



همه چیز تموم

فیزیک

کیو آر کد
مطالب ویژه
رشته ریاضی

جامع | علوم تجربی +

• مولف: ارسلان رحمانی

• با همکاری: مهندس امیررضا خوینی ها | مهندس امین برزگر | مهندس علی مجیدی

• ناظر محتوایی: امیر میرحسینی

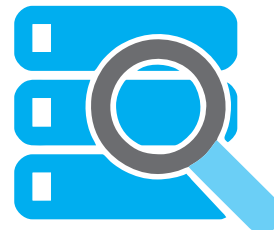
ISAAC NEWTON





خواننده گرامی، برای دسترسی به «مطالب تکمیلی»، تحلیل امتحانات نهایی ۱۴۰۴ + آموزش تصویری مباحث مختلف، بارکد روبه‌رو را اسکن کنید و با وارد کردن کد خراشی که داخل جلد همین کتاب (این روبه‌رو سمت راست) برایتان گذاشته‌ایم، به این مطالب دسترسی پیدا می‌کنید.

محتوای تکمیلی این کتاب



روزی نشست بر پاره‌سنگی
با انگشتانی گره‌کرده در زیر چانه‌اش
و خیره‌نگاهی تا بی‌انتهای

آرام آرام شرارِ وسوسه‌ای در رگ‌هایش دوید
و هُرمِ قدرتی سترگ، ساق‌های بی‌قرارش را در هم نوردید

ناگاه به پا خاست
و گام در راهی نهاد
بی‌انتهای

- انسان را می‌گویم -
او ناچارِ رفتن بود و یافتن
شاید به این امید که روزی، بر فراز قلّه دریافتن، پاتابه وا کند و یله بر چارطاقِ نیلی چرخ دهد.

تقدیم به شما و همه‌ی آن‌هایی که
برای «یافتن»
راهی جز «دریافتن» نمی‌شناسند.

سرشناسه: رحمانی، ارسلان، ۱۳۶۰

عنوان و نام پدیدآور: همه چی تموم فیزیک جامع / مولف ارسلان رحمانی

همکاران تألیف: امیررضا خوینی‌ها، امین برزگر، علی مجیدی، حسین شهبازی

ویراستاران علمی: امیرمحمد حسینی، آراس محمدی، امیر محمودی، محمد باغبان

مشخصات نشر: تهران: دریافت، ۱۴۰۲.

مشخصات ظاهری: ۲۲×۲۹ س.م.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۷۳-۶۳-۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپای مختصر

شماره کتابشناسی ملی: ۹۰۵۸۷۸۰

همه چی تموم فیزیک جامع

نویسنده: ارسلان رحمانی

ناظر محتوایی: امیر میرحسینی

همکاران تألیف: امیررضا خوینی‌ها، امین برزگر، علی مجیدی، حسین شهبازی

ویراستاران علمی: امیرمحمد حسینی، آراس محمدی، امیر محمودی، محمد باغبان، پارسا صفار

ناشر: نشر دریافت

طراح جلد: ایمان خاکسار

صفحه‌آرا: فرناز صفی

طراح و گرافیک: فرناز صفی

ناظر چاپ: سعید حیدری

نوبت چاپ: دوم-۱۴۰۴ (ویراست جدید)

شمارگان: ۱۰۰۰

بها: ۱۶۹۰۰۰۰ تومان

تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۵۰۳۹۲

نشانی اینترنتی: www.Daryaftpub.com

پست الکترونیک: daryaftpubgmail.com

حق چاپ و نشر این کتاب متعلق به ناشر بوده و هرگونه کپی یا نقل مطالب بدون اجازه‌ی ناشر پیگرد قانونی دارد.

قبل از مقدمه

«مگر خیال دیگر مرا ول می‌کرد؟ چرا چنین کرده بودم؟ آیا بد کرده بودم؟ من پیش خود فکر کرده بودم ناراحت خواهد شد، شاید خجالت بکشد، شاید پکر شود. من نخواستہ بودم در این شب آخر به یاد خودشان بیفتد. نه! من نمی‌خواستم قدرت تصمیم و جنبش او، از تأثر و رقت سست شود.»^۱

حدود ۸۰ سال قبل ابراهیم گلستان فیلمساز و نویسنده پیشرو ایرانی در مجموعه‌ای از داستان‌ها که ظاهراً از یکدیگر مستقل هستند مضمون یکسانی را بیان می‌کند. خفقان و ترس و وحشت مردم درمانده و بیچاره‌ای که در آن عهد می‌زیسته‌اند.

هر داستان به خوبی و روشنی مشکل بزرگ مردم جامعه آن دوران یعنی بی‌سوادی و ناآگاهی را مطرح می‌کند که به دنبال آن نیز ترس و وحشت و درماندگی را به جامعه تزریق می‌کند. اگرچه امروز، تعریف بی‌سواد و عدم آگاهی با دوران گذشته عوض شد، اما باز هم نوع بشر در ایران با نوعی ناآگاهی و عدم سواد دست و پنجه نرم می‌کند و به نظر نویسنده به عنوان کسی که تنها کار با قلم را بلد است، راه نجات جامعه آگاهی‌بخشی و پرورش ذهن‌ها است و چه بهتر که این کار از همان سنین پایین و دوره نوجوانی آغاز شود. تجربه نشان داده کسانی که با یادگیری یک علم ذهن خود را پرورش می‌دهند معمولاً کمتر دچار جمود فکری و ذهنی خواهند شد. ظهور دنیای دیجیتال و نسل Z چارچوب‌های آموزش و کسب آگاهی را تغییر داده و باید با رویکردی متفاوت به ارائه مطالب برای این مخاطب تشنه آگاهی و زندگی، پرداخت. یادگیری علم فیزیک، کنکاش در روابط بین پدیده‌ها و کمیت‌ها، یک تمرین و ورزش ذهنی مناسب است. از سوی دیگر با توجه به برگزاری کنکور برای ورود به دانشگاه‌ها و رویکرد جدید طراحان در انتخاب سؤالات مفهومی و چالشی، استفاده از این کتاب یک تیر و دو نشان است تا هم با دیدن سؤالات چالشی این کتاب ذهنی باز و خلاق داشته باشید و هم در کنکور سراسری که تعیین‌کننده ادامه مسیر آموزشی شما خواهد بود، بهترین نتیجه را از درس فیزیک بگیرید.

سرانجام نوبت چاپ این کتاب در ابتدای فصل پاییز باعث شد تا مقدمه رنگ و بوی پاییز داشته باشد. پس در انتها شعری بارانی از شاملوی عزیز تقدیم شما می‌کنم.

«تارهای بی‌کوک و کمان بادِ ولنگار

باران را گو بی‌آهنگ ببار!

غبارآلوده، از جهان تصویری باژگونه در آبگینه بی‌قرار

باران را گو بی‌مقصود ببار

لبخند بی‌صدای صد هزار حباب در فرار

باران را گو به ریشخند ببار!

چون تارها کشیده و کمان کش باد آزموده‌تر شود

و نجوای بی‌کوک به ملال انجامد

باران را رها کن و خاک را بگذار تا با همه گلویش سبز بخواند

باران را اکنون گو بازیگوشانه ببار!

تقدیم به سام متولد آذر، ماه آخر پاییز

مقدمه مؤلف

همه ما در زندگی لحظات شیرین و خاصی داشته‌ایم. یکی از لحظاتی که برای ما خاص و شیرین است لحظه‌ای است که این کتاب به دست شما می‌رسد و شما این کتاب را می‌خوانید!

ما در نوشتن این کتاب سعی کردیم که طعم عشق به فیزیک را آرام آرام به شما بچشانیم و همین‌طور با آموزش در طی «حل تست‌های مفهومی» شما را برای کنکور آماده کنیم. با آوردن درسنامه‌ای جامع و کامل شما را در این راه کمک به هدف خواهیم رساند.

در این کتاب چپ‌نش سوالات به گونه‌ای صورت گرفته است که شما بتوانید آهسته‌آهسته فیزیک را یاد گرفته، و در کنار یادگیری نکاتی که تا به حال در کنکور سراسری بارها تکرار شده است با نکاتی آشنا شوید که منحصر به فرد بوده و با دیدن آن‌ها در این کتاب، دیگر در جلسه کنکور با تیپ جدیدی از تست مواجه نخواهید شد.

به خودتان ایمان داشته باشید، چون ما هم به خودمان ایمان داریم. شما پر از توانایی و استعداد هستید و ما به شما کمک می‌کنیم تا آنها را کشف و باور کنید.

حال برویم سراغ ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب:

۱. استفاده از سؤالات کنکور سال‌های اخیر
۲. وجود سؤالات تألیفی چالش برانگیز و پر نکته
۳. طرح سؤالات تألیفی از کتاب درسی به فرمی که تاکنون در کنکور سراسری نیامده ولی احتمال طرح آن در کنکورهای جدید وجود دارد.

۴. حل پله‌پله هر سؤال که باعث شده پاسخ هر سؤال خودش، درسنامه‌ای باشد.

۵. حضور رتبه برترهای کنکور در تألیف سؤالات

۶. پاسخ ویدیویی برای فصل مغناطیس و القا و کمک به فهم «قوانین دست راست» که مشکل بزرگ دانش‌آموزان هنگام مطالعه کتاب‌های کمک آموزشی است.

تألیف کتاب کار ساده‌ای نیست به همین دلیل کمک گرفتن و استفاده از نظرات مؤلفین و معلمان ما را در این راه بسیار کمک کرد؛ وظیفه خود می‌دانیم که در ابتدای کتاب از آن‌ها تشکر ویژه داشته باشیم:

در ابتدا از مجموعه وزین نشر دریافت و تک‌تک اعضای این مجموعه به ویژه سرکار خانم فرناز صفی که در کلیه مراحل آماده‌سازی این کتاب ما را همراهی نمود تشکر می‌نماییم. همچنین از آقای یوسفی مدیر واحد تایپ و صفحه آرایی و آقای امیرحسین صفی که نمونه‌خوانی این کتاب را برعهده داشتند سپاسگزاری می‌نماییم.

از جناب آقایان امیرمحمد حسینی، آراس محمدی، امیر محمودی، محمد باغبان و پارسا صفار که کار ویراستاری علمی این کتاب بر عهده آنان بوده تشکر ویژه داریم.

و در انتها از دوستان عزیزم در مجموعه مشاوره‌ای دی جناب مهندس فرزاد کاشانی و دانش‌آموزان کلاس تستولوژی که در بررسی تست‌های دشوار کتاب کمک کردند تشکر می‌کنیم.

متن این کتاب و چیدمان سؤالات با نظر دوست خوبم، مشاور نام آشنای کنکور، آقای عرفان فخری مورد بررسی قرار گرفته است. در انتها نظر ایشان را بخوانیم:

«بخشی از سؤالات درس فیزیک در کنکور سراسری سطح دشواری بالایی دارند و لازم است داوطلبانی که به دنبال کسب درصدهای بالا در این درس هستند از قبل خود را برای مواجه شدن با این سؤالات کاملاً آماده کنند. فراموش نکنید که زمان پاسخگویی به هر سؤال فیزیک در کنکور سراسری حدود ۷۴ ثانیه است که تقریباً تمام این زمان به فرآیند حل و محاسبه می‌گذرد و داوطلب فرصت جداگانه‌ای برای فکر کردن و تحلیل سؤال در اختیار ندارد! بنابراین لازم است که قبلاً سؤالات هم‌سنگ سؤالات دشوار و بسیار دشوار کنکور سراسری را بررسی و چندین بار حل کرده باشد تا در جلسه آزمون سراسری نیازی به تحلیل مفصل نداشته باشد.

این کتاب با روند آموزشی خاصی که دنبال می‌کند، سطح علمی دانش‌آموزان را پله پله ارتقا داده و نهایتاً با سؤالات ابتکاری و دشواری که دارد داوطلبان را برای رویارویی با سؤالات خلاقانه و دشوار کنکور آماده می‌کند. به دانش‌آموزان عزیز پیشنهاد می‌کنم حتماً حین استفاده از این کتاب، سؤالاتی را که برایشان دشوارتر هستند نشان‌دار کرده و تا روز کنکور چندین بار تمرین نمایند.»

با آرزوی موفقیت برای همه شما عزیزان

فهرست

سال دهم

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

- ۸ درسنامه ۱: مدل‌سازی، کمیت و یکاها
- ۸ درسنامه ۲: دقت و اندازه‌گیری
- ۱۳ درسنامه ۳: چگالی

فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- ۲۲ درسنامه ۱: حالت‌های ماده و نیروهای بین‌مولکولی
- ۲۲ درسنامه ۲: فشار در جامدها
- ۲۷ درسنامه ۳: فشار در شاره‌ها
- ۳۰ درسنامه ۴: لوله‌های U شکل
- ۳۸ درسنامه ۵: بارومتر و مانومتر
- ۴۳ درسنامه ۶: نیروی حاصل از مایعات
- ۴۷ درسنامه ۷: معادله پیوستگی و اصل برنولی
- ۵۲

فصل سوم: کار، انرژی و توان

- ۵۴ درسنامه ۱: کار
- ۵۴ درسنامه ۲: انرژی جنبشی و قضیه کار و انرژی
- ۵۹ درسنامه ۳: انرژی پتانسیل و انرژی مکانیکی
- ۶۴ درسنامه ۴: توان
- ۷۳

فصل چهارم: دما و گرما

- ۷۶ درسنامه ۱: دما و دماسنج
- ۷۶ درسنامه ۲: محاسبه گرما
- ۷۹ درسنامه ۳: تعادل گرمایی
- ۸۷ درسنامه ۴: انبساط اجسام
- ۹۳ درسنامه ۵: راه‌های انتقال گرما
- ۱۰۳

سال یازدهم

فصل اول: الکتریسیته ساکن

- ۱۰۶ درسنامه ۱: بار الکتریکی
- ۱۰۶ درسنامه ۲: قانون کولن
- ۱۰۹ درسنامه ۳: میدان الکتریکی
- ۱۲۲ درسنامه ۴: انرژی پتانسیل الکتریکی و پتانسیل الکتریکی
- ۱۳۵ درسنامه ۵: باردار شدن اجسام
- ۱۴۳ درسنامه ۶: خازن
- ۱۴۵

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

- ۱۵۳ درسنامه ۱: مقاومت الکتریکی و قانون اهم
- ۱۶۱ درسنامه ۲: به هم بستن مقاومت‌ها
- ۱۶۹ درسنامه ۳: مدار تک‌حلقه
- ۱۸۲ درسنامه ۴: قوانین کیرشهف
- ۱۸۴ درسنامه ۵: توان مولد

فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

- ۱۹۹ درسنامه ۱: میدان مغناطیسی و خطوط میدان مغناطیسی
- ۱۹۹ درسنامه ۲: آثار مغناطیسی و جریان الکتریکی
- ۲۰۲ درسنامه ۳: نیروی مغناطیسی
- ۲۰۷ درسنامه ۴: شار مغناطیسی و قانون القای فارادی
- ۲۱۸ درسنامه ۵: قانون لنز
- ۲۲۷ درسنامه ۶: القاگرها و پدیده خودالقایی
- ۲۳۱ درسنامه ۷: مولد جریان متناوب
- ۲۳۳

سال دوازدهم

فصل اول: حرکت بر خط راست

- ۲۳۸ درسنامه ۱: شناخت حرکت روی خط راست
- ۲۳۸ درسنامه ۲: نمودارهای حرکت
- ۲۴۶ درسنامه ۳: بررسی سطح زیر نمودار
- ۲۵۶ درسنامه ۴: حرکت یکنواخت
- ۲۶۳ درسنامه ۵: محاسبه سرعت متوسط در حرکت‌های چندقسمتی
- ۲۶۶ درسنامه ۶: حرکت در مجموعه متحرک
- ۲۶۸ درسنامه ۷: سرعت نسبی
- ۲۶۹ درسنامه ۸: نمودار مکان - زمان در حرکت یکنواخت روی خط راست
- ۲۷۲ درسنامه ۹: حرکت با شتاب ثابت روی خط راست
- ۲۷۴ درسنامه ۱۰: تعیین نوع حرکت و بحث توقف در حرکت با شتاب ثابت
- ۲۸۰ درسنامه ۱۱: بحث تصاعد در حرکت با شتاب ثابت
- ۲۸۴ درسنامه ۱۲: بررسی نمودارها در حرکت شتاب ثابت
- ۲۸۶

فصل دوم: دینامیک

- ۳۰۲ درسنامه ۱: انواع نیرو
- ۳۰۲ درسنامه ۲: نیروهای سطح
- ۳۱۱ درسنامه ۳: نیروی کشش نخ
- ۳۲۱ درسنامه ۴: نیروی کشسانی فنر
- ۳۲۳

ادامه فهرست

پاسخنامه سال دهم

- ۵۰۷ فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری
- ۵۰۸ فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد
- ۵۱۳ فصل سوم: کار، انرژی و توان
- ۵۲۶ فصل چهارم: دما و گرما

پاسخنامه سال یازدهم

- ۵۵۵ فصل اول: الکتروسیسته ساکن
- ۵۵۶ فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم
- ۵۹۱ فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

پاسخنامه سال دوازدهم

- ۶۴۳ فصل اول: حرکت بر خط راست
- ۶۴۴ فصل دوم: دینامیک
- ۷۰۰ فصل سوم: نوسان و امواج
- ۷۴۸ فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

برای دسترسی به مباحت ویژه رشته ریاضی و فیزیک به سایت نشر دریافت www.daryaftpub.com مراجعه کنید یا QR زیر را اسکن نمایید.



- ۳۲۷ درسنامه ۵: حرکت در راستای افق
- ۳۳۷ درسنامه ۶: تعادل اجسام
- ۳۴۰ درسنامه ۷: حرکت در راستای قائم و مسائل آسانسور
- ۳۴۸ درسنامه ۸: نیروی مقاومت شاره (هوا)
- ۳۵۲ درسنامه ۹: تکانه
- ۳۵۹ درسنامه ۱۰: نیروهای گرانش

فصل سوم: نوسان و امواج

- ۳۶۳ درسنامه ۱: حرکت نوسان
- ۳۶۵ درسنامه ۲: معادله و نمودار مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده
- ۳۷۲ درسنامه ۳: رابطه شتاب و نیرو بر حسب مکان در حرکت هماهنگ ساده
- ۳۷۶ درسنامه ۴: انرژی در حرکت هماهنگ ساده
- ۳۸۶ درسنامه ۵: نوسانگرها
- ۳۹۴ درسنامه ۶: تشدید
- ۳۹۶ درسنامه ۷: موج
- ۴۰۰ درسنامه ۸: تندی انتشار موج عرضی در تار یا فنر
- ۴۰۴ درسنامه ۹: تحلیل دقیق‌تر نقش موج
- ۴۱۲ درسنامه ۱۰: امواج الکترومغناطیسی
- ۴۱۸ درسنامه ۱۱: صوت
- ۴۲۰ درسنامه ۱۲: شدت صوت و تراز شدت صوت
- ۴۲۷ درسنامه ۱۳: اثر دوپلر
- ۴۳۰ درسنامه ۱۴: بازتاب موج
- ۴۴۲ درسنامه ۱۵: آشنایی با شکست موج و قانون شکست عمومی

فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

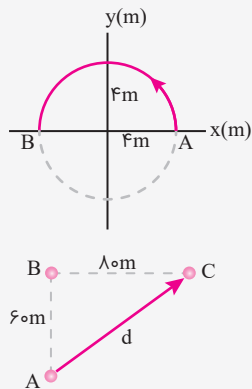
- ۴۵۹ درسنامه ۱: انرژی امواج الکترومغناطیسی
- ۴۵۹ درسنامه ۲: آشنایی با اثر فوتوالکتریک
- ۴۶۳ درسنامه ۳: طیف‌نمایی و الگوهای اتمی
- ۴۶۶ درسنامه ۴: رابطه ریدبرگ
- ۴۶۹ درسنامه ۵: مدل‌های اتمی
- ۴۷۵ درسنامه ۶: لیزر
- ۴۸۴ درسنامه ۷: ساختار هسته
- ۴۸۷ درسنامه ۸: رابطه اینشتین
- ۴۹۲ درسنامه ۹: پرتوزایی
- ۴۹۵ درسنامه ۱۰: نیمه‌عمر



— درسینامه ۱ — شناخت حرکت روی خط راست

در علوم سال نهم با برخی از مفاهیم و کمیت‌های حرکت آشنا شده‌اید. ما ضمن تکمیل و یادآوری این مفاهیم برای شما، کاربرد آن‌ها در حل تست‌ها و مسائل را به شما گام به گام آموزش می‌دهیم.

۱ مسافت و جابه‌جایی

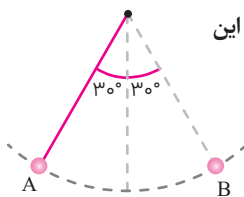


مسافت: به طول مسیری که یک متحرک طی می‌کند تا از نقطه‌ای مشخص به نقطه‌ی مشخص دیگری برود مسافت می‌گوییم و آن را با ℓ نشان می‌دهیم. به طور مثال متحرکی روی یک مسیر دایره‌ای از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B در خلاف جهت عقربه‌های ساعت حرکت می‌کند. مسافت طی شده توسط متحرک اگر $\pi \approx 3$ باشد برابر نصف محیط است.

$$\ell = \frac{1}{4} \times 2\pi r = \frac{1}{4} \times 2 \times 3 \times 4 = 6\text{ m}$$

جابه‌جایی: پاره‌خطی است مستقیم که مبدأ حرکت را به مقصد حرکت متصل می‌کند. در واقع جابه‌جایی کوتاه‌ترین فاصله بین مبدأ و مقصد است و آن را با d نمایش می‌دهیم. به طور مثال متحرکی از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B و سپس به نقطه‌ی C می‌رود. بنابراین جابه‌جایی متحرک برابر ۱۰۰ متر است.

$$d = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\text{ m}$$

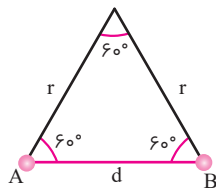


تمرین آونگی را مطابق شکل از نقطه‌ی A رها می‌کنیم، به‌طوری که در طرف دیگر تا نقطه‌ی B بالا می‌رود. در این حرکت، مسافت طی شده توسط گلوله‌ی آونگ، چند برابر اندازه‌ی جابه‌جایی آن است؟

- | | |
|-------|-------|
| ۱ (۲) | ۲ (۱) |
| ۳ (۱) | ۴ (۲) |
| ۵ (۱) | ۶ (۲) |

پله اول تغییر زاویه‌ی آونگ 60° است، بنابراین حرکت آونگ $\frac{1}{6}$ مسیر دایره‌ای است. بنابراین مسافت طی شده آن برابر خواهد بود:

$$\ell = \frac{1}{6} \times 2\pi r = \frac{\pi r}{3}$$



$$d = r$$

$$\frac{\ell}{d} = \frac{\frac{\pi r}{3}}{r} = \frac{\pi}{3}$$

پله دوم جابه‌جایی آن ضلع سوم یک مثلث متساوی‌الاضلاع است.

پله سوم در نهایت خواهیم داشت:



۱ مسافت طی شده و جابه‌جایی هر دو از جنس طول هستند و یکای هر دو در سیستم SI متر (m) است.

۲ مسافت طی شده کمیتی نرده‌ای (عددی) است، اما جابه‌جایی کمیتی برداری است.

۳ مسافت طی شده به مسیر حرکت بستگی دارد، اما جابه‌جایی به مسیر حرکت ارتباط ندارد و فقط به نقطه‌ی مبدأ و مقصد وابسته است.

۴ اگر متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت داشته باشد، جابه‌جایی و مسافت طی شده با هم برابر خواهند بود. ($\ell = d$)

۵ هیچ‌گاه جابه‌جایی از مسافت طی شده بیشتر نخواهد بود.

۶ اگر جابه‌جایی متحرک در راستای محور x باشد، اختلاف مکان‌ها برابر جابه‌جایی است که آن را با Δx نمایش می‌دهیم.

$$\Delta x = x_f - x_i$$

۷ اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند علامت Δx مثبت و اگر خلاف جهت محور x حرکت کند علامت Δx منفی است. به طور مثال

$$\Delta x = x_f - x_i = -8 - 6 = -14\text{ m}$$

مبدأ متحرکی 6 m + و مقصد آن 8 m - روی محور x است، بنابراین جابه‌جایی آن برابر:



تندی متوسط و سرعت متوسط

۲

تندی متوسط: کمیتی نرده‌ای است و مقدار آن برابر با نسبت مسافت پیموده‌شده در واحد زمان است و واحد آن در SI متر بر ثانیه است.

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$$

سرعت متوسط: کمیتی برداری است و مقدار آن برابر با نسبت جابه‌جایی در واحد زمان است و همانند تندی متوسط یکای آن m/s است.

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t} \rightarrow |v_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t}$$



تمرین متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و در مبدأ زمان از مکان $x_0 = -4.0 \text{ m}$ می‌گذرد و در لحظه $t_1 = 6 \text{ s}$ به مکان $x_1 = 10.0 \text{ m}$ می‌رسد و در نهایت در لحظه $t_2 = 10 \text{ s}$ از مکان $x_2 = 2.0 \text{ m}$ می‌گذرد. سرعت متوسط متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه کدام است؟

(تجربی ۹۸)

۲ (۴)

۶ (۳)

۱۴ (۲)

۲۲ (۱)

$$\Delta x = x_2 - x_0 = 2.0 - (-4.0) = 6.0 \text{ m}$$

جابه‌جایی به مکان آغازین و پایانی بستگی دارد در نتیجه: m

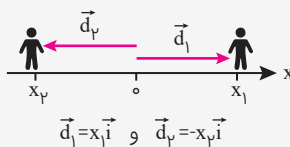
$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6.0}{10} = 0.6 \text{ m/s}$$

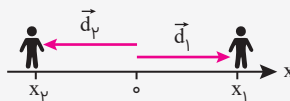
پله اول پله دوم در نهایت خواهیم داشت:

مبدأ مکان و بردار مکان

۳



مبدأ مکان: به نقطه $x=0$ روی محور x، مبدأ مکان می‌گویند و بردار مکان برداری است که مبدأ مکان را در هر لحظه به مکان متحرک متصل می‌کند.



رابطه جابه‌جایی با بردار مکان: اگر در یک بازه زمانی بردار مکان متحرک از $\vec{d}_1$ به $\vec{d}_2$ تغییر کند، جابه‌جایی متحرک $\vec{d}$ در این بازه زمانی برابر است با:

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1$$

نکته بردار جابه‌جایی تنها وضعیت مکان آغازین و نهایی متحرک را نسبت به هم نشان می‌دهد و اطلاعاتی درباره مسیر حرکت به ما ارائه نمی‌دهد.

مبدأ زمان: همواره لحظه شروع حرکت را مبدأ زمان می‌گویند. ($t=0$)

معادله مکان - زمان

۴

به معادله‌ای که مکان متحرک را به صورت تابعی از زمان نشان دهد، معادله مکان - زمان می‌گویند $x = f(t)$.

$$\text{به‌طور مثال } x = 8t + 4 \text{ یا } x = 2 \sin \frac{5\pi}{3} t$$

مکان اولیه: به مکان متحرک در مبدأ زمان، مکان اولیه می‌گویند و آن را با x_0 نمایش می‌دهند. با داشتن معادله مکان - زمان و قرار دادن $t=0$ در این معادله می‌توانیم مکان اولیه یعنی x_0 را به دست آوریم.



تمرین معادله مکان - زمان متحرکی به صورت $x = t^2 - 8t + 7$ است. به ترتیب از راست به چپ مکان اولیه متحرک بر حسب متر کدام است و متحرک چند مرتبه از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

۱ و ۷ (۴)

۲ و ۷ (۳)

۱ و -۷ (۲)

۲ و -۷ (۱)

پله اول برای به دست آوردن مکان اولیه زمان را صفر قرار می‌دهیم، بنابراین:

$$x = t^2 - 8t + 7 \xrightarrow{t=0} x = 7 \text{ m}$$

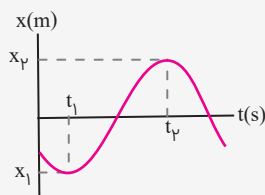
پله دوم اگر $x=0$ باشد، تعداد عبور متحرک از مبدأ مکان را می‌توانیم به دست آوریم:

$$t^2 - 8t + 7 = 0 \rightarrow (t-7)(t-1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 1 \text{ s} \\ t = 7 \text{ s} \end{cases}$$



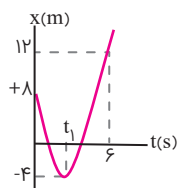
نمودار مکان - زمان

۵



در این نمودار نشان داده می‌شود که در هر لحظه متحرک در چه مکانی قرار دارد. با توجه به نمودار مکان-زمان روبه‌رو متحرک در لحظات t_1 و t_2 به ترتیب در مکان‌های x_1 و x_2 قرار دارد.

نکته اگر نمودار بالای محور زمان باشد، بردار مکان آن مثبت و اگر پایین محور زمان باشد، بردار مکان آن منفی خواهد بود.



تمرین نمودار مکان-زمان یک متحرک روی خط راست مطابق شکل است. تندی متوسط در ۶ ثانیه اول چند

برابر اندازه سرعت متوسط آن است؟

- ۱) ۴
۲) ۲۸
۳) ۷
۴) ۶



پله اول متحرکی ابتدا در مکان $x = +8m$ بوده و به مکان $x = -4m$ آمده و در نهایت در لحظه $t = 6s$ در مکان $x = 12m$ است. پس مسافت طی شده آن برابر ۲۸ است.

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 12 - 8 = 4m$$

پله دوم جابه‌جایی آن برابر خواهد بود با:

پله سوم در نهایت خواهیم داشت:

$$\left. \begin{aligned} S_{av} &= \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{28}{6} \\ v_{av} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{6} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{S_{av}}{v_{av}} = \frac{\frac{28}{6}}{\frac{4}{6}} = \frac{28}{4} = 7$$

نکته یکی از پرتکرارترین معادلات مکان-زمان، معادله $x = at^2 + bt + c$ است که معادله یک سهمی می‌باشد و برای رسم آن از اطلاعات زیر استفاده می‌کنیم:

۱) طول رأس سهمی است و با قرار دادن آن در معادله، عرض رأس سهمی به دست می‌آید.

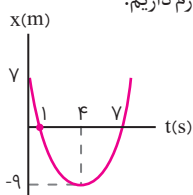
۲) با قرار دادن $x = 0$ ، ریشه‌های معادله به دست می‌آید.

تمرین معادله مکان-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $x = t^2 - 8t + 7$ است. تندی متوسط در بازه زمانی که متحرک در مکان‌های منفی قرار دارد و در حال دور شدن از مبدأ مکان بوده چند متر است؟

- ۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶



پله اول ابتدا نمودار مکان-زمان متحرک را رسم می‌کنیم. برای این منظور رأس سهمی و ریشه‌های معادله را لازم داریم:



$$t_{\text{رأس سهمی}} = \frac{-b}{2a} = -\frac{-8}{2} = 4s \rightarrow x = 4^2 - 8 \times 4 + 7 = -9m$$

$$x = 0 \rightarrow t^2 - 8t + 7 = 0 \rightarrow (t-7)(t-1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 7s \\ t = 1s \end{cases}$$

پله دوم بردار مکان متحرک در ۱ تا ۷ ثانیه منفی است و در ۱ تا ۴ ثانیه متحرک در حال دور شدن از مبدأ مکان است.

پله سوم با توجه به نمودار در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 4s$ تندی متوسط برابر است با:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{9}{3} = 3m/s$$



تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای: به مقدار تندی یا سرعت در یک لحظه مشخص از زمان گفته می‌شود. به عبارت دیگر مقدار تندی یا سرعت در طول یک بازه زمانی بسیار کوتاه برابر با مقدار تندی و سرعت لحظه‌ای است.

نکته علامت سرعت لحظه‌ای بیانگر جهت حرکت است؛ یعنی اگر سرعت لحظه‌ای مثبت باشد جسم در جهت محور و اگر منفی باشد جسم در خلاف جهت محور در حرکت است. در لحظه توقف جسم، سرعت لحظه‌ای صفر می‌شود. در نمودار مکان - زمان اگر شیب نمودار مثبت باشد سرعت مثبت و جهت حرکت در جهت محور است و اگر علامت شیب منفی باشد حرکت خلاف جهت محور است. در نقاطی که شیب نمودار مکان - زمان صفر است متحرک متوقف شده است و سرعت صفر است.

نکته تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای و سرعت لحظه‌ای کمیتی برداری است.

۶ شتاب متوسط

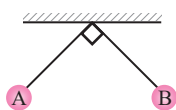
یک کمیت برداری است و برابر با تغییرات سرعت در واحد زمان است و واحد آن متر بر مجذور ثانیه است.

$$a_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

نکته علامت شتاب بیانگر جهت برآیند نیروها است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

مسافت طی شده و جابجایی



۱۱۵۳ - مطابق شکل آونگی از نقطه A رها می‌شود و پس از مدت زمانی برای اولین بار به نقطه B می‌رسد. مسافت طی شده آونگ از نقطه A تا B چند برابر جابجایی آن است؟

$$\frac{\pi\sqrt{2}}{4} \quad (۴)$$

$$\pi\sqrt{2} \quad (۳)$$

$$2\pi \quad (۲)$$

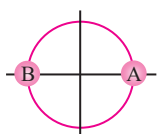
$$\pi \quad (۱)$$

۱۱۵۴ - چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) جابجایی یک متحرک می‌تواند از مسافت طی شده آن بیشتر باشد.

ب) اگر شناگری مسیر رفت و برگشت یک استخر را شنا کند و به نقطه آغاز باز گردد جابجایی آن صفر است.

پ) در حرکت دایره‌ای مطابق شکل از نقطه A تا B جابجایی متحرک برابر قطر دایره است.

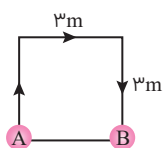


$$۳ \quad (۴)$$

$$۲ \quad (۳)$$

$$۱ \quad (۲)$$

$$\text{صفر} \quad (۱)$$



۱۱۵۵ - مطابق شکل مورچه‌ای روی اضلاع مربعی از نقطه A به نقطه B می‌رود. مسافت طی شده آن چند برابر جابجایی آن است؟

$$۶ \quad (۲)$$

$$۳ \quad (۱)$$

$$۱۲ \quad (۴)$$

$$۹ \quad (۳)$$

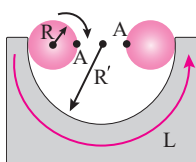
۱۱۵۶ - کمیت به مسیر حرکت بستگی دارد و کمیتی است.

(۴) مسافت طی شده، نرده‌ای

(۳) مسافت طی شده، برداری

(۲) جابجایی، نرده‌ای

(۱) جابجایی، برداری



۱۱۵۷ - مطابق شکل چرخ یک گاری پس از یک‌ونیم دور غلطش از ابتدای مسیر نیم‌دایره‌ای به انتهای آن می‌رسد. جابجایی نقطه A چند برابر مسافت پیموده شده است؟

$$\frac{3}{5\pi} \quad (۴)$$

$$\frac{2}{3\pi} \quad (۳)$$

$$\frac{5\pi}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{3\pi}{2} \quad (۱)$$

۱۱۵۸ - معادله مکان - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است به صورت $x = \frac{7}{3}t - 4/8$ در SI می‌باشد. اندازه جابجایی جسم در بازه زمانی $t = 2s$ تا $t = 5s$ چند برابر مسافت طی شده توسط جسم در بازه زمانی $t = 6s$ تا $t = 9s$ است؟

$$۲ \quad (۴)$$

$$۱۲/۶ \quad (۳)$$

$$۴/۳ \quad (۲)$$

$$۱ \quad (۱)$$



سرعت متوسط و تندی متوسط

۱۱۵۹- جسمی بر روی محور x ها حرکت می کند و در لحظه t_1 بردار مکان جسم به صورت $8\hat{i}$ و ۲ ثانیه بعد از t_1 به صورت $-4\hat{i}$ است. سرعت متوسط جسم در این تغییر مکان کدام است؟ (یکاهای SI است)

(۱) $+6\hat{i}$ (۲) $-2\hat{i}$ (۳) $-6\hat{i}$ (۴) $+2\hat{i}$

۱۱۶۰- متحرکی روی محور x حرکت می کند و در مبدأ زمان از مکان $x_0 = -4\text{ m}$ می گذرد و در لحظه $t_1 = 6\text{ s}$ به مکان $x_1 = 10\text{ m}$ می رسد و در نهایت در لحظه $t_2 = 10\text{ s}$ از مکان $x_2 = 20\text{ m}$ می گذرد. سرعت متوسط این متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه، کدام است؟

(۱) ۲۲ (۲) ۱۴ (۳) ۶ (۴) ۲

۱۱۶۱- معادله حرکت جسمی که بر روی محور x ها حرکت می کند در SI به صورت $x = 4t^2 - 12t + 8$ است. سرعت متوسط جسم در ۳ ثانیه دوم حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

(۱) -42 (۲) $+42$ (۳) -24 (۴) $+24$

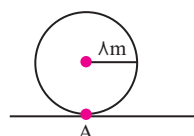
۱۱۶۲- معادله مکان-زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، در دستگاه SI به صورت $x = \frac{1}{3}t^2 - 2t - 5$ است. اگر سرعت متوسط این متحرک در t ثانیه دوم حرکتش برابر با 19 m/s باشد، t چند ثانیه است؟

(۱) ۱۲ (۲) ۱۶ (۳) ۱۴ (۴) ۱۸

۱۱۶۳- معادله مکان-زمان متحرکی که بر روی محور x در حال حرکت است در SI به صورت $x = t^2 + t - 6$ است. بزرگی سرعت متوسط متحرک از لحظه $t = 0$ تا لحظه ای که جهت بردار مکان آن تغییر می کند، چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۱۶۴- مطابق شکل مقابل، نقطه A بر روی یک حلقه دایره ای شکل قرار دارد. اگر در مدت زمان $\sqrt{5}$ ثانیه، این حلقه $\frac{1}{4}$ دور به سمت جلو بگردد، بزرگی سرعت متوسط نقطه A چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)



(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۱۶۵- اگر متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، در لحظه t_1 در مکان x_1 و در لحظه t_2 در مکان x_2 باشد، چه تعداد از عبارات زیر الزاماً درست است؟

(الف) $V_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ (ب) $S_{av} = \frac{|x_2 - x_1|}{t_2 - t_1}$ (ج) $L > \Delta x$ (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۱۱۶۶- تندی متوسط نوک عقربه ثانیه شمار یک ساعت که طول آن 3 cm است، طی مدت زمان ۱ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

(۱) ۳ (۲) ۶ (۳) 0.03 (۴) 0.06

۱۱۶۷- شناگری با سرعت ثابت 9 m/s طول 40 متری یک استخر را به شکل رفت و برگشتی طی می کند. اگر این شناگر در یک لحظه از ابتدای استخر شروع به حرکت کند، سرعت متوسط او پس از گذشت 3 s چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۹ (۲) ۳ (۳) $1/5$ (۴) ۱

۱۱۶۸- یک پرندۀ از بالای ساختمانی بلند، 40 m به طور عمودی پایین می آید، سپس 30 m به طرف غرب و در نهایت 120 m به طرف شمال می رود. تندی متوسط پرندۀ در طی این حرکت چند برابر سرعت متوسط آن است؟

(تجربی ۹۷ خارج)

(۱) $\frac{14}{13}$ (۲) $\frac{19}{13}$ (۳) $\frac{17}{13}$ (۴) $\frac{15}{13}$

۱۱۶۹- شناگری در یک استخر، مسیری مستقیم به طول L را با تندی متوسط S رفته و با تندی متوسط $2S$ بازگشته است. تندی متوسط این شناگر در کل مسیر رفت و برگشت کدام است؟

(۱) $\frac{4}{3}S$ (۲) $\frac{3}{4}S$ (۳) $\frac{5}{2}S$ (۴) $\frac{2}{5}S$

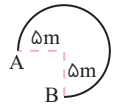


۱۱۷۰- جسمی بر روی محور x ها حرکت می کند. متحرک در لحظه $t_1 = 3s$ از $x_1 = +13m$ و در لحظه $t_2 = 8s$ از $x_2 = 43m$ می گذرد. اگر تندی متوسط جسم در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر ۹ متر بر ثانیه بوده باشد، در این صورت:

- (۱) جسم همواره در جهت محور حرکت کرده است.
(۲) جسم حداکثر یکبار تغییر جهت داده است.
(۳) جسم همواره در خلاف جهت محور حرکت کرده است.
(۴) جسم حداقل یکبار تغییر جهت داده است.

۱۱۷۱- معادله حرکت جسمی که بر روی محور x ها حرکت می کند در SI به صورت $x = 4t^2 - 12t + 8$ است. تندی متوسط جسم در ۳ ثانیه اول حرکت، چند متر بر ثانیه بوده است؟

- (۱) ۶/۵ (۲) ۶/۵ (۳) ۷ (۴) ۷/۵



۱۱۷۲- مطابق شکل مقابل، متحرکی در مدت ۱۰ ثانیه مسیری دایره ای شکل را طی کرده و از نقطه A به نقطه B می رود. اختلاف بزرگی سرعت متوسط و تندی متوسط این متحرک چند متر بر ثانیه است؟ ($\sqrt{2} = 1/4, \pi = 3$)

- (۱) ۱/۳۳ (۲) ۱/۴۴ (۳) ۱/۵۵ (۴) ۱/۶۶

مبدأ مکان و بردار مکان

۱۱۷۳- برای متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، چند مورد از عبارات زیر درست است؟

- (الف) اندازه بردار مکان به مبدأ مختصات وابسته است.
(ب) اندازه بردار جابه جایی به مبدأ مختصات وابسته نیست.
(پ) اگر جهت حرکت جسمی تغییر کند، جهت بردار مکان آن الزاماً تغییر نمی کند.
(ت) در حرکت روی خط راست همواره بردارهای مکان و جابه جایی بین دو لحظه هم جهت اند.
(د) سرعت متوسط و تندی متوسط تنها زمانی با یکدیگر برابر هستند که متحرک تغییر جهت نداده باشد.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۱۷۴- چه تعداد از گزاره های زیر نادرست است؟ (مسیر حرکت خط راست است)

- (الف) هنگامی که متحرکی تغییر جهت می دهد، الزاماً در لحظه تغییر سرعت آن صفر شده است.
(ب) اگر سرعت متحرکی صفر شود، الزاماً شتاب آن در لحظه صفر شدن سرعت، صفر می شود.
(پ) در حرکت بر خط راست روی محور x ، هنگامی که بردار سرعت تغییر جهت دهد، الزاماً بردار مکان در همان لحظه هم تغییر جهت خواهد داد.
(ت) در حرکت یک جسم ممکن است جابه جایی صفر شود، اما مسافت طی شده توسط آن جسم، در همان بازه زمانی صفر نشود.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

معادله مکان - زمان

۱۱۷۵- معادله مکان-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند در SI به صورت $x = t^2 - 9t + 20$ است. در چه لحظاتی بردار مکان متحرک تغییر جهت می دهد؟

- (۱) $t = 4$ و $t = 5$ (۲) $t = 4$ و $t = 4/5$ (۳) $t = 4/5$ و $t = 5$ (۴) $t = 2$ و $t = 3$

۱۱۷۶- جسمی روی محور x ها حرکت می کند. در یک لحظه، علامت بردار مکان آن مثبت، سرعت آن منفی است، در این صورت.....

- (۱) تندی حرکت جسم در حال افزایش است.
(۲) جسم در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان است.
(۳) تندی حرکت جسم در حال کاهش است.
(۴) جسم در حال دور شدن از مبدأ مکان است.

۱۱۷۷- معادله حرکت جسمی که بر روی محور x ها حرکت می کند در SI به صورت $x = 2t^2 + bt + 1$ است. اگر سرعت متوسط جسم در ثانیه دوم حرکت $7m/s$ باشد، در چه لحظه ای از فاصله یک متری مکان اولیه می گذرد؟

- (۱) ۱s (۲) ۰/۵s (۳) ۲s (۴) ۱/۵s

۱۱۷۸- معادله حرکت جسمی که بر روی محور x ها حرکت می کند در SI به صورت $x = 4t^2 - 8t + 7$ می باشد. کمترین فاصله جسم از مبدأ مکان چند متر و در چه زمانی جسم تغییر جهت می دهد؟

- (۱) ۱، ۳- (۲) ۱، ۳+ (۳) ۳، ۱+ (۴) ۱، ۳-



۱۱۷۹- معادله حرکت جسمی که بر روی محور حرکت می کند در SI به صورت $x = 2t^2 - 9t + 4$ می باشد. در ۳ ثانیه اول، چند ثانیه، بردار مکان جسم و سرعت جسم در خلاف جهت محور بوده است؟

- (۱) $\frac{4}{7}$ (۲) $\frac{7}{4}$ (۳) $\frac{4}{7}$ (۴) $\frac{7}{4}$

۱۱۸۰- معادله مکان-زمان متحرکی که بر روی محور x ها حرکت می کند در دستگاه SI به صورت $x = t^2 - 4t + x_0$ است. اگر این متحرک در لحظه های t_1 و t_2 از مبدأ مکان بگذرد، مقدار $t_1 + t_2$ چند ثانیه است؟

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۸

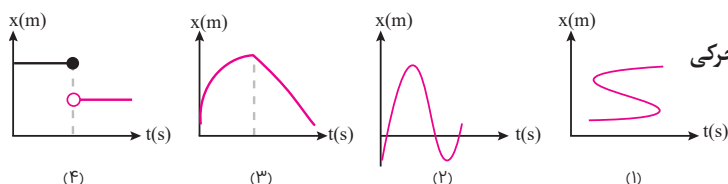
۱۱۸۱- معادله حرکت متحرکی که بر روی خط راست در حال حرکت است در SI به صورت $x = t^2 + t - 1$ است. در چه لحظه یا لحظاتی فاصله متحرک از نقطه $x = -3m$ برابر $4m$ می شود؟

- (۱) ۲ و ۱ (۲) ۱ و ۲ (۳) ۱ (۴) ۲

۱۱۸۲- معادله مکان-زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می کند، در دستگاه SI به صورت $x = 3t^2 - 5t + 5$ است. این متحرک چند ثانیه پس از دومین عبور خود از مکان $x = 3m$ دوباره از مکان اولیه اش عبور خواهد کرد؟

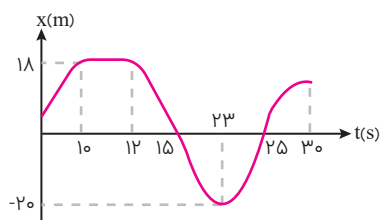
- (۱) ۱ (۲) $\frac{3}{4}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{1}{3}$

نمودار مکان - زمان و محاسبه جابه جایی و مسافت



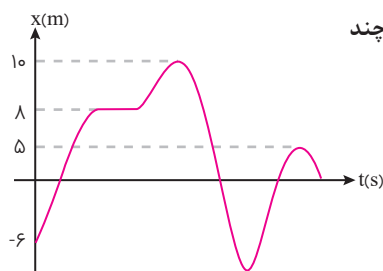
۱۱۸۳- کدامیک از نمودارهای مقابل نشانه دهنده نمودار مکان-زمان متحرکی است که روی خط راست حرکت می کند؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



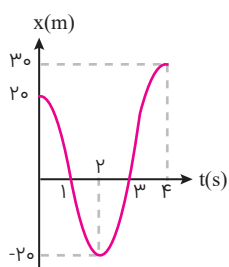
۱۱۸۴- نمودار مکان-زمان جسمی که بر روی محور x ها حرکت می کند، به صورت شکل مقابل است. در ۲۵ ثانیه اول حرکت مدت زمانی که بردار مکان جسم مثبت بوده است چند برابر مدت زمانی است که جسم در خلاف محور x ها حرکت کرده است؟

- (۱) $\frac{5}{6}$ (۲) $\frac{6}{5}$ (۳) $\frac{11}{15}$ (۴) $\frac{15}{11}$



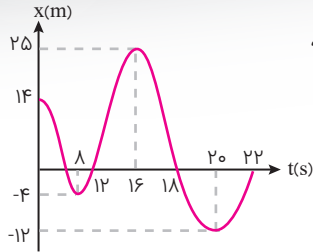
۱۱۸۵- نمودار مکان-زمان جسمی که روی محور x ها حرکت می کند، به صورت شکل مقابل است. به ترتیب این متحرک چند بار از فاصله ۳ متری از مبدأ عبور کرده است و چند بار تغییر جهت داده است؟

- (۱) ۷-۳ (۲) ۳-۷ (۳) ۴-۷ (۴) ۷-۴



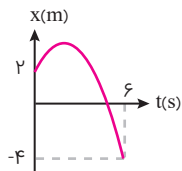
۱۱۸۶- نمودار مکان-زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. مسافت طی شده توسط این متحرک در ۴ ثانیه اول حرکت چند برابر اندازه جابه جایی این متحرک در ۳ ثانیه اول حرکت است؟

- (۱) $\frac{4}{5}$ (۲) $\frac{1}{5}$ (۳) $\frac{3}{5}$ (۴) $\frac{2}{5}$



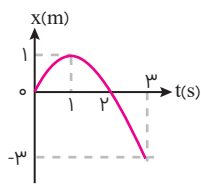
۱۱۸۷ - نمودار مکان-زمان جسمی که روی محور x ها حرکت می کند، به صورت شکل مقابل است. نسبت مسافتی که جسم در ۲۰ ثانیه اول، در خلاف جهت محور طی می کند به بزرگی جابه جایی جسم در این ۲۰ ثانیه کدام است؟

- (۱) $\frac{26}{55}$ (۲) $\frac{55}{26}$
(۳) $\frac{11}{13}$ (۴) $\frac{13}{11}$



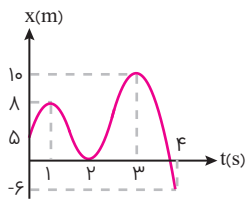
۱۱۸۸ - نمودار مکان-زمان متحرکی که بر محور x حرکت می کند مطابق شکل داده شده است. اگر مسافت طی شده توسط متحرک در بازه زمانی $t=0$ تا $t=6$ s، برابر مقدار جابه جایی متحرک در همین بازه زمانی باشد، بیشترین فاصله متحرک تا مبدأ مکان در 6 ثانیه آغازین حرکت چند متر است؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۶



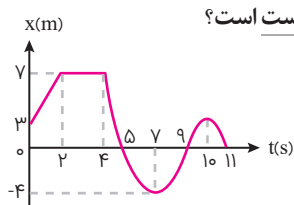
۱۱۸۹ - نمودار مکان-زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند مطابق شکل مقابل است. تندی متوسط متحرک در بازه زمانی 0 تا 3 ثانیه چند برابر سرعت متوسط متحرک در این بازه است؟

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



۱۱۹۰ - نمودار مکان-زمان متحرکی به صورت مقابل است. تندی متوسط متحرک در 4 ثانیه اول چند برابر اندازه سرعت متوسط متحرک در همین بازه زمانی است؟

- (۱) $\frac{42}{11}$ (۲) $\frac{11}{37}$
(۳) $\frac{37}{11}$ (۴) $\frac{11}{42}$



۱۱۹۱ - با توجه به نمودار مکان-زمان مقابل چه تعداد از عبارت های زیر در مورد حرکت متحرک در 11 ثانیه اول حرکت نادرست است؟

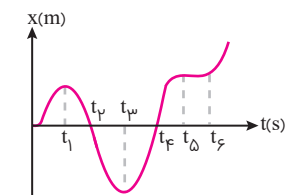
(الف) بردار مکان متحرک 4 ثانیه در خلاف جهت محور x قرار دارد.

(ب) متحرک 5 ثانیه در جهت محور x حرکت می کند.

(پ) در 7 ثانیه اول حرکت، مسافت طی شده متحرک دو برابر اندازه جابه جایی است.

(ت) متحرک سه بار تغییر جهت می دهد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۱۱۹۲ - نمودار مکان-زمان جسمی که روی خط راست حرکت می کند مطابق شکل مقابل است. در چه بازه زمانی جسم در جهت منفی محور در حال حرکت است و اندازه سرعت آن در حال افزایش است؟

- (۱) $t_3 < t < t_4$ (۲) $t_1 < t < t_3$
(۳) $t_4 < t < t_5$ (۴) $t_1 < t < t_2$

معادله سرعت - زمان

۱۱۹۳ - معادله سرعت-زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، در دستگاه SI به صورت $v = t^2 - 16t + 72$ است. حداقل مقدار سرعت در طی حرکت چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۸ (۲) ۶ (۳) ۴ (۴) ۲

۱۱۹۴ - عقربه ای که در جلوی فرمان خودرو وجود دارد، کدام کمیت را نشان می دهد؟

- (۱) تندی متوسط (۲) تندی لحظه ای (۳) سرعت متوسط (۴) سرعت لحظه ای

۱۱۹۵ - معادله سرعت جسمی در SI به صورت $v = 6t^2 - 24t + 10/5$ است. در بازه زمانی $t_1 = 2$ s تا $t_2 = 4$ s چند ثانیه متحرک خلاف جهت محور x حرکت کرده است؟

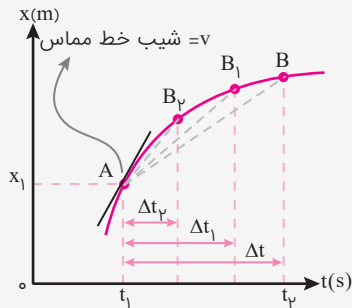
(تجربی ۹۶ - با تغییر)

- (۱) $0/5$ (۲) ۱ (۳) $1/5$ (۴) ۲

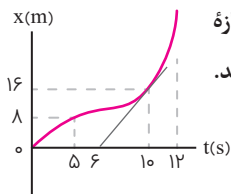
درسمانه ۲ نمودارهای حرکت



۱ تعیین سرعت لحظه‌ای و متوسط با استفاده از نمودار مکان-زمان



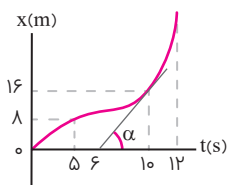
در نمودار مکان-زمان شیب خط واصل بین دو نقطه t_1 و t_2 برابر سرعت متوسط بین این دو لحظه است. شیب خط مماس در هر لحظه بر این منحنی برابر سرعت لحظه‌ای متحرک در آن لحظه است. توجه کنید که تندی لحظه‌ای در هر لحظه برابر با اندازه سرعت لحظه‌ای است اما برای محاسبه تندی متوسط باید مسافت طی شده را در نظر گرفت. با کوچک شدن تدریجی Δt ، نقطه B به نقطه A نزدیک می‌شود. در این صورت خط واصل بین این دو نقطه، در حالتی که بازه زمانی Δt خیلی خیلی کوچک شود، تبدیل به خط مماس بر منحنی می‌شود. به این ترتیب شیب این خط، برابر با سرعت لحظه‌ای متحرک می‌شود.



تمرین نمودار مکان-زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل مقابل است. اگر اندازه سرعت متحرک در لحظه $t = 1$ s برابر با اندازه سرعت متوسط آن بین دو لحظه $t_1 = 5$ s و $t_2 = 12$ s باشد. متحرک در لحظه $t = 12$ s در چند متری مبدأ می‌باشد؟

۲۴ (۲)	۲۸ (۱)
۲۰ (۴)	۳۶ (۳)

پله اول شیب خط مماس در لحظه $t = 1$ s برابر سرعت در آن لحظه است.



$$\tan \alpha = v = \frac{16}{10-6} = 4 \text{ m/s}$$

پله دوم سرعت در لحظه $t = 1$ s برابر سرعت متوسط در بازه زمانی $t_1 = 5$ s تا $t_2 = 12$ s است. پس:

$$v_{10} = v_{av} \Rightarrow 4 = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = 28 \Rightarrow x_{12} - x_5 = 28$$

$$\frac{x_5=8}{x_{12}-8=28} \Rightarrow x_{12}=36 \text{ m}$$

شتاب متوسط و لحظه‌ای: تغییر بردار سرعت (چه تغییر اندازه چه تغییر جهت) تحت اثر شتاب انجام می‌گیرد و واحد آن در SI متر بر مجذور ثانیه است.

شتاب متوسط: برابر تغییرات سرعت در واحد زمان است

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} \rightarrow |a_{av}| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|v_2 - v_1|}{t_2 - t_1}$$

شتاب لحظه‌ای برابر با مقدار شتاب متوسط در یک بازه زمانی بسیار کوتاه است. واحد شتاب متوسط و لحظه‌ای متر بر مجذور ثانیه است.

تمرین متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند 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)

پله اول ۲ ثانیه دوم یعنی بازه زمانی $t_1 = 2$ s تا $t_2 = 4$ s

پله دوم با قرار گرفتن زمان‌ها در معادله سرعت داده شده می‌توانیم سرعت در آن لحظه‌ها را بیابیم:

$$t_1 = 2 \text{ s} \rightarrow v_1 = 2 \times 2^2 - 4 \times 2 - 2 = -2 \text{ m/s}$$

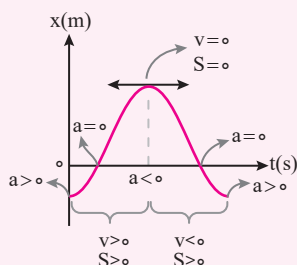
$$t_2 = 4 \text{ s} \rightarrow v_2 = 2 \times 4^2 - 4 \times 4 - 2 = 14 \text{ m/s}$$

پله سوم حال از طریق رابطه شتاب متوسط می‌توانیم مقدار آن را به دست آوریم:

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



نکته در نمودار مکان - زمان در قسمت‌هایی از نمودار که به شکل صعودی است علامت سرعت لحظه‌ای مثبت و در قسمت‌های نزولی علامت سرعت لحظه‌ای منفی است. توجه کنید که تندی لحظه‌ای همواره عددی نامنفی است. (در نقاط ماکزیمم و مینیمم مقدار این دو کمیت صفر است.)

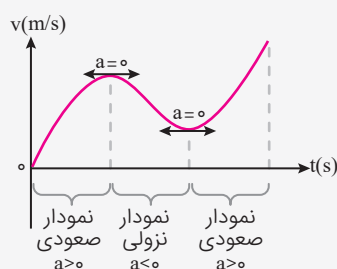


نکته در نمودار مکان - زمان در قسمت‌هایی که جهت تقعر نمودار مکان - زمان رو به بالا است علامت شتاب مثبت و در قسمت‌هایی که تقعر نمودار رو به پایین است، علامت شتاب منفی است.

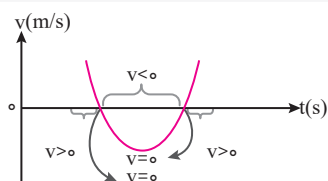
۱ در نمودار مکان - زمان هرگاه شیب منحنی صفر شد، متحرک متوقف شده و یا در حال تغییر جهت است.

۲ در نمودار مکان - زمان هرگاه منحنی محور افقی را قطع کرد، متحرک از مبدأ عبور کرده است.

۳ در نمودار مکان - زمان در نقاط عطف شتاب حرکت صفر می‌شود.



مشابه با محاسبه سرعت در نمودار مکان - زمان می‌توان نتیجه گرفت که در نمودار سرعت - زمان شیب خط واصل بین دو نقطه بیانگر شتاب متوسط بین دو لحظه و شیب خط مماس در یک نقطه برابر با شتاب لحظه‌ای در آن لحظه است.

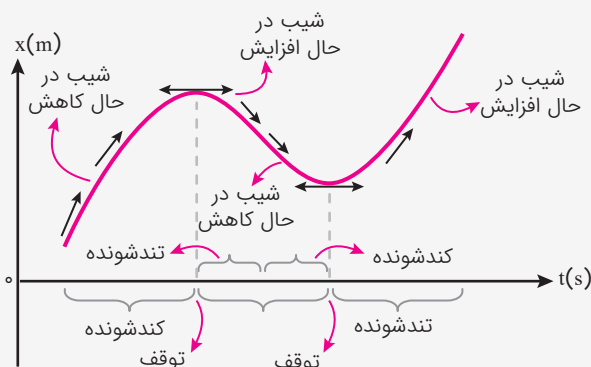


یادآوری علامت سرعت در نمودار سرعت - زمان وابسته به موقعیت نمودار نسبت به محور افقی است، بالای محور زمان، علامت سرعت مثبت در نتیجه حرکت در جهت محور و پایین محور زمان، علامت سرعت منفی و حرکت خلاف جهت محور است. در محلی که نمودار محور افقی را قطع می‌کند، سرعت صفر است و متحرک متوقف شده است.

نکته شرط توقف یک جسم متحرک روی خط راست این است که سرعت لحظه‌ای آن صفر شود اما برای تغییر جهت حرکت علاوه بر صفر شدن سرعت، علامت آن نیز باید تغییر کند.

تعیین نوع حرکت در حرکت روی خط راست: اگر شتاب و سرعت لحظه‌ای هم جهت باشد اندازه سرعت در حال افزایش است و نوع حرکت تندشونده است به بیان دیگر اگر سرعت و شتاب لحظه‌ای هم علامت باشند حرکت تندشونده و اگر علامت آن‌ها مخالف هم باشد نوع حرکت کندشونده بوده و اندازه سرعت در حال کاهش است.

نکته در حرکت روی خط راست نوع حرکت متحرک قبل از لحظه توقف الزاماً کندشونده است زیرا مقدار سرعت در حال کاهش است و پس از لحظه توقف در صورتی که حرکت ادامه داشته باشد (و شتاب ثابت باشد) نوع حرکت تندشونده خواهد بود.



۲ تعیین نوع حرکت با استفاده از نمودارها

۱ نمودار مکان - زمان

در نمودار مکان - زمان اگر اندازه شیب خط مماس در حال افزایش باشد نوع حرکت تندشونده و اگر اندازه شیب خط مماس در حال کاهش باشد نوع حرکت کندشونده است. به بیان دیگر نوع حرکت قبل از لحظه توقف کندشونده و پس از آن تندشونده خواهد بود.



تمرین معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = t^2 - 8t + 7$ است. چند ثانیه متحرک حرکتی کندشونده داشته است؟

۴ (۴)

۶ (۳)

۷ (۲)

۱ (۱)



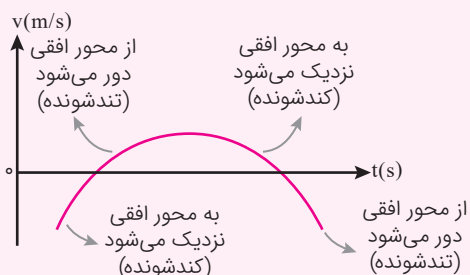
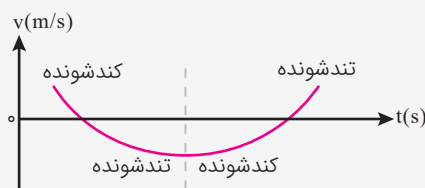
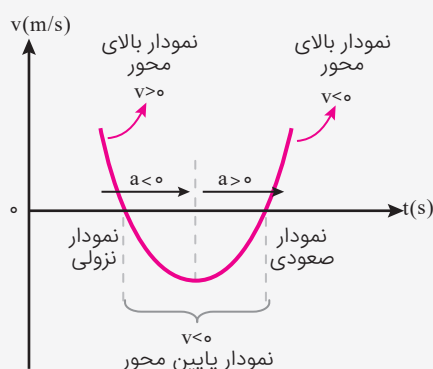
پله اول ابتدا زمان در رأس سهمی را با استفاده از رابطه $t = -\frac{b}{2a}$ به دست می آوریم:

$$t = -\frac{b}{2a} = \frac{-(-8)}{2} = 4s$$

پله دوم حال باید توجه کنید که در همه معادلات مکان سهمی شکل قبل از رأس سهمی، نوع حرکت کندشونده و بعد از آن تندشونده است.

۲ نمودار سرعت - زمان

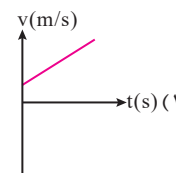
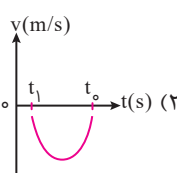
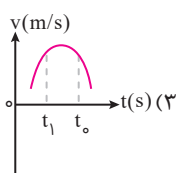
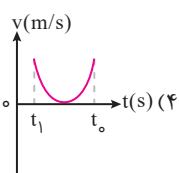
در نمودار سرعت - زمان در قسمت هایی که علامت سرعت و شتاب یکی است ($av > 0$) حرکت تندشونده و در صورتی علامت آن ها مخالف یکدیگر باشد ($av < 0$) حرکت کندشونده است.



نکته مشابه با نمودار مکان - زمان نوع حرکت قبل از لحظه توقف

کندشونده و پس از آن تندشونده است. به بیان دیگر می توان گفت اگر نمودار سرعت - زمان به محور افقی نزدیک شود حرکت کندشونده و اگر از آن دور شود حرکت تندشونده خواهد بود.

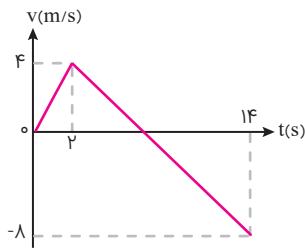
تمرین کدام نمودار مربوط به متحرکی است که حرکت در آن در بازه زمانی داده شده، ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است؟



۴ در نمودار سرعت - زمان هر کجا که قدرمطلق سرعت در حال کاهش باشد، حرکت کندشونده و هر کجا این قدرمطلق در حال افزایش باشد، حرکت تندشونده است و این موضوع تنها در گزینه «۴» صدق می کند.



تمرین متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت-زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است. متحرک در ۱۴ ثانیه اول، چند ثانیه به صورت کندشونده حرکت کرده است؟

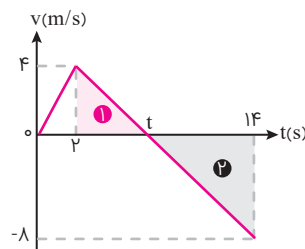


۶ (۲)

۴ (۱)

۱۲ (۴)

۸ (۳)



پله اول در نمودار سرعت-زمان برای اینکه بدانیم متحرک چگونه حرکت کرده است باید به تغییر قدرمطلق سرعت آن نگاه کنیم. پس با توجه به نمودار در بازه زمانی ۲ تا t ثانیه حرکت کندشونده است.

پله دوم با استفاده از تشابه ۲ مثلث (۱) و (۲)، t را محاسبه می‌کنیم:

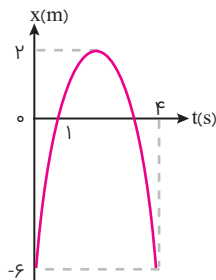
$$\frac{4}{t-2} = \frac{8}{14-t} \Rightarrow 2t-4=14-t \Rightarrow 3t=18 \Rightarrow t=6s$$

پله سوم پس متحرک از لحظه ۲s تا ۶s یعنی ۴ ثانیه حرکت کندشونده داشته است.



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

تعیین سرعت لحظه‌ای و متوسط با استفاده از نمودار مکان-زمان



۱۱۹۶- نمودار مکان-زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط در فاصله

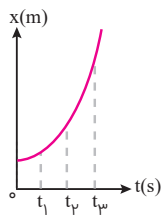
زمانی $t=1s$ تا $t=4s$ چند متر بر ثانیه است؟

۲ (۱)

-۲ (۲)

۶ (۳)

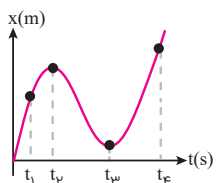
-۶ (۴)



۱۱۹۷- نمودار مکان-زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟

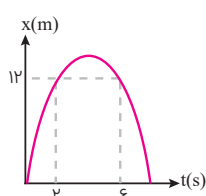
۰ تا t_1 (۱) t_1 تا t_3 (۲) t_3 تا t_4 (۳)

(۴) بستگی به اندازه فاصله‌های زمانی دارد.



۱۱۹۸- نمودار مکان-زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. در کدام بازه زمانی ذکرشده، بزرگی سرعت متوسط این متحرک بزرگتر

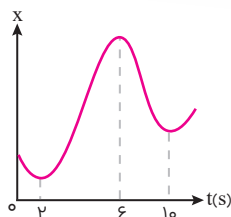
از سایر گزینه‌ها است؟

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

۱۱۹۹- نمودار مکان-زمان حرکت متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند. به صورت سهمی مقابل است. تندترین متوسط متحرک

در ۶ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

 $\frac{3}{10}$ (۲) $\frac{14}{6}$ (۱) $\frac{6}{14}$ (۴) $\frac{10}{3}$ (۳)

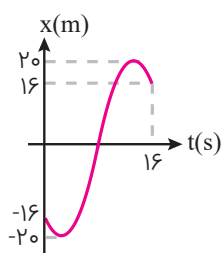


۱۲۰۰- نمودار مکان-زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. تندی متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی مشخص شده

(تجربی ۱۴۰۰)

در گزینه‌ها بیش تر است؟

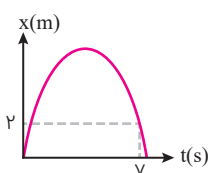
- | | |
|---------------|---------------|
| (۲) صفر تا ۶s | (۱) صفر تا ۲s |
| (۴) ۶s تا ۱۰s | (۳) ۲s تا ۱۰s |



۱۲۰۱- نمودار مکان-زمان یک متحرک روی خط راست به شکل مقابل است. اختلاف تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط

در بازه زمانی $t=0$ تا $t=6$ s کدام است؟

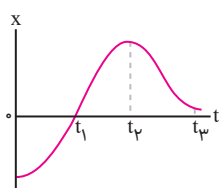
- (۱) $\frac{2}{3}$
(۲) $\frac{3}{2}$
(۳) ۱
(۴) $\frac{6}{5}$



۱۲۰۲- نمودار مکان-زمان ذره‌ای که روی محور x در حال حرکت است، به صورت مقابل می‌باشد. اگر در بازه زمانی صفر تا

۷s، تندی متوسط ۵ برابر اندازه سرعت متوسط متحرک باشد، بیشترین فاصله ذره تا مبدأ مختصات چند متر است؟

- | | |
|-------|-------|
| (۲) ۶ | (۱) ۸ |
| (۴) ۲ | (۳) ۴ |



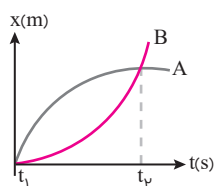
۱۲۰۳- نمودار مکان-زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. در کدام لحظه نشان داده شده، تندی بیشتر است؟

(تجربی تیر ۱۴۰۲ خارج)

- (۱) t_1
(۲) t_2
(۳) t_3
(۴) $t=0$

۱۲۰۴- نمودار مکان-زمان دو متحرک A و B که روی خط راست حرکت می‌کنند مطابق شکل مقابل است. در لحظه t_1 و t_2

بین سرعت لحظه‌ای متحرک A و B و سرعت متوسط این دو متحرک در t ثانیه اول حرکت چه ارتباطی برقرار است؟

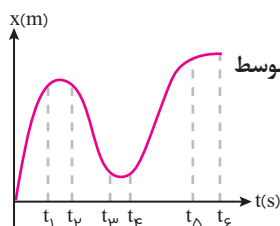


$$v_{avA} = v_{avB}, v_A > v_B, v_B > v_A \quad (۱)$$

$$v_{avA} < v_{avB}, v_A > v_B, v_B < v_A \quad (۲)$$

$$v_{avA} > v_{avB}, v_A > v_B, v_B > v_A \quad (۳)$$

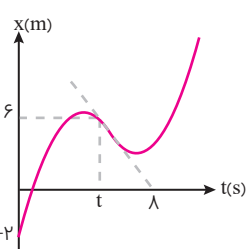
$$v_{avA} = v_{avB}, v_A < v_B, v_B < v_A \quad (۴)$$



۱۲۰۵- نمودار مکان-زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، به صورت شکل مقابل است. اگر بزرگی سرعت متوسط

جسم در بازه زمانی صفر تا t برابر ۴ m/s باشد، در کدام لحظه یا لحظات سرعت جسم می‌تواند ۴ m/s باشد؟

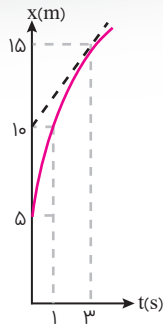
- | | |
|---------------------|----------------|
| (۲) t_5, t_4, t_1 | (۱) t_3, t_1 |
| (۴) t_3, t_2 | (۳) t_2 |



۱۲۰۶- نمودار مکان-زمان متحرکی به صورت مقابل است. اگر بزرگی سرعت متحرک در لحظه t برابر $\frac{3}{4}$ m/s باشد. سرعت

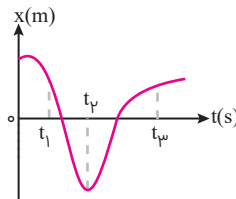
متوسط در t ثانیه اول حرکت چند m/s خواهد بود؟

- (۱) ۲
(۲) ۱
(۳) ۴
(۴) ۳



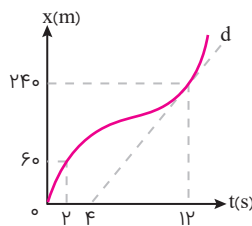
۱۲۰۷- نمودار مکان-زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. بزرگی سرعت متوسط این متحرک در ثانیه اول تا سوم حرکت، چند متر بر ثانیه با سرعت لحظه ای آن در لحظه $t=3s$ اختلاف دارد؟

- (۱) $\frac{5}{2}$
(۲) $\frac{5}{3}$
(۳) $\frac{5}{4}$
(۴) $\frac{5}{6}$



۱۲۰۸- نمودار مکان-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. به ترتیب اندازه سرعت متوسط متحرک در کدام بازه بیشتر است و در کدام لحظه، تندی و سرعت لحظه ای متحرک برابر نیست؟

- (۱) $t_1 - 0 \leq t \leq t_1$
(۲) $t_2 - t_1 \leq t \leq t_3$
(۳) $t_1 - t_1 \leq t \leq t_2$
(۴) $t_3 - t_2 \leq t \leq t_4$



۱۲۰۹- نمودار مکان-زمان متحرکی مطابق شکل مقابل 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.)

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

▶ شتاب متوسط و لحظه ای و تعیین نوع حرکت (تعیین لحظات توقف و صفر شدن شتاب و نیرو)

۱۲۱۰- 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؟

(تجربی ۹۸ خارج)

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

۱۲۱۱- متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=1s$ در SI برابر $-2\vec{i}$ و در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=1.5s$ برابر $\frac{2}{3}\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=1s$ در SI، کدام است؟

(تجربی ۱۴۰۰ خارج)

- (۱) $2\vec{i}$ (۲) $4\vec{i}$ (۳) $6\vec{i}$ (۴) $\frac{4}{3}\vec{i}$

۱۲۱۲- متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=1s$ در SI برابر $-4\vec{i}$ و در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=1.5s$ برابر $2\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=1.5s$ در SI، کدام است؟

(تجربی ۱۴۰۰)

- (۱) $-\frac{2}{3}\vec{i}$ (۲) $-\frac{16}{9}\vec{i}$ (۳) $4\vec{i}$ (۴) $8\vec{i}$

۱۲۱۳- یک توپ به صورت افقی با تندی $20m/s$ به یک دیوار قائم برخورد کرده و پس از $0.2s$ تماس با آن، با همان تندی باز می گردد. بزرگی شتاب متوسط این توپ در مدت زمان تماس آن با دیوار چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۰۰ (۴) ۳۵۰

۱۲۱۴- متحرکی از نقطه ای بر روی محور x شروع به حرکت کرده است و در لحظه t ، در مکان $x=-6m$ قرار دارد. چه تعداد از عبارتهای زیر الزاماً در ارتباط با این متحرک درست است؟

(الف) شتاب آن در لحظه t ، منفی است.

(ج) سرعت آن در لحظه t ، منفی است.

(ب) جابه جایی آن از ابتدای حرکت تا لحظه t منفی است.

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳



۱۲۱۵ - چه تعداد از عبارات زیر، در مورد حرکت بر خط راست صحیح است؟

الف) اگر سرعت جسم در حال افزایش باشد، الزاماً شتاب آن در حال افزایش است.

ب) اگر جهت حرکت متحرک عوض شود، الزاماً شتاب آن نیز تغییر می کند.

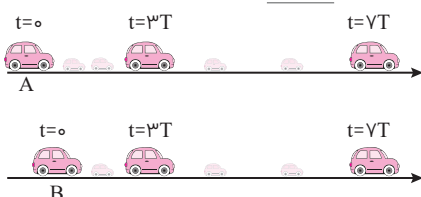
پ) اگر متحرک در مکان های مثبت باشد، الزاماً سرعت آن نیز در جهت مثبت محور است.

ت) اگر علامت مکان و سرعت، مخالف باشند، الزاماً جسم در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

ث) اگر متحرکی از مبدأ حرکت عبور کند الزاماً تغییر جهت می دهد.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۱۲۱۶ - شکل های زیر، مکان دو خودروی A و B را در لحظه های $t=0$ ، $t=T$ ، $t=2T$ ، $t=3T$ ، $t=4T$ نشان می دهد. اگر حرکت هر دو خودرو قبل از لحظه $t=3T$ به صورت یکنواخت بوده و پس از آن به صورت حرکت با شتاب ثابت باشد، کدام یک از گزینه های زیر در رابطه با آن ها نادرست است؟



(۱) سرعت نهایی خودروی B بیشتر از A است.

(۲) سرعت اولیه خودروی A بیشتر از B است.

(۳) در بازه زمانی $t=0$ تا $t=3T$ سرعت متوسط خودروی B کمتر از خودروی A است.

(۴) شتاب حرکت خودروی A بیشتر از B است.

۱۲۱۷ - معادله سرعت - زمان جسمی در SI به صورت $v = 6t^2 - 13t + 6$ است. در کدام بازه زمانی زیر، متحرک خلاف جهت محور x حرکت کرده است؟

(۱) $\frac{1}{2} < t < \frac{13}{12}$

(۲) $1 < t < 2$

(۳) $\frac{3}{4} < t < \frac{13}{12}$

۱۲۱۸ - معادله سرعت جسمی که روی محور x حرکت می کند در SI، به صورت $v = t^2 - 4t + 3$ است. در بازه زمانی $t=0$ تا $t=4$ s کدام مورد درست است؟

(۱) سرعت متوسط صفر است.

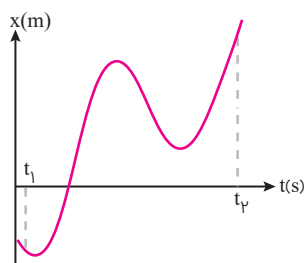
(۲) کمترین مقدار سرعت 1 m/s است.

(۳) حرکت پیوسته کندشونده است.

(۴) جهت حرکت دو بار تغییر کرده است.

بررسی ویژگی های حرکت در نمودار مکان - زمان

۱۲۱۹ - نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند مرتبه جهت حرکت متحرک تغییر کرده و علامت سرعت متوسط آن در این بازه زمانی چگونه است؟



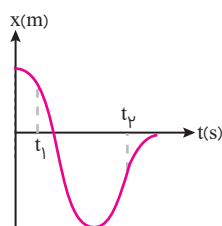
(۱) ۳ - مثبت

(۲) ۳ - منفی

(۳) ۲ - منفی

(۴) ۲ - مثبت

۱۲۲۰ - نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، سرعت متوسط متحرک و شتاب متوسط متحرک مثبت محور x می باشد.



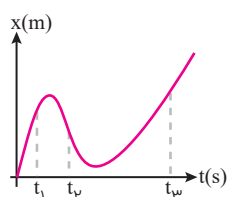
(۱) در جهت - در جهت

(۲) در خلاف جهت - در جهت

(۳) در جهت - در خلاف جهت

(۴) در خلاف جهت - در خلاف جهت

۱۲۲۱ - شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می کند. در کدام یک از زمان های نشان داده شده، حرکت جسم تندشونده است؟



(۱) t_1

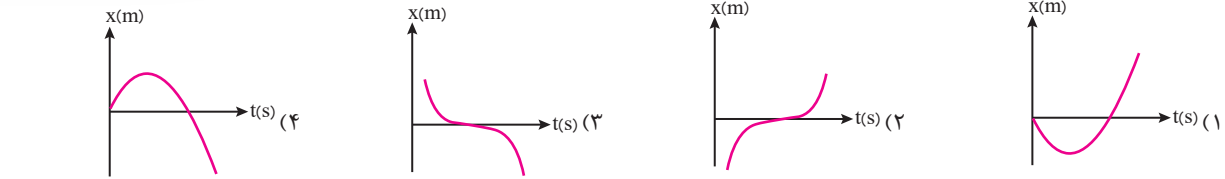
(۲) t_2

(۳) t_3

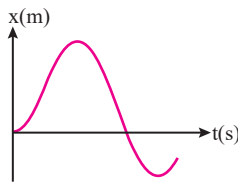
(۴) t_2 و t_3



۱۲۲۲ - کدامیک از نمودارهای مکان-زمان زیر مربوط به متحرکی است که در حرکتش در جهت محور x ها، همواره اندازه سرعت و در حرکتش در خلاف جهت محور x ها، همواره افزایش اندازه سرعت دارد؟



۱۲۲۳ - نمودار مکان-زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. به ترتیب از راست به چپ، چند مرتبه جهت حرکت متحرک، جهت بردار شتاب متحرک و نوع حرکت آن (تندشونده و کندشونده) تغییر می کند؟

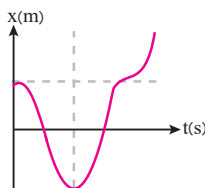


(۱) ۴ - ۳ - ۱

(۲) ۳ - ۲ - ۱

(۳) ۳ - ۳ - ۲

(۴) ۴ - ۲ - ۲



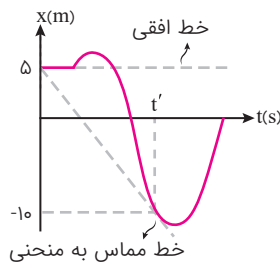
۱۲۲۴ - شکل مقابل نمودار مکان-زمان متحرکی است که روی خط راست در حال حرکت است. اگر در مدت نشان داده شده، بردار مکان متحرک a بار تغییر جهت داده باشد، b بار جهت شتاب حرکت عوض شده باشد، c بار سرعت حرکت صفر شده باشد و d بار جهت بردار سرعت عوض شده باشد، حاصل $a+b+c+d$ برابر با کدام گزینه است؟

(۲) ۱۱

(۱) ۱۲

(۴) ۴

(۳) ۷



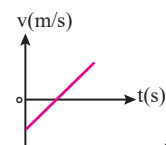
۱۲۲۵ - نمودار مکان-زمان متحرکی که بر روی محور x ها حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط و شتاب متوسط این متحرک از ابتدای حرکت تا لحظه t' را به ترتیب با v_{av} و a_{av} نشان می دهیم. نسبت $\frac{v_{av}}{a_{av}}$ در دستگاه SI کدام است؟

(۲) $\frac{1}{t'}$

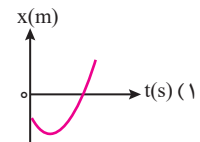
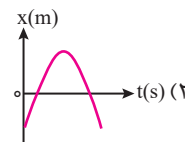
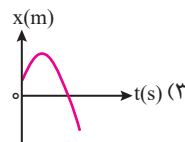
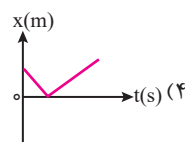
(۱) t'^2

(۴) t'

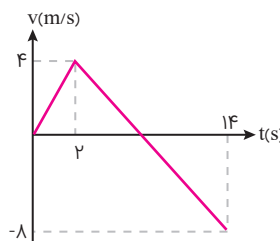
(۳) $\frac{1}{t'^2}$



۱۲۲۶ - نمودار سرعت-زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند، مطابق شکل مقابل 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.)



بررسی ویژگی های حرکت در نمودار سرعت - زمان



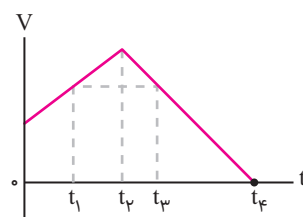
۱۲۲۷ - متحرکی روی محور x حرکت می کند و نمودار سرعت-زمان آن مطابق شکل مقابل است. متحرک در ۱۴ ثانیه اول، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟

(۲) ۶

(۱) ۴

(۴) ۱۲

(۳) ۸



۱۲۲۸ - متحرکی روی محور x حرکت می کند. در کدام بازه زمانی زیر، شتاب متوسط خلاف جهت محور x است؟

(تجربی تیر ۱۴۰۳ خارج)

(۱) t_3 تا t_1

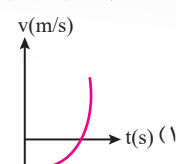
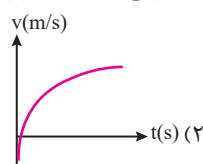
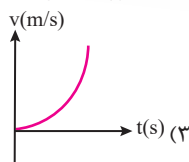
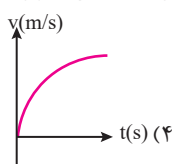
(۲) t_4 تا t_1

(۳) صفر تا t_1

(۴) t_2 تا t_1



۱۲۲۹- کدامیک از نمودارهای زیر، مربوط به متحرکی است که همواره در جهت مثبت محور x ها حرکت کرده است و اندازه شتاب آن همواره کاهش یافته است؟



۱۲۳۰- نمودار سرعت-زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. در بازه یا بازه های زمانی که این متحرک در خلاف جهت محور x در حال حرکت است. علامت بردار شتاب آن چند مرتبه تغییر می کند؟

- (۱) ۳
(۲) ۲
(۳) ۱
(۴) صفر

۱۲۳۱- شکل مقابل، نمودار سرعت-زمان یک متحرک روی خط راست را نشان می دهد. اگر تعداد دفعات توقف متحرک را P و تعداد دفعات تغییر جهت حرکت را Q بنامیم، نسبت $\frac{P}{Q}$ کدام است؟

- (۱) ۲
(۲) $\frac{4}{3}$
(۳) $\frac{3}{4}$
(۴) $\frac{1}{2}$

۱۲۳۲- نمودار سرعت-زمان متحرکی که بر روی خط محور x در حال حرکت است، مطابق شکل داده شده است. این متحرک در بازه $t=0$ تا $t=17$ تغییر جهت داده است و به مدت در جهت مثبت محور x حرکت کرده است؟

- (۱) ۳ و ۱۶
(۲) ۴ و ۱۰
(۳) ۲ و ۱۲
(۴) ۳ و ۸

۱۲۳۳- نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. در بازه زمانی بین t_1 و t_2 ، حرکت متحرک شونده و در محور x است.

- (۱) کند - جهت
(۲) تند - جهت
(۳) کند - خلاف جهت
(۴) تند - خلاف جهت

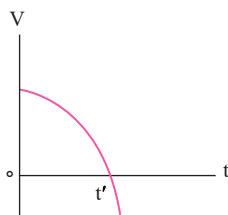
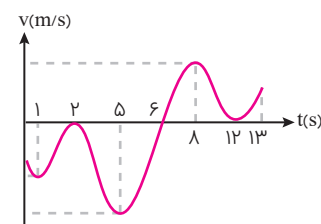
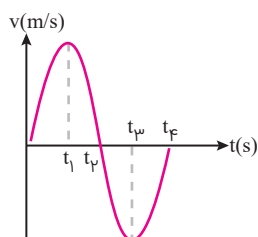
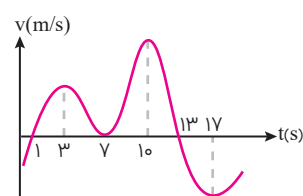
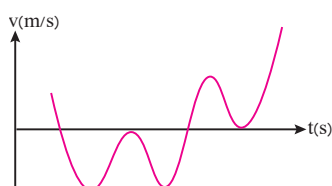
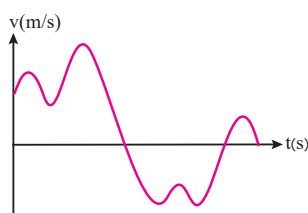
۱۲۳۴- با توجه به نمودار سرعت-زمان شکل مقابل، چند ثانیه متحرک با حرکت تندشونده در خلاف جهت مثبت محور x حرکت می کند؟

- (۱) ۳
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۸

۱۲۳۵- نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل است. اگر سرعت متحرک V و شتاب آن a باشد، در بازه t' تا t' کدام مورد درست است؟

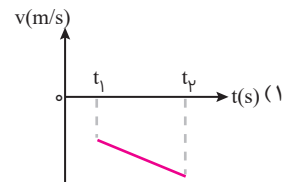
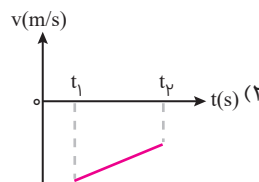
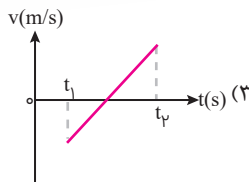
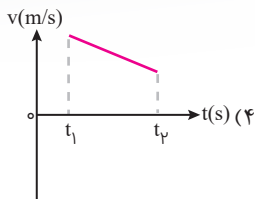
(تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

- (۱) $V > 0$ و $a > 0$
(۲) $V < 0$ و $a > 0$
(۳) $V > 0$ و $a < 0$
(۴) $V < 0$ و $a < 0$

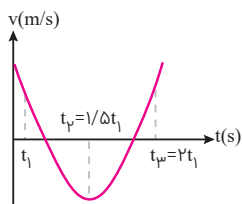




۱۲۳۶ - کدام نمودار مربوط به متحرکی است که در بازه زمانی نشان داده شده، حرکت آن پیوسته تندشونده است؟



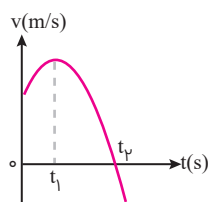
۱۲۳۷ - نمودار سرعت-زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می کند، به صورت سهمی مقابل است. در ارتباط با بازه زمانی



t_1 تا t_3 کدام گزینه درست است؟

- (۱) جابه جایی متحرک قطعاً صفر است.
- (۲) جهت حرکت متحرک یک مرتبه تغییر کرده است.
- (۳) شتاب متوسط حرکت متحرک، صفر است.
- (۴) شتاب حرکت متحرک، ثابت است.

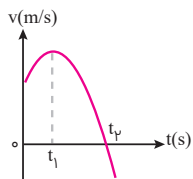
۱۲۳۸ - نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر، قسمتی از یک سهمی است. کدام مورد درست است؟



(تجربی ۱۴۰۰)

- (۱) در بازه صفر تا t_1 تندی در حال کاهش است.
- (۲) بزرگی شتاب در لحظه صفر و t_2 برابر است.
- (۳) در بازه صفر تا t_2 شتاب خلاف جهت محور x است.
- (۴) بزرگی شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 بیش تر از بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا t_2 است.

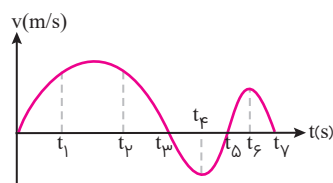
۱۲۳۹ - نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. کدام مورد زیر درست است؟



(تجربی ۱۴۰۰ خارج)

- (۱) الف - جهت سرعت و شتاب در لحظه t_1 تغییر کرده است.
- (۲) ب - در بازه زمانی t_1 تا t_2 حرکت در جهت محور x است.
- (۳) پ - در بازه زمانی صفر تا t_1 تندی در حال کاهش است.
- (۴) ت - بردار شتاب در بازه زمانی صفر تا t_2 خلاف جهت محور x است.

۱۲۴۰ - چند مورد از عبارات زیر در مورد نمودار شکل مقابل تا لحظه t_2 صحیح است؟



- (۱) الف) در بازه t_1 تا t_2 متحرک متوقف شده است.
- (۲) ب) در بازه t_2 تا t_3 متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.
- (۳) پ) در بازه t_2 تا t_3 متحرک ابتدا کندشونده پس تندشونده حرکت کرده است.
- (۴) ت) شتاب متوسط متحرک در بازه $t_2 = 0$ تا t_3 منفی است.

(ث) متحرک در سه لحظه تغییر جهت داده است.

- (۱) ۳
- (۲) ۲
- (۳) ۱
- (۴) صفر

۱۲۴۱ - معادله سرعت جسمی در SI به صورت $v = 6t^2 - 12t + 6$ است. در بازه زمانی ۰ تا ۲s کدام گزینه درست است؟

- (۱) شتاب متوسط برابر صفر است.
- (۲) جهت حرکت یکبار تغییر می کند.
- (۳) حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده است.
- (۴) حرکت ابتدا در جهت محور x و سپس خلاف جهت محور x است.

درسمه ۴ حرکت یکنواخت



حرکت یکنواخت

حرکتی است که در آن اندازه سرعت در تمام لحظات با هم برابر باشد. اگر مسیر حرکت یکنواخت روی خط راست باشد می توان نتیجه گرفت که بردار سرعت لحظه ای و سرعت متوسط در هر بازه زمانی با هم برابر است که آن را حرکت یکنواخت روی خط راست می نامند.

۱ حرکت یکنواخت روی خط راست

در این حرکت سرعت متوسط با لحظه ای برابر است و شتاب صفر است.

$$a=0 \quad v_{av} = \vec{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \Delta x = v \cdot \Delta t$$

۲ معادله مکان - زمان $x = vt + x_0$

در این حرکت مسافت با اندازه جابه جایی برابر است.

تمرین ذره ای با سرعت ثابت روی محور x ها به حرکت در می آید و پس از ۲ ثانیه به نقطه O (مبدأ مقایسه) می رسد و ۲ ثانیه بعد به نقطه $x = -6m$ می رسد، معادله حرکت آن در SI کدام است؟

$$x = 3t + 6 \quad (۴)$$

$$x = 3t - 6 \quad (۳)$$

$$x = -3t + 6 \quad (۲)$$

$$x = -3t - 6 \quad (۱)$$



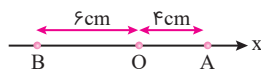
پله اول در حرکت با سرعت ثابت همواره سرعت متوسط برابر سرعت لحظه ای است، بنابراین:

$$v_{av} = v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6-0}{2} = -3m/s$$

پله دوم معادله حرکت یکنواخت به صورت $x = vt + x_0$ است. در نتیجه با دانستن مکان اولیه نمی توان معادله را نوشت چون سرعت متحرک برابر $-3m/s$ است، ۲ ثانیه قبل از نقطه O در مکان $x = +6m$ است، پس:

$$x = vt + x_0 \rightarrow x = -3t + 6$$

تمرین متحرکی با سرعت ثابت مطابق شکل از نقطه A به حرکت در می آید و پس از ۵ ثانیه به نقطه B می رسد. معادله حرکت این متحرک



کدام است؟

$$x = -2t + 4 \quad (۱)$$

$$x = 2t + 4 \quad (۲)$$

$$x = 2t + 6 \quad (۳)$$

$$x = -2t + 6 \quad (۴)$$



پله اول بنابر مسیر حرکت مکان جسم در $t=0$ برابر $x_0 = +4$ می باشد.

پله دوم از رابطه $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ سرعت جسم را می یابیم

(تذکر: چون متحرک در خلاف محور x ها در حال حرکت است، علامت سرعت منفی است)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6-4}{5} = -2cm/s$$

پله سوم معادله مکان - زمان را بازنویسی می کنیم ($v = -2cm/s, x_0 = +4cm$)

$$x = vt + x_0 \Rightarrow x = -2t + 4$$



تمرین ذره‌ای با سرعت ثابت بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند. اگر در لحظه $t=0$ در 3 متری مبدأ و در لحظه $t=8$ s در 35 متری مبدأ باشد، در لحظه $t=1$ s در فاصله چند متری مبدأ خواهد بود؟

۴۰ (۴)

۴۸ (۳)

۴۵ (۲)

۴۳ (۱)

پله اول ابتدا سرعت متحرک را از رابطه $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ به دست می‌آوریم:

$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{35 - 3}{8 - 0} = \frac{32}{8} = 4 \text{ m/s}, x_0 = +3 \text{ m}$$

پله دوم در ادامه معادله مکان-زمان را بازنویسی کرده و در آن $t=1$ s قرار داده و مکان متحرک را محاسبه می‌کنیم:

$$x = vt + x_0 = 4(1) + 3 \rightarrow x = 7 \text{ (m)}$$

تمرین متحرکی که با سرعت ثابت بر محور x حرکت می‌کند، در زمان‌های $t=2$ s و $t=5$ s در مکان‌های $x=7$ m و $x=13$ m می‌باشد. متحرک در چه لحظه‌ای از نقطه $x=2$ m می‌گذرد؟

۱ s (۴)

۴ s (۳)

۶ s (۲)

۹ s (۱)

پله اول باز هم در ابتدا، سرعت متحرک را می‌یابیم:

$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{13 - 7}{5 - 2} = 2 \text{ m/s}$$

پله دوم معادله مکان-زمان را نوشته تا بتوانیم مکان اولیه x_0 را می‌یابیم:

$$x = vt + x_0 \xrightarrow[t=2(s)]{x=7m} 7 = 2(2) + x_0 \rightarrow x_0 = 3 \text{ m}$$

پله سوم در نهایت در معادله مکان-زمان x را برابر 2 m قرار می‌دهیم و زمان را می‌یابیم:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow 2 = 2t + 3 \Rightarrow t = -0.5 \text{ s}$$

تمرین متحرکی با سرعت ثابت روی محور x ها به حرکت در می‌آید. اگر در لحظه $t=2$ s در فاصله 2 متری مبدأ و در لحظه $t=5$ s در فاصله 65 متری مبدأ باشد، در لحظه شروع حرکت در فاصله چند متری مبدأ بوده است؟

-۱۰ (۴)

-۱۵ (۳)

۵ (۲)

۱۵ (۱)

پله اول از رابطه $v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم تا سرعت متحرک را به دست آوریم:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{65 - 2}{5 - 2} = 21 \text{ m/s}$$

پله دوم اکنون مکان $x = 65$ m را با زمان مربوطه به آن $t = 5$ s در معادله مکان-زمان قرار می‌دهیم تا x_0 یعنی مکان متحرک در لحظه $t=0$ را به دست بیاوریم:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow 65 = 21 \times 5 + x_0 \Rightarrow x_0 = -40 \text{ m}$$

تمرین قطاری از روی پلی به طول 400 متر می‌گذرد، اگر سرعت آن ثابت و 30 متر بر ثانیه باشد و 20 ثانیه طول بکشد تا به طور کامل از روی پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟

۸۰۰ (۴)

۶۰۰ (۳)

۴۰۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

پله اول برای حل سؤالاتی که در آن‌ها متحرک دارای طول غیر قابل پوششی باشد باید جابه‌جایی یک نقطه مثلاً نقطه ابتدایی قطار را در نظر بگیریم که برابر مجموع طول پل و قطار است:



L



x

$$(x + L) = vt \Rightarrow (400 + x) = 30 \times 20$$

$$\Rightarrow 400 + x = 600 \Rightarrow x = 200 \text{ m}$$



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

◀ معادله مکان - زمان

۱۲۷۹- ذره‌ای با سرعت ثابت روی محور x حرکت می‌کند و پس از ۲ ثانیه بردار مکان آن تغییر جهت داده و ۲ ثانیه بعد از این لحظه، بردار مکان آن برابر $\vec{d} = -6\vec{i}$ می‌شود. معادله حرکت متحرک در SI کدام است؟

$$x = -3t + 6 \quad (۴)$$

$$x = -3t - 6 \quad (۳)$$

$$x = 3t - 6 \quad (۲)$$

$$x = 3t + 6 \quad (۱)$$

۱۲۸۰- جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظه $t_1 = 4s$ در مکان $x_1 = 8m$ و در لحظه $t_2 = 10s$ در مکان $x_2 = 26m$ باشد، معادله مکان-زمان آن در SI کدام است؟

(تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

$$x = 2t - 4 \quad (۴)$$

$$x = 2t + 4 \quad (۳)$$

$$x = 3t - 4 \quad (۲)$$

$$x = 3t + 4 \quad (۱)$$

۱۲۸۱- متحرکی با تندی ثابت و در یک جهت روی محور x حرکت می‌کند. این متحرک در $t = 4s$ از $x = 4m$ و در $t = 10s$ از $x = -8m$ عبور می‌کند. این متحرک در چه لحظه‌ای از $x = -2m$ می‌گذرد؟

$$t = 3s \quad (۴)$$

$$t = 9s \quad (۳)$$

$$t = 7s \quad (۲)$$

$$t = 5s \quad (۱)$$

۱۲۸۲- متحرکی با سرعت ثابت در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر این متحرک در لحظه $t_1 = 2s$ در مکان $x_1 = 4m$ و در لحظه $t_2 = 6s$ در مکان $x_2 = 10m$ باشد، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه در مکان $x_3 = -4m$ قرار دارد؟

$$(۴) \text{ از مکان } x = -4m \text{ عبور نمی‌کند}$$

$$۳ \quad (۳)$$

$$۱/۵ \quad (۲)$$

$$۱ \quad (۱)$$

۱۲۸۳- متحرکی که با سرعت ثابت روی خط راست حرکت می‌کند، در لحظه $t = 3s$ از مکان $x = -4m$ و در لحظه $t = 7s$ از مکان $x = +8m$ عبور می‌کند. بردار مکان این متحرک از لحظه شروع حرکت چند ثانیه در خلاف جهت محور است؟

$$\frac{7}{3} \quad (۴)$$

$$\frac{13}{3} \quad (۳)$$

$$\frac{5}{2} \quad (۲)$$

$$۳ \quad (۱)$$

۱۲۸۴- متحرکی که با سرعت ثابت روی خط راست حرکت می‌کند در لحظه $t = 4s$ از مکان $x = +10m$ و در لحظه $t = 8s$ از مکان $x = 50m$ عبور می‌کند. اگر متحرک در دو لحظه t_1 و t_2 در فاصله 20 متری مبدأ باشد نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟ ($t_2 > t_1$)

$$۵ \quad (۴)$$

$$۴ \quad (۳)$$

$$۳ \quad (۲)$$

$$۲ \quad (۱)$$

◀ مفهوم سرعت و جابه‌جایی در حرکت یکنواخت

۱۲۸۵- ذره‌ای روی خط $y = 3x + 5$ (در SI) با سرعت ثابت $v = \sqrt{10} \text{ m/s}$ در حرکت است. بردار سرعت آن کدام است؟

$$\vec{v} = 5\vec{i} + 2\vec{j} \quad (۴)$$

$$\vec{v} = 3\vec{i} + \vec{j} \quad (۳)$$

$$\vec{v} = 2\vec{i} + 5\vec{j} \quad (۲)$$

$$\vec{v} = \vec{i} + 3\vec{j} \quad (۱)$$

۱۲۸۶- قطاری با سرعت ثابت 60 km/h بین دو ایستگاه جابه‌جا می‌شود. در بین راه، قطار به مدت 30 دقیقه توقف کرده و دوباره با همان سرعت به راه خود ادامه می‌دهد. اگر سرعت متوسط این قطار بین دو ایستگاه 40 km/h باشد، فاصله بین دو ایستگاه چند کیلومتر است؟

$$۱۶۰ \quad (۴)$$

$$۸۰ \quad (۳)$$

$$۶۰ \quad (۲)$$

$$۱۲۰ \quad (۱)$$

۱۲۸۷- متحرکی بر روی خط راست در حال حرکت است. این متحرک با تندی ثابت v فاصله بین دو نقطه را در مدت 10 ثانیه طی می‌کند. اگر این فاصله را با تندی ثابت $v + 2$ طی کند، 4 ثانیه زمان سپری می‌شود. فاصله بین این دو نقطه چند متر است؟

$$\frac{50}{3} \quad (۴)$$

$$\frac{17}{3} \quad (۳)$$

$$\frac{40}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{20}{3} \quad (۱)$$

۱۲۸۸- قطاری از روی پلی به طول 400 متر می‌گذرد، اگر سرعت آن ثابت و 30 متر بر ثانیه باشد و 20 ثانیه طول بکشد تا به طور کامل از روی پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟

$$۸۰۰ \quad (۴)$$

$$۶۰۰ \quad (۳)$$

$$۴۰۰ \quad (۲)$$

$$۲۰۰ \quad (۱)$$

۱۲۸۹- مدت 3 ثانیه طول می‌کشد تا قطاری با سرعت ثابت از کنار ناظر ساکنی بگذرد و مدت 15 ثانیه طول می‌کشد تا از روی پل به طول $60m$ به طور کامل با همان سرعت بگذرد. سرعت قطار و طول آن به ترتیب کدام است؟

$$۵ \text{ و } ۷۵ \quad (۴)$$

$$۷۵ \text{ و } ۵ \quad (۳)$$

$$۱۵ \text{ و } ۵ \quad (۲)$$

$$۵ \text{ و } ۱۵ \quad (۱)$$

۱۲۹۰- خودرویی با تندی ثابت 54 km/h بر مسیر مستقیمی در حال حرکت به سوی ساختمان بلندی است و هنگامی که به فاصله d از آن می‌رسد، بوق می‌زند. اگر بازتاب صدای بوق از ساختمان بلند پس از 4 ثانیه به راننده خودرو برسد، d چند متر است؟ (تندی انتشار صوت را 320 m/s فرض کنید.)

$$۷۰ \quad (۴)$$

$$۶۷۰ \quad (۳)$$

$$۶۰ \quad (۲)$$

$$۷۶۰ \quad (۱)$$



۱ ۱۱۵۸

چون معادله مکان-زمان جسم از درجه اول (معادله خط) است پس حرکتش با سرعت ثابت انجام شده است. در حرکت با سرعت ثابت جابه‌جایی و مسافت طی شده برابرند و ضمناً در بازه‌های زمانی مساوی، جسم فواصل یکسانی را طی می‌کند. دو بازه زمانی ذکر شده در صورت سؤال با هم برابرند $3-2=9-6=3$ پس در این بازه‌ها مسافت و نیز جابه‌جایی‌های آن‌ها با هم برابرند.

۳ ۱۱۵۹

سرعت متوسط از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ به دست می‌آید. بردار مکان متحرک در لحظه t_1 ، $8\vec{i}$ و 2 ثانیه بعد ($\Delta t = 2s$) به صورت $-4\vec{i}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{-4\vec{i} - 8\vec{i}}{2} = \frac{-12\vec{i}}{2} = -6\vec{i} \text{ m/s}$$

۳ ۱۱۶۰

برای محاسبه سرعت متوسط تمام عناصر محاسباتی آن را داریم، بنابراین:

$$v_{av[0,10s]} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{20 - (-40)}{10 - 0} = \frac{60}{10} = 6 \text{ m/s}$$

۴ ۱۱۶۱

سرعت متوسط از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ به دست می‌آید. بازه زمانی مد نظر ۳ ثانیه دوم حرکت است. توجه داشته باشید وقتی گفته می‌شود ۳ ثانیه اول، یعنی در بازه زمانی صفر تا ۳ ثانیه، منظور از ۳ ثانیه دوم، یعنی از لحظه $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 6s$ پس کفایت مکان جسم در لحظات t_1 و t_2 از طریق معادله مکان-زمان به دست آوریم:

$$x = 4t^2 - 12t + 8 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 3 \Rightarrow x_1 = 8 \text{ m} \\ t_2 = 6 \Rightarrow x_2 = 80 \text{ m} \end{cases}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{80 - 8}{6 - 3} = \frac{72}{3} = 24 \text{ m/s}$$

۳ ۱۱۶۲

سرعت متوسط یک متحرک که بر روی خط راست حرکت می‌کند از رابطه $v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ به دست می‌آید. بازه زمانی ۳ ثانیه دوم، یعنی از لحظه $t_1 = 2t$ تا $t_2 = 2t$ در نتیجه داریم:

$$v_{av} = \frac{x(2t) - x(t)}{2t - t} = \frac{(\frac{1}{2}(2t)^2 - 2(2t) - 5) - (\frac{1}{2}t^2 - 2t - 5)}{t} = 19 \Rightarrow t = 14s$$

۲ ۱۱۶۳

جهت بردار مکان زمانی تغییر می‌کند که متحرک از مبدأ مکان عبور کند یعنی $x = 0$ با صفر قرار دادن مکان زمان‌هایی که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند را به دست می‌آوریم و در انتها با استفاده از رابطه سرعت متوسط $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ می‌توانیم بزرگی سرعت متوسط متحرک را به دست آوریم:

$$x = t^2 + t - 6 \Rightarrow (t+3)(t-2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = -3s \times \\ t = 2s \checkmark \end{cases}$$

$$x = (t+3)(t-2) \Rightarrow \begin{cases} \text{اگر } t = 0 \Rightarrow x_0 = -6 \\ \text{اگر } t = 2 \Rightarrow x_2 = 0 \end{cases}$$

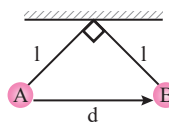
$$\Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - (-6)}{2 - 0} = 3 \text{ m/s} \Rightarrow |v_{av}| = 3 \text{ m/s}$$

پاسخنامه سوالات فصل یک: دوازدهم

۴ ۱۱۵۳

پله اول طول آونگ را ℓ در نظر می‌گیریم، پس در جابه‌جایی از A تا B مسافت طی شده $\frac{1}{4}$ محیط دایره‌ای + که آونگ طی می‌کند.

$$\ell = \frac{1}{4} \times 2\pi r = \frac{\pi \ell}{2}$$



پله دوم با اتصال خط مستقیم از نقطه A تا B می‌توانیم وتر این مثلث برابر است با جابه‌جایی آن:

$$d = \ell\sqrt{2}$$

پله سوم در نهایت خواسته مسئله به صورت زیر به دست می‌آید:

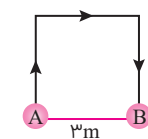
$$\frac{\ell}{d} = \frac{\frac{\pi \ell}{2}}{\ell\sqrt{2}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\pi\sqrt{2}}{4}$$

۳ ۱۱۵۴

با توجه به بیشترین جابه‌جایی که یک متحرک می‌تواند داشته است در صورتی است که با مسافت آن برابر باشد، در نتیجه مورد «الف» نادرست است.

۱ ۱۱۵۵

پله اول مسافت طی شده مورچه برابر است با مجموع طول‌هایی که مورچه طی می‌کند تا از نقطه A به نقطه B برسد پس مورچه ۹ متر را طی کرده است.



پله دوم اما جابه‌جایی مورچه خطی مستقیم است که از A به B متصل می‌گردد، پس جابه‌جایی آن مطابق شکل ۳ متر است.

پله سوم در نهایت خواهیم داشت:

$$\frac{\ell}{d} = \frac{9}{3} = 3 \quad \text{مسافت (جابه‌جایی)}$$

۴ ۱۱۵۶

مسافت طی شده کمیتی نرده‌ای است و به مسیر حرکت بستگی دارد، زیرا مسافت طی شده مجموع طول‌هایی است که متحرک طی می‌کند تا از مبدأ به مقصد برسد.

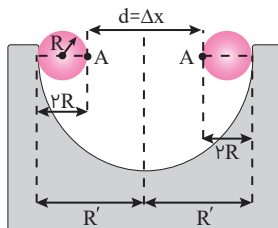
۳ ۱۱۵۷

پله اول در غلطش یک چرخ، مسافت طی شده در n دور غلطش برابر است با n برابر محیط چرخ یعنی:



$$L = n \times (\text{محیط چرخ}) \Rightarrow L = (1/5)(2\pi R) = 2\pi R$$

پله دوم می‌دانیم جابه‌جایی نقطه A برابر است با اختلاف وضعیت ثانویه با اولیه. با توجه به شکل زیر برای رسیدن به این هدف باید رابطه بین R' و R را پیدا کنیم و در آخر می‌توان نسبت جابه‌جایی نقطه A را به مسافت پیموده شده حساب کرد:



$$\begin{aligned} L &= (1/5)(2\pi R) \\ \Rightarrow \frac{1}{5}(2\pi R') &= 2\pi R \Rightarrow R' = 2R \\ \text{جابه‌جایی} &= 2R' - 4R = 2R \\ \text{مسافت} &= 2\pi R \end{aligned}$$



پله سوم رابطه سرعت متوسط $v_{av} = \frac{d}{\Delta t}$ و تندی متوسط $S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$ است در نتیجه:

$$\frac{S_{av}}{v_{av}} = \frac{\ell}{d} = \frac{190}{130} = \frac{19}{13}$$

۱ ۱۱۶۹

پله اول تندی متوسط با رابطه $S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ محاسبه می‌شود. شناگر یکبار با تندی متوسط S مسافت را طی کرده است و یکبار دیگر همین مسافت را با تندی متوسط $2S$ بنابراین مدت زمان‌هایی که سپری شده به ترتیب برابر است با $\Delta t_1 = \frac{L}{S}$ و $\Delta t_2 = \frac{L}{2S}$.

پله دوم تندی متوسط در رفت و برگشت برابر است با مسافت کل زمان کل شنا کردن $S_{av} = \frac{\text{مسافت کل}}{\text{زمان کل}}$ ، با توجه به پله قبل خواهیم داشت:

$$S_{av} = \frac{2L}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{2L}{\frac{L}{S} + \frac{L}{2S}} = \frac{4}{3}S$$

۴ ۱۱۷۰

پله اول سرعت متوسط جسم از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ به دست می‌آید، داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{43 - 13}{8 - 3} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m/s}$$

پله دوم با توجه به اینکه تندی متوسط در همین بازه زمانی 9 m/s است و سرعت متوسط 6 m/s ، یعنی $v_{av} < S_{av}$ ، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت حتماً مسافت طی شده در این بازه از جابه‌جایی بیشتر است. بنابراین جهت حرکت جسم حداقل یکبار تغییر کرده است.

۱ ۱۱۷۱

پله اول با توجه به اینکه، معادله مکان - زمان از درجه دوم است نمودار آن به صورت سهمی بوده و مشاهده می‌شود مجموع ضرایب این معادله صفر است. پس دارای ریشه‌های $t_1 = 1 \text{ s}$ و $t_2 = 2 \text{ s}$ است. پس نمودار مکان - زمان این جسم به صورت مقابل است.

پله دوم همان طور که از نمودار مشخص است در لحظه $t = \frac{3}{2} \text{ s}$ جسم حرکت

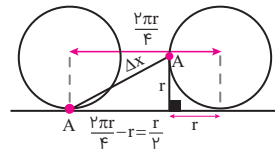
جسم عوض شده است، باید مکان جسم در لحظه‌های $t_1 = 0 \text{ s}$ ، $t_2 = \frac{3}{2} \text{ s}$ و $t_3 = 3 \text{ s}$ را تعیین نموده و به کمک آن‌ها مسافت طی شده را محاسبه کنیم چون تندی متوسط از رابطه $S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آید که در آن L مسافت طی شده است.

$$\text{اگر } t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 8 \text{ m}; \text{ اگر } t_2 = \frac{3}{2} \text{ s} \Rightarrow x_2 = -1 \text{ m}; \text{ اگر } t_3 = 3 \Rightarrow x_3 = 8 \text{ m}$$

پله سوم جسم ۳ ثانیه اول حرکت به اندازه 9 m در خلاف جهت محور x ‌ها ابتدا حرکت کرده و در ادامه 9 m در جهت محور x ‌ها به حرکت خودش ادامه داده است. بنابراین 18 m مسافتی طی کرده است.

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{18}{3} = 6 \text{ m/s}$$

۴ ۱۱۶۴ با غلتیدن حلقه به اندازه $\frac{1}{4}$ دور، حلقه به اندازه $\frac{1}{4}$ محیطش جلو رفته و نقطه A مطابق شکل زیر به مکان ثانویه‌اش منتقل می‌شود که می‌توانیم جابه‌جایی آن را محاسبه کنیم و بعد از آن با کمک رابطه سرعت متوسط یعنی $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ سرعت متوسط نقطه A را به دست آوریم:



$$|\Delta x| = \sqrt{\left(\frac{r}{2}\right)^2 + r^2} = \sqrt{\frac{r^2}{4} + r^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}r \xrightarrow{r=4\text{m}} |\Delta x| = 4\sqrt{5} \text{ m}$$

$$|v_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{5}} = 4 \text{ m/s}$$

۲ ۱۱۶۵

تک تک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:
«الف»: همواره سرعت متوسط از نسبت جابه‌جایی به زمان محاسبه می‌شود و این عبارت الزاماً صحیح است.

«ب»: زمانی تندی لحظه‌ای از نسبت قدرمطلق جابه‌جایی به زمان به دست می‌آید که متحرک بر روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کرده باشد، بنابراین این عبارت الزاماً درست نیست.
«ج»: با توجه به نامشخص بودن مقادیر x_1 و x_2 ممکن است مقدار مسافت طی شده بزرگتر یا برابر با جابه‌جایی باشد.

۳ ۱۱۶۶ عقربه ثانیه‌شمار در هر ثانیه مسافتی معادل $\frac{1}{6}$ از محیط دایره به شعاع 3 cm را طی می‌کند. پس به سادگی داریم:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \xrightarrow{\ell = \frac{1}{6}(2\pi r)} S_{av} = \frac{\frac{1}{6}2\pi r}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow{r=3\text{cm}=0.03\text{m}, \pi=3} \xrightarrow{\Delta t=1\text{s}} S_{av} = \frac{3}{100} \text{ m/s}$$

۴ ۱۱۶۷

پله اول در ابتدا مسافت طی شده توسط شناگر را به دست می‌آوریم:

$$L = vt \Rightarrow L = 9 \times 30 = 270 \text{ m}$$

پله دوم در هر رفت و برگشت کامل شناگر 80 m متر طی می‌کند، بنابراین پس از 240 m متر شناگر پس از 3 بار رفت و برگشت در محل شروع قرار دارد و پس از آن تا مسافت 270 m متر مسافت، باید 30 m متر دیگر طی کند.

پله سوم در نتیجه جابه‌جایی کل آن نسبت به ابتدای استخر 30 m متر خواهد بود. بنابراین:

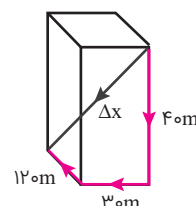
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30}{30} = 1 \text{ m/s}$$

۲ ۱۱۶۸

پله اول مسافت طی شده توسط پرنده برابر است با مجموع طول‌هایی که پرواز کرده است. بنابراین مسافت طی شده آن برابر خواهد بود با:

$$\ell = 40 + 30 + 120 = 190 \text{ m}$$

پله دوم مسیر حرکت پرنده سه‌بعدی است، بنابراین شکل مسیر حرکت آن به صورت زیر است:



$$d = \sqrt{40^2 + 30^2 + 120^2} \Rightarrow d = 130 \text{ m}$$



۱۱۷۲ ۳

پله اول برای محاسبه تندی متوسط باید از رابطه $S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ استفاده کنیم. برای این منظور ابتدا باید مسافت طی شده از نقطه A تا B را در مدت ۱۰ ثانیه به دست آوریم. مسافت طی شده توسط این متحرک برابر با $\frac{3}{4}$ محیط دایره است، در نتیجه داریم:

$$L = \frac{3}{4}(2\pi r) = \frac{3}{4}(2 \times 3 \times \pi) = \frac{45}{2} \text{ m}$$

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\frac{45}{2}}{10} = 2.25 \text{ m/s}$$

پله دوم برای محاسبه سرعت متوسط از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می کنیم با توجه به شکل زیر جابه جایی را می توانیم از رابطه فیثاغورث به دست آوریم:

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2} \text{ m}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{5\sqrt{2}}{10} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707 \text{ m/s}$$

پله سوم بنابراین با توجه به دو پله قبل می توان نوشت:

$$|S_{av} - v_{av}| = |2.25 - 0.707| = 1.543 \text{ m/s}$$

۱۱۷۳ ۱

به بررسی تک تک گزاره ها می پردازیم:

الف: بردار مکان، برداری است که مبدأ مختصات را به مکان جسم وصل می کند بنابراین به مبدأ مختصات وابسته است. (درست)

ب: بردار جابه جایی فقط مکان اولیه و نهایی جسم وابسته است پس به مبدأ مختصات وابسته نیست. (درست)

پ: به عنوان مثال ممکن است تغییر جهت الف در قسمت مثبت ها اتفاق بیفتد. (درست)

ت: در حرکت روی خط راست بردار مکان و جابه جایی هم راست هستند اما هم جهت نیستند. (غلط)

د: در حرکتی که متحرک تغییر جهت نمی دهد همواره جابه جایی با مسافت طی شده برابر است. (درست)

۱۱۷۴ ۳

الف: هنگامی که جسم در حال حرکت است، متحرک می تواند تغییر جهت دهد. طی تغییر جهت قطعاً سرعت جسم صفر می شود. مانند حرکت یک جسم در راستای قائم که در نقطه اوج سرعت آن به صفر می رسد. (درست)

ب: ممکن است سرعت متحرکی صفر شود ولی شتاب آن صفر نشود. مثلاً در پرتاب یک جسم در شرایط خلأ در امتداد قائم رو به بالا، در نقطه اوج تندی جسم صفر است ولی شتاب حرکت جسم برابر g است. (نادرست)

پ: بردار مکان یک متحرک در حرکت بر خط راست فقط در $x=0$ تغییر جهت می دهد. در حالی که ممکن است متحرک در $x>0$ یا $x<0$ قرار داشته باشد و بردار سرعت تغییر جهت دهد. (نادرست)

ت: فرض کنید شناگری از یک طرف عرض استخری شروع به شنا کردن نموده پس از گذشت مدت زمان مشخصی به نقطه شروع حرکت باز گردد. در این صورت جابه جایی صفر است ولی مسافت طی شده توسط شناگر صفر نیست. (درست)

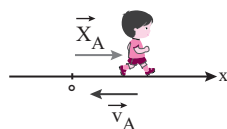
۱۱۷۵ ۱

شرط اینکه بردار مکان تغییر جهت دهد این است که متحرک از $x=0$ (مبدأ مکان) بگذرد یعنی همزمان هم باید $x=0$ شود و هم در $x=0$ مکان تغییر علامت دهد.

$$x = t^2 - 9t + 20 \xrightarrow{x=0} t^2 - 9t + 20 = 0 \Rightarrow (t-4)(t-5) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t=4\text{s} \\ t=5\text{s} \end{cases}$$

۱۱۷۶ ۲

با توجه به تعریف بردار مکان (برداری که از مبدأ مکان به مکان جسم وصل می شود)، وقتی علامت بردار مکان جسم، مثبت است، به معنای آن است که جسم در xهای مثبت قرار دارد. همچنین، وقتی علامت سرعت آن منفی است به معنای آن است که جسم در خلاف جهت مثبت محور حرکت می کند (در جهت منفی). بنابراین جسم در xهای مثبت و در خلاف جهت مثبت حرکت می کند. در نتیجه می توان دید که جسم به سمت مبدأ مکان ($x=0$) نزدیک می شود.



۱۱۷۷ ۲

پله اول سرعت متوسط از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ می آید. وقتی گفته می شود ثانیه اول یعنی بازه زمانی $0 \leq t \leq 1\text{s}$ ، ثانیه دوم یعنی $1 \leq t \leq 2\text{s}$ و ... پس می توان نوشت:

$$x = 2t^2 + bt + 1 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 1\text{s} \Rightarrow x_1 = 3 + b \\ t_2 = 2\text{s} \Rightarrow x_2 = 9 + 2b \end{cases}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{v_{av}=7\text{m/s}} 7 = \frac{(9+2b)-(3+b)}{2-1} \Rightarrow 7 = b+6 \Rightarrow b=1$$

پله دوم بنابراین معادله مکان-زمان به صورت $x = 2t^2 + t + 1$ است. همان طور که از معادله مکان-زمان مشخص است مکان اولیه جسم $x = +1\text{m}$ است. (چرا؟) فاصله یک متری از مکان $x = 1\text{m}$ یعنی از مکان های $x = +1 + 1 = 2\text{m}$ یا $x = +1 - 1 = 0$. به راحتی می توان دید که جسم هیچ وقت از $x=0$ نمی گذرد (به ازای $x=0$ معادله مکان-زمان جواب ندارد). بنابراین خواهیم داشت:

$$x = 2t^2 + t + 1 \Rightarrow 2 = 2t^2 + t + 1 \Rightarrow 2t^2 + t - 1 = 0$$

$$\Rightarrow (2t-1)(t+1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{1}{2}\text{s} \checkmark \\ t = -1\text{s} \text{ غ ق} \end{cases}$$

۱۱۷۸ ۳

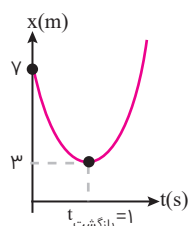
پله اول معادله مکان جسم به صورت $x = 4t^2 - 8t + 7$ را می توان به صورت زیر ساده کرد:

$$x = 4t^2 - 8t + 7 = (4t^2 - 8t + 4) + 3 = 4(t^2 - 2t + 1) + 3$$

$$\Rightarrow x = 4(t-1)^2 + 3$$

پله دوم توجه داشته باشید کمترین مقدار x زمانی اتفاق می افتد که $4(t-1)^2 = 0$ باشد. در این حالت، فاصله جسم از مبدأ مکان برابر خواهد بود با $|x_{\min}| = 3$.

به نمودار زیر دقت کنید:



همان طور که از نمودار مشخص است در $t = 1\text{s}$ جسم تغییر جهت می دهد (نقطه بازگشت)



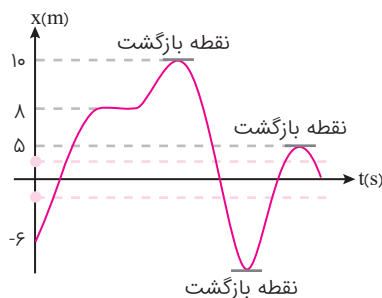
۱۱۸۴ ۴ در نمودار مکان-زمان، مدتی که x مثبت است، به معنی آن است که بردار مکان جسم در جهت محور بوده و مدتی که x منفی باشد، به معنی آن است که بردار مکان جسم در خلاف جهت محور بوده است.

پس در بازه زمانی $0 \leq t \leq 15$ بردار مکان جسم مثبت بوده است یعنی ۱۵ ثانیه. جسم از لحظه $t = 12$ s تا $t = 23$ s به مدت ۱۱ s خلاف محور x حرکت کرده است. بنابراین می توان نوشت:

$$\frac{\Delta x_{0 \rightarrow 15}}{\Delta t_{15 \rightarrow 23}} = \frac{15}{11}$$

۱۱۸۵ ۲

پله اول دو نقطه وجود دارد که فاصله آن ها از مبدأ مکان برابر ۳ متر است. یکی $x = +3$ m و دیگری $x = -3$ m. حال باید ببینیم که این جسم چند بار از $x = +3$ m و چند بار از $x = -3$ m می گذرد. برای این منظور خط های $x = +3$ m و $x = -3$ m را رسم می کنیم. با توجه به شکل پیداست مجموعاً ۷ نقطه به نمودار مکان-زمان جسم برخورد می کند که به این معناست ۷ بار جسم در فاصله ۳ متری از مبدأ بوده است.



پله دوم هم چنین جسم برای اینکه تغییر جهت بدهد ابتدا باید سرعت جسم صفر شود و بعد از صفر شدن سرعت جهت حرکت آن تغییر دهد. بنابراین ۳ بار جسم تغییر جهت داده است.

۱۱۸۶ ۱ نمودار داده شده یک نمودار مکان-زمان است که محور عمود آن نمایانگر مکان متحرک در زمان های متفاوت است. مسافت طی شده در ۴ ثانیه اول حرکت برابر است با مجموع تمام مسافت های طی شده ولی جابه جایی از رابطه $\Delta x = x_f - x_i$ به دست می آید، بنابراین:

$$L = 20 + 20 + 20 + 30 = 90 \text{ m}$$

$$\Delta x_{0 \leq t \leq 3} = |x_t - x_0| = |0 - (20)| = -20 \Rightarrow |\Delta x| = 20 \text{ m}$$

$$\frac{L}{|\Delta x|} = \frac{90}{20} = \frac{9}{2} = 4.5$$

۱۱۸۷ ۲ در ۲۰ ثانیه اول توجه داشته باشید:

در بازه های زمانی $0 \leq t \leq 8$ s و $16 \leq t \leq 20$ s متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کرده است. در بازه زمانی $8 \leq t \leq 16$ s متحرک از مکان 14 m به 4 m رفته است؛ پس ۱۸ m مسافت طی کرده است. در بازه زمانی $16 \leq t \leq 20$ s از مکان 25 m به مکان 12 m رفته است؛ پس ۳۷ m مسافت طی کرده است، به طور کلی در ۲۰ ثانیه اول حرکت، مجموعاً ۵۵ m مسافت طی کرده است.

اما جابه جایی متحرک در ۲۰ ثانیه اول برابر است با:

$$\Delta x = |x_{20} - x_0| = |-12 - 14| = 26$$

$$\frac{L}{\Delta x} = \frac{55}{26}$$

راه حل تستی:

ابتدا جابه جایی را به دست می آوریم: $\Delta x = |x_{20} - x_0| = 26$ ، تنها گزینه «۲» و «۳» مخرجی دارند که اثر عدد ۲۶ در آن ها پیدا است. حال با دقت به نمودار، پی می بریم مسافت طی شده از جابه جایی بزرگتر است؛ پس جواب مورد نظر ما گزینه «۲» می باشد.

۱۱۷۹ ۲

پله اول هنگامی که بردار مکان ذره در خلاف جهت محور باشد، علامت x منفی است. شیب مماس بر نمودار مکان-زمان همان سرعت جسم است. نمودار $x = 2t^2 - 9t + 4$ را رسم کنیم. این معادله را می توان به صورت زیر ساده کرد:

$$x = 2t^2 - 9t + 4 = (2t-1)(t-4) \xrightarrow{x=0} \begin{cases} t_1 = \frac{1}{2} \text{ s} \\ t_2 = 4 \text{ s} \end{cases}$$

پله دوم همان طور که از شکل پیداست در

بازه زمانی $\frac{1}{2} \leq t \leq 4$ s متحرک در x های منفی قرار دارد ولی باید سرعت جسم نیز منفی باشد. سرعت جسم در بازه زمانی $0 \leq t \leq \frac{9}{4}$ s در خلاف جهت محور x ها است (شیب مماس بر نمودار). به دو نکته توجه داشته باشید صورت سؤال از ما می خواهد بردار مکان جسم و سرعت جسم در خلاف جهت باشد آن هم در ۳ ثانیه اول. بنابراین تنها بازه زمانی $\frac{1}{2} \leq t \leq \frac{9}{4}$ s این دو ویژگی را دارد. بنابراین $\frac{9}{4} - \frac{1}{2} = \frac{7}{4}$ s جسم، بردار مکان و سرعت منفی داشته است.

۱۱۸۰ ۱ هنگامی متحرک از مبدأ مکان می گذرد که $x = 0$ شود، در نتیجه داریم

$$x = t^2 - 4t + x_0 = 0 \quad \text{توجه داشته باشید مجموع ریشه های معادله درجه دو با شکل کلی } x = at^2 + bt + c \text{ برابر با } -\frac{b}{a} \text{ است، پس بنابراین: } t_1 + t_2 = \frac{-(-4)}{1} = 4 \text{ s}$$

۱۱۸۱ ۳ توجه داشته باشید منظور از فاصله ۴ متری یعنی اینکه ۴ متر جلوتر یا عقب تر از مکان $x = -3$ m باشد، پس متحرک در مکان های $x_1 = 7$ m و $x_2 = -1$ m قرار دارد. پس می توان نوشت:

$$\begin{cases} -7 = t^2 + t - 1 \\ 1 = t^2 + t - 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t^2 + t + 6 = 0 \\ t^2 + t - 2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{همواره مثبت است (ریشه ندارد)} \\ t^2 + t - 2 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow (t-1)(t+2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 1 \quad \checkmark \\ t = -2 \quad \text{غیر قابل قبول} \end{cases}$$

۱۱۸۲ ۳

پله اول با توجه به اینکه معادله مکان-زمان برابر است با $x = 3t^2 - 5t + 5$ پس می توانیم ابتدا زمان عبور متحرک از مکان $x = 3$ m را محاسبه کنیم:

$$3 = 3t^2 - 5t + 5 \Rightarrow 3t^2 - 5t + 2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 1 \text{ s} \\ t_2 = \frac{2}{3} \text{ s} \end{cases}$$

پله دوم حال مکان اولیه متحرک را محاسبه کرده و زمان عبور دوباره متحرک از آن را به دست می آوریم:

$$t = 0: x = 3(0)^2 - 5(0) + 5 = 5 \text{ m} \Rightarrow \text{مکان اولیه}$$

$$x = 5 \text{ m}: 5 = 3t^2 - 5t + 5 \Rightarrow 3t^2 - 5t = 0 \Rightarrow \begin{cases} t'_1 = 0 \\ t'_2 = \frac{5}{3} \text{ s} \end{cases}$$

$$t'_2 - t_2 = \frac{5}{3} - 1 = \frac{2}{3} \text{ s}$$

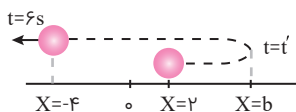
۱۱۸۳ ۲

نمودار مکان-زمان باید یک تابع باشد، یعنی هر خط عمودی، نمودار را فقط در یک نقطه قطع کند باید پیوسته باشد یعنی نقطه ناپیوستگی نداشته باشد. همچنین نباید شکستگی داشته باشد چون شیب مماس در نمودار (سرعت متحرک) ناگهان تغییر می کند. با توجه به نکات بالا تنها نمودار دوم یک نمودار مکان-زمان است.



۱۱۸۸ ۲

پله اول متحرک حتماً یکبار تغییر جهت داده است؛ پس بنابراین متحرک در مکان $x = b$ و در لحظه $t = t'$ تغییر جهت داده است. به طرح‌واره زیر دقت کنید:



مسافت طی شده: $L = (b - 2) + (b + 4) = 2b + 2$

$$|\Delta x| = |x_{t=6s} - x_{t=0}| = |(-4) - 2| = -6m = 6m$$

پله دوم از آنجایی که مسافت طی شده ۳ برابر جابه‌جایی در مدت $\Delta t = 6s$ است، پس خواهیم داشت:

$$L = 3|\Delta x| \Rightarrow 2b + 2 = 3 \times 6 \Rightarrow 2b = 16m \Rightarrow b = 8m$$

بنابراین بیشترین فاصله در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 6s$ ، $8m$ است.

۱۱۸۹ ۳

پله اول تندی متوسط و سرعت متوسط به ترتیب از روابط $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، $S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آیند که L مسافت طی شده و Δx جابه‌جایی متحرک است. با توجه به نمودار متحرک در لحظه $t = 1s$ تغییر جهت داده است که از عین موضوع می‌توان نتیجه گرفت مقدار مسافت طی شده با جابه‌جایی متحرک یکسان نیست. حال می‌توان تندی متوسط و سرعت متوسط را محاسبه کرد و در انتها نسبت این دو را محاسبه کرد:

$$S_{av} = \frac{1+1+3}{3} = \frac{5}{3} m/s \quad v_{av} = \frac{-3+0}{3} = -1 m/s$$

$$\frac{S_{av}}{v_{av}} = \frac{\frac{5}{3}}{-1} = -\frac{5}{3}$$

۱۱۹۰ ۳

پله اول توجه کنید تندی متوسط با مسافت طی شده متناسب است ولی سرعت متوسط با بردار جابه‌جایی تندی متوسط از رابطه $S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ و سرعت متوسط

از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ به دست می‌آید. مدت زمان مورد نظر ۴ ثانیه اول است یعنی بازه زمانی $0 \leq t \leq 4s$ پس می‌توان نوشت:

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{3+8+10+16}{4} = \frac{37}{4}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6-5}{4-0} = -\frac{11}{4}$$

پله دوم سؤال تندی متوسط متحرک در ۴ ثانیه اول به اندازه سرعت متوسط در این بازه را می‌خواهد:

$$\frac{S_{av}}{|v_{av}|} = \frac{\frac{37}{4}}{|\frac{-11}{4}|} = \frac{37}{11}$$

۱۱۹۱ ۱

تک‌تک گزاره‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف: در بازه زمانی $t = 5s$ تا $t = 9s$ بردار مکان در خلاف جهت محور x است.

ب: متحرک در بازه‌های زمانی $t = 0$ تا $t = 2s$ و $t = 7s$ تا $t = 11s$ به مدت $5s$ در جهت محور x حرکت می‌کند.

پ: نادرست. در ۷ ثانیه اول حرکت، اندازه جابه‌جایی متحرک برابر $7m$ می‌باشد. در حالی که مسافت طی شده توسط متحرک $15m$ می‌باشد.

ت: در بازه زمانی $t = 7s$ تا $t = 11s$ و لحظه $t = 1s$ و لحظه $t = 4s$ در مجموع سه بار تغییر جهت می‌دهد.

۱۱۹۲ ۴

تنها بازه‌ای که متحرک در خلاف جهت محور x ها در حال حرکت است بازه زمانی $t_p \leq t \leq t_f$ است. از بازه $t_p \leq t \leq t_f$ اندازه سرعت در حال افزایش است ولی در بازه زمانی $t_p \leq t \leq t_f$ اندازه سرعت در حال کاهش است. به خاطر اینکه شیب نمودار مکان-زمان بیانگر سرعت لحظه‌ای است.

۱۱۹۳ ۱

برای تعیین حداقل مقدار سرعت، بهتر است معادله سرعت زمان آن به صورت زیر بنویسیم:

$$v = t^2 - 16t + 72 = t^2 - 16t + 64 + 8 = (t - 8)^2 + 8$$

$$\Rightarrow v = (t - 8)^2 + 8 \geq 8 \Rightarrow v \geq 8 \Rightarrow v_{\min} = 8 m/s$$

۱۱۹۴ ۲

این تجربه به صورت آنی و لحظه‌ای عمل می‌کند و با توجه به اینکه اطلاعاتی در مورد جهت حرکت خودرو به ما نمی‌دهد، نشان دهنده تندی لحظه‌ای خودرو است.

۱۱۹۵ ۳

متحرک خلاف جهت محور x حرکت کند یعنی $v < 0$ باشد، بنابراین با تعیین علامت معادله سرعت، تغییرات علامت سرعت متحرک را بررسی می‌کنیم:

$$v = 6t^2 - 24t + 10 \Rightarrow v = 0$$

بنابراین متحرک، $1/5$ ثانیه (از $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 5/3s$) در بازه زمانی مورد نظر در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.

۱۱۹۶ ۲

پله اول در محاسبه سرعت متوسط نیاز به جابه‌جایی است و در مفهوم جابه‌جایی بر روی محور x فقط به مکان اولیه و آخر متحرک نگاه می‌کنیم و به نوع حرکت متحرک کاری نداریم.

$$\Delta x = x_f - x_i = -6 - 0 = -6m$$

پله دوم در نتیجه خواهیم داشت:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_a = \frac{-6}{3} = -2 m/s$$

۱۱۹۷ ۳

پله اول شیب خط واصل در نمودار مکان-زمان نشانگر سرعت متوسط است.

پله دوم با توجه به نمودار، شیب خط واصل در بازه زمانی t_p تا t_f بیشتر است.

۱۱۹۸ ۴

سرعت متوسط متحرک در هر بازه زمانی بر روی نمودار مکان-زمان، برابر با شیب خط واصل بین آن دو نقطه است. در نتیجه خط واصل بین نقاط در بازه‌های زمانی ذکر شده را رسم می‌کنیم؛ سپس به مقایسه شیب‌های آن‌ها می‌پردازیم:

$$m_{(t_1-t_p)} > m_{(t_1-t_f)} > m_{(t_p-t_f)} > m_{(t_1-t_f)} \\ \Rightarrow |v_{av(t_1-t_p)}| > |v_{av(t_1-t_f)}| > |v_{av(t_p-t_f)}| > |v_{av(t_1-t_f)}|$$



پله دوم از آن جایی که تندی متوسط و سرعت متوسط به ترتیب از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ و $S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می آیند و طبق صورت سؤال تندی متوسط این متحرک ۵ برابر اندازه سرعت متوسط آن است بنابراین:

$$S_{av} = 5v_{av} \Rightarrow \frac{L}{\Delta t} = 5 \frac{|\Delta x|}{\Delta t} \Rightarrow (2x - 2) = 5 \times (2) \\ \Rightarrow 2x = 12 \Rightarrow x = 6m$$

۱۲۰۳ شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان نشان دهنده سرعت متحرک است. با رسم شیب بر نمودار در لحظه های مدنظر، متوجه می شویم که شیب در لحظه t_1 بیشترین است.

۴ ۱۲۰۴

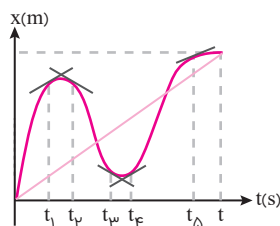
پله اول در نمودار مکان-زمان به دو نکته زیر توجه کنید:

شیب خط واصل بین دو نقطه برابر سرعت متوسط در آن بازه زمانی است. بنابراین سرعت متوسط دو متحرک A و B با یکدیگر برابر است ($v_{avA} = v_{avB}$)

پله دوم شیب خط مماس در یک نقطه برابر سرعت لحظه ای در آن نقطه (لحظه) است. در لحظه $t_1 = 0$ شیب نمودار A بیشتر از نمودار B و در لحظه t_2 شیب نمودار B بیشتر از نمودار A است.

۴ ۱۲۰۵

پله اول در نمودار مکان-زمان شیب خطی که دو نقطه از نمودار را به هم وصل می کند، بیانگر سرعت متوسط در بازه زمانی مورد نظر می باشد.



پله دوم بنابراین سرعت متوسط متحرک در مدت t برابر با شیب خط پاره خط AB است. از طرفی می دانیم قدرمطلق شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه، تندی متحرک در آن لحظه را نشان می دهد.

بنابراین خط هایی که مماس در نمودار بوده و موازی با AB باشند، شیب آنها با شیب AB برابر است. (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5) هم چنین شیب خط های مماس بر نمودار، در لحظه های t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 قرینه شیب مماس بر نمودار در لحظه ای مانند t_1 است. در نتیجه در ۵ لحظه، قدرمطلق شیب مماس بر نمودار، با شیب پاره خط AB برابر بوده و این به معنی آن است که سرعت حرکت متحرک ۲ بار $4m/s$ بوده است. یعنی لحظات t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 .

۱ ۱۲۰۶

پله اول در نمودار مکان-زمان، قدرمطلق شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه، بزرگی سرعت جسم در آن لحظه را نشان می دهد. در نتیجه باید قدرمطلق شیب خط مماس بر نمودار در لحظه t برابر $\frac{3}{4}m/s$ شود. یعنی قدرمطلق شیب پاره خط AB برابر با $\frac{3}{4}$ است. با توجه به این نکات می توان نوشت:

$$|m_{AB}| = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{6}{(\lambda - t)} = \frac{3}{4} \Rightarrow 4 = \lambda - t \Rightarrow t = 4s$$

۳ ۱۱۹۹

پله اول با توجه به اینکه نمودار حرکت جسم سهمی است، پس معادله مکان-زمان آن یک تابع درجه دوم است. از آن جایی که نمودار، در مبدأ زمان از $x=0$ رسم شده است. بنابراین صورت کلی معادله به شکل $x = At^2 + Bt$ است. با استفاده از داده های سؤال خواهیم داشت:

$$x = At^2 + Bt \Rightarrow \begin{cases} t=2; x=12 \rightarrow 12 = 4A + 2B \\ t=6; x=12 \rightarrow 12 = 36A + 6B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2A + B = 6 \\ 6A + B = 2 \end{cases}$$

پس معادله مکان-زمان به صورت $x = -t^2 + 8t$ خواهد بود.

پله دوم با توجه به تقارن سهمی می توان گفت که جسم در لحظه $t = 4s$ تغییر جهت حرکت داده است. در این لحظه در مکان $x = -(4)^2 + 8(4) = 16m$ قرار دارد. پس متحرک در ۶ ثانیه اول بدین صورت حرکت کرده است: از $t=0$ تا $t=4s$ در جهت محور x ها $16m$ و از $t=4s$ تا $t=6s$ ۴ متر خلاف محور حرکت کرده است که مجموعاً $20m$ مسافت طی کرده است. تندی متوسط در ۶ ثانیه اول برابر است با:

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{20}{6} = \frac{10}{3} m/s$$

۳ ۱۲۰۰

باتوجه به اینکه نمودار، نمودار مکان-زمان است، شیب خط واصل در نمودار $x-t$ بیانگر مفهوم سرعت متوسط می باشد؛ اما از این نکته نمی توان استفاده کرد. برای اینکه سؤال تندی متوسط را پرسیده است و تندی متوسط با مسافت طی شده در ارتباط است از طریق رابطه $(S_{av} = \frac{L}{\Delta t})$. با اختصاص دادن اعداد حدس و بررسی گزینه ها می توان به جواب مسئله پی برد که در بازه زمانی $0 \leq t \leq 2$ نسبت به باقی بیشتر است.

۳ ۱۲۰۱

پله اول مسافت طی شده و جابه جایی متحرک در ۱۶ ثانیه اول به صورت زیر به دست می آید:

$$\ell = 4 + 40 + 4 = 48m$$

$$\Delta x = 16 - (-16) = 32m$$

پله دوم تندی متوسط و سرعت متوسط به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{48}{16} = 3 \frac{m}{s}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{32}{16} = 2m/s$$

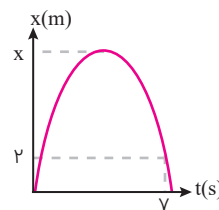
پله سوم اختلاف تندی متوسط و سرعت برابر $1m/s$ است.

۲ ۱۲۰۲

پله اول همان طور که در شکل روبه رو می بینید، فرض می کنیم بیشترین فاصله ذره تا مبدأ مختصات برابر x باشد. به این ترتیب می توان مسافت طی شده و هم چنین جابه جایی طی شده در ۷ ثانیه اول حرکت را به دست آورد:

$$L = (x) + (x - 2) = 2x - 2$$

$$|\Delta x| = 2m \Rightarrow \text{اندازه جابه جایی در ۷ ثانیه اول}$$





پله دوم باتوجه به نمودار چون متحرک فقط در حال رفتن است (نمودار صعودی است و نقطه بازگشت ندارد) بنابراین تندى متوسط با سرعت متوسط برابر است (چرا؟) پس داریم؟

$$\frac{v_{av}}{v_{av}} = \frac{6-0}{42-24} = \frac{1}{3}$$

۱ تا ۱۲ ثانیه

۱۲۱۰ می دانیم شتاب متوسط، نسبت تغییرات سرعت به تغییرات زمان است. بنابراین با استفاده از زمان داده شده، یعنی دو ثانیه دوم، ($t_1 = 2s$ تا $t_2 = 4s$)، می توانیم شتاب متوسط را محاسبه کنیم:

$$t_1 = 2s \Rightarrow v_1 = 2 \times 2^2 - 4 \times 2 - 2 = -2 m/s$$

$$t_2 = 4s \Rightarrow v_2 = 2 \times 4^2 - 4 \times 4 - 2 = +14 m/s$$

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

۱۲۱۱ شتاب متوسط از رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ بدست می آید. باتوجه به اینکه در بازه زمانی $0 \leq t \leq 1s$ ، شتاب متوسط برابر $-2i$ و در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 1s$ شتاب متوسط برابر $2i$ است؛ بنابراین می توان نوشت:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \begin{cases} \frac{-2i - 0}{1-0} = -2i \\ \frac{2i - (-2i)}{1-0} = 4i \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2i = \vec{v}_1 - \vec{v}_0 \\ 4i = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \end{cases}$$

دو طرف را بر بازه زمانی $0 \leq t \leq 1s \Rightarrow \Delta t = 1s$ تقسیم می کنیم

$$\Rightarrow 3i = \vec{v}_2 - \vec{v}_0 \Rightarrow \vec{a}_{av} = 3i$$

پله اول شتاب متوسط از رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ بدست می آید. این معادله را یکبار در بازه زمانی $0 \leq t \leq 1s$ و یکبار در بازه زمانی $1s \leq t \leq 2s$ بکار می بریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Rightarrow \begin{cases} -4i = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{1-0} \Rightarrow \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -4i & (1) \\ 2i = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_2}{1-0} \Rightarrow \vec{v}_3 - \vec{v}_2 = 2i & (2) \end{cases}$$

پله دوم ابتدا دو معادله (۱) و (۲) را با یکدیگر جمع می کنیم؛ جواب برابر است با $\vec{v}_3 - \vec{v}_1 = -2i$. بازه زمانی موردنظر $1s \leq t \leq 2s$ است. تغییرات زمانی این بازه برابر است با: $\Delta t = 1s$. حال می توان نوشت:

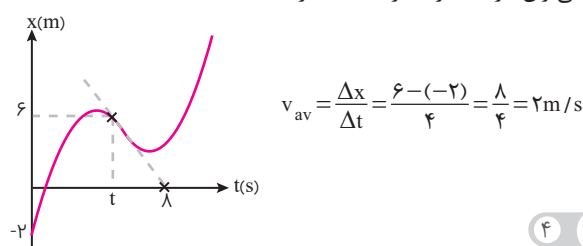
$$\vec{v}_3 - \vec{v}_1 = -2i \xrightarrow[\Delta t=1s]{\text{دو طرف تقسیم بر } 1} \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_1}{1} = \frac{-2i}{1} \Rightarrow \vec{a}_{av} = -2i$$

توجه داشته باشید معادله بالا، همان شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی $1s \leq t \leq 2s$ است.

۱۲۱۳ اگر سرعت برخورد توپ با دیوار را برابر $\vec{v} = 2 m/s$ در نظر بگیریم، با توجه به برداری بودن سرعت و قرینه شدن جهت حرکت پس از برخورد توپ با دیوار، سرعت بازگشت آن برابر با $\vec{v}_p = -2 m/s$ خواهد شد، بنابراین داریم:

$$|a_{av}| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|v_p - v_1|}{\Delta t} = \frac{|-2 - 2|}{0.2} = 20 m/s^2$$

پله دوم حال با توجه به رابطه سرعت متوسط $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ و همچنین اینکه متحرک در $t_1 = 0$ در مکان $x_1 = -2m$ و در لحظه $t = 4s$ در مکان $x = 6m$ قرار دارد، می توان سرعت متوسط را محاسبه کرد:



پله اول ابتدا با استفاده از رابطه سرعت متوسط یعنی $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$ را به دست می آوریم:

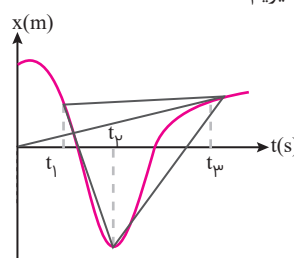
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15 - 10}{3 - 1} = \frac{5}{2} m/s$$

پله دوم سرعت لحظه ای متحرک در لحظه $t = 3s$ برابر با شیب خط مماس بر نمودار در این نقطه است. پس می توان نوشت:

$$V_{(t=3s)} = \text{شیب} = \frac{\text{تغییرات عمودی}}{\text{تغییرات افقی}} = \frac{15 - 10}{3 - 0} = \frac{5}{3} m/s$$

$$|v_{av} - v_{(t=3s)}| = \left| \frac{5}{2} - \frac{5}{3} \right| = \frac{5}{6} m/s$$

پله اول در نمودار مکان-زمان، شیب خط واصل بین دو لحظه برابر با سرعت متوسط است. همان طور که از شکل پیداست، شیب خط واصل در بازه $t_1 \leq t \leq t_2$ بیشتر است؛ بنابراین سرعت متوسط در این بازه بیشتر است. همچنین توجه داشته باشید تندى متحرک همواره مثبت است اما برای علامت سرعت، باید علامت شیب خط مماس را در نظر بگیریم.



پله دوم در لحظه t_1 ، شیب خط مماس منفی است؛ یعنی سرعت متحرک منفی است. در لحظه t_2 شیب خط مماس صفر است؛ بنابراین سرعت صفر است. در لحظه t_3 شیب خط مماس مثبت است بنابراین سرعت متحرک مثبت است. در نتیجه در لحظه t_1 علامت تندى و سرعت یکسان نیست.

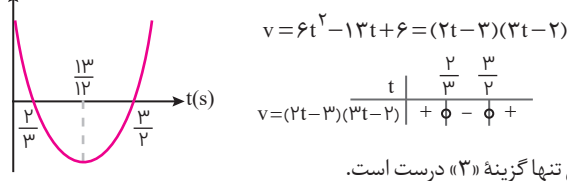
پله اول شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان، معرف سرعت لحظه ای (یا تندى) متحرک است. از آن جایی که در لحظه $t = 12$ خط d بر نمودار مماس شده است و باتوجه به اینکه تندى در این لحظه برابر با تندى متوسط در بازه $2 \leq t \leq 14s$ است، می توان نوشت:

$$S_{t=12} = S_{av(2 \leq t \leq 14)} \Rightarrow \frac{240}{12-2} = \frac{x_{14} - 60}{12-2}$$

$$\Rightarrow x_{14} = (12 \times 20) + 60 \Rightarrow x_{14} = 420 m$$



۱۲۱۷ ۳ توجه داشته باشید سرعت مثبت یعنی حرکت در جهت محور x ها و سرعت منفی یعنی حرکت خلاف جهت محور x ها است. با توجه به معادله سرعت - زمان یک تابع درجه دو است (تابع سهمی) که می توان به صورت زیر آن را تجزیه کرد و در ادامه آن را رسم نمود:



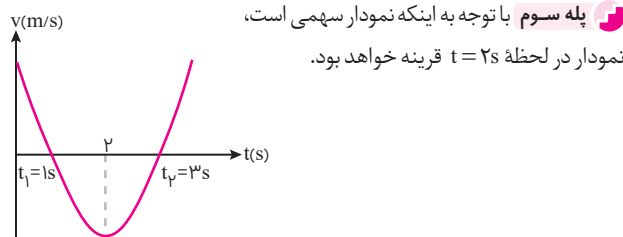
بنابراین تنها گزینه «۳» درست است.

۱۲۱۸ ۴

پله اول با توجه به گزینه ها حل آن را رسم نمودار سرعت - زمان به راحتی انجام می شود.

پله دوم با توجه به اینکه معادله آن درجه دو است، نقطه اکسترمم به صورت زیر به دست می آید:

$$t = \frac{-b}{2a} = \frac{+4}{2} = 2s$$



پله چهارم لحظات t_1 و t_2 ریشه معادله داده شده است، پس:

$$t^2 - 4t + 3 = 0 \Rightarrow (t-1)(t-3) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 1s \\ t_2 = 3s \end{cases}$$

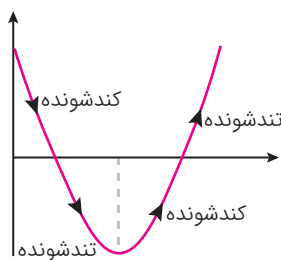
پله پنجم با توجه به نمودار سرعت - زمان رسم شده، در لحظات $t_1 = 1s$ و $t_2 = 3s$ دو بار سرعت متحرک صفر شده و تغییر جهت داده است.

(نادرستی گزینه «۲» و درستی گزینه «۴»)

پله ششم نوع حرکت متحرک در

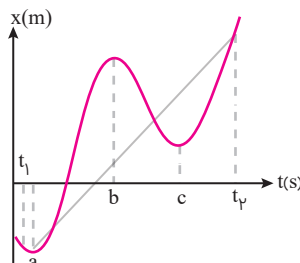
بازه های زمانی به شکل مقابل است:

(نادرستی گزینه «۳»)



پله هفتم جابه جایی برابر با سطح زیر این نمودار است که لزومی به صفر شدن ندارد.

۱۲۱۹ ۱



مطابق شکل مقابل، در لحظه های a, b, c و جهت حرکت متحرک تغییر کرده و با توجه به مثبت بودن شیب خط واصل بین دو نقطه مورد نظر، سرعت متوسط متحرک در این بازه زمانی نیز مثبت است.

۱۲۱۴ ۱ هیچ کدام از عبارت های پیشنهاد شده الزاماً در ارتباط با این متحرک درست نیست. تک تک آن ها را بررسی می کنیم:

«الف»: علامت شتاب، ربطی به مکان و سرعت متحرک ندارد و می تواند مثبت یا منفی باشد.

«ب»: با توجه به اینکه مکان اولیه متحرک بیشتر یا کمتر از $-6m$ بوده باشد؛ پس جابه جایی منفی یا مثبت می تواند باشد.

«ج»: اگر جهت حرکت متحرکی در جهت محور x یا خلاف جهت آن باشد، سرعت متحرک مثبت یا منفی خواهد بود.

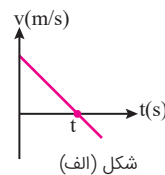
۱۲۱۵ ۲ «الف» نادرست. چرا که اگر شتاب و سرعت هم جهت باشند، سرعت

جسم در حال افزایش است، حتی اگر شتابش در حال کاهش باشد.

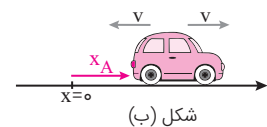
«ب»: نادرست. چرا که در حرکت شتاب ثابت کندشونده، متحرک در لحظه t تغییر جهت می دهد ولی همچنان شتاب آن ثابت است. (شکل الف)

«پ»: نادرست. اگر متحرکی در مکان های مثبت باشد سه حالت می توان بررسی کرد متحرک از مبدأ مکان دور شود یعنی در جهت محور x ها حرکت کند، به مبدأ مکان نزدیک شود که در خلاف جهت محور حرکت کرده است و یا ساکن باشد. (شکل ب) «ت»: درست. اگر حاصل ضرب مکان در سرعت متحرک منفی باشد، جسم در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

«ث»: نادرست. زمانی که متحرک از مبدأ مکان عبور کند بردار مکان تغییر جهت می دهد.



شکل (الف)



شکل (ب)

۱۲۱۶ ۴ حرکت این دو متحرک را در ۲ قسمت یکنواخت و شتابدار بودن حرکت

آن ها بررسی می کنیم:

قسمت اول: حرکت از بازه $t=0$ تا $t=3T$ یکنواخت است: در این بازه زمانی، همان طور که در شکل می بینیم، با وجود اینکه متحرک A در شروع حرکت ($t=0$) عقب تر از متحرک B است، ولی در لحظه $t=3T$ از متحرک B جلوتر قرار می گیرد. بنابراین باید سرعت متحرک A در این مرحله از متحرک B بیشتر باشد.

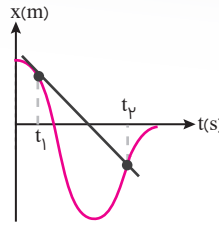
(درستی گزینه «۲»)

قسمت دوم: از $t=3T$ تا $t=7T$ شتابدار است: در لحظه $t=3T$ سرعت متحرک B کمتر از A بوده و هم چنین این متحرک عقب تر از A است. ولی با گذشت زمان، متحرک B فاصله خود را از متحرک A کمتر کرده و در لحظه $t=7T$ به آن می رسد. در نتیجه متحرک B باید توانسته باشد سرعت خود را از سرعت متحرک A بیشتر کند تا فاصله خود را از آن کاهش دهد. بنابراین سرعت نهایی متحرک B در لحظه $t=7T$ بیشتر از سرعت نهایی متحرک A در این لحظه می باشد. (درستی گزینه «۱» هم چنین چون در یک بازه یکسان تغییرات سرعت متحرک B بیشتر از A است. بنابراین شتاب متحرک B بیشتر از A می باشد (نادرستی گزینه «۴») مطابق شکل، در بازه زمانی $t=0$ تا $t=7T$ ، جابه جایی متحرک A بیشتر از B می باشد. بنابراین سرعت متوسط متحرک A در این بازه زمانی، بیشتر از B می باشد.



۱۲۲۰ ۲

پله اول سرعت متوسط در نمودار مکان - زمان، برابر است با شیب خط واصل در آن بازه زمانی. می بینیم که شیب خط واصل منفی است؛ پس علامت سرعت متوسط منفی است؛ یعنی متحرک در خلاف جهت محور x ها حرکت می کند.



پله دوم شتاب متوسط از رابطه $a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ به دست می آید. ابتدا علامت

v_1 و v_2 را روی نمودار تعیین می کنیم. شیب خط مماس بر نمودار t_1 منفی است؛ بنابراین $v_1 < 0$ است. شیب خط مماس در t_2 مثبت است؛ بنابراین $v_2 > 0$ است.

(+) (-)

در نتیجه: $a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{+}{+}$. این یعنی a_{av} در جهت محور x ها است. همواره مثبت

۱۲۲۱ ۳

پله اول حرکت متحرکی که بر مسیر مستقیم حرکت می کند، در لحظه ای تندشونده است که بردارهای سرعت و شتاب هم جهت باشند و به عبارتی سرعت و شتاب هم علامت باشند.

پله دوم سرعت متحرک در هر لحظه، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان است و شتاب متحرک با توجه به تقعر نمودار مکان - زمان مشخص می شود.

پله سوم در لحظه t_2 ، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان مثبت ($v > 0$) و تقعر منحنی رو به پایین $a < 0$ است؛ در نتیجه حرکت کندشونده است.

پله چهارم در لحظه t_1 ، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان منفی ($v < 0$) و تقعر منحنی رو به بالا ($a > 0$) است؛ در نتیجه حرکت کندشونده است.

پله پنجم در لحظه t_2 شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان مثبت ($v > 0$) و تقعر منحنی رو به بالا ($a > 0$) است؛ در نتیجه حرکت تندشونده است.

۱۲۲۲ ۴

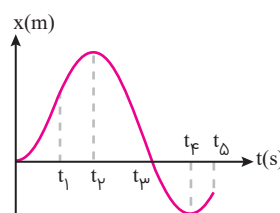
می دانیم در نمودار مکان - زمان، شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه برابر با سرعت حرکت در آن لحظه است. باید نموداری را بیابیم که در آن هنگامی که شیب منفی است، اندازه شیب افزایش و هنگامی که شیب مثبت است، اندازه شیب کاهش پیدا کند. حال به بررسی تک تک گزینه ها می پردازیم:

گزینه «۱»: در نمودار گزینه «۱» هنگامی که شیب منفی است، اندازه شیب کاهش و هنگامی که شیب مثبت است، افزایش می یابد. (عدم تناسب این گزینه)

گزینه «۲»: در نمودار گزینه «۲» شیب همواره مثبت است. (عدم تناسب این گزینه)

گزینه «۳»: در نمودار گزینه «۳» شیب همواره منفی است. (عدم تناسب این گزینه)

گزینه «۴»: در نمودار گزینه «۴» هنگامی که شیب مثبت است، اندازه شیب در حال کاهش و هنگامی که شیب منفی است، اندازه شیب در حال افزایش است. (همونی که دنبالش هستیم!)



۱۲۲۳ ۴

پله اول نمودار را با توجه به زمان های مشخص شده تحلیل می کنیم:

بررسی تغییر جهت متحرک: از ابتدای حرکت تا لحظه t_1 ، متحرک در حال حرکت در جهت محور x هاست. از لحظه t_1 تا لحظه t_2 ، متحرک در حال حرکت در خلاف جهت محور x و از لحظه t_2 تا لحظه t_3 متحرک در حال حرکت در جهت محور x بوده است؛ در نتیجه جهت حرکت آن ۲ مرتبه تغییر کرده است.

بررسی تغییر جهت بردار شتاب: جهت تقعر نمودار $x-t$ ، نشان دهنده علامت و جهت بردار شتاب است. از ابتدای حرکت تا لحظه t_1 ، تقعر رو به بالا و از لحظه t_1 تا لحظه t_2 ، تقعر رو به پایین و از لحظه t_2 تا لحظه t_3 ، تقعر رو به بالا است. لذا جهت بردار شتاب ۲ مرتبه تغییر کرده است.

بررسی تغییر نوع حرکت متحرک: از ابتدای حرکت تا لحظه t_1 بزرگی شیب و سرعت متحرک در حال افزایش (تندشونده اند) از لحظه t_1 تا لحظه t_2 در حال کاهش (کندشونده) از لحظه t_2 تا لحظه t_3 در حال افزایش (تندشونده)، از لحظه t_3 تا لحظه t_4 در حال کاهش (کندشونده) و از لحظه t_4 تا لحظه t_5 در حال افزایش (تندشونده) است؛ در نتیجه نوع حرکت ۴ مرتبه تغییر کرده است.

۱۲۲۴ ۳ برای حل این سؤال کافیت به نکات زیر دقت کنیم:

* به تعداد نقاط برخورد نمودار با محور t ، بردار مکان صفر شده و اگر از محور t بگذرد بردار مکان تغییر جهت داده است. بنابراین $a = 2$.

* به تعداد نقاطی که خط مماس بر نمودار، افقی شده باشد، سرعت متحرک صفر شده است (بنابراین $c = 3$) و همچنین به تعداد نقاط اکسترم نمودار، جهت بردار سرعت عوض شده است پس $d = 1$.

* هرگاه جهت تقعر نمودار عوض شود، جهت شتاب هم عوض شده است، بنابراین $b = 1$
 $a + b + c + d = 2 + 1 + 3 + 1 = 7$

۱۲۲۵ ۴

پله اول ابتدا سرعت متوسط (v_{av}) را با توجه به رابطه آن محاسبه می کنیم: با توجه به افقی بودن نمودار (شیب صفر) در لحظه $t = 0$ ، سرعت اولیه متحرک برابر با صفر است.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-10 - 0}{t' - 0} = -\frac{10}{t'} \text{ m/s}$$

پله دوم سرعت متحرک در لحظه t' برابر با شیب خط مماس به آن در لحظه t' است؛ لذا داریم:

$$v_{(t')} = \text{شیب خط مماس} = \frac{-10 - 0}{t' - 0} = -\frac{10}{t'} \text{ m/s}$$

پله سوم در نتیجه برای شتاب متوسط متحرک از ابتدای حرکت تا لحظه t' خواهیم داشت:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{(t')} - v_0}{t' - 0} = \frac{-\frac{10}{t'} - 0}{t'} = -\frac{10}{t'^2} \text{ m/s}^2$$

پله چهارم حال نسبت سرعت متوسط به شتاب متوسط را به دست می آوریم:

$$\frac{v_{av}}{a_{av}} = \frac{-\frac{10}{t'}}{-\frac{10}{t'^2}} = t'$$

۱۲۲۶ ۱

پله اول نمودار سرعت - زمان، از قسمت منفی ها به صفر حرکت کرده (یعنی حرکت کندشونده بود)، سپس در لحظه ای سرعت متحرک برابر صفر می شود (یعنی متحرک دارای توقف بوده) و در آخر سرعت آن به صورت خطی مثبت می گردد. (یعنی حرکت دائماً تندشونده خواهد بود)

پله دوم وقتی $v < 0$ است: متحرک در جهت منفی زمانی که $v > 0$ است، متحرک در جهت مثبت محور x ها حرکت می کند.

پله دوم با توجه به توضیحات ۲ پله قبلی، متوجه می شویم جواب گزینه «۱» می باشد.



پله دوم از طرف دیگر هر بار تغییر علامت سرعت به معنای تغییر جهت حرکت آن است، پس می‌توان نتیجه گرفت متحرک ۲ بار تغییر جهت داده است. یعنی:

$$Q = 2$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{4}{2} = 2$$

۱۲۳۲ ۳ برای تغییر جهت، شرط لازم صفر شدن سرعت است و شرط کافی تغییر علامت سؤال است (برای حرکت بر روی خط راست). با توجه به شرط لازم و کافی مذکور، متحرک در لحظات $t = 1s$ و $t = 13s$ تغییر جهت داده است. عبارت در «جهت مثبت محور x حرکت کردن»، یعنی سرعت متحرک باید مثبت باشد. متحرک با توجه به نمودار، در بازه $13s \leq t \leq 14s$ دارای سرعت مثبت است که برابر است با $\Delta t = 12s$.

۱۲۳۳ ۱ **پله اول** اگر قدرمطلق سرعت در حال افزایش باشد، حرکت آن تندشونده و اگر قدرمطلق سرعت در حال کاهش باشد، یعنی حرکت کندشونده است. بنابراین در بازه زمانی t_1 تا t_2 نوع حرکت متحرک کندشونده است. **پله دوم** با توجه به اینکه علامت سرعت در این بازه زمانی مثبت است، متحرک در جهت محور x حرکت کرده است.

۱۲۳۴ ۲ در تمام لحظاتی که $v < 0$ است، متحرک در خلاف جهت مثبت محور x حرکت نموده است. یعنی: بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 6s$. حال در بین این لحظات، در بازه‌های زمانی‌ای که متحرک از محور t دور شود، حرکت تندشونده است. بنابراین در بازه‌های زمانی $t = 0$ تا $t = 1s$ و $t = 13s$ تا $t = 15s$ حرکت متحرک تندشونده است، یعنی در مجموع $4s = (5-2) + (1-0)$.

۱۲۳۵ ۳ **پله اول** با توجه به نمودار سرعت - زمان داده شده چون در نمودار t ثانیه اول بالای محور t است، علامت سرعت مثبت است. **پله دوم** شیب خط واصل در نمودار سرعت - زمان بیانگر شتاب متوسط است، بنابراین شتاب متوسط نیز منفی است.

۱۲۳۶ ۱ **پله اول** زمانی حرکت تندشونده است که قدرمطلق سرعت آن در حال افزایش باشد. **پله دوم** در گزینه‌های «۲» و «۴» قدرمطلق در حال کاهش است اما در گزینه «۳» قدرمطلق سرعت ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۲۳۷ ۳ تک‌تک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:
گزینه «۱»: با توجه به مقادیر سرعت، جابه‌جایی می‌تواند صفر یا غیرصفر باشد.
گزینه «۲»: علامت بردار سرعت و جهت حرکت متحرک دو مرتبه تغییر کرده است.
گزینه «۳»: با توجه به قرینه بودن نمودار سهمی شکل صورت سؤال نسبت به خط t_2 ، اندازه سرعت متحرک در لحظات t_1 و t_3 با هم برابر بوده و در نتیجه با توجه به رابطه زیر، شتاب متوسط متحرک برابر است با:
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0}{\Delta t} = 0$$

گزینه «۴»: شیب خط مماس بر نمودار در لحظات مختلف متفاوت است، بنابراین شتاب حرکت متحرک نیز متغیر است.

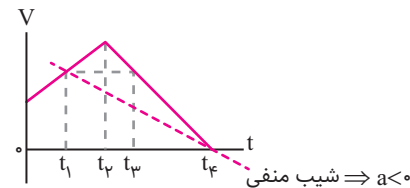
۱۲۳۷ ۳ **پله اول** اگر متحرک در سوی مخالف محور x حرکت کند، علامت سرعت آن منفی است پس با توجه به نمودار از لحظه t' تا لحظه $t = 14s$ متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.

پله دوم با استفاده از تشابه دو مثلث (۱) و (۲)، t' را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{8}{14-t'} = \frac{4}{t'-2} \Rightarrow \frac{2}{14-t'} = \frac{1}{t'-2} \Rightarrow 2t'-4 = 14-t' \Rightarrow 3t' = 18 \Rightarrow t' = 6s$$

پله سوم بنابراین از لحظه $t' = 6s$ تا $t = 14s$ یعنی ۸ ثانیه متحرک خلاف جهت محور x حرکت کرده است.

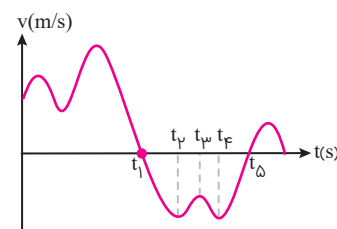
۱۲۳۸ ۲ شتاب متوسط در بازه‌ای که شیب خط واصل در نمودار سرعت - زمان منفی باشد، در خلاف جهت محور x است.



۱۲۳۹ ۴ **پله اول** متحرک برای اینکه همواره در جهت مثبت محور x حرکت کند باید همواره سرعت مثبتی داشته باشد؛ یعنی شیب نمودار مکان - زمان آن همواره مثبت باشد یا نمودار سرعت زمان آن همواره بالای محور افقی باشد؛ پس گزینه‌های «۱» و «۲» نادرست است.

پله دوم در هر دو گزینه «۳» و «۴»: شیب نمودار همواره مثبت است؛ ولی در نمودار گزینه «۳»، این شیب دائماً افزایش می‌یابد، یعنی دائماً شتاب زیاد می‌شود و در نمودار گزینه «۴» این شیب دائماً کاهش می‌یابد یعنی شتاب دائماً کم می‌شود. پس در نتیجه گزینه «۴» پاسخ این سؤال است.

۱۲۴۰ ۱ در بازه زمانی t_1 تا t_5 علامت بردار سرعت متحرک منفی بوده و در خلاف جهت محور x در حال حرکت است. در این بازه زمانی، سه مرتبه (لحظات t_2, t_3, t_4) علامت شیب نمودار و در نتیجه علامت بردار شتاب متحرک تغییر کرده است.



۱۲۴۱ ۱ **پله اول** هر بار که نمودار با محور افقی نمودار سرعت - زمان برخورد کند، متحرک متوقف می‌شود. با توجه به نمودار واضح است که متحرک ۴ توقف داشته است. یعنی:

$$P = 4$$



۱۳۳۸ ۴ تک تک گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینه «۱»: باتوجه به اینکه نمودار سرعت-زمان است، در بازه صفر تا t_1 ، تندی متحرک در حال افزایش است.

گزینه «۲»: شیب نمودار سرعت-زمان، معادل با شتاب متحرک است و همچنین نمودار یک سهمی است؛ بنابراین شیب نمودار در $t=0$ و t_2 نسبت به محور تقارن سهمی، متقارن یکدیگر نیستند. بنابراین شتاب‌ها یکسان نیست.

گزینه «۳»: در بازه صفر تا t_1 شیب نمودار مثبت است؛ بنابراین شتاب در جهت محور x است. از t_1 تا t_2 شیب نمودار منفی است، یعنی شتاب خلاف جهت محور x خواهد بود.

گزینه «۴»: از آن جایی که شیب واصل در بازه t_1 تا t_2 ، بیشتر از شیب خط واصل از بازه صفر تا t_1 است؛ بنابراین شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا t_1 است.

۱۳۳۹ ۱ تک تک گزاره‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف): باتوجه به این که نمودار سرعت-زمان است، در لحظه t_1 سرعت تغییر نمی‌کند و تنها شیب مماس بر نمودار که شتاب متحرک را نشان می‌دهد، تغییر می‌کند.

ب): در این بازه سرعت متحرک مثبت است که یعنی متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند.

پ): در این بازه تندی متحرک در حال افزایش است.

ت): شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان، معرف شتاب است. در بازه زمانی صفر تا t_1 بردار مماس بر نمودار مثبت است و از t_1 تا t_2 بردار مماس بر نمودار منفی است.

۱۳۴۰ ۴

با توجه به اینکه نمودار سرعت-زمان است گزاره‌ها را بررسی می‌کنیم.

الف) نادرست. در بازه t_1 تا t_2 سرعت صفر نشده است.

ب): جهت سرعت معرف جهت حرکت است بنابراین در بازه t_1 تا t_2 سرعت مثبت است پس در جهت محور x حرکت کرده است. (غلط)

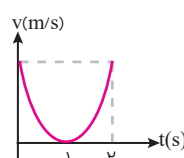
پ) نادرست. در بازه t_1 تا t_2 حرکت تندشونده و از بازه t_2 تا t_3 حرکت کندشونده بوده است.

ت) نادرست. شتاب متوسط شیب خط واصل بین دو لحظه t_1 تا t_2 است که شیب این خط مثبت است.

ث) نادرست. متحرک در لحظات t_1 و t_2 تغییر جهت داده است چون در این لحظات علاوه بر صفر شدن سرعت جهت حرکت نیز تغییر کرده است.

۱۳۴۱ ۱

پله اول نمودار سرعت-زمان این حرکت را رسم می‌کنیم:



$$t_{\text{راس سهمی}} = \frac{-b}{2a} = \frac{-12}{a=6} = -2 \rightarrow t_{\text{راس سهمی}} = 2 \text{ s}$$

پله دوم

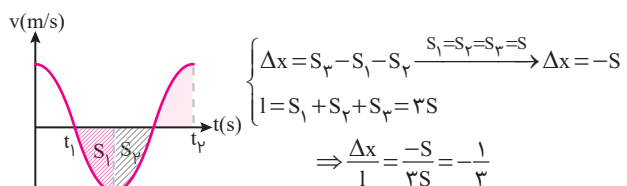
پله سوم این سهمی نسبت به خط $t=1$ متقارن است، پس نتیجه می‌گیریم:

$$v_{(t=1s)} = 0$$

$$t_{(t=2)} = v_{(t=2)}$$

پله چهارم در نتیجه طبق رابطه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ، شتاب متوسط در بازه صفر تا 2 s برابر صفر خواهد بود.

۱۳۴۲ ۱ با توجه به کسینوسی بودن نمودار، مساحت‌های S_1, S_2, S_3 با هم برابرند. توجه داشته باشید سطح محصور بین نمودار با محور زمان در نمودار سرعت-زمان معادل با جابه‌جایی متحرک است پس خواهیم داشت:

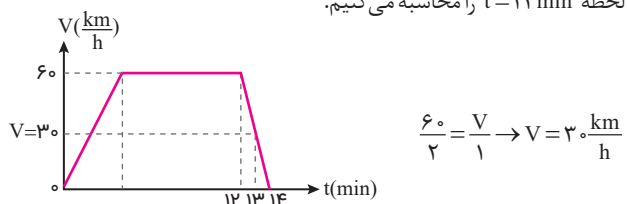


۱۳۴۳ ۲ برای پیدا کردن لحظه‌هایی که مکان متحرک $x=136$ m است، ابتدا باید جابه‌جایی لازم را به دست بیاوریم. مکان اولیه 10 m و مکان نهایی 136 m است. جابه‌جایی لازم برابر 126 m خواهد بود.

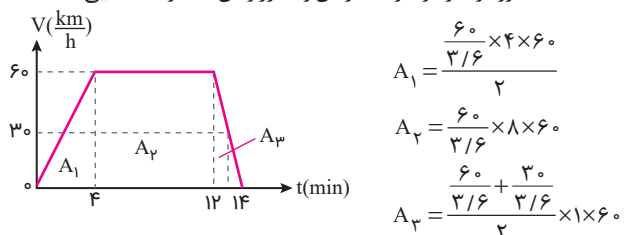
$$\Delta x = 136 - 10 = 126 \text{ m}$$

جابه‌جایی متحرک برابر با مساحت زیر نمودار سرعت-زمان است. پس در لحظات $t=12$ s تا $t=18$ s مساحت زیر نمودار برابر 126 m خواهد بود.

۱۳۴۴ ۲ دقت کنید در نمودار سرعت-زمان داده شده سرعت بر حسب $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ و زمان بر حسب دقیقه است. ابتدا با استفاده از تشابه مثلث‌ها سرعت متحرک در لحظه $t=13$ min را محاسبه می‌کنیم.



مساحت محصور در نمودار سرعت-زمان و محور زمان بیانگر جابه‌جایی است.



$$\Delta x = A_1 + A_2 + A_3 = 10/75 \text{ km}$$

۱۳۴۵ ۲

پله اول با توجه به نمودار سرعت-زمان داده شده حرکت متحرک شتابدار است.

پله دوم شتاب حرکت متحرک به صورت زیر به دست می‌آید:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-9-12}{21} = -1 \text{ m/s}^2$$

پله سوم با توجه به شتاب متحرک، در هر ثانیه سرعت 1 m/s کاهش می‌یابد و همچنین سرعت اولیه آن 12 m/s است، بنابراین پس از 12 ثانیه سرعت آن صفر می‌شود.

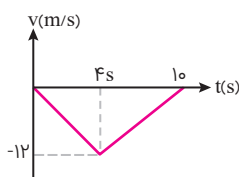


۱۲۷۴ ۲

پله اول مساحت محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان برابر تغییرات سرعت متحرک است. ابتدا سرعت متحرک را در لحظات $t = 4s$ و $t = 1s$ محاسبه نموده و سپس نمودار سرعت - زمان را رسم می کنیم.

$$\Delta v = a \Delta t \Rightarrow \begin{cases} v_{fs} - v_{1s} = -3 \times 4 \Rightarrow v_{fs} = -12 \text{ m/s} \\ v_{1s} - v_{fs} = 2 \times 6 \Rightarrow v_{1s} - (-12) = 12 \Rightarrow v_{1s} = 0 \end{cases}$$

پله دوم همان گونه که از نمودار سرعت - زمان مشخص است در بازه زمانی ۴s تا ۱s حرکت تندشونده و در بازه زمانی ۱s تا ۴s حرکت کندشونده است.



پله سوم از آن جایی که متحرک در ۱s اول حرکت دارای سرعت منفی است (نمودار زیر محور زمان است) بنابراین در این مدت در خلاف جهت محور x حرکت کرده است.

۱۲۷۵ ۱

پله اول لحظه تغییر جهت یعنی لحظه ای که سرعت صفر است.

پله دوم سطح زیر نمودار شتاب - زمان بیانگر تغییرات سرعت است. فرض می کنیم در لحظه t سرعت صفر است در نتیجه:

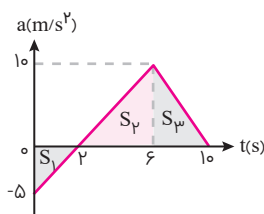
$$\begin{aligned} \Delta v = 0 &\Rightarrow \Delta v_1 + \Delta v_2 = 0 \\ &\Rightarrow -4 \times 2 + 1 \times (t - 2) = 0 \\ &\Rightarrow 1 = t - 2 \Rightarrow t = 1s \end{aligned}$$

۱۲۷۶ ۳

پله اول در لحظه ای که سرعت متحرک صفر شود، بردار سرعت، تغییر علامت داده و جهت حرکت تغییر می کند، بنابراین سرعت متحرک به صورت زیر می شود:

$$\Delta v = v_p - v_o = 0 - (-15) = 15 \text{ m/s}$$

پله دوم از آن جایی که سطح محصور نمودار شتاب - زمان برابر با تغییرات بردار سرعت است، لحظه ای مدنظر است که سطح محصور نمودار از ابتدا تا آن لحظه برابر ۱۵ شود. در نتیجه به محاسبه مساحت در بازه های زمانی مختلف که در گزینه ها آمده است، می پردازیم:



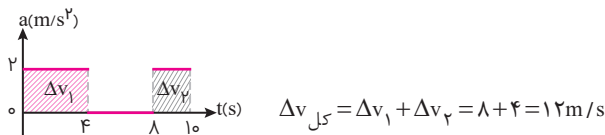
$$\Delta v \Big|_{0 \rightarrow 2} = -S_1 = -\left(\frac{2 \times 5}{2}\right) = -5 \text{ m/s}$$

$$\Delta v \Big|_{0 \rightarrow 6} = -S_1 + S_2 = -5 + \left(\frac{4 \times 10}{2}\right) = 15 \text{ m/s}$$

پله سوم در نتیجه در لحظه $t = 6s$ سرعت متحرک صفر شده و تغییر جهت می دهد.

۱۲۷۷ ۳

پله اول سطح زیر نمودار شتاب - زمان بیانگر تغییرات سرعت است. بنابراین:



پله دوم رابطه شتاب متوسط به صورت $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ است در نتیجه:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ m/s}^2$$

۱۲۷۸ ۴

پله اول متحرک از حال سکون شروع به حرکت می کند و تا لحظه t_p ، تندی اش رو به افزایش است. چرا که از شروع تا لحظه t_p ، مساحت زیر نمودار $a-t$ که همان Δv است، مثبت است. اما از لحظه t_p تا t_f چون مساحت زیر نمودار $a-t$ ، منفی است، تندی کم می شود. در نتیجه بیشترین تندی متحرک در لحظه t_p است.

پله دوم متحرک از حال سکون در جهت محور شروع به حرکت می کند. چرا که علامت Δv مثبت است (سطح زیر نمودار $a-t$) تا لحظه t_p ، سرعت متحرک رو به افزایش است و در حال دور شدن از مبدأ است.

پله سوم از لحظه t_p به بعد، تندی متحرک کم می شود اما به صفر نمی رسد (چون مساحت زیر نمودار $a-t$ در بازه $t_p \leq t \leq t_f$ کمتر از مساحت زیر نمودار در بازه $0 \leq t \leq t_p$ است) در نتیجه همچنان تا لحظه t_p در جهت مثبت x در حال حرکت است. یعنی همچنان در حال دور شدن از مبدأ است. در نتیجه بیشترین فاصله از مبدأ در لحظه t_p است.

۱۲۷۹ ۴

پله اول در $t_1 = 2s$ بردار مکان متحرک تغییر جهت داده و این یعنی در این لحظه $x_1 = 0$ شده و متحرک از مبدأ عبور کرده است. از سوی دیگر ۲s بعد یعنی در $t_2 = 4s$ و $x_2 = -6m$ شده است یعنی $\vec{d} = -6\vec{i}$.

پله دوم می دانیم که در حرکت با سرعت ثابت چون در تمام لحظات حرکت، سرعت مقدار ثابتی است، بنابراین برای محاسبه سرعت (V) می توان مقدار سرعت متوسط متحرک در جابه جایی بین دو نقطه از مسیر را محاسبه کرد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\left. \begin{aligned} O \Big|_{t_1=2s}^{x_1=0} ; A \Big|_{t_2=4s}^{x_2=-6m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x_{OA}}{\Delta t_{OA}} = \frac{-6-0}{4-2} = -3 \text{ m/s}$$

$\Rightarrow$ سرعت لحظه ای $v = v_{av} = -3 \text{ m/s}$

پله سوم مختصات هر نقطه از مسیر که متحرک از آن عبور کرده است، باید در معادله مکان - زمان متحرک صدق کند:

$$x = vt + x_o \xrightarrow{t_1=2s, x=0} 0 = -3(2) + x_o \Rightarrow x_o = 6m$$

بنابراین $x = -3t + 6$

۱۲۸۰ ۲

پله اول در حرکت یکنواخت همواره سرعت لحظه ای با سرعت متوسط برابر است.

$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{26-18}{10-4} = \frac{18}{6} = 3 \text{ m/s}$$

پله دوم با استفاده از معادله حرکت یکنواخت نیز می توانیم مکان اولیه متحرک را به دست آوریم:

$$x = vt + x_o \rightarrow 18 = 3 \times 4 + x_o \rightarrow 18 = 12 + x_o \rightarrow x_o = -6m$$

پله سوم حال به راحتی می توانیم، معادله حرکت آن را بنویسیم.

$$x = vt + x_o \rightarrow x = 3t - 6$$



۱۲۸۴ ۴

پله اول در ابتدا با استفاده از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ سرعت متحرک را به دست می آوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x = 5 - 1 = +4 \text{ m}}{\Delta t = 4 - 1 = 3 \text{ s}} \Rightarrow v = \frac{+4}{3} = +1.33 \text{ m/s}$$

پله دوم متحرک‌ها همواره با سرعت $+1.33 \text{ m/s}$ در جهت محور x ‌ها در حال حرکت است. بنابراین وقتی در دو لحظه t_1 و t_2 در فاصله 20 متری مبدأ قرار دارد می‌توان نتیجه گرفت که در لحظه t_1 در مکان $x = -20 \text{ m}$ و در لحظه t_2 در مکان $x = +20 \text{ m}$ قرار دارد. پس با تعیین معادله مکان-زمان حرکت مقدار t_1 و t_2 را محاسبه کرده و نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ را می‌یابیم.

$$x = vt + x_0 \xrightarrow{x=10 \text{ m}, t=3 \text{ s}} 10 = 1.33(3) + x_0 \Rightarrow x_0 = -3 \text{ m}$$

پله سوم حالا یافتن زمان‌های t_1 و t_2 :

$$x = 1.33t - 3 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -20 = 1.33t_1 - 3 \Rightarrow t_1 = 15 \\ x_2 = 20 = 1.33t_2 - 3 \Rightarrow t_2 = 15.75 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = 1.05$$

۱۲۸۵ ۱

پله اول سرعت متحرک در هر لحظه بر مسیر حرکت در همان لحظه مماس است، پس شیب خط $y = 3x + 5$ همان زاویه‌ای است که بردار سرعت متحرک با محور افقی می‌سازد.

$$\tan \alpha = 3 \Rightarrow v = 3 \text{ m/s}$$

پله دوم حال با استفاده از روابط مثلثاتی $\sin \alpha$ و $\cos \alpha$ را به دست آورده تا مؤلفه v را روی محور x و y بیابیم.

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + 9} = \frac{1}{10} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \frac{1}{10} = \frac{9}{10} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

پله سوم حال خواهیم داشت:

$$v_x = v \cos \alpha = \sqrt{10} \times \frac{1}{\sqrt{10}} = 1 \Rightarrow \vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} = \vec{i} + 3\vec{j}$$

$$v_y = v \sin \alpha = \sqrt{10} \times \frac{3}{\sqrt{10}} = 3$$

۱۲۸۶ ۲ برای پاسخ به این سؤال به نکات زیر توجه کنید:

برای محاسبه سرعت متوسط زمانی که حرکت در چند مرحله اتفاق افتاده باشد، از

$$\text{رابطه } v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \text{ استفاده می‌کنیم. همان طور که در صورت سؤال پیداست}$$

در بازه جابه‌جایی‌ها در زمان‌های Δt_1 ، Δt_2 صحبت شده است بنابراین با توجه به

$$\text{رابطه سرعت ثابت در هر بازه زمانی رابطه مذکور به صورت } v_{av} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2}$$

به کار برده می‌شود.

باید توجه کرد در محاسبه سرعت متوسط، زمان توقف هم در زمان کل محاسبه می‌شود.

$$v_{av} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} \Rightarrow 4 = \frac{(60 \times t_1) + (0 \times 0.5)}{t_1 + 0.5}$$

$$\Rightarrow 4 \times t_1 + 2 = 6 \times t_1 \Rightarrow t_1 = 1$$

بنابراین $\Delta x = vt \Rightarrow \Delta x = 60 \times 1 = 60 \text{ km}$

۱۲۸۱ ۲

پله اول معادله مکان-زمان متحرک به صورت $x = vt + x_0$ است. هم‌چنین سرعت لحظه‌ای با سرعت متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه به صورت $v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ است. ابتدا سرعت متحرک را از لحظه $t = 4 \text{ s}$ تا $t = 10 \text{ s}$ به دست می‌آوریم و با توجه به اینکه متحرک در $t = 4 \text{ s}$ در مکان $x = 4 \text{ m}$ است معادله مکان-زمان را می‌نویسیم:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{t=10} - x_{t=4}}{10 - 4} = \frac{(-8) - (4)}{6} = -2 \text{ m/s}$$

$$v = -2 \text{ m/s} \Rightarrow x = vt + x_0 \xrightarrow{t=4 \text{ s}; x=4} 4 = -2 \times (4) + x_0 \Rightarrow x_0 = 12 \text{ m} \Rightarrow x = -2t + 12$$

پله دوم با توجه به معادله مکان-زمان متحرک که به صورت $x = -2t + 12$ است می‌توان لحظه‌ای را به دست آورد که متحرک در مکان $x = -2 \text{ m}$ قرار دارد:

$$x = -2t + 12 \Rightarrow -2 = -2t + 12 \Rightarrow t = 7 \text{ s}$$

۱۲۸۲ ۴

پله اول معادله مکان-زمان در حرکت با سرعت ثابت از رابطه $x = vt + x_0$ به دست می‌آید. این معادله را یکبار زمانی که متحرک در لحظه $t_1 = 2 \text{ s}$ در مکان $x_1 = 4 \text{ m}$ است، می‌نویسیم و بار دیگر برای لحظه $t_2 = 6 \text{ s}$ در مکان $x_2 = 10 \text{ m}$ پس:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} 4 = v(2) + x_0 \\ 10 = v(6) + x_0 \end{cases}$$

معادله‌ها را از یکدیگر کم می‌کنیم

$$\underline{6 = 4v} \Rightarrow v = \frac{3}{2} \text{ m/s}$$

$$\text{بنابراین: } 4 = \frac{3}{2}(2) + x_0 \Rightarrow x_0 = 1 \text{ m}$$

پله دوم حال مکان $x_3 = -4 \text{ m}$ را در معادله به دست آمده قرار می‌دهیم تا لحظه مورد نظر را به دست آوریم:

$$x = \frac{3}{2}t + 1 \xrightarrow{x=-4 \text{ m}} -4 = \frac{3}{2}t + 1 \Rightarrow t = -\frac{10}{3} \text{ s}$$

پله سوم با توجه به اینکه زمان منفی معنا ندارد می‌توان نتیجه گرفت هیچ وقت از این مکان عبور نمی‌کند.

۱۲۸۳ ۳

پله اول با توجه به اینکه سرعت متحرک ثابت است، سرعت متوسط برابر سرعت متحرک در تمام لحظات است.

$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8 - (-4)}{7 - 3} = \frac{12}{4} = 3 \text{ m/s}$$

پله دوم با توجه به اینکه علامت سرعت مثبت است متحرک در جهت محور x حرکت کرده است.

پله سوم متحرک در هر ثانیه در جهت محور x حرکت می‌کند، بنابراین ۳ ثانیه قبل از لحظه $t = 3 \text{ s}$ در مکان $x = -13 \text{ m}$ است.

پله چهارم حال معادله مکان-زمان آن را می‌نویسیم:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow x = 3t - 13$$

پله پنجم مدت زمانی که متحرک در مکان‌های منفی است تا زمانی که متحرک به مکان $x = 0$ برسد، بنابراین:

$$x = 3t - 13 \Rightarrow 0 = 3t - 13 \Rightarrow t = \frac{13}{3} \text{ s}$$



۱۲۸۷ ۲

پله دوم و در آخر در مدت ۴ ثانیه، صوت مسافت $(d-L)+d$ را طی می کند تا به خود خودرو برسد بنابراین:

$$2d-L=v_{\text{صوت}} \times \Delta t \Rightarrow 2d-60=320 \times 4 \Rightarrow d=670 \text{ m}$$

۱۲۹۱ ۴ با استفاده از تعریف سرعت متوسط برای یک حرکت چند مرحله ای می توان نوشت:

$$v_{\text{av}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\left| \frac{\Delta x_1}{v_1} \right| + \left| \frac{\Delta x_2}{v_2} \right| + \left| \frac{\Delta x_3}{v_3} \right|} \Rightarrow v_{\text{av}} = \frac{40+30-5}{\frac{40}{4} + \frac{30}{3} + \frac{5}{1}} = \frac{65}{25} = 2.6 \text{ m/s}$$

۱۲۹۲ ۴

سرعت متوسط یک متحرک در مسیرهای چندگانه از رابطه $v_{\text{av}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots}$ به دست می آید. زمان کل حرکت را برابر با T در نظر می گیریم و از آن جایی که در صورت سؤال به جابه جایی های متحرک اشاره نشده است با توجه به رابطه سرعت ثابت جابه جایی برابر می شود با $\Delta x = v \Delta t$ بنابراین می توان نوشت:

$$v_{\text{av}} = \frac{v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2}{T} \Rightarrow 16 = \frac{10 \left(\frac{2}{5} T \right) + v_2 \left(\frac{3}{5} T \right)}{T} \Rightarrow v_2 = 20 \text{ m/s}$$

۱۲۹۳ ۲

سرعت متوسط برای مسیرهای چندگانه از رابطه $v_{\text{av}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$ به دست می آید. از آنجایی که در هر بازه حرکت درباره مدت زمان حرکت صحبت نشده است بنابراین با توجه به رابطه سرعت متوسط می توان Δt را به صورت $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$ نوشت. هم چنین جابه جایی در کل حرکت را برابر با X در نظر می گیریم:

$$v_{\text{av}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{x}{\frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2}} = \frac{x}{\frac{1}{3} \frac{x}{10} + \frac{2}{3} \frac{x}{30}} = 18 \text{ m/s}$$

۱۲۹۴ ۳

پله اول از آنجایی که $\frac{1}{3}$ طول مسیر با سرعت ثابت 6 m/s و $\frac{2}{3}$ آن با سرعت ثابت 12 m/s طی شده است، برای محاسبه سرعت متوسط متحرک در کل مسیر داریم:

$$v_{\text{av}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \Rightarrow v_{\text{av}} = \frac{\frac{1}{3} \times \text{کل} + \frac{2}{3} \times \text{کل}}{\frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2}} = \frac{\frac{1}{3} \times \text{کل} + \frac{2}{3} \times \text{کل}}{\frac{1}{3} \times \frac{\text{کل}}{6} + \frac{2}{3} \times \frac{\text{کل}}{12}} = 9 \text{ m/s}$$

پله دوم حال مسافت طی شده را از رابطه $\Delta x = v \Delta t$ به دست می آوریم:

$$\Delta x_{AB} = v_{AB} \Delta t = 9 \times 10 = 90 \text{ m}$$

۱۲۹۵ ۲

پله اول ابتدا کل مسیر رفت را به دست می آوریم:

$$\Delta x_{\text{رفت}} = 12t + 24t = 36t$$

پله دوم متحرکی نیمی از مسیر یعنی به اندازه $18t$ را برگشته است پس مسافت طی شده در کل برابر است با:

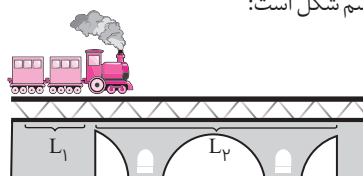
$$\ell_{\text{کل}} = 36t + 18t = 54t$$

در دو حالت جابه جایی که متحرک طی می کند یکسان است یعنی $\Delta x_1 = \Delta x_2$. با توجه به رابطه سرعت ثابت می توان جابه جایی را به صورت $\Delta x = v \Delta t$ نوشت. متحرک برای اولین بار در مدت 10 ثانیه با سرعت v این مسیر را طی می کند و دومین بار در مدت 4 ثانیه ولی با سرعت $(v+2)$ بنابراین:

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 \Rightarrow v_1 t_1 = v_2 t_2 \Rightarrow 10 \times v = (v+2) \times 4 \Rightarrow v = \frac{4}{6} \text{ m/s} = \frac{2}{3} \text{ m/s}$$

$$\Delta x_1 = v_1 t_1 = 10 \times \frac{2}{3} = \frac{20}{3}$$

۱۲۸۸ ۱ باز هم اولین اقدام رسم شکل است:



همان طور که در شکل می بینید

طول قطار را با L_1 و طول پل

را با L_2 نشان داده ایم. برای

این که قطار به طور کامل از روی

پل عبور کند باید مسافتی به اندازه $(L_1 + L_2)$ را طی کند. بنابراین داریم:

$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow L_1 + L_2 = v \Delta t \Rightarrow L_1 + 40 = 30(20) \Rightarrow L_1 = 200 \text{ m}$$

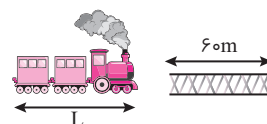
۱۲۸۹ ۲

پله اول برای عبور قطار به طور کامل

از روی پل باید انتهای قطار از ابتدای پل

عبور کند پس جابه جایی کل برابر می شود

با $60 + L$. طبق رابطه سرعت ثابت می توان



$$\Delta t = v \times t \Rightarrow 60 + L = 15v \quad (1)$$

نوشت:

پله دوم توجه داشته باشید هم چنین برای عبور از کنار شخص ساکن (ناظر ساکن) باید انتهای قطار به شخص برسد. برای این مرحله نیز از رابطه سرعت ثابت

کمک می گیریم:

$$\Delta x = v \times t \Rightarrow L = 3v \quad (2)$$

پله سوم با توجه به روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$60 + 3v = 15v \Rightarrow 12v = 60 \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

با کمک از رابطه (۲) می توان طول قطار را به دست آورد:

$$L = 3v = 3 \times 5 = 15 \text{ m}$$

۱۲۹۰ ۳

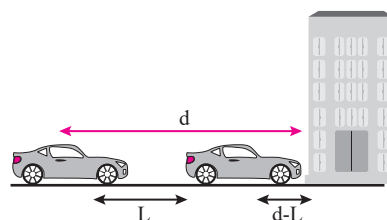
پله اول به نکات زیر دقت کنید:

تندی خودرو ثابت و برابر 54 km/h است که ابتدا باید آن را به متر بر ثانیه تبدیل

کنیم پس برابر می شود با 15 m/s .

با توجه به طرحواره زیر، خودرو بعد از 4 ثانیه مسافت L متر را طی کرده است. از

آنجایی که سرعت خودرو ثابت است پس می توان نوشت:



$$L = v_{\text{خودرو}} \times \Delta t = 15 \times 4 = 60 \text{ m}$$