

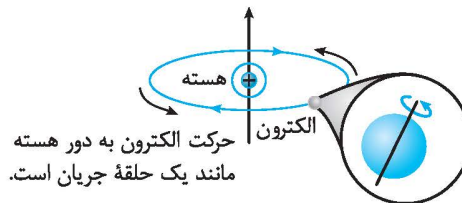
# آموزش فصل ۴

علوم نهم

## حرکت چیست

### مقدمه

با مفهوم حرکت در تمام طول زندگی سروکار داریم. حرکت انسان‌ها به سمت مقصدهای خودشان (خانه، محل کار، مرکز خرید و ...)، حرکت اتومبیل‌ها در ترافیک، حرکت هواپیماها، حرکت جانوران، حرکت الکترون‌ها به دور هسته اتم و خیلی موارد دیگر که می‌توان از آن‌ها به عنوان حرکت یاد کرد. اهمیت بررسی حرکت به این دلیل است که تمام اجسام و موجودات جهان هستی در حال حرکت هستند و در ساخت بسیاری از وسایل و ماشین‌ها، نوع حرکت قطعات به بهتر ساخته شدن آن‌ها کمک می‌کند. برای مثال بررسی حرکت زمین، ماه و سایر سیارات باعث حدس زدن بسیاری از پدیده‌ها مثل خورشیدگرفتگی، ماه‌گرفتگی و نوشتن تقویم‌های بسیار دقیق شد.



### ۸ حرکت

در واقع حرکت به معنای تغییر مکان یک جسم، نسبت به یک یا چند جسم دیگر است و هر جسمی که با گذشت زمان فاصله‌اش نسبت به مکان شروع حرکت خود، تغییر کند را متحرک می‌نامیم.

### حرکت امری نسبی است

دقت داشته باشید که حرکت یک امر نسبی است. یعنی جسمی که از نظر ما ساکن است، می‌تواند نسبت به شخص دیگری متحرک باشد یا بالعکس.

به عنوان مثال می‌توان به زمانی اشاره کرد که شما درون اتومبیل کنار راننده در حال حرکت به سمت مدرسه هستید. شما و راننده نسبت به همدیگر ساکن هستید ولی نسبت به شخصی که در کنار خیابان ایستاده است، در حال حرکت هستید.



حتی می‌توان پا را فراتر گذاشت و این مطلب را به خورشید، نیز نسبت داد. هر روز صبح خورشید از شرق طلوع و از غرب غروب می‌کند. پس خورشید نسبت به ما که روی زمین هستیم، در حرکت است. بنابراین می‌توان گفت هر جسمی می‌تواند نسبت به یک جسم، ساکن و در عین حال نسبت به جسم دیگری، متحرک باشد.

در این فصل زمین را به عنوان یک جسم ساکن فرض کرده و حرکت سایر اجسام را نسبت به زمین ساکن بررسی می‌کنیم. البته این را خوب می‌دانیم که در این جهان هیچ چیز ساکن مطلق نیست و می‌توان گفت همه چیز در جهان هستی در حال حرکت است. دقت داشته باشید که جسم ساکن مرجع، انتخابی است و شما در انتخاب این مرجع آزاد هستید.

دو نوع معروف حرکت، یعنی حرکت دورانی و انتقالی را مورد بررسی قرار می‌دهیم، البته برخی از اجسام نیز هر دو حرکت دورانی و انتقالی را به صورت هم‌زمان دارند.

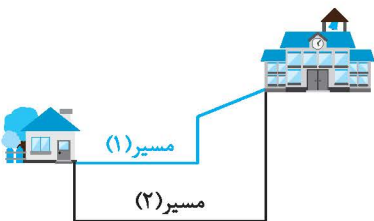
در حرکت انتقالی، تمام نقاط یک جسم مانند هم حرکت می‌کنند. مثل بدنه اتومبیل، کتاب‌های پشت یک کامیون و ...، برای بررسی حرکت انتقالی یک جسم، که در این کتاب خیلی زیاد با آن سروکار داریم، جسم را به عنوان یک نقطه در نظر گرفته و حرکت آن نقطه را بررسی می‌کنیم. ولی در حرکت دورانی، تمام نقاط جسم روی دایره‌های هم‌مرکز حرکت می‌کنند. مانند عقربه‌های ساعت، موتور ماشین لباسشویی و ...



برخی اجسام نیز به صورت هم‌زمان حرکت دورانی و انتقالی دارند. در این نوع حرکت تمام نقاط جسم روی دایره‌های هم‌مرکز، دوران می‌کنند و مرکز این دایره‌ها روی یک خط در حال حرکت است. مانند چرخ اتومبیل در حال حرکت و تویی که از بالای یک سطح شیب‌دار در حال غلطیدن به سمت پایین است. زمین نیز حرکت دورانی و انتقالی را هم‌زمان انجام می‌دهد. حرکت دورانی زمین حول مرکز خود، باعث به وجود آمدن روز و شب و حرکت انتقالی آن به دور خورشید باعث به وجود آمدن فصل‌ها می‌شود.

**کتاب** برای بررسی حرکت یک جسم، جسم را به صورت یک نقطه در نظر می‌گیریم. این نقطه در واقع همان مرکز ثقل جسم است. به عنوان مثال مرکز ثقل یک جسم کروی مانند زمین، مرکز آن است.

### ← (B) مسافت و جابه‌جایی



زمانی که می‌خواهیم از خانه به سمت مدرسه حرکت کنیم، قطعاً بیش‌تر از یک مسیر برای رسیدن به مقصد وجود دارد. مثلاً در شکل مقابل برای رسیدن به مدرسه دو مسیر وجود دارد که مسیر (۲) طولانی‌تر از مسیر (۱) است.

#### مسافت

مجموع طول‌های پیموده شده بین مبدأ و مقصد را که در طی مسیر پیموده می‌شود، مسافت می‌نامیم. مسافت، یک کمیت عددی (اسکالر) است (کمیت‌های اسکالر با عدد بیان می‌شوند و از محاسبه‌های جبری پیروی می‌کنند) که با نماد  $d$  نمایش داده می‌شود. از آن جایی که مسافت از جنس طول است پس در سیستم بین‌المللی «SI» واحد اندازه‌گیری آن متر (m) انتخاب شده است. برای اندازه‌گیری آن، یکاهای زیادی مانند متر، کیلومتر، سانتی‌متر و ... وجود دارد.

به عنوان مثال: متحرکی ۱۲ متر به سمت شرق رفته، سپس ۸ متر به سمت غرب باز می‌گردد. مسافت طی شده در این حرکت با توجه به شکل برابر مجموع طول‌های پیموده شده، یعنی ۲۰ متر است.

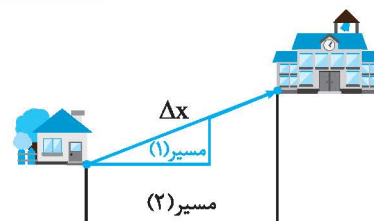
$$\begin{array}{l} \longrightarrow 12\text{m} \\ \longleftarrow 8\text{m} \end{array} \quad d = 12 + 8 = 20\text{m}$$

**مثال:** یک موتورسیکلت به دور یک میدان به شعاع ۳ متر می‌چرخد. مسافت طی شده توسط این موتورسیکلت، پس از یک دور کامل را حساب کنید.

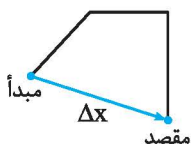
**پاسخ:** مسافت طی شده برابر محیط دایره است.

$$d = \text{محیط دایره} = 2\pi R \Rightarrow d = 2 \times 3.14 \times 3 = 18.84\text{m}$$

#### جابه‌جایی



کوتاه‌ترین فاصله بین مبدأ و مقصد را جابه‌جایی می‌نامیم. به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد فاصله مستقیم بین مبدأ و مقصد بدون توجه به مسیر حرکت، همان جابه‌جایی است. دقت داشته باشید که بین مبدأ و مقصد مشخص مسیره‌های متفاوتی وجود دارد ولی فقط یک جابه‌جایی خواهیم داشت. جابه‌جایی یک کمیت برداری است (یعنی علاوه بر مقدار، جهت نیز دارد و از محاسبه‌های برداری تبعیت می‌کند) که با نماد  $\Delta x$  نمایش داده می‌شود. جابه‌جایی نیز مانند مسافت از جنس طول بوده و واحد اندازه‌گیری آن در سیستم بین‌المللی «SI» متر است.



**مفهوم Δ (دلتا):** دلتا یک حرف یونانی است که در فیزیک به معنای اختلاف بیان می‌شود. زمانی که  $\Delta$  پشت یک کمیت فیزیکی قرار می‌گیرد، به معنی اختلاف آن کمیت است.

توجه داشته باشید که  $x$  به معنی مکان جسم است و  $\Delta x$  یعنی مکان نهایی منهای مکان اولیه و با رابطه روبه‌رو بیان می‌شود:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

مکان جسم در محور مختصات (محور طول) برای حل بسیاری از سؤال‌ها ضروری است. مکان جسم را با حرف  $x$  نشان می‌دهیم. به عنوان مثال زمانی که در یک سؤال عنوان می‌شود جسمی در مکان  $x = 2\text{m}$  قرار دارد و پس از گذشت ۳ ثانیه به  $x = -3\text{m}$  می‌رود، نشان‌دهنده این است که جسم در حال حرکت به سمت منفی محور  $x$  ها است.

$$\begin{array}{c} \Delta x \\ \longleftarrow \\ x_2 \quad \quad \quad x_1 \\ -3 \quad -2 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \end{array} \quad \Delta x = x_2 - x_1 \Rightarrow \Delta x = -3 - 2 = -5\text{m}$$

علامت منفی در جابه‌جایی ( $\Delta x$ ) نشان‌دهنده جهت جابه‌جایی در خلاف محور طول‌ها است.



**مثال:** مسافت بین دو شهر تهران و مشهد تقریباً ۹۰۰ کیلومتر است. یک اتومبیل در طول مسیر با تندیهای متفاوتی حرکت کرده است و حتی در زمانهایی توقف کرده است. اگر کل زمان سفر ۱۲ ساعت باشد، تندی متوسط این اتومبیل چند کیلومتر بر ساعت است؟

**پاسخ:**  $d = 900 \text{ km}$  ,  $t = 12 \text{ h}$  ,  $\bar{s} = ?$

$$\bar{s} = \frac{d}{t} \Rightarrow \bar{s} = \frac{900}{12} = 75 \text{ km/h}$$

زمانی که تندی متوسط اتومبیل ۷۵ km/h است، یعنی اگر یک اتومبیل دیگر با تندی ثابت ۷۵ km/h، بدون توقف و همزمان با اتومبیل قبلی از تهران شروع به حرکت کند، هر دو همزمان به مشهد می‌رسند.

**مثال:** متحرکی مسافت ۱۳/۵ کیلومتری بین دو نقطه را در مدت ۱۵ دقیقه طی می‌کند. تندی متوسط این متحرک را بر حسب m/s , km/h و km/min حساب کنید.

**پاسخ:** برای حل سؤالات فیزیک، واحدهای اندازه‌گیری اهمیت بسیار زیادی دارند. در واقع واحدهای اندازه‌گیری باید با یکدیگر هم‌خوانی داشته باشند. مثلاً زمانی که می‌خواهیم تندی را بر حسب m/s به دست بیاوریم، باید مسافت را بر حسب متر و زمان را بر حسب ثانیه در رابطه قرار دهیم:

$$d = 13.5 \text{ km} = 13500 \text{ m} , t = 15 \text{ min} = 900 \text{ s} , \bar{s} = ? \text{ m/s} , \text{ km/h} , \text{ km/min}$$

مسافت را بر حسب متر و زمان را بر حسب ثانیه در رابطه قرار می‌دهیم تا تندی را بر حسب m/s به دست بیاوریم.

$$\bar{s} = \frac{d}{t} = \frac{13500}{900} = 15 \text{ m/s}$$

برای این که m/s را به km/h تبدیل کنیم، کافی است عدد را در  $\frac{36}{10}$  ضرب کنیم:

$$\bar{s} = 15 \text{ m/s} = 15 \times \frac{36}{10} = 54 \text{ km/h}$$

البته می‌توانستیم مسافت را بر حسب کیلومتر و زمان را بر حسب ساعت قرار دهیم تا تندی بر حسب km/h به دست آید.

$$\bar{s} = \frac{d}{t} = \frac{13.5 \text{ km}}{0.25 \text{ h}} = 54 \text{ km/h}$$

$$\bar{s} = \frac{d}{t} = \frac{13.5 \text{ km}}{15 \text{ min}} = 0.9 \text{ km/min}$$

### سرعت

در زندگی روزمره با واژه سرعت، زیاد سروکار داریم. اما سرعتی که ما از آن صحبت می‌کنیم در واقع همان تندی است. سرعت یک کمیت فیزیکی است که در زندگی روزمره کاربرد چندانی ندارد. اما در فیزیک کاربرد زیادی دارد زیرا در بسیاری از مسائل جهت حرکت برای ما مهم است و سرعت، جهت حرکت را برای ما تعیین می‌کند.

**سرعت:** جابه‌جایی پیموده‌شده در واحد زمان است و از آنجایی که جابه‌جایی یک کمیت برداری است و بر زمان که یک کمیت عددی است تقسیم می‌شود، پس سرعت یک کمیت برداری است.

سرعت را با حرف  $v$  نمایش می‌دهیم که از اول حرف «velocity» در زبان انگلیسی می‌آید. واحد اندازه‌گیری سرعت نیز در سیستم بین‌المللی SI مانند تندی، m/s است.

**سرعت متوسط:** سرعت متوسط را به صورت «جابه‌جایی بین دو نقطه، تقسیم بر زمان این جابه‌جایی» تعریف می‌کنیم. سرعت متوسط را با  $\bar{v}$  نمایش می‌دهیم:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

**سرعت لحظه‌ای:** سرعت متحرک در هر لحظه از زمان را سرعت لحظه‌ای آن می‌نامیم. اندازه سرعت لحظه‌ای با تندی لحظه‌ای برابر است و جهت آن، جهت حرکت متحرک را نشان می‌دهد.

**نکته:** از این به بعد به جای سرعت لحظه‌ای از عبارت «سرعت»، و به جای تندی لحظه‌ای از عبارت «تندی»، استفاده می‌کنیم.

**مثال:** یک اتومبیل طی یک مسیر با گذشت مدت زمان ۲ ساعت، ۷۲ کیلومتر جابه‌جا می‌شود. سرعت متوسط این اتومبیل را حساب کنید.

$$\Delta t = 2 \text{ h} , \Delta x = 72 \text{ km} , \bar{v} = ?$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{72}{2} = 36 \text{ km/h} \Rightarrow \bar{v} = 36 \times \frac{10}{36} = 10 \text{ m/s}$$

**مثال:** شخصی با سرعت متوسط ۱/۸ m/s در حال حرکت است. جابه‌جایی این شخص پس از گذشت نیم ساعت چند کیلومتر است؟

$$\bar{v} = 1/8 \text{ m/s} , \Delta t = 0.5 \text{ h} = 0.5 \times 3600 = 1800 \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 1/8 = \frac{\Delta x}{1800} \Rightarrow \Delta x = 1800 \times 1/8 \Rightarrow 225 \text{ m} \Rightarrow \Delta x = 0.225 \text{ km}$$



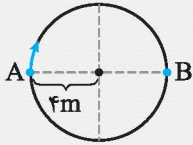
**مثال:** متحرکی در  $t = ۴s$  در مکان  $x = ۳/۴m$  قرار دارد. اگر در زمان  $t = ۵/۶s$  در مکان  $x = ۸/۲m$  باشد، سرعت متوسط این متحرک را حساب کنید.

$$t_1 = ۴s, x_1 = ۳/۴m, t_2 = ۵/۶s, x_2 = ۸/۲m, \bar{v} = ?$$

**پاسخ:**

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \bar{v} = \frac{۸/۲ - ۳/۴}{۵/۶ - ۴} = \frac{۴/۸}{۱/۶} = ۳m/s$$

**مثال:** سرعت متوسط یک متحرک  $۷۲ km/h$  است. حساب کنید چند ثانیه طول می‌کشد تا این متحرک مطابق شکل از A تا B جابه‌جا شود؟



$$\bar{v} = ۷۲ km/h = ۷۲ \times \frac{1}{36} = ۲۰ m/s, \Delta x = 2r = 2 \times 4 = 8m, t = ?$$

**پاسخ:**

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۲۰ = \frac{8}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{8}{۲۰} = ۰/۴s$$

**مثال:** در مثال قبل تندی متوسط را در مسیر نشان داده شده حساب کنید. ( $\pi = ۳$ )

**پاسخ:** زمانی که متحرک از A تا B جابه‌جا می‌شود یعنی همان زمانی که مسیر نیم‌دایره را می‌پیماید، بنابراین داریم:

$$t = ۰/۴s, d = \frac{1}{2} \times \text{محیط دایره} = \frac{1}{2} \times 2\pi R = \frac{1}{2} \times 2 \times 3 \times 4 = ۱۲m$$

$$\bar{s} = \frac{d}{t} = \frac{۱۲}{۰/۴} = ۳۰ m/s$$

**نکته:** همان‌طور که در دو مثال قبلی مشاهده کردید، در یک مسیر تندی متوسط و سرعت متوسط اندازه‌ی برابری نداشتند. همان‌طور که می‌دانید

مسافت همیشه از جابه‌جایی بزرگ‌تر یا برابر آن است. پس می‌توان نتیجه گرفت سرعت متوسط نیز در یک حرکت مشخص همیشه کوچک‌تر یا

$$\bar{v} \leq \bar{s}$$

برابر تندی متوسط خواهد بود:

**نکته:** در برخی از سؤال‌ها نسبت تندی متوسط به سرعت متوسط یا بالعکس خواسته شده است که به راحتی از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$\frac{\bar{s}}{\bar{v}} = \frac{\frac{d}{\Delta t}}{\frac{\Delta x}{\Delta t}} = \frac{d}{\Delta x} \Rightarrow \frac{\bar{v}}{\bar{s}} = \frac{\Delta x}{d}$$

**مثال:** دو اتومبیل از دو مسیر متفاوت فاصله‌ی بین دو شهر را طی می‌کنند. مسافت اتومبیل اول  $۹۰۰ km$  و مسافت اتومبیل دوم  $۱۲۰۰ km$  است. اگر تندی متوسط اتومبیل اول  $۶۰ km/h$  باشد، تندی متوسط اتومبیل دوم باید چند کیلومتر بر ساعت باشد تا این دو اتومبیل سرعت‌های متوسط یکسانی داشته باشند؟

**پاسخ:** از آن‌جایی که مبدأ و مقصد برای هر دو اتومبیل یکسان است پس با این که این دو اتومبیل مسیر طی‌شده و مسافت‌های متفاوتی دارند، اما جابه‌جایی یکسانی دارند. پس برای حل سؤال کفایت مسافت‌ها در زمان‌های یکسانی پیموده شده باشند.

برای اتومبیل اول داریم:

$$\left. \begin{array}{l} d = ۹۰۰ km \\ \bar{s} = ۶۰ km/h \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{s} = \frac{d}{t} \\ ۶۰ = \frac{۹۰۰}{t} \Rightarrow t = \frac{۹۰۰}{۶۰} = ۱۵ h$$

۱۵ ساعت طول کشیده است تا اتومبیل اول به مقصد برسد. همین زمان را برای اتومبیل دوم در نظر می‌گیریم تا بتوانیم تندی متوسط آن را حساب کنیم.

$$d = ۱۲۰۰ km, t = ۱۵ h, s = ?$$

$$s = \frac{d}{t} \Rightarrow s = \frac{۱۲۰۰}{۱۵} = ۸۰ km/h$$

### ۱۵ حرکت یکنواخت روی خط راست



حرکت یکنواخت روی خط راست که به اختصار حرکت یکنواخت نامیده می‌شود، حرکتی است که شروط زیر را داشته باشد:

۱- متحرک حتماً روی خط مستقیم حرکت کند.

۲- متحرک تغییر جهت حرکت ندهد. (فقط رو به جلو یا عقب حرکت کند).

۳- سرعت حرکت ثابت باشد.





**کتاب** در این حرکت سرعت لحظه‌ای، متوسط، تندی لحظه‌ای و تندی متوسط همگی با هم برابر هستند.

**کتاب** در این حرکت مسافت با جابه‌جایی برابر است.

روابط مربوط به حرکت یکنواخت:

$$\Delta x = vt \quad \text{معادله جابه‌جایی}$$

$$x_2 = vt + x_1 \quad \text{معادله مکان-زمان}$$

$$\bar{v} = v, \quad \bar{s} = s, \quad \Delta x = d$$

**مثال:** اتومبیلی به طور یکنواخت با سرعت ثابت  $72 \text{ km/h}$  در حال حرکت است. این اتومبیل برای طی کردن مسافت  $1250$  متر به چند ثانیه زمان نیاز دارد؟

$$v = 72 \text{ km/h} = 72 \times \frac{1000}{3600} = 20 \text{ m/s}, \quad \Delta x = d = 1250 \text{ m}, \quad t = ?$$

**پاسخ:**

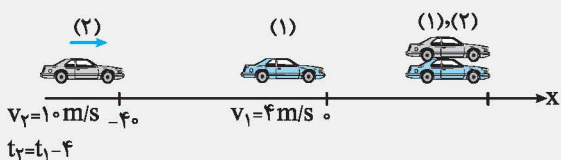
$$\Delta x = vt \Rightarrow 1250 = 20t \Rightarrow t = \frac{1250}{20} = 62.5 \text{ s}$$

**راهبرد حل مسئله:** برخی از مسائل به صورت دو متحرک مطرح می‌شوند که بر اساس حرکت این دو متحرک حل مسائل هم متفاوت خواهد بود. برای مثال زمانی که دو متحرک از یک فاصله مشخص به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و پس از گذشت یک زمان مشخص به هم می‌رسند، جمع جابه‌جایی‌های این دو متحرک با فاصله آن‌ها در ابتدای مسیر برابر خواهد بود. یا سؤال به این صورت مطرح می‌شود که اتومبیل دوم چند ثانیه دیرتر به راه می‌افتد؛ برای حل این‌طور مسائل، زمان متحرک دوم را به اندازه تأخیر در شروع حرکت از زمان حرکت متحرک اول کم‌تر در نظر می‌گیریم.

**مثال:** اتومبیلی در لحظه  $t = 0$  با سرعت  $4 \text{ m/s}$  از مکان  $x = 0$  عبور می‌کند و بعد از  $4$  ثانیه اتومبیل دیگری با سرعت ثابت  $10 \text{ m/s}$  از مکان  $x = -40 \text{ m}$  رد می‌شود، اگر مسیر حرکت این دو اتومبیل روی خط راست باشد:

(آ) این دو متحرک در چه زمانی به هم می‌رسند؟  
(ب) این دو متحرک در چه مکانی به هم می‌رسند؟

**پاسخ:** (آ) در این سؤال اتومبیل‌ها به یک مکان می‌رسند و با توجه به شکل زیر جابه‌جایی اتومبیل دوم  $40$  متر بیش‌تر است، بنابراین داریم:



$$\begin{aligned} \Delta x_2 &= \Delta x_1 + 40 \\ v_2 t_2 &= v_1 t_1 + 40 \Rightarrow 10(t_1 - 4) = 4t_1 + 40 \Rightarrow 10t_1 - 40 = 4t_1 + 40 \\ &\Rightarrow 6t_1 = 80 \Rightarrow t_1 = \frac{80}{6} = \frac{40}{3} \text{ s} \end{aligned}$$

(ب) برای حل این قسمت باید زمان  $t_1 = \frac{40}{3} \text{ s}$  را در معادله مکان متحرک اول قرار بدهیم یا زمان  $t_2 = t_1 - 4 = \frac{40}{3} - 4 = \frac{40}{3} - \frac{12}{3} = \frac{28}{3}$  را در معادله مکان متحرک دوم قرار بدهیم.

$$x_2 = vt + x_1 \Rightarrow x_2 = \left(4 \times \frac{40}{3}\right) + 0 \Rightarrow x_2 = \frac{160}{3} \text{ m}$$

روش اول:

$$x_2 = vt + x_1 \Rightarrow x_2 = 10 \left(\frac{40}{3} - 4\right) - 40$$

روش دوم:

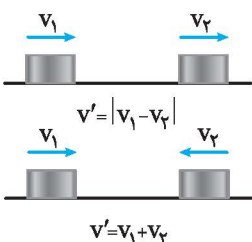
$$x_2 = \frac{400}{3} - 40 - 40 = \frac{400}{3} - 80 \Rightarrow x_2 = \frac{160}{3} \text{ m}$$

## وپژه علاقمندان

### سرعت نسبی

همان‌طور که قبلاً گفته شد، در بیش‌تر مسائل، حرکت اجسام را نسبت به زمین ساکن در نظر می‌گیریم. اما می‌توانیم سرعت یک جسم را نسبت به یک جسم در حال حرکت دیگر حساب کنیم. محاسبه سرعت نسبی در مسائلی که در مورد دو متحرک مطرح می‌شود می‌تواند به ما کمک کند. برای این منظور، سرعت نسبی را به دو دسته تقسیم می‌کنیم:

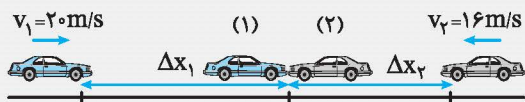
(آ) دو متحرک در یک جهت در حال حرکت باشند: در این صورت سرعت نسبی برابر با حاصل تفاضل سرعت‌های دو متحرک است. سرعت نسبی را با  $v'$  نمایش می‌دهیم.



(ب) دو متحرک در خلاف جهت هم‌دیگر در حال حرکت باشند: در این صورت سرعت نسبی برابر با حاصل جمع سرعت‌های دو متحرک خواهد بود.

**راهبرد حل مسأله:** با دانستن سرعت نسبی می‌توان خیلی راحت‌تر به مسائلی که دارای دو متحرک هستند پرداخت. برای این کار ابتدا سرعت نسبی را حساب می‌کنیم. سپس یکی از دو متحرک را ساکن فرض کرده و متحرک دوم را با سرعت نسبی در حال حرکت فرض می‌کنیم.

**مثال:** دو اتومبیل با سرعت‌های ثابت  $20 \text{ m/s}$  و  $16 \text{ m/s}$  روی خط راست از یک فاصله مشخص به سمت همدیگر در حرکتند. اگر این دو اتومبیل بعد از  $12$  ثانیه به یکدیگر برسند، فاصله اولیه آن‌ها را حساب کنید.



**پاسخ:**

$$\Delta x_1 = v_1 t_1, \Delta x_2 = v_2 t_2, t_1 = t_2 = 12 \text{ s}, \Delta x_1 + \Delta x_2 = ?$$

$$\Delta x_1 = 20 \times 12 = 240 \text{ m}, \Delta x_2 = 16 \times 12 = 192 \text{ m} \Rightarrow \Delta x_1 + \Delta x_2 = 240 + 192 = 432 \text{ m}$$

**حل با روش سرعت نسبی:**

هر دو اتومبیل به سمت همدیگر در حال حرکت هستند یعنی جهت حرکت در خلاف جهت همدیگر است. پس سرعت نسبی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$v' = v_1 + v_2 \Rightarrow v' = 20 + 16 = 36 \text{ m/s}$$

یکی از اتومبیل‌ها را ساکن فرض کرده و اتومبیل دوم را با سرعت  $36 \text{ m/s}$  در حال حرکت به سمت اتومبیل اول در نظر می‌گیریم:

$$t = 12 \text{ s}, v = 36 \text{ m/s}, \Delta x = ?$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 36 = \frac{\Delta x}{12} \Rightarrow \Delta x = 36 \times 12 = 432 \text{ m}$$

### محاسبه سرعت متوسط در مسائل چند مرحله‌ای

در برخی از مسائل، یک متحرک، مسیری را در چند مرحله و البته در هر مرحله به‌صورت یکنواخت طی می‌کند. در این مسائل به روش زیر عمل می‌کنیم. به طور مثال اگر حرکت متحرک دارای ۳ مرحله باشد، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$\Delta x_1$	$\Delta x_2$	$\Delta x_3$
$v_1$	$v_2$	$v_3$
$t_1$	$t_2$	$t_3$

مرحله اول: با کشیدن شکلی مانند شکل روبه‌رو تعداد مراحل و کمیت‌های مورد نیاز را مشخص می‌کنیم.

مرحله دوم: اطلاعاتی که در مسأله داریم از قبیل جابه‌جایی، زمان یا سرعت هر مرحله را در شکل مشخص می‌کنیم.

مرحله سوم: اطلاعاتی که نیاز داریم را از روابطی که بلدیم به‌دست می‌آوریم. مثلاً اگر زمان یک مرحله را نداشته‌ایم، از رابطه  $t = \frac{\Delta x}{v}$  و اگر جابه‌جایی را نداشته‌ایم از رابطه  $\Delta x = vt$  استفاده می‌کنیم.

$$v = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3}$$

مرحله چهارم: با استفاده از رابطه روبه‌رو سرعت متوسط را محاسبه می‌کنیم:

از این رابطه در می‌یابیم که، در مسائل چند مرحله‌ای نیز در آخر جمع تمام جابه‌جایی‌ها را باید تقسیم بر جمع تمام زمان‌های این جابه‌جایی‌ها کنیم.

$\Delta x_1 = 20 \text{ m}$	$\Delta x_2 = 18 \text{ m}$	$\Delta x_3 = ?$
$\Delta t_1 = 4 \text{ s}$	$\Delta t_2 = ?$	$\Delta t_3 = 2 \text{ s}$
$v_1 = ?$	$v_2 = 3 \text{ m/s}$	$v_3 = 11 \text{ m/s}$

**مثال:** متحرکی روی خط راست و در یک جهت، مسافت  $20$  متر را در مدت زمان  $4$  ثانیه، سپس مسافت  $18$  متر را با سرعت ثابت  $3 \text{ m/s}$  و بعد از آن به مدت  $2$  ثانیه با سرعت  $11 \text{ m/s}$  حرکت می‌کند. سرعت متوسط این حرکت را حساب کنید.

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}$$

**پاسخ:** در مرحله اول  $v_1$  را نداریم. البته نیازی هم به محاسبه  $v_1$  نیست زیرا در فرمول نهایی قرار ندارد:

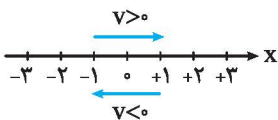
$$\Delta t_2 = \frac{\Delta x_2}{v_2} = \frac{18}{3} = 6 \text{ s}$$

در مرحله دوم  $t_2$  را نداریم:

$$\Delta x_3 = v_3 \Delta t_3 = 11 \times 2 = 22 \text{ m}$$

در مرحله سوم  $\Delta x_3$  را نداریم:

$$\Rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3} = \frac{20 + 18 + 22}{4 + 6 + 2} = \frac{60}{12} = 5 \text{ m/s}$$



**مفهوم سرعت منفی:** از آن جایی که ما پایه نهم فقط در یک بعد بررسی می‌کنیم و سرعت نیز یک کمیت برداری است پس قرارداد می‌کنیم حرکت در جهت مثبت محور طول‌ها دارای سرعت مثبت و حرکت در جهت منفی محور طول‌ها دارای سرعت منفی باشد.

**مثال:** متحرکی با سرعت متوسط  $-8 \text{ m/s}$  در حال حرکت است. اگر این متحرک در زمان  $t = 3 \text{ s}$  در مکان  $x = 6 \text{ m}$  باشد، در زمان  $t = 15 \text{ s}$  در چه مکانی قرار دارد؟

**پاسخ:**

$$\bar{v} = -8 \text{ m/s}, t_1 = 3 \text{ s}, x_1 = 6 \text{ m}, t_2 = 15 \text{ s}, x_2 = ?$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$-8 = \frac{x_2 - 6}{15 - 3} \Rightarrow \frac{-8}{1} = \frac{x_2 - 6}{12} \Rightarrow x_2 - 6 = -96 \Rightarrow x_2 = -90 \text{ m}$$

یعنی متحرک در زمان ۱۵ ثانیه به سمت منفی محور طول‌ها در حال حرکت بوده است.

### ← شتاب

#### شتاب متوسط

به نسبت تغییرات سرعت به زمان آن تغییرات، شتاب متوسط می‌گویند.

**مفهوم شتاب:** شرکت‌های خودروسازی برای معرفی محصول خود از شتاب کمک می‌گیرند. برای مثال بیان می‌کنند که صفر تا صد این خودرو ۵ ثانیه است. یعنی این خودرو پس از گذشت ۵ ثانیه از شروع حرکت به سرعت  $100 \text{ km/h}$  می‌رسد. می‌توان گفت به طور میانگین سرعت این خودرو در هر ثانیه  $20 \text{ km/h}$  زیاد شده است.

هر چه این زمان کم‌تر باشد، خودرو زودتر به سرعت  $100 \text{ km/h}$  می‌رسد. یعنی شتاب خودرو بیش‌تر است. پس شتاب با زمان رابطه عکس دارد.

**کلمه:** شتاب یک کمیت برداری است و با حرف **a** که حرف اول کلمه **acceleration** است، نشان داده می‌شود.

#### رابطه شتاب متوسط:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$\bar{a}$ : شتاب متوسط برحسب  $(\text{m/s}^2)$

$v_2$ : سرعت نهایی  $(\text{m/s})$ ،  $v_1$ : سرعت اولیه  $(\text{m/s})$ ،  $t_2$ : زمان نهایی  $(\text{s})$ ،  $t_1$ : زمان اولیه  $(\text{s})$

**کلمه:** واحد اندازه‌گیری شتاب در SI (سیستم بین‌المللی یکاها) متر بر مربع ثانیه  $(\text{m/s}^2)$  است.

**انواع شتاب:** شتاب بر دو نوع افزایشنده و کاهشنده است.

**شتاب افزایشنده:** اگر مقدار سرعت متحرک در حال افزایش باشد، می‌گوییم شتاب افزایشنده و حرکت تندشونده است. مانند اتومبیل‌های فرمول ۱ در ابتدای مسابقه یا سقوط یک میوه از درخت.

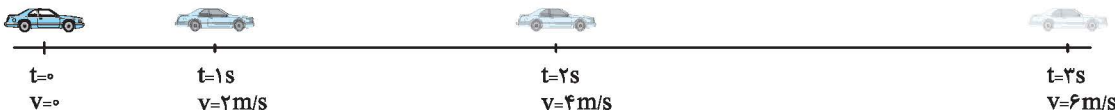
**شتاب کاهشنده:** اگر مقدار سرعت متحرک در حال کاهش باشد، می‌گوییم شتاب کاهشنده و حرکت کندشونده است. مانند اتومبیل در حال ترمز کردن یا توبی را که به بالا پرتاب کرده‌ایم تا زمان قبل از سقوط.

### == ویژه علاقمندان

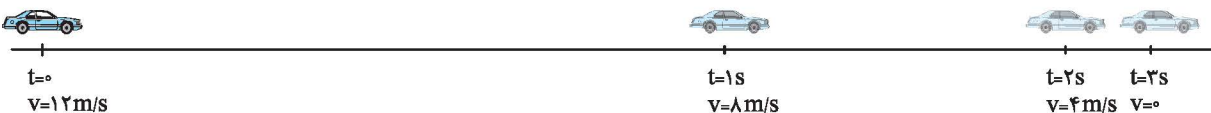
#### حرکت شتابدار با شتاب ثابت

هنگامی که یک جسم را در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم، سرعت آن لحظه به لحظه کم می‌شود تا در بالاترین نقطه می‌ایستد. این حرکت یک نوع حرکت شتابدار با شتاب ثابت کاهشنده است. یعنی در هر ثانیه به میزان ثابتی از مقدار سرعتش کاسته می‌شود که در واقع این مقدار ثابت همان شتاب گرانشی یا «g» است یا در شکل زیر اتومبیل دارای شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  است زیرا در هر ثانیه به سرعت اتومبیل  $2 \text{ m/s}$  افزوده می‌شود.

با توجه به شکل متوجه می‌شویم که میزان جابه‌جایی در هر ثانیه نسبت به ثانیه قبلی افزایش یافته است و این فرق مهم بین حرکت یکنواخت و حرکت شتابدار با شتاب ثابت است.



در شکل زیر اتومبیل دارای شتاب  $-4 \text{ m/s}^2$  است زیرا در هر ثانیه به اندازه  $4 \text{ m/s}$  از سرعت اتومبیل کاسته می‌شود. این مصداق حرکت شتابدار با شتاب ثابت کاهشنده است.





## روابط مربوط به حرکت شتابدار با شتاب ثابت

$$v_2 = at + v_1$$

۱- برای پیدا کردن سرعت نهایی متحرک از رابطه روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$v_2: \text{سرعت نهایی (m/s)}, a: \text{شتاب (m/s}^2\text{)}, t: \text{زمان (s)}, v_1: \text{سرعت اولیه (m/s)}$$

۲- برای پیدا کردن سرعت متوسط در این نوع حرکت می‌توان از رابطه‌های زیر استفاده کرد:

$$\left. \begin{aligned} \bar{v} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} & (1) \\ \bar{v} &= \frac{v_1 + v_2}{2} & (2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{فرمول طلایی (مستقل از شتاب)} \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$\bar{v} = \frac{1}{2}at + v_1$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_1t$$

۳- برای محاسبه جابه‌جایی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

## حرکت سقوط آزاد

هر نوع حرکتی که فقط تحت تأثیر نیروی جاذبه انجام شود، حرکت سقوط آزاد نامیده می‌شود حال چه حرکت رو به بالا یا رو به پایین باشد.

**نکته** در حرکت سقوط آزاد همیشه شتاب را برابر  $-g$ ، قرار می‌دهیم و فقط حرکت رو به بالا را مثبت در نظر می‌گیریم. تمام روابط حرکت با شتاب ثابت در این حرکت صدق می‌کند فقط به جای شتاب  $a$ ،  $-g$  و به جای  $x$ ،  $y$  را قرار می‌دهیم.

$$\begin{aligned} v_2 &= -gt + v_1 & \bar{v} &= \frac{\Delta y}{\Delta t} & \bar{v} &= \frac{v_1 + v_2}{2} \\ \bar{v} &= -\frac{1}{2}gt + v_1 & \frac{\Delta y}{\Delta t} &= \frac{v_1 + v_2}{2} & \Delta y &= -\frac{1}{2}gt^2 + v_1t \end{aligned}$$

**نکته** اگر جسم رو به بالا حرکت کرد، سرعت آن را مثبت و اگر رو به پایین حرکت کرد سرعت را منفی در نظر می‌گیریم.

اگر یک توپ را به سمت بالا پرتاب کنیم و در هر ثانیه از این توپ عکس بگیریم و تمام عکس‌ها را در یک قاب قرار بدهیم، تصویری مطابق شکل مقابل خواهیم داشت:

حرکت رو به بالا

و اگر همین توپ را از یک ارتفاع معین رها کنیم و مانند مثال قبل در هر ثانیه از آن عکس بگیریم تصویری مطابق شکل مقابل خواهیم داشت:

حرکت رو به پایین

**مثال:** یک اتومبیل که با سرعت ثابت در حال حرکت است ناگهان مانعی را می‌بیند و با شتاب  $-3 \text{ m/s}^2$  ترمز می‌کند و پس از  $12 \text{ s}$  می‌ایستد.

(آ) سرعت اولیه اتومبیل چند متر بر ثانیه و چند کیلومتر بر ساعت بوده است؟

(ب) سرعت متوسط اتومبیل را در این حرکت حساب کنید.

**پاسخ:**

$$a = -3 \text{ m/s}^2, t = 12 \text{ s}, v_2 = 0, v_1 = ? \text{ (ب)}, \bar{v} = ?$$

$$v_2 = at + v_1$$

(آ)

$$0 = (-3)(12) + v_1 \Rightarrow 0 = -36 + v_1 \Rightarrow v_1 = 36 \text{ m/s} \Rightarrow v_1 = 36 \times \frac{36}{10} = 129.6 \text{ km/h}$$

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \bar{v} = \frac{36 + 0}{2} \Rightarrow \bar{v} = 18 \text{ m/s}$$

(ب) روش اول:

$$\bar{v} = \frac{1}{2}at + v_1 \Rightarrow \bar{v} = \frac{1}{2} \times (-3) \times 12 + 36$$

روش دوم:

$$\bar{v} = -18 + 36 \Rightarrow \bar{v} = 18 \text{ m/s}$$



**مثال:** سنگی را با سرعت اولیه  $20\text{ m/s}$  در راستای قائم روبه بالا پرتاب می‌کنیم. این سنگ حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

$$v_1 = 20\text{ m/s}, v_2 = 0, g = 10\text{ m/s}^2$$

$$v_2 = -gt + v_1 \Rightarrow 0 = -10t + 20 \Rightarrow 10t = 20 \Rightarrow t = 2\text{ s}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \frac{\Delta y}{2} = \frac{20 + 0}{2} \Rightarrow \Delta y = 20\text{ m}$$

**پاسخ:**

**مثال:** یک گلوله را از بالای یک بلندی رها می‌کنیم. بعد از گذشت چه زمانی این گلوله با سرعت  $8\text{ m/s}$  به زمین برخورد می‌کند؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

$$v_1 = 0, v_2 = -8\text{ m/s}, t = ?$$

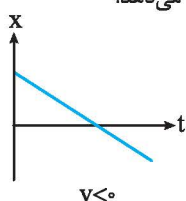
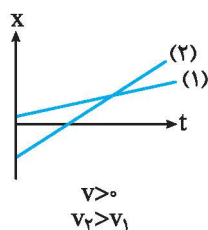
$$v_2 = -gt + v_1$$

$$-8 = (-10)t + 0 \Rightarrow t = 0.8\text{ s}$$

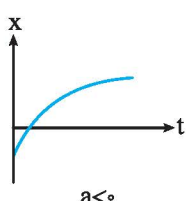
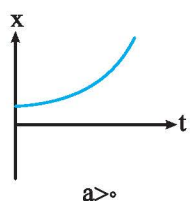
**پاسخ:** چون حرکت گلوله به سمت پایین است، علامت  $v_2$  منفی است.

### ← نمودارهای $a-t$ , $v-t$ , $x-t$

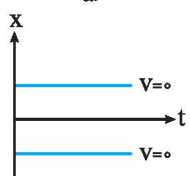
**نمودار مکان - زمان ( $x-t$ ):** نموداری که محور افقی، زمان و محور عمودی، مکان متحرک را نمایش می‌دهد.



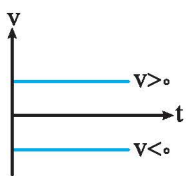
۱- حرکت یکنواخت: نمودار مکان - زمان حرکت یکنواخت به صورت یک خط راست خواهد بود. این خط حتماً دارای شیب است و این شیب معرف سرعت ثابت این حرکت می‌باشد.



۲- حرکت شتابدار با شتاب ثابت: نمودار مکان - زمان حرکت شتابدار با شتاب ثابت به صورت منحنی خواهد بود.

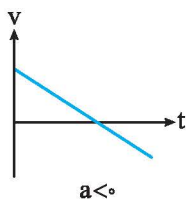
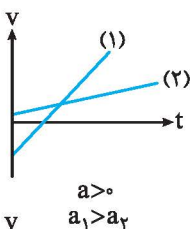


۳- جسم ساکن: نمودار مکان زمان برای جسم ساکن به صورت خط افقی موازی محور زمان خواهد بود.

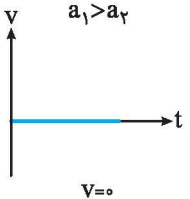


**نمودار سرعت - زمان ( $v-t$ ):** نموداری که محور افقی آن زمان و محور عمودی آن سرعت است.

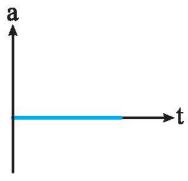
۱- حرکت یکنواخت: نمودار سرعت - زمان این نوع حرکت به صورت خط افقی و موازی با محور زمان خواهد بود.



۲- حرکت شتابدار با شتاب ثابت: نمودار سرعت - زمان این نوع حرکت به صورت خط راست خواهد بود. این خط حتماً باید دارای شیب باشد و شیب آن معرف شتاب است.

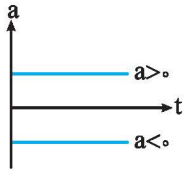


۳- جسم ساکن: برای جسم ساکن سرعت صفر است و باید نمودار سرعت - زمان آن دقیقاً روی محور زمان قرار داشته باشد.



نمودار شتاب - زمان ( $a-t$ ): نموداری که محور افقی آن، زمان و محور عمودی آن شتاب است.

۱- حرکت یکنواخت: در حرکت یکنواخت در واقع شتاب صفر است. پس نمودار شتاب - زمان آن دقیقاً روی محور زمان قرار می‌گیرد.



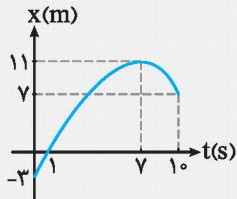
۲- حرکت شتابدار با شتاب ثابت: نمودار شتاب - زمان این حرکت به صورت خط افقی موازی محور زمان خواهد بود. البته دقت کنید که نباید روی محور زمان قرار بگیرد.

### محاسبه سرعت متوسط از روی نمودار مکان - زمان

برای محاسبه سرعت متوسط از روی نمودار مکان - زمان باید مکان اولیه و مکان نهایی را روی نمودار مشخص کنیم و از آن نقاط به صورت نقطه چین موازی محور زمان و به سمت محور مکان خطی رسم کنیم. عدد روی محور مکان، مکان اولیه و نهایی خواهد بود. سپس با استفاده از فرمول سرعت متوسط می‌توانیم مسأله را حل کنیم.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

**مثال:** نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط را در حالت‌های زیر حساب کنید.

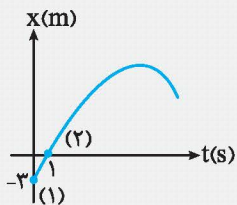


(آ) از صفر تا ۱ ثانیه

(ب) از صفر تا ۷ ثانیه

(پ) از ۷ تا ۱۰ ثانیه

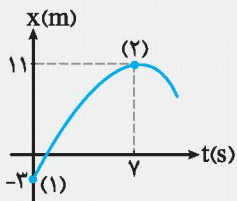
پاسخ: (آ)



$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = -3 \text{ m}$$

$$t_2 = 1 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 0$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - (-3)}{1 - 0} = \frac{3}{1} \Rightarrow \bar{v} = 3 \text{ m/s}$$

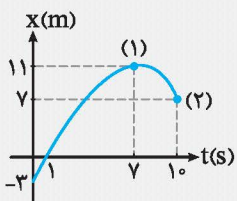


$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = -3 \text{ m}$$

$$t_2 = 7 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 11 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{11 - (-3)}{7 - 0} = \frac{14}{7} \Rightarrow \bar{v} = 2 \text{ m/s}$$

(ب)



$$t_1 = 7 \text{ s} \Rightarrow x_1 = 11 \text{ m}$$

$$t_2 = 10 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 7 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{7 - 11}{10 - 7} = \frac{-4}{3} \Rightarrow \bar{v} = -\frac{4}{3} \text{ m/s}$$

(پ)

همان‌طور که از قبل می‌دانید سرعت منفی به معنی این است که متحرک به سمت منفی محور در حال حرکت است.



## ایستگاه مورفصل

## سوالات جای خالی

- ۱- تفاوت تندی و سرعت در ..... (یکا - داشتن جهت) است.
- ۲- نسبت «مجموع طول‌های پیموده شده بین مبدأ و مقصد حرکت» به «زمان» بیانگر ..... (تندی متوسط - سرعت متوسط) است.
- ۳- بزرگی سرعت لحظه‌ای در واقع همان ..... (شتاب - تندی) است.
- ۴- در حرکت یکنواخت بر خط راست، سرعت متوسط ..... (برابر با - کوچک‌تر از) سرعت لحظه‌ای است.
- ۵- مسافت و جابه‌جایی هر دو ..... (یک نوع یکا دارند - برابرند).
- ۶- تعریف «تغییرات سرعت در واحد زمان» معرف ..... (سرعت متوسط - شتاب متوسط) است.
- ۷- در صورتی‌که حرکت ..... (شتابدار - یکنواخت) باشد، تندی متوسط و سرعت متوسط با هم برابرند.
- ۸- آنچه عقربه کیلومترشمار جلوی راننده در اتومبیل نمایش می‌دهد ..... (تندی لحظه‌ای - تندی متوسط) است.
- ۹- سرعت همیشه با ..... (شتاب - جابه‌جایی) هم جهت است.
- ۱۰- در حرکت یکنواخت ..... (سرعت - مسافت) ثابت است.
- ۱۱- وقتی جسمی در خلأ سقوط می‌کند، در حین سقوط سرعتش ..... (کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد) و شتابش ..... (ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد).
- ۱۲- وقتی که سرعت یک ماشین در حال افزایش است، شتاب آن ..... (افزاینده - کاهنده) می‌باشد.
- ۱۳- برای تبدیل واحد سرعت از  $\text{km/h}$  به  $\text{m/s}$ ، کافی است عدد مورد نظر را در .....  $\left(\frac{۳۶}{۱۰} - \frac{۱۰}{۳۶}\right)$  ضرب کنیم.
- ۱۴- مساحت زیر نمودار شتاب - زمان برابر با ..... (تغییرات سرعت - تغییرات مکان) است.
- ۱۵- اگر سرعت جسمی ..... (ثابت باشد - افزایش یابد)، شتاب آن الزاماً صفر است.
- ۱۶- تندی متحرک در هر لحظه، ..... (تندی لحظه‌ای - سرعت لحظه‌ای) است.
- ۱۷- در حرکت ..... (یکنواخت - شتابدار)، متحرک در زمان‌های مساوی، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند.
- ۱۸- شیب نمودار مکان - زمان معرف ..... (سرعت - شتاب) است.
- ۱۹- اتومبیل‌هایی که شتاب بالایی دارند، صفر تا صد آن‌ها در زمان ..... (کم‌تری - بیش‌تری) طی می‌شود.
- ۲۰- سنگی که در حال سقوط است، جابه‌جایی‌اش در زمان‌های متوالی ..... (افزایش - کاهش) می‌یابد.

## سوالات صحیح یا غلط

- ۲۱- همه چیز در جهان پیرامون ما در حرکت است. ( )
- ۲۲- یک جسم متحرک، نسبت به تمام اجسام دیگر حرکت دارد. ( )
- ۲۳- ممکن است یک جسم نسبت به جسمی ساکن و نسبت به جسم دیگری متحرک باشد. ( )
- ۲۴- حتی خورشید نیز متحرک است. ( )
- ۲۵- به فاصله مستقیم که متحرک برای رفتن از مبدأ به مقصد می‌پیماید، «جابه‌جایی» می‌گویند. ( )
- ۲۶- مجموع طول‌هایی که متحرک برای رفتن از مبدأ به مقصد می‌پیماید، «جابه‌جایی» نام دارد. ( )
- ۲۷- به فاصله مستقیم میان مبدأ و مقصد «مسافت» گفته می‌شود. ( )
- ۲۸- به مجموع مسافت‌های طی‌شده توسط یک متحرک «جابه‌جایی» می‌گویند. ( )
- ۲۹- تندی، یک کمیت عددی و سرعت، یک کمیت برداری است. ( )
- ۳۰- تندی، مسافت پیموده شده نسبت به زمان است ولی سرعت، جابه‌جایی نسبت به زمان را نشان می‌دهد. ( )

- ۳۱- یکای اندازه‌گیری سرعت و تندی، متر بر ثانیه است. ( )
- ۳۲- اگر یک هواپیما در حرکت خود، نصف فاصله‌ای را که قبلاً پیموده طی کند و زمان این کار را دو برابر گذشته افزایش دهد، سرعت آن یک چهارم می‌شود. ( )
- ۳۳- سرعت نشان‌دهنده تغییرات نیرو در واحد زمان است. ( )
- ۳۴- شتاب نشان‌دهنده تغییرات حرکت در واحد زمان است. ( )
- ۳۵- سرعت نشان‌دهنده تغییرات جابه‌جایی در واحد زمان است. ( )
- ۳۶- شتاب نشان‌دهنده تغییرات سرعت در واحد زمان است. ( )
- ۳۷- هنگامی که در جاده مستقیم، عقربه تندی‌سنج اتومبیل ثابت باشد، اندازه سرعت اتومبیل ثابت است. ( )
- ۳۸- وقتی اتومبیل وارد سربالایی جاده کوهستانی می‌شود و کم‌کم متوقف می‌شود، شتاب افزایشدهنده است. ( )
- ۳۹- وقتی راننده پایش را از روی پدال گاز برمی‌دارد، شتاب کاهشدهنده است. ( )
- ۴۰- وقتی اتومبیلی سرعتش از صفر به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می‌رسد، شتاب افزایشدهنده است. ( )

### پاسخنامه ایستگاه

- |                                                                                                                           |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ۲۲- غلط - یک جسم متحرک ممکن است نسبت به جسم دیگری ساکن باشد مانند شخصی که کنار راننده درون اتومبیل در حال حرکت نشسته است. | ۱- داشتن جهت                      |
| ۲۳- صحیح                                                                                                                  | ۲- تندی متوسط                     |
| ۲۴- صحیح                                                                                                                  | ۳- تندی                           |
| ۲۵- صحیح                                                                                                                  | ۴- برابر با                       |
| ۲۶- غلط - تعریف مسافت است.                                                                                                | ۵- یک نوع یکا دارند               |
| ۲۷- غلط - جابه‌جایی گفته می‌شود.                                                                                          | ۶- شتاب متوسط                     |
| ۲۸- غلط - مسافت می‌گویند.                                                                                                 | ۷- یکنواخت                        |
| ۲۹- صحیح                                                                                                                  | ۸- تندی لحظه‌ای                   |
| ۳۰- صحیح                                                                                                                  | ۹- جابه‌جایی                      |
| ۳۱- صحیح                                                                                                                  | ۱۰- سرعت                          |
| ۳۲- صحیح - سرعت متوسط با جابه‌جایی رابطه مستقیم و با زمان رابطه عکس دارد. پس داریم:                                       | ۱۱- افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند |
| $\bar{v} = \frac{1}{\frac{2}{2}} = \frac{1}{4}$                                                                           | ۱۲- افزایشدهنده                   |
| ۳۳- غلط - سرعت نشان‌دهنده تغییرات مکان (جابه‌جایی) به زمان است.                                                           | ۱۳- $\frac{10}{36}$               |
| ۳۴- غلط - شتاب نشان‌دهنده تغییرات سرعت به زمان است.                                                                       | ۱۴- تغییرات سرعت                  |
| ۳۵- صحیح                                                                                                                  | ۱۵- ثابت باشد                     |
| ۳۶- صحیح                                                                                                                  | ۱۶- تندی لحظه‌ای                  |
| ۳۷- صحیح                                                                                                                  | ۱۷- یکنواخت                       |
| ۳۸- غلط - شتاب کاهشدهنده است.                                                                                             | ۱۸- سرعت                          |
| ۳۹- صحیح                                                                                                                  | ۱۹- کم‌تری                        |
| ۴۰- صحیح                                                                                                                  | ۲۰- افزایش                        |
|                                                                                                                           | ۲۱- صحیح                          |

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل چهارم

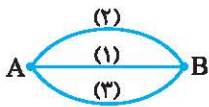
### (A) حرکت

۱. کدام گزینه صحیح است؟
  - ۱) هر جسم متحرکی نسبت به تمام اجسام متحرک است.
  - ۲) یک جسم ساکن نسبت به تمام اجسام ساکن است.
  - ۳) خورشید ساکن است.
  - ۴) دو جسم متحرک از نظر یک ناظر، می‌توانند ساکن یا متحرک باشند.
۲. کدام گزینه در مورد حرکت اشتباه است؟
  - ۱) هنگامی که مکان و فاصله یک جسم نسبت به جسم دیگری تغییر کند، می‌گوییم جسم حرکت کرده است.
  - ۲) تمام اجسام در این جهان در حال حرکت هستند.
  - ۳) خورشید تنها جسم ساکن در جهان است.
  - ۴) مکان یک جسم متحرک از دید دو مرجع اندازه‌گیری مختلف، می‌تواند متفاوت باشد.
۳. بادبادکی که نخ آن پاره شده و توسط باد حرکت می‌کند، .....
  - ۱) نسبت به همه چیز در حال حرکت است.
  - ۲) ساکن است.
  - ۳) نسبت به زمین ساکن است.
  - ۴) نسبت به باد ساکن است.
۴. کدام گزینه نسبت به زمین ساکن محسوب می‌شود؟
  - ۱) برگ درختی که روی آب رودخانه خروشان قرار دارد.
  - ۲) تخته سنگ بزرگی که روی کوه دماوند قرار دارد.
  - ۳) اتومبیلی که دور یک میدان در حال گردش است.
  - ۴) سیب رسیده‌ای که از روی درخت در حال سقوط است.
۵. قایقی که روی آب روان رودخانه بدون بادبان و بدون پارو در حال حرکت است، .....
  - ۱) نسبت به آب رودخانه در حال حرکت است.
  - ۲) نسبت به زمین ساکن است.
  - ۳) نسبت به شخصی که کنار رودخانه ایستاده، ساکن است.
  - ۴) نسبت به درخت‌های کنار رودخانه متحرک است.
۶. کدام یک از حرکت‌های زیر هر دو حرکت انتقالی و دورانی را هم‌زمان ندارند؟
  - ۱) حرکت سیارات منظومه شمسی
  - ۲) حرکت یک توپ فوتبال از بالای یک سطح شیبدار به سمت پایین
  - ۳) حرکت الکترون به دور هسته اتم
  - ۴) حرکت پره‌های پنکه
۷. کدام یک از جملات زیر در مورد حرکت زمین به درستی بیان شده است؟
  - ۱) حرکت وضعی زمین همان حرکت انتقالی است که فصل‌ها را به وجود می‌آورد.
  - ۲) زمین فقط حرکت انتقالی دارد که فصل‌ها را پدید می‌آورد.
  - ۳) حرکت وضعی زمین شبانه‌روز را به وجود می‌آورد.
  - ۴) حرکت انتقالی، همان حرکت دورانی زمین به دور خودش است.
۸. در یک اتومبیل که در حال حرکت به سمت مقصد خود است، کدام یک از اجزای آن هم حرکت دورانی و هم حرکت انتقالی دارد؟
  - ۱) چرخ اتومبیل
  - ۲) صندلی‌ها
  - ۳) کیفی که روی صندلی قرار دارد
  - ۴) هیچ‌کدام

### (B) مسافت و جابه‌جایی

۹. جمع طول‌های پیموده شده بین دو نقطه چه نام دارد و واحد اندازه‌گیری آن چیست؟
  - ۱) مسافت - متر
  - ۲) مسافت - دقیقه
  - ۳) جابه‌جایی - متر
  - ۴) جابه‌جایی - دقیقه
۱۰. کدام گزینه نادرست است؟
  - ۱) در یک مسیر مستقیم، جابه‌جایی از مسافت کم‌تر است.
  - ۲) جابه‌جایی زمین در طول یک سال صفر است.
  - ۳) مسافت و جابه‌جایی هر دو از جنس طول هستند.
  - ۴) جابه‌جایی بین دو نقطه، از هر مسیری برابر است.
۱۱. کدام گزینه درست است؟
  - ۱) مسافت به مسیر حرکت بستگی ندارد.
  - ۲) جابه‌جایی به مسیر حرکت بستگی ندارد.
  - ۳) جابه‌جایی، با دقت مسیر حرکت را نشان می‌دهد.
  - ۴) اگر جابه‌جایی صفر باشد، مسافت نیز صفر است.





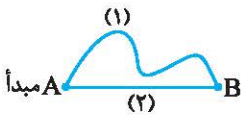
۱۲. با توجه به شکل کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) جابه‌جایی در مسیر (۱) از همه کوتاه‌تر است.  
 ۲) در هر شرایطی از مسیر (۱) سریع‌تر به مقصد می‌رسیم.  
 ۳) جابه‌جایی در هر سه مسیر یکسان است.  
 ۴) مسافت در هر سه مسیر یکسان است.

۱۳. کدام گزینه صحیح است؟

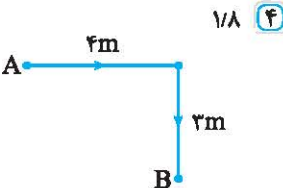
- ۱) جابه‌جایی می‌تواند بزرگ‌تر از مسافت باشد.  
 ۲) جابه‌جایی همیشه کوچک‌تر یا مساوی مسافت است.  
 ۳) واحدهای اندازه‌گیری مسافت و جابه‌جایی متفاوت هستند.  
 ۴) مسافت و جابه‌جایی یک کمیت هستند.

۱۴. جسمی برای رسیدن به مقصد، مطابق شکل، دو مسیر پیش روی خود دارد. کدام گزینه برای این متحرک همواره درست است؟



- ۱) حرکت در مسیر (۱) حتماً زمان بیشتری طول خواهد کشید.  
 ۲) جابه‌جایی در مسیر (۱) به میزان پیچ و خم مسیر بستگی دارد.  
 ۳) جابه‌جایی و مسافت در مسیر (۲) با هم برابر هستند.  
 ۴) جابه‌جایی در مسیر (۱) بیش‌تر از مسیر (۲) است.

۱۵. فاصله مستقیم دو نقطه بر روی نقشه‌ای  $1/5 \text{ cm}$  است. اگر مقیاس این نقشه  $\frac{1}{12000}$  باشد، فاصله واقعی بین این دو نقطه چند کیلومتر است؟



- ۱) ۱۸۰۰۰      ۲) ۱۸۰۰      ۳) ۰/۱۸      ۴) ۱/۸

۱۶. جابه‌جایی و مسافت در شکل مقابل به ترتیب در کدام گزینه به درستی آمده است؟

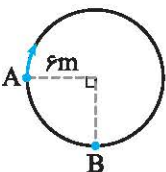
- ۱) ۱m ، ۵m      ۲) ۷m ، ۵m  
 ۳) ۵m ، ۷m      ۴) ۱m ، ۷m

۱۷. یک پستی برای این‌که به مقصد برسد، ابتدا ۹ کیلومتر در جهت شمال و سپس ۱۲ کیلومتر به سمت شرق حرکت می‌کند. نسبت جابه‌جایی به مسافت کدام است؟

- ۱)  $\frac{7}{5}$       ۲) ۱      ۳)  $\frac{3}{7}$       ۴)  $\frac{5}{7}$

۱۸. جابه‌جایی متحرکی ۲۰ متر است. اگر این متحرک در ابتدای مسیر ۱۶ متر به سمت شرق حرکت کرده باشد، در ادامه چند سانتی‌متر به سمت جنوب حرکت کرده است؟

- ۱) ۴      ۲) ۱۲      ۳) ۴۰۰      ۴) ۱۲۰۰

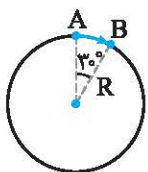


۱۹. یک متحرک مسیر دایره‌ای شکل مقابل را از نقطه A تا B در مسیر مشخص شده می‌پیماید. به ترتیب از راست به چپ مسافت و جابه‌جایی کدام است؟ ( $\pi = 3$ )

- ۱)  $6\sqrt{2}, 27$       ۲) ۱۲, ۲۷  
 ۳)  $27, 6\sqrt{2}$       ۴) ۲۷, ۱۲

۲۰. متحرکی در مسیر نشان داده‌شده در شکل مقابل از A به B می‌رود. مسافت پیموده‌شده توسط این متحرک چند متر است؟ ( $\pi = 3, R = 4 \text{ m}$ )

- ۱) ۲m      ۲) ۲۴m  
 ۳) ۴m      ۴) ۲۲m



۲۱. نسبت مسافت به جابه‌جایی در متحرکی که نصف محیط یک دایره را می‌پیماید، کدام است؟

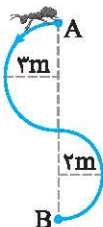
- ۱)  $\frac{\pi}{2}$       ۲)  $\frac{2}{\pi}$       ۳)  $2\pi$       ۴)  $\pi$

۲۲. یک دوچرخه‌سوار یک دور کامل به دور میدانی به شعاع ۲۰ متر می‌چرخد. نسبت جابه‌جایی به مسافت در این حرکت کدام است؟ ( $\pi = 3$ )

- ۱) ۱۲۰      ۲) ۱      ۳) صفر      ۴) ۱۲

۲۳. یک گلوله را از بالای یک ساختمان به ارتفاع ۱۸m به طرف بالا پرتاب می‌کنیم، ۱۲ متر بالا رفته و باز می‌گردد. جابه‌جایی و مسافت این گلوله از شروع حرکت تا رسیدن گلوله به زمین به ترتیب کدام است؟

- ۱) ۳۰m ، ۱۸m      ۲) ۴۲m ، ۱۸m      ۳) ۱۸m ، ۴۲m      ۴) ۱۲m ، ۴۲m



۲۴ ☆ یک مورچه مسیری را که به صورت دو نیم‌دایره است، مطابق شکل از A تا B می‌پیماید. نسبت مسافت به جابه‌جایی در کدام گزینه آمده است؟ ( $\pi \approx 3$ )

۱) ۵      ۲)  $\frac{2}{3}$

۳)  $\frac{3}{2}$       ۴)  $\frac{1}{5}$

۲۵ ☆ یک موتورسیکلت به دور میدانی به شعاع ۸ متر در حال گردش است. اگر مسافت پیموده‌شده توسط این موتور سیکلت، ۱۲۰ متر باشد، جابه‌جایی چند متر است؟ ( $\pi \approx 3$ )

۱) ۸      ۲) ۲۴      ۳) ۴۸      ۴) ۱۶

### (C) تندی و سرعت

۲۶ دو متحرک از یک نقطه، هم‌زمان و از دو مسیر متفاوت و نابرابر به سمت مقصد مشخصی در حرکتند. برای این‌که هم‌زمان به مقصد برسند، باید .....

- ۱) متحرکی که در مسیر کوتاه‌تر قرار دارد، با سرعت بیش‌تر حرکت کند.      ۲) سرعت‌های متوسط برابر داشته باشند.  
 ۳) تندی متوسط دو متحرک با هم برابر باشد.      ۴) متحرکی که در مسیر طولانی‌تر قرار دارد، با سرعت بیش‌تری حرکت کند.  
 تفاوت بین تندی و سرعت در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

- ۱) تندی کمیتی برداری و سرعت کمیتی عددی است.  
 ۲) تندی نسبت جابه‌جایی به زمان و سرعت نسبت مسافت به جابه‌جایی است.  
 ۳) واحد اندازه‌گیری تندی و سرعت متفاوت است.  
 ۴) تندی کمیتی عددی و سرعت یک کمیت برداری است.

۲۸ کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) در یک حرکت مشخص، همیشه مقدار عددی سرعت کوچک‌تر یا مساوی تندی است.  
 ۲) نسبت تندی به سرعت برابر نسبت جابه‌جایی به مسافت است.  
 ۳) واحد اندازه‌گیری تندی و سرعت متفاوت است.  
 ۴) در حرکت روی خط راست، تندی از سرعت بیش‌تر است.

۲۹ نسبت «طول پاره خط مستقیم بین مبدأ و مقصد» به «زمان» بیانگر چه کمیتی است؟

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

۳۰ متحرکی با سرعت  $v_1$  در حال حرکت است. پس از گذشت  $t$  ثانیه سرعت متحرک به  $v_2$  می‌رسد. کدام گزینه صحیح است؟

۱)  $v_1 \geq v_2 = \bar{v}$       ۲)  $v_1 \leq v_2 \geq \bar{v}$       ۳)  $v_1 \leq \bar{v} \leq v_2$       ۴)  $v_1 = v_2 = \bar{v}$

۳۱ متحرکی مسیره‌های زیر را می‌پیماید، در کدام‌یک از این مسیره‌ها تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک در حرکت از A تا B یکسان است؟



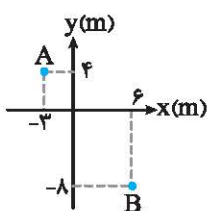
۳۲  $162 \text{ km/h}$  چند متر بر ثانیه است؟

۱)  $583/2$       ۲)  $16/2$       ۳) ۴۵۰      ۴) ۴۵

۳۳ نسبت مسافت به جابه‌جایی در یک حرکت، کدام است؟

۱)  $\frac{s}{v}$       ۲)  $\frac{d}{t}$       ۳)  $v \Delta x$       ۴)  $\frac{v}{s}$

۳۴ ☆ متحرکی روی محور مختصات مطابق شکل از نقطه A به B منتقل شده است. اگر این حرکت در مدت زمان ۵s انجام شده باشد، سرعت متوسط چند متر بر ثانیه می‌شود؟



- ۱) ۲  
 ۲) ۱  
 ۳) ۴  
 ۴) ۳

۳۵. متحرکی در زمان  $t = 4s$  در مکان  $x = 8m$  و در زمان  $t = 8s$  در مکان  $x = 24m$  قرار دارد. سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟  
 ۱) ۲      ۲) ۸      ۳) ۳      ۴) ۴

۳۶. اتومبیلی با تندی  $30m/s$  در امتداد مستقیم در فاصله  $6km$  از خط پایان در حرکت است. پس از گذشت چند ثانیه این اتومبیل در فاصله  $150$  متری بعد از خط پایان قرار می‌گیرد؟  
 ۱) ۲۰۵      ۲) ۲۰۰      ۳) ۲۱۰      ۴) ۱۹۵

۳۷. فاصله مستقیم دو شهر روی یک نقشه به مقیاس  $\frac{1}{1500000}$  برابر  $15$  سانتی‌متر است. اگر یک اتومبیل این فاصله را در مدت  $3$  ساعت طی کرده باشد، سرعت متوسط آن چند کیلومتر بر ساعت است؟  
 ۱) ۷۵      ۲) ۱۵۰      ۳)  $7/5$       ۴) ۱۵

۳۸. متحرکی مسیر مقابل را در مدت زمان  $10$  ثانیه می‌پیماید. تندی متوسط این متحرک چند متر بر ثانیه است؟  

 ۱) ۳۶      ۲) ۲      ۳)  $7/2$       ۴)  $2/6$

۳۹. در سؤال قبل، سرعت متوسط متحرک کدام است؟  
 ۱)  $3/6m/s$       ۲)  $1/83m/s$       ۳)  $2m/s$       ۴)  $3m/s$

۴۰. اتومبیلی مسافت  $100km$  را در مدت یک ساعت و باقی‌مانده مسافت که  $200$  کیلومتر بوده را در مدت  $90$  دقیقه طی کرده است. تندی متوسط این اتومبیل از مبدأ تا مقصد، چند کیلومتر بر ساعت است؟  
 ۱) ۸۰      ۲) ۱۰۰      ۳) ۱۲۰      ۴) ۱۵۰

۴۱. متحرکی روی یک دایره به شعاع  $120cm$  و با تندی ثابت در حال حرکت است. اگر نیمی از مسیر را در مدت زمان  $6$  ثانیه بپیماید، سرعت متوسط این متحرک چند متر بر ثانیه است؟  
 ۱)  $2/4$       ۲)  $1/2$       ۳)  $1/2$       ۴)  $1/4$

۴۲. متحرکی با سرعت متوسط  $2m/s$  در حال حرکت است. اگر در زمان  $t = 3s$  در مکان  $x_1$  و در زمان  $t = 6/5s$  در مکان  $x = 4m$  قرار داشته باشد،  $x_1$  کدام است؟  
 ۱)  $7m$       ۲)  $2m$       ۳)  $-7m$       ۴)  $-3m$

۴۳☆. یک موتورسوار با تندی ثابت  $18m/s$  به دور یک میدان به شعاع  $12$  متر در حال چرخش است. سرعت متوسط این موتورسوار پس از نیم دور چرخیدن چقدر خواهد بود؟ ( $\pi = 3$ )  
 ۱)  $12m/s$       ۲)  $18m/s$       ۳)  $24m/s$       ۴)  $9m/s$

۴۴☆. متحرکی  $\frac{1}{3}$  مسیر را با سرعت  $5m/s$  و باقی آن را با سرعت  $20m/s$  می‌پیماید. سرعت متوسط این متحرک چند کیلومتر بر ساعت است؟  
 ۱) ۱۰      ۲) ۳۶      ۳)  $12/5$       ۴) ۴۵

۴۵☆. متحرکی دو ربع دایره را مطابق شکل مقابل می‌پیماید. اگر این مسیر را در زمان  $6$  ثانیه پیموده باشد، سرعت متوسط این متحرک در کدام گزینه آمده است؟ ( $\pi = 3$ )  

 ۱)  $\sqrt{2}m/s$       ۲)  $1/5m/s$       ۳)  $2/3m/s$       ۴)  $2\sqrt{2}m/s$

(D) حرکت یکنواخت روی خط راست

۴۶. کدام گزینه، حرکت یکنواخت روی خط راست است؟

- ۱) حرکت الکترون‌ها به دور هسته اتم
- ۲) حرکت زمین به دور خورشید
- ۳) حرکت یک قطار با تندی ثابت روی یک مسیر مستقیم
- ۴) حرکت یک دوندۀ دوی صد متر در یک مسیر مستقیم

۴۷. منظور از سرعت منفی در کدام گزینه درست بیان شده است؟

- ۱) کاهش یافتن سرعت
- ۲) حرکت به سمت منفی محور طول‌ها
- ۳) متوقف بودن جسم
- ۴) حرکت در خلاف جهت حرکت اولیه جسم





۴۸. هواپیمایی با سرعت ۴۰۰ کیلومتر بر ساعت، مسیر مستقیمی را در مدت  $1/5$  h می‌پیماید. یک هلی‌کوپتر با سرعت  $150 \text{ km/h}$ ، این مسیر را در چند ساعت می‌پیماید؟

- ۱) ۱      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴

۴۹. متحرکی به صورت یکنواخت از نقطه  $x = 8 \text{ m}$  با سرعت  $3 \text{ m/s}$  در حال حرکت است. این متحرک پس از گذشت ۱۰ ثانیه در چند متری مبدأ قرار دارد؟

- ۱) -۲۲      ۲) -۳۰      ۳) ۳۰      ۴) ۲۲

۵۰. سرعت صوت  $340 \text{ m/s}$  است. شخصی که در مقابل یک کوه فریاد می‌زند، ۸ ثانیه بعد صدای خود را می‌شنود، در چند کیلومتری کوه ایستاده است؟

- ۱) ۱۳۶۰      ۲) ۲۷۲۰      ۳) ۲۷۷۲      ۴) ۱۳۳۶

۵۱. موتورسواری با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه در حال حرکت است. این موتورسوار پس از گذشت  $1/5$  ساعت چند کیلومتر جابه‌جا شده است؟

- ۱) ۱۶۲      ۲) ۱۸۰      ۳) ۱۲/۵      ۴) ۴۵

۵۲. متحرکی یک مسیر مستقیم را با سرعت ثابت  $20 \text{ m/s}$  در مدت زمان ۱ دقیقه می‌پیماید. یک متحرک دیگر با سرعت  $12 \text{ m/s}$  این مسیر را در چه زمانی طی می‌کند؟

- ۱) یک دقیقه و ۳۰ ثانیه      ۲) یک دقیقه      ۳) ۸۰ ثانیه      ۴) یک دقیقه و ۴۰ ثانیه

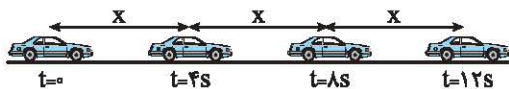
۵۳. متحرکی یک مسیر مستقیم را در مدت زمان ۲ ساعت طی می‌کند. اگر سرعت این متحرک ثابت و  $12 \text{ m/s}$  باشد، طول مسیر کدام است؟

- ۱) ۶۰۰ m      ۲) ۸۶۴ km      ۳) ۸۶۴۰ m      ۴) ۶۰ km

۵۴. قطاری به طول ۱۵۰ متر با سرعت ثابت  $72 \text{ km/h}$  از روی پلی عبور می‌کند. اگر زمان عبور کامل قطار از روی پلی ۱ دقیقه باشد، طول پلی چند متر است؟

- ۱) ۱۰۰۰      ۲) ۱۲۰۰      ۳) ۱۰۵۰      ۴) ۱۱۵۰

۵۵. یک اتومبیل مطابق شکل طول مسیر را به سه قسمت مساوی تقسیم می‌کند و هر قسمت را در زمان‌های مساوی طی می‌کند. نوع حرکت و دلیل این انتخاب چیست؟



۱) یکنواخت، زیرا مسافت‌های مساوی در زمان‌های مساوی طی شده است.

۲) یکنواخت، زیرا مسیر روی خط راست قرار دارد.

۳) شتابدار، زیرا هر چه زمان می‌گذرد میزان جابه‌جایی بیشتر می‌شود.

۴) شتابدار، با گذشت زمان سرعت در حال تغییر است.

۵۶. اگر سرعت نور را  $3 \times 10^8 \text{ km/s}$  در نظر بگیریم، نور در مدت زمان  $0.4 \text{ s}$  چه مسافتی را طی می‌کند؟

- ۱)  $12 \times 10^6 \text{ km}$       ۲)  $12 \times 10^3 \text{ km}$       ۳)  $12 \times 10^4 \text{ m}$       ۴)  $12 \times 10^5 \text{ m}$

۵۷. جسمی با سرعت ثابت در حرکت است. اگر این جسم در لحظه  $t = 6 \text{ s}$  در فاصله ۱۸ متری از مبدأ و ۴ ثانیه بعد در فاصله ۶ متری مبدأ باشد، سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟

- ۱) -۶      ۲) -۳      ۳) ۶      ۴) ۳

۵۸. دو متحرک یکی با سرعت  $8 \text{ m/s}$  از مکان  $x = 12 \text{ m}$  و دیگری پس از ۱۰ ثانیه با سرعت  $20 \text{ m/s}$  از مکان  $x = -40 \text{ m}$  به دنبال هم حرکت می‌کنند. این دو متحرک پس از چند ثانیه از حرکت متحرک اول و در چه مکانی به هم می‌رسند؟

- ۱)  $x = 180 \text{ m}, t = 20 \text{ s}$       ۲)  $x = 172 \text{ m}, t = 20 \text{ s}$       ۳)  $x = 172 \text{ m}, t = 21 \text{ s}$       ۴)  $x = 180 \text{ m}, t = 21 \text{ s}$

۵۹. دو متحرک که در فاصله ۵۰۰ متری هم قرار دارند با سرعت‌های ۱۰ و ۱۵ متر بر ثانیه به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند. در چه زمانی در فاصله ۱۵۰ متری هم قرار دارند؟

- ۱)  $130 \text{ s}, 70 \text{ s}$       ۲)  $40 \text{ s}, 20 \text{ s}$       ۳)  $13 \text{ s}, 7 \text{ s}$       ۴)  $26 \text{ s}, 13 \text{ s}$

۶۰. دو متحرک که در فاصله ۲ کیلومتری یکدیگر قرار دارند با حرکت یکنواخت به سمت همدیگر حرکت می‌کنند. سرعت متحرک دوم دو برابر اولی است و ۴ ثانیه نیز دیرتر به راه می‌افتد. زمان حرکت متحرک اول و سرعت متحرک‌های اول و دوم (در صورتی که این دو متحرک هم‌زمان به مقصد برسند) به ترتیب چقدر است؟

- ۱)  $v_2 = 250 \text{ m/s}, v_1 = 500 \text{ m/s}, t_1 = 4 \text{ s}$       ۲)  $v_2 = 125 \text{ m/s}, v_1 = 250 \text{ m/s}, t_1 = 8 \text{ s}$

- ۳)  $v_2 = 500 \text{ m/s}, v_1 = 250 \text{ m/s}, t_1 = 4 \text{ s}$       ۴)  $v_2 = 500 \text{ m/s}, v_1 = 250 \text{ m/s}, t_1 = 8 \text{ s}$

۶۱ ☆ اگر سرعت متوسط متحرکی در یک مسیر مستقیم در ۲۰ ثانیه اول  $10\text{ m/s}$  و در ۱۰ ثانیه بعد از آن  $25\text{ m/s}$  باشد، سرعت متوسط متحرک در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

- ۱) ۱۵      ۲)  $17/5$       ۳) ۱۰      ۴) ۲۰

۶۲ ☆ قطاری با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر  $15\text{ s}$  طول بکشد تا این قطار از مقابل یک ستون عبور کند و ۳۰ ثانیه طول بکشد تا از روی پلی به طول  $45\text{ m}$  عبور کند، سرعت قطار چند متر بر ثانیه است؟

- ۱)  $4/5$       ۲)  $1/5$       ۳) ۳      ۴) ۲

۶۳ اندازه سرعت در حرکت یکنواخت بیانگر کدام یک از کمیت‌های زیر است؟

- ۱) شتاب      ۲) تندی      ۳) سرعت متوسط      ۴) بردار حرکت

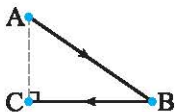
۶۴ ☆ متحرکی در  $t = 0$  از  $x = 3\text{ m}$  عبور می‌کند. اگر این متحرک بعد از ۱۰ ثانیه در  $x = 8\text{ m}$  قرار داشته باشد و حرکتش یکنواخت باشد، مشخص کنید در زمان  $t = 5\text{ s}$  در چه فاصله‌ای از مکان اولیه قرار دارد؟

- ۱)  $4/5\text{ m}$       ۲)  $2/5\text{ m}$       ۳)  $5/5\text{ m}$       ۴)  $6/5\text{ m}$

۶۵ ☆ متحرکی جابه‌جایی‌های  $x$  و  $3x$  را با سرعت‌های ثابت  $v$  و  $3v$  پیموده است. سرعت متوسط متحرک کدام است؟

- ۱)  $v$       ۲)  $2v$       ۳)  $3v$       ۴)  $4v$

۶۶ ☆ در شکل مقابل متحرکی  $A$  تا  $B$  را با سرعت متوسط  $50\text{ m/s}$  در زمان ۱۰ ثانیه و  $B$  تا  $C$  را با سرعت متوسط  $8\text{ m/s}$  در زمان ۵۰ ثانیه طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟



- ۱) ۵      ۲) ۱۵      ۳)  $6/6$       ۴) ۲۰

### بخش انتخابی

۶۷ کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) هر چه صفر تا صد اتومبیلی بیش‌تر باشد، شتاب کم‌تری دارد.      ۲) هر چه صفر تا صد اتومبیلی بیش‌تر باشد، الزاماً سرعت بیش‌تری دارد.  
۳) هر چه صفر تا صد اتومبیلی کم‌تر باشد، شتاب کم‌تری دارد.      ۴) صفر تا صد ملاک مناسبی برای بررسی شتاب نیست.

۶۸ کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) الزاماً شتاب زیاد باعث افزایش سرعت خواهد شد.      ۲) یکای شتاب  $\text{m/s}^2$  است.  
۳) تغییر سرعت در واحد زمان معرف شتاب است.      ۴) صفر تا صد کم نشان‌دهنده شتاب زیاد است.

۶۹ متحرکی که دارای شتاب مثبت باشد، الزاماً.....

- ۱) تغییرات سرعت آن منفی خواهد بود.      ۲) تغییرات سرعت آن نیز مثبت خواهد بود.  
۳) بعد از گذشت زمانی متوقف خواهد شد.      ۴) در زمان حرکت هیچ‌گاه متوقف نخواهد شد.

۷۰ اتومبیلی شروع به حرکت می‌کند و پس از ۱۰ ثانیه سرعتش، به  $72\text{ km/h}$  می‌رسد، شتاب این متحرک چقدر است؟

- ۱)  $7/2\text{ m/s}^2$       ۲)  $72\text{ m/s}^2$       ۳)  $2\text{ m/s}^2$       ۴)  $20\text{ m/s}^2$

۷۱ اتومبیلی با شتاب ثابت  $0/5\text{ m/s}^2$  شروع به حرکت می‌کند، این متحرک بعد از ۲۰ ثانیه به چه سرعتی می‌رسد؟

- ۱)  $20\text{ m/s}$       ۲)  $10\text{ m/s}$       ۳)  $5\text{ m/s}$       ۴)  $4\text{ m/s}$

۷۲ یک اتومبیل که با سرعت  $144\text{ km/h}$  در حال حرکت است، ناگهان مانعی را در مقابل خود می‌بیند و با شتاب  $4\text{ m/s}^2$  ترمز می‌کند. این متحرک بعد از گذشت چند ثانیه متوقف می‌شود؟

- ۱) ۳۶      ۲) ۱۸      ۳) ۱۰      ۴) ۵

۷۳ ☆ هرگاه جسمی از یک ارتفاعی سقوط کند، در حین سقوط، اندازه سرعت و شتاب آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

- ۱) افزایش - افزایش      ۲) ثابت - ثابت      ۳) کاهش - ثابت      ۴) افزایش - ثابت

۷۴ یک متحرک با سرعت  $80\text{ m/s}$  در حال حرکت است. اگر شتاب حرکت این متحرک  $3\text{ m/s}^2$  و کندشونده باشد، پس از  $12\text{ s}$  چه سرعتی دارد؟

- ۱)  $116\text{ m/s}$       ۲)  $36\text{ m/s}$       ۳)  $12/2\text{ m/s}$       ۴)  $44\text{ m/s}$

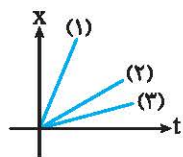
۷۵ ☆ جسمی بر روی مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، اگر حرکت این جسم دو مرحله با شتاب‌های متفاوت باشد و سرعت متوسط در این دو مرحله به ترتیب  $6\text{ m/s}$  و  $8\text{ m/s}$  باشد، نوع حرکت در کل مسیر کدام است؟

- ۱) تندشونده - کندشونده      ۲) کندشونده - تندشونده      ۳) تندشونده - تندشونده      ۴) کندشونده - کندشونده



- ۷۶ ☆ سنگی را از ارتفاع  $h$  رها می‌کنیم. ۲ ثانیه بعد سنگ دیگری را از همان نقطه رها می‌کنیم. کدام گزینه صحیح است؟
- ۱ سنگ دوم، بیش‌تر از دو ثانیه بعد از سنگ اول به زمین می‌رسد. ۲ سنگ دوم، کم‌تر از دو ثانیه بعد از سنگ اول به زمین می‌رسد.
- ۳ سنگ دوم، دو ثانیه بعد از سنگ اول به زمین می‌رسد. ۴ هر دو سنگ با هم به زمین می‌رسند.
- ۷۷ ☆ یک کامیون در ابتدا به مدت ۳ دقیقه با سرعت ثابت  $18 \text{ km/h}$  حرکت می‌کند و پس از آن به مدت ۳۰ ثانیه با شتاب ثابت  $1/5 \text{ m/s}^2$  به حرکت خود ادامه می‌دهد. این کامیون در انتهای مسیر دارای چه سرعتی است و کل جابه‌جایی در این مسیر چند متر است؟
- ۱  $\Delta x = 900 \text{ m}$ ,  $v = 50 \text{ m/s}$  ۲  $\Delta x = 1725 \text{ m}$ ,  $v = 50 \text{ m/s}$
- ۳  $\Delta x = 1725 \text{ m}$ ,  $v = 45 \text{ m/s}$  ۴  $\Delta x = 900 \text{ m}$ ,  $v = 45 \text{ m/s}$
- ۷۸ ☆ گلوله‌ای را از ارتفاع  $h$  رها می‌کنیم و دو ثانیه بعد سنگ دیگری را از همان ارتفاع رها می‌کنیم. فاصله بین این دو سنگ با گذشت زمان .....؟
- ۱ افزایش می‌یابد. ۲ کاهش می‌یابد.
- ۳ ثابت می‌ماند. ۴ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
- ۷۹ ☆ گلوله‌ای را با سرعت اولیه ۲۰ متر بر ثانیه رو به بالا پرتاب می‌کنیم، اگر گلوله با سرعت ۸۰ متر بر ثانیه به زمین برسد، ارتفاع اولیه گلوله چند متر بوده است؟
- ۱ ۷۰۰ ۲ ۱۸۰ ۳ ۲۰۰ ۴ ۳۰۰
- ۸۰ ☆ در سوال قبل سرعت متوسط چقدر است؟
- ۱  $50 \text{ m/s}$  ۲  $30 \text{ m/s}$  ۳  $-30 \text{ m/s}$  ۴  $-50 \text{ m/s}$
- ۸۱ ☆ از بالای یک ساختمان، یک گلوله را با سرعت  $100 \text{ m/s}$  رو به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از ۵ ثانیه سرعت گلوله چند متر بر ثانیه و به کدام سمت است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- ۱  $150 \text{ m/s}$  رو به پایین ۲  $150 \text{ m/s}$  رو به بالا ۳  $50 \text{ m/s}$  رو به پایین ۴  $50 \text{ m/s}$  رو به بالا

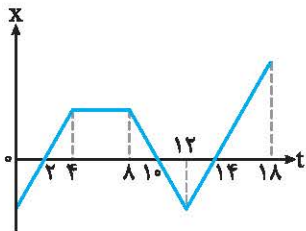
### (F) نمودارهای $x-t$ , $v-t$ , $a-t$



۸۲ کدام متحرک ۱، ۲ یا ۳ سرعت بیش‌تری دارد؟

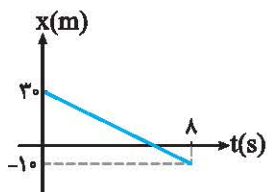
- ۱ ۱  
۲ ۲  
۳ ۳

۴ اطلاعات مسأله کافی نیست.



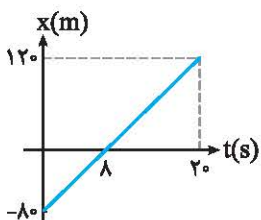
۸۳ نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت مقابل است. در کدام بازه زمانی سرعت متحرک صفر است؟

- ۱ ۲ تا ۱۰ ثانیه  
۲ ۴ تا ۸ ثانیه  
۳ ۱۰ تا ۱۴ ثانیه  
۴ ۱۴ تا ۲ ثانیه



۸۴ با توجه به نمودار تعیین کنید، متحرک در چه زمانی، از مبدأ مکان عبور کرده است؟

- ۱ ۴s  
۲ ۸s  
۳ ۶s  
۴ ۲s



۸۵ با توجه به نمودار، سرعت متحرک چقدر است؟

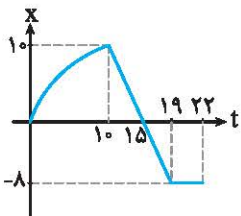
- ۱  $6 \text{ m/s}$   
۲  $10 \text{ m/s}$   
۳  $2 \text{ m/s}$   
۴  $8 \text{ m/s}$



۸۶. در کدام یک از نمودارهای زیر، سرعت مثبت است؟



۸۷. با توجه به نمودار، سرعت متوسط در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۲ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

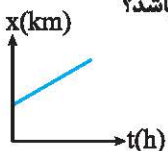


- ۱) ۰/۵
- ۲) ۱/۵
- ۳) -۰/۵
- ۴) -۱/۵

۸۸. کدام یک از نمودارهای زیر بیانگر یک حرکت یکنواخت است؟

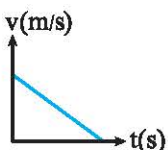


۸۹. نمودار جابه‌جایی بر حسب زمان، برای یک متحرک به صورت مقابل است. این نمودار بیانگر کدام یک از حرکت‌های زیر می‌باشد؟



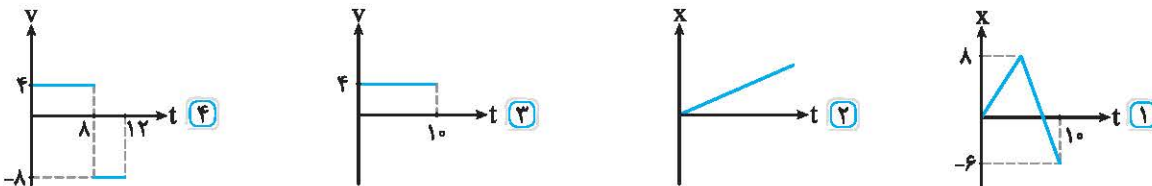
- ۱) موتورسواری که با سرعت ۴۰ km/h یک میدان را دور می‌زند.
- ۲) اتومبیلی که از یک سرایشی، بدون گاز دادن پایین می‌آید.
- ۳) هواپیمایی که در ارتفاع معین، مسافت‌های مساوی را در زمان‌های مساوی طی می‌کند.
- ۴) اتوبوسی که با دیدن عابر پیاده، ترمز می‌کند.

۹۰. نمودار رویه‌رو نشان‌دهنده کدام حرکت است؟



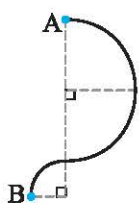
- ۱) یکنواخت
- ۲) شتابدار کندشونده
- ۳) شتاب صفر
- ۴) شتابدار تندشونده

۹۱☆. در کدام گزینه جسم پس از طی مسافتی به مکان اولیه بازگشته است؟



مسئله‌های سری IQ

۹۲☆. متحرکی مطابق شکل یک نیم‌دایره و یک ربع‌دایره متوالی را می‌پیماید. اگر شعاع ربع‌دایره نصف شعاع نیم‌دایره باشد،



نسبت مسافت به جابه‌جایی کدام است؟

- ۱)  $\frac{\pi}{2}$
- ۲)  $\frac{5\pi\sqrt{26}}{52}$
- ۳)  $\frac{2\sqrt{26}}{5\pi}$
- ۴)  $2\pi$

۹۳☆. دو اتومبیل که در فاصله ۱۴۰۰ متری یکدیگر قرار دارند، با سرعت‌های ۱۲ m/s و ۱۶ m/s به سمت هم حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد

این دو اتومبیل صحیح است؟

- ۱) پس از گذشت ۵۰ s به هم می‌رسند.
- ۲) پس از گذشت ۱ دقیقه به هم می‌رسند.
- ۳) در فاصله ۸۰۰ متری شروع حرکت، دو اتومبیل سریع‌تر به هم می‌رسند.
- ۴) گزینه‌های (۱) و (۳) هر دو صحیح هستند.



۹۴☆ متحرکی فاصله مستقیم بین دو شهر A و B را با سرعت ثابت در زمان ۶ ساعت طی می‌کند. اگر همین متحرک سرعت خود را ۳ برابر کند و فاصله مستقیم بین دو شهر B و C را در ۱۰ ساعت طی می‌کند. نسبت فاصله دو شهر A و B به فاصله دو شهر B و C چند است؟

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

۹۵☆ متحرکی مسافت ۸۰ متر را با سرعت ۴ m/s، سپس ۸ s با سرعت ۱۵ m/s و در آخر مسافت ۳۰ m را در زمان ۶ s طی کرده است. با توجه به این که سرعت متوسط این متحرک در کل حرکت ۵ m/s بوده است، حساب کنید متحرک چند ثانیه توقف داشته است؟

- ۱) ۱۲      ۲) ۱۴      ۳) ۱۳      ۴) ۱۰

۹۶☆ اتومبیل‌های A و B در فاصله ۱۲۰۰ متری از یکدیگر قرار دارند. اگر اتومبیل A با سرعت ۲۰ m/s و اتومبیل B با سرعت  $v_B$  به طرف هم حرکت کنند و پس از ۲۰ ثانیه به هم برسند. سرعت اتومبیل B چند متر بر ثانیه است؟

- ۱) ۱۰      ۲) ۲۰      ۳) ۳۰      ۴) ۴۰

۹۷☆ متحرکی با شتاب ثابت در مدت ۱۲ ثانیه، تندی خود را از ۵ m/s به ۷۲ km/h می‌رساند. در این مدت، متحرک چند متر جابه‌جا می‌شود؟

- ۱) ۹۰      ۲) ۱۵۰      ۳) ۲۲۸      ۴) ۲۴۰

۹۸☆ اتومبیلی به صورت یکنواخت یک مسیر مشخص مستقیمی را در مدت زمان ۱۵ دقیقه و با سرعت ۱۰۸ km/h می‌پیماید. اگر در مسیر برگشت مجبور باشد ۵ m/s آهسته‌تر حرکت کند، چند دقیقه طول می‌کشد تا به مقصد برسد؟

- ۱) ۱۲      ۲) ۱۴/۳      ۳) ۱۵/۷      ۴) ۱۸

۹۹☆ دو متحرک که در فاصله ۶۰۰ متری یکدیگر قرار دارند و به سمت هم حرکت می‌کنند. اگر سرعت یکی دو برابر دیگری باشد، این دو متحرک در چه مکانی به هم می‌رسند؟

- ۱) ۲۰۰ متری مبدأ حرکت متحرک تندتر      ۲) ۳۰۰ متری مبدأ حرکت متحرک کندتر  
۳) ۲۰۰ متری مبدأ حرکت متحرک کندتر      ۴) ۳۰۰ متری مبدأ حرکت متحرک تندتر

۱۰۰☆ متحرکی مسافت مستقیم بین دو نقطه را با سرعت ثابت ۷ متر بر ثانیه در زمان ۱۲ ثانیه طی می‌کند. اگر همان مسافت را با سرعت ثابت « $7+2$ » متر بر ثانیه روی خط راست در مدت ۱۰ ثانیه طی کند، ۷ چند متر بر ثانیه و مسافت بین دو نقطه چند متر است؟

- ۱) ۱۲ m/s و ۱۴۴ m      ۲) ۱۲ m/s و ۱۲۰ m      ۳) ۱۰ m/s و ۱۴۴ m      ۴) ۱۰ m/s و ۱۲۰ m

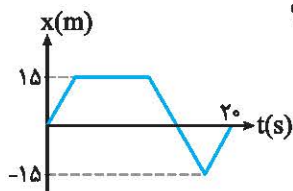
۱۰۱☆ دو متحرک هم‌زمان با سرعت‌های ۱۰ m/s و ۱۵ m/s از یک نقطه به سمت مقصد مشترکی عبور می‌کنند و به فاصله زمانی ۴۰ ثانیه به مقصد می‌رسند. فاصله مبدأ تا مقصد چند متر است؟

- ۱) ۸۰۰      ۲) ۱۲۰۰      ۳) ۸۰      ۴) ۱۲۰

۱۰۲☆ دو متحرک یکی با سرعت ۱۰ m/s و دیگری با سرعت ۱۲ m/s از یک نقطه هم‌زمان به سوی مقصدی به فاصله ۲۴۰ m رد می‌شوند. بیش‌ترین فاصله‌ای که این دو متحرک تا رسیدن به مقصد می‌توانند از هم پیدا کنند، پس از گذشت چند ثانیه و چند متر است؟

- ۱) ۲۰ m ، ۲۰ s      ۲) ۴۰ m ، ۲۰ s      ۳) ۲۰ m ، ۳۰ s      ۴) ۴۰ m ، ۳۰ s

۱۰۳☆ نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت مقابل است، این متحرک پس از ۲۰ ثانیه چه مسافتی را پیموده است؟



- ۱) صفر      ۲) ۱۵ m      ۳) ۴۵ m      ۴) ۶۰ m

۱۰۴☆ متحرکی روی مسیر مستقیم و با حرکت یکنواخت مسافتی را با سرعت ثابت ۱۲ m/s در مدت زمان  $t_1$  می‌پیماید و متحرک دیگری همان مسافت را به طور یکنواخت با سرعت ثابت (۷+۲۰) در مدت  $t_2$  می‌پیماید. اگر  $\frac{t_2}{t_1} = \frac{2}{5}$  باشد، ۷ چند متر بر ثانیه است؟

- ۱) ۳۰      ۲) ۲۰      ۳) ۱۰      ۴) ۱۵

۱۰۵☆ دو قطار یکی به طول ۱۰۰ m و با سرعت ۱۰ m/s و دیگری به طول ۱۵۰ m و با سرعت ۸ m/s روی دو ریل موازی و مجاور، هم در خلاف یکدیگر حرکت می‌کنند. مسافر قطار اول، قطار دوم را به مدت  $t_1$  و مسافر قطار دوم، قطار اول را به مدت  $t_2$  ثانیه مقابل خود می‌بیند.  $\frac{t_1}{t_2}$  کدام است؟

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

۱۰۶★ اتومبیلی با سرعت  $25 \text{ m/s}$  در حال حرکت است. راننده ناگهان مانعی را در  $125$  متری خود می‌بیند. اگر یک ثانیه طول بکشد تا پای خود را روی پدال ترمز بگذارد، حداقل با چه شتابی باید ترمز کند تا به مانع برخورد نکند؟

- ۱)  $-2/5 \text{ m/s}^2$       ۲)  $-2 \text{ m/s}^2$       ۳)  $-3/125 \text{ m/s}^2$       ۴)  $-3 \text{ m/s}^2$

۱۰۷★ یک اتومبیل که با سرعت  $108 \text{ km/h}$  در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی ترمز می‌کند و پس از گذشت  $7/5$  ثانیه متوقف می‌شود. طول خط ترمز چند متر است؟

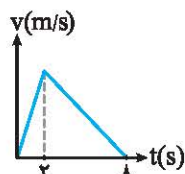
- ۱)  $225$       ۲)  $405$       ۳)  $112/5$       ۴)  $56/25$

۱۰۸★ اگر گلوله‌ای با سرعت  $60 \text{ m/s}$  به تخته‌ای به ضخامت  $20 \text{ cm}$  برخورد و از طرف دیگر آن با سرعت  $20 \text{ m/s}$  خارج شود، مدت زمان عبور گلوله از تخته چند ثانیه است؟ (شتاب گلوله داخل تخته ثابت فرض شود.)

- ۱)  $0/05$       ۲)  $0/02$       ۳)  $0/04$       ۴)  $0/005$

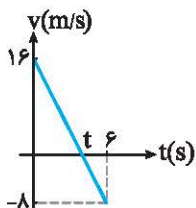
۱۰۹★ حرکت اتومبیلی که با سرعت  $30 \text{ m/s}$  در حرکت است، با شتابی به بزرگی  $5 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود. جابه‌جایی اتومبیل در  $2$  ثانیه آخر حرکتش چند متر است؟

- ۱)  $5$       ۲)  $7/5$       ۳)  $10$       ۴)  $12/5$



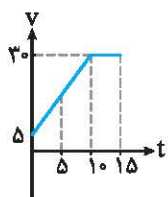
۱۱۰★ نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل است. نسبت بزرگی شتاب در  $2$  ثانیه اول به بزرگی شتاب در  $6$  ثانیه پایانی کدام است؟

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

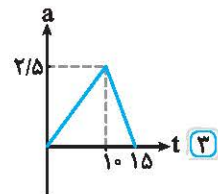
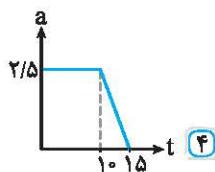
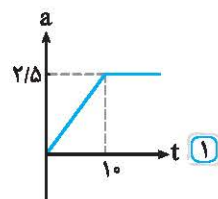
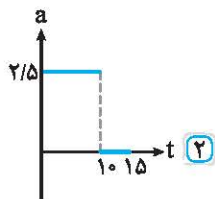


۱۱۱★ با توجه به نمودار سرعت - زمان مقابل، به ترتیب از راست به چپ شتاب متحرک و لحظه  $t$  کدامند؟

- ۱)  $5 \text{ s}$  ,  $-2/6 \text{ m/s}^2$       ۲)  $4 \text{ s}$  ,  $-2/6 \text{ m/s}^2$       ۳)  $5 \text{ s}$  ,  $-4 \text{ m/s}^2$       ۴)  $4 \text{ s}$  ,  $-4 \text{ m/s}^2$

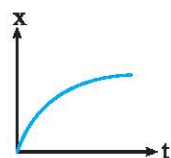


۱۱۲★ نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل است. کدام گزینه نمودار شتاب - زمان آن را به درستی نشان می‌دهد؟



۱۱۳★ کدام گزینه درباره نمودار شکل مقابل درست است؟

- ۱) اتومبیلی که با سرعت ثابت در حال حرکت است.  
 ۲) گلوله‌ای که از پشت بام سقوط می‌کند.  
 ۳) گلوله‌ای که به طرف بالا شلیک شده است، تا قبل از بازگشت به زمین.  
 ۴) کتابی که روی میز قرار دارد.





## پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۳ / ۱۴

هرگاه مسیری مانند مسیر (۲) به صورت خط راست باشد، جابه‌جایی و مسافت با هم برابر هستند.

۳ / ۱۵

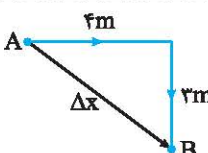
برای این‌که فاصله واقعی را اندازه بگیریم، باید فاصله نقشه را تقسیم بر

$$\frac{1/5 \text{ cm}}{1} = 1/5 \times 12000 \text{ cm}$$

$$= 1200 \text{ cm} = 12 \text{ m} = 0.12 \text{ km}$$

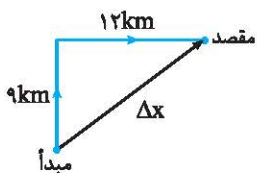
۲ / ۱۶

مسافت:  $d = 4 + 3 = 7 \text{ m}$   
 جابه‌جایی:  $\Delta x = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ m}$



۴ / ۱۷

مقصد  $12 \text{ km}$   
 مبدأ  $9 \text{ km}$   
 $\Delta x$



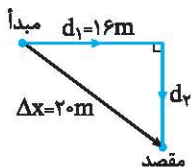
$$\Delta x = \sqrt{9^2 + 12^2} = \sqrt{81 + 144} = 15 \text{ km}$$

$$d = 9 + 12 = 21 \text{ km}$$

$$\frac{\Delta x}{d} = \frac{15}{21} = \frac{5}{7}$$

۴ / ۱۸

مبدأ  $d_1 = 16 \text{ m}$   
 $\Delta x = 20 \text{ m}$   
 مقصد  $d_2$



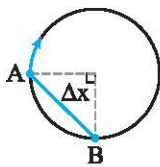
$$\Delta x^2 = d_1^2 + d_2^2 \Rightarrow 20^2 = 16^2 + d_2^2 \Rightarrow 400 = 256 + d_2^2$$

$$d_2^2 = 144 \Rightarrow d_2 = \sqrt{144} = 12 \text{ m} \Rightarrow d_2 = 12 \times 100 = 1200 \text{ cm}$$

۱ / ۱۹

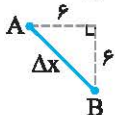
$$d = \frac{3}{4} (2\pi R) \quad \text{مسافت پیموده شده } \frac{3}{4} \text{ محیط دایره است:}$$

$$d = \frac{3}{4} \times 2 \times 3 \times 6 = 27 \text{ m}$$



جابه‌جایی نیز مانند شکل قابل محاسبه است.

$$\Delta x = \sqrt{6^2 + 6^2} = \sqrt{2 \times 6^2} = 6\sqrt{2} \text{ m}$$



۴ / ۱

حرکت یک امر نسبی است. هر دو جسمی که نسبت به ما به عنوان ناظر، متحرک هستند، می‌توانند نسبت به هم ساکن یا متحرک باشند.

۳ / ۲

در این جهان تمام اجسام حتی خورشید در حال حرکت هستند. شاید جسمی نسبت به یک جسم ساکن باشد ولی حتماً نسبت به یک جسم دیگر متحرک خواهد بود.

۴ / ۳

چون بادبادک همراه باد (توسط باد) حرکت می‌کند پس نسبت به باد ساکن و نسبت به زمین در حال حرکت است.

حرکت امری نسبی است و نمی‌توان با قطعیت گفت که یک جسم ساکن یا متحرک است.

۲ / ۴

۴ / ۵

این قایق نسبت به آب رودخانه ساکن است و نسبت به زمین و تمام اجسامی که نسبت به رودخانه ساکن نیستند، متحرک است.

۴ / ۶

۳ / ۷

حرکت وضعی یا چرخشی یا دورانی زمین، حرکت زمین به دور خودش است که باعث پدید آمدن شبانه روز می‌شود.

حرکت انتقالی زمین نیز، حرکت به دور خورشید است که باعث پدید آمدن فصل‌ها می‌شود.

۱ / ۸

چرخ اتومبیل هم حرکت دورانی و هم حرکت انتقالی دارد.

۱ / ۹

به جمع طول‌های پیموده شده بین دو نقطه مسافت می‌گویند که از جنس طول بوده و واحد اندازه‌گیری آن متر است.

۱ / ۱۰

در یک مسیر مستقیم جابه‌جایی و مسافت یکسان است.

۲ / ۱۱

بررسی گزینه‌ها:

(۱) مسافت دقیقاً مسیر حرکت را نشان می‌دهد.

(۲) جابه‌جایی فقط به نقطه ابتدایی و انتهایی بستگی داشته و به مسیر حرکت بستگی ندارد.

(۳) جابه‌جایی به هیچ وجه مسیر حرکت را نشان نمی‌دهد.

(۴) ممکن است یک متحرک پس از طی مسافتی به مکان اولیه باز گردد که در این صورت جابه‌جایی صفر است ولی مسافت صفر نیست.

۳ / ۱۲

همیشه جابه‌جایی بین دو نقطه از هر مسیری یکسان است.

۲ / ۱۳

کوتاه‌ترین مسافت همیشه برابر جابه‌جایی است و هیچ وقت مسافت کوتاه‌تر از جابه‌جایی نمی‌شود.

۲ / ۲۶

چون در هر دو مسیر مبدأ و مقصد تغییری نمی‌کند، پس جابه‌جایی در هر دو یکسان است پس برای اینکه زمان در هر دو مسیر یکسان باشد، باید سرعت‌های متوسط دو متحرک برابر باشند.  
تندی متوسط به مسیر حرکت بستگی دارد ولی سرعت فقط به جابه‌جایی وابسته است.

۴ / ۲۷

۱ / ۲۸

۱ / ۲۹

طول پاره‌خط مستقیم بین مبدأ و مقصد همان جابه‌جایی است.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}}$$

۳ / ۳۰

سرعت متوسط از بیش‌ترین سرعت در طول مسیر نمی‌تواند بیش‌تر باشد و از کم‌ترین سرعت در طول مسیر هم نمی‌تواند کم‌تر باشد.

۲ / ۳۱

در مسیر مستقیم روی خط راست، جابه‌جایی و مسافت با هم برابرند پس نتیجه می‌گیریم، تندی و سرعت نیز با هم برابرند.

۴ / ۳۲

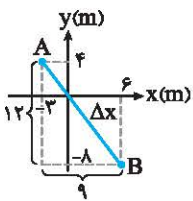
برای تبدیل km/h به m/s باید عدد مورد نظر را در  $\frac{10}{36}$  ضرب کنیم:

$$162 \times \frac{10}{36} = 45 \text{ m/s}$$

۱ / ۳۳

$$\frac{s}{v} = \frac{d}{\Delta x} = \frac{d}{\Delta x} \quad \begin{array}{l} \text{مسافت} \\ \text{جابه‌جایی} \end{array}$$

۴ / ۳۴



$$\Delta x = \sqrt{1^2 + 9^2}$$

$$\Delta x = \sqrt{1 + 81} = \sqrt{82} \Rightarrow \Delta x = 15 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15}{5} \Rightarrow \bar{v} = 3 \text{ m/s}$$

۴ / ۳۵

$$t_1 = 4 \text{ s}, x_1 = 8 \text{ m}, t_2 = 8 \text{ s}, x_2 = 24 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \bar{v} = \frac{24 - 8}{8 - 4} = \frac{16}{4} \Rightarrow \bar{v} = 4 \text{ m/s}$$

۱ / ۳۶

$$v = 30 \text{ m/s}, \Delta x = 6000 + 150 = 6150 \text{ m}, \Delta t = ?$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 30 = \frac{6150}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{6150}{30} = 205 \text{ s}$$

۱ / ۳۷

در سؤال، فاصله مستقیم مطرح شده، پس جابه‌جایی برابر است با:

$$\Delta x = 15 \text{ cm} \times 1500000 = 2250000 \text{ cm}$$

$$\Delta x = 225 \text{ km}$$

$$\Delta t = 3 \text{ h}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{225}{3} = 75 \text{ km/h}$$

۱ / ۲۰

زاویه یک دایره  $360^\circ$  است. یک کمان با زاویه  $30^\circ$  درجه در واقع  $\frac{1}{12}$  محیط دایره است. بنابراین مسافت پیموده‌شده از A تا B برابر است با:

$$d = \frac{1}{12} (2\pi R) = \frac{1}{12} \times 2 \times 3 \times 4 = 2 \text{ m}$$

۱ / ۲۱

مسافت نصف محیط دایره است:

$$d = \frac{1}{2} (2\pi R) = \frac{1}{2} \times 2 \times \pi \times R = \pi R$$

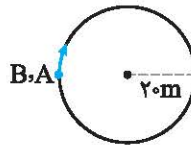
$$\Delta x = 2R$$

جابه‌جایی برابر قطر دایره است:

$$\frac{d}{\Delta x} = \frac{\pi R}{2R} = \frac{\pi}{2}$$

نسبت مسافت به جابه‌جایی:

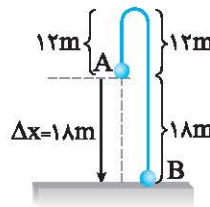
۳ / ۲۲



به دلیل این‌که دوچرخه‌سوار دوباره به جای اول خودش برگشته، جابه‌جایی صفر است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta x}{d} = \frac{0}{d} = 0$$

۲ / ۲۳



$$\Delta x = 18 \text{ m}$$

$$d = 12 + 12 + 18 = 42 \text{ m}$$

۳ / ۲۴

$$R_1 = 3 \text{ m}, R_2 = 2 \text{ m}$$

مسافت پیموده شده جمع دو نیم‌دایره به شعاع‌های 3m و 2m است:

$$d = \left(\frac{1}{2} \times 2\pi R_1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 2\pi R_2\right) = (3 \times 3) + (3 \times 2) = 15 \text{ m}$$

جابه‌جایی حاصل جمع دو قطر دایره است:

$$\Delta x = 2R_1 + 2R_2 = (2 \times 3) + (2 \times 2) = 10 \text{ m}$$

$$\frac{d}{\Delta x} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}$$

۴ / ۲۵

$$2\pi R = 2 \times 3 \times 8 = 48 \text{ m}$$

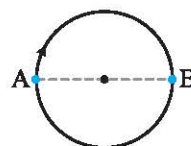
محیط دایره را حساب می‌کنیم:

چون مسافت پیموده شده 120 متر است می‌توان گفت این موتورسیکلت

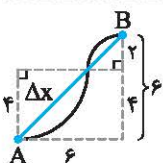
$$\frac{120}{48} = 2.5 \text{ دور}$$

2/5 دور به دور میدان چرخیده است.

هر دور کامل یعنی بازگشت به نقطه اولیه، پس از 2/5 دور چرخیدن جابه‌جایی برابر قطر دایره است.



$$\Delta x = \text{قطر دایره} = 2 \times 8 = 16 \text{ m}$$



$$\Delta x = \sqrt{6^2 + 6^2} = 6\sqrt{2} \text{ m}$$

$$t = 6 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6\sqrt{2}}{6} = \sqrt{2} \text{ m/s}$$

۱ / ۲۵

بررسی گزینه‌ها:

- ۱) چون حرکت الکترون‌ها روی خط راست نبوده، پس حرکت، یکنواخت روی خط راست نیست.
- ۲) حرکت زمین نیز مانند حرکت الکترون‌ها، روی مسیر مستقیم نیست.
- ۳) تندی ثابت و حرکت روی خط راست از شروط حرکت یکنواخت است.
- ۴) سرعت یک دونه دوی صد متر در تمام لحظه‌ها ثابت نیست. بنابراین حرکت با این‌که روی خط راست است، ولی یکنواخت نیست.

۳ / ۲۶

۲ / ۲۷

۴ / ۲۸

چون مسیر مستقیم است، مسافت با جابه‌جایی برابر است.

$$\left\{ \begin{array}{l} v = 400 \text{ km/h} \\ t = 1/5 \text{ h} \end{array} \right. \Rightarrow \Delta x = vt \Rightarrow \Delta x = 400 \times 1/5 = 80 \text{ km}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta x = 80 \text{ km} \\ v = 150 \text{ km/h} \end{array} \right. \Rightarrow \Delta x = vt \Rightarrow 80 = 150t$$

$$\Rightarrow t = \frac{80}{150} \Rightarrow t = 4/15 \text{ h}$$

۱ / ۲۹

$$x_1 = 8 \text{ m}, v = -3 \text{ m/s}, t = 10 \text{ s}, x_2 = ?$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow -3 = \frac{x_2 - 8}{10} \Rightarrow x_2 = -22 \text{ m}$$

۴ / ۵۰

تا شخص صدای خود را بشنود صوت دو بار فاصله بین شخص و کوه را می‌پیماید، پس زمان را نصف در نظر می‌گیریم تا فقط حرکت رفت را در نظر گرفته باشیم.

$$v = 340 \text{ m/s}, t = 4 \text{ s}, \Delta x = ? \text{ km}$$

$$\Delta x = vt \Rightarrow \Delta x = 340 \times 4 \Rightarrow \Delta x = 1360 \text{ m}$$

$$\Delta x = 1360 \text{ m}$$

۱ / ۵۱

$$v = 30 \text{ m/s}, \Delta t = 1/5 \text{ h} = 90 \text{ min} = 90 \times 60 = 5400 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 30 = \frac{\Delta x}{5400} \Rightarrow \Delta x = 162000 \text{ m} = 162 \text{ km}$$

۴ / ۵۲

$$v = 20 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta x = vt \Rightarrow \Delta x = 20 \times 60 = 1200 \text{ m}$$

طول مسیر ۱۲۰۰ متر است.

$$\Delta x = 1200 \text{ m}, v' = 12 \text{ m/s}, \Delta t' = ?$$

$$\Delta x' = v' \Delta t' \Rightarrow 1200 = 12 \Delta t'$$

$$\Rightarrow \Delta t' = \frac{1200}{12} = 100 \text{ s} = 1 \text{ min} \text{ و } 40 \text{ ثانیه}$$

۲ / ۵۳

$$t = 2 \text{ h} = 2 \times 3600 = 7200 \text{ s}, v = 12 \text{ m/s}, x = ?$$

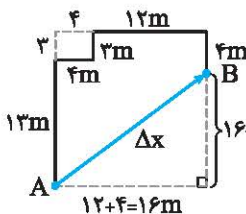
$$x = vt \Rightarrow x = 12 \times 7200 \Rightarrow x = 86400 \text{ m} \Rightarrow x = 86.4 \text{ km}$$

۳ / ۳۸

$$t = 10 \text{ s}, d = 12 + 4 + 3 + 12 + 4 = 36 \text{ m}, \bar{v} = ?$$

$$s = \frac{d}{t}, s = \frac{36}{10} = 3.6 \text{ m/s}$$

۳ / ۳۹



$$\Delta x = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{400}$$

$$\Delta x = 20 \text{ m}$$

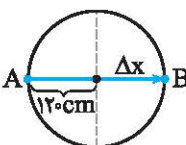
$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$$

۳ / ۴۰

$$\bar{v} = \frac{d_1 + d_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{100 + 200}{1 + 1/5} = \frac{300}{2/5} = 150 \text{ km/h}$$

۴ / ۴۱



$$R = 1/2 \text{ m} \Rightarrow \Delta x = 2R = 1 \text{ m}$$

$$\Delta t = 6 \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{6} = 0.16 \text{ m/s}$$

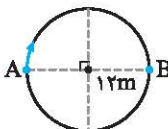
۴ / ۴۲

$$\bar{v} = 2 \text{ m/s}, t_1 = 3 \text{ s}, x_1 = ?, t_2 = 6/5 \text{ s}, x_2 = 4 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow 2 = \frac{4 - x_1}{6/5 - 3} \Rightarrow 2 = \frac{4 - x_1}{3/5}$$

$$v = 4 - x_1 \Rightarrow x_1 = 4 - 2 \Rightarrow x_1 = 2 \text{ m}$$

۱ / ۴۳



$$R = 12 \text{ m}, s = 18 \text{ m/s}, v = ?$$

$$\Delta x = 2 \times 12 = 24 \text{ m}$$

ابتدا باید زمان حرکت را حساب کنیم:

$$d = \frac{1}{2} (2\pi R) = \frac{1}{2} \times 2 \times 3.14 \times 12 = 36 \text{ m}$$

$$s = \frac{d}{t} \Rightarrow 18 = \frac{36}{t} \Rightarrow t = \frac{36}{18} = 2 \text{ s}$$

الان می‌توانیم سرعت را حساب کنیم:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{24}{2} = 12 \text{ m/s}$$

۲ / ۴۴

برای حل این‌گونه سؤال‌ها همان‌طور که در درسنامه توضیح داده شد، کل طول مسیر را یک متر فرض می‌کنیم.

$$\Delta x_1 = \frac{1}{3} \text{ m} \quad \Delta x_2 = \frac{2}{3} \text{ m}$$

$$v_1 = 5 \text{ m/s} \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta x_1}{v_1} = \frac{1/3}{5} = \frac{1}{15} \text{ s}; \Delta t_2 = \frac{\Delta x_2}{v_2} = \frac{2/3}{20} = \frac{1}{30} = \frac{2}{60} = \frac{1}{30} \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{1/3 + 2/3}{1/15 + 1/30} = \frac{1}{1/10} = \frac{1}{1/10} = \frac{10}{1} = 10 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = 10 \text{ m/s} \Rightarrow \bar{v} = 10 \times \frac{36}{10} = 36 \text{ km/h}$$



۴ ۶۰

$$\Delta x = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}, v_p = 2v_1, t_p = t_1 - 4$$

$$\Delta x_1 = v_1 t_1 \Rightarrow 2000 = v_1 t_1$$

$$\Delta x_p = v_p t_p \Rightarrow 2000 = v_p t_p = 2v_1 t_p$$

$$\Rightarrow v_1 t_1 = (2v_1)(t_1 - 4) \Rightarrow v_1 t_1 = 2v_1 t_1 - 8v_1$$

$$v_1 t_1 = 2v_1 t_1 - 8v_1 \Rightarrow 8v_1 = v_1 t_1 \Rightarrow t_1 = 8 \text{ s} \Rightarrow t_p = 4 \text{ s}$$

$$2000 = v_1 t_1 \Rightarrow 2000 = v_1 \times 8$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{2000}{8} = 250 \text{ m/s}, v_p = \frac{2000}{4} = 500 \text{ m/s}$$

۱ ۶۱

این مسأله هم شبیه همان مسأله‌های چند مرحله‌ای است، فقط به جای این‌که در هر مرحله سرعت ثابت را بیان کند، سرعت متوسط را بیان کرده است که در کل مسأله تأثیری ندارد.

$$\begin{array}{|l|l|} \hline \Delta t_1 = 20 \text{ s} & \Delta t_p = 10 \text{ s} \\ \hline v_1 = 10 \text{ m/s} & v_p = 25 \text{ m/s} \\ \hline \end{array}$$

$$\Delta x_1 = v_1 \Delta t_1 = 10 \times 20 = 200 \text{ m}$$

$$\Delta x_p = v_p \Delta t_p = 25 \times 10 = 250 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_p}{\Delta t_1 + \Delta t_p} \Rightarrow \bar{v} = \frac{200 + 250}{20 + 10} = \frac{450}{30} = 15 \text{ m/s}$$

۳ ۶۲

با استفاده از زمان عبور از مقابل ستون، یک معادله می‌سازیم:  
برای این‌که یک قطار به طور کامل از روی پلی عبور کند، باید جابه‌جایی را برابر طول پل و طول قطار در نظر بگیریم:

$$\Delta x = \text{طول قطار} + \text{طول پل} \Rightarrow \Delta x = 45 + 15v, \Delta t = 30 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{45 + 15v}{30}$$

$$\Rightarrow 30v = 45 + 15v \Rightarrow 15v = 45 \Rightarrow v = 3 \text{ m/s}$$

۲ ۶۳

بزرگی یا اندازه سرعت در حرکت یکنواخت همان تندی است.

۲ ۶۴

$$\begin{array}{|l|l|} \hline t_1 = 0 & t_p = 10 \text{ s} \\ \hline x_1 = 3 \text{ m} & x_p = 8 \text{ m} \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_p - x_1}{t_p - t_1} = \frac{8 - 3}{10 - 0} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \text{ m/s}$$

حال دو نقطه جدید را در نظر می‌گیریم. با توجه به این‌که سرعت ثابت است، داریم:

$$\begin{array}{|l|l|} \hline t_1 = 0 & t_p = 5 \text{ s} \\ \hline x_1 = 3 \text{ m} & x_p = ? \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x_p - 3}{5 - 0} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x_p - 3}{5}$$

$$\Rightarrow 5 = 2x_p - 6 \Rightarrow 2x_p = 11 \Rightarrow x_p = 5.5 \text{ m}$$

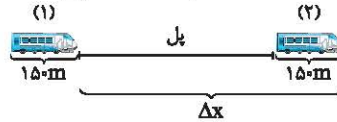
$$\Rightarrow x_p - x_1 = 5.5 - 3 = 2.5 \text{ m}$$

که از مکان اولیه متحرک ۲/۵ متر جلوتر است.

۳ ۵۴

$$v = 72 \text{ km/h} = 72 \times \frac{10}{36} = 20 \text{ m/s}, \Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{\Delta x}{60} \Rightarrow \Delta x = 20 \times 60 \Rightarrow \Delta x = 1200 \text{ m}$$



$$\Delta x = \text{طول پل} + \text{طول قطار} \Rightarrow 1200 = \text{طول پل}$$

$$\Rightarrow \text{طول پل} = 1050 \text{ m}$$

۱ ۵۵

شرط این‌که یک حرکت یکنواخت باشد، این است که در یک مسیر مستقیم با سرعت ثابت حرکت کند. سرعت ثابت هم یعنی در زمان‌های مساوی جابه‌جایی‌های یکسانی را طی کرده باشد.

۲ ۵۶

حرکت نور روی خط راست است به همین دلیل مسافت و جابه‌جایی برابرند و داریم:

$$v = 3 \times 10^8 \text{ km/h} = 3 \times 10^8 \times \frac{10^3}{3600} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$t = 0.04 \text{ s} = 4 \times 10^{-2} \text{ s}, \Delta x = ?$$

$$\Delta x = vt \Rightarrow \Delta x = 3 \times 10^8 \times 4 \times 10^{-2} = 12 \times 10^6 \text{ m} = 12 \times 10^3 \text{ km}$$

۲ ۵۷

از آن‌جایی که سرعت ثابت است پس سرعت جسم در  $t_p$  و در هر لحظه همان سرعت متوسط است.  $t_1 = 6 \text{ s}, x_1 = 18 \text{ m}, t_p = 10 \text{ s}, x_p = 6 \text{ m}$

$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \bar{v} = \frac{6 - 18}{10 - 6} = \frac{-12}{4} = -3 \text{ m/s}$$

۴ ۵۸

$$\text{متحرک اول: } \begin{cases} v_1 = 8 \text{ m/s} & x = v_1 t_1 + x_0 \\ x_0 = 12 \text{ m} & x = 8t + 12 \quad (2) \\ t_1 = t \end{cases}$$

$$\text{متحرک دوم: } \begin{cases} v_p = 20 \text{ m/s} & x = v_p t_p + x_0 \\ x_0 = -40 \text{ m} & x = 20(t - 10) - 40 \\ t_p = t - 10 & x = 20t - 240 \quad (1) \end{cases}$$

$$(1) = (2) \Rightarrow 8t + 12 = 20t - 240 \Rightarrow 12t = 252 \Rightarrow t = \frac{252}{12} = 21 \text{ s}$$

حال کافی است زمان  $t = 21 \text{ s}$  را در معادله مکان متحرک اول قرار بدهیم:  
 $x = 8t + 12 \Rightarrow x = 8(21) + 12 \Rightarrow x = 180 \text{ m}$

۴ ۵۹



زمانی برای اولین بار در فاصله ۱۵۰ متری همدیگر قرار می‌گیرند که جمع جابه‌جایی دو متحرک  $500 - 150 = 350 \text{ m}$  باشد:

$$\Delta x_1 + \Delta x_p = 350$$

$$v_1 t + v_p t = 350 \Rightarrow 10t + 15t = 350 \Rightarrow 25t = 350 \Rightarrow t = 14 \text{ s}$$

و برای دوم زمانی این اتفاق می‌افتد که دو متحرک به هم می‌رسند و بعد دوباره ۱۵۰ متر از هم فاصله می‌گیرند. یعنی جمع جابه‌جایی‌ها

$$\Delta x_1 + \Delta x_p = 650$$

$$v_1 t + v_p t = 650 \Rightarrow 10t + 15t = 650 \Rightarrow 25t = 650 \Rightarrow t = 26 \text{ s}$$



۴ ۷۳

حرکت سقوط آزاد مانند حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. در حرکت شتابدار با شتاب ثابت، سرعت افزایش می‌یابد و همان‌طور که از اسم این حرکت مشخص است، شتاب ثابت است.

۴ ۷۴

$$v_1 = 80 \text{ m/s}, a = -3 \text{ m/s}^2, t = 12 \text{ s}, v_2 = ?$$

چون شتاب کندشونده است، پس شتاب را باید منفی در نظر بگیریم.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \Rightarrow -3 = \frac{v_2 - 80}{12} \Rightarrow v_2 = -36 + 80 = 44 \text{ m/s}$$

۱ ۷۵

همان‌طور که گفته شد اگر حرکت شتابدار با شتاب ثابت باشد، می‌توانیم برای محاسبه سرعت متوسط، از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow 6 = \frac{0 + v_2}{2} \Rightarrow v_2 = 12 \text{ m/s}$$

یعنی در مرحله اول سرعت از صفر به ۱۲ متر بر ثانیه رسیده است پس حرکت تندشونده است.

در مرحله دوم داریم:

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow 8 = \frac{12 + v_2}{2} \Rightarrow 12 + v_2 = 16 \Rightarrow v_2 = 4 \text{ m/s}$$

یعنی در این مرحله سرعت از ۱۲ m/s به ۴ m/s رسیده است پس حرکت کندشونده است.

۳ ۷۶

به دلیل این‌که هر دو سنگ یک نوع حرکت یعنی سقوط آزاد دارند و سرعت اولیه هر دو نیز صفر است، پس زمان سقوط برای هر دو یکسان است و چون سنگ دوم دو ثانیه دیرتر رها شده است پس دو ثانیه نیز دیرتر به زمین می‌رسد.

۲ ۷۷

در قسمت اول حرکت که یکنواخت است، داریم:

$$t = 3 \text{ min} = 180 \text{ s}, v = 18 \text{ km/h} = 18 \times \frac{10}{36} = 5 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = vt = 5 \times 180 \Rightarrow \Delta x_1 = 900 \text{ m}$$

در مرحله بعد حرکت شتابدار با شتاب ثابت است:

$$v_1 = 5 \text{ m/s}, t = 30 \text{ s}, a = 1/5 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \Rightarrow 1/5 = \frac{v_2 - 5}{30} \Rightarrow v_2 = 50 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \bar{v} = \frac{5 + 50}{2} = \frac{55}{2} \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{55}{2} = \frac{\Delta x}{30} \Rightarrow \Delta x_2 = 825 \text{ m}$$

جابه‌جایی در کل حرکت برابر است با:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 900 + 825 \Rightarrow \Delta x = 1725 \text{ m}$$

۱ ۷۸

طبق رابطه  $\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 + v_1t$  در دو ثانیه اول، سنگ اول مسافتی به اندازه ۲۰ متر را طی می‌کند در حالی که سنگ دوم هنوز شروع به سقوط نکرده است، پس اختلاف ۲۰ متر است. در ثانیه سوم سنگ اول ۲۵ متر دیگر سقوط می‌کند یعنی در کل ۴۵ متر سقوط کرده است ولی سنگ دوم تنها ۵ متر سقوط کرده که اختلاف به ۴۰ متر می‌رسد یعنی افزایش یافته است.

۲ ۶۵

$$\frac{\Delta x_1 = x}{v_1 = v} \quad \frac{\Delta x_2 = 3x}{v_2 = 3v} \quad \Delta t_1 = \frac{\Delta x_1}{v} = \frac{x}{v}$$

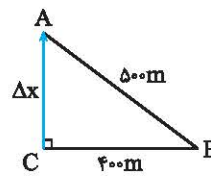
$$\Delta t_2 = \frac{\Delta x_2}{v_2} = \frac{3x}{3v} = \frac{x}{v}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{x + 3x}{\frac{x}{v} + \frac{x}{v}} \Rightarrow \bar{v} = \frac{4x}{\frac{2x}{v}} = \frac{4xv}{2x} = 2v$$

۲ ۶۶

$$AB: \Delta x_1 = vt \Rightarrow \Delta x = 50 \times 10 = 500 \text{ m}$$

$$BC: \Delta x_2 = vt \Rightarrow \Delta x = 8 \times 50 = 400 \text{ m}$$



$$AB^2 = BC^2 + AC^2$$

$$250000 = 160000 + AC^2$$

$$AC^2 = 250000 - 160000 = 90000$$

$$\Delta x = \sqrt{90000} = 300 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{300}{50 + 10} = \frac{300}{60} = 5 \text{ m/s}$$

۱ ۶۷

صفر تا صد یعنی زمانی که طول می‌کشد تا سرعت اتومبیل از صفر به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت برسد، طبق رابطه شتاب  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ،  $\Delta v$  را ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در نظر می‌گیریم پس هر چه زمان کم‌تر باشد شتاب بیش‌تر خواهد بود. به‌طور خلاصه شتاب با زمان تغییر سرعت رابطه عکس دارد.

۱ ۶۸

شتاب بر دو نوع کاهنده و افزایشنده است. که هر دو نوع شتاب می‌توانند سرعت را زیاد یا کم کنند. اگر سرعت و شتاب در یک جهت باشند، شتاب افزایشنده است و اگر در یک جهت نباشند، شتاب کاهنده است.

۲ ۶۹

با توجه به رابطه شتاب،  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  چون زمان نمی‌تواند منفی باشد پس در صورتی که شتاب مثبت باشد، حتماً تغییرات سرعت نیز مثبت خواهند بود.

۳ ۷۰

$$v_1 = 0, v_2 = 72 \text{ km/h} = 72 \times \frac{10}{36} = 20 \text{ m/s}, \Delta t = 10 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{20 - 0}{10} \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

۲ ۷۱

چون اتومبیل شروع به حرکت کرده است، پس ابتدا ساکن بوده و  $v_1$  را

$$a = 0.5 \text{ m/s}^2, v_1 = 0, t = 20 \text{ s}, v_2 = ?$$

$$v_2 = at + v_1 \Rightarrow v_2 = (0.5)(20) + 0 \Rightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$

۳ ۷۲

به دلیل این‌که شتاب کاهنده است یعنی اندازه سرعت را کم می‌کند، باید  $a < 0$  در نظر بگیریم.

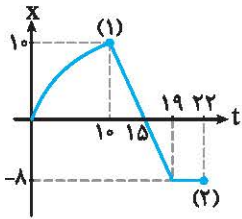
$$v_1 = 144 \text{ km/h} = 144 \times \frac{10}{36} = 40 \text{ m/s}, a = -4 \text{ m/s}^2, v_2 = 0$$

$$t = ?$$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \Rightarrow -4 = \frac{0 - 40}{t} \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$



۴ ۸۷



$$x_1 = 10 \text{ m}, t_1 = 10 \text{ s}$$

$$x_2 = -8 \text{ m}, t_2 = 22 \text{ s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$\Rightarrow \bar{v} = \frac{-8 - 10}{22 - 10}$$

$$\bar{v} = \frac{-18}{12} = \frac{-3}{2} \Rightarrow \bar{v} = -1.5 \text{ m/s}$$

۱ ۸۸

شتاب صفر نشان‌دهنده حرکت یکنواخت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) نشان‌دهنده یک حرکت شتابدار با شتاب منفی است.

(۳) نشان‌دهنده یک حرکت شتابدار با شتاب مثبت است.

(۴) چون شیب نمودار سرعت - زمان مثبت است پس شتاب آن نیز مثبت است.

۳ ۸۹

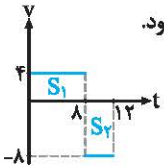
همان‌طور که در طول درس گفته شد، اگر نمودار مکان زمان به صورت خط راست باشد حرکت یکنواخت روی خط راست خواهد بود. فقط گزینه (۳) بیان‌کننده یک حرکت یکنواخت است (هم ارتفاع ثابت است و هم سرعت ثابت).

۲ ۹۰

این نمودار نشان می‌دهد با گذشت زمان سرعت در حال کاهش یافتن است و چون خط راست است، حرکت شتابدار کندشونده داریم.

۴ ۹۱

مساحت زیر نمودار سرعت - زمان معرف جابه‌جایی است. برای این‌که متحرک به مکان اولیه باز گردد، باید جابه‌جایی صفر باشد. گزینه (۴) مساحت زیر نمودار صفر دارد پس جابه‌جایی صفر می‌شود.

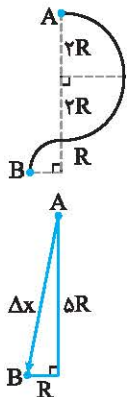


$$\Delta x = S_1 + S_2$$

$$\Delta x = (4 \times 4) + (4 \times (-8))$$

$$\Delta x = 16 - 32 = -16$$

۲ ۹۲



$$d = \frac{1}{4} \times \text{محیط دایره بزرگ} + \frac{1}{4} \times \text{محیط دایره کوچک}$$

$$d = \frac{1}{4} \times 2\pi \times 2R + \frac{1}{4} \times 2\pi \times R$$

$$d = 2\pi R + \frac{\pi R}{2} = \frac{5\pi R}{2}$$

$$\Delta x = \sqrt{(\Delta R)^2 + R^2} = \sqrt{26R^2} = R\sqrt{26}$$

$$\frac{d}{\Delta x} = \frac{\frac{5\pi R}{2}}{R\sqrt{26}} = \frac{5\pi}{2\sqrt{26}}$$

۴ ۹۳

سرعت نسبی  $v' = 12 + 16 = 28 \text{ m/s}$   
یکی از اتومبیل‌ها را ساکن فرض کرده و اتومبیل دوم را با سرعت  $28 \text{ m/s}$   
 $v' = 28 \text{ m/s}, \Delta x = 1400 \text{ m}$  در نظر می‌گیریم:  
 $v' = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 28 = \frac{1400}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1400}{28} = 50 \text{ s}$

۴ ۷۹

$$v_1 = 20 \text{ m/s}, v_2 = -80 \text{ m/s}, g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v_2 = -gt + v_1 \Rightarrow -80 = -10t + 20 \Rightarrow 10t = 100 \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \frac{\Delta y}{10} = \frac{20 + (-80)}{2} \Rightarrow \frac{\Delta y}{10} = \frac{-60}{2}$$

$$\Delta y = -300 \text{ m}$$

۳ ۸۰

سرعت متوسط را از دو راه می‌توان حل کرد.

روش اول:  $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \bar{v} = \frac{20 + (-80)}{2} \Rightarrow \bar{v} = -30 \text{ m/s}$

روش دوم:  $\bar{v} = \frac{-1}{2}gt + v_1 \Rightarrow \bar{v} = \left(\frac{-1}{2} \times 10 \times 10\right) + 20$

$$\bar{v} = -50 + 20 \Rightarrow \bar{v} = -30 \text{ m/s}$$

۴ ۸۱

$$v_1 = 100 \text{ m/s}, t = 5 \text{ s}, g = 10 \text{ m/s}^2, v_2 = ?$$

$$v_2 = -gt + v_1 \Rightarrow v_2 = (-10 \times 5) + 100 \Rightarrow v_2 = -50 + 100$$

$$v_2 = 50 \text{ m/s}$$

چون  $v_2$  مثبت است پس جهت حرکت رو به بالا است.

۱ ۸۲

شیب نمودار (۱) از بقیه بیش‌تر است پس متحرک (۱) دارای سرعت بیش‌تری است.

۲ ۸۳

هرگاه بخواهیم نمودار مکان - زمان نشان‌دهنده جسم ساکن باشد، باید نمودار به صورت خط افقی باشد. در نمودار مورد نظر بین ۴ تا ۸ ثانیه سرعت صفر است.

۳ ۸۴

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10 - 30}{8} = \frac{-40}{8} = -5 \text{ m/s}$$

یکبار دیگر فرمول سرعت را برای این نمودار می‌نویسیم ولی برای بازه زمانی صفر تا زمانی که متحرک از مبدأ می‌گذرد و سرعت ثابت است. بنابراین داریم:

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow -5 = \frac{0 - 30}{t - 0} \Rightarrow -5t = -30 \Rightarrow t = 6 \text{ s}$$

۲ ۸۵

چون نمودار مکان - زمان یک خط راست است، پس حرکت یکنواخت و سرعت ثابت است.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{120 - (-80)}{20 - 0} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s}$$

۱ ۸۶

فقط در گزینه (۱) نمودار مکان - زمان خط راستی با شیب مثبت است. در گزینه (۲) شیب خط راست منفی است. در گزینه (۳) نیز مقدار سرعت منفی است چون زیر نمودار زمان قرار دارد. در گزینه (۴) به دلیل منحنی بودن حرکت شتابدار است و چون شیب نمودار منفی است پس سرعت نیز منفی است.





۴ / ۹۸

با استفاده از اطلاعات مسیر رفت، طول جاده را حساب می‌کنیم:

$$v = 108 \text{ km/h}, t = 15 \text{ min} = 0.25 \text{ h}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 108 = \frac{\Delta x}{0.25} \Rightarrow \Delta x = 27 \text{ km}$$

در مسیر بازگشت سرعت را به اندازه  $5 \text{ m/s}$  یعنی  $18 \text{ km/h}$  کم‌تر در نظر می‌گیریم فقط دقت داشته باشید که جابه‌جایی همان  $27 \text{ km}$  است.

$$v = 108 - 18 = 90 \text{ km/h}, \Delta x = 27 \text{ km}, \Delta t = ?$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 90 = \frac{27}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{27}{90} = \frac{3}{10} \text{ h}$$

$$\Delta t = \frac{3}{10} \times 60 = 18 \text{ min}$$

۳ / ۹۹

$$\text{متحرک اول} \begin{cases} x_1 = ? & x_1 + x_2 = 600 \\ v_1 = v & v_1 t_1 + v_2 t_2 = 600 \\ t_1 = t \end{cases}$$

$$\text{متحرک دوم} \begin{cases} x_2 = ? & vt + 2vt = 600 \\ v_2 = 2v & 3vt = 600 \\ t_2 = t & vt = 200 \text{ m} \end{cases}$$

$vt$  همان جابه‌جایی متحرک اول است. یعنی در  $200$  متری مبدأ حرکت متحرک کندتر و به هم می‌رسند.

۴ / ۱۰۰

ابتدا  $v$  را باید حساب کنیم. در هر دو حالت مسأله جابه‌جایی مقداری ثابت است، بنابراین داریم:

$$\Delta x = vt \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = 12v & \text{حالت اول} \\ \Delta x = 10(v+2) & \text{حالت دوم} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 12v = 10(v+2) \Rightarrow 12v = 10v + 20 \Rightarrow 2v = 20 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = 12 \times 10 = 120 \text{ m} \quad \text{جابه‌جایی را در حالت اول حساب می‌کنیم:}$$

۲ / ۱۰۱

جابه‌جایی برای هر دو متحرک یکسان است فقط متحرک کندتر به مدت  $40 \text{ s}$  بیش‌تر در حرکت بوده است پس داریم:

$$\Delta x_1 = \Delta x_2, v_1 = 10 \text{ m/s}, v_2 = 15 \text{ m/s}, t_1 = t + 40, t_2 = t$$

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 \Rightarrow v_1 t_1 = v_2 t_2 \Rightarrow 10(t+40) = 15t$$

$$\Rightarrow 10t + 400 = 15t \Rightarrow 400 = 5t \Rightarrow t = \frac{400}{5} = 80 \text{ s}$$

$$\Delta x_2 = v_2 t_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 15 \times 80 \Rightarrow \Delta x_2 = 1200 \text{ m}$$

۲ / ۱۰۲

بیش‌ترین فاصله این دو متحرک مربوط به زمانی است که متحرک سریع‌تر به مقصد رسیده باشد. پس ابتدا حساب می‌کنیم چند ثانیه طول می‌کشد تا متحرک سریع‌تر به مقصد برسد.

$$v = 12 \text{ m/s} \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 12 = \frac{240}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 20 \text{ s}$$

پس گزینه‌های (۳) و (۴) حذف می‌شوند.

حال مکان رسیدن دو متحرک را محاسبه می‌کنیم، برای متحرک سریع‌تر داریم:

$$v = 16 \text{ m/s}, \Delta t = 50 \text{ s}, \Delta x = ?$$

$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow \Delta x = 16 \times 50 \Rightarrow \Delta x = 800 \text{ m}$$

پس می‌توان گفت دو متحرک در  $800$  متری متحرک سریع‌تر به هم می‌رسند.

۱ / ۹۴

سرعت متحرک را برای طی کردن فاصله دو شهر  $A$  و  $B$  برابر  $v$  فرض می‌کنیم:

$$v = \frac{\Delta x_{AB}}{6} \quad (1)$$

متحرک برای طی کردن فاصله دو شهر  $B$  و  $C$  سرعت خود را  $3$  برابر کرده است:

$$3v = \frac{\Delta x_{BC}}{10} \quad (2)$$

رابطه (۱) را تقسیم بر (۲) می‌کنیم:

$$\frac{v}{3v} = \frac{\frac{\Delta x_{AB}}{6}}{\frac{\Delta x_{BC}}{10}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{10 \Delta x_{AB}}{6 \Delta x_{BC}}$$

$$\Delta x_{BC} = 5 \Delta x_{AB} \Rightarrow \frac{\Delta x_{AB}}{\Delta x_{BC}} = \frac{1}{5}$$

۱ / ۹۵

حرکت را  $4$  مرحله‌ای فرض می‌کنیم و مرحله چهارم را توقف در نظر می‌گیریم:

$\Delta x_1 = 80 \text{ m}$	$\Delta x_2 = ?$	$\Delta x_3 = 30 \text{ m}$	$\Delta x_4 = 0$
$\Delta t_1 = ?$	$\Delta t_2 = 8 \text{ s}$	$\Delta t_3 = 6 \text{ s}$	$\Delta t_4 = ?$
$v_1 = 4 \text{ m/s}$	$v_2 = 15 \text{ m/s}$		

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta x_1}{v_1} = \frac{80}{4} = 20 \text{ s}$$

$$\Delta x_2 = v_2 \Delta t_2 = 15 \times 8 = 120 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4}$$

$$\bar{v} = \frac{80 + 120 + 30 + 0}{20 + 8 + 6 + \Delta t_4} = 5$$

$$5 = \frac{230}{34 + \Delta t_4} \Rightarrow 230 = 170 + 5 \Delta t_4 \Rightarrow 60 = 5 \Delta t_4$$

$$\Rightarrow \Delta t_4 = \frac{60}{5} = 12 \text{ s}$$

۴ / ۹۶

از آن جایی که دو اتومبیل به سمت هم حرکت می‌کنند، می‌توانیم سرعت نسبی را حساب کنیم:

$$v' = v_A + v_B \Rightarrow v' = 20 + v_B$$

حال می‌توانیم فرض کنیم یکی از اتومبیل‌ها ساکن و دیگری با سرعت  $v'$  در حال حرکت است.

$$v' = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 20 + v_B = \frac{1200}{20} \Rightarrow 20 + v_B = 60$$

$$\Rightarrow v_B = 40 \text{ m/s}$$

۲ / ۹۷

$$\Delta t = 12 \text{ s}, v_1 = 5 \text{ m/s}, v_2 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}, \Delta x = ?$$

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{5 + 20}{2} = 12.5 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 12.5 = \frac{\Delta x}{12} \Rightarrow \Delta x = 12 \times 12.5 = 150 \text{ m}$$

۴ / ۱۰۸

$$v_1 = 60 \text{ m/s}, v_2 = 20 \text{ m/s}, \Delta x = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}, \Delta t = ?$$

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{60 + 20}{2} = \frac{0.2}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{0.4}{80} = \frac{1}{200} = 0.005 \text{ s}$$

۳ / ۱۰۹

$$v_1 = 30 \text{ m/s}, a = -5 \text{ m/s}^2, \Delta x = ?, \Delta t = 2 \text{ s}, v_2 = 0$$

ابتدا زمان کل توقف را حساب می‌کنیم:

$$v_2 = at + v_1 \Rightarrow 0 = -5t + 30 \Rightarrow t = 6 \text{ s}$$

دو ثانیه پایانی یعنی بین ۴ ثانیه تا ۶ ثانیه. ابتدا باید سرعت جسم را در

$$v_2 = at + v_1$$

زمان ۴ ثانیه حساب کنیم:

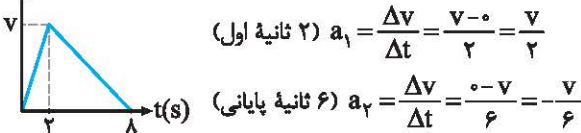
$$v_2 = -5 \times 4 + 30 \Rightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_1 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times (-5) \times 4 + (10 \times 2)$$

$$\Delta x = -10 + 20 = 10 \text{ m}$$

۳ / ۱۱۰

برای حل این سؤال، سرعت را در  $v \cdot t = 2 \text{ s}$  فرض می‌کنیم:



نسبت بزرگی شتاب‌ها را خواسته است پس منفی را در نظر نمی‌گیریم:

$$\left| \frac{a_1}{a_2} \right| = \frac{\frac{v}{2}}{\frac{v}{6}} = 3$$

۴ / ۱۱۱

از روی نمودار مشخص است که حرکت از نوع شتابدار با شتاب ثابت کاهنده است:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{-8 - 16}{6 - 0} = \frac{-24}{6} = -4 \text{ m/s}^2$$

شتاب در این حرکت ثابت است. حال همین شتاب را در بازه زمانی ۰ تا  $t$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow -4 = \frac{0 - 16}{t} \Rightarrow t = 4 \text{ s}$$

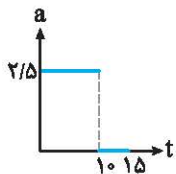
در نظر می‌گیریم:

۲ / ۱۱۲

ابتدا شتاب را در ۱۰ ثانیه اول حساب می‌کنیم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 5}{10} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

حرکت از ۱۰ ثانیه تا ۱۵ ثانیه یکنواخت است، یعنی شتاب صفر است. بنابراین نمودار شتاب - زمان به صورت مقابل است:



۳ / ۱۱۳

این نمودار نشان‌دهنده یک حرکت شتابدار با شتاب ثابت کاهنده است که فقط گزینه (۳) صحیح است.

حال کافی است حساب کنیم متحرک کندتر پس از ۲۰ ثانیه چقدر از مسافت ۲۴۰ متری را طی می‌کند.

$$v = 10 \text{ m/s} \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \frac{\Delta x}{20} \Rightarrow \Delta x = 200 \text{ m}$$

پس متحرک کندتر هنوز ۴۰ متر تا مبدأ فاصله دارد. یعنی بیش‌ترین فاصله ۴۰ m است.

۴ / ۱۰۳

این متحرک از مبدأ شروع به حرکت می‌کند و ابتدا ۱۵ متر در جهت مثبت حرکت کرده سپس ۳۰ متر باز می‌گردد و در نهایت ۱۵ متر به جهت مثبت محور حرکت می‌کند. مسافت حاصل جمع این طول‌ها برابر است با:

$$d = 15 + 30 + 15 = 60 \text{ m}$$

۳ / ۱۰۴

مسافت‌های پیموده شده در هر دو حالت یکسان است.

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 \Rightarrow v_1 t_1 = v_2 t_2$$

$$12 t_1 = (v + 20) t_2 \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{12}{v + 20} = \frac{2}{5} \Rightarrow v + 20 = 30 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

۱ / ۱۰۵

سرعت نسبی را برای این دو قطار حساب می‌کنیم:  $v' = 10 + 8 = 18 \text{ m/s}$   
برای محاسبه  $t_1$  قطار اول را ساکن فرض می‌کنیم و قطار دوم را به طول ۱۵۰ m در حال حرکت فرض می‌کنیم.

$$v' = 18 \text{ m/s} \Rightarrow v' = \frac{\Delta x}{t_1} \Rightarrow 18 = \frac{150}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{150}{18} = \frac{25}{3} \text{ s}$$

و برای محاسبه  $t_2$  برعکس عمل می‌کنیم:

$$v' = 18 \text{ m/s} \Rightarrow v' = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 18 = \frac{100}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{100}{18} = \frac{50}{9} \text{ s}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{25}{3}}{\frac{50}{9}} = \frac{3}{2}$$

۳ / ۱۰۶

در زمان یک ثانیه که طول می‌کشد پای خود را روی پدال ترمز بگذارد، به میزان ۲۵ متر جابه‌جا شده است:

$$x = vt \Rightarrow x = 25 \times 1 = 25 \text{ m}$$

$v_1 = 25 \text{ m/s}, v_2 = 0, \Delta x = 125 \text{ m}, a = ?$   
باید شتاب به نحوی باشد که پس از  $125 - 25 = 100 \text{ m}$  باقی‌مانده جابه‌جایی متوقف شود. زمان لازم را از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{25 + 0}{2} = \frac{100}{t} \Rightarrow t = \frac{200}{25} = 8 \text{ s}$$

$$v_2 = at + v_1 \Rightarrow 0 = (a \times 8) + 25 \Rightarrow -8a = 25$$

$$\Rightarrow a = \frac{25}{-8} \Rightarrow a = -3.125 \text{ m/s}^2$$

۳ / ۱۰۷

$$v_1 = 108 \text{ km/h} = 108 \times \frac{1000}{3600} = 30 \text{ m/s}, v_2 = 0, \Delta t = 7/5 \text{ s}, \Delta x = ?$$

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\frac{30 + 0}{2} = \frac{\Delta x}{7/5} \Rightarrow \Delta x = \frac{7/5 \times 30}{2} = 112.5 \text{ m}$$