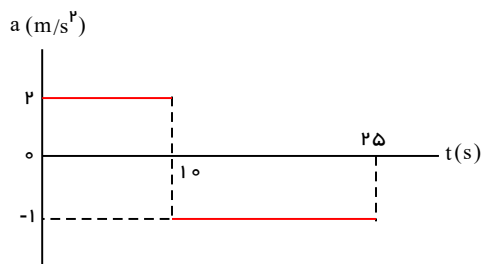
① ۲٫۴

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار a-t و رسم نمودار از روی نمودار

۸۸) نمودار شتاب - زمان متحرکی که از حال سکون روی محور x به حرکت درمی آید، مطابق شکل است. سرعت متحرک در لحظه $t = 25s$ چند

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

متر بر ثانیه است؟



۵ (۱)

۱۰ (۲)

۱۵ (۳)

۳۵ (۴)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۸۹) متحرکی با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ در مدت ۵ ثانیه مسافت ۵۰ متر را طی می کند، سرعت اولیه این متحرک چند متر بر ثانیه است؟

آسان - آزاد صبح - ۱۳۹۰

۲ (۴)

۴ (۳)

۲٫۵ (۲)

۵ (۱)

شناخت حرکت شتاب متوسط و لحظه ای

۹۰) متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 5s$ تا $t_2 = 10s$ در SI برابر $4\vec{i}$ و در بازه زمانی

$t_2 = 10s$ تا $t_3 = 12s$ برابر $2\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 5s$ تا $t_3 = 12s$ در SI ، کدام است؟ متوسط - سراسری - ۱۴۰۰

$8\vec{i}$ (۴)

$4\vec{i}$ (۳)

$-\frac{16}{9}\vec{i}$ (۲)

$-\frac{2}{9}\vec{i}$ (۱)

حرکت با شتاب ثابت t ثانیه nام و آخر - بازه های زمانی برابر

۹۱) متحرکی با شتاب ثابت $\vec{a} = -4\vec{i}$ روی محور x حرکت می کند. اگر جابه جایی متحرک در ثانیه سوم حرکت برابر صفر باشد، مسافت طی شده

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

توسط متحرک در بازه $t_1 = 2s$ و $t_2 = 4s$ ، چند متر است؟

۱۰ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

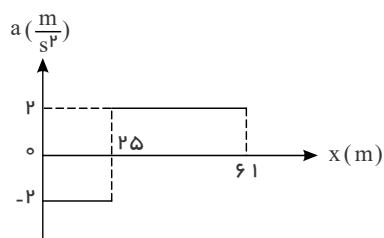
مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۹۲) معادله مکان متحرکی در SI به صورت $x = -t^2 + 4t + 20$ است. حرکت آن از $t = 0$ تا $t = 8s$ چگونه است؟ آسان - سراسری - ۱۳۸۱

- ۱) ابتدا کندشونده سپس تندشونده ۲) ابتدا تندشونده سپس کندشونده ۳) پیوسته تندشونده ۴) پیوسته کندشونده

حرکت شامل چند بخش

۹۳) نمودار شتاب - مکان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظه $t = 0$ از مبدأ با سرعت $10 \frac{m}{s}$ عبور کند، سرعت آن در مکان $x = 61m$ چند متر بر ثانیه است؟ سخت - سراسری - ۱۳۹۷



- ۱) ۲۲ ۲) ۱۲ ۳) ۸ ۴) ۶

توقف - مقایسه جابه جایی و مسافت

۹۴) راننده اتومبیلی ترمز می کند و اتومبیل با شتاب ثابت در مدت 0.5 ثانیه مسافت 5 متر را طی کرده و می ایستد. سرعت اتومبیل در لحظه ترمز چند متر بر ثانیه بوده است؟

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

حرکت با سرعت ثابت حرکت شامل چند بخش

۹۵) اگر سرعت متوسط متحرکی بر مسیر مستقیم در 5 ثانیه اول حرکت برابر $10 \frac{m}{s}$ و در 15 ثانیه بعد از آن برابر $30 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت متوسط آن در کل مسیر چند $\frac{m}{s}$ است؟

۲۷٫۵ (۴)

۲۰ (۳)

۲۲٫۵ (۲)

۲۵ (۱)

حرکت با شتاب ثابت مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۹۶) اگر معادله ی سرعت متحرکی در SI به صورت $v = 2t + 3$ باشد جابه جایی متحرک پس از 2 ثانیه چند متر است؟

۱۰ (۴)

۱۶ (۳)

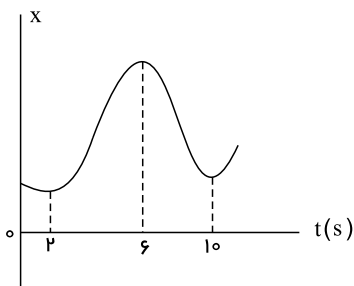
۱۲ (۲)

۸ (۱)

نمودار $x-t$ استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۹۷) نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. تندی متوسط در کدام یک از بازه های زمانی مشخص شده در گزینه ها بیشتر است؟

سخت - سراسری - ۱۴۰۰

۱) صفر تا $2s$ ۲) صفر تا $6s$ ۳) $2s$ تا $10s$ ۴) $6s$ تا $10s$ 

حرکت با شتاب ثابت ترکیب معادلات - بازه‌های مختلف

۹۸ متحرکی روی خط راست با شتاب ثابت حرکت می‌کند و در مدت $۵s$ ، $۷۵m$ جابه‌جا می‌شود و بزرگی سرعتش به $۲۰ \frac{m}{s}$ می‌رسد. در ۵ ثانیه بعدی سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه می‌شود؟

① ۱۵

② ۲۵

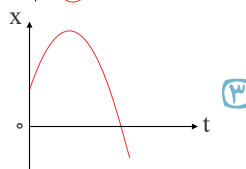
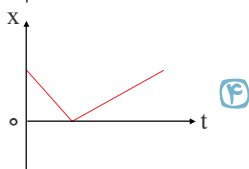
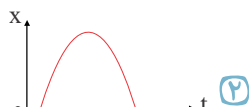
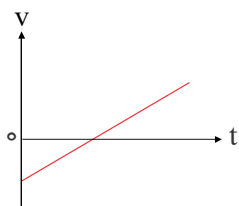
③ ۳۰

④ ۳۵

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۹۹) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. نمودار مکان - زمان آن به کدام صورت می تواند باشد؟ (منحنی های رسم شده در گزینه های ۱، ۲ و ۳ قسمتی از یک سهمی هستند.)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۵



مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۰۰) معادله سرعت متحرکی در SI به صورت $v = 2t + 4$ است. مسافتی که متحرک در ثانیه ی چهارم حرکت طی می کند چند متر است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۲

۱۳ (۴)

۱۲ (۳)

۱۱ (۲)

۱۰ (۱)

۱۰۱) معادله مکان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، در SI به صورت $x = -5t^2 + 5t + 12$ است. در مورد جهت حرکت و نوع آن کدام

متوسط - سراسری - ۱۳۸۳

مطلب درست است؟

(۲) ابتدا در جهت محور و کندشونده

(۱) همواره در جهت محور و کندشونده

(۴) همواره در خلاف جهت محور و کندشونده

(۳) ابتدا در خلاف جهت محور و کندشونده

مقایسه چند حرکت و شتاب نسبی

۱۰۲ دو متحرک از حال سکون با شتاب‌های 2 m/s^2 و 8 m/s^2 از نقطه‌ی A در مسیر مستقیم به مقصد نقطه‌ی B هم‌زمان به حرکت درمی‌آیند. اگر اختلاف زمانی رسیدن آن‌ها به مقصد ۳ ثانیه باشد، AB چند متر است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۵

۷۲ (۴)

۵۴ (۳)

۴۸ (۲)

۳۶ (۱)

توقف - مقایسه جابه‌جایی و مسافت

۱۰۳ خودرویی با سرعت $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حال حرکت است. هنگامی که خودرو به فاصله ۲۰ متری یک مانع می‌رسد، راننده با شتاب ثابت ترمز می‌کند و خودرو پس از ۲ ثانیه به مانع برخورد می‌کند. اندازه سرعت خودرو در لحظه برخورد چند کیلومتر بر ساعت است؟
متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۳۶ (۴)

۱۸ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۰۴ معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 3t^2 - 6t + 3$ است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، متحرک در مبدأ مکان قرار می‌گیرد؟
آسان - سنجش - ۱۳۹۴

۳ (۴)

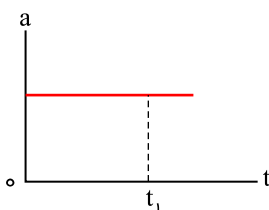
۲ (۳)

۱ (۲)

۰ (۱)

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۰۵ نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند به صورت شکل مقابل است. حرکت متحرک در بازه زمانی صفر تا t_1 چگونه است؟
آسان - خارج از کشور - ۱۳۸۶



کندشونده (۲)

تندشونده (۱)

بستگی به سرعت اولیه دارد. (۴)

کندشونده سپس تندشونده (۳)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۰۶) معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت $x = t^2 + 2t + 1$ می‌باشد. سرعت متوسط آن بین دو لحظه‌ی $t = 1s$ و $t = 3s$ برابر چند $\frac{m}{s}$ است؟

۶ (۴)

۵ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

مقایسه‌ چند حرکت و شتاب نسبی

۱۰۷) در یک جاده افقی اتومبیلی با شتاب ثابت $2m/s^2$ از حال سکون به حرکت درمی‌آید، در همین لحظه کامیونی که با سرعت ثابت $10m/s$ در حرکت است از آن سبقت می‌گیرد. پس از طی مسافت چند متر اتومبیل از کامیون سبقت می‌گیرد؟

۴۰ (۴)

۵۰ (۳)

۸۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

سقوط آزاد مقایسه‌ چند سقوط آزاد

۱۰۸) دو گلوله در شرایط خلاء به فاصله‌ی زمانی $2/5s$ از یک نقطه بالای زمین رها می‌شوند، چند ثانیه پس از رها شدن گلوله‌ی اول، فاصله‌ی دو گلوله به $68.75m$ می‌رسد؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۴٫۵ (۴)

۴ (۳)

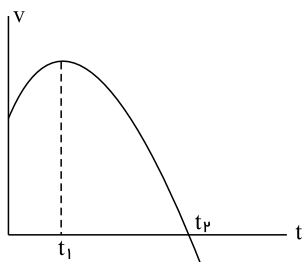
۳ (۲)

۲٫۵ (۱)

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۱۰۹) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر قسمتی از یک سهمی است. کدام مورد درست است؟

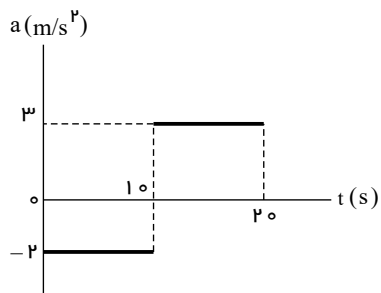
آسان - سراسری - ۱۴۰۰

۱) در بازه‌ی صفر تا t_1 تندى در حال کاهش است.۲) بزرگى شتاب در لحظه‌ی صفر و t_p برابر است.۳) در بازه‌ی صفر تا t_p شتاب خلاف جهت محور x است.۴) بزرگى شتاب متوسط در بازه‌ی t_1 تا t_p بیشتر از بزرگى شتاب متوسط در بازه‌ی صفر تا t_p است.

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $v-t$

۱۱۰ نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند و در لحظه $t = 0$ با سرعت اولیه $\vec{v}_0 = (10 \frac{m}{s})\vec{i}$ برای اولین بار از مبدأ مکان عبور می کند، مطابق شکل زیر است. در چه لحظه ای بر حسب ثانیه، متحرک برای سومین بار از مبدأ عبور می کند؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹



- ۱۰ ①
- ۴۰ ②
- ۳ ③
- ۱۵ ④
- ۵۰ ⑤
- ۳

مقایسه چند حرکت و شتاب نسبی

۱۱۱ دو متحرک روی خط راست با شتاب‌های ثابت a و $a + 1,5 \frac{m}{s^2}$ از یک نقطه و از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و بعد از مدت t ، سرعت آن‌ها به ترتیب $10 \frac{m}{s}$ و $22 \frac{m}{s}$ می‌شود. t چند ثانیه است؟
 متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۶

۴ (۴)

۶ (۳)

۸ (۲)

۱۰ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۱۲ معادله سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند در SI به صورت $v = -\frac{1}{5}t - 20$ است. پس از مبداء زمان، این حرکت چگونه است؟
 آسان - سنجش - ۱۳۹۴

پیوسته تندشونده (۴)

پیوسته کندشونده (۳)

ابتدا تندشونده، سپس کندشونده (۲)

ابتدا کندشونده، سپس تندشونده (۱)

۱۱۳ معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = 8t^2 + 6t - 8$ است. شتاب متوسط متحرک در ۴ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر مربع ثانیه است؟
 آسان - سنجش - ۱۳۹۴

۱۶ (۴)

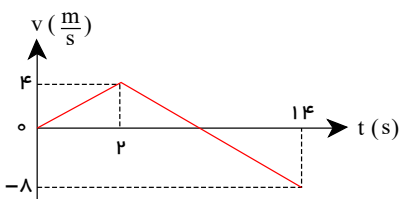
۸ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۱۴ متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است. متحرک در ۱۴ ثانیه‌ی اول حرکت، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟
 متوسط - سراسری - ۱۳۸۹



۴ (۱)

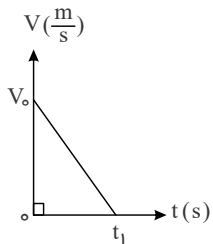
۶ (۲)

۱۲ (۳)

۸ (۴)

سطح زیر نمودار $v-t$

۱۱۵) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر این متحرک در ۲ ثانیه اول ۳۶ متر و در ۲ ثانیه آخر ۴ متر جابه جا شده باشد، t_1 چند ثانیه است؟
 سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۷



۱۰ (۲)

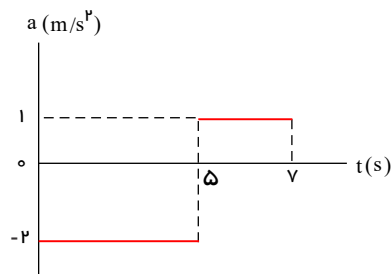
۱۵ (۴)

۸ (۱)

۱۲ (۳)

سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

۱۱۶) نمودار شتاب - زمان متحرکی در SI به صورت شکل زیر است. اگر سرعت اولیه متحرک $۲۰ \frac{m}{s}$ باشد، سرعت آن در لحظه $t = ۷s$ چند متر بر ثانیه است؟
 متوسط - سنجش - ۱۳۹۴



۸ (۱)

۱۲ (۲)

۱۰ (۳)

۱۴ (۴)

ت ثانیه $\ln$ و آخر - بازه های زمانی برابر

۱۱۷) متحرکی با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم در زمان های مساوی و متوالی جابه جایی های x_1 و x_2 و x_3 را انجام می دهد، کدام متوسط - آزاد عصر - ۱۳۸۱ رابطه صحیح است؟

$$x_2 + x_3 = 2x_1 \quad (۴)$$

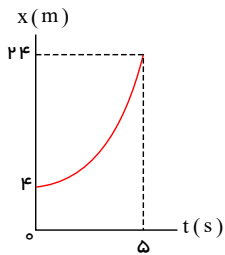
$$x_1 = x_2 = x_3 \quad (۳)$$

$$x_1 + x_2 = x_3 \quad (۲)$$

$$x_1 + x_3 = 2x_2 \quad (۱)$$

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

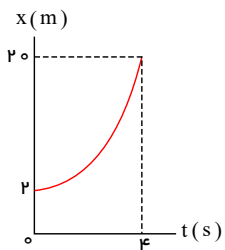
۱۱۸ شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی بر مسیر مستقیم با شتاب ثابت است. اگر $V_0 = 2 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت متحرک در لحظه $t = 5s$ برابر
 آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۳ چند $\frac{m}{s}$ است؟



- ۶ (۲)
 ۱۰ (۴)

- ۴ (۱)
 ۸ (۳)

۱۱۹ شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی در مسیر مستقیم با شتاب ثابت است. اگر سرعت اولیه متحرک $2m/s$ باشد، شتاب آن چند m/s^2 است؟
 آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۳



- $\frac{4}{5}$ (۲)
 $\frac{3}{2}$ (۴)

- $\frac{5}{4}$ (۱)
 $\frac{2}{3}$ (۳)

مقایسه چند حرکت و شتاب نسبی

۱۲۰ دو متحرک روی محور x از حال سکون با شتاب‌های a و $\frac{9}{16}a$ همزمان از یک نقطه به سوی مقصدی معین به حرکت درمی‌آیند و با فاصله زمانی ۲ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر به مقصد می‌رسد، چند ثانیه است؟
 متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

- ۱۰ (۴)

- ۸ (۳)

- ۶ (۲)

- ۴ (۱)

۱۲۱ دو متحرک A و B از یک نقطه بدون سرعت اولیه در یک مسیر مستقیم شروع به حرکت می‌کنند. اگر شتاب متحرک A ، ۴ برابر شتاب متحرک B باشد، در یک جابه‌جایی مساوی، سرعت متوسط متحرک A چند برابر سرعت متوسط متحرک B است؟
 متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۲

- ۴ (۴)

- $\sqrt{2}$ (۳)

- ۲ (۲)

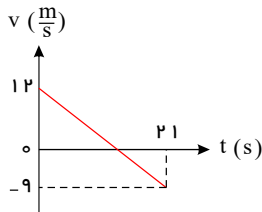
- $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۱)

سطح زیر نمودار $v-t$

۱۲۲) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو است. بزرگی جابه جایی متحرک در فاصله ی زمانی

متوسط - سراسری - ۱۳۹۳

$t = 6s$ تا $t = 12s$ چند متر است؟



۱۲ ①

۱۸ ②

۲۲٫۵ ③

۳۲٫۵ ④

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۲۳) متحرکی که با سرعت ثابت $5 \frac{m}{s}$ در حال حرکت است در لحظه $t = 0$ در مکان $x = 0$ است در اثر نیروی ثابتی در راستا و هم جهت با

آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۱

سرعت آن شتابی برابر ۴ متر بر مجذور ثانیه پیدا می کند معادله حرکت آن در SI کدام است؟

$x = 2t^2 - 5$ ④

$x = 2t^2 - 5t$ ③

$x = 2t^2 + 5t$ ②

$x = 2t^2 + 5$ ①

توقف - مقایسه جابه جایی و مسافت

۱۲۴) اتومبیلی با تندى (سرعت) ثابت $72 \frac{km}{h}$ در یک مسیر مستقیم حرکت می کند که ناگهان راننده مانع ثابتی را در ۵۲ متری خود می بیند و ترمز می کند و حرکت اتومبیل با شتاب ثابت $4 \frac{m}{s^2}$ کند می شود. اگر زمان واکنش راننده ۰٫۵ ثانیه باشد، اتومبیل:

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

② در لحظه رسیدن به مانع متوقف می شود.

① ۲ متر قبل از مانع متوقف می شود.

④ با تندى (سرعت) $4\sqrt{5} \frac{m}{s}$ به مانع برخورد می کند.

③ با تندى (سرعت) $8 \frac{m}{s}$ به مانع برخورد می کند.

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۲۵) اتومبیل A در جهت محور x با تندی ثابت $۱۰ \frac{m}{s}$ در لحظه $t = ۰$ از مبدأ محور عبور می‌کند و پس از $۱۱ s$ حرکتش با شتاب ثابت $۲ \frac{m}{s^2}$ کند می‌شود. اتومبیل B نیز در جهت x در لحظه $t = ۰$ با تندی اولیه $۲ \frac{m}{s}$ از مبدأ محور عبور می‌کند و حرکتش با شتاب ثابت $۲ \frac{m}{s^2}$ تند می‌شود و پس از ۵ ثانیه با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. لحظه‌ای که دو اتومبیل به هم می‌رسند، تندی اتومبیل B چند متر بر ثانیه از تندی اتومبیل A بیشتر است؟

سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۹

۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

سقوط آزاد

معادلات حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه

۱۲۶) گلوله‌ای از ارتفاع h رها می‌شود. این گلوله با سرعت v از ارتفاع ۹ متری زمین عبور می‌کند و با سرعت $\frac{3}{2}v$ به زمین می‌رسد. h چند متر

است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود و $g = 10 \text{ m/s}^2$)

سخت - سراسری - ۱۳۹۸

۳۶ (۴)

۳۲٫۴ (۳)

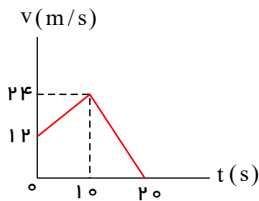
۱۸ (۲)

۱۶٫۲ (۱)

نمودار $v-t$

استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۱۲۷) شکل داده شده نمودار سرعت - زمان یک متحرک است. شتاب این متحرک در ۱۰ ثانیه اول حرکت چند $\frac{m}{s^2}$ می‌باشد؟ آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۶



۰٫۶ (۱)

۳٫۶ (۲)

۱٫۸ (۳)

۱٫۲ (۴)

حرکت با شتاب ثابت

توقف - مقایسه جابه‌جایی و مسافت

۱۲۸) اتومبیلی که در مسیر مستقیم با سرعت 72 km/h در حرکت است ناگهان راننده ترمز می‌کند و اتومبیل پس از ۵ ثانیه می‌ایستد. اگر در مدت کند شدن حرکت اتومبیل شتاب آن ثابت فرض شود مسافتی که اتومبیل تا لحظه توقف پیموده چند متر است؟ آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۴

۴۰ (۴)

۵۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)

حرکت با سرعت ثابت

حرکت شامل چند بخش

۱۲۹) متحرکی بر مسیر مستقیم مدت ۲۰ ثانیه با سرعت ثابت ۳۶ کیلومتر بر ساعت و ۳۰ ثانیه با سرعت ثابت ۷۲ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کند. سرعت متوسط آن در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟ متوسط - آزاد صبح - ۱۳۸۹

۱۴ (۴)

۱۵ (۳)

۱۶ (۲)

۱۸ (۱)

حرکت با شتاب ثابت ✎

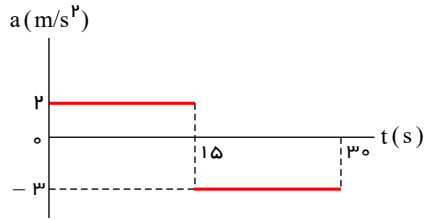
سطح زیر نمودار $v-t$

- ۱۳۰ متحرکی روی محور x با شتاب ثابت حرکت می کند. اگر سرعت متحرک در لحظه $t = 0$ در جهت محور x باشد و بردار سرعت متوسط در ۱ ثانیه اول حرکت برابر $\vec{v}_{av} = (7.5 \frac{m}{s})\vec{i}$ و تندى متوسط در این بازه $8.5 \frac{m}{s}$ باشد، مسافت طی شده در ۲ ثانیه اول حرکت چند متر است؟
- سخت - سراسری - ۱۴۰۰
- ۵ ① ۱۵ ② ۲۵ ③ ۳۵ ④

سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

۱۳۱) نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند و بردار سرعت اولیه آن در SI به صورت $\vec{v}_0 = -10\vec{i}$ است، مطابق شکل زیر است. بزرگی جابه جایی در ۵ ثانیه ششم، چند برابر بزرگی جابه جایی در ۵ ثانیه اول حرکت است؟

سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۹



۲ (۲)

۳٫۵ (۱)

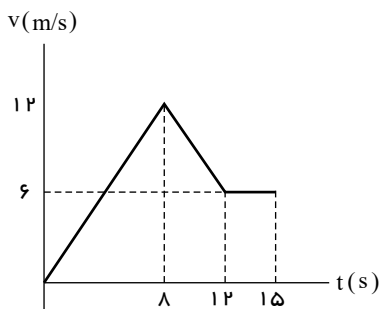
۱ (۴)

۱٫۵ (۳)

سطح زیر نمودار $v-t$

۱۳۲) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t_1 = 2s$ مکان متحرک در SI به صورت متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

$\vec{x}_1 = -6\vec{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظه $t_2 = 15s$ در SI ، کدام است؟

۹۶ $\vec{i}$ (۲)۹۳ $\vec{i}$ (۱)۱۱۸ $\vec{i}$ (۴)۱۰۵ $\vec{i}$ (۳)

شناخت حرکت معادله مکان-زمان و مسائل مربوط به آن

۱۳۴ معادله‌ی مکان جسمی در SI به صورت $x = -t^2 + 4t - 4$ در فاصله‌ی زمانی بین $t_1 = 0$ و $t_2 = 4s$ مسافت طی شده توسط جسم چند متر است؟
 سخت - خراج از کشور - ۱۳۸۸

۸ (۴)

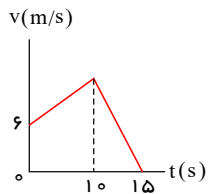
۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $v-t$

۱۳۵ نمودار سرعت - زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به شکل زیر و سرعت متوسط آن در ۱۵ ثانیه برابر $8 \frac{m}{s}$ است، بیشترین سرعت آن چند $\frac{m}{s}$ است؟
 متوسط - آزاد عصر - ۱۳۸۱



۱۲ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

۱۴ (۴)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۳۶ متحرکی روی محور x ها از مکان $x_0 = 5m$ با سرعت اولیه $8 \frac{m}{s}$ و شتاب ثابت به حرکت درمی آید و در مکان $x = 8.5m$ سرعت آن به $6 \frac{m}{s}$ می رسد. معادله‌ی مکان این متحرک در SI کدام است؟
 متوسط - آزاد صبح - ۱۳۸۱

$$x = -2t^2 + 8t + 5 \quad (۴)$$

$$x = 4t^2 + 8t + 5 \quad (۳)$$

$$x = -4t^2 + 8t + 5 \quad (۲)$$

$$x = 2t^2 + 8t + 5 \quad (۱)$$

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۱۳۷ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. جابه جایی متحرک در بازه‌ی زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 8s$ چند برابر مسافت طی شده در این بازه‌ی زمانی است؟
 متوسط - سراسری - ۱۴۰۰

 $\frac{9}{14}$ (۴)

 $\frac{8}{17}$ (۳)

 $\frac{5}{14}$ (۲)

 $\frac{5}{17}$ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۳۸) متحرکی روی مسیر مستقیمی حرکت با شتاب ثابت دارد. اگر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 5,5s$ تا $t_2 = 12,5s$ برابر صفر باشد، معادله حرکت این متحرک مطابق کدام گزینه می تواند باشد؟

متوسط - ۱۴۰۰ smart

۴) $x = 0,5t^2 - 9t + 4$

۳) $x = t^2 - 8t + 6$

۲) $x = t^2 + 9t - 8$

۱) $x = 1,5t^2 + 13,5t + 10$

۱۳۹) متحرکی با سرعت اولیه $10 \frac{m}{s}$ و شتاب ثابت مسافت ۱۵۰ متر را در ۱۰ ثانیه طی می کند. در پایان این مسیر سرعت آن چند کیلومتر بر ساعت است؟

آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۱

۴) ۹۰

۳) ۷۲

۲) ۵۴

۱) ۳۶

۱۴۰) متحرکی با سرعت اولیه $5 \frac{m}{s}$ مسافت ۵۰ متر را با شتاب ثابت در مدت ۴ ثانیه طی می کند سرعت آن در پایان این مدت چند $\frac{m}{s}$ است؟

آسان - آزاد عصر - ۱۳۸۶

۴) ۲۰

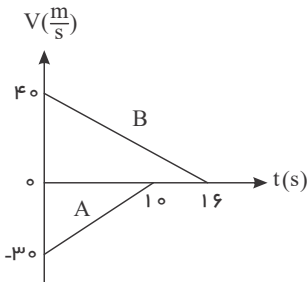
۳) ۲۵

۲) ۳۰

۱) ۱۵

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۴۱) نمودار سرعت - زمان دو قطار A و B که روی یک ریل مستقیم به طرف هم حرکت می کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه $t = 0$ فاصله قطارها از هم 500 متر است. لحظه ای که قطار A می ایستد، قطار B در چه فاصله ای از آن قرار دارد؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۷



۷۵ (۲)

۲۵ (۱)

۱۲۵ (۴)

۱۰۰ (۳)

حرکت شامل چند بخش

۱۴۲) متحرکی در یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $5 \frac{m}{s^2}$ به حرکت درمی آید و پس از مدتی حرکتش یکنواخت می شود و در نهایت با همان شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ حرکتش کند شده و می ایستد. اگر کل زمان حرکت ۲۵ ثانیه و سرعت متوسط در این مدت $20 \frac{m}{s}$ باشد، زمانی که حرکت متحرک یکنواخت بوده است، چند ثانیه است؟
سخت - سراسری - ۱۳۹۷

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۴۳) متحرکی با سرعت اولیه $10 \frac{m}{s}$ و شتاب ثابت، مسافت ۱۵۰ متر را در ۱۰ ثانیه طی می کند، در پایان این مسیر سرعت آن چند کیلومتر بر ساعت است؟
آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۱

۹۰ (۴)

۷۲ (۳)

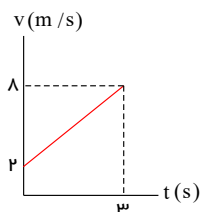
۵۴ (۲)

۳۶ (۱)

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۴۴) شکل داده شده نمودار سرعت - زمان متحرکی است که با شتاب ثابت بر روی خط راست در حرکت است. معادله حرکت آن در SI کدام می تواند باشد؟

آسان - آزاد صبح - ۱۳۹۰



۴) $x = t^2 + 2t$

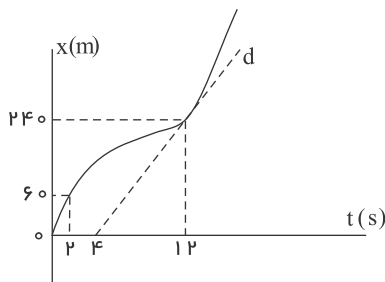
۳) $x = 2t^2 + 3t$

۲) $x = t^2 + 3t$

۱) $x = 2t^2 + 2t$

نمودار $x-t$ محاسبه سرعت و تندی در نمودار مکان-زمان

۱۴۵) نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. اگر تندی در لحظه $t = 12s$ برابر تندی متوسط در بازه $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 14s$ باشد، سرعت متوسط ۲ ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط ۲ ثانیه هفتم است؟ (خط d مماس بر نمودار در لحظه $t = 12s$ است). متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰



۲) $\frac{1}{2}$

۴) $\frac{2}{3}$

۱) $\frac{1}{3}$

۳) $\frac{3}{5}$

حرکت با سرعت ثابت نمودارها

۱۴۶) نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t = 0$ فاصله دو متحرک ۱۵۰ متر باشد و تندی متحرک A ، ۲ برابر تندی متحرک B باشد، فاصله دو متحرک در لحظه $t = 20s$ چند متر است؟ سخت - سراسری - ۱۴۰۰

مقایسه چند حرکت و سرعت نسبی

۱۴۷ دو متحرک با سرعت ثابت در یک مسیر خط راست شروع به حرکت کرده و همزمان از یک نقطه (۱) عبور می کنند و فاصله ۴۰۰ متری بین دو نقطه ۱ و ۲ را طی می کنند. اگر یکی از این دو متحرک ۲۰ ثانیه زودتر از متحرک دیگر به نقطه (۲) برسد و دارای اختلاف تندی به اندازه $10 \frac{m}{s}$ باشند، تندی متحرک سریع تر کدام است؟

متوسط - ۱۴۰۰ smart-

۲۰ (۴)

۷ (۳)

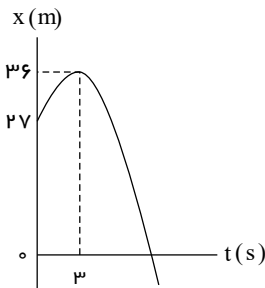
۶ (۲)

۵ (۱)

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $v-t$

۱۴۸ شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم با شتاب ثابت حرکت می کند. مسافتی که متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 10s$ طی می کند، چند متر است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



۵۸ (۳)

۴۵ (۲)

۴۰ (۱)

۸۵ (۴)

۱۴۹ متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل روبه رو است. سرعت متوسط متحرک در فاصله ی زمانی

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

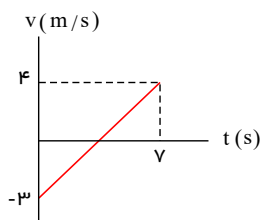
 $t = 0$ تا $t = 5s$ ، چند متر بر ثانیه است؟

نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۵۰) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل زیر است. جابه‌جایی این متحرک در فاصله‌ی زمانی

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

$t = 3s$ تا $t = 5s$ ، چند متر است؟



۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

۵ (۴)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۵۱) متحرکی روی محور x ها از مکان $x_0 = 4m$ با سرعت اولیه $4 \frac{m}{s}$ و شتاب ثابت به حرکت درمی‌آید و در مکان $x = 10m$ سرعت آن به

متوسط - آزاد عصر - ۱۳۸۹

$8 \frac{m}{s}$ می‌رسد. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

$x = -t^2 + 4t + 4$ (۴)

$x = 2t^2 + 4t + 4$ (۳)

$x = t^2 + 4t + 4$ (۲)

$x = -2t^2 + 4t + 4$ (۱)

۱۵۲) معادله‌ی حرکت جسمی در SI به صورت $x = 2t^3 - 6t^2 + 6t$ است. در بازه‌ی زمانی صفر تا ۲ ثانیه، کدام مورد درست است؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۷

(۲) جهت حرکت یک بار تغییر کرده است.

(۱) شتاب متوسط برابر صفر است.

(۴) حرکت ابتدا در جهت محور x و سپس خلاف جهت محور x است.

(۳) حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده است.

۱۵۳ اگر سرعت متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می کند در مدت $10 \frac{m}{s}$ از $10 \frac{m}{s}$ به $30 \frac{m}{s}$ برسد. مسافتی که متحرک در این مدت طی می کند چند متر است؟

آسان - آزاد عصر - ۱۳۸۴

۵۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۳۰۰ (۱)

۱۵۴ متحرکی با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می کند، اگر سرعت آن در لحظه $t_1 = 3s$ برابر $10 \frac{m}{s}$ و در لحظه $t_2 = 8s$ برابر $20 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت اولیه آن (در لحظه $t = 0$) برابر چند $\frac{m}{s}$ است؟

آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۳

۴ (۴)

۳ (۳)

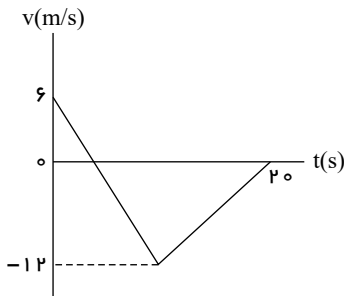
۲ (۲)

۵ (۱)

سطح زیر نمودار v-t

۱۵۵ شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می کند. تندی متوسط متحرک در مدتی که در خلاف جهت محور حرکت می کند، چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۰



۶ (۲)

۱ (۱) صفر

۹ (۴)

۸ (۳)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۵۶ اتومبیلی بدون سرعت اولیه با شتاب ثابت به حرکت درمی آید و پس از 10 ثانیه سرعت آن به $18 \frac{km}{h}$ می رسد. این اتومبیل پس از چند ثانیه سرعتش به $72 \frac{km}{h}$ می رسد؟

آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۴

۵۰ (۴)

۲۵ (۳)

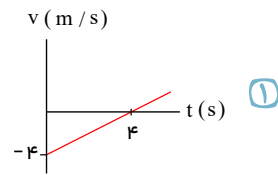
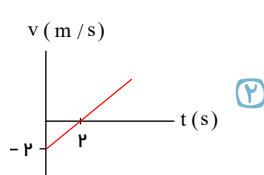
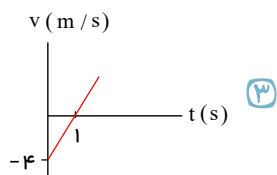
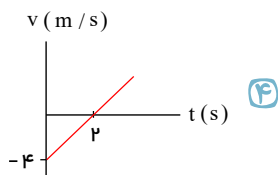
۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

۱۵۷ معادله حرکت متحرکی که روی محور x حرکت می کند در SI به صورت $x = -t^2 + 6t + 20$ است. در کدام فاصله زمانی، این حرکت کندشونده است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۵

۱۵۸ رابطه مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = 2t^2 - 4t - 2$ می باشد. نمودار سرعت - زمان آن کدام است؟ آسان - آزاد عصر - ۱۳۸۲



۱۵۹ متحرکی بر مسیر مستقیم با شتاب ثابت مسافت ۱۲۰ متر را در ۸ ثانیه طی می کند، اگر سرعت متحرک در پایان مسیر ۵ برابر سرعت اولیه آن باشد شتاب حرکت چند $\frac{m}{s^2}$ است؟ متوسط - آزاد عصر - ۱۳۸۵

④ ۱٫۶

③ ۳

② ۲

① ۲٫۵

سقوط آزاد - بازه های مختلف - ثانیه آخر و $1m$

۱۶۰ گلوله ای در شرایط خلاء، بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می شود. اگر مسافتی را که گلوله در ثانیه آخر حرکت طی کرده، ۳ برابر مسافتی باشد که تا قبل از آن طی کرده است، h چند متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$ سخت - سراسری - ۱۳۹۶

④ ۸۰

③ ۷۵

② ۲۵

① ۲۰

مقایسه چند سقوط آزاد

۱۶۱ از ارتفاع معینی گلوله ای رها می شود و لحظه ای بعد گلوله ای دیگری از همان نقطه رها می شود. تا رسیدن گلوله ای اول به زمین، فاصله بین دو گلوله چگونه تغییر می کند؟ (مقاومت هوا ناچیز است.) متوسط - سراسری - ۱۳۸۷

④ بستگی به جرم گلوله ها دارد.

③ افزایش می یابد.

② کاهش می یابد.

① ثابت می ماند.

بازه‌های مختلف - ثانیه آخر و m

۱۶۲) گلوله‌ای در شرایط خلا بدون سرعت اولیه از ارتفاعی رها می‌شود و در ثانیه اول، مسافتی به اندازه Δx_1 و در ثانیه دوم مسافت، Δx_2 را طی می‌کند. نسبت $\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$ کدام است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۴

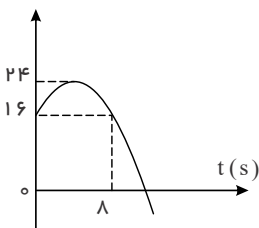
۴  ۴۳  ۳۲  ۲۱  ۱

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۱۶۳) نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر به صورت سهمی است. در بازه زمانی ۰ تا ۸s بزرگی شتاب متوسط و سرعت متوسط در SI، کدام است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۷

x (m)

۱ و ۱  ۱ و ۱۲ و صفر  ۲ و صفر۱ و صفر  ۱ و صفر۲ و ۲  ۲ و ۲

سقوط آزاد بازه‌های مختلف - ثانیه آخر و m

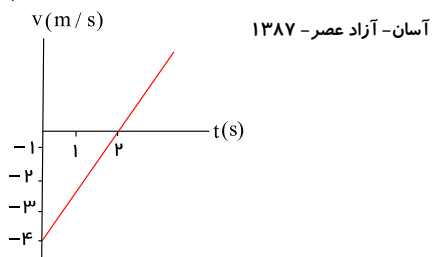
۱۶۴) گلوله‌ای از ارتفاع ۸۰ متری زمین رها می‌شود. در بازه زمانی $t_1 = ۲٫۵s$ تا $t_2 = ۳٫۵s$ چند متر جابه‌جا می‌شود؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود و $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ است).

متوسط - سنجش - ۱۳۹۴

۴۰  ۴۰۳۵  ۳۵۳۰  ۳۰۲۵  ۲۵

حرکت با شتاب ثابت نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

۱۶۵ شکل داده شده نمودار سرعت - زمان متحرکی است که با شتاب ثابت بر روی خط راست در حرکت است. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام می‌تواند باشد؟



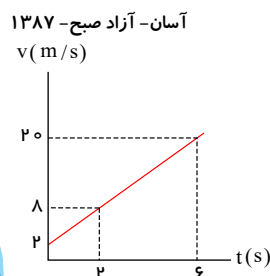
۴ $x = -2t^2 + 4t$

۳ $x = t^2 - 4t$

۲ $x = 2t^2 - 4t$

۱ $x = -t^2 + 4t$

۱۶۶ شکل داده شده نمودار سرعت - زمان متحرکی است که با شتاب ثابت حرکت می‌کند. معادله‌ی سرعت آن کدام است؟



۴ $v = 3t + 2$

۳ $v = 2t + 2$

۲ $v = 2t + 4$

۱ $v = 3t + 4$

شناخت حرکت معادله سرعت-زمان و مسائل مربوط به آن

۱۶۷ معادله سرعت - زمان متحرکی در SI به صورت $v = -6t + 18$ است. تندی متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 4s$ چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۱

۴ $11,5$

۳ 8

۲ $7,5$

۱ 6

حرکت با شتاب ثابت مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۶۸ در ۲۰ ثانیه اول حرکت متحرکی که در حال حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم است. تندی متوسط متحرک بزرگتر از اندازه سرعت متوسط آن است. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این حرکت الزاماً صحیح است؟

متوسط - ۱۴۰۰ - smart

۴ در $t = 21s$ حرکت کندشونده

۳ در $t = 19s$ حرکت کندشونده

۲ در $t = 21s$ حرکت تندشونده

۱ در $t = 19s$ حرکت تندشونده

سقوط آزاد - مقایسه چند سقوط آزاد

۱۷۰ گلوله A از ارتفاع ۷۰ متری زمین رها می‌شود. یک و نیم ثانیه بعد گلوله B از همان نقطه رها می‌شود. دو ثانیه پس از رها شدن گلوله B ، فاصله دو گلوله از هم چند متر است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود و $g = ۱۰ \text{ m/s}^2$)

سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۸

۴۱٫۲۵ (۴)

۳۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۱٫۲۵ (۱)

حرکت با شتاب ثابت - توقف - مقایسه جابه‌جایی و مسافت

۱۷۱ اتومبیلی با سرعت ۹۰ km/h در حرکت است. راننده ناگهان مانعی را در فاصله ۸۰ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر زمان تأخیر در واکنش راننده $۰٫۴ \text{ s}$ باشد و اندازه شتاب کند شدن اتومبیل در حین ترمز ۵ m/s^2 باشد، اتومبیل:

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۶

به مانع برخورد می‌کند. (۲)

در $۷٫۵$ متری مانع می‌ایستد. (۱)

در لحظه رسیدن به مانع متوقف می‌شود. (۴)

در فاصله ۱۰ متری مانع می‌ایستد. (۳)

سقوط آزاد - بازه‌های مختلف - ثانیه آخر و h

۱۷۲ گلوله‌ای در شرایط خلاء از ارتفاع h رها می‌شود و در لحظه‌ای که به ۵۰ متری سطح زمین می‌رسد، بزرگی سرعتش $۱۵ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌شود. این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن به زمین می‌رسد؟ ($g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

متوسط - سراسری - ۱۳۸۹

۶٫۵ (۴)

۵ (۳)

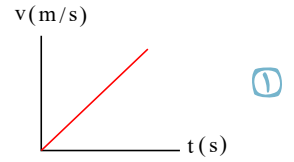
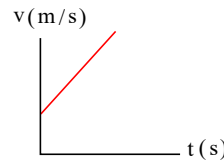
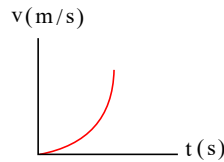
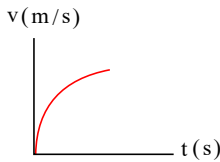
۳٫۵ (۲)

۲ (۱)

حرکت با شتاب ثابت نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

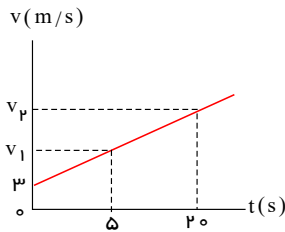
۱۷۳ متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می کند، کدام یک از شکل های زیر نمودار سرعت - زمان آن می باشد؟

آسان - آزاد عصر - ۱۳۸۹



۱۷۴ شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می دهد که شتاب آن 2 m/s^2 است، سرعت متوسط این متحرک بین متوسط - آزاد صبح - ۱۳۸۲

دو لحظه $t_1 = 5 \text{ s}$ و $t_2 = 20 \text{ s}$ چند m/s است؟



۱۵ ۴

۳۰ ۳

۱۴ ۲

۲۸ ۱

توقف - مقایسه جابه جایی و مسافت

۱۷۵ اتومبیلی با تندی ثابت در یک مسیر مسقیم در حال حرکت است. راننده با شتاب ثابت ترمز می کند و پس از طی مسافت ۱۵۰ متر، تندی

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

اتومبیل نصف می شود. اتومبیل از لحظه ترمز تا توقف کامل چند متر را طی می کند؟

۳۰۰ ۴

۲۵۰ ۳

۲۰۰ ۲

۱۷۵ ۱

حرکت با سرعت ثابت نمودارها

۱۷۷) نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می کنند، مطابق شکل زیر، است. در

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

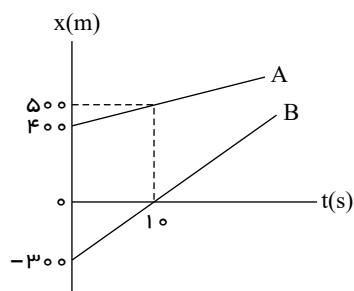
لحظه های t_1 و t_2 فاصله دو متحرک از هم $600m$ است. $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

۱۳ (۲)

۱۵ (۱)

۵ (۴)

۸ (۳)



شناخت حرکت شتاب متوسط و لحظه ای

۱۷۸) متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 10s$ در SI برابر $2\vec{i}$ و در بازه زمانی

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

$t_3 = 15s$ تا $t_4 = 10s$ در بازه زمانی $t_3 = 15s$ تا $t_4 = 10s$ در SI ، کدام است؟

$\frac{42}{3}\vec{i}$ (۴)

$6\vec{i}$ (۳)

$4\vec{i}$ (۲)

$2\vec{i}$ (۱)

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

۱۷۹) متحرکی از حال سکون و از مبدأ مکان در راستای محور x شروع به حرکت می کند. در لحظه ای که به مکان m می رسد، شتاب آن تغییر کرده و

تا توقف کامل به حرکت خودش ادامه می دهد. اگر نمودار شتاب - مکان این حرکت مطابق شکل زیر باشد، بزرگی سرعت متوسط متحرک را در کل

متوسط - ۱۴۰۰ - smart

مدت زمان حرکت بر حسب متر بر ثانیه به دست آورید.

۷ (۴)

۶ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۸۰ متحرکی از حال سکون و با شتاب ثابت a روی خطی راست شروع به حرکت می کند تا مسیری به طول a را پیماید. اگر تندى متوسط متحرک از لحظه شروع حرکت تا لحظه ای که مسافتی به اندازه $\frac{a}{16}$ را طی می کند برابر $10 \frac{m}{s}$ باشد، تندى متحرک در لحظه رسیدن به مقصد چند $\frac{m}{s}$ است؟

متوسط - ۱۴۰۰ smart-

۸۰ (۴)

۷۰ (۳)

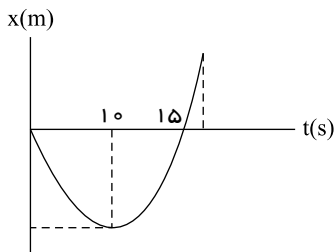
۶۰ (۲)

۱۰ (۱)

نمودار $x-t$ استفاده از مکان در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

۱۸۱ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر تندى متوسط متحرک بین دو لحظه ای که از مبدأ مکان می گذرد برابر $2 \frac{m}{s}$ و بزرگی سرعت متوسط آن در بازه زمانی ۱۰ تا ۱۹ ثانیه برابر $3 \frac{m}{s}$ باشد، بردار مکان متحرک در لحظه $t = 19s$ در SI کدام است؟

متوسط - ۱۴۰۰ smart-

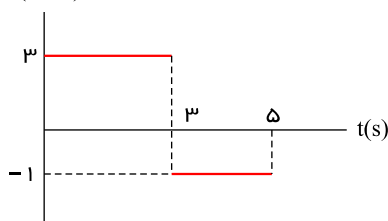
 $11\hat{i}$ (۲) $10\hat{i}$ (۱) $13\hat{i}$ (۴) $12\hat{i}$ (۳)

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

 $a(m/s^2)$

۱۸۲ نمودار شتاب - زمان متحرکی مطابق شکل است. اگر سرعت اولیه متحرک برابر با $6 \frac{m}{s}$ باشد، اندازه سرعت متوسط این متحرک در دو ثانیه دوم حرکتش چند متر بر ثانیه است؟

سخت - ۱۴۰۰ smart-



۱۲ (۴)

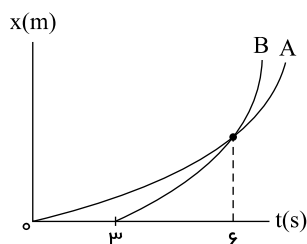
۱۳ (۳)

۶۵

۱۵ (۲)

۱۴ (۱)

مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست



۱۸۳) نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می کنند، مطابق شکل است. چند ثانیه پس از شروع حرکت متحرک B ، فاصله دو متحرک به $۱۳٫۵m$ می رسد؟ (هر دو متحرک از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می کنند و $a_B = ۳ \frac{m}{s^2}$)
 سخت - ۱۴۰۰ smart-

۷ (۴)

۵ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

سقوط آزاد

۱۸۴) گلوله ای به جرم $۱۰۰g$ در شرایط خلاء از ارتفاع h رها می شود و پس از مدتی به زمین می رسد. اگر انرژی جنبشی گلوله در لحظه برخورد به زمین $۲۴٫۲J$ باشد، سرعت متوسط گلوله در آخرین ثانیه حرکتش چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$)
 متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

۱۲ (۴)

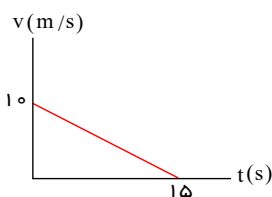
۱۵ (۳)

۱۷ (۲)

۲۲ (۱)

حرکت با شتاب ثابت

۱۸۵) اگر نمودار تغییرات سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل داده شده باشد معادله ی حرکت آن در SI کدام می تواند باشد؟ آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۹



$$x = -\frac{1}{3}t^2 + 10t \quad (۴)$$

$$x = \frac{2}{3}t^2 + 10t \quad (۳)$$

$$x = -\frac{2}{3}t^2 + 10t \quad (۲)$$

$$x = \frac{1}{3}t^2 + 10t \quad (۱)$$

توقف - مقایسه جابه جایی و مسافت

۱۸۶ اگر معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = -2t^2 + 8t$ باشد این جسم پس از طی چند متر متوقف می شود؟ آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۶

۲۴ (۴)

۸ (۳)

۳۲ (۲)

۱۶ (۱)

حرکت شامل چند بخش

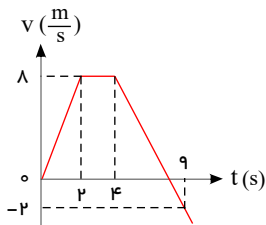
۱۸۷ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x از مکان $x_0 = -36m$ شروع به حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو است. پس از چند ثانیه متحرک برای اولین بار از مبدأ مکان می گذرد؟ سخت - خارج از کشور - ۱۳۸۹

۸ (۳)

۶ (۲)

۲ (۱)

۱۰ (۴)



حرکت با سرعت ثابت نمودارها

۱۸۸ شکل زیر، نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می دهد. در این مسیر، به مدت چند ثانیه فاصله دو متحرک از هم، کمتر یا مساوی ۲۰ متر است؟ متوسط - سراسری - ۱۴۰۱

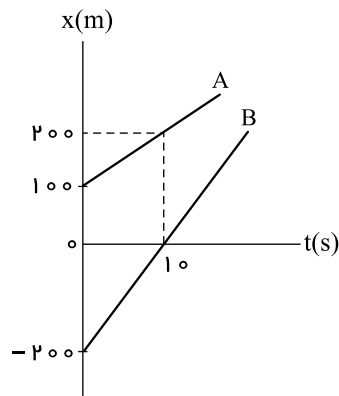
۲۰ متر است؟

۴ (۳)

۶ (۲)

۸ (۱)

۲ (۴)



مفاهیم اولیه و معادلات حرکت با شتاب ثابت بر خط راست

۱۹۰ متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می کند و در لحظه های $t_1 = 3s$ و $t_2 = 5s$ از مبدأ مکان عبور می کند و در لحظه ای که به مکان $x = -1m$ می رسد، جهت حرکتش عوض می شود. تندی متوسط متحرک از لحظه $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 5s$ چند متر بر ثانیه است؟
 سخت - سراسری - ۱۴۰۰

① $\frac{13}{5}$

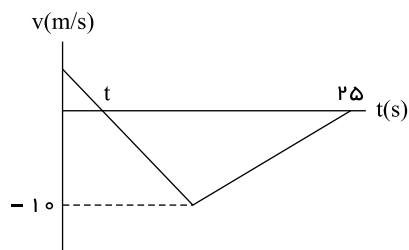
② ۳

③ $\frac{17}{5}$

④ ۶

سطح زیر نمودار $v-t$

۱۹۱ نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازه t تا $25s$ چند واحد SI است؟
 آسان - ۱۴۰۰ - smart



① ۱۰

② ۵

③ ۷

④ ۱۵

بازه‌های مختلف - ثانیه آخر و $\ln$ م

- ۱۹۳) سنگ کوچکی از بالای ساختمانی رها می‌شود، وقتی به ارتفاع ۱۵ متری بالای سطح زمین می‌رسد سرعتش $10 \frac{m}{s}$ است. سرعت سنگ در لحظه رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
- ۱) ۴۰ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

معادلات حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه

- ۱۹۴) شخصی از ارتفاع ۱۷ متری زمین روی بالشی به ضخامت ۲ متر سقوط آزاد می‌کند و مقاومت هوا ناچیز است. اگر در این برخورد حداقل ضخامت بالش به ۵ متر برسد، اندازه شتاب شخص بعد از رسیدن به بالش تا انتهای مسیر رو به پایین چند g است؟ (این شتاب ثابت فرض شده است.)
- ۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

بازه‌های مختلف - ثانیه آخر و $1n$

۱۹۵) گلوله ای در شرایط خلاء بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و در آخرین ثانیه‌ی سقوط ۳۵ متر جابجا می‌شود. ارتفاع h چند متر است؟
 متوسط - سراسری - ۱۳۸۲ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۹۵ (۴)

۸۰ (۳)

۶۰ (۲)

۴۵ (۱)

معادلات حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه

۱۹۶) جرمی را در شرایط خلأ از یک بلندی رها می‌کنیم، به طوری که با سرعت $30 \frac{m}{s}$ به زمین برخورد می‌کند. ارتفاع بلندی چند متر است؟
 آسان - آزاد صبح - ۱۳۸۳ $(g = 10 m/s^2)$

۳ (۴)

۴٫۵ (۳)

۳۰ (۲)

۴۵ (۱)

مقایسه چند سقوط آزاد

۱۹۷) دو گلوله به فاصله‌ی زمانی یک ثانیه از نقطه‌ای به ارتفاع h در شرایط خلأ رها می‌شوند. اگر بیشترین فاصله‌ی بین آنها در طول حرکت به ۴۵ متر برسد، ارتفاع h چند متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$
 سخت - سراسری - ۱۳۸۳

۱۴۵ (۴)

۱۲۵ (۳)

۱۱۰ (۲)

۸۰ (۱)

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۱۹۸) نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر تندی متحرک در مکان $x = -375m$ برابر x برابر ۴۰ باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور x است؟
 متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱ $\frac{m}{s}$

۵ (۴)

۱۰ (۳)

۱۵ (۲)

۲۰ (۱)

حرکت شامل چند بخش

۱۹۹) متحرکی با شتاب ثابت بر روی محور x حرکت می کند. جابه جایی متحرک در بازه زمانی t_1 تا $t_2 = t_1 + 16(s)$ برابر 400 متر است. اگر نیمی از این جابه جایی در 4 ثانیه اول و نیم دیگر آن در 12 ثانیه بعد از آن انجام شود، بزرگی شتاب حرکت در SI کدام است؟ متوسط - سراسری - ۱۴۰۱

$$\frac{25}{6} \quad (4)$$

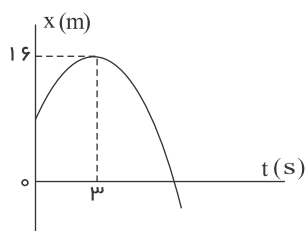
$$\frac{25}{3} \quad (3)$$

$$\frac{5}{6} \quad (2)$$

$$\frac{5}{3} \quad (1)$$

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۲۰۰) نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 6s$ متوسط متحرک برابر $3 \frac{m}{s}$ باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور x است؟ متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰



$$7 \quad (3)$$

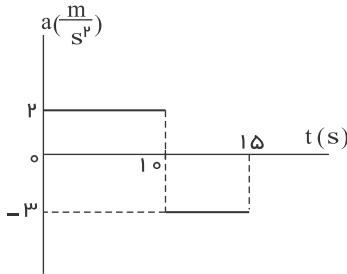
$$8 \quad (2)$$

$$9 \quad (1)$$

$$3 \quad (4)$$

سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

۲۰۱) نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t = 3s$ سرعت متحرک، $\vec{v} = (1 \frac{m}{s})\vec{i}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 7s$ تا $t_2 = 10s$ چند متر بر ثانیه است؟
 سخت - خارج از کشور - ۱۴۰۰



۹ (۲)

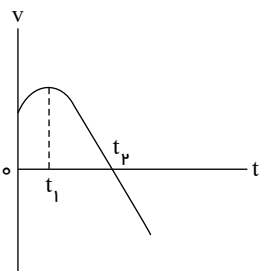
۶ (۱)

۱۵ (۴)

۱۲ (۳)

نمودار $v-t$ محاسبه شتاب در نمودار سرعت-زمان

۲۰۲) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. کدام موارد زیر درست است؟ الف - جهت سرعت و شتاب در لحظه t_1 تغییر کرده است.
 متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

ب - در بازه t_1 تا t_2 حرکت در جهت محور x است.پ - در بازه زمانی صفر تا t_1 تندى در حال کاهش است.ت - بردار شتاب در بازه زمانی صفر تا t_2 خلاف جهت محور x است.

(۴) ب و ت

(۳) الف و ت

(۲) پ

(۱) ب

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۲۰۳) مطابق شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت یک سهمی است. شتاب حرکت را بر حسب متر بر مجذور ثانیه کدام است؟

متوسط - ۱۴۰۰ - smart

۵٫۵ (۴)

۳٫۵ (۲)

۴٫۵ (۲)

۲٫۵ (۱)

t ثانیه نام و آخر - بازه های زمانی برابر

۲۰۴ متحرکی با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می کند. اگر سرعت اولیه متحرک $v_0 = 10 \frac{m}{s}$ و

مسافت پیموده شده توسط آن در دو ثانیه دوم برابر $48m$ باشد، سرعت متوسط متحرک در مدت سه ثانیه سوم چند متر بر ثانیه است؟

سخت - ۱۴۰۰ smart-

۶۰ (۴)

۵۵ (۳)

۵۰ (۲)

۴۵ (۱)

سقوط آزاد معادلات حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه

۲۰۵ گلوله ای از ارتفاع H رها می شود. از لحظه رها شدن تا مدت زمانی که $\frac{1}{9}H$ را طی می کند، سرعت متوسط آن $49 \frac{m}{s}$ است. این گلوله با

تندی (سرعت) چند متر بر ثانیه به زمین می رسد؟ (مقاومت هوا ناچیز است و $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$ است.) متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

۳۹٫۲ (۴)

۲۹٫۴ (۳)

۱۹٫۸ (۲)

۱۴٫۷ (۱)

بازه های مختلف - ثانیه آخر و نام

۲۰۶ گلوله کوچکی از ارتفاعی بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می شود و ۸۰ متر آخر سقوط را در مدت ۲ ثانیه می پیماید. ارتفاع سقوط چند

متر است؟ ($g = 10 m/s^2$) متوسط - سراسری - ۱۳۸۳

۲۵۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۱۲۵ (۱)

معادلات حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه

۲۰۷ سنگی را از بالای ساختمان بلندی به ارتفاع ۴۵ متر رها می‌کنیم، سرعت آن هنگام رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$)

آسان - آزاد صبح - ۱۳۹۱

۶۰ (۴)

۳۰ (۳)

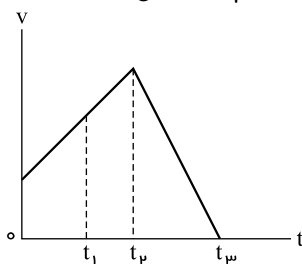
۲۰ (۲)

۴۰ (۱)

نمودار $v-t$ استفاده از سرعت در لحظات مختلف و تحلیل نمودار

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

سخت - خارج از کشور - ۱۴۰۱

 t_2 تا t_1 (۲) t_1 تا ۰ (۱) t_3 تا t_2 (۴) t_3 تا ۰ (۳)

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۲۰۹ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است، و سرعت متوسط در ۸ ثانیه اول حرکت برابر صفر است. اگر در لحظه t_1 که متحرک از مبدأ محور عبور می‌کند، تندی آن $۲۰ \frac{m}{s}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا t_1 چند

سخت - خارج از کشور - ۱۴۰۱

متر بر ثانیه است؟

حرکت شامل چند بخش

۲۱۰ متحرکی با شتاب ثابت $\vec{a} = \left(4 \frac{m}{s^2}\right)\vec{i}$ در جهت محور x ، در حرکت است. اگر مسافتی که این متحرک در فاصله زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 2s$ طی می کند، ۴ متر بیشتر از مسافتی باشد که در ثانیه سوم طی می کند، سرعت اولیه آن چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۱

۲ (۴)

۴ (۳)

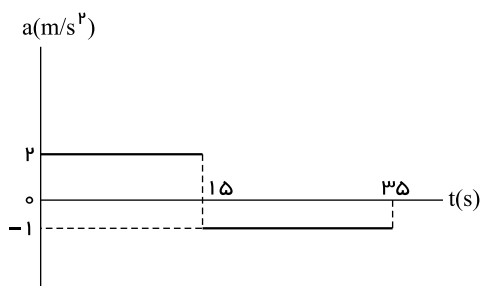
۶ (۲)

۸ (۱)

سطح زیر نمودار $a-t$ و رسم نمودار از روی نمودار

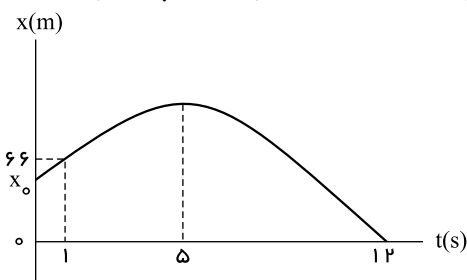
۲۱۱ نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t = 2s$ سرعت متحرک $\vec{v} = \left(-6 \frac{m}{s}\right)\vec{i}$ و مکان متحرک $\vec{x} = (-16m)\vec{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظه $t = 35s$ کدام است؟

سخت - سراسری - ۱۴۰۱

 $(300m)\vec{i}$ (۲) $(400m)\vec{i}$ (۴) $(275m)\vec{i}$ (۱) $(375m)\vec{i}$ (۳)

نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۲۱۲) نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. مکان اولیه متحرک (x_0) چند متر است؟



سخت - سراسری - ۱۴۰۱

۵۲ (۲)

۵۸ (۱)

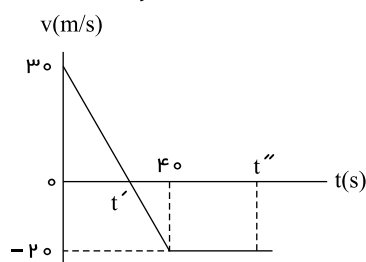
۴۲ (۴)

۴۸ (۳)

سطح زیر نمودار $v-t$

۲۱۳) نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. در چه لحظه ای بر حسب ثانیه متحرک به مکان اولیه اش باز خواهد گشت؟

متوسط - ۱۴۰۰ - smart



۵۰ (۲)

۱۰ (۱)

۲۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

سقوط آزاد مقایسه چند سقوط آزاد

۲۱۴) گلوله ای را در شرایط خلأ از ارتفاع ۸۰ متری بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می کنیم. چند ثانیه بعد، گلوله ی B را از همان ارتفاع

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۸

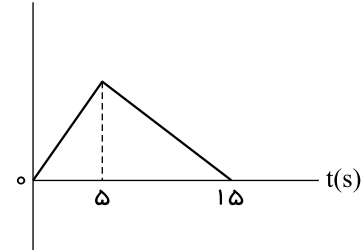
۷۶
 $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

رها می کنیم تا حداکثر فاصله آنها از یکدیگر به ۳۵ متر برسد؟

حرکت با شتاب ثابت سطح زیر نمودار $v-t$

۲۱۵) شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می کند. اگر جابه جایی در بازه زمانی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 11s$ برابر ۱۲۶ متر باشد، سرعت متحرک در لحظه $t = 12s$ چند متر بر ثانیه است؟

سخت - سراسری - ۱۴۰۱



۶ (۲)

۱۲ (۴)

۳ (۱)

۸ (۳)

سقوط آزاد معادلات حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه

۲۱۶) سنگی را از بالای ساختمانی به ارتفاع h در شرایط خلاء رها می کنیم و پس از ۹ ثانیه به سطح زمین می رسد؛ این سنگ $\frac{1}{9}h$ ابتدای مسیر را در چند ثانیه طی می کند؟

آسان - آزاد عصر - ۱۳۸۶

$\frac{2}{9}$ (۴)

$\frac{4}{9}$ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

۲۱۷) سنگی را از بالای ساختمانی به ارتفاع h و در شرایط خلاء بدون سرعت اولیه رها می کنیم؛ سرعتش در ارتفاع $\frac{h}{2}$ برابر است با:

متوسط - آزاد صبح - ۱۳۹۰

$\sqrt{\frac{gh}{2}}$ (۴)

$\frac{\sqrt{gh}}{2}$ (۳)

$\frac{\sqrt{2gh}}{2}$ (۲)

$\sqrt{gh}$ (۱)

بازه های مختلف - ثانیه آخر و $\ln$

۲۱۸) در شرایط خلاء، گلوله ای از ارتفاع h و از حال سکون رها می شود. اگر اندازه جابه جایی در ثانیه آخر حرکت گلوله، V برابر مسافت طی شده در

متوسط - ۱۴۰۱ - smart

ثانیه اول حرکت آن باشد، h چند متر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

حرکت با شتاب ثابت | نمودار سرعت-زمان و شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت

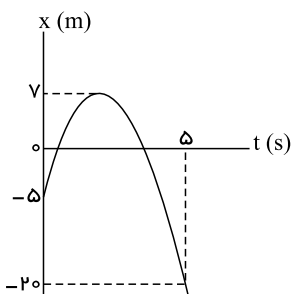
- ۲۱۹ دو متحرک A و B ، هم‌زمان و در یک جهت در امتداد مسیری مستقیم، با سرعت‌های ثابت 10 m/s از نقطه O می‌گذرد. پس از گذشت 5 s ، متحرک B با شتاب ثابت ترمز کرده و 5 بعد از آن متوقف می‌شود. در لحظه‌ای که متحرک B متوقف می‌شود، متحرک A در چند متری آن قرار دارد؟
 ۱ ۲۵ ۲ ۵۰ ۳ $12/5$ ۴ $37/5$ متوسط - ۱۴۰۱ smart-

توقف - مقایسه جابه‌جایی و مسافت

- ۲۲۰ راننده اتومبیلی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، در لحظه‌ای که سرعتش به V می‌رسد، ترمز کرده تا با شتاب ثابت، حرکتش کند شود. اگر جابه‌جایی اتومبیل در دو ثانیه آخر قبل از توقف، 12 متر باشد، جابه‌جایی آن در ثانیه آخر قبل از توقف چند متر است؟
 ۱ $1/5$ ۲ ۳ ۳ ۶ ۴ ۹ متوسط - ۱۴۰۱ smart-

نمودار مکان-زمان یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

- ۲۲۱ نمودار مکان - زمان متحرکی که به شتاب ثابت در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. این متحرک در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه تغییر جهت می‌دهد؟
 متوسط - ۱۴۰۱ smart-



- ۱ ۱ ۲ ۲ ۳ $1/5$ ۴ $0/75$

شناخت حرکت تندى و سرعت متوسط

۲۲۲) متحرکی روی پاره خط MN به طول 100 cm از نقطه M شروع به حرکت کرده و روی آن حرکت رفت و برگشتی دارد. کمترین مسافت پیموده شده توسط متحرک چند سانتی متر باشد تا تندى متوسط آن 3 برابر بزرگى سرعت متوسط آن در کل مسیر باشد؟
متوسط - ۱۴۰۱ - smart

۱۵۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

۱۴۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

سقوط آزاد بازه‌های مختلف - ثانیه آخر و m

۲۲۳) گلوله‌ای از ارتفاع 30 متری بدون سرعت اولیه رها می‌شود. تندى متوسط گلوله در نیم ثانیه سوم، چند متر بر ثانیه است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$ است.)
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

۱۴٫۷ (۴)

۱۲٫۲۵ (۳)

۹٫۸ (۲)

۷٫۳۵ (۱)

حرکت با شتاب ثابت حرکت شامل چند بخش

۲۲۴) متحرکی در مسیر مستقیم با شتاب ثابت، از حالت سکون به حرکت درمی‌آید و پس از طی مسافت 15 متر، سرعت آن به $6 \frac{m}{s}$ می‌رسد. این متحرک با همین شتاب، چند ثانیه دیگر به حرکت خود ادامه دهد تا کل مسافت طی شده به 135 متر برسد؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

۵ (۴)

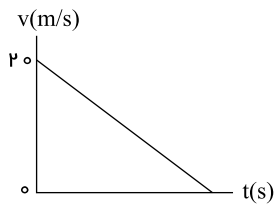
۱۰ (۳)

۱۵ (۲)

۲۰ (۱)

سطح زیر نمودار $v-t$

۲۲۵) نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر مسافت طی شده در ۴ ثانیه اول، ۳۶ برابر مسافت طی شده در ۲ ثانیه آخر باشد، بزرگی شتاب حرکت، چند متر بر مربع ثانیه است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱



$$\frac{3}{2} \quad (3)$$

$$1 \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$2 \quad (4)$$

حرکت شامل چند بخش

۲۲۶) اتومبیلی در لحظه $t = 0$ با شتاب ثابت شروع به حرکت می کند و پس از ۵ ثانیه سرعتش به $20 \frac{m}{s}$ می رسد. ۱۰ ثانیه با همین سرعت به حرکت خود ادامه می دهد و سپس با شتاب ثابت ترمز می کند و پس از ۴ ثانیه متوقف می شود. شتاب متوسط اتومبیل در بازه زمانی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 17s$ چند متر بر ثانیه است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

$$\text{صفر} \quad (4)$$

$$\frac{2}{15} \quad (3)$$

$$\frac{2}{5} \quad (2)$$

$$\frac{9}{2} \quad (1)$$

سطح زیر نمودار $v-t$

۲۲۷ متحرکی با شتاب ثابت $4 \frac{m}{s^2}$ روی محور x حرکت می کند. اگر جابه جایی آن در بازه زمانی $t_1 = 9s$ تا $t_2 = 16s$ برابر صفر باشد، تندی متوسط آن در همین بازه زمانی چند متر بر ثانیه است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

۱۴ (۴)

۱۰٫۵ (۳)

۷ (۲)

۳٫۵ (۱)

سقوط آزاد بازه های مختلف - ثانیه آخر و $1n$

۲۲۸ گلوله ای از ارتفاع h رها می شود و با شتاب ثابت $g = 10 \frac{m}{s^2}$ سقوط می کند. اگر تندی متوسط آن در $\frac{3}{4}$ پایانی مسیر $15 \frac{m}{s}$ باشد، تندی متوسط آن در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟
متوسط - سراسری - ۱۴۰۱

۱۲٫۵ (۴)

۱۰ (۳)

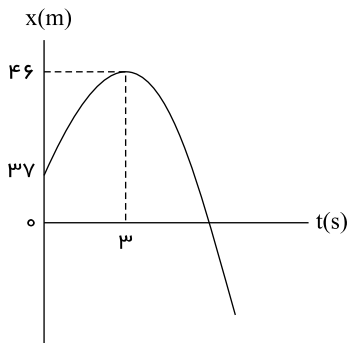
۷٫۵ (۲)

۵ (۱)

حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان یک یا دو متحرک در حرکت با شتاب ثابت

۲۲۹) نمودار مکان - زمان متحرک که با شتاب در مسیری مستقیم حرکت می کنند مطابق شکل زیر است، مسافتی که متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 20s$ طی می کند، چند متر است؟

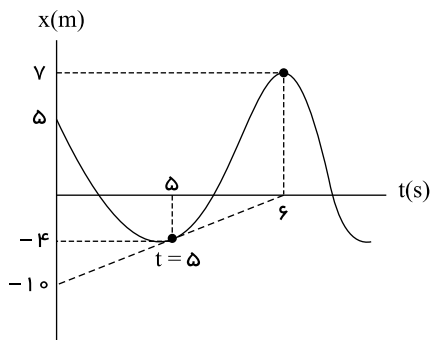
متوسط - ۱۴۰۰ - smart



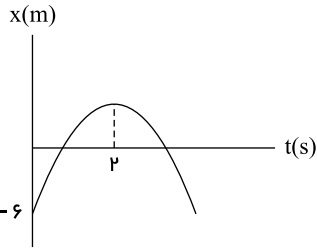
- ۱) ۲۶۸
- ۲) ۳۶۸
- ۳) ۲۹۸
- ۴) ۳۹۸

متوسط - ۱۴۰۰ - smart

۲۳۰) نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است، شتاب متوسط در ثانیه ششم چند واحد SI است؟



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



۲۳۱) نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق سهمی شکل زیر است. اگر متحرک در بین لحظاتی که از مبدأ می‌گذرد، مسافت $4m$ را بپیماید، معادله سرعت - زمان متحرک مطابق کدام گزینه است؟ (همه معادلات دستگاه SI هستند).

متوسط - ۱۴۰۰ smart-

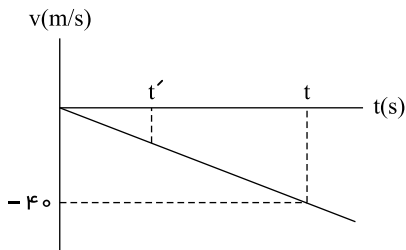
۲) $v = 4t - 6$

۴) $v = -4t - 6$

۱) $v = -4t + 8$

۳) $v = 4t + 8$

سقوط آزاد نمودارها



۲۳۲) نمودار سرعت - زمان گلوله‌ای که از ارتفاع h در شرایط خلأ رها می‌شود، مطابق شکل است. اگر $t - t' = 3.5s$ باشد، مسافت طی شده توسط گلوله بین دو لحظه t و t' چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

متوسط - ۱۴۰۰ smart-

۱) ۸۵٫۲۵

۲) ۷۰٫۷۵

۳) ۷۵٫۵

۴) ۷۸٫۷۵

پاسخنامه تشریحی

۱ اگر سرعت اولیه را v_0 و سرعت در نیمه مسیر را v_1 و سرعت در انتهای مسیر را v_2 فرض کنیم، می توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} v_2^2 - v_0^2 = 2a\left(\frac{x}{2}\right) \Rightarrow v_2^2 - 0 = ax \\ v_2^2 - v_1^2 = 2a\left(\frac{x}{2}\right) \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = ax \end{array} \right\} \Rightarrow v_2^2 = v_1^2 + v_1^2$$

$$\Rightarrow 2v_2^2 = v_1^2 \Rightarrow \sqrt{2}v_1 = v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} = \frac{12}{\sqrt{2}} = 6\sqrt{2} \frac{m}{s}$$

۲ در ابتدا با توجه به شیب هر خط، معادله مربوط به آن خط را نوشته، با قرار دادن t در هر معادله v مربوط به آن لحظه را یافته و در نهایت شتاب متوسط را محاسبه می کنیم.

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \xrightarrow{t=0 - t=5} v = 2t \xrightarrow{t=2} v_1 = 4 \\ \xrightarrow{t=10 - t=14} v - 10 = -\frac{10}{4}(t - 10) \xrightarrow{t=12} v_2 = 5 \end{array} \right. \Rightarrow a_{av} = \frac{5 - 4}{10} = \frac{1}{10} \frac{m}{s^2}$$

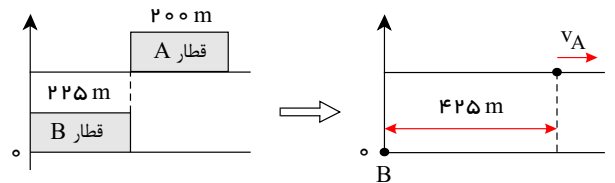
۳

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \Rightarrow 0 - 12 = \frac{0 + v_0}{2} \times 4 \Rightarrow v_0 = -6 \frac{m}{s}$$

با توجه به شکل سهمی و اینکه رأس سهمی در $t = 4$ است، سرعت در $t = 8s$ هم اندازه سرعت در لحظه صفر است، پس: $v = +6 \frac{m}{s}$

۴ انتهای قطار B در حالت سکون را به عنوان مبدأ مختصات در نظر می گیریم. چون می خواهیم لحظه ای را بیابیم که قطار B به طور کامل از قطار A سبقت گرفته است، بنابراین معادله حرکت قطار B را نسبت به نقطه انتهایی آن و معادله حرکت قطار A را نسبت به نقطه ابتدایی آن می نویسیم. در این صورت در لحظه ای که قطار B به طور کامل از قطار A سبقت می گیرد، این دو نقطه برهم منطبق می شوند.

$$x_A = 40t + 425 \quad (I)$$



حرکت قطار B از دو قسمت تشکیل شده است، ابتدا با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می کند تا سرعتش به $50 \frac{m}{s}$ برسد. قطار B این کار را در مدت $t = \frac{v}{a} = \frac{50}{2} = 25s$ انجام می دهد و

طی آن مسافت $\Delta x = \frac{v^2}{2a} = \frac{50^2}{2 \times 2} = 625m$ را طی می کند. سپس با سرعت $50 \frac{m}{s}$ به مسیر خود ادامه می دهد. دقت کنید طی $25s$ ابتدایی حرکت، قطار B از قطار A سبقت نمی گیرد؛ بنابراین:

$$x_B = 50(t - 25) + 625 \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I), (II)} x_A = x_B \Rightarrow 40t + 425 = 50(t - 25) + 625 \Rightarrow 10t = 1050 \Rightarrow t = 105s$$

۵ با توجه به اینکه نمودار $x - t$ ، دو متحرک خط راست می باشد در نتیجه هر دو حرکت با سرعت ثابت انجام می دهند. پس ابتدا معادله حرکت دو متحرک را می نویسیم و مختصات نقاط داده شده را در آنها جایگذاری می کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_A = v_A t + x_{0A} \\ x_B = v_B t + x_{0B} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 650 = v_A \times 30 + x_{0A} \\ 600 = v_B \times 30 + x_{0A} + 430 \end{array} \right.$$

با کم کردن دو معادله از یکدیگر داریم:

$$50 = 30(v_A - v_B) - 430 \Rightarrow 480 = 30(v_A - v_B) \Rightarrow v_A - v_B = 16 \frac{m}{s}$$

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 - (-40)}{10} = \frac{60}{10} = 6 \frac{m}{s}$$

۷ در مدت زمان واکنش راننده (t_1) متحرک با سرعت ثابت ($v = 108 \frac{km}{h} = 30 \frac{m}{s}$) حرکت می کند و در مدت زمان ترمز (t_2) اتومبیل با شتاب ثابت (کندشونده) حرکت می کند.

$$\Delta x_1 = vt_1 \Rightarrow 15 = 3 \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{2} s$$

برای محاسبه زمان حرکت متحرک در مرحله دوم از معادله $v = at + v_0$ استفاده می‌کنیم.

$$v = a_p t_p + v_0 \xrightarrow[v_0 = 30]{v=0} 0 = (-3)t_p + 30 \Rightarrow t_p = 10 s$$

$$\frac{t_p}{t_1} = \frac{10}{\frac{1}{2}} = 20 \text{ برابر است با: } \frac{t_p}{t_1}$$

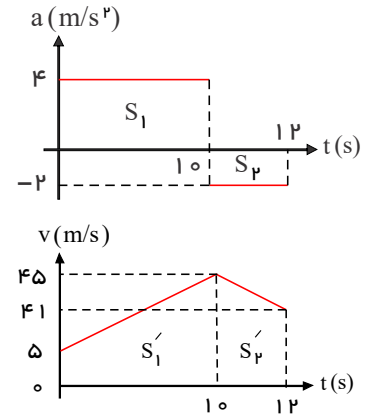
برای حل این تست بهترین روش رسم نمودار سرعت - زمان از روی نمودار شتاب - زمان می‌باشد. ۱ ۲ ۳ ۴ ۸

$$S_1 = \Delta v = v_{10} - v_0 \Rightarrow 40 = v_{10} - 5 \Rightarrow v_{10} = 45$$

$$S_p = \Delta v = v_{12} - v_{10} \Rightarrow -4 = v_{12} - 45 \Rightarrow v_{12} = 41$$

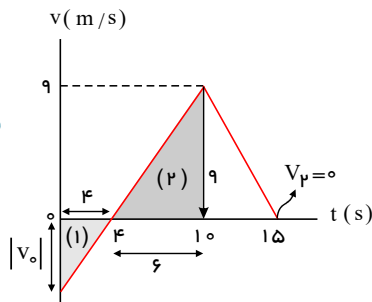
$$\Delta x = S'_1 + S'_p = \frac{(5 + 45) \times 10}{2} + \frac{(45 + 41) \times 2}{2} = 336 m$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{336}{12} = 28 \frac{m}{s}$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۹

برای محاسبه شتاب متوسط از روی نمودار سرعت - زمان، از رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_p - v_1}{t_p - t_1}$ استفاده می‌کنیم. به همین منظور کافی است تا به کمک تشابه مثلث‌ها، سرعت در لحظه $t = 0$ را به دست آوریم:



$$(2) \text{ و } (1) : \text{ تشابه مثلث‌های } \frac{4}{10-4} = \frac{|v_0|}{9} \Rightarrow |v_0| = 6 \frac{m}{s}$$

همان‌طور که از روی نمودار مشخص است، v عددی منفی است و می‌توان نوشت:

$$a_{av} = \frac{0 - (-6)}{15 - 0} = 0.4 \frac{m}{s^2} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow v_0 = -6 \frac{m}{s} \\ t_p = 15 s \Rightarrow v_p = 0 \end{cases}$$

در ابتدا متحرک A به دلیل سرعت کمتر از متحرک B عقب می‌افتد. جابه‌جایی متحرک‌ها را تا لحظه $t = 11 s$ به دست می‌آوریم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰

$$\begin{cases} \Delta x_A = \frac{2 + 12}{2} \times 5 + 12 \times (11 - 5) = 35 + 72 = 107 m \\ \Delta x_B = 10 \times 11 = 110 m \end{cases}$$

در لحظه $t = 11 s$ متحرک A هنوز به متحرک B نرسیده است و ۳m از آن عقب‌تر است. فرض می‌کنیم در مدت t_0 بعد از لحظه $t = 11 s$ ، متحرک A به B برسد.

$$a_B = \frac{0 - 10}{16 - 11} = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{cases} \Delta x_B = \frac{1}{2} a_B t_0^2 + v_{0B} t_0 = -t_0^2 + 10 t_0 \\ \Delta x_A = v_A t_0 = 12 t_0 \end{cases}$$

$$\Delta x_A = \Delta x_B + 3 \Rightarrow 12 t_0 = (-t_0^2 + 10 t_0) + 3$$

$$\Rightarrow t_0^2 + 2 t_0 - 3 = 0 \Rightarrow t_0 = 1 s$$

بنابراین A در لحظه $t = t_0 + 11 s$ یعنی در لحظه $t' = 12 s$ به B می‌رسد.

روش اول: سرعت اولیه متحرک را v_0 در نظر می‌گیریم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} (2) (2)^2 + v_0 \times 2 = 4 + 2 v_0$$

$$\Delta x_p = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times (-2) (3)^2 + (4 + v_0) \times 3 \Rightarrow \Delta x_p = -9 + 12 + 3 v_0 = 3 + 3 v_0$$

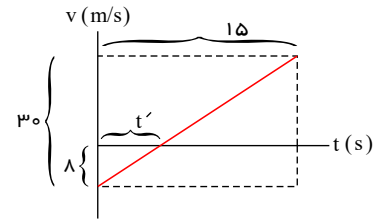
سرعت متحرک بعد از دو ثانیه

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 2 \times 2 + v_0 = 4 + v_0$$

۱۲) در ابتدا لحظه تلاقی نمودار با محور زمان (t') که همان لحظه تغییر جهت نیز هست را می‌یابیم.

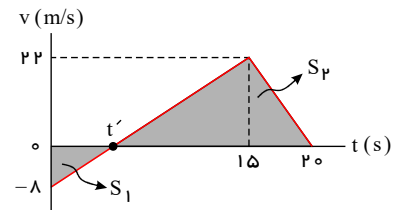
توجه: برای یافتن t' چندین روش وجود دارد. مثلاً می‌توان از قضیه تالس هم کمک گرفت (یا از شیب خط استفاده کرد).

$$\frac{t'}{15} = \frac{8}{30} \Rightarrow t' = 4s$$



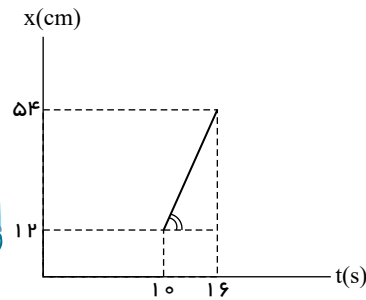
قدرمطلق سطح زیر نمودار $v-t$ ، برابر مسافت پیموده شده است.

$$\left. \begin{aligned} |S_1| &= \frac{8 \times 4}{2} = 16 \\ S_2 &= \frac{30 \times (30-4)}{2} = 176 \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{مسافت کل}} 16 + 176 = 192m$$



۱۳) شیب نمودار مکان - زمان سرعت متحرک است، بنابراین بیشینه سرعت برابر بیشترین شیب خط مماس بر نمودار است که با توجه به نمودار بیشترین شیب

نمودار شیب خط راست بین $t_1 = 10(s)$ تا $t_2 = 16(s)$ است، بنابراین داریم:



$$\text{شیب بیشینه} = v_{\max} = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{54 - 12}{16 - 10} = \frac{42}{6} = 7 \frac{m}{s}$$

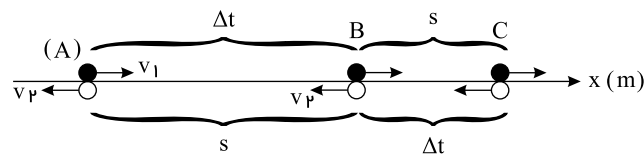
۱۴) با توجه به نمودار، شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ در لحظه $t = 0$ برابر صفر است، پس $v_0 = 0$ است.

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \Rightarrow 10 = \frac{1}{2}a(6)^2 + 0 - 8 \Rightarrow a = 1$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \Rightarrow 0 = \frac{1}{2} \times t^2 - 8 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4$$

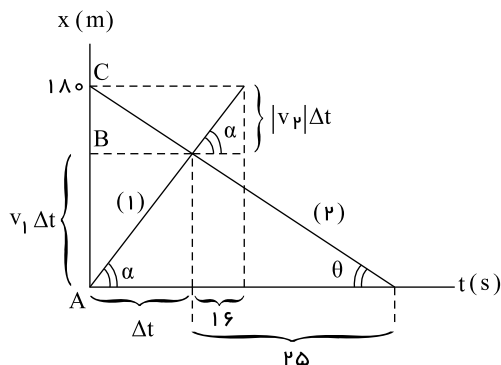
$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 1 \times 4 + 0 = 4 \frac{m}{s}$$

۱۵) این تست سالیان بسیار قبل در کنکور (البته با محاسبات ساده‌تر) مطرح شده بود و تست بسیار جالبی است. می‌خواهیم یک روش خلاقانه ارائه کنیم!



کافی است امتداد مسیر را منطبق بر محور x گرفته و نمودار $x-t$ دو متحرک را در یک دستگاه رسم

کنیم. شیب خط مماس بر نمودار ($x-t$) برابر سرعت (لحظه‌ای) در آن لحظه است.



$$V_A^r - V_o^r = ra(\Delta x) \longrightarrow (12)^r - 0 = (2)(2)\Delta x \rightarrow \Delta x_{OA} = 36m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸

روش اول:

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

$$\Delta x_1 = 13m \quad \Delta x_2 = 13 + at^r \quad \Delta x_3 = 13 + 2at^r$$

$$\Delta x_3 = 13 + 2at^r \xrightarrow[t=2s]{\Delta x_3=25m} 25 = 13 + 2a \rightarrow a = 1,5 \frac{m}{s^2}$$

روش دوم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^r + v_o t$$

$$t = 2s \Rightarrow \Delta x(\text{دو ثانیه اول}) = 2a + 2v_o = 13 \Rightarrow a + v_o = 6,5(I)$$

$$\begin{cases} t = 4s \Rightarrow \Delta x_4 = 18a + 4v_o \\ t = 6s \Rightarrow \Delta x_6 = 18a + 6v_o \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x(\text{دو ثانیه سوم}) = \Delta x_6 - \Delta x_4 = 10a + 2v_o = 25 \Rightarrow 5a + v_o = 12,5(II)$$

$$I, II \Rightarrow 4a = 12,5 - 6,5 \Rightarrow a = 1,5 \frac{m}{s^2}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹ دو ثانیه دوم، یعنی ۲ ثانیه بین $t_1 = 2s$ و $t_2 = 4s$ بنابراین داریم:

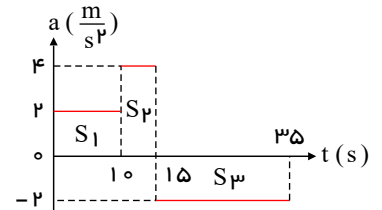
$$v = at^r - 4t - 2 \rightarrow \begin{cases} t_1 = 2s \rightarrow v_1 = 2 \times 2^r - 4 \times 2 - 2 \rightarrow v_1 = -2 m/s \\ t_2 = 4s \rightarrow v_2 = 2 \times 4^r - 4 \times 4 - 2 \rightarrow v_2 = 14 m/s \end{cases}$$

$$\rightarrow a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{14 - (-2)}{4 - 2} = \frac{16}{2} = 8 \frac{m}{s^2}$$

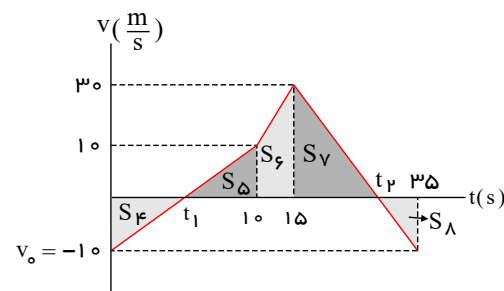
۱ ۲ ۳ ۴ ۲۰ با رسم نمودار سرعت - زمان از روی نمودار شتاب - زمان و بررسی سطح زیر نمودار سرعت - زمان می‌توانیم بیشترین فاصله از مبدأ را تعیین کنیم.

سطح زیر نمودار شتاب - زمان برابر تغییرات سرعت می‌باشد.

$$\begin{aligned} S_1 &= v_{10} - v_o \Rightarrow 20 = v_{10} - (-10) \Rightarrow v_{10} = 10 \frac{m}{s} \\ S_2 &= v_{15} - v_{10} \Rightarrow 20 = v_{15} - 10 \Rightarrow v_{15} = 30 \frac{m}{s} \\ S_3 &= v_{35} - v_{15} \Rightarrow -40 = v_{35} - 30 \Rightarrow v_{35} = -10 \frac{m}{s} \end{aligned}$$



$$\frac{30}{t_r - 15} = \frac{10}{35 - t_r} \Rightarrow t_r = 30s$$

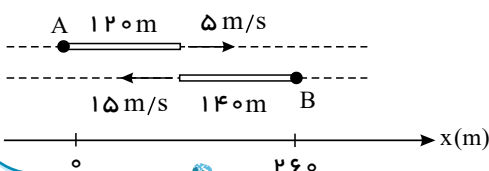


در لحظه $t_r = 30s$ متحرک در بیشترین فاصله از مکان اولیه‌اش (مبداء) قرار دارد.

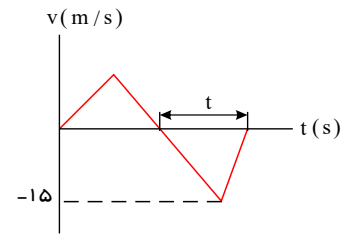
$$d_{max} = -S_4 + S_5 + S_6 + S_7 = \frac{10 + 30}{2} \times (15 - 10) + \frac{30 \times (30 - 15)}{2} = 325m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱ در حرکت تندشونده همواره قدرمطلق (اندازه‌ی) سرعت زیاد می‌شود که تنها در گزینه (۱) این‌گونه است. به عبارتی در حرکت تندشونده، همواره نمودار $v - t$ از محور زمان دور می‌شود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۲ لحظه رسیدن قطارها به هم:



$$|\Delta x| = S = \frac{15 \times t}{2} \Rightarrow |v_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{\frac{15 \times t}{2}}{t} = 7.5 \frac{m}{s}$$



نکته: سطح زیر نمودار $a-t$ برابر Δv می‌باشد. ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۵

با توجه به نمودار ارائه شده در متن سؤال، مشخص است که شتاب متحرک در بازه‌ی زمانی نشان داده شده همواره مثبت است. برای به‌دست آوردن علامت سرعت سطح زیر منحنی را در فاصله‌ی زمانی نشان داده شده به‌دست می‌آوریم.

$$S_{(0-5)} = \Delta v = \frac{4 \times 5}{2} = 10 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v = 10 \Rightarrow v_5 - v_0 = 10 \Rightarrow v_5 - (-6) = 10 \Rightarrow v_5 = 4 \frac{m}{s}$$

اکنون با بررسی علامت سرعت و شتاب در این بازه‌ی زمانی داریم:

$$\text{لحظه‌ی شروع بازه زمانی} \begin{cases} a_0 = 4 > 0 \\ v_0 = -6 < 0 \end{cases} \rightarrow a \cdot v < 0 \text{ کندشونده}$$

$$\text{لحظه‌ی پایان بازه زمانی} (t=5) \begin{cases} a > 0 \\ v_5 = 4 \end{cases} \rightarrow a \cdot v > 0 \text{ تندشونده}$$

از لحظه $t=0$ تا لحظه $t=6$ نمودار $v-t$ خطی راست با شیب ثابت است، پس در این حالت، شتاب متحرک در هر لحظه با شتاب متوسط متحرک در هر بازه‌ی بین $t=0$ و $t=6s$ یکسان و برابر شیب خط است یعنی: ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۶

$$a_{av(3-6)} = a_{av(0-4)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 12}{4 - 0} = -3 \Rightarrow |a_{av}| = 3 \frac{m}{s^2}$$

جهت مثبت را برای هر متحرک به‌طور جداگانه همان جهت حرکت خود فرض می‌کنیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۷

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 + v_{01} t = \frac{1}{2} \times 2 t^2 + 10 t = t^2 + 10 t$$

$$\Delta x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2 + v_{02} t = \frac{1}{2} \times 4 t^2 + 20 t = 2 t^2 + 20 t$$

$$|\Delta x_1| + |\Delta x_2| = 1125 \Rightarrow 3 t^2 + 30 t = 1125$$

$$\Rightarrow t^2 + 10 t - 375 = 0 \Rightarrow t = \frac{-10 \pm \sqrt{100 + 1500}}{2} = \frac{-10 \pm 40}{2}$$

$$\Rightarrow t_1 = 15s, t_2 = -25s \Rightarrow t = 15s$$

برای پیدا کردن مدت زمان حرکت در هر مرحله از رابطه $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$ استفاده می‌کنیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۸

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

$$v_{av} = \frac{\frac{1}{2}x + \frac{1}{2}x}{\frac{1}{24}x + \frac{1}{16}x} = \frac{x}{\frac{x}{24} + \frac{x}{16}} = \frac{x}{\frac{4x + 3x}{96}} = \frac{24 \times 16}{40} = 9.6$$

می‌دانیم شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه برابر شتاب حرکت در همان لحظه می‌باشد و هنگامی که شیب خط مماس مثبت است، شتاب نیز مثبت (در جهت مثبت محور) می‌باشد که در بازه‌های $(0 \text{ تا } t_1)$ و $(t_2 \text{ تا } t_3)$ اینچنین است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۹

با توجه به نمودار در لحظه‌های $t_1 = 1s$ و $t_2 = 4s$ مکان متحرک در $X_1 = 0$ و $X_2 = -6$ است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۰

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-6 - 0}{4 - 1} = -2 \frac{m}{s}$$

معادله مکان - زمان درجه ۲ برحسب زمان است. بنابراین حرکت با شتاب ثابت بر خط راست است. (مشابه کتاب درسی از مشتق کمک نمی‌گیریم). ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۱

$$\begin{cases} x = 2t^2 + 4t - 8 \\ x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{a}{2} = 2 \rightarrow a = +4 \\ v_0 = +4 \end{cases} \rightarrow v = at + v_0 = 4t + 4$$

مشخص است که $v \neq 0$ یعنی متحرک بر خط راست، بدون تغییر جهت است.

$$\text{بنابراین: } \frac{L}{|\Delta x|} = 1$$

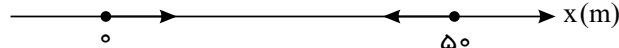
قدر مطلق سرعت در حال افزایش است (حرکت تندشونده است). همچنین شیب خط مماس بر منحنی (شتاب) ثابت نیست و در حال کاهش است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۲

در لحظه سبقت، مکان دو متحرک یکسان و برابر ۷۵ متر است، پس معادله حرکت هریک را می‌نویسیم و با هم مساوی قرار می‌دهیم ۱ ۲ ۳ ۴ ۳۳

$$x_A = x_B = 75 \left\{ \begin{array}{l} \text{در لحظه سبقت: } t = 10 \text{ s} \\ x_A = 0.75t^2 = 75 \rightarrow t = 10 \text{ s} \\ x_B = \frac{1}{2}a_B \times 10^2 - 75 = 75 \rightarrow a_B = 3 \text{ m/s}^2 \end{array} \right. \rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{3 \times 10}{1.5 \times 10} = 2$$

در بازه زمانی ذکر شده، سرعت مثبت است، پس جهت حرکت در جهت محور x است. یعنی در خلاف جهت محور x نیست. (۱) (۲) (۳) (۴) (۳۴)

برای حل سوال ابتدا باید سرعت‌ها را برحسب $\frac{m}{s}$ بنویسیم. سپس معادله حرکت هریک را می‌نویسیم و در نهایت زمان موردنظر را محاسبه می‌کنیم. (۱) (۲) (۳) (۴) (۳۵)

$$72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s} \quad 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$$


$$x_1 = 20t + 0$$

$$x_2 = -10t + 50$$

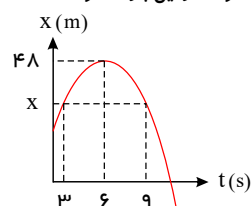
فاصله متحرک‌ها پس از عبور از کنار هم به ۵۵۰ می‌رسد.

$$x_1 - x_2 = 550 \Rightarrow 30t - 50 = 550 \Rightarrow t = 20 \text{ s}$$

منحنی به صورت سهمی است، بنابراین نسبت به رأس سهمی ($t = 6 \text{ s}$) تقارن دارد. پس مکان متحرک در لحظات $t = 3$ و $t = 9$ یکسان می‌باشد و جابه‌جایی (۱) (۲) (۳) (۴) (۳۶)

متحرک در این بازه صفر است.

$$\Delta x_{(3 \rightarrow 9)} = 0$$



روش‌های متفاوتی وجود دارد. می‌توان از رسم نمودار ($v - t$) و یافتن مساحت سطح زیر نمودار ($v - t$) استفاده نمود. (۱) (۲) (۳) (۴) (۳۷)

یک روش، مشخص نمودن سرعت در ابتدا و انتهای بازه‌های زمانی داده شده و یافتن جابه‌جایی‌های انجام شده در بازه است:

$$(10 \text{ s در بازه زمانی صفر تا } 10 \text{ s}) \Rightarrow \begin{cases} v_{(10)} = at + v_0 = (-2)(10) + 30 = 10 \text{ m/s} \\ v_{(0)} = 30 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$(15 \text{ s در بازه زمانی } 10 \text{ s تا } 15 \text{ s}) \Rightarrow \Delta x_1 = v \Delta t = v_{(10)} \Delta t = 10 \times 5 = 50 \text{ m}$$

$$(30 \text{ s در بازه زمانی } 15 \text{ s تا } 30 \text{ s}) \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_2 = \left(\frac{10 + 40}{2} \right) (15) = 25 \times 15 = 375 \\ v_{(15)} = v_{(10)} = 10 \text{ m/s} \\ v_{(30)} = v_{(15)} + 2 \times 15 = 10 + 30 = 40 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\text{کل } \Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 50 + 375 = 425 \rightarrow v_{av} = \frac{425}{20} = 21.25$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۳۸)

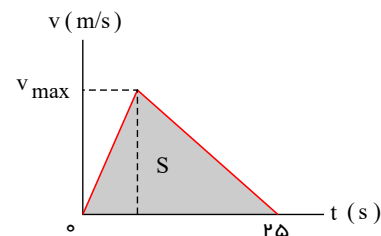
می‌دانیم که در این سوال که متحرک فقط در یک جهت حرکت کرده (همواره $v > 0$) و نمودار $v - t$ آن به صورت یک مثلث است. سرعت متوسطش، نصف ارتفاع مثلث است. یعنی:

$$v_{av} = \frac{1}{2} v_{\max} \xrightarrow{V_{av} = 10 \frac{m}{s}} 10 = \frac{1}{2} v_{\max} \rightarrow v_{\max} = 20 \frac{m}{s}$$

$$\frac{\text{ارتفاع} \times \text{قاعده}}{2} = \Delta x = S_{\text{مثلث}}$$

$$\Delta x = 10 \times 25 = 250$$

$$\frac{v \times 25}{2} = 10 \times 25 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$



ابتدا (t) لحظه‌ای را که تا آن لحظه متحرک در جهت محور x حرکت کرده است را به دست می‌آوریم: (۱) (۲) (۳) (۴) (۳۹)

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-8 - 16}{18} = \frac{-24}{18} = -\frac{4}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$v_A = a_A t + v_{0A} \xrightarrow{v_t=0} 0 = -\frac{4}{3}t + 16 \rightarrow t = 12 \text{ s}$$

$$a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-8 - (-20)}{18} = \frac{12}{18} = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_B = \frac{1}{2} a_B t^2 + v_{0B} t \xrightarrow{t'=12 \text{ s}} \Delta x_B = \left(\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times 12^2 \right) + (-20 \times 12) = 48 - 240 = -192 \text{ m}$$

اکنون جابه‌جایی متحرک B را در مدت 12 s به دست می‌آوریم:

هستند. بنابراین در این تست:

شیب خط مماس بر نمودار $(v - t)$ به ما شتاب لحظه‌ای را می‌دهد. با توجه به نمودار داده شده بزرگی شیب خط مماس بر نمودار ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. پس همین اتفاق هم برای F_{net} می‌افتد. (در بازه زمانی t_1 تا t_2)

۴۱) روش اول: برای یافتن جابه‌جایی در دو ثانیه اول با داشتن معادله حرکت کافی است با جایگزینی $t = 0$ و $t = 2s$ ، x_0 و x_2 را به دست آوریم و از رابطه $\Delta x = x_2 - x_0$ ، جابه‌جایی را حساب کنیم، بنابراین داریم:

$$x = 2t^2 + 6t - 2 \rightarrow \begin{cases} t = 0 \Rightarrow x_0 = -2m \\ t = 2s \rightarrow x_2 = 2 \times (2)^2 + 6 \times (2) - 2 = 26m \end{cases}$$

$$\Delta x = x_2 - x_0 = 26 - (-2) = 28m$$

روش دوم: در تابع $x = 2t^2 + 6t - 2$ ، مقدار ثابت تابع یعنی -2 همان x_0 است و جابه‌جایی در t ثانیه اول از رابطه $\Delta x = 2t^2 + 6t$ قابل محاسبه خواهد بود.

$$\Delta x = 2t^2 + 6t \xrightarrow{t=2s} \Delta x = 2 \times (2)^2 + 6 \times (2) = 28m$$

دقت کنید اگر صرفاً مقدار تابع را به ازای $t = 2s$ به دست آورده باشید درواقع شما مکان متحرک در $t = 2s$ یعنی $x = 26m$ را حساب کردید نه جابه‌جایی را. در این صورت به گزینه اشتباه ۳ می‌رسید.

۴۲) اگر سرعت اولیه را v_0 فرض کنیم، سرعت در لحظه $t = 6s$ (وسط زمان حرکت) برابر $\frac{v_0}{2}$ است.

$$\Delta x_1 = \frac{v_0 + \frac{v_0}{2}}{2} \times 6 = 4.5v_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = 3$$

$$\Delta x_2 = \frac{\frac{v_0}{2} + 0}{2} \times 6 = 1.5v_0$$

۴۳) ۱ ۲ ۳ ۴

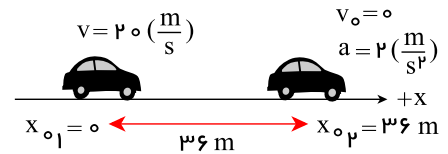
$$x_1 = vt + x_{01} = 20t$$

$$x_2 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_{02} = \frac{1}{2} \times 2t^2 + 0 + 36 = t^2 + 36$$

$$x_2 = x_1 \Rightarrow t^2 + 36 = 20t \Rightarrow t^2 - 20t + 36 = 0$$

$$\Rightarrow (t - 2)(t - 18) = 0$$

$$\Rightarrow t_1 = 2s, t_2 = 18s \Rightarrow \Delta t = 16s$$



۴۴) با استفاده از رابطه $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ ، شتاب و سرعت اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$x = -2t^2 + 12t - 40 \rightarrow a = -4, v_0 = 12 \frac{m}{s}$$

برای محاسبه مسافت طی شده باید ابتدا لحظه توقف متحرک را به دست بیاوریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = -4t + 12 \xrightarrow{v=0} 0 = -4t + 12 \Rightarrow t = 3(s)$$

شرط توقف

حال مکان متحرک را در لحظات ابتدا، انتها و لحظه توقف به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow x_1 = -40 \quad (1) \\ t_2 = 3 \rightarrow x_2 = -22 \quad (2) \\ t_3 = 5 \rightarrow x_3 = -30 \quad (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} (1), (2) \\ (2), (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \rightarrow \Delta x_1 = -22 - (-40) = 18 \\ \rightarrow \Delta x_2 = -30 - (-22) = -8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow d = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| = 26$$

مسافت طی شده برابر مجموع اندازه‌ی جابه‌جایی‌های دو مرحله می‌باشد.

۴۵) ۱ ۲ ۳ ۴

با نوشتن معادله جابه‌جایی برای ثانیه اول و دو ثانیه اول، می‌توان نسبت آنها را پیدا کرد.

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$\begin{cases} t = 1s \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2}a \times 1^2 = \frac{1}{2}a \quad (\text{ثانیه اول}) \\ t = 2s \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{1}{2}a \times 2^2 = 2a \quad (\text{دو ثانیه اول}) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جابه‌جایی دو ثانیه اول}}{\text{جابه‌جایی ثانیه دوم}} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_2 - \Delta x_1} = \frac{2a}{1.5a} = \frac{4}{3}$$

۴۶) ۱ ۲ ۳ ۴

فرض کنیم لحظه موردنظر $t' = t$ است.

$$B: x_B = \frac{1}{2}a_B t^2 + v_{oB}t + x_{oB}$$

$$A: x_A = v_A t + x_{oA}$$

در $t = 4s$ و $t = 12s$ $x_A = x_B$ است:

$$t = 4s \Rightarrow \frac{1}{2}a_B \times 4^2 + v_{oB} \times 4 = v_A \times 4 + x_{oA} \quad (1)$$

$$t = 12s \Rightarrow \frac{1}{2}a_B \times 12^2 + v_{oB} \times 12 = v_A \times 12 + x_{oA} \quad (2)$$

$$(2) - (1) \Rightarrow \frac{1}{2}a_B(144 - 16) + 8v_{oB} = 8v_A \Rightarrow 64a_B + 8v_{oB} = 8v_A$$

$$\text{از طرفی: } \begin{cases} \lambda a_B + v_{oB} = v_A = \text{ثابت} \\ v_B = a_B t + v_{oB} \end{cases} \Rightarrow \lambda a_B + v_{oB} = a_B t' + v_{oB} \Rightarrow t' = 8s$$

روش دوم:

چون نمودار B قسمتی از یک سهمی است، پس حرکت B شتابدار با شتاب ثابت است.

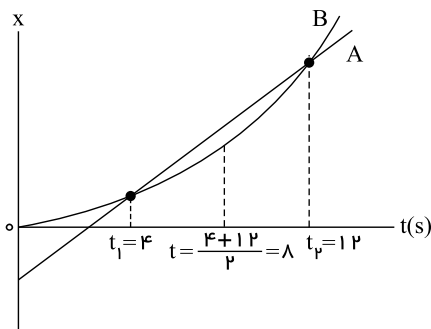
از طرف دیگر می‌دانیم که شیب خط A که دو نقطه از نمودار B را قطع کرده برابر سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه $t_1 = 4s$ و $t_2 = 12s$ است.

پس تا اینجا دریافتیم که:

$$V_A = V_{avB}$$

و اما همه می‌دانیم که در حرکت با شتاب ثابت، V_{av} بین دو لحظه t_1 و t_2 برابر است با V در لحظه $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$

حال با این مقدمه می‌دانیم که



یعنی در لحظه $t = 8s$ سرعت متحرک B با سرعت متحرک A هم‌اندازه است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۷

می‌دانیم که سطح محصور بین نمودار و محور زمان برابر جابه‌جایی متحرک است. در اینجا با توجه به تقارن نمودار داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10 - 10}{3 - 1} = \frac{-20}{2} = -10 \frac{m}{s^2}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\text{سطح زیر نمودار}}{\Delta t} = \frac{0}{\Delta t} = 0$$

سطح زیر نمودار در بازه‌ی ۱ تا ۳ ثانیه از دو قسمت با مساحت‌های مساوی تشکیل شده که یکی از آنها بالای محور افقی و مثبت است و دیگری در پایین محور افقی و منفی می‌باشد و بنابراین جمع جبری مساحت‌های آنها برابر صفر می‌شود.

روش اول: از لحظه $t = 6$ تا لحظه $t = 0$ t برمی‌گردیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۴۸

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_{oB}t \xrightarrow{v_{oB}=0, t=6s} 18 = \frac{1}{2}a(6)^2 \rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

روش دوم:

نمودار مکان - زمان یک سهمی است بنابراین حرکت بر روی محور x ، با شتاب ثابت است؛ در بازه زمانی صفر تا $t = 6s$ داریم:

$$\Delta x = \frac{v + v_o}{2} \Delta t \rightarrow 0 - 18 = \left(\frac{0 + v_o}{2}\right)(6) = 3v_o \rightarrow v_o = -6 m/s$$

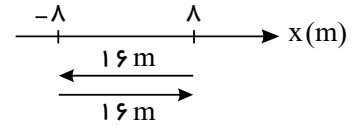
$$v = at + v_o \rightarrow 0 = a \times 6 + (-6) \rightarrow a = 1 m/s^2$$

روش سوم:

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2}at^2 + v_{oB}t + x_{oB} \\ v = at + v_{oB} \end{cases} \xrightarrow{\text{در بازه زمانی صفر تا ۶s}} \begin{cases} 0 = \frac{1}{2}a \times 6^2 + v_{oB} \times 6 + 18 \\ 0 = a \times 6 + v_{oB} \end{cases} \rightarrow a = 1 m/s^2$$

$$\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 8m \\ t_p = 2s \Rightarrow x_p = -8m \\ t_p = 4s \Rightarrow x_p = 8m \end{cases}$$

کل مسافت طی شده $= 16m + 16m = 32m$



روش اول: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵۰

در $t = 2$ ، سرعت صفر است. در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_p = 2s$ داریم:

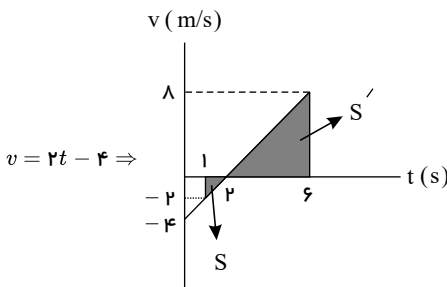
$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = 2a + v_0 \Rightarrow v_0 = -2a \quad (*)$$

$$v_{av} = \frac{x(t=4) - x(t=0)}{4 - 0} = 3 \Rightarrow \Delta x_{(1s-4s)} = 16m \quad (**)$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \xrightarrow{(*)} x = \frac{1}{2}at^2 - 2at + x_0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 1s \Rightarrow x_1 = \frac{a}{2} - 2a + x_0 = -\frac{3}{2}a + x_0 \\ t_p = 4s \Rightarrow x_p = 8a - 12a + x_0 = -4a + x_0 \end{cases} \xrightarrow{(**)} \Delta x = 16m = 7a \Rightarrow a = \frac{16}{7} \frac{m}{s^2}$$

$$\xrightarrow{(*)} v_0 = -4 \frac{m}{s} \Rightarrow v = 2t - 4$$

از رسم نمودار $(v - t)$ کمک می‌گیریم:



$$\begin{cases} t_1 = 1s \Rightarrow v_1 = -2 \frac{m}{s} \\ t_p = 4s \Rightarrow v_p = 8 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow L = S + S' = \frac{1}{2} \times 2 \times 1 + \frac{1}{2} \times 8 \times 4 = 1 + 16 = 17m$$

روش دوم:

$$2s \text{ تا } 4s \text{ در بازه زمانی صفر تا } v = at + v_0 \Rightarrow 0 = 2a + v_0 \Rightarrow v_0 = -2a$$

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{(at + v_0) + v_0}{2} = \frac{1}{2}at + v_0$$

در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_p = 4s$ ، در رابطه فوق:

$$v_{av} = 3 = \frac{1}{2}a(4 - 0) + v_1 \xrightarrow{v_1 = v(t_1=1s) = (-2)} 3 = \frac{2}{1}a - 2 \Rightarrow \begin{cases} a = 2 \frac{m}{s^2} \\ v_0 = -4 \frac{m}{s} \end{cases}$$

باقی راه حل شبیه روش اول است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۱ حرکت نسبت به لحظه تغییر جهت تقارن دارد (لحظه $t = 4s$). بنابراین در لحظه $t = 8s$ بزرگی سرعت برابر سرعت اولیه می‌شود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۲ (۱) در بازه $0 < t < 1s$ اندازه سرعت کاهش می‌یابد و حرکت کندشونده و در بازه $1s < t < 2s$ اندازه سرعت افزایش می‌یابد و حرکت تندشونده است.

(۲) در لحظه $t = 2s$ جهت شتاب عوض شده است و در لحظه‌های $t = 1s$ و $t = 3s$ جهت حرکت عوض شده است.

(۳) در بازه $0 < t < 1s$ (ثانیه اول) سرعت منفی است و حرکت خلاف جهت محور x است.

(۴) شیب خط مماس بر نمودار (شتاب) ثابت نیست.

روش اول: ابتدا شتاب حرکت را با بررسی جابه‌جایی بین $t = 0$ و $t = 2$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 8 = \frac{1}{2} \times a \times 2^2 \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

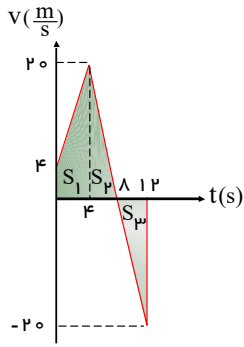
$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 4t + 0 \xrightarrow{t=2} v = 8 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \times \Delta t \Rightarrow 8 = \frac{0 + v_2}{2} \times 2 \Rightarrow v_2 = 8 \frac{m}{s}$$

روش دوم:

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۳ برای حل این تست، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول (رسم نمودار سرعت - زمان):

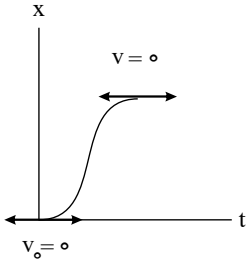


گام دوم (محاسبه مسافت طی شده توسط متحرک در بازه زمانی $(0 \leq t \leq 12s)$):

می‌دانیم که مسافت طی شده برابر قدر مطلق سطح زیر نمودار سرعت - زمان است؛ بنابراین با توجه به نمودار سرعت - زمان مقابل داریم:

$$\text{مسافت طی شده} = |S_1| + |S_2| + |S_3| = \frac{(20 + 4) \times 4}{2} + \frac{4 \times 20}{2} + \frac{4 \times 20}{2} = 128m$$

می‌خواهیم نمودار مکان - زمان متحرکی را رسم کنیم که سرعت آن در آغاز و پایان حرکت صفر باشد. (۱) (۲) (۳) (۴) (۵۵)



بنابراین باید به دنبال نموداری باشیم که شیب مماس در آغاز و پایان حرکت صفر باشد (خط مماس افقی باشد) که این وضعیت فقط در گزینه ۲، برقرار است.

روش اول: (۱) (۲) (۳) (۴) (۵۶)

با توجه به نمودار $v_0 < 0$ و $a > 0$ است، پس تا اینجا گزینه‌های ۱ و ۳ صحیح هستند. از طرفی در لحظه $t = 15s$ ($t = 2t_s = 2 \times 7.5$) باید $v = v_0$ یعنی $\Delta v = 0$ باشد که فقط گزینه ۱ چنین است.

روش دوم:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$\begin{cases} t = 6s, x = 0 \Rightarrow 0 = 18a + 6v_0 + 54 \Rightarrow 3a + v_0 = -9 \\ t = 9s, x = 0 \Rightarrow 0 = \frac{81}{2}a + 9v_0 + 54 \Rightarrow 4.5a + v_0 = -6 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 1.5a = 3 \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2} \Rightarrow v_0 = -15 \frac{m}{s} \Rightarrow v = 2t - 15$$

بدیهی است که برای تعیین زمان حرکت در هر مرحله، باید از رابطه $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$ استفاده کنیم. (۱) (۲) (۳) (۴) (۵۷)

$$\bar{v} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{\frac{1}{3}x + \frac{2}{3}x}{\frac{1}{3}x + \frac{2}{3}x} = \frac{x}{\frac{1}{6}x + \frac{2}{9}x} = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{2}{9}} = \frac{1}{\frac{3+4}{18}} \Rightarrow \bar{v} = \frac{180}{7} \frac{m}{s}$$

با استفاده از تعریف شتاب متوسط داریم: (۱) (۲) (۳) (۴) (۵۸)

$$t = 12 \Rightarrow v = 0$$

$$t = 0 \Rightarrow v = -6$$

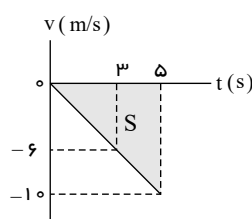
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-6)}{12} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \frac{m}{s^2}$$

روش اول: (۱) (۲) (۳) (۴) (۵۹)

متحرک تغییر جهت نداده است (همواره $v < 0$)، بنابراین مسافت طی شده با جابه‌جایی برابر است:

نمودار خطی است. در مدت $3s$ سرعت $6m/s$ تغییر کرده یعنی در هر ثانیه $2m/s$. پس در مدت $5s$ سرعت $10m/s$ تغییر کرده است: $v(t=5s) = -10m/s$ سطح زیر نمودار مسافت را به ما می‌دهد:

$$\text{مسافت } L = |S| = \frac{1}{2} \times 10 \times 5 = 25m$$



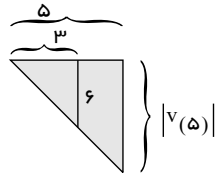
روش دوم:

بعد از یافتن $v(t=5) = -10m/s$ و اینکه حرکت شتابدار با شتاب ثابت روی مسیر مستقیم است:

$$L = |\Delta x| = \left| \frac{v(5) + v(0)}{2} \times \Delta t \right| = \left| \frac{-10 + 0}{2} \times 5 \right| = 25m$$

$$|v(\Delta)| \rightarrow \frac{6}{|v(\Delta)|} = \frac{3}{\Delta} \rightarrow |v(\Delta)| = 10 \text{ m/s}$$

ادامه راه مطابق روش های قبلی است.



$$L = |S| = \frac{1}{2} \times 10 \times \Delta = 25 \text{ m}$$

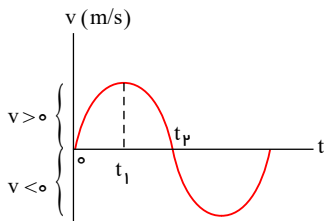
لطفاً روش های دیگر را خودتان امتحان کنید.

۶۰ ۴ ۳ ۲ ۱ از معادله مستقل از شتاب کمک می گیرید.

$$\Delta x = \frac{v_0 + v}{2} \Delta t \Rightarrow -12.5 - 0 = \frac{0 + v}{2} \times \Delta \Rightarrow v = -49 \text{ m/s} \Rightarrow |v| = 49 \text{ m/s}$$

 ۶۱ ۴ ۳ ۲ ۱ حرکت متحرک کندشونده بوده است و در $t = 4 \text{ s}$ تغییر جهت داده است. با توجه به تقارن حرکت با شتاب ثابت قبل و بعد از تغییر جهت، متحرک در $t = 8 \text{ s}$ در مکان اولیه اش $x = 4 \text{ m}$ قرار می گیرد.

۶۲ ۴ ۳ ۲ ۱


 از لحظه t_1 تا t_2 سرعت مثبت می باشد، بنابراین حرکت در جهت مثبت محور x ها است و چون شیب خط مماس بر نمودار که نشان دهنده شتاب است، منفی می باشد بنابراین $aV < 0$ یعنی حرکت کندشونده است. به عبارت دیگر چون قدر مطلق سرعت کم می شود بنابراین حرکت کندشونده است.

 ۶۳ ۴ ۳ ۲ ۱ اتومبیل از حالت سکون ($v_0 = 0$) با شتاب ثابت a_1 در مسیر مستقیم شروع به حرکت می کند و پس از مدتی بزرگی سرعت آن به v می رسد؛ پس از آن اتومبیل در همان جهت با شتاب ثابت a_2 حرکت خود را کند می کند تا پس از مدت زمانی سرعت آن به صفر برسد.

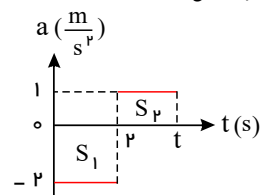
$$\begin{aligned} \text{مرحله اول حرکت: } v^2 - v_0^2 &= 2a_1 \Delta x_1 \Rightarrow v^2 - 0 = 2a_1 \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{v^2}{2a_1} \\ \text{مرحله دوم حرکت: } v^2 - v^2 &= 2a_2 \Delta x_2 \Rightarrow 0 - v^2 = 2a_2 \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{-v^2}{2a_2} \\ \Rightarrow \Delta x_1 &= 4 \Delta x_2 \Rightarrow \frac{v^2}{2a_1} = -4 \frac{v^2}{2a_2} \Rightarrow |a_2| = 4|a_1| \end{aligned}$$

۶۴ ۴ ۳ ۲ ۱ مجموع مسافت های طی شده توسط متحرک ها باید ۹۰۰ متر شود.

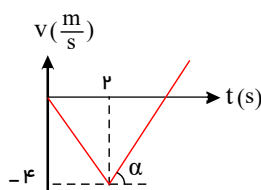
$$|\Delta x_1| + |\Delta x_2| = 900 \Rightarrow 20t + 25t = 900 \Rightarrow t = 20 \text{ s}$$

 ۶۵ ۴ ۳ ۲ ۱ روش اول: چون متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده و در لحظه تغییر جهت هم $v = 0$ می شود، پس باید در اینجا Δv یعنی سطح زیر نمودار صفر شود، یعنی:

$$\begin{aligned} S_1 &= \Delta v_1 = -2 \times 2 = -4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v_2 - v_0 &= -4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v_2 = -4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \Delta v_2 &= v_t - v_2 = S_2 \Rightarrow 0 - (-4) = 1 \times (t - 2) \Rightarrow t = 6 \text{ s} \end{aligned}$$



در لحظه ای که سرعت متحرک برابر صفر می شود جهت آن تغییر می کند.

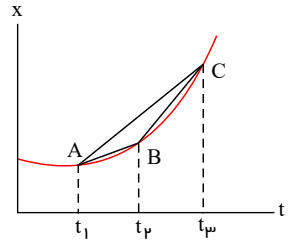
 روش دوم: رسم نمودار $v - t$ از روی نمودار $a = +2: a - t$ شیب نمودار در قسمت دوم شیب نمودار در مرحله دوم همان شتاب متحرک است، بنابراین نمودار پس از ۴ ثانیه مجدداً از سرعت -4 به صفر می رسد $\Leftarrow$ لحظه تغییر جهت $t = 6$ می باشد.

 ۶۶ ۴ ۳ ۲ ۱ برای اینکه متحرک مجدداً از مکان $x = x_0 = 0$ عبور کند بایستی جابه جایی متحرک از $t_1 = 0$ تا لحظه ای مانند t' صفر شده باشد.

 می دانیم تفاضل مساحت بالای محور t در نمودار $(v - t)$ و زیر محور t در این نمودار جابه جایی را می دهد، پس:

$$AB \text{ شیب} = \bar{v}_{t_p \rightarrow t_1}$$

$$BC \text{ شیب} = \bar{v}_{t_p \rightarrow t_p}$$

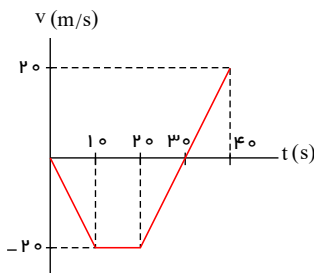
$$AC \text{ شیب} = \bar{v}_{t_p \rightarrow t_1}$$



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

۱ ۲ ۳ ۴ ۶۸

$$\begin{cases} \Delta v(10 \text{ ثانیه اول}) = -2 \times 10 = -20 \frac{m}{s} \\ \Delta v(10 \text{ ثانیه دوم}) = 0 \\ \Delta v(20 \text{ ثانیه آخر}) = 2 \times (40 - 20) = +40 \frac{m}{s} \end{cases}$$



در بازه زمانی $20s$ تا 35 ثانیه حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است و متحرک یک بار تغییر جهت می‌دهد.

این سوال را به سه روش حل می‌کنیم. می‌دانیم که در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط معادل میانگین سرعتهاست.

۱ ۲ ۳ ۴ ۶۹

روش اول:

$$v = at + v_0 = 4t + 6$$

$$\begin{cases} t = 0s \rightarrow v_0 = 6 \frac{m}{s} \\ t = 2s \rightarrow v_p = 14 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_0 + v_p}{2} = 10 \frac{m}{s}$$

روش دوم: در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط بین دو لحظه t_1 و t_p معادل سرعت در لحظه $t = \frac{t_1 + t_p}{2}$ است.

در اینجا سرعت متوسط در دو ثانیه اول معادل با سرعت در لحظه $t = 1s$ است. $(t = \frac{0 + 2}{2} = 1s)$ ، بنابراین داریم:

$$v_{av} = v = at + v_0 \xrightarrow[t_0=6]{t=1s, a=4 \frac{m}{s^2}} v_{av} = 4 \times 1 + 6 = 10 \frac{m}{s^2}$$

روش سوم: در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در t' ثانیه اول، از رابطه زیر نیز محاسبه می‌شود.

$$v_{av} = \frac{1}{2}at' + v_0 \xrightarrow[t'=2 \text{ دو ثانیه اول حرکت}]{a=4 \frac{m}{s^2}, v_0=6 \frac{m}{s}} v_{av} = \frac{1}{2} \times 4 \times 2 + 6 \rightarrow v_{av} = 10 \frac{m}{s}$$

سطح زیر نمودار سرعت - زمان متحرک در فاصله زمانی صفر تا 10 ثانیه، نشان‌دهنده جابه‌جایی آن متحرک است. بنابراین، جابه‌جایی این دو متحرک را با هم مقایسه می‌کنیم.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۰

$$\Delta x_A = \frac{1}{2} \times 10 \times 8 = 40m, \Delta x_B = \frac{20 + 8}{2} \times 10 = 140m$$

$$\Rightarrow \text{فاصله بین متحرک} = (140 - 40) = 100m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۱

ابتدا سرعت و جابه‌جایی متحرک را پس از $20s$ به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 2 \times 20 + 0 \Rightarrow v = 40 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x_1 = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{40 + 0}{2} \times 20 = 400m$$

در مرحله دوم بیان شده سرعت متحرک با آهنگ ثابت $4m/s^2$ کاهش می‌یابد یعنی شتاب متحرک در این مرحله $-4m/s^2$ است.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x_p \Rightarrow 0 - (40)^2 = 2(-4)\Delta x_p \Rightarrow \Delta x_p = 200m$$

$$\Delta x_{\text{کل}} = 400 + 200 = 600m$$

اگر معادله را به صورت $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ فرض کنیم، ملاحظه می‌شود که $a = -1$ و $v_0 = 1$ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۲

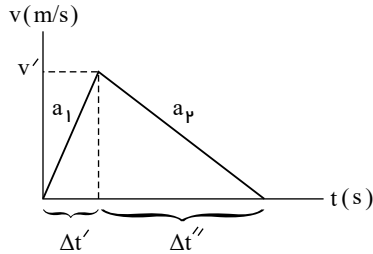
ابتدا به کمک اصل پایستگی انرژی مکانیکی سرعت گلوله را در هنگام رسیدن به زمین به دست می‌آوریم:

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۳

یعنی شتاب متوسط ضمن تماس $\frac{m}{s^2}$ و رو به بالا است.

در لحظه $t = 4s$ سرعت به صفر رسیده است (شیب نمودار)، پس می توان نوشت:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{0 - 1}{4} = -\frac{1}{4} \frac{m}{s^2} \Rightarrow |a| = \frac{1}{4} \frac{m}{s^2}$$



می دانیم شیب خط مماس بر نمودار $v - t$ برابر شتاب لحظه ای است.

نمودار $(v - t)$ را از ابتدا تا انتهای حرکت رسم می کنیم.

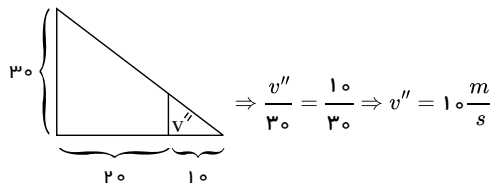
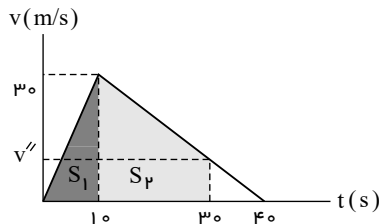
در هر بازه ای که شتاب ثابت است: $a = a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

بنابراین چون: $a_1 = 3 \mid a_2$ است: $\Delta t' = \frac{1}{3} \Delta t''$ (۱)

سطح زیر نمودار برابر $600m$ است:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \times v' \times (\Delta t' + \Delta t'') = 600 \quad (2) \\ v' = a_1 \Delta t' = 3 \Delta t' \quad (3) \end{array} \right.$$

$$(1) \text{ و } (2) \text{ و } (3) \Rightarrow \frac{1}{2} (3 \Delta t') (4 \Delta t') = 600 \Rightarrow 6 \Delta t'^2 = 600 \Rightarrow \Delta t' = 10s \Rightarrow \begin{array}{l} v' = 30 \frac{m}{s} \\ \Delta t'' = 30s \end{array}$$



$$L = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} \times 30 \times 10 + \frac{1}{2} \times 20 \times (10 + 30) = 150 + 400 = 550m$$

دو ثانیه سوم یعنی از ۴ تا ۶ ثانیه، پس در این دو لحظه، سرعت متحرک را یافته و سپس با استفاده از رابطه مستقل از شتاب، جابه جایی اش را محاسبه می کنیم.

$$t_1 = 4s \Rightarrow v_1 = -2 \times 4 + 4 = -4 \frac{m}{s}$$

$$t_2 = 6s \Rightarrow v_2 = -2 \times 6 + 4 = -8 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = v_{av} \Delta t \Rightarrow \Delta x = \left(\frac{-4 + (-8)}{2} \right) \times 2 = -12m \Rightarrow |\Delta x| = 12m$$

شتاب حرکت، نشان دهنده آهنگ تغییرات سرعت است. وقتی بیان می شود که شتاب ثابت است، به این مفهوم است که تغییرات سرعت در زمان های مساوی ثابت است و همه با هم برابرند.

در این سؤال، ۳ نقطه مهم در مسئله داریم، بین B و C (معلوم: x, t, v_C) و بین A و B (معلوم: v_A ، مجهول: x)، پس برای حل معادله بین A و B به a و v_B نیاز داریم که می توان از قسمت اول (BC) به دست آورد.

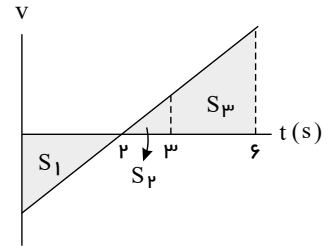
$$BC \text{ شتاب } \Delta x = \frac{v_B + v_C}{2} \times \Delta t \Rightarrow 120 = \frac{v_B + 20}{2} \times 10 \Rightarrow v_B = 4 \frac{m}{s}$$

$$BC \text{ مستقل از مکان } v_C = at + v_B \Rightarrow 20 = a \times 10 + 4 \Rightarrow a = 1.6 \frac{m}{s^2}$$

حال بین نقاط A و B می توان از معادله مستقل از زمان استفاده کرد:

$$AB \text{ مستقل از زمان } v_B^2 - v_A^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 16 - 0 = 2 \times 1.6 \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 5m$$

$$\begin{cases} L_{(0-3s)} = S_1 + S_2 \Rightarrow S_1 + S_2 \neq S_3 \\ L_{(3s-6s)} = S_3 \end{cases}$$



برای سهولت در امر مقایسه می‌توانیم به یک عدد فرضی نسبت دهیم مثلاً:

$$a = 1 \left(\frac{m}{s} \right) \Rightarrow v_{(t=2)} = a\Delta t + v_{(t=0)} \Rightarrow 0 = 2 \times 1 + v_0 \Rightarrow v_0 = -2 \frac{m}{s} \Rightarrow v = at + v_0 \Rightarrow v = t - 2 \Rightarrow \begin{cases} t = 3s \Rightarrow v = 3 - 2 = 1 \frac{m}{s} \\ t = 6s \Rightarrow v = 6 - 2 = 4 \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} |S_1| = \frac{1}{2} \times 2 \times 1 = 1m \\ S_2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 1 = 0.5m \\ S_3 = \frac{1}{2} \times 3 \times (1+4) = 7.5m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L_{(0-3s)} = |S_1| + S_2 = 1 + 0.5 = 1.5m \\ L_{(3-6s)} = S_3 = 7.5m \end{cases} \Rightarrow L_{(0-3s)} \neq L_{(3-6s)}$$

توجه: برای رد گزینه (۱) به طور شهودی نیز عمل بفرمائید! شتاب ثابت، تقارن، توجه به بازه‌های زمانی و ...
رد گزینه (۲):

$$\begin{cases} \Delta x_{(0-3s)} = S_2 - |S_1| \\ L_{(0-3s)} = S_2 + |S_1| \end{cases} \Rightarrow \Delta x_{(0-3s)} \neq L_{(0-3s)}$$

رد گزینه (۳): شیب خط واصل دو نقطه از نمودار مکان - زمان برابر سرعت متوسط در آن بازه زمانی است، پس به دلیل تقارن:

$$[(v_{av})_{0-3s} = \frac{x_{(t=3)} - x_{(t=0)}}{3 - 0} = 0] \neq [v_{(1s-5s)} (\neq 0)]$$

تأیید گزینه (۴): به دلیل اینکه شتاب ثابت است و تقارن در نمودار مکان - زمان،

$$\begin{cases} x_{(t=1s)} = x_{(t=3s)} \Rightarrow x_{(3)} - x_{(0)} = x_{(1)} - x_{(3)} = |x_{(3)} - x_{(1)}| \Rightarrow \Delta x_{(0-3s)} = | \Delta x_{(1-3s)} | \Rightarrow \left| \frac{\Delta x}{\Delta t_{(0-3s)}} \right| = \left| \frac{\Delta x}{\Delta t_{(1-3s)}} \right| \Rightarrow (v_{av})_{0-3s} = (v_{av})_{1-3s} \end{cases}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۱

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \Rightarrow 15 = \frac{15 + v_0}{2} \times 8 \Rightarrow v_0 = 5 \frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow 15 = a \times 8 + 5 \Rightarrow a = \frac{5}{4} \frac{m}{s^2}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۲ ثانیه سوم، فاصله زمانی بین $t = 2s$ تا $t = 3s$ است. سرعت متوسط را در این یک ثانیه حساب می‌کنیم.

$$\begin{cases} t_1 = 2s \Rightarrow v_1 = (4 \times 2 + 2) \frac{m}{s} = 10 \frac{m}{s} \\ t_2 = 3s \Rightarrow v_2 = (4 \times 3 + 2) \frac{m}{s} = 14 \frac{m}{s} \end{cases}, \quad \bar{v} = \frac{v_2 + v_1}{2} = \left(\frac{14 + 10}{2} \right) \frac{m}{s} = 12 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = \bar{v} \cdot \Delta t = (12 \times 1)m = 12m$$

به این دلیل که متحرک تغییر جهت نداده است (سرعت پیوسته مثبت است)، اندازه جابه‌جایی با مسافت پیموده شده برابر است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۳ ثانیه سوم یعنی بازه زمانی بین لحظه‌های $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 3s$. با استفاده از رابطه جابه‌جایی در t ثانیه nm در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم، داریم:

$$\Delta y_n = (n - 0.5)gt^2 + v_0 t \xrightarrow{t=1s, n=3} \Delta y_3 = \frac{1}{2}(2 \times 3 - 1) \times 10 \times 1 + 0 \Rightarrow \Delta y_3 = 25m$$

$v_0 = 0, a = g = 10m/s^2$

$$W_{mg} = mgh \Rightarrow W_{mg} = 1 \times 10 \times 25 \Rightarrow W_{mg} = 250J$$

بنابراین کار نیروی وزن برابر است با:

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۴

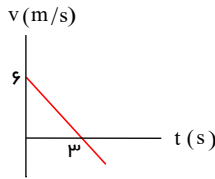
می‌دانیم که سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر جابه‌جایی متحرک است. بنابراین داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{-10 \times 5}{2} + \frac{15 \times 3}{2}}{20} = \frac{-25 + 22.5}{20} = \frac{2.5}{20} = \frac{200}{20} \Rightarrow v_{av} = 10 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۵

معادله مکان مربوط به حرکت شتابدار با شتاب ثابت است.

با توجه به آن معادل، سرعت - زمان را مشخص کرده و نمودار مربوط به آن را رسم می کنیم.

 با توجه به نمودار مشخص می شود در لحظه های $t < 3$ حرکت به صورت کندشونده انجام می شود.


$$a = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$x = -t^2 + 6t + 20 \rightarrow v = -2t + 6$$

$$v_0 = 6 \frac{m}{s}$$

در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در هر بازه زمانی دلخواه برابر سرعت لحظه وسط آن بازه زمانی است.

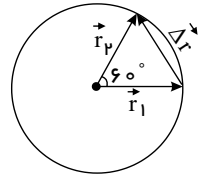
۱ ۲ ۳ ۴ ۸۶

 جابه جایی این متحرک، وتر دایره است و البته قاعده یک مثلث متساوی الساقینی که زاویه راس آن 60° است. بنابراین:

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۷

$$\Delta r = r_1 = r_2 = r \Rightarrow \text{با توجه به شکل}$$

$$V_{av} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{r}{\Delta t} = \frac{1/2}{0.2} = 6 \text{ m/s}$$



سطح زیر نمودار شتاب - زمان، برابر با تغییر سرعت است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۸

$$S = \Delta v = v_{25} - v_{10} \Rightarrow \Delta v = (2 \times 10) + (25 - 10)(-1) = 20 - 15 = 5 \frac{m}{s}$$

 سرعت اولیه صفر است، پس سرعت در لحظه $t = 25s$ برابر $5 \frac{m}{s}$ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۹

 با توجه به پارامترهای حرکت (معلوم: t, x, a ، مجهول: v_0)، از رابطه ی مستقل از سرعت نهایی (مکان - زمان) استفاده می شود:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow 50 = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 + 5 v_0 \Rightarrow v_0 = 5 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۰

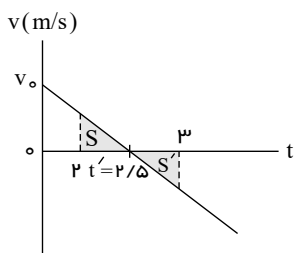
$$(a_{av})_{5s-10s} = \frac{v_{10} - v_5}{10s - 5s} = -4 \Rightarrow v_{10} - v_5 = -20 \frac{m}{s} \quad (1)$$

$$(a_{av})_{10s-15s} = \frac{v_{15} - v_{10}}{15s - 10s} = 2 \Rightarrow v_{15} - v_{10} = 10 \frac{m}{s} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow (v_{15} - v_{10}) + (v_{10} - v_5) = 10 + (-20) \Rightarrow v_{15} - v_5 = -10 \Rightarrow (a_{av})_{5s-15s} = \frac{v_{15} - v_5}{15s - 5s} = -\frac{10}{10} = -1 \frac{m}{s^2}$$

 چون $\vec{a}_{av}$ ها و $\vec{v}$ ها همگی در امتداد محور x بودند.

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۱


 گام اول: شتاب ثابت است بنابراین نمودار $(v - t)$ خطی مایل (درجه اول) است. می دانیم در یک بازه زمانی، زمانی جابه جایی صفر است که متحرک

 در ابتدا و انتهای آن بازه زمانی از یک مکان عبور کند. بنابراین حرکت می بایستی به صورت رفت و برگشت بوده باشد. چون $a < 0$ است (خلاف

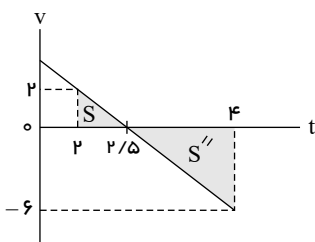
 جهت مثبت محور x هاست) بنابراین باید $v_0 > 0$ بوده باشد، یعنی نمودار چنین وضعیتی دارد:

 ثانیه سوم در اینجا یعنی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 3s$ برای صفر شدن جابه جایی در این بازه زمانی:

$$\Delta x = x_{(t=3s)} - x_{(t=2s)} = 0 \Rightarrow S - S' = 0 \Rightarrow S = S' \Rightarrow t' = \frac{2+3}{2} = 2.5s \Rightarrow v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -4 \times 2.5 + v_0 \Rightarrow v_0 = 10 \frac{m}{s}$$

 گام دوم: برای یافتن مسافت طی شده توسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 3s$ کافی است مساحت بالای نمودار را با مساحت زیر نمودار

جمع کنیم:



$$v = -4t + 10 \xrightarrow{t=4} v = -4 \times 4 + 10 = -6 \frac{m}{s} \text{ و } v_{(t=2)} = 2 \frac{m}{s} \Rightarrow L = S + S'' = \frac{1}{2} \times 2 \times 0.5 + \frac{1}{2} \times 6 \times 1.5 \Rightarrow L = 0.5 + 4.5 = 5m$$

با توجه به اینکه ضریب t^2 و ضریب t هم علامت نیستند، تا قبل از توقف حرکت کندشونده و سپس از آن تندشونده است. پس در ابتدا لحظه توقف را می یابیم.

$$x = -t^2 + 4t + 20 \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}, v_0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 = -2t + 4 = 0 \Rightarrow t = 2s$$

در ابتدای حرکت v_0 ، علامت مخالف دارند و حرکت کندشونده است و در ادامه در لحظه $t = 2s$ سرعت صفر می شود و متحرک تغییر جهت می دهد و بعد از آن سرعت منفی و حرکت تندشونده می شود.

با استفاده از رابطه مستقل از زمان (سرعت - جابه جایی) می توان نوشت:

$$\text{مرحله اول: } V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V^2 - 100 = 2(-2) \times 25 \Rightarrow V = 0$$

پس سرعت متحرک در مکان $x = 25m$ برابر صفر است. اکنون برای محاسبه سرعت آن در مکان $x = 61m$ خواهیم داشت:

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V^2 - 0 = 2 \times 2 \times (61 - 25) \Rightarrow V^2 = 144 \Rightarrow V = 12 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۴

با استفاده از رابطه مستقل از شتاب داریم:

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t$$

$$5 = \frac{0 + v_0}{2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow v_0 = 20 \frac{m}{s}$$

در ابتدا جابه جایی در هر مرحله را یافته، سپس سرعت متوسط v_{av} کل را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$v_{av_1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} \Rightarrow 10 = \frac{\Delta x_1}{5} \Rightarrow \Delta x_1 = 50, v_{av_2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \Rightarrow 30 = \frac{\Delta x_2}{15} \Rightarrow \Delta x_2 = 450$$

$$V_{av} = \frac{\text{کل جابه جایی}}{\text{زمان جابه جایی}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{450 + 50}{15 + 5} = \frac{500}{20} = 25 m/s$$

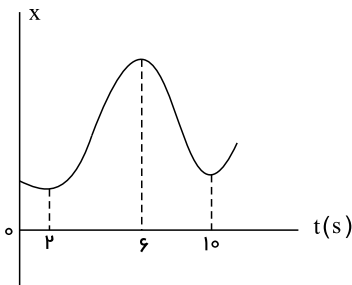
۱ ۲ ۳ ۴ ۹۵

با توجه به داشتن معادله سرعت - زمان می توان سرعت را در تمام نقاط به دست آورد و بنابر پارامترهای حرکت (معلوم: v_0, v, a, t, x) از رابطه مستقل از شتاب استفاده کرد. (البته با استفاده از رابطه شتاب نیز قابل محاسبه است.)

$$\begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow v_1 = 3 \\ t_2 = 2 \rightarrow v_2 = 7 \end{cases} \Rightarrow \Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{3 + 7}{2} \times 2 \Rightarrow \Delta x = 10m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۷

نکته: برای بررسی تندی متوسط مسافت و زمان، هر دو مهم هستند ($S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$) هر دو را همزمان باید در نظر گرفت.



دقت داریم که:

۱) مسافتی که متحرک در ثانیه های ۲s تا ۶s طی می کند بسیار بیشتر از مسافتی است که متحرک در بازه زمانی صفر تا ۲s طی می کند در حالی که بازه زمانی صفر تا ۶s برابر بازه زمانی صفر تا ۲s است، پس $[S_{av}]_{0-6s} > [S_{av}]_{0-2s}$ (بنابراین گزینه ۱ حذف می شود).

۲) مسافت طی شده در بازه زمانی ۲s تا ۶s بیشتر از مسافت طی شده در ثانیه های ۶s تا ۱۰s است. $(S_{av})_{2-6} > (S_{av})_{6-10}$ فرض کنید مسافت طی شده از ۲s تا ۶s برابر L و از ۶s تا ۱۰s برابر L' باشد.

$$\begin{cases} (S_{av})_{2-6} = \frac{L'}{10-6} = \frac{L'}{4} \\ (S_{av})_{6-10} = \frac{L+L'}{10-2} = \frac{L+L'}{8} \xrightarrow[L+L' > 2L']{L > L'} (S_{av})_{6-10} > \frac{2L'}{8} = \frac{L'}{4} = (S_{av})_{2-6} \end{cases}$$

و گزینه ۴ هم رد می شود.

۳) مسافت طی شده از صفر تا ۲s خیلی کمتر از L است، پس:

$$6 \simeq L \Rightarrow (S_{av})_{0-6s} \simeq \frac{L}{6} \quad (1)$$

$$(S_{av})_{2-10s} = \frac{L+L'}{10-2} = \frac{L+L'}{8} \xrightarrow[L' < L]{L+L' > 2L'} (S_{av})_{2-10s} > \frac{L}{4} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow (S_{av})_{0-6s} < (S_{av})_{6-10s}$$

بنابراین گزینه ۲ هم رد می شود.

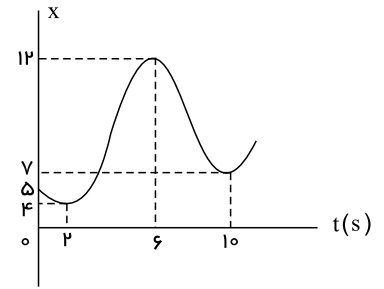
توجه: راه حل ارائه شده تاکنون یک راه حل کلی و اساسی بود! اما وقتی به دید یک تست نگاه کنیم، یک راه ساده تر، عددگذاری فرضی در شکل است. مثلاً:

$$(1) \text{ گزینه } (S_{av})_{0-6} = \frac{1}{2} \frac{m}{s} = 0,5 \frac{m}{s}$$

$$(2) \text{ گزینه } (S_{av})_{0-6} = \frac{1+8}{6} = \frac{9}{6} = 1,5 \frac{m}{s}$$

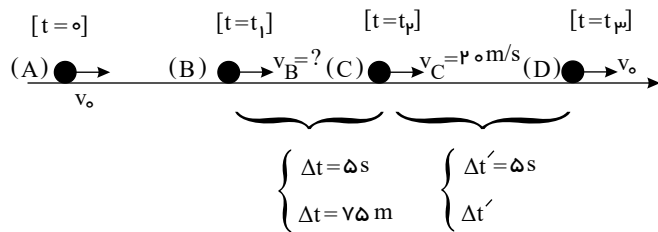
$$(3) \text{ گزینه } (S_{av})_{6-10} = \frac{8+5}{8} = \frac{13}{8} > 1,5 \frac{m}{s}$$

$$(4) \text{ گزینه } (S_{av})_{6-10} = \frac{5}{4} = 1,25 \frac{m}{s}$$



گزینه ۳ درست است. البته تأکید می شود این روش برای رد برخی گزینه ها می تواند درست باشد. اما اگر اعداد در نمودار خوب انتخاب نشود در تعیین گزینه درست ممکن است دچار مشکل شویم.

۹۸ ۱ ۲ ۳ ۴



گام اول: حرکت شتابدار با شتاب ثابت بر خط راست است. مدت ۵s یک بازه زمانی که ابتدا و انتهای این بازه زمانی در متن سؤال مشخص نشده است. فرض کنیم این بازه زمانی بین لحظه های t_1 و t_2 باشد:

گام دوم: ابتدا تندی متحرک در مکان (B) و سپس شتاب حرکت (a) را می یابیم:

$$(B \rightarrow C) : \Delta x = \left(\frac{v_B + v_C}{2} \right) (\Delta t) \rightarrow 75 = \left(\frac{v_B + 20}{2} \right) (5) \Rightarrow v_B + 20 = 30 \Rightarrow v_B = 10 \frac{m}{s} \rightarrow a = \frac{\Delta v_{BC}}{\Delta t_{BC}} = \frac{20 - 10}{5} = 2 \frac{m}{s^2} \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

گام سوم:

$$(C \rightarrow D) : \begin{cases} (v_{av})_{CD} = \left(\frac{v_D + v_C}{2} \right) = \left(\frac{20 + 20}{2} \right) = 20 \frac{m}{s} \\ v_D = v_C + a \Delta t' = 20 + 2 \times 5 = 30 \frac{m}{s} \end{cases}$$

سرعت اولیه منفی است و حرکت در ابتدا کندشونده در جهت منفی و سپس تندشونده در جهت مثبت است.

۹۹ ۱ ۲ ۳ ۴

۱۰۰ ۱ ۲ ۳ ۴

سرعت اولیه و شتاب مثبت هستند و حرکت پیوسته تندشونده است و تغییر جهت وجود ندارد و مسافت طی شده با اندازه جابه جایی برابر است.

$$v = at = 4 \Rightarrow \begin{cases} t = 3s \Rightarrow v_3 = 10 \frac{m}{s} \\ t = 4s \Rightarrow v_4 = 12 \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\Delta x = \frac{v_3 + v_4}{2} \Delta t = \frac{10 + 12}{2} \times 1 = 11m$$

به طور کلی در حرکت با شتاب ثابت، اگر ضرایب t^2 و t هم علامت باشند، حرکت همواره تندشونده و در جهت علامت ضریب t است.

۱۰۱ ۱ ۲ ۳ ۴

ولی اگر ضرایب t^2 و t هم علامت نباشند، حرکت در ابتدا کندشونده (قبل از لحظه توقف $| \frac{v_0}{a} |$ در t_s) در جهت علامت ضریب t و بعد از آن تندشونده (در خلاف علامت ضریب t) است.

$$x = -5t^2 + 5t + 12 \Rightarrow a = -10 \frac{m}{s^2}, v_0 = 5 \frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 = -10t + 5 = 0 \Rightarrow t = 0,5s$$

در ابتدای حرکت سرعت مثبت (هم علامت با ضریب t) و حرکت در جهت محور است و شتاب منفی و حرکت کندشونده است و در لحظه $t = 0,5s$ سرعت صفر می شود و جهت حرکت تغییر می کند.

۱۰۲ ۱ ۲ ۳ ۴

متحرکی که با شتاب کمتر شروع به حرکت می کند، دیرتر به نقطه B می رسد و بنابراین ۳ ثانیه بیشتر در راه است، بنابراین داریم:

$$\frac{1}{2} a (t + 3)^2 = \frac{1}{2} a' (t)^2 \xrightarrow{a' = \frac{m}{s^2}} \frac{1}{2} \times 2 \times (t + 3)^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times t^2 \Rightarrow t + 3 = 2t \Rightarrow t = 3s$$

بنابراین متحرکی که با شتاب کمتر شروع به حرکت کرده، ۶s در راه بوده است و داریم:

$$AB = \frac{1}{2} a (t + 3)^2 \Rightarrow AB = \frac{1}{2} \times 2 \times (3 + 3)^2 = 36m$$

۱۰۳ ۱ ۲ ۳ ۴

با استفاده از معادله مستقل از زمان داریم:

$$v_o = 54 \frac{km}{h} = 15 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = \frac{v + v_o}{2} \times \Delta t \Rightarrow 20 = \frac{v + 15}{2} \times 2 \Rightarrow v = 5 \frac{m}{s} = 18 \frac{km}{h}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۴

مبدأ مکان، یعنی $x = 0$ ، پس:

$$0 = 3t^2 - 6t + 3 \Rightarrow 0 = 3(t^2 - 2t + 1) = 0 \Rightarrow t^2 - 2t + 1 = 0$$

$$\Rightarrow (t - 1)^2 = 0 \Rightarrow t - 1 = 0 \Rightarrow t = 1s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۵

به کمک نمودار شتاب - زمان نمی‌توانیم نوع حرکت از نظر تند شونده یا کند شونده بودن را تعیین کنیم؛ زیرا نمودار شتاب- زمان فقط علامت شتاب را به ما می‌دهد و علامت سرعت مشخص نیست. اما در صورتی که سرعت اولیه (v_o) مشخص باشد، می‌توانیم تغییرات سرعت را با محاسبه سطح زیر نمودار به دست آوریم و به کمک این دو کمیت علامت سرعت و در نتیجه نوع حرکت را مشخص کنیم.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۶

ابتدا لحظات t_1 و t_2 را در معادله $x - t$ قرار داده و سپس از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم.

$$x = t^2 + 2t + 1 \rightarrow \begin{cases} x_1 = 1^2 + 2(1) + 1 = 4m \\ x_2 = 3^2 + 2(3) + 1 = 16m \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{16 - 4}{3 - 1} = \frac{12}{2} = 6 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۷

شرط رسیدن دو متحرک به هم آن است که $x_1 = x_2$ باشد.

$$\begin{cases} \text{کامیون} & x_1 = vt + x_o \Rightarrow x_1 = 10t + 0 = 10t \\ \text{اتومبیل} & x_2 = \frac{1}{2}at^2 + v_o t + x_o \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 = t^2 \Rightarrow t^2 = 10t \Rightarrow t = 10s \end{cases}$$

$$x = 10t = 10 \times 10 = 100m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۸

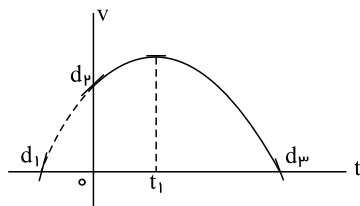
مبدأ را محل رها کردن گلوله‌ها فرض کردیم. زمان حرکت اولی t و دومی $(t - 2.5)$ می‌باشد؛ در این صورت با انتخاب جهت مثبت محور y ها رو به پایین داریم:

$$y_1 - y_2 = 68.75 \Rightarrow \frac{1}{2}gt^2 - \left(\frac{1}{2}g(t - 2.5)^2\right) = 68.75 \Rightarrow 25t - 31.25 = 68.75 \Rightarrow 25t = 100 \Rightarrow t = 4s$$

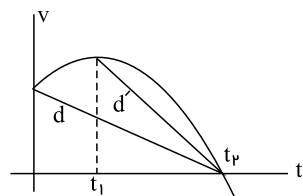
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۹

• در بازه صفر تا: اولاً تندی پیوسته مثبت است یعنی متحرک تغییر جهت نمی‌دهد. پس تندی و سرعت هم‌مفهوم هستند. در بازه صفر تا t_1 چون مقدار v افزایش یافته بنابراین تندی هم افزایش می‌یابد (پس گزینه ۱ نادرست است).

• شیب خط مماس بر نمودار $(v - t)$ برابر شتاب متحرک است، بنابراین شتاب در $t = 0$ و $t = t_p$ چون شیب خطوط مماس برابر نیست، نمی‌تواند برابر باشند؛ [شیب d_1 با d_2 هم‌اندازه هستند ولی شیب d_p با d_2 نمی‌تواند برابر باشد]. (پس گزینه ۲ هم نادرست است).



• مشابه نکته قبل، کافی است شیب خطوط مماس بر نمودار $(v - t)$ را در نظر بگیریم. از صفر تا t_1 شیب خطوط مماس، مثبت و از t_1 تا t_p شیب خطوط مماس منفی است. (پس گزینه ۳ هم نادرست است).



• برای مقایسه شتاب متوسط بین بازه‌های زمانی مختلف کافی است شیب خطوط واصل بین آن‌ها را با هم مقایسه نماییم. بزرگی شیب خط‌های واصل d و d' را با هم مقایسه کنیم. هرچه خطوط به خط عمود فرضی بر محور t نزدیک و متمایل‌تر باشند، مقدار شیب آن‌ها بیشتر است. یعنی بزرگی شیب d' از بزرگی شیب d بیشتر است. بنابراین گزینه ۴ درست است.

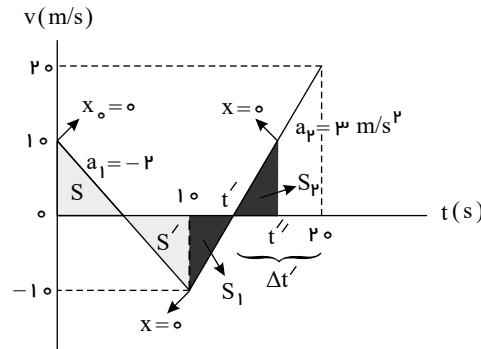
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۰

ابتدا به کمک مفهوم شتاب، سرعت را در ثانیه‌های $t = 10$ و $t = 20$ می‌یابیم:

$$t = 10s \Rightarrow v = at + v_o = (-2)(10) + 10 = -10 \frac{m}{s}$$

$$t = 20s \Rightarrow v_{(t=20s)} = at + v_{t=10s} = 3 \times 10 + (-10) = 20 \frac{m}{s}$$

نمودار $(v - t)$ را رسم می‌کنیم:



$$S = S' \Rightarrow x_{(t=10)} - x_{(t=0)} = S - S' = 0 \Rightarrow x_{(t=10)} = x_0 = 0$$

S_2 مساحت مثلثی در بالای محور t است که $S_2 = S_1$ چون:

$$x_{(t=t'')} - x_{(t=10)} = S_2 - S_1 \Rightarrow 0 = S_2 - S_1 \Rightarrow S_2 = S_1$$

چون دو مثلث مشابه و هم مساحت هستند پس باید برابر باشند. طبق مفهوم شتاب از $t = t'$ تا $t = 20$ یعنی در هر ثانیه سرعت $3 \frac{m}{s}$ افزایش یافته تا از 0 به $v_{t'} = 0$

$$\frac{m}{s} \Rightarrow v_{t'} - v_{0s} = 20 \frac{m}{s}$$

تغییرات سرعت
زمان سپری شده
 $1s \rightarrow 3 \frac{m}{s} \Rightarrow \Delta t' = \frac{20}{3}s \Rightarrow t'' = t' + \frac{20}{3} = 10 + \frac{20}{3} = \frac{50}{3}s$

$$\Delta t' \rightarrow 20 \frac{m}{s} \quad (10 \text{ چرا؟! از تساوی در مثلث کمک بگیرید.})$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۱

$$v = at + v_0 \Rightarrow \begin{cases} v_1 = a_1 t \Rightarrow 10 = at \quad (1) \\ v_2 = a_2 t \Rightarrow 22 = (a + 1.5)t \Rightarrow 12 = 1.5t \Rightarrow t = 8s \end{cases}$$

سرعت اولیه و شتاب هر دو منفی هستند، پس حرکت پیوسته تندشونده در جهت منفی محور x است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۲

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۳

رابطه مکان - زمان درجه ۲ است پس شتاب ثابت است.

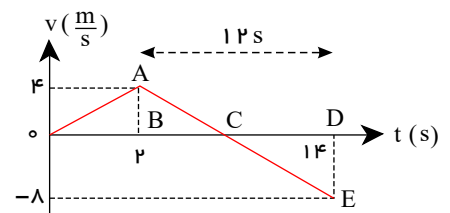
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 = 8t^2 + 6t - 8 \Rightarrow a = 16 \frac{m}{s^2}$$

با استفاده از شیب نمودار بین دو لحظه $t = 2s$ و $t = 14s$ با استفاده از تشابه مثلثها، لحظه تلاقی نمودار با محور زمان که همان لحظه تغییر جهت است را

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۴

می‌یابیم.

$$\frac{AB}{BC} = \frac{DE}{CD} \Rightarrow \frac{4}{12 - CD} = \frac{8}{CD} \Rightarrow CD = 24 - 2CD \Rightarrow CD = 8s$$



در نتیجه متحرک ۸ ثانیه دارای سرعت منفی بوده و در سوی خلاف محور x حرکت کرده است.

در ۲ ثانیه آخر ۴ متر جابه‌جا شده و سرعت آن به صفر رسیده پس:

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۵

در ۲ ثانیه اول ۳۶ متر جابه‌جا شده است پس:

$$\Delta x = -\frac{1}{2}at^2 + vt \Rightarrow 4 = -\frac{1}{2}a \times 2^2 \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 36 = \frac{1}{2} \times -2 \times 4 + v_0 \times 2 \Rightarrow v_0 = 20 \frac{m}{s}$$

در کل حرکت

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -2 \times t_1 + 20 \Rightarrow t_1 = 10s$$

تغییر سرعت برابر با سطح زیر نمودار شتاب - زمان است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۶

$$S = \Delta v = v_f - v_0$$

$$\Delta v = -2(5) + 1(7 - 5) = -10 + 2 = -8 \Rightarrow v_f - v_0 = -8 \Rightarrow v_f - 20 = -8 \Rightarrow v_f = 12 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۷

در حرکت با شتاب ثابت جابه‌جایی در زمان‌های مساوی و متوالی تشکیل یک تصاعد عددی می‌دهند، بنابراین:

$$x_1 + x_2 = 2x_3$$

با توجه به پارامترهای حرکت بین دو نقطه مشخص در نمودار (معلوم: t, V_0, x ، مجهول: V) از رابطه مستقل از شتاب استفاده می‌کنیم:

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۸

$$\Delta x = \frac{V_0 + V}{2} \times \Delta t \Rightarrow (24 - 4) = \frac{2 + V}{2} \times 5 \Rightarrow V = 6 \text{ m/s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۹

با توجه به پارامترهای حرکت بین دو نقطه مشخص در نمودار (معلوم: t , V_0 , x , مجهول: a) از رابطه مکان - زمان استفاده می‌کنیم.

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0 \Rightarrow 20 = \frac{1}{2}a(4)^2 + 2 \times 4 + 2 \Rightarrow a = \frac{5}{4} \text{ m/s}^2$$

گام اول: متحرک با شتاب a ، سریع‌تر از متحرک با شتاب $\frac{9}{16}a$ حرکت می‌کند. بنابراین اگر متحرک با شتاب a (را که با A نشان خواهیم داد) مسیر مستقیم

معین شده را در مدت زمان Δt_A طی کند متحرک دوم (که با B نشان می‌دهیم) در مدت زمان $2s$ همان مسیر را طی خواهد نمود:

$$\begin{cases} \Delta x_A = \frac{1}{2}a\Delta t_A^2 + v_{0A}\Delta t_A \\ \Delta x_B = \frac{1}{2}\left(\frac{9}{16}a\right)(\Delta t_A + 2)^2 + v_{0B}\Delta t_B \end{cases} \xrightarrow[\substack{\Delta x_A = \Delta x_B \\ v_{0A} = v_{0B} = 0}]{\Delta t_A = \Delta t_B} a\Delta t_A^2 = \frac{9}{16}a(\Delta t_A + 2)^2 \Rightarrow \Delta t_A = \frac{3}{4}(\Delta t_A + 2) = \frac{3}{4}\Delta t_A + 1.5 \Rightarrow 0.25\Delta t_A = 1.5$$

$$\Rightarrow \Delta t_A = 6s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۱

$$\bar{v}_A = \frac{\Delta x}{\Delta t_A}, \bar{v}_B = \frac{\Delta x}{\Delta t_B} \Rightarrow \frac{\bar{v}_A}{\bar{v}_B} = \frac{\Delta t_B}{\Delta t_A}$$

$$\Delta x_A = \Delta x_B \Rightarrow \frac{1}{2}a_A t_A^2 = \frac{1}{2}a_B t_B^2 \Rightarrow \left(\frac{t_B}{t_A}\right)^2 = \frac{a_A}{a_B} = 4$$

$$\Rightarrow \frac{t_B}{t_A} = 2 \Rightarrow \frac{\bar{v}_A}{\bar{v}_B} = 2$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۲

با توجه به اینکه نمودار $v-t$ یک خط با شیب ثابت است، حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. پس شیب خط برابر شتاب حرکت متحرک است. بنابراین با پیدا کردن شتاب، معادله سرعت را نوشته و داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{-9 - 12}{21 - 0} = -1 \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_0 = 12]{a = -1} v = -t + 12$$

$$\begin{cases} t_1 = 6 \rightarrow v_1 = -(6) + 12 = 6 \frac{m}{s} \\ t_2 = 12 \rightarrow v_2 = -12 + 12 = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t = \frac{6 + 0}{2} \times (12 - 6) = 18m$$

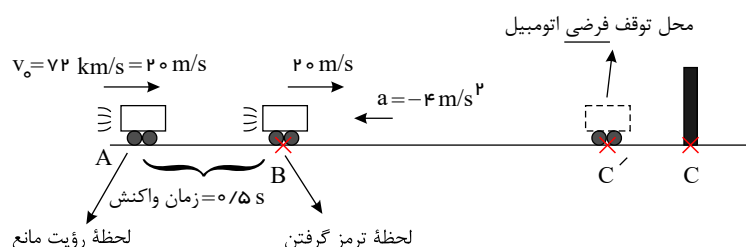
سرعت اولیه $5 \frac{m}{s}$ است (جهت حرکت مشخص نیست، پس + در نظر گرفته می‌شود) و شتاب نیز هم‌جهت با آن و به مقدار $4 \frac{m}{s^2}$ می‌باشد، پس شتاب را هم $4 \frac{m}{s^2}$ در نظر می‌گیریم، بنابراین داریم:

$$x = \frac{1}{2} \times (4)t^2 + 5t \Rightarrow x = 2t^2 + 5t$$

فرض کنیم جسم در نقطه C' متوقف می‌شود. طبق مفهوم شتاب $a = -4 \frac{m}{s^2}$ یعنی از $v_0 = +20 \frac{m}{s}$ در هر ثانیه $4 \frac{m}{s}$ کاسته می‌شود، پس از $5s$

متحرک متوقف می‌شود. جابه‌جایی جسم در این مدت:

$$\Delta x_{BC'} = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)\Delta t = \left(\frac{0 + 20}{2}\right)(5) = 50m$$



گام دوم: در مدت زمان واکنش راننده، اتومبیل در مدت $0.5m$ با تندی $20 \frac{m}{s}$ به مقدار $10m$ $\Delta x_{AB} = v\Delta t \Rightarrow \Delta x_{AB} = 10m$

گام سوم:

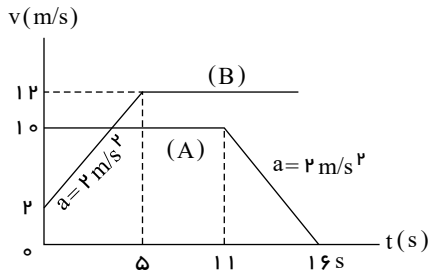
$$\Delta x_{AB} + \Delta x_{BC'} = 10 + 50 = 60m > \Delta x_{AC} = 52m$$

پس به مانع برخورد می‌کند. اما با چه تندی؟

$$v_C^2 - v_B^2 = 2a\Delta x_{BC} \Rightarrow v_C^2 - 20^2 = 2(-4)\left(\underbrace{42}_{(52-10=42)}\right) \Rightarrow v_C^2 = 400 - 336 \Rightarrow v_C = 8 \frac{m}{s}$$

از نظر محاسبات یکی از تست‌های طولانی کنکور است. برای تسریع و سهولت در پاسخ‌دهی به این تست از نمودار $(v-t)$ کمک می‌گیریم:

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۵



گام اول: نمودار $(v - t)$ هر دو متحرک را رسم می‌کنیم. سرعت متحرک (B) در پایان ثانیه پنجم: $\frac{m}{s} = 12 = 2 \times 5 + 2 = v_0 + at$ خواهد بود.

هر دو متحرک در مبدأ زمان در مبدأ مکان بوده‌اند:

$$x_{0A} = x_{0B} = 0$$

لحظه‌ای که دو اتومبیل به هم می‌رسند: $x_A = x_B$. بنابراین اگر لحظه موردنظر را $t = t'$ در نظر بگیریم:

(جابه‌جایی دو متحرک یکسان است) $\Rightarrow \Delta x_A = \Delta x_B$ (در بازه زمانی t_1 تا t_2)

گام دوم: سطح زیر نمودار $(v - t)$ برابر جابه‌جایی است؛ با کمی تأمل در شکل مشخص است که تا $t = 5s$ این اتفاق رخ نمی‌دهد. بینیم تا $t = 11s$ آیا جابه‌جایی دو متحرک (مساحت سطح زیر دو نمودار) یکسان می‌شود یا خیر؟

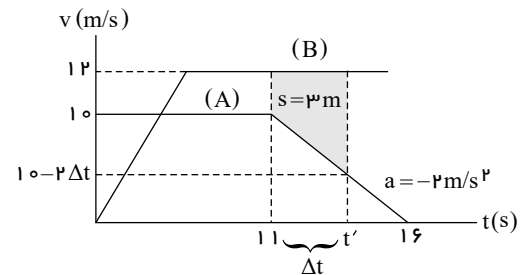
$$A: \Delta x_A = 11 \times 10 = 110m \quad \text{و} \quad B: \Delta x_B = \underbrace{S}_{\text{مستطیل}} + \underbrace{S}_{\text{توزیفه}} = \frac{1}{2}(\underbrace{5}_{\text{توزیفه}})(\underbrace{2+12}_{\text{مستطیل}}) + 12 \times 6 = 35 + 72 \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_A = 110m \\ \Delta x_B = 107m \end{cases} \Rightarrow \Delta x_B < \Delta x_A \Rightarrow t' > 11s$$

$\Rightarrow$ کافی است مساحت سطح زیر نمودار متحرک B از $t = 11s$ ، به بعد $3m$ بیشتر از مساحت سطح زیر نمودار A باشد.

گام سوم:

$$S = \frac{1}{2}(\Delta t)(2 + (12 - (10 - 2\Delta t))) = 3 \Rightarrow 2\Delta t + \Delta t^2 = 3 \Rightarrow \Delta t^2 + 2\Delta t - 3 = 0$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 12}}{2} = \frac{-2 \pm 4}{2} \Rightarrow \begin{cases} -3s \\ 1s \end{cases} \Rightarrow t' = 12s$$



$$t' = 12s \begin{cases} v_B = 12 \frac{m}{s} \\ v_A = 10 - 2\Delta t = 10 - 2 \times 1 = 8 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow v_B - v_A = 12 - 8 = 4 \frac{m}{s}$$

$$\text{معادله مستقل از زمان: } \left(\frac{3v}{2}\right)^2 - v^2 = 2 \times 10 \times 9 \Rightarrow v = 12m/s$$

$$\text{معادله مستقل از زمان بین نقطه اول و آخر: } \left(\frac{3v}{2}\right)^2 - 0 = 2 \times 10 \times h \Rightarrow \left(\frac{3 \times 12}{2}\right)^2 = 20h \Rightarrow h = 16.2m$$

چون در ده ثانیه اول، نمودار $v - t$ داده شده به صورت یک خط با شیب ثابت است، در این مدت، شتاب حرکت ثابت و برابر شیب نمودار است. یعنی:

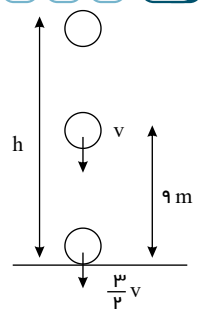
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{24 - 12}{10} = 1.2m/s^2$$

$$v = 72km/h \div 3.6 = 20m/s$$

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \times \Delta t = \frac{0 + 20}{2} \times 5 \Rightarrow \Delta x = 50m$$

$$v_1 = 36 \div 3.6 = 10m/s, \quad v_2 = 72 \div 3.6 = 20m/s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۶



۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۷

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۸

با استفاده از رابطه مستقل از شتاب داریم:

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۲۹

ابتدا سرعت‌ها را به واحد SI ، متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

حال برای تعیین جابه‌جایی در هر مرحله از رابطه، $\Delta x = v \times \Delta t$ استفاده می‌کنیم.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} \Rightarrow v_{av} = \frac{10 \times 20 + 20 \times 30}{20 + 30} = \frac{200 + 600}{50} = \frac{800}{50} = 16 \text{ m/s}$$

سرعت در $t = 0$ در جهت محور x است (دقت کنید در جهت محور x بودن الزاماً به مفهوم $x > 0$ بودن نیست بلکه یعنی جهت سرعت متحرک در جهت

(+) محور x است، درحالی که ممکن است $x < 0$ باشد.) پس $v_0 > 0$.

به کمک سرعت متوسط در ۱ ثانیه اول حرکت جابه‌جایی متحرک را می‌یابیم:

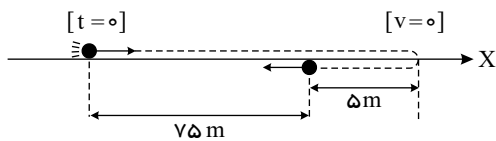
$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = v_r \vec{i} \Rightarrow \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right) \vec{i} = v_r \vec{i}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_r \Rightarrow \Delta x = v_r \times 10 = 75 \text{ m} \quad (1)$$

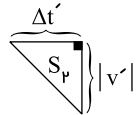
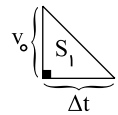
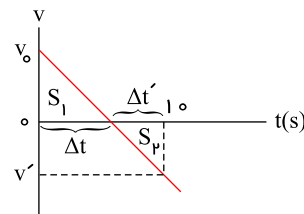
تندی متوسط متحرک در همین مدت $17.5 \frac{m}{s}$ شده است، از اینکه تندی متوسط متحرک بیشتر از سرعت متوسط متحرک شده است، در می‌یابیم که الزاماً متحرک تغییر جهت داده است. یعنی مسافت طی شده بیشتر از جابه‌جایی است.

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{L}{10} = 17.5 \Rightarrow L = 175 \text{ m} \quad (2)$$

با توجه به مقادیر (۱) و (۲):



حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. نمودار $(v - t)$ یک خط مایل است با $v_0 > 0$.



$$(1), (2) \Rightarrow S_1 = 175 \text{ m}, S_1 + |S_2| = 175 \text{ m} \Rightarrow |S_2| = 75 \text{ m}$$

$$\frac{|v'|}{v_0} = \frac{\Delta t'}{\Delta t}, \begin{cases} S_1 = \frac{1}{2} v_0 \Delta t = 175 \\ S_2 = \frac{1}{2} |v'| \Delta t' = 75 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{|v'|}{v_0} \times \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{75}{175} = \frac{1}{16} \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(3)} \left(\frac{\Delta t'}{\Delta t} \right)^2 = \frac{1}{16} \Rightarrow \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{\Delta t'}{10 - \Delta t'} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow \Delta t' = 2.5 \Rightarrow \Delta t = 7.5 \text{ s}$$

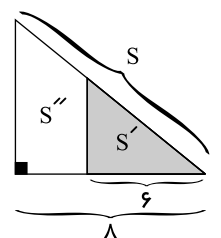
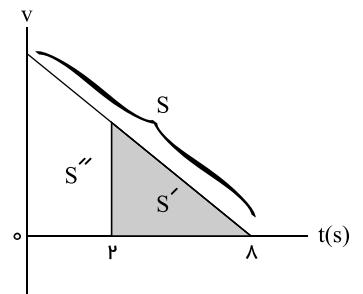
$$\Rightarrow S' = ?$$

$$\Rightarrow S''_{(0-7.5)} = \Delta x = L = ?$$

$$\Rightarrow S_1 = 175 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \frac{S'}{S} = \left(\frac{6}{10} \right)^2 = \frac{9}{16} \Rightarrow \frac{S'}{175} = \frac{9}{16}$$

$$\Rightarrow S' = 95.625 \Rightarrow \text{مجهول سوال} = S - S' = 175 - 95.625 = 79.375 \text{ m}$$



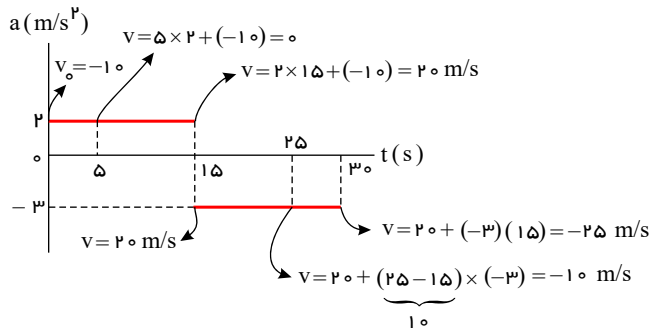
توجه: می‌توان پس از مشخص شدن $\Delta t = 8s$ ، از روش زیر بهره برد به نحوی که: در بازه زمانی $(0 - 8s)$ و $(8s - 25s)$ ، به مسئله وارونه نگاه کنیم تا $v_0 = 0$ شود. آنگاه:

$$\begin{aligned}
 (0 \rightarrow 8s) \rightarrow (8s \rightarrow 0) &\Rightarrow \begin{cases} v_0 = v_{(t=8s)} = 0 \\ |\Delta x| = \frac{1}{2} a \Delta t^2 \Rightarrow 80 = \frac{1}{2} |a| \times 8^2 \Rightarrow |a| = 2.5 \frac{m}{s^2} \end{cases} \\
 (25s \rightarrow 8s) \rightarrow (8s \rightarrow 25s) &\Rightarrow \begin{cases} v_0 = v_{(t=8s)} = 0 \\ |\Delta x| = \frac{1}{2} a \Delta t^2 = \frac{1}{2} (2.5) 6^2 = 45m \end{cases} \\
 \Rightarrow \text{مجهول تست} = S - S' = 80 - 45 = 35m
 \end{aligned}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۱

روش اول: کافی است از مفهوم شتاب در هر بازه زمانی استفاده کرده، سرعت متحرک را در لحظات

$t = 5s$ و $t = 25s$ و $t = 30s$ می‌یابیم:



ثابت اول

$$\Delta x = \left(\frac{0 + (-10)}{2} \right) (5) = -25m \Rightarrow |\Delta x| = 25m$$

در بازه زمانی صفر تا ۵s

ثابت ششم

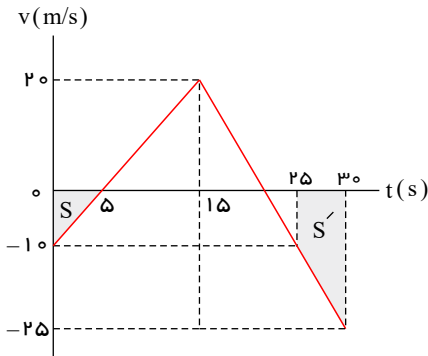
$$\Delta x' = \left(\frac{-25 + (-10)}{2} \right) (5) = \frac{-35 \times 5}{2} = -87.5m \Rightarrow |\Delta x'| = 87.5m \Rightarrow \frac{|\Delta x'|}{|\Delta x|} = \frac{87.5}{25} = 3.5$$

در بازه زمانی ۲۵s تا ۳۰s

توجه: دقت کنیم در بازه زمانی داده شده شتاب ثابت بوده است. (در هر بازه زمانی جداگانه)

روش دوم: کافی است نمودار $(v - t)$ را رسم کنیم:

v را در لحظات $t = 5s$ و $t = 25s$ و $t = 30s$ مشخص می‌کنیم و به کمک سطح زیر نمودار، جابه‌جایی در هر مرحله را محاسبه می‌کنیم.



$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta x = 0 - S = -\frac{1}{2} \times 10 \times 5 = -25m \\ \Delta x' = 0 - S' = -\frac{1}{2} \times 5 \times (10 + 25) = -87.5m \end{cases} \Rightarrow \frac{|\Delta x'|}{|\Delta x|} = \frac{87.5}{25} = 3.5$$

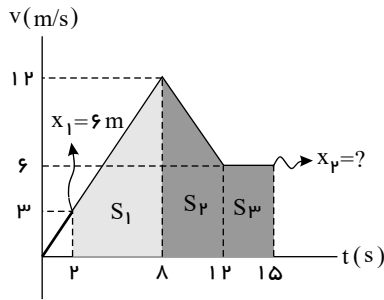
گام اول: ابتدا سرعت متحرک را در $t = 2s$ می‌یابیم. چندین روش وجود دارد. مثلاً اینکه از $t = 0$ تا $t = 8s$ شتاب ثابت است (چون شیب خط مماس بر

نمودار $v - t$ برابر شتاب بوده و شیب تغییر ننموده است).

$$a = (a_{av})_{0-8s} = (a_{av})_{0-2s} \Rightarrow \frac{12 - 0}{8 - 0} = \frac{v - 0}{2 - 0} \Rightarrow v = 3 \frac{m}{s}$$

(برای یافتن v در $t = 2s$ راه‌های زیادی وجود دارد: معادله خط، تالس، مفهوم شتاب، معادله سرعت و ...)

گام دوم: از $t = 2s$ تا $t = 15s$ مساحت زیر نمودار را یافته و کار تمام!



$$\Delta x = \Delta x_p - (-6) = S_1 + S_2 + S_3 \Rightarrow x_p + 6 = \underbrace{\frac{1}{2} \times 6 \times (3 + 12)}_{45} + \underbrace{\frac{1}{2} (4)(6 + 12)}_{36} + \underbrace{3 \times 6}_{18} \Rightarrow x_p + 6 = 99 \Rightarrow x_p = 93m \Rightarrow \vec{x}_p = 93\vec{i}$$

شیب خط برابر سرعت متحرک است، یعنی: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۳

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10 - 2}{4} = 2m/s$$

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

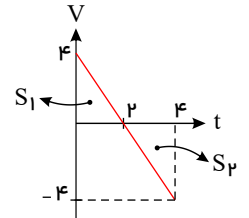
با استفاده از معادله‌ی سرعت - زمان، نمودار آن را رسم کرده و قدر مطلق مساحت را با هم جمع می‌کنیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۴

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 = -t^2 + 4t - 4$$

$$\Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}, v_0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow v = at + v_0 = -2t + 4$$

$$d = |S_1| + |S_2| = \left| \frac{4 \times 2}{2} \right| + \left| \frac{2 \times (-4)}{2} \right| = 4m$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۵

ابتدا با توجه به معلوم بودن سرعت متوسط و زمان کل حرکت، جابجایی را محاسبه می‌کنیم. پس از آن با استفاده از سطح محصور بین نمودار محور زمان (جابجایی کل) مقدار مجهول را می‌یابیم. سطح زیر نمودار $v - t$ معرف Δx می‌باشد:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 8 = \frac{\Delta x}{15} \Rightarrow \Delta x = 120m$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = (6 + v) \frac{10}{2} + v \times \frac{5}{2} = 30 + 7.5v = 120 \Rightarrow v = \frac{90}{7.5} = 12m/s$$

برای نوشتن معادله‌ی مکان به a و v_0 نیاز داریم. v_0 مشخص است. پس باید ابتدا a را به دست آوریم، بنابراین طبق پارامترهای حرکت (معلوم: x, v, v_0): ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۶

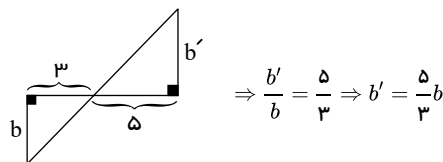
مجهول: a) از معادله‌ی مستقل از زمان استفاده می‌کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 6^2 - 1^2 = 2 \times a \times (7.5 - 5) \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین معادله‌ی مکان - زمان اینگونه است:

$$x = \frac{1}{2} \times (-4) \times t^2 + 1t + 5 \Rightarrow x = -2t^2 + 1t + 5$$

ساده‌ترین راه، رسم نمودار $(v - t)$ و استفاده از مساحت زیر نمودار آن‌هاست: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۷



$$\Rightarrow \frac{b'}{b} = \frac{5}{3} \Rightarrow b' = \frac{5}{3}b$$

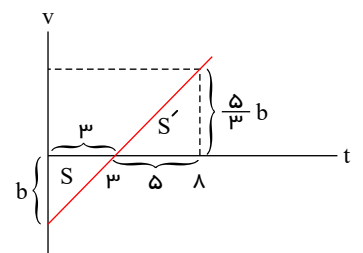
$$|S| = \frac{1}{2}(3)(b) = \frac{3b}{2}$$

$$S' = \frac{1}{2}\left(\frac{5}{3}b\right)(5) = \frac{25b}{6}$$

$$\Delta x = S' - |S| = \frac{1}{3}b$$

$$L = S' + |S| = \frac{34b}{6}$$

$$\frac{\Delta x}{L} = \frac{\frac{1}{3}b}{\frac{34b}{6}} = \frac{1}{17}$$



می‌دانیم که در حرکت با شتاب ثابت، حرکت در بازه‌های زمانی برابر در طرفین رأس سهمی (نمودار مکان - زمان) متقارن است. در نتیجه در این حرکت ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۸

متقارن جابه جایی صفر است و سرعت متوسط نیز صفر می باشد. در این صورت، اگر در لحظه t_1 و t_2 به فاصله برابر از راس نمودار مکان - زمان باشند، سرعت متوسط صفر خواهد شد. بنابراین لحظه ای که متحرک تغییر جهت می دهد (رأس نمودار) برابر است با:

$$\frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{12,5 + 5,5}{2} = 9s$$

معادله مکان - زمان به صورت $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ است و لحظه تغییر جهت متحرک از رابطه $t = \frac{v_0}{a}$ به دست می آید. تک تک گزینه ها را بررسی می کنیم: $(x = Ax^2 + Bx + C)$

گزینه ۱:

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{-B}{2A} = \frac{-13,5}{3} = -4,5s \times$$

گزینه ۲:

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{-B}{2A} = \frac{9}{2} = 4,5s \times$$

گزینه ۳:

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{-B}{2A} = \frac{8}{2} = -4,5s \times$$

گزینه ۴:

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{-B}{2A} = \frac{9}{1} = 9s \checkmark$$

با استفاده از رابطه مستقل از شتاب داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۹

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \times \Delta t \Rightarrow 150 = \frac{10 + v_2}{2} \times 10 \Rightarrow v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

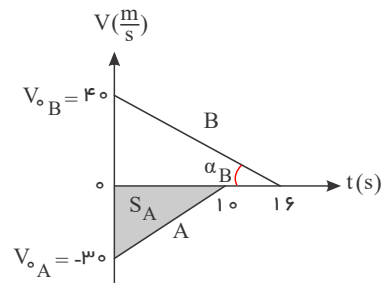
اما مقدار سرعت بر حسب $\frac{km}{h}$ خواسته شده است که این سرعت $(20 \frac{m}{s})$ بر حسب $\frac{km}{h}$ برابر است با: $72 \frac{km}{h}$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۴۰

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \times \Delta t \Rightarrow 50 = \frac{5 + v_2}{2} \times 4 \Rightarrow v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

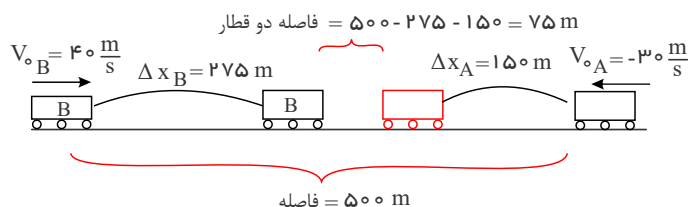
در لحظه $t = 10s$ قطار A می ایستد در نتیجه ابتدا باید جابه جایی قطار B را تا این لحظه پیدا کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۴۱

$$\begin{cases} B \text{ شیب خط} = a_B = -\frac{40}{16} = -2,5 \frac{m}{s^2} \\ \Delta x_B = \frac{1}{2}a_B t^2 + V_{0B} t \\ \Rightarrow \Delta x_B = \frac{1}{2}(-2,5)10^2 + 4 \times 10 \Rightarrow \Delta x_B = 275m \end{cases}$$



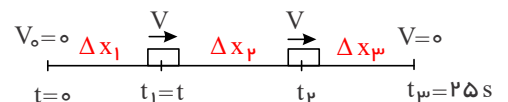
جابه جایی متحرک A را با استفاده از سطح زیر نمودار A به دست می آوریم.

$$\Delta x_A = S_A = \frac{3 \times 10}{2} = 150m$$



می دانیم اگر در حرکت شتاب دار ثابت سرعت متحرکی پس از t ثانیه از V_0 به V برسد و سپس در مرحله بعد، سرعتش را با همان شتاب کاهش داده به طوری که پس از t' ثانیه از V مجدداً به V_0 برسد، در این صورت $(t = t')$ خواهد بود و داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۴۲

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{\Delta x}{25} \Rightarrow \Delta x = 500m$$



$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 \Rightarrow 500 = \frac{V + 0}{2} \times t + V(25 - t) + \frac{V + 0}{2} \times t$$

$$\xrightarrow{V=at} 500 = \frac{at^2}{2} + 125t - 10t^2 + \frac{at^2}{2} = -5t^2 + 125t \Rightarrow t^2 - 25t + 100 = 0$$

$$\Rightarrow (t - 20)(t - 5) = 0 \Rightarrow t = 20s \text{ غق} , t = 5 \text{ قق}$$

حال با داشتن مدت زمان t برای محاسبه مدت زمان حرکت یکنواخت متحرک داریم:

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = 25s \Rightarrow t + \Delta t_2 + t = 25 \Rightarrow \Delta t_2 = 25 - 2t = 25 - 10 = 15s$$

$$\Rightarrow \Delta t_{\text{یکنواخت}} = 15s$$

با توجه به پارامترهای حرکت (معلوم: x, v, t ، مجهول: v) از رابطه مستقل از شتاب استفاده می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \times \Delta t \Rightarrow 150 = \frac{10 + v_2}{2} \times 10 \Rightarrow v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

اما مقدار سرعت برحسب $\frac{km}{h}$ خواسته شده است که این سرعت $(20 \frac{m}{s})$ برحسب $\frac{km}{h}$ برابر است با: $\frac{km}{h} = 20 \frac{m}{s} \times 3.6 = 72 \frac{km}{h}$

راه حل دیگر:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 150 = \frac{1}{2}(a)(10)^2 + 10(10)$$

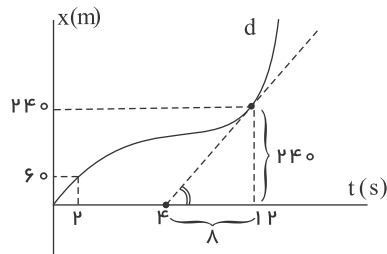
$$\Rightarrow 150 = 50(a) + 100 \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v_{(t=10)} = 1 \times (10) + 10 \Rightarrow v = 20 \frac{m}{s} = \frac{36}{10} \times 20 \frac{km}{h} = 72$$

برای نوشتن معادله مکان یا زمان به مقادیر v_0 و a نیاز داریم، مقدار v_0 روی نمودار مشخص است و چون حرکت شتاب ثابت است، شتاب متوسط همان شتاب ثابت حرکت است:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - 2}{3} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times (2)t^2 + (2)t \Rightarrow \Delta x = t^2 + 2t \xrightarrow{x_0=0} x = t^2 + 2t$$



ابتدا مکان متحرک را در لحظه $t_2 = 14s$ می‌یابیم. می‌دانیم شیب خط مماس بر نمودار $x - t$ برابر سرعت لحظه‌ای متحرک است، بنابراین داریم:

$$V_{t=12} = \text{شیب خط مماس بر } x - t = \frac{24 - 6}{12 - 2} = 3 \frac{m}{s}$$

از طرفی مطابق فرض سؤال داریم:

$$V_{t=12} = V_{av(2-14)} \Rightarrow 3 = \frac{x_{14} - x_2}{14 - 2} \xrightarrow{x_2=6m} x_{14} - 6 = 36 \rightarrow x_{14} = 42m$$

در نهایت داریم:

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 - 0}{2} = 3 \frac{m}{s} \text{ دو ثانیه اول}$$

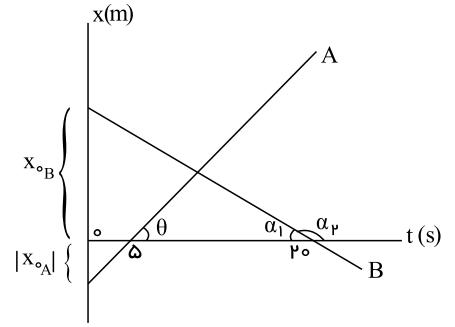
$$V'_{av} = \frac{x_{14} - x_{12}}{14 - 12} = \frac{42 - 24}{2} = 9 \frac{m}{s} \text{ دو ثانیه هفتم}$$

$$\rightarrow \frac{V_{av}}{V'_{av}} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

ابتدا رابطه بین x_{OA} و x_{OB} را محاسبه می‌کنیم، سپس مقدار هریک را تعیین می‌کنیم.

$$x_{\circ B} + |x_{\circ A}| = 150m \quad (1)$$

$$\begin{cases} v_A > 0 \\ v_B < 0 \end{cases} \xrightarrow{(A \text{ تند}) = 2(B \text{ کند})} v_A = 2|v_B|$$



می‌دانیم شیب خطوط مماس بر نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای است و اگر نمودار یک خط مایل باشد، خود شیب این خط برابر سرعت لحظه‌ای آن متحرک است.

$$\begin{cases} v_A = A_{\text{تندی}} = \frac{|x_{\circ A}|}{\Delta t} \quad (2) \\ |v_B| = \frac{x_{\circ B}}{\Delta t} \quad (3) \end{cases} \xrightarrow{v_A = 2|v_B|} \frac{|x_{\circ A}|}{\Delta t} = 2 \frac{x_{\circ B}}{\Delta t} \Rightarrow |x_{\circ A}| = 2x_{\circ B} \Rightarrow x_{\circ B} = 2|x_{\circ A}| \xrightarrow{(1)} \begin{cases} |x_{\circ A}| = 50 \Rightarrow x_{\circ A} = -50m \\ x_{\circ B} = 100m \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow v_A = \frac{50}{5} = 10 \frac{m}{s}, \quad (3) \Rightarrow v_B = -\frac{100}{20} = -5 \frac{m}{s}$$

در نهایت معادلات مکان - زمان دو متحرک را می‌نویسیم و فاصله دو متحرک را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} x_A = v_A t + x_{\circ A} \\ x_B = v_B t + x_{\circ B} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_A = 10t - 50 \\ x_B = -5t + 100 \end{cases} \Rightarrow x_A - x_B = 15t - 150 \Rightarrow x_A - x_B = 15 \times 10 - 150 = 150m \Rightarrow x_A - x_B = 150m$$

۱۴۷ از رابطه حرکت یکنواخت استفاده می‌کنیم:

$$v_2 > v_1 \Rightarrow t_1 - t_2 = 20s$$

$$\frac{\Delta x_1}{v_1} - \frac{\Delta x_2}{v_2} = 20 \Rightarrow \frac{400}{v_1} - \frac{400}{v_2} = 20 \Rightarrow 20 \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \right) = 1 \Rightarrow \left(\frac{v_2 - v_1}{v_1 v_2} \right) = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{1}{v_1 v_2} = \frac{1}{20} \Rightarrow v_1 v_2 = 200 \Rightarrow \begin{cases} v_1 = -20 \frac{m}{s} \\ v_1 = 10 \frac{m}{s} \end{cases}$$

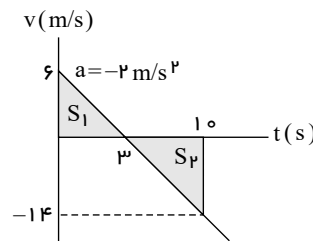
$$v_1(10 + v_1) = 200 \Rightarrow v_1^2 + 10v_1 - 200 = 0 \Rightarrow v_2 - v_1 = 10 \Rightarrow v_2 = 10 + 10 = 20 \frac{m}{s}$$

۱۴۸ توجه: هنگامی که مسافت طی شده خواسته می‌شود باید توجه کنیم ممکن است حرکت رفت و برگشت باشد (در نمودار $(x-t)$ نقاط $\min$ و $\max$ و در نمودار $(v-t)$ محور تقاطع نمودار با محور افقی t و تغییر علامت v). برای یافتن مسافت طی شده و نیز تندی متوسط S_{av} (که به مسافت طی شده توسط متحرک وابسته است). رسم نمودار $(v-t)$ و استفاده از مساحت سطح زیر نمودار آن یکی از راه کارهای مناسب است.

گام اول: سرعت اولیه را می‌یابیم. شتاب ثابت است و در $t = 3s$ ، سرعت متحرک صفر است. (شیب خط مماس برابر سرعت در هر لحظه است).

$$(t_2 = 3s \text{ تا } t_1 = 0 \text{ در بازه زمانی}) \Rightarrow \Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2} \right) \Delta t \Rightarrow 36 - 27 = \left(\frac{0 + v_0}{2} \right) (3 - 0) \Rightarrow 9 = \frac{3}{2} v_0 \Rightarrow v_0 = 6 \frac{m}{s} \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 6}{3 - 0} = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$



گام دوم: نمودار $(v-t)$ را رسم می‌کنیم:

در هر ثانیه $2 \frac{m}{s}$ از تندی کاسته می‌شود، پس:

$$t = 3s \rightarrow v = 0$$

$$t = 10s \rightarrow v = 6 - 2 \times 10 = -14 \frac{m}{s}$$

$$t = 10s \text{ تا } t = 0: \text{ مسافت طی شده از } L = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 3 + \frac{1}{2} \times 14 \times 7 = 9 + 49 = 58m$$

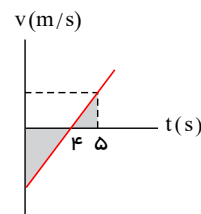
روش دوم: با استفاده از دنباله‌ای که جابه‌جایی‌ها در حرکت با شتاب ثابت در هر ثانیه تشکیل می‌دهد نیز به پاسخ رسید.

$$L = \text{مسافت طی شده} = 58m$$

۱۴۹ با توجه به اینکه شیب خط ثابت است حرکت با شتاب ثابت بوده و می‌توان نوشت:

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{v}{1} \Rightarrow v = 4 \frac{m}{s}$$

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{4 - 1}{2} = 1.5 \frac{m}{s}$$



نمودار سرعت - زمان خط راست است، پس شتاب حرکت مقدار ثابتی است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۰

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4 - (-3)}{7} = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow x = \frac{1}{2}t^2 - 3t$$

$$\begin{cases} t_1 = 3s \Rightarrow x_1 = \frac{1}{2}(9) - 3(3) = 4.5 - 9 = -4.5m \\ t_2 = 5s \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2}(25) - 15 = -2.5m \end{cases} \Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = -2.5 - (-4.5) = 2m$$

در ابتدا با استفاده از رابطه سرعت - جابه جایی (مستقل از زمان)، شتاب حرکت و پس از آن معادله حرکت را می نویسیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۱

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 1^2 - 4^2 = 2 \times a \times (10 - 4) \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین معادله ی مکان - زمان اینگونه است:

$$x = \frac{1}{2} \times 4t^2 + 4t + 4 \Rightarrow x = 2t^2 + 4t + 4$$

ابتدا معادله سرعت و شتاب متحرک را محاسبه کرده و سپس به بررسی تک تک گزینه ها می پردازیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۲

$$x = 2t^2 - 6t + 6 \Rightarrow V = \frac{dx}{dt} = 4t - 6 \Rightarrow a = \frac{dV}{dt} = 4$$

گزینه (۱):

$$\begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow V_1 = 6 \\ t_2 = 2 \rightarrow V_2 = 2 \end{cases} \Rightarrow \bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{2 - 6}{2 - 0} = -2$$

گزینه (۲):

$$V = 0 \Rightarrow 4t^2 - 12t + 6 = 0 \Rightarrow t^2 - 3t + 1 = 0$$

$$\Rightarrow (t - 1)^2 = 0 \Rightarrow t = 1$$

لحظه $t = 1(s)$ ریشه مضاعف معادله سرعت است، بنابراین در این لحظه سرعت صفر می شود اما تغییر جهت نمی دهد.

گزینه (۳): برای بررسی تندشونده یا کندشونده بودن حرکت، معادله سرعت و شتاب را تعیین علامت می کنیم:

$$V = 0 \Rightarrow 4t^2 - 12t + 6 = 0 \Rightarrow 4(t - 1)^2 = 0 \Rightarrow t = 1$$

$$a = 0 \Rightarrow 12t - 12 = 0 \Rightarrow t = 1$$

بنابراین حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

	t=1		
V	+	0	+
a	-	0	+
	تندشونده		
	کندشونده		

گزینه (۴): با توجه به تعیین علامت سرعت و مضاعف بودن ریشه $t = 1(s)$ می توان نتیجه گرفت متحرک تغییر جهت نمی دهد و سرعت همواره مثبت است یعنی حرکت همواره در جهت محور x است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۳

با توجه به پارامترهای حرکت (معلوم: t, V, V_0 ، مجهول: x) از معادله مستقل از شتاب استفاده می کنیم:

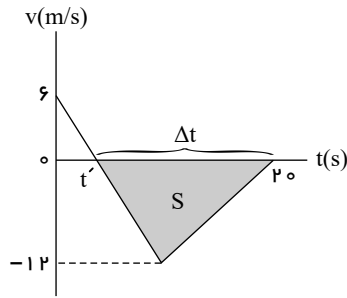
$$\Delta x = \frac{V_1 + V_2}{2} \times \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{10 + 30}{2} \times 10 \Rightarrow \Delta x = 200m$$

با توجه به پارامترهای حرکت بین ۳ نقطه، و ثابت بودن شتاب داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۴

$$v = at + v_0 \Rightarrow \begin{cases} 10 = a \times 3 + v_0 \\ 20 = a \times 8 + v_0 \end{cases} \Rightarrow 5a = 10 \Rightarrow a = 2 \Rightarrow 10 = 2 \times 3 + v_0 \Rightarrow v_0 = 4 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۵

هنگامی که متحرک در جهت محور x حرکت می کند، $v > 0$ است و وقتی در خلاف جهت محور x حرکت می کند، $v < 0$ است. پس در بازه زمانی صفر تا t' ، چون $v > 0$ است متحرک در جهت محور x و در بازه زمانی t' تا $t = 20s$ چون $v < 0$ است متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می کند.



در بازه زمانی t' تا $20s$:

$$L = (S) = \frac{1}{2}(12)(\Delta t)$$

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{6\Delta t}{\Delta t} = 6 \frac{m}{s}$$

توجه: نکته مهم این بود که نیازی به یافتن t' نبود. این سؤال در سال های اخیر مورد توجه طراحان بوده است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۶ با استفاده از معادله سرعت داریم:

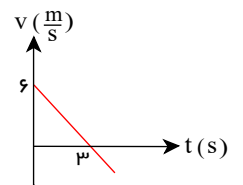
$$v = at + v_0 = at + 0 = at$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = at_1 = 18 km/h \\ v_v = at_v = 72 km/h \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_v} = \frac{1}{4} \Rightarrow t_v = 4t_1 = 40s$$

بدیهی است که تا قبل از لحظه توقف یعنی $t_s = \left| \frac{v_0}{a} \right|$ حرکت کندشونده است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۷

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 = -t^2 + 6t + 20 \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}, v_0 = 6 \frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 = -2t + 6$$



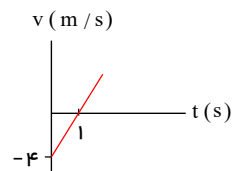
با توجه به نمودار سرعت - زمان حرکت متحرک قبل از $t = 3s$ کندشونده است.

با توجه به معادله حرکت، سرعت اولیه و شتاب را تعیین کرده و نمودار $v - t$ را تعیین می کنیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۸

$$x = 2t^2 - 4t - 2 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \Rightarrow \begin{cases} a = 4 \frac{m}{s^2} \\ v_0 = -4 \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 4t - 4$$

$$v = 0 \Rightarrow 4t - 4 = 0 \Rightarrow t = 1s$$



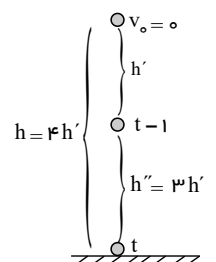
با استفاده از رابطه مستقل از شتاب، مقدار سرعت اولیه و البته سرعت نهایی ($v = 5v_0$) را یافته، پس از آن شتاب حرکت را تعیین می کنیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۵۹

$$\Delta x = \frac{v_0 + v}{2} \times \Delta t \Rightarrow 120 = \frac{v_0 + 5v_0}{2} \times 8 \Rightarrow v_0 = 5 \frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow 5 \times 5 = a \times 8 + 5 \Rightarrow a = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

مسافت طی شده در ثانیه آخر ۳ برابر مسافتی است که قبل از آن طی کرده است. با استفاده از رابطه $\Delta y = \frac{1}{2}gt^2$ داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۰

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow \begin{cases} h' = \frac{1}{2}g(t-1)^2 (1) \\ 4h' = \frac{1}{2}gt^2 (2) \end{cases}$$



$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{h'}{4h'} = \frac{\frac{1}{2}g(t-1)^2}{\frac{1}{2}gt^2} \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{t-1}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{t-1}{t} \Rightarrow t = 2$$

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20m \Rightarrow h = 20m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۱

اگر فاصله زمانی رها شدن دو گلوله را t_0 فرض کنیم، زمان حرکت اولی t و زمان حرکت دومی $(t - t_0)$ خواهد بود؛ بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \Delta y_1 = \frac{1}{2}gt^2 \\ \Delta y_2 = \frac{1}{2}g(t - t_0)^2 = \frac{1}{2}gt^2 - gtt_0 + \frac{1}{2}gt_0^2 \end{cases}$$

$$\Delta y_1 - \Delta y_2 = gtt_0 - \frac{1}{2}gt_0^2$$

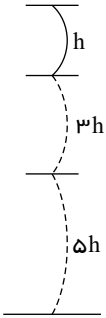
با توجه به گذشت زمان و افزایش t ، فاصله گلوله‌ها زیاد می‌شود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۲

در سقوط آزاد یک گلوله، نسبت جابه‌جایی‌های گلوله در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی، همانند نسبت اعداد فرد متوالی است، یعنی ۱ به ۳ به ۵ به ۷ و....

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow \begin{cases} t = 1s \Rightarrow \Delta y_1 = 5m = \Delta x_1 \\ t = 2s \Rightarrow \Delta y_2 = 20m = \Delta x_1 + \Delta x_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x_1 = 5m, \Delta x_2 = 15m \Rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = 3$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۳

ابتدا سرعت متوسط را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{16 - 16}{8 - 0} = 0$$

نمودار مکان - زمان متحرک سهمی است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت حرکت شتاب ثابت است ($a = \bar{a}$). اکنون با توجه به اطلاعات روی نمودار بین لحظه $t = 0$ تا $t = 4$ و به کمک رابطه مستقل از سرعت اولیه داریم:

$$\Delta x = -\frac{1}{2}at^2 + Vt \Rightarrow 8 = -\frac{1}{2}a \times 4^2 + 0 \times 4 \Rightarrow a = -1 \frac{m}{s^2}$$

توجه: شیب نمودار $x - t$ در لحظه $t = 4$ برابر صفر است، یعنی در این لحظه $V = 0$ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۴

اگر جهت مثبت را به سمت پایین بگیریم، معادله سرعت به صورت زیر درمی‌آید.

$$v = gt \Rightarrow v = 10t$$

$$\begin{cases} t_1 = 2.5 \Rightarrow v_1 = 25 \frac{m}{s} \\ t_2 = 3.5 \Rightarrow v_2 = 35 \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\Delta y = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t = \frac{25 + 35}{2} \times 1 = 30 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۵

با توجه به گزینه‌ها مکان اولیه متحرک $x_0 = 0$ است.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2m/s^2, \quad x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow x = \frac{1}{2}(2)t^2 + (-4)t = t^2 - 4t$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۶۶

در لحظه $t = 6s$ ، سرعت برابر $20 \frac{m}{s}$ است که فقط گزینه ۴ چنین است. حال اگر بخواهیم بدون بررسی گزینه‌ها به معادله سرعت برسیم، داریم:

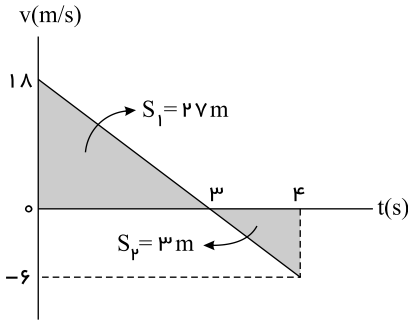
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 2}{6 - 0} = \frac{18}{6} = 3m/s^2$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 3t + 2$$

با توجه به معادله سرعت - زمان داده شده، نمودار آن را رسم کرده و با تعیین سرعت در لحظه های داده شده، سطح محصور بین نمودار و محور زمان که برابر با مقدار مسافت طی شده است را یافته و در نهایت تندى متوسط را محاسبه می کنیم.

$$v = -6t + 18$$

$t_1 = 0 \quad v_1 = 18 \text{ m/s}$
 $t_p = 3 \text{ s} \quad v_p = -6 \text{ m/s}$
 $v = 0 \quad t = 3 \text{ s}$



$$\ell = S_1 + S_2 = 18 \text{ m}$$

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{18}{4} \rightarrow S_{av} = 4.5 \text{ m/s}$$

چون در ۲۰ ثانیه اول حرکت این متحرک تندى متوسط بزرگتر از اندازه سرعت متوسط است، پس می توان نتیجه گرفت که حتماً متحرک در ۲۰ ثانیه اول حرکتش، تغییر جهت داده است. بنابراین بعد از لحظه $t = 20 \text{ s}$ حرکت متحرک باید الزاماً تندشونده باشد ولی برای زمان های قبل از آن به طور قطعی نمی توان اظهار نظر کرد.

برای اینکه دو قطاری که از روبرو به هم نزدیک می شوند کاملاً از کنار هم عبور کنند، باید مجموع اندازه جابه جایی آنها برابر مجموع طول آنها و فاصله میان آنها باشد:

$$|\Delta x_A| + |\Delta x_B| = L_A + L_B + 4 \text{ km}$$

$$|\Delta x_A| + |\Delta x_B| = 400 + 600 + 4000 = 5000 \text{ m}$$

حال سرعت متحرک B و همچنین اندازه جابه جایی دو متحرک را تا لحظه $t = 20 \text{ s}$ به دست می آوریم:

$$v_B = at + v_{0B} = 4 \times 20 + 0 = 80 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \Delta x_{B1} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 400 = 800 \text{ m}$$

$$\Delta x_{A1} = vt = 20 \times 20 = 400 \text{ m}$$

مجموع جابه جایی دو متحرک برابر ۲۰۰ متر است. بنابراین باید ۳۸۰۰ متر دیگر طی کند.

$$|\Delta x_{A_2}| + |\Delta x_{B_2}| = 3800 \Rightarrow 20(t - 20) + 80(t - 20) = 3800$$

$$20t - 400 + 80t - 1600 = 3800 \rightarrow 100t = 3800 + 2000$$

$$100t = 5800 \rightarrow t = 58 \text{ s}$$

$$v_A = at + v_{0A} \Rightarrow v_A = 3.5 \times 10 + 0 = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \Delta y_A = \frac{v_0 + v}{2} \Delta t$$

$$v_B = at + v_{0B} \Rightarrow v_B = 2 \times 10 + 0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \Delta y_B = \frac{v_0 + v}{2} \Delta t$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} \Delta y_A &= 35 \times \frac{10}{2} = 175 \text{ m} \\ \Delta y_B &= 20 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta y_A - \Delta y_B = 155 \text{ m}$$

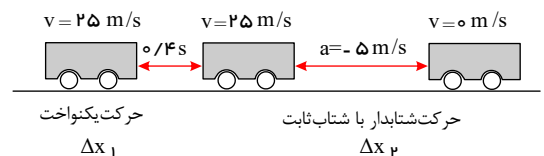
در مدت ۰٫۴ s اتومبیل با سرعت ثابت (حرکت یکنواخت) و پس از آن با شتاب ثابت کندشونده حرکت می کند.

$$v_0 = 90 \div 3.6 = 25 \text{ m/s}$$

$$\Delta x_1 = v_0 \Delta t_1 = 25 \times 0.4 = 10 \text{ m}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 25^2 = 2(-5)\Delta x_2$$

$$\Rightarrow \Delta x_2 = 62.5 \text{ m}$$



بنابراین از لحظه ای که راننده مانع را در ۸۰ متری خود می بیند تا توقف کامل ۷۲٫۵ m جابه جا می شود، در نتیجه اتومبیل در ۷٫۵ متری مانع می ایستد.

از آنجا که بزرگی سرعت گلوله در ابتدای ۵۰ متر پایانی حرکتش معلوم است، با استفاده از رابطه سرعت - جابه جایی فاصله نقطه رها شدن تا رسیدن به این سرعت را محاسبه می کنیم.

$$v_1^2 - 0^2 = 2g \Delta y_1 \Rightarrow 15^2 - 0 = 2 \times 10 \Delta y_1 \Rightarrow \Delta y_1 = \frac{225}{20} = 11,25m$$

$$h = \Delta y_1 + 50m = 11,25 + 50 = 61,25m$$

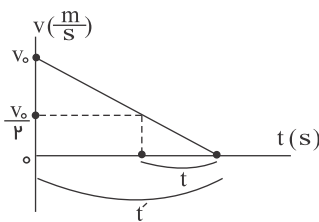
$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 61,25 = \frac{1}{2} \times 10 \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = 12,25 \Rightarrow t = 3,5s$$

شتاب حرکت ثابت و $v_0 = 0$ است، پس شیب خط مماس بر نمودار (سرعت - زمان) متحرک در تمامی لحظات، باید ثابت باشد و نمودار از مبدأ شروع شده باشد. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۳

ابتدا می توان به کمک شتاب و سرعت اولیه، سرعت نقاط موردنظر را به دست آورد و سپس می توان سرعت متوسط را محاسبه کرد: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۴

$$v = at + v_0 \begin{cases} t_1 = 5 \rightarrow v_1 = 2 \times 5 + 3 = 13m/s \\ t_2 = 20 \rightarrow v_2 = 2 \times 20 + 3 = 43m/s \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{13 + 43}{2} = 28m/s$$

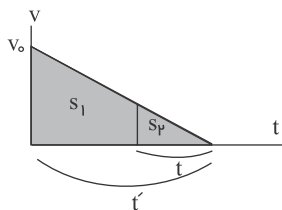
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۵



اگر نمودار سرعت - زمان متحرک را از لحظه ترمز (شروع حرکت کندشونده) تا توقف رسم کنیم، داریم:

با توجه به تشابه مثلث ها:

$$\frac{t'}{t} = \frac{v_0}{\frac{v_0}{2}} = 2$$



از طرفی می دانیم که نسبت مساحت دو مثلث متشابه، معادل مجذور نسبت تشابه به آن هاست یعنی:

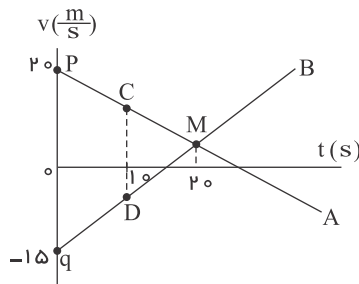
$$\frac{(S_2 + S_1)}{S_1} = \left(\frac{t'}{t}\right)^2 = 2^2 = 4$$

از طرفی می دانیم که:

$$\begin{aligned} S_2 &= 3S_1 \\ S_2 &= \Delta x = 150m \rightarrow 150 = 3\Delta x' = 50m \\ \Delta x_{\text{کل}} &= 150 + 50 \rightarrow \Delta x_{\text{کل}} = 200m \end{aligned}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۷۶

ابتدا با استفاده از تشابه مثلث ها، اختلاف سرعت دو متحرک در لحظه $t = 10s$ را می یابیم.



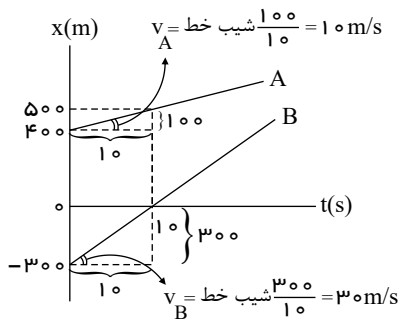
$$\triangle MCD \sim \triangle MPQ \rightarrow \frac{CD}{PQ} = \frac{10}{20} \rightarrow CD = 17,5$$

حال مسافت دوزنقه هاشور زده، معادل مجموع مسافت طی شده توسط این دو متحرک در 10 ثانیه اول است، یعنی:

$$\ell_A + \ell_B = S_{\text{دوزنقه}} = \frac{35 + 17,5}{2} \times 10 \rightarrow \ell_A + \ell_B = 262,5m$$

$$x = vt + x_0 \rightarrow \begin{cases} x_A = 10t + 400 \\ x_B = 30t - 300 \end{cases}$$

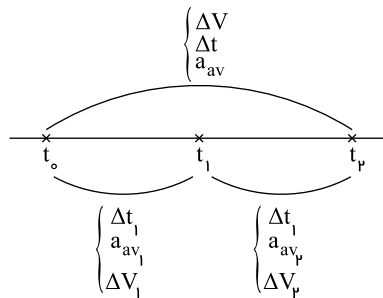
$$V_B = \text{شیب خط} = \frac{300}{10} = 30 \frac{m}{s}$$



این دو متحرک، دو بار در فاصله ۶۰۰ متری هم قرار می گیرند. یک بار قبل از اینکه به هم برسند و بار دیگر بعد از اینکه به هم رسیده و دوباره از هم دور شوند یعنی:

$$|\Delta x| = |x_A - x_B| = |(10t + 400) - (30t - 300)| = -20t + 700 \rightarrow \begin{cases} x_A - x_B = 600 = -20t + 700 \rightarrow t_1 = 5s \\ x_A - x_B = -600 = -20t + 700 \rightarrow t_2 = 65s \end{cases} \rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{65}{5} = 13$$

به طور کلی در حرکت در امتداد محور x داریم:



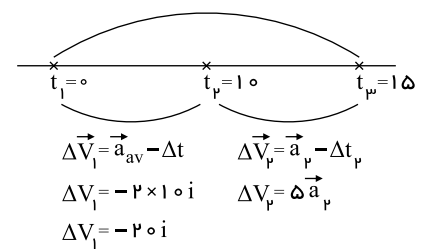
$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

در اینجا:

$$\Delta \vec{V} = \vec{a} \times \Delta t = \frac{2}{3} \times 15i = \Delta \vec{V} = 10i$$

$$\Delta V_1 = \vec{a}_{av} \times \Delta t = -2 \times 10i \rightarrow \Delta V_1 = -20i$$

$$\Delta V_2 = \vec{a}_p \times \Delta t_2 = -2 \rightarrow \Delta V_2 = -20a_p$$



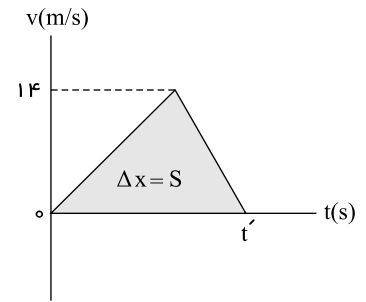
$$\Delta \vec{V} = \Delta \vec{V} \rightarrow 10i = -20i + 5a_p \rightarrow a_p = 6i$$

با استفاده از معادله سرعت جابه جایی در حرکت با شتاب ثابت سرعت متحرک را در لحظه عبور از مکان $x = 14m$ به دست می آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow \begin{cases} v_0 = 0, a = 2 \frac{m}{s^2} \rightarrow v^2 = 0 + 2 \times 2 \times 14 = 56 \rightarrow v = 7.48 \frac{m}{s} \\ \Delta x = 14m \end{cases}$$

حال نمودار $(v - t)$ را رسم می کنیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \begin{cases} \Delta x = S \rightarrow S = \frac{14 \times t'}{2} \rightarrow v_{av} = \frac{\frac{14t'}{2}}{t'} = \frac{14}{2} = 7 \frac{m}{s} \\ \Delta t = t' \end{cases}$$



ابتدا تندی متحرک در لحظه‌ای که مسافت $\frac{9}{16}$ را طی کرده است به دست می‌آوریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۰

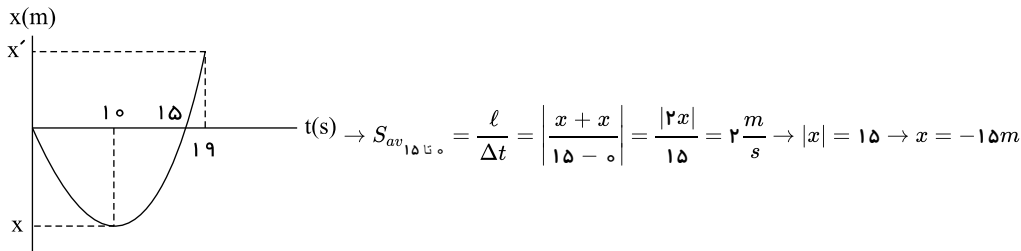
$$\frac{v_1 + v_r}{2} = v_{av} \rightarrow \begin{cases} v_1 = 0 \rightarrow \frac{0 + v_r}{2} = 10 \rightarrow v_r = 20 \\ v_{av} = 10 \end{cases}$$

$$v^r - v_o^r = 2a\Delta x_1 \rightarrow \begin{cases} \Delta x_1 = \frac{a}{16} \rightarrow v^r = 2 \times a \times \frac{a}{16} = \frac{a^r}{8} \rightarrow (20)^r = \frac{a^r}{8} \quad (*) \\ v_o = 0 \end{cases}$$

$$v^r - v_o^r = 2a\Delta x' \rightarrow \begin{cases} \Delta x' = a \rightarrow v^r = 2 \times a \times a = 2a^r \quad (**) \\ v_o = 0 \end{cases}$$

$$(*), (**) \Rightarrow \frac{20^r}{v^r} = \frac{\frac{a^r}{8}}{2a^r} \rightarrow \frac{20}{v'} = \frac{1}{4} \rightarrow v' = 80 \frac{m}{s}$$

مکان متحرک در لحظه ۱۰ ثانیه را x فرض می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۱



مکان متحرک در لحظه ۱۹s را x' فرض می‌کنیم:

$$V_{av(19 \text{ تا } 10)} = \frac{|\Delta x|}{|\Delta t|} = \frac{x' - x}{19 - 10} \Rightarrow V_{av} = \frac{x' - (-15)}{9} = 3 \frac{m}{s} \rightarrow x' + 15 = 27 \rightarrow x' = 12m \Rightarrow x' = 12i$$

سرعت در لحظه‌های $t = 2s, t = 3s, t = 4s, t = 5s$ را با استفاده از مساحت زیر نمودار $a - t$ به دست می‌آوریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۲

$$v_r - v_o = S \Rightarrow v_r - 6 = 3 \times 2 \Rightarrow v_r = 12 \frac{m}{s}$$

$$v_p - v_r = S \Rightarrow v_p - 12 = 3 \times 1 \Rightarrow v_p = 15 \frac{m}{s}$$

$$v_f - v_p = S \Rightarrow v_f - 15 = -1 \Rightarrow v_f = 14 \frac{m}{s}$$

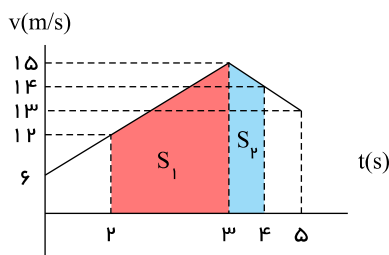
$$v_d - v_f = S \Rightarrow v_d - 14 = -1 \Rightarrow v_d = 13 \frac{m}{s}$$

حال با استفاده از مساحت زیر نمودار $v - t$ ، جابه‌جایی در دو ثانیه دوم را حساب می‌کنیم:

$$S_1 = \frac{12 + 15}{2} \times 1 = 13.5, \quad S_r = \frac{15 + 14}{2} \times 1 = 14.5$$

$$\Delta x = S_1 + S_r = 13.5 + 14.5 = 28m$$

سرعت متوسط برابر است با:



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{28}{2} = 14 \frac{m}{s}$$

با استفاده از معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت، شتاب متحرک A را محاسبه می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۳

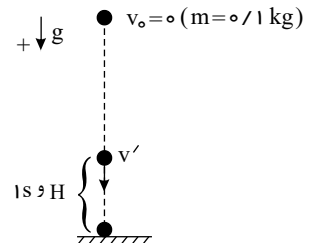
$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \quad \xrightarrow{v_0 A = v_0 B = 0, a_B = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}} \quad \frac{1}{2}a_A t_A^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times t_B^2 \xrightarrow{t_A = 6s} \frac{1}{2}a_A \times 36 = \frac{1}{2} \times 3 \times 9 \Rightarrow a_A = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}$$

متحرک B سه ثانیه دیرتر از متحرک A شروع به حرکت کرده است، پس اگر زمان متحرک B برابر t_B باشد، زمان متحرک A برابر $t_A = t_B + 3$ خواهد بود. حال زمانی که فاصله دو متحرک به $13.5m$ می‌رسد را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x_B - \Delta x_A = 13.5 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 3 \times t_B^2 = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times (t_B + 3)^2 = 13.5 \Rightarrow 1.5 t_B^2 - \frac{3}{8}(t_B^2 + 6t_B + 9) = 13.5 \Rightarrow \begin{cases} t_B = -3 \\ t_B = 5 \end{cases}$$

ابتدا با توجه به معلوم بودن انرژی جنبشی و جرم گلوله، تندی آن در لحظه برخورد به زمین را محاسبه می‌کنیم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۴

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times v^2 = 24.2 \Rightarrow v = 22 \frac{m}{s}$$



با توجه به مفهوم شتاب $(a = g = 10 \frac{m}{s^2})$ داریم:

$$v' = -gt + v_0 \Rightarrow \Delta v' = -10 \times 1 + 22$$

$$v' = 22 - 10 = 12 \frac{m}{s} \Rightarrow v_{av} = \left(\frac{v + v'}{2} \right) = \left(\frac{22 + 12}{2} \right) \Rightarrow v = 17m$$

شیب نمودار سرعت - زمان ثابت است. بنابراین حرکت متحرک با شتاب ثابت می‌باشد و شتاب آن برابر است با: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۵

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 10}{15 - 0} = -\frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 = \frac{1}{2} \left(-\frac{2}{3} \right) t^2 + 10t + x_0 \xrightarrow{x_0 = 0} x = -\frac{1}{3}t^2 + 10t$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۶

در ابتدا با نوشتن معادله سرعت، لحظه توقف و پس از آن مکان (در اینجا جابه‌جایی) توقف را می‌یابیم.

$$x = -2t^2 + 8t = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow a = -4m/s^2, v_0 = 8m/s$$

$$v = at + v_0 = -4t + 8 = 0 \Rightarrow t = 2s$$

$$\Rightarrow x = -2 \times 2^2 + 8 \times 2 = -8 + 16 = 8m$$

سطح زیر نمودار در بازه $0 < t < 4s$ را به دست می‌آوریم. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۸۷

$$S = \frac{4 + 2}{2} \times 8 = 24m = x_f - x_0 = x_f - (-36) \Rightarrow x_f = -12m$$

بنابراین متحرک $12m$ دیگر باید جابه‌جا شود تا به مبدا مکان برسد.

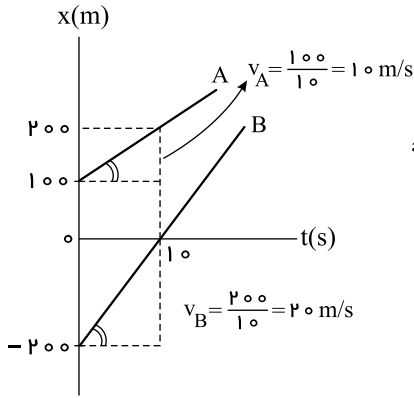
در $t > 4s$ داریم:

$$a = \frac{v_1 - v_f}{t_1 - t_f} = \frac{(-2) - 8}{5} = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t = -t^2 + 8t = +12 \Rightarrow (t - 6)(t - 2) = 0 \Rightarrow t = 2 \text{ یا } t = 6 \Rightarrow t = 2 \text{ ق ق}$$

$$\Rightarrow t_{\text{رسیدن}} = 6s$$

در ابتدا سرعت هر یک از متحرک‌ها و به دنبال آن مسیر حرکت آنها را رسم می‌کنیم و معادله حرکت آنها را می‌نویسیم. می‌دانیم که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان با سرعت متحرک برابر است. در اینجا که سرعت متحرک‌ها ثابت است، داریم:

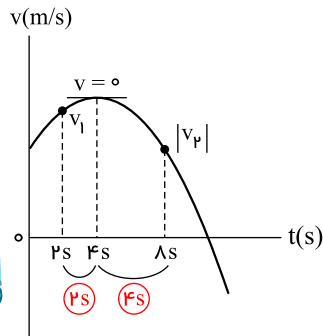


$$x = vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} x_A = 10t + 100 \\ x_B = 20t - 200 \end{cases}$$

با توجه به اینکه تندی متحرک B بیشتر از متحرک A است، مرتباً به متحرک A نزدیک شده و بعد از رسیدن به متحرک A، از آن جلو می‌افتد، پس دوبار فاصله آنها از هم ۲۰ متر می‌شود.

$$|x_A - x_B| = 20m \Rightarrow \begin{cases} x_A - x_B = 20m \Rightarrow 10t_1 + 100 - (20t_1 - 200) = 20 \Rightarrow t_1 = 28s \\ x_B - x_A = 20m \Rightarrow 20t_2 - 200 - (10t_2 + 100) = 20 \Rightarrow t_2 = 32s \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = 4s$$

می‌دانیم که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه برابر سرعت لحظه‌ای متحرک است. بنابراین معادله سرعت جسم را تا رأس سهمی می‌نویسیم (یعنی جایی که سرعت صفر است). بنابراین داریم:



$$v = at + v_0$$

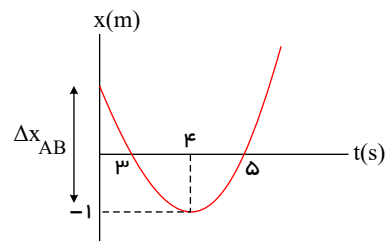
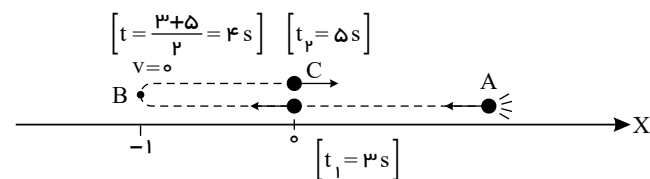
$$0 = a \times 2 + v_1 \Rightarrow |v_1| = 2a$$

$$0 = a \times 4 + v_p \Rightarrow |v_p| = 4a$$

$$\Rightarrow \left| \frac{v_p}{v_1} \right| = \frac{4a}{2a} = 2$$

هرگاه در یک حرکت شتابدار با شتاب ثابت a و v_0 مختلف علامت باشند، حرکت به صورت رفت و برگشت است. اگر در چنین شرایطی متحرک در لحظات

t_1 و t_2 از یک مکان عبور نموده باشد، در $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ تغییر جهت داده و $v = 0$ شده است. چون در $x = -1(m)$ تغییر جهت داده (در $x < 0$) و در دو لحظه $t_1 = 3s$ و $t_2 = 5s$ نیز از مبدأ مکان عبور نموده راهی وجود ندارد جز اینکه:



روش وارونه دیدن!

$$A \not\rightarrow B \rightarrow (B \rightarrow A) : \Delta x = \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 = \lambda a \Rightarrow \Delta x_{AB} = 16m$$

$$B \rightarrow C \rightarrow \Delta x = \frac{1}{2}a(1)^2 = 0.5a = 1 \rightarrow a = 2$$

$$\Rightarrow x_0 = 15m \Rightarrow S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{16 + 1}{5} = \frac{17}{5} \frac{m}{s}$$

مساحت زیر نمودار $v - t$ برابر جابه‌جایی است. این مقدار را در بازه t تا $2.5s$ حساب می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۱

$$\Delta x = S_{v-t} \Rightarrow \Delta x_{(25 \leq t)} = \frac{1}{2} \times (25 - t) \times 10 = 5(25 - t)$$

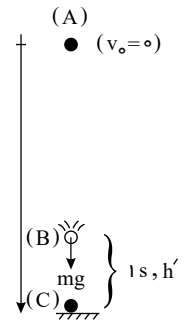
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = 25 - t]{\Delta x = 5(25 - t)} v_{av} = \frac{5(25 - t)}{25 - t} = 5 \frac{m}{s}$$

حال بزرگی سرعت متوسط متحرک را محاسبه می‌کنیم:

چون مقاومت هوا نداریم کل کار انجام شده برابر کار نیروی وزن است: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۲

$$C \rightarrow B: W_T = W_{mg} = 70 J \rightarrow mg \times h' \times \underbrace{\cos 0}_1 = 70$$

$$\rightarrow \frac{2}{10} \times 10 \times h' \times 1 = 70 \rightarrow \boxed{h' = 35m}$$



از این مرحله به بعد از چند روش می‌توان استفاده کرد:

روش اول:

چون $v_o = 0$ است و حرکت با شتاب ثابت $a = g$ است، جابه‌جایی در ثانیه‌های متوالی، یک تصاعد حسابی است با قدر نسبت: $a = g$ ، بنابراین:

$$\Delta y_1 = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5m$$

$$\Delta y_2 = 15m$$

$$\Delta y_3 = 25m \quad +$$

$$\Delta y_4 = 35m$$

$$h = 5 + 15 + 25 + 35 = 80m \rightarrow \boxed{h = 80m}$$

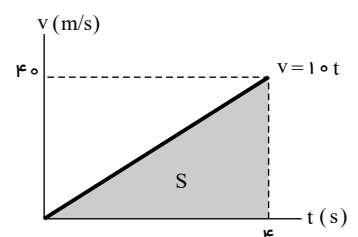
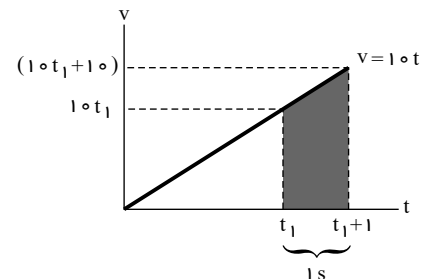
روش دوم:

$$v_C = v_B + gt = v_B + 10 \times 1 \rightarrow \Delta y_{B,C} = 35 = \left(\frac{v_B + v_C}{2} \right) \times \Delta t$$

$$A, C: \rightarrow 70 = v_B + (v_B + 10) = 2v_B + 10 \rightarrow v_B = 30m/s, v_C = 40m/s$$

$$v_C^2 - v_A^2 = 2gh \rightarrow 40^2 = 2 \times 10 \times h \rightarrow h = \frac{1600}{20} = 80m$$

روش سوم:



روش‌های دیگر را هم امتحان کنید!

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۳

 از لحظه رها شدن تا لحظه ای که سرعتش به $10 \frac{m}{s}$ می رسد. ۵ متر جابه جا شده است، زیرا:

$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \Rightarrow v^2 - 0 = 2g\Delta y$$

$$10^2 = 2 \times g \times \Delta y_1 \Rightarrow \Delta y_1 = 5m$$

$$\text{بخش اول: } v^2 = 2 \times g(\Delta y_1 + 15) \Rightarrow v^2 = 2 \times 10 \times 20 \Rightarrow v = 20 m/s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۴ اگر جهت + محور y را رو به پایین انتخاب کنیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2gh \Rightarrow v^2 - 0 = 2 \times g \times 15 = 30g$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta y \Rightarrow 0 - 30g = 2a \times 1,5$$

$$\Rightarrow a = \frac{-30g}{3} = -10g \Rightarrow |a| = 10g$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۵

در آخرین ثانیه سقوط ۳۵ متر جابه جا شده، پس کاملاً ۴ ثانیه در راه بوده، زیرا:

$$h - h_1 = 35 \Rightarrow \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-1)^2 = 35$$

$$\frac{1}{2} \times 10 \times t^2 - \frac{1}{2} \times 10(t^2 - 2t + 1) = 35 \Rightarrow t = 4s$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 80m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۶ جهت مثبت را به سوی پایین فرض می کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2a \Delta y, \quad a = +g$$

$$\Rightarrow v^2 = 2gh \Rightarrow (30)^2 = 2 \times 10h \Rightarrow h = 45 \text{ متر}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۷ بیشترین فاصله میان گلوله ها در لحظه ای ایجاد می شود که گلوله اول به زمین می رسد.

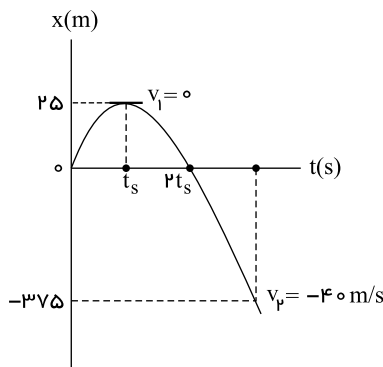
$$\begin{cases} \Delta y_1 = \frac{1}{2}gt^2 = h \\ \Delta y_2 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 = h - 45 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2}g(t-1)^2 = \frac{1}{2}gt^2 - 45$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}gt^2 - gt + \frac{1}{2}g = \frac{1}{2}gt^2 - 45 \Rightarrow t = 5s$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 5^2 = 125m$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۹۸

 با توجه به اینکه جابه جایی متحرک از لحظه توقف ($v_1 = 0$) تا مکان $x = -375m$ معلوم است. $(\Delta x = -375 - 25 = -400m)$ و

 نیز معلوم بودن سرعت متحرک در مکان $x = -375m$ ، با استفاده از رابطه سرعت - جابه جایی، شتاب حرکت متحرک را می یابیم.


$$v_p^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \rightarrow (-40)^2 - 0 = 2(a)(-400) \rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$

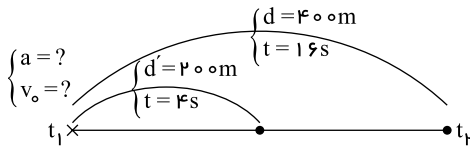
 و در مدتی که $x > 0$ است، بردار مکان متحرک در جهت محور x است (که در اینجا معادل $2t_s$ است). بنابراین برای پیدا کردن t_s از رأس سهمی تا مبدأ مکان در امتداد محور x برمی گردیم، یعنی:

$$\begin{cases} v_1 = 0 \\ \Delta x = \frac{1}{2}at^2 \end{cases} \xrightarrow{a=-2 \frac{m}{s^2}} -25 = \frac{1}{2}(-2)(t_s)^2 \rightarrow t_s = 5s$$

 و مدتی که بردار مکان متحرک در جهت مثبت محور x است:

$$\Delta t = 2t_s = 10s$$

در ابتدا مسیر حرکت متحرک را به صورت زیر رسم کرده و یک بار معادله جابه جایی را در ۴ ثانیه اول و بار دیگر در کل ۱۶ ثانیه می نویسیم تا با حل یک دستگاه معادلات، بزرگی شتاب را بیابیم.



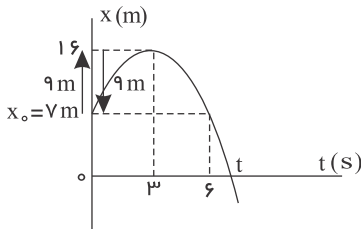
$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$$

$$\begin{cases} 200 = \frac{1}{2}a(4)^2 + 4v_0 & \text{در چهار ثانیه اول} \\ 400 = \frac{1}{2}a(16)^2 + 16v_0 & \text{در کل ۱۶ ثانیه} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 200 = 8a + 4v_0 \\ 400 = 128a + 16v_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = -\frac{25}{6} \frac{m}{s^2} \\ v_0 = \frac{175}{3} \frac{m}{s} \end{cases}$$

و برای تعیین بزرگی شتاب:

$$|a| = \frac{25}{6} \frac{m}{s^2}$$

چون حرکت با شتاب ثابت است، نمودار $x - t$ به صورت قسمتی از یک سهمی است و با توجه به وجود تقارن نسبت به راس سهمی داریم:



$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow 3 = \frac{\ell}{6} \rightarrow \ell = 18m$$

یعنی در ۳ ثانیه اول ۹ متر در جهت محور رفته و در ۳ ثانیه بعد ۹ متر را برگشته است.

حال در ۳ ثانیه اول، از راس سهمی که $v = 0$ است، برمی گردیم: (در این ۳ ثانیه ۹ متر برمی گردیم.)

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \rightarrow -9 = \frac{1}{2} \times a \times (3)^2 \rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$

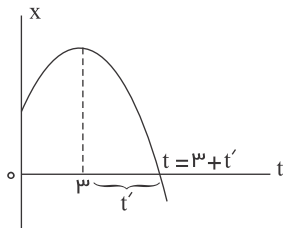
و برای تعیین زمان حرکت از $x = 0$ تا $x = 16$ (از لحظه مربوط به راس سهمی تا لحظه $x = 0$ داریم: (در راس سهمی $v = 0$ است)

$$\Delta x = \frac{1}{2}a't'^2 \rightarrow -16 = \frac{1}{2}(-2)t'^2 \rightarrow t' = 4s$$

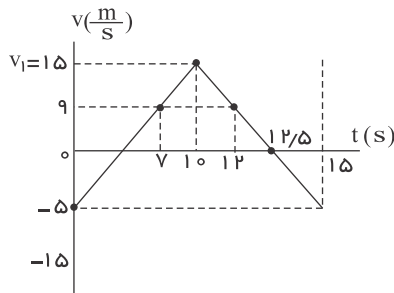
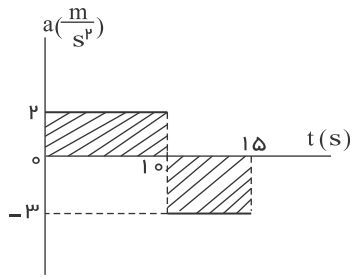
پس در نهایت:

$$t = 3 + t' = 3 + 4 \rightarrow t = 7s$$

یعنی در مدت ۷ ثانیه اول $x > 0$ یعنی بردار مکان در جهت محور x است.



در ابتدا از روی نمودار $a - t$ داده شده نمودار $v - t$ را رسم کرده، سپس با تعیین جابه جایی (سطح محصور بین نمودار $v - t$ و محور زمان)، سرعت متوسط را می یابیم. قبل از هر چیزی داریم:



در سه ثانیه اول

$$V = at + v_0 \rightarrow 1 = 2 \times 3 + v_0 \rightarrow v_0 = -5 \frac{m}{s}$$

$$\Delta V_1 = 20 = v_1 - v_0 = v_1 - (-5) \rightarrow v_1 = 15 \frac{m}{s}$$

$$\Delta V_2 = -30 = v_2 - v_1 = v_2 - (15) \rightarrow v_2 = -15 \frac{m}{s}$$

$t_1 = 7s$ در $v = at + v_0 \rightarrow v = 2 \times 7 - 5 \rightarrow v = 9 \frac{m}{s}$

$t_2 = 12s$ در $v' = a't' + v'_0 \rightarrow v' = -3 \times 2 + 15 \rightarrow v' = 9 \frac{m}{s}$

$$\begin{cases} \Delta x_1 = S_{\text{دورنگه}} = \frac{15+9}{2} \times 3 = 36m \\ \Delta x_2 = S'_{\text{دورنگه}} = \frac{15+9}{2} \times 2 = 24m \end{cases} \rightarrow \Delta y_{\text{کل}} = 36 + 24 = 60m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{60}{12-7} \rightarrow v_{av} = 12 \frac{m}{s}$$

فقط گزینه «ب» درست است، زیرا در بازه t_1 تا t_2 سرعت مثبت است یعنی متحرک در جهت محور حرکت کرده.

گزینه الف غلط است چون در لحظه t_1 فقط جهت شتاب تغییر کرده

گزینه پ غلط است چون در بازه صفر تا t_1 تندى در حال افزایش است.

گزینه ت غلط است چون در بازه صفر تا t_2 در ابتدا شتاب مثبت (در جهت محور) سپس منفی است (در خلاف جهت محور)، دقت کنید که شیب خط مماس بر $v - t$ همان شتاب متحرک است.

روش اول: اگر از لحظه $t = 4s$ تا $t = 0$ برگردیم داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \xrightarrow{v_0=0, t=4s} 20 = \frac{1}{2}(a)(4)^2 \rightarrow a = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

روش دوم: به دلیل سهمی بودن نمودار حرکت بر روی محور x با شتاب ثابت است، در بازه زمانی 0 تا $4s$:

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \rightarrow 0 - 20 = \frac{0 + v_0}{2}(-4) \rightarrow v_0 = -10 \frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 \rightarrow 0 = a \times 4 + (-10) \rightarrow a = \frac{5}{2} \frac{m}{s^2}$$

روش اول: با استفاده از معادله مکان - زمان در دو ثانیه دوم ($t_2 = 4s, t_1 = 2s$) شتاب را به دست می آوریم:

$$\Delta x_2 - \Delta x_1 = 48 \Rightarrow \left(\frac{1}{2}a \times (4)^2 + 10 \times 4 \right) - \left(\frac{1}{2}a(2)^2 + 10 \times 2 \right) = 48 \Rightarrow 6a + 20 = 48 \Rightarrow a = \frac{14}{3} \frac{m}{s^2}$$

به همین طریق جابه جایی در سه ثانیه سوم را حساب می کنیم ($t_2 = 9s, t_1 = 6s$):

$$\Delta x_3 - \Delta x_2 = \left(\frac{1}{2} \times \frac{14}{3} \times (9)^2 + 10 \times 9 \right) - \left(\frac{1}{2} \times \frac{14}{3} (6)^2 + 10 \times 6 \right) = 279 - 144 = 135m$$

حال سرعت متوسط را حساب می کنیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{135}{3} = 45 \frac{m}{s}$$

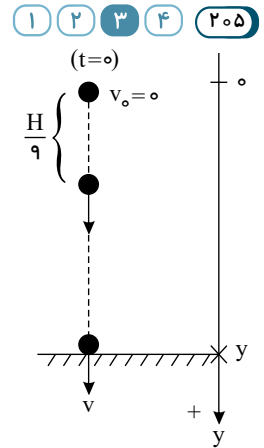
روش دوم: از رابطه جابه جایی در t ثانیه m استفاده می کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2(2n-1) + v_0 t$$

$$48 = \frac{1}{2}a \times (2)^2(2 \times 2 - 1) + 10 \times 2 \Rightarrow a = \frac{14}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \frac{14}{3} \times (3)^2(2 \times 3 - 1) + 10 \times 3 \Rightarrow \Delta x = 135m \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{135}{3} = 45 \frac{m}{s}$$

$$\begin{cases} y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 4.9t^2 = \frac{H}{9} \Rightarrow H = 4.9 \times 9t^2 (*) \\ (v_{av})_{0-t} = \frac{\frac{H}{9}}{t} = \frac{H}{9t} = 4.9 \end{cases} \Rightarrow \frac{4.9 \times 9t^2}{9t} = 4.9 \Rightarrow t = 1s \xrightarrow{(*)} H = 4.9 \times 9 \times 1^2 = 9 \times 4.9m$$



$$v^2 - 0^2 = 2gH = 2(\underbrace{9.8}_{2 \times 4.9})(9 \times 4.9) = 4 \times 9 \times 4.9^2 \Rightarrow v = 2 \times 3 \times 4.9 \rightarrow v = 29.4 \frac{m}{s}$$

در اینجا نیازی به ضرب 4.9×6 نبود. اگر 4.9 بود پاسخ 30 می شد که اکنون کمی کمتر است: 29.4 .

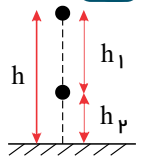
80 متر آخر سقوط را در دو ثانیه طی کرده، پس کلاً 5 ثانیه در راه بوده، زیرا:

$$h_v = 80m$$

$$h - h_1 = 80$$

$$\frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-2)^2 = 80 \Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}gt^2} - \cancel{\frac{1}{2}gt^2} + 2gt - 2g = 80 \Rightarrow t = 5s$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 5^2 = 125m$$



۲۰۷ ۱ ۲ ۳ ۴

با انتخاب جهت مثبت محور y ها رو به پایین داریم:

$$v^2 = 2gh \Rightarrow v^2 = 2 \times 10 \times 45 \Rightarrow v^2 = 900 \Rightarrow v = 30 \frac{m}{s}$$

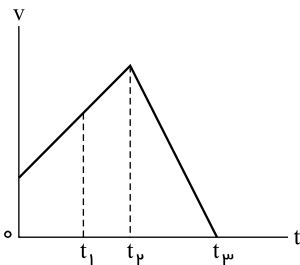
۲۰۸ ۱ ۲ ۳ ۴

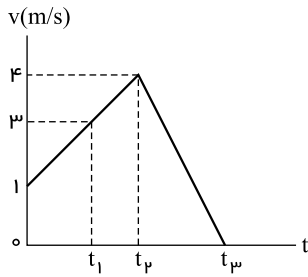
برای حل این سؤال باید به چند نکته زیر توجه کنیم:

(۱) اگر متحرک در امتداد یک خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند، در یک بازه زمانی معین، سرعت متوسط و تندی متوسطش هم اندازه اند.

(۲) در حرکت با شتاب ثابت، می توان از رابطه $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ سرعت متوسط را محاسبه کرد.

(۳) سطح محصور برابر است.





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

از طرفی در بازه زمانی ۰ تا t_3 ، با استفاده از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، اگرچه Δx (سطح زیر نمودار) بیشتر از بقیه است ولی با توجه به Δt بیشتر از بقیه، در این بازه، بیشترین سرعت متوسط (تندی متوسط) را نداریم.

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

۱: از ۰ تا t_1 :

$$s_{av} = v_{av} = \frac{1 + 3}{2} = 2 \frac{m}{s}$$

۲: از t_1 تا t_p :

$$s_{av} = v_{av} = \frac{3 + 4}{2} = 3.5 \frac{m}{s}$$

۳: از t_p تا t_3 :

$$s_{av} = v_{av} = \frac{4 + 0}{2} = 2 \frac{m}{s}$$

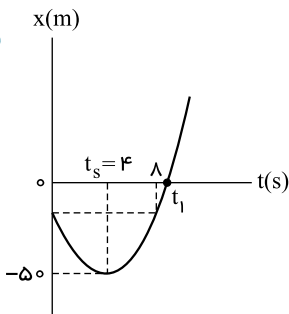
پس با مقایسه اعداد به دست آمده، گزینه ۲، صحیح است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۰۹

یکی از روش‌ها برای تعیین سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت، استفاده از رابطه $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ است. (البته روش‌های دیگری نیز برای حل

سؤال مثلاً تعریف سرعت متوسط $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ و ... نیز وجود دارد که خودتان می‌توانید آنها را تمرین کنید)

به همین دلیل، بار اول با نوشتن رابطه سرعت - جابه‌جایی بین دو مکان $x_1 = -50m$ و $x_p = 0$ (لحظه عبور از مبدأ مکان)، شتاب حرکت را می‌یابیم.



$$v_p^2 - v_1^2 = 2a(\Delta x) \xrightarrow[v_1=0, v_p=20 \frac{m}{s}]{\Delta x = x_p - x_1 = 0 - (-50) = 50m} (20)^2 - (0)^2 = (2)(a)(50) \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

حال با توجه به اینکه در ۸ ثانیه اول حرکت، سرعت متوسط متحرک صفر شده، جابه‌جایی‌اش در این مدت صفر بوده، پس در $t_s = 4s$ متوقف شده و تغییر جهت داده است. بنابراین با نوشتن معادله سرعت در ۴ ثانیه اول داریم:

$$v = at + v_0 \xrightarrow[t=4s]{v=0} 0 = (4)(4) + v_0 \Rightarrow v_0 = -16 \frac{m}{s}$$

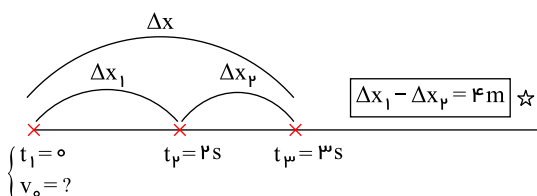
و در نهایت برای تعیین سرعت متوسط در t_1 ثانیه اول حرکت داریم:

$$v_{av} = \frac{v_0 + v}{2} \xrightarrow[v=20 \frac{m}{s}]{v_0 = -16 \frac{m}{s}} v_{av} = \frac{-16 + 20}{2} \Rightarrow v_{av} = 2 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۰

در ابتدا مسیر حرکت متحرک را به صورت زیر رسم می‌کنیم، سپس معادله جابه‌جایی متحرک را یک‌بار برای ۲ ثانیه

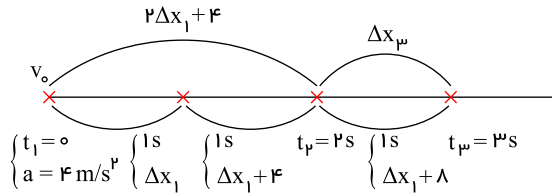
اول و بار دیگر برای ۳ ثانیه اول می‌نویسیم یعنی:



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \xrightarrow{a=4 \frac{m}{s^2}} \begin{cases} \Delta x_1 = \frac{1}{2}(4)(2)^2 + 2v_0 \\ \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{1}{2}(4)(3)^2 + 3v_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \Delta x_1 = 8 + 2v_0 \\ \Delta x_1 + \Delta x_2 = 18 + 3v_0 \end{cases} \xrightarrow{\Delta x_1 = 8 + 2v_0} \Delta x_2 = 10 + v_0$$

و در نهایت داریم:

$$\Delta x_1 - \Delta x_2 = 4 \xrightarrow{\Delta x_1 = 8 + 2v_0, \Delta x_2 = 10 + v_0} 8 + 2v_0 - (10 + v_0) = 4 \Rightarrow v_0 = 6 \frac{m}{s}$$



روش دوم: اگر بازه‌های زمانی را به صورت بازه‌های یک ثانیه‌ای در نظر بگیریم، می‌دانیم که جابه‌جایی‌های این متحرک در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی یک ثانیه‌ای، تشکیل یک دنبالهٔ عددی را می‌دهند که قدر نسبت آن $a = 4$ (شتاب حرکت) است. بنابراین داریم:

با توجه به فرض مسئله

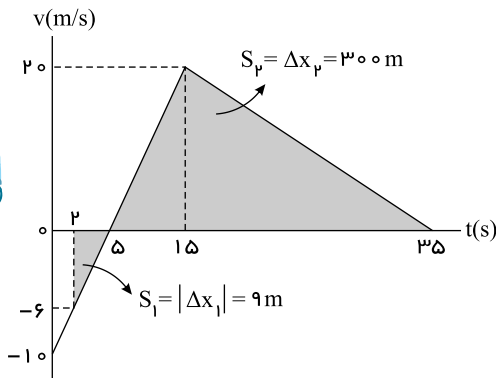
$$\rightarrow 2\Delta x_1 + 4 - (\Delta x_1 + 8) = 4 \Rightarrow \Delta x_1 = 8m$$

و در ادامه داریم:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 8 = \frac{1}{2}(4)(2)^2 + 2v_0 \Rightarrow v_0 = 6 \frac{m}{s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۱

یکی از راه‌های حل این سؤال استفاده از نمودار سرعت - زمان است. برای رسم نمودار، در ابتدا سرعت اولیهٔ متحرک را

محاسبه می‌کنیم. در ۱۵ ثانیهٔ اول، شتاب حرکت متحرک $2 \frac{m}{s^2}$ است، بنابراین داریم:

$$v = at + v_0 \xrightarrow{v=-6 \frac{m}{s}, t=2s} -6 = 2 \times 2 + v_0 \rightarrow v_0 = -10 \frac{m}{s}$$

حال سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 15s$ (لحظه‌ای که شتاب تغییر می‌کند) را محاسبه می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \xrightarrow{t=15s} v = 2 \times 15 - 10 \rightarrow v = 20 \frac{m}{s}$$

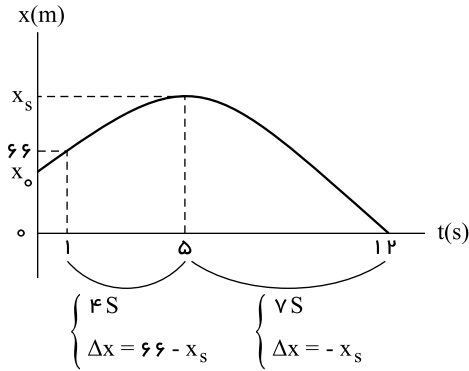
حال نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم. در ادامه مساحت محصور بین نمودار و محور زمان را می‌یابیم تا جابه‌جایی متحرک از لحظهٔ $t = 2s$ تا $t = 35s$ را تعیین کنیم.

$$S_1 = |\Delta x_1| = 9m, \quad S_2 = \Delta x_2 = 300m$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = -9 + 300 = 291m$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 \rightarrow 291 = x_2 - (-16) \rightarrow x_2 = 275m \rightarrow \vec{x} = 275\vec{i}$$

اگر مکان متحرک در راس سهمی را x_s بنامیم و معادله جابه جایی متحرک را از راس سهمی که در آن $v = 0$ است بنویسیم، داریم:



$$\begin{cases} v_0 = 0 \\ \Delta x = \frac{1}{2}at^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 66 - x_s = \frac{1}{2}a(4)^2 \\ -x_s = \frac{1}{2}a(7)^2 \end{cases} \rightarrow \frac{66 - x_s}{-x_s} = \frac{16}{49} \rightarrow x_s = 98m$$

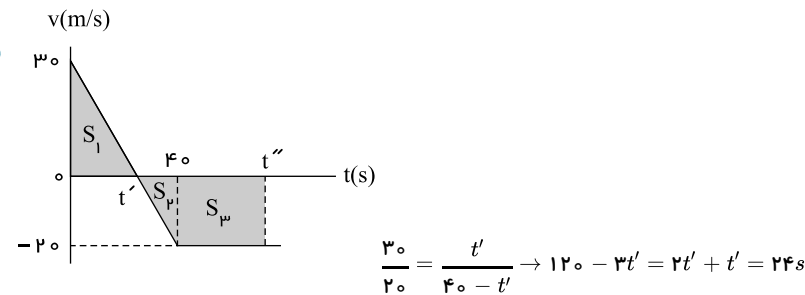
و در ادامه برای تعیین شتاب داریم:

$$-x_s = \frac{1}{2}a(7)^2 \rightarrow -98 = \frac{1}{2}a(49) \rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}$$

و در ۵ ثانیه اول:

$$\begin{cases} v_0 = 0 \\ \Delta x = \frac{1}{2}at^2 \end{cases} \rightarrow x_0 - x_s = \frac{1}{2}(-4)(5)^2 \xrightarrow{x_s=98} x_0 = 48m$$

از تشابه مثلث ها داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۳



$$S_1 = \frac{30 \times 2}{2} = 30 \rightarrow \Delta x_1 = 30m \rightarrow S_2 = \frac{20 \times 16}{2} = 160m \rightarrow \Delta x_2 = -160m \rightarrow \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 0 \rightarrow 30 + (-160) + \Delta x_3 = 0$$

$$\rightarrow \Delta x_3 = 130m \rightarrow S_3 = 130 \rightarrow 200 = (t'' - 40) \times 20 \rightarrow t'' = 50s$$

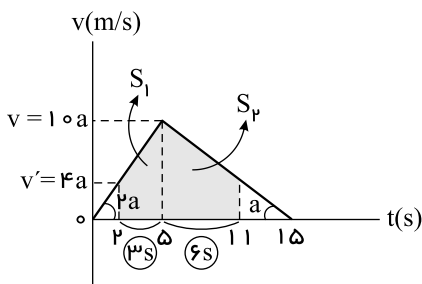
بیشترین فاصله زمانی است که گلوله اول به زمین برخورد کند، پس داریم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۴

$$\begin{cases} \Delta y = \frac{1}{2}gt^2 = \Delta t^2 = 80 \Rightarrow t = 4s \\ \Delta y' = \frac{1}{2}gt'^2 = \Delta t'^2 = 80 - 35 = 45 \Rightarrow t' = 3s \end{cases} \Rightarrow \Delta t = 1s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۵

می دانیم که شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان با شتاب متحرک برابر است. با توجه به نمودار که شیب خط در ۵ ثانیه اول، دو برابر قدرمطلق شیب خط در ۱۰ ثانیه بعد است، می توانیم فرض کنیم که اگر شتاب حرکت در مرحله اول و دوم به ترتیب a_1 و a_2 باشد، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} a_1 = 2a \\ |a_2| = a \end{cases}$$

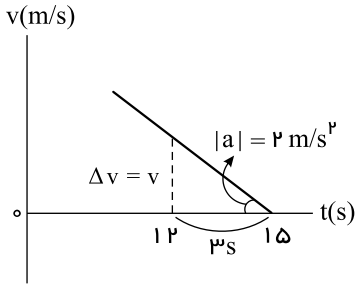


حال با توجه به اینکه سطح محصور بین نمودار و محور زمان برابر جابه جایی متحرک است، مقدار a را به صورت زیر می یابیم:

$$S_1 + S_2 = 126 \rightarrow 21a + 16a = 126 \rightarrow 37a = 126 \rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$S_3 = \frac{10a + 4a}{2} \times 6 = 42a$$

$$|a| = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{v}{3} \Rightarrow v = 6 \frac{m}{s}$$



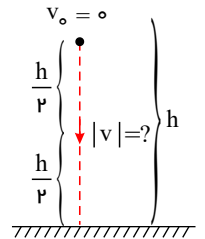
۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۶

معادله جابه‌جایی را یک‌بار برای کل ارتفاع h و بار دیگر $\frac{1}{9}h$ ابتدای مسیر نوشته و با هم مقایسه می‌کنیم.

$$\begin{cases} h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}g \times 9 \\ h' = \frac{1}{2}gt'^2 \Rightarrow \frac{1}{9}h = \frac{1}{2}g \times t'^2 \end{cases} \Rightarrow 9 = \left(\frac{t'}{t}\right)^2 \Rightarrow t' = 3s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۷ با انتخاب جهت مثبت محور y ها رو به پایین و محل پرتاب به عنوان مبدا:

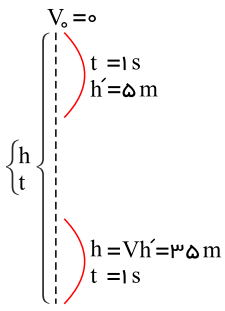
$$v^2 - v_0^2 = 2gy \xrightarrow{y=\frac{h}{9}} v^2 - 0 = 2g\left(\frac{h}{9}\right) \Rightarrow v^2 = gh \Rightarrow v = \sqrt{gh}$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۸ می‌دانیم که اندازه جابه‌جایی گلوله در ثانیه اول به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \xrightarrow{t=1s} h' = \frac{1}{2} \times 10 \times (1)^2 \Rightarrow h' = 5m$$

بنابراین اندازه جابه‌جایی گلوله در ثانیه آخر $h'' = h - h' = 35m$ است.



در ادامه با استفاده از معادله جابه‌جایی گلوله داریم:

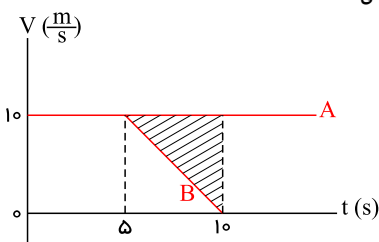
$$\begin{cases} h = \frac{1}{2}gt^2 \\ h - 35 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h = \frac{1}{2}gt^2 \\ h - 35 = \frac{1}{2}gt^2 - gt + \frac{1}{2}g \end{cases}$$

$$\rightarrow 35 = gt - \frac{1}{2}g \xrightarrow{g=10m/s^2} 35 = 10t - 5 \rightarrow t = 4s$$

و در نهایت:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}(10)(4)^2 \rightarrow h = 80m$$

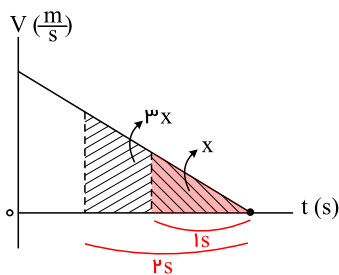
۱ ۲ ۳ ۴ ۲۱۹ یکی از ساده‌ترین راه‌حل‌ها، رسم نمودار سرعت - زمان این دو متحرک در یک مختصات $v - t$ است. یعنی:



بدیهی است، فاصله بین دو متحرک در لحظه توقف متحرک B با مساحت قسمت هاشورزده برابر است. بنابراین داریم:

$$\Delta x = S_{v-t} = \frac{10 \times 5}{2} = 25m$$

۲۲۰ اگر نمودار سرعت - زمان این متحرک را از لحظه شروع حرکت کند شونده تا توقف رسم کنیم، داریم:

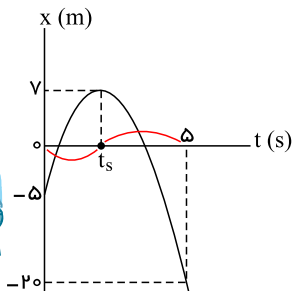


از طرفی می‌دانیم که اگر متحرکی از حال سکون و با شتاب ثابت، در امتداد یک خط راست شروع به حرکت کند، نسبت جابه‌جایی‌هایش در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی، همانند نسبت اعداد فرد متوالی است. بنابراین با توجه به نمودار، این مطلب که متحرک در دو ثانیه آخر ۱۲ را پیموده داریم:

$$3x + x = 4x = 12m \rightarrow x = 3m$$

۲۲۱ در نمودار مکان - زمان، در نقاط مربوط به رأس متحرک متوقف شده و می‌تواند تغییر جهت دهد.

اگر لحظه توقف و تغییر جهت متحرک را t_s بنامیم (در اینجا لحظه مربوط به رأس سهمی)، معادله جابه‌جایی متحرک ر یک بار، از آنجا تا $t = 0$ (برمی‌گردیم) و بار دیگر از آنجا تا لحظه $t = 5s$ می‌نویسیم، یعنی (در هر دو معادله‌ای که می‌نویسیم $v_0 = 0$ چون از رأس سهمی شروع کردیم):

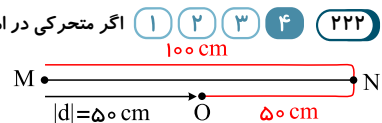


$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow \begin{cases} -12 = \frac{1}{2}at_s^2 \\ -27 = \frac{1}{2}a(5 - t_s)^2 \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{12}{27} = \left(\frac{t_s}{5 - t_s}\right)^2 \rightarrow \frac{4}{9} = \left(\frac{t_s}{5 - t_s}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{2}{3} = \frac{t_s}{5 - t_s} \rightarrow t_s = 2s$$

۲۲۲ اگر متحرکی در امتداد یک خط راست حرکت کند، در صورتی مسافت طی شده از بزرگی جابه‌جایی‌اش بیشتر است که متحرک تغییر جهت دهد.



در جابه‌جایی از M به N، سپس N به O (وسط مسیر)، جابه‌جایی و مسافت طی شده به صورت مقابل است:

$$l = 100 + 50 = 150cm$$

$$\rightarrow \frac{l}{d} = \frac{150}{50} = 3$$

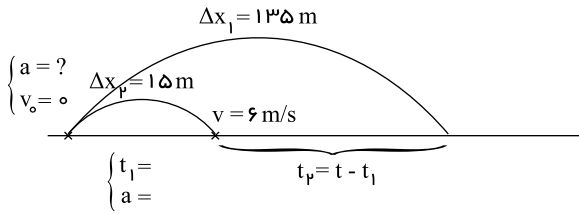
۲۲۳ می‌دانیم که نیم ثانیه سوم (یعنی سومین نیم ثانیه) بین دو لحظه $t_1 = 1s$ و $t_2 = 1.5s$ است. حال اگر تندی جسم در این لحظه‌ها را به دست بیاوریم، می‌توانیم تندی متوسط در این مدت را بیابیم. یعنی:

$$|v| = gt \Rightarrow \begin{cases} v_1 = 9.8 \times 1 = 9.8 \\ v_2 = 9.8 \times 1.5 = 14.7 \end{cases}$$

در حرکت با شتاب ثابت:

$$|v_{av}| = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{9.8 + 14.7}{2} \Rightarrow |v_{av}| = 12.25 \frac{m}{s}$$

اگر مسیر حرکت متحرک را به صورت زیر در نظر بگیریم، یک بار با نوشتن معادله مستقل از شتاب در مرحله اول، زمان مربوط به این مرحله و نیز با نوشتن معادله سرعت - جابه جایی (یا معادله مستقل از زمان) مقدار شتاب را محاسبه می کنیم. یعنی:



$$\Delta x_1 = \frac{v + v_0}{2} \times t_1 \Rightarrow 15 = \frac{6 + 0}{2} \times t_1 \Rightarrow t_1 = 5s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{6 - 0}{5} \Rightarrow a = 1.2 \frac{m}{s^2}$$

حال برای پیدا کردن کل زمان حرکت در پیمودن ۱۳۵ متر داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \xrightarrow{v_0=0} 135 = \left(\frac{1}{2}\right)(1.2)t^2 \Rightarrow t = 15s$$

اما برای پیمودن زمان مربوط به مرحله دوم (در سؤال گفته شده چند ثانیه دیگر) داریم:

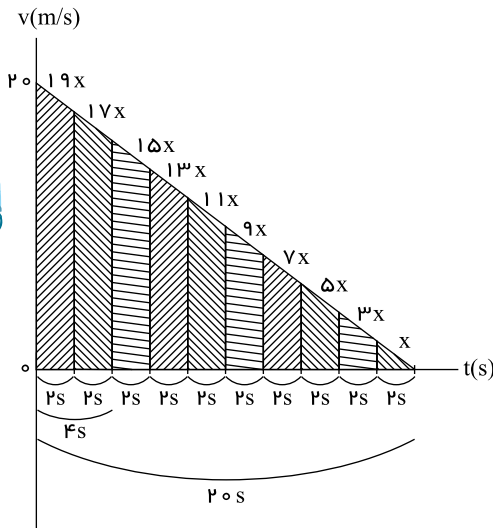
$$t_p = t - t_1 = 15 - 5 \Rightarrow t_p = 10s$$

قبل از حل سؤال، باید دو نکته را یادآوری کنیم:

۱) اگر متحرکی از حال سکون و شتاب ثابت، در امتداد محور x شروع به حرکت کند، نسبت جابه جایی هایش در بازه های زمانی مساوی و متوالی، همانند نسبت اعداد فرد متوالی است. یعنی نسبت x به $3x$ به $5x$ به $7x$ و ...

۲) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان، برابر جابه جایی متحرک است.

حال با توجه به دو نکته یادشده، با تقسیم زمان حرکت به بازه های ۲ ثانیه ای، به حل سؤال می پردازیم، به گونه ای که اگر جابه جایی متحرک در دو ثانیه آخر x را بنامیم. (سطح زیر نمودار، در دو ثانیه آخر x باشد) در چهار ثانیه اول $36x$ یعنی مجموع $(17x + 19x)$ است.



پس داریم:

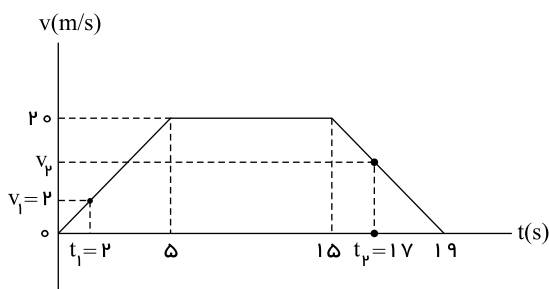
یعنی کل زمان حرکت ۲۰ ثانیه بوده، حال با توجه به شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان که برابر شتاب متحرک است، داریم:

$$a = \text{شیب خط} = -\frac{v_0}{t_0} \Rightarrow |a| = 1 \frac{m}{s^2}$$

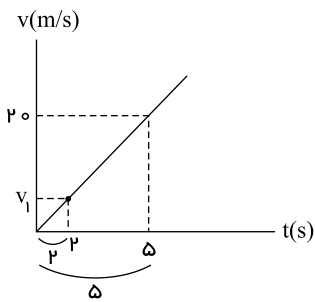
یکی از مناسب ترین روش ها برای حل این گونه سؤالات که حرکت متحرک در چند مرحله متوالی بررسی می شود، رسم نمودار سرعت - زمان آن است. بنابراین داریم: (در پنج ثانیه اول با شتاب ثابت، حرکت تندشونده دارد، سپس به

مدت ۱۰ ثانیه یعنی تا لحظه $t = 15s$ حرکت یکنواخت دارد و در نهایت در چهار ثانیه پایانی یعنی از $t = 15s$ تا

$t = 19s$ حرکت کندشونده دارد و متوقف می شود.)

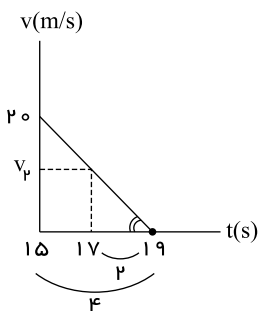


حال در پنج ثانیه اول با استفاده از تشابه دو مثلث مربوط به دو ثانیه اول و ۵ ثانیه اول مقدار v_1 را به دست می آوریم:



$$\text{شیب خط} = \frac{v_1}{2} = \frac{20}{5} \Rightarrow v_1 = 8 \frac{m}{s}$$

و در ۴ ثانیه آخر نیز به همین ترتیب:

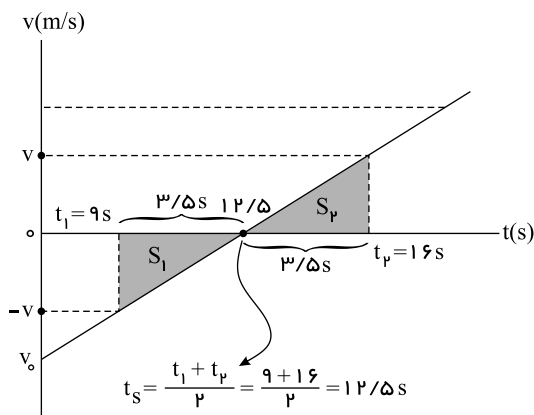


$$|\text{شیب خط}| = \frac{v_2}{2} = \frac{20}{4} \Rightarrow v_2 = 10 \frac{m}{s}$$

و در نهایت با استفاده از تعریف شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - 8}{17 - 2} \Rightarrow a_{av} = \frac{2}{15} \frac{m}{s^2}$$

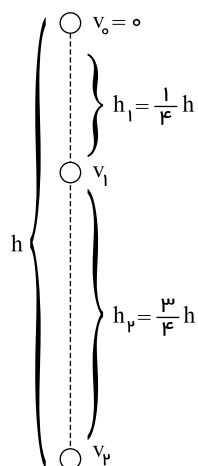
۱ ۲ ۳ ۴ ۲۲۷



از آنجایی که در حرکت در امتداد محور x با شتاب ثابت، جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی داده شده صفر است، الزاماً متحرک در وسط این بازه زمانی متوقف شده و تغییر جهت داده است، پس تا قبل از توقف حرکت کندشونده و بعد از آن حرکت تندشونده دارد. بنابراین $v_0 < 0$ است و نمودار سرعت - زمان آن به صورت زیر خواهد بود.
(تذکر: اگر در حرکت با شتاب ثابت در امتداد خط راست، متحرک متوقف شده و تغییر جهت دهد، الزاماً سرعت اولیه v_0 و شتاب حرکت a) دارای علامت‌های قرینه‌اند)

حال با توجه به معلوم بودن شتاب حرکت، تبدی متحرک در لحظه‌های t_1 و t_p را محاسبه کرده و بعد از آن سطح محصور بین نمودار و محور زمان را به تعیین می‌کنیم تا مسافت طی شده در این مدت را به دست آورده و در نهایت تبدی متوسط را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{aligned} a &= 4 \frac{m}{s^2} \\ |v| &= at \xrightarrow{t=3.5s} |v| = 4 \times 3.5 \rightarrow |v| = 14 \frac{m}{s} \\ S_1 &= S_2 = \frac{3.5 \times 14}{2} = 24.5m \xrightarrow{\ell=S_1+S_2} \ell = 24.5 + 24.5 = 49m \\ s_{av} &= \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow s_{av} = \frac{49}{7} \rightarrow s_{av} = 7 \frac{m}{s} \end{aligned}$$



قبل از هر چیز می‌دانیم که در سقوط آزاد که حرکتی شتابدار با شتاب ثابت است، می‌توان سرعت متوسط را به صورت $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ محاسبه کرد. بنابراین برای

این گلوله داریم: (اگر h فاصله از نقطه رها شدن گلوله باشد.)

$$\begin{cases} v_o = 0 \\ v = \sqrt{2gh} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_2 = \sqrt{2gh} \\ v_1 = \sqrt{2g(\frac{1}{4}h)} \end{cases} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2$$

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = v_{av} = 15 \xrightarrow{v_2 = 2v_1} 3v_1 = 30 \rightarrow v_1 = 10 \frac{m}{s}$$

از طرفی داریم:

$$v_2 = 2v_1 \xrightarrow{v_1 = 10 \frac{m}{s}} v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

و در نهایت، برای کل مسیر داریم:

$$v_{av} = \frac{v_2 + v_o}{2} = \frac{20 + 0}{2} \Rightarrow v_{av} = 10 \frac{m}{s}$$

برای یافتن مسافت طی شده و تبدی متوسط نمودار $(v - t)$ را رسم می‌کنیم و از مساحت زیر نمودار استفاده می‌کنیم.

$$(t = 3s \text{ تا } t = 0s) \rightarrow \Delta x = \frac{(v + v_o)}{2} \Delta t \rightarrow 46 - 37 = \frac{0 + v_o}{2} (3 - 0) \rightarrow v_o = \frac{m}{s} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 6}{3 - 0} = -2 \frac{m}{s^2}$$

نمودار $(v - t)$ را رسم می‌کنیم:

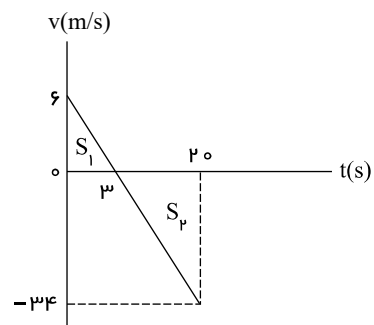
$$v = at + v_o$$

$$t = 0 \rightarrow v = 6 \frac{m}{s}$$

$$t = 3s \rightarrow v = 6 - 2 \times 3 = -3 \frac{m}{s}$$

$$(t = 3s \text{ تا } t = 0s) \rightarrow \ell = s_1 + s_2$$

$$\ell = \frac{1}{2} \times 6 \times 3 + \frac{1}{2} \times 3 \times 3 = 9 + 4.5 = 13.5m$$



چون شیب خط مماس بر نمودار در لحظه $t = 6s$ صفر است $v_6 = 0$

نکته: ثانیه ششم یعنی بازه $t = 5s$ تا $t = 6s$:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_6 - v_5}{6 - 5} = \frac{0 - 5}{1} = -5 \frac{m}{s^2}$$

$$v = \text{شیب خط مماس بر نمودار} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \Rightarrow a_{av} = \frac{0 - \frac{5}{3}}{1} = -\frac{5}{3} \frac{m}{s^2}$$

روش اول: با توجه به نمودار، در لحظه $t = 2s$ شیب خط مماس بر نمودار یعنی سرعت، صفر است. تنها گزینه‌ای که به ازای $t = 2s$ مقدار $v = 0$ می‌شود

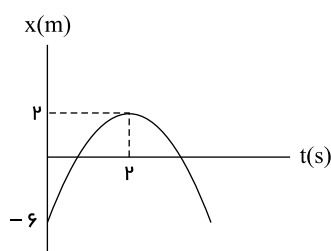
گزینه ۱ است.

روش دوم:

می‌دانیم که در نقطه ماکزیمم سهمی، شیب خط مماس بر نمودار، صفر است؛ بنابراین سرعت متحرک در لحظه $t = 2s$ برابر صفر است. همچنین

می‌دانیم حرکت در دو طرف نقطه ماکزیمم، متقارن است، پس می‌توانیم بگوییم متحرک بین لحظه‌ای که از مبدأ می‌گذرد تا لحظه $t = 2s$ مسافت

$2m$ را طی می‌کند.



$$\Delta x_{(۳s تا ۰s)} = \frac{v_0 + v_3}{2} \times t$$

$$\xrightarrow{v_3=0} \Delta x = 2 - (-6) = 8m \quad \Delta x = \frac{v_0}{2} \times 2 \Rightarrow v_0 = 8 \frac{m}{s}$$

حال در بازه صفر تا ۳s از معادله سرعت - زمان استفاده کرده و شتاب را به دست می آوریم:

$$v_3 = at + v_0 \xrightarrow{v_3=0, v_0=8 \frac{m}{s}, t=3s} 0 = 3a + 8 \Rightarrow a = -\frac{8}{3} \frac{m}{s^2}$$

در نتیجه معادله سرعت - زمان متحرک به این صورت خواهد بود.

$$v = -\frac{8}{3}t + 8$$

۲۳۲ ابتدا با استفاده از معادله سرعت - زمان در سقوط آزاد ($v = -gt$) لحظه t را به دست می آوریم:

$$v = -gt \xrightarrow{v=-40 \frac{m}{s}, g=10 \frac{m}{s^2}} -40 = -10t \Rightarrow t = 4s$$

بنابراین t' برابر است با:

$$t - t' = 3,5 \Rightarrow 4 - t' = 3,5 \Rightarrow t' = 0,5s$$

سرعت در لحظه $t' = 0,5s$ را به دست می آوریم:

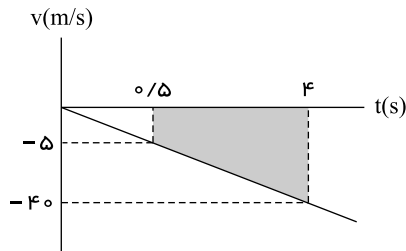
$$v = -gt \Rightarrow v = -10 \times 0,5 = -5 \frac{m}{s}$$

حال از دو روش می توانیم مسافت طی شده توسط گلوله بین t و t' را حساب کنیم:

روش اول) از معادله مستقل از زمان استفاده می کنیم:

$$v_3^2 - v_1^2 = -2g\Delta y \Rightarrow (-40)^2 - (-5)^2 = -2 \times 10 \times \Delta y \Rightarrow \Delta y = -78,75m$$

روش دوم) با استفاده از مساحت زیر نمودار $v - t$ ، مسافت را به دست می آوریم:



$$S_{\text{خزانه}} = \Delta y = \frac{-5 - 40}{2} \times 3,5 = -78,75m$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۱	۲	۳	۴
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۱	۲	۳	۴
۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۹	۱	۲	۳	۴
۳۰	۱	۲	۳	۴
۳۱	۱	۲	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	۴
۳۳	۱	۲	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	۴
۳۶	۱	۲	۳	۴
۳۷	۱	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	۴
۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۰	۱	۲	۳	۴
۴۱	۱	۲	۳	۴

۴۲	۱	۲	۳	۴
۴۳	۱	۲	۳	۴
۴۴	۱	۲	۳	۴
۴۵	۱	۲	۳	۴
۴۶	۱	۲	۳	۴
۴۷	۱	۲	۳	۴
۴۸	۱	۲	۳	۴
۴۹	۱	۲	۳	۴
۵۰	۱	۲	۳	۴
۵۱	۱	۲	۳	۴
۵۲	۱	۲	۳	۴
۵۳	۱	۲	۳	۴
۵۴	۱	۲	۳	۴
۵۵	۱	۲	۳	۴
۵۶	۱	۲	۳	۴
۵۷	۱	۲	۳	۴
۵۸	۱	۲	۳	۴
۵۹	۱	۲	۳	۴
۶۰	۱	۲	۳	۴
۶۱	۱	۲	۳	۴
۶۲	۱	۲	۳	۴
۶۳	۱	۲	۳	۴
۶۴	۱	۲	۳	۴
۶۵	۱	۲	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	۴
۶۷	۱	۲	۳	۴
۶۸	۱	۲	۳	۴
۶۹	۱	۲	۳	۴
۷۰	۱	۲	۳	۴
۷۱	۱	۲	۳	۴
۷۲	۱	۲	۳	۴
۷۳	۱	۲	۳	۴
۷۴	۱	۲	۳	۴
۷۵	۱	۲	۳	۴
۷۶	۱	۲	۳	۴
۷۷	۱	۲	۳	۴
۷۸	۱	۲	۳	۴
۷۹	۱	۲	۳	۴
۸۰	۱	۲	۳	۴
۸۱	۱	۲	۳	۴
۸۲	۱	۲	۳	۴

۸۳	۱	۲	۳	۴
۸۴	۱	۲	۳	۴
۸۵	۱	۲	۳	۴
۸۶	۱	۲	۳	۴
۸۷	۱	۲	۳	۴
۸۸	۱	۲	۳	۴
۸۹	۱	۲	۳	۴
۹۰	۱	۲	۳	۴
۹۱	۱	۲	۳	۴
۹۲	۱	۲	۳	۴
۹۳	۱	۲	۳	۴
۹۴	۱	۲	۳	۴
۹۵	۱	۲	۳	۴
۹۶	۱	۲	۳	۴
۹۷	۱	۲	۳	۴
۹۸	۱	۲	۳	۴
۹۹	۱	۲	۳	۴
۱۰۰	۱	۲	۳	۴
۱۰۱	۱	۲	۳	۴
۱۰۲	۱	۲	۳	۴
۱۰۳	۱	۲	۳	۴
۱۰۴	۱	۲	۳	۴
۱۰۵	۱	۲	۳	۴
۱۰۶	۱	۲	۳	۴
۱۰۷	۱	۲	۳	۴
۱۰۸	۱	۲	۳	۴
۱۰۹	۱	۲	۳	۴
۱۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۱۹	۱	۲	۳	۴
۱۲۰	۱	۲	۳	۴
۱۲۱	۱	۲	۳	۴
۱۲۲	۱	۲	۳	۴
۱۲۳	۱	۲	۳	۴

۱۲۴	۱	۲	۳	۴
۱۲۵	۱	۲	۳	۴
۱۲۶	۱	۲	۳	۴
۱۲۷	۱	۲	۳	۴
۱۲۸	۱	۲	۳	۴
۱۲۹	۱	۲	۳	۴
۱۳۰	۱	۲	۳	۴
۱۳۱	۱	۲	۳	۴
۱۳۲	۱	۲	۳	۴
۱۳۳	۱	۲	۳	۴
۱۳۴	۱	۲	۳	۴
۱۳۵	۱	۲	۳	۴
۱۳۶	۱	۲	۳	۴
۱۳۷	۱	۲	۳	۴
۱۳۸	۱	۲	۳	۴
۱۳۹	۱	۲	۳	۴
۱۴۰	۱	۲	۳	۴
۱۴۱	۱	۲	۳	۴
۱۴۲	۱	۲	۳	۴
۱۴۳	۱	۲	۳	۴
۱۴۴	۱	۲	۳	۴
۱۴۵	۱	۲	۳	۴
۱۴۶	۱	۲	۳	۴
۱۴۷	۱	۲	۳	۴
۱۴۸	۱	۲	۳	۴
۱۴۹	۱	۲	۳	۴
۱۵۰	۱	۲	۳	۴
۱۵۱	۱	۲	۳	۴
۱۵۲	۱	۲	۳	۴
۱۵۳	۱	۲	۳	۴
۱۵۴	۱	۲	۳	۴
۱۵۵	۱	۲	۳	۴
۱۵۶	۱	۲	۳	۴
۱۵۷	۱	۲	۳	۴
۱۵۸	۱	۲	۳	۴
۱۵۹	۱	۲	۳	۴
۱۶۰	۱	۲	۳	۴
۱۶۱	۱	۲	۳	۴
۱۶۲	۱	۲	۳	۴
۱۶۳	۱	۲	۳	۴
۱۶۴	۱	۲	۳	۴

۱۶۵	۱	۲	۳	۴
۱۶۶	۱	۲	۳	۴
۱۶۷	۱	۲	۳	۴
۱۶۸	۱	۲	۳	۴
۱۶۹	۱	۲	۳	۴
۱۷۰	۱	۲	۳	۴
۱۷۱	۱	۲	۳	۴
۱۷۲	۱	۲	۳	۴
۱۷۳	۱	۲	۳	۴
۱۷۴	۱	۲	۳	۴
۱۷۵	۱	۲	۳	۴
۱۷۶	۱	۲	۳	۴
۱۷۷	۱	۲	۳	۴
۱۷۸	۱	۲	۳	۴
۱۷۹	۱	۲	۳	۴
۱۸۰	۱	۲	۳	۴
۱۸۱	۱	۲	۳	۴

۱۸۲	۱	۲	۳	۴
۱۸۳	۱	۲	۳	۴
۱۸۴	۱	۲	۳	۴
۱۸۵	۱	۲	۳	۴
۱۸۶	۱	۲	۳	۴
۱۸۷	۱	۲	۳	۴
۱۸۸	۱	۲	۳	۴
۱۸۹	۱	۲	۳	۴
۱۹۰	۱	۲	۳	۴
۱۹۱	۱	۲	۳	۴
۱۹۲	۱	۲	۳	۴
۱۹۳	۱	۲	۳	۴
۱۹۴	۱	۲	۳	۴
۱۹۵	۱	۲	۳	۴
۱۹۶	۱	۲	۳	۴
۱۹۷	۱	۲	۳	۴
۱۹۸	۱	۲	۳	۴

۱۹۹	۱	۲	۳	۴
۲۰۰	۱	۲	۳	۴
۲۰۱	۱	۲	۳	۴
۲۰۲	۱	۲	۳	۴
۲۰۳	۱	۲	۳	۴
۲۰۴	۱	۲	۳	۴
۲۰۵	۱	۲	۳	۴
۲۰۶	۱	۲	۳	۴
۲۰۷	۱	۲	۳	۴
۲۰۸	۱	۲	۳	۴
۲۰۹	۱	۲	۳	۴
۲۱۰	۱	۲	۳	۴
۲۱۱	۱	۲	۳	۴
۲۱۲	۱	۲	۳	۴
۲۱۳	۱	۲	۳	۴
۲۱۴	۱	۲	۳	۴
۲۱۵	۱	۲	۳	۴

۲۱۶	۱	۲	۳	۴
۲۱۷	۱	۲	۳	۴
۲۱۸	۱	۲	۳	۴
۲۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۲۹	۱	۲	۳	۴
۲۳۰	۱	۲	۳	۴
۲۳۱	۱	۲	۳	۴
۲۳۲	۱	۲	۳	۴