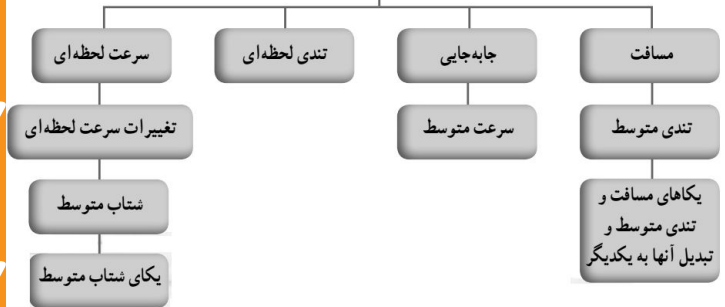


چیس

حرکت چیست؟



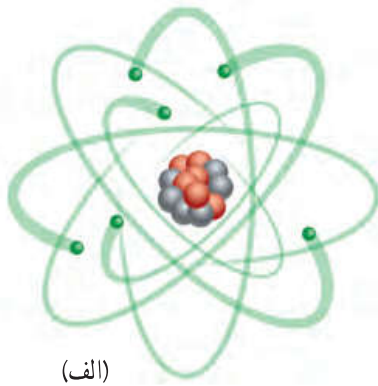
فصل ۴



* آیا می‌دانید بیشترین مسافت ثبت شده که تا کنون یک اسب توانسته است در یک ثانیه طی کند حدود ۲۴ متر بوده است؟ بررسی و شناخت حرکت اجسام از هزاران سال پیش مورد توجه بشر بوده است؛ به طوری که تند و کند بودن حرکت یک جسم برای هر کس واژه‌ای آشناست.

در این فصل خواهیم دید که با تعریف کمیت‌های فیزیکی مانند: مسافت، جابه‌جایی، تندی و سرعت و شتاب می‌توانیم به بررسی حرکت اجسام پردازیم. با پیدا کردن هر یک از این کمیت‌های فیزیکی برای یک جسم در حال حرکت، می‌توان شناخت بهتری از حرکت آن جسم به دست آورد.

۱. چرا دانشمندان راه‌های ساده‌ای را برای بررسی و شناخت حرکت ارائه داده‌اند؟



(الف)

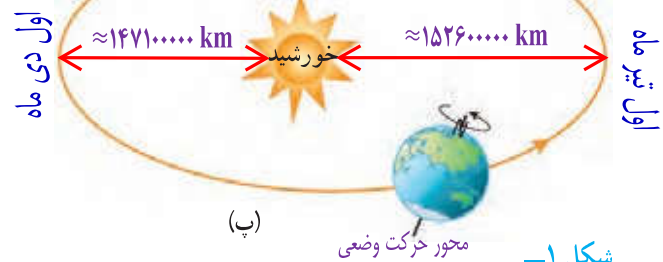
حرکت در همه جا و همه چیز

همه چیز در جهان پیرامون ما در حرکت است. حتی زمین که ساکن به نظر می‌رسد، نیز در حرکت است (شکل ۱). (شناخت حرکت، یکی از راه‌های شناخت جهان فیزیکی پیرامون است. به همین دلیل دانشمندان راه‌های ساده‌ای را برای بررسی و شناخت حرکت ارائه داده‌اند.)

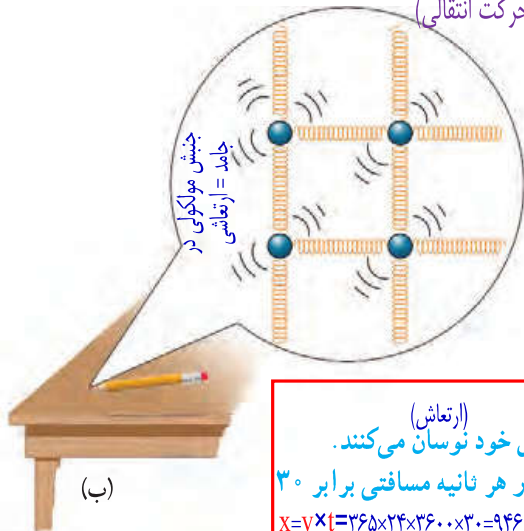
* مسیر حرکت زمین (حرکت انتقالی): 149600000 Km مسیر حرکت زمین (حرکت انتقالی)

به دور خورشید

* مسیر گردش زمین به دور خورشید بیضی است.



شکل ۱- محور حرکت وضعی



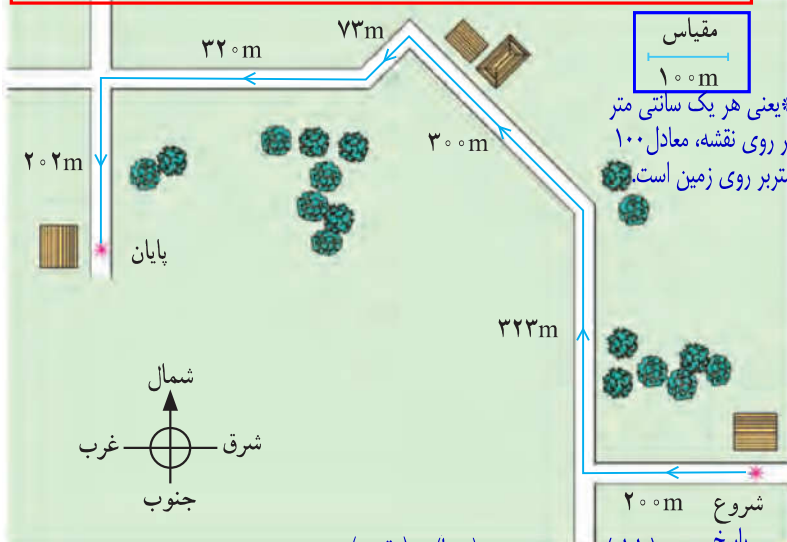
(ب)

(الف) الکترون‌های هر اتم، همواره به دور هسته می‌چرخند.
 (ب) اتم‌های موجود در نوک مدادی که روی میز شماست، همواره در محل خود نوسان می‌کنند.
 (پ) زمین علاوه بر آنکه در هر شبانه‌روز یک بار به دور خود می‌چرخد، در هر ثانیه مسافتی برابر $30 \times 10^3 \text{ Km}$ را دور خورشید می‌پیماید.*

مسافت و جابه‌جایی

برای رفتن از یک محل به محل دیگر، معمولاً از کوچه‌ها و خیابان‌های زیادی عبور می‌کنیم. شکل ۲ مسیر حرکت دانش‌آموزی را نشان می‌دهد که برای رفتن از خانه تا مدرسه می‌پیماید. به مجموع طول‌هایی که این دانش‌آموز برای رفتن از خانه (مبدأ) تا مدرسه (مقصد) می‌پیماید، **مسافت پیموده شده** یا به اختصار **مسافت** می‌گوییم.

سرعت چرخش زمین به دور خودش چقدر است؟ ۵ کیلو متر بر ثانیه
 سرعت حرکت زمین به دور خورشید چقدر است؟ ۳۰ کیلو متر بر ثانیه
 سرعت حرکت منظومه شمسی به دور کهکشان راه شیری چقدر است؟ ۲۵۰ کیلو متر بر ثانیه
 سرعت حرکت کهکشان راه شیری در گروه محلی کهکشان چقدر است؟ ۳۰۰ کیلو متر بر ثانیه



شکل ۲- (کل مسیر طی شده بین شروع تا پایان حرکت را مسافت پیموده شده می‌نامند.)

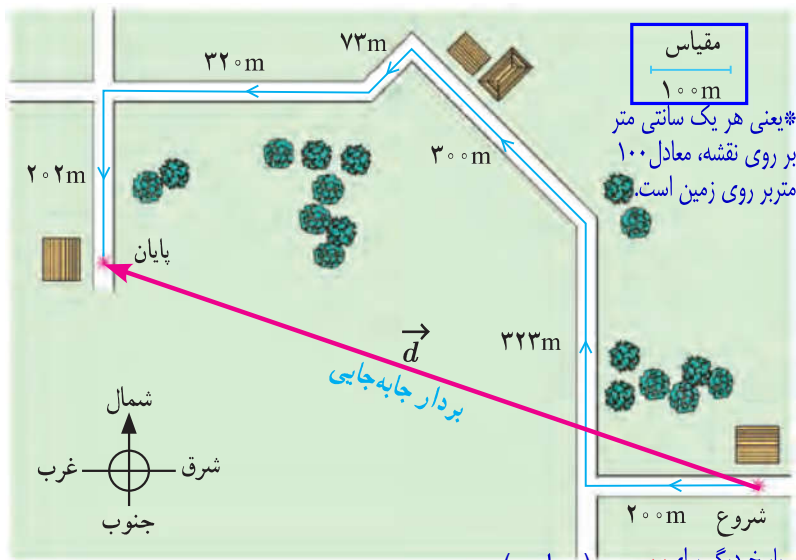
۱- مسافت را می‌توان با نماد s نشان داد. منظور از مسافت طی شده چیست؟

پورسالر

* طبق قانون دوم کپلر، زمانی که سیاره در نقاط دورتر بیضی در حرکت است، فاصله تا خورشید زیادتر و سرعت حرکت کمتر است. به تدریج که سیاره به نقاط نزدیک‌تر بیضی می‌رسد فاصله تا خورشید کمتر و سرعت سیاره زیادتر می‌شود.

۱. بردار چیست؟ ۲. بردار جابه جایی چیست؟

همان طور که می دانیم کوتاه ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، پاره خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر



پاسخ دیگر برای ۲ (پارہ خط جهت داری که مبدأ حرکت را به مقصد وصل می کند بردار جابه جایی نامیده می شود.)
شکل ۳- (پارہ خط جهت داری که مبدأ حرکت را به مقصد وصل می کند بردار جابه جایی نامیده می شود.)

وصل می کند. در ریاضی سال هشتم دیدید که اگر پارہ خطی دارای جهت باشد به آن بردار گفته می شود. برداری که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می کند، بردار جابه جایی گفته می شود (شکل ۳) که آن را با \vec{d} نشان می دهیم. اندازه بردار جابه جایی را به اختصار جابه جایی می نامیم و آن را با

d نشان می دهیم.
۳. منظور از جابه جایی چیست؟

فعالیت

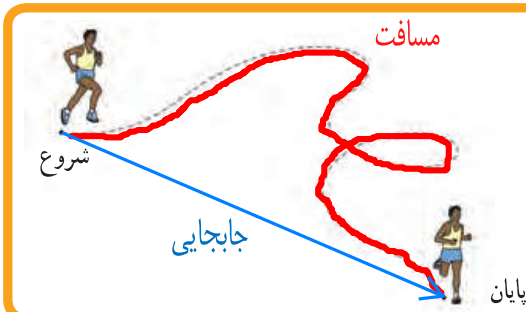
مسافت و جابه جایی هر دو از جنس طول اند و بر حسب متر (m) اندازه گیری می شوند، ولی می توانیم آنها را بر حسب واحدهای بزرگ تر یا کوچک تر طول نیز بیان کنیم. الف) مسافت طی شده در شکل ۳ را بر حسب متر و کیلومتر (km) بیان کنید. ب) با توجه به مقیاس داده شده روی شکل، جابه جایی دانش آموز را به کمک خط کش به دست آورید.

الف- مسافت ۱۴۱۸ متر = $200 + 322 + 300 + 73 + 320 + 200 = 1418$ km $\leftarrow \frac{1418}{1000} = 1.418$ km ب- فاصله مستقیم (جابه جایی) = ۹ سانتی متر، با توجه به مقیاس داریم: $9 \times 100 = 900$ متر

فکر کنید

یک جسم باید چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازه بردار جابه جایی اش یکسان باشد؟ بر روی خط راست و جهت مسافت با جهت جابجایی (ابتدا و انتهای آنها) یکی باشد.

خود را بیازمایید



شکل روبه رو مسیر پیموده شده توسط یک دوندۀ را نشان می دهد. مسافت و بردار جابه جایی دوندۀ را روی شکل مشخص کنید.

۱. مردم تا قبل از گالیله، حرکت اجسام را چگونه توصیف می کردند؟

تندی متوسط

گالیله دانشمند سرشناس ایتالیایی نزدیک به ۵۰۰ سال پیش به کمک آزمایش به بررسی و مطالعه چگونگی حرکت اجسام پرداخت. مردم تا پیش از گالیله، حرکت اجسام را به صورت «کند» و «تند» توصیف می کردند. یکی از کارهای گالیله، معرفی **تندی متوسط**^۱ یک متحرک بود که به صورت زیر تعریف می شود.

۱. منظور از **تندی متوسط چیست**؟ مقدار مسافت پیموده شده در واحد زمان را تندی متوسط گویند.

$$s_{av} = \bar{s} = \frac{d}{t} \Rightarrow \text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \quad (1)$$

اگر مسافت بر حسب متر (m) و زمان بر حسب ثانیه (s) اندازه گیری شوند، در این صورت یکای تندی متوسط متر بر ثانیه (m/s) خواهد شد^۲.

تذکر: دانش آموزان عزیز، نوشتن داده های مسئله به حل آن کمک خواهد کرد. همچنین نوشتن فرمول برای حل تمام مسائل (حتی به فارسی) الزامی است.

مثال ۱

دوچرخه سواری مسافت ۸۴۰ متر را در مدت زمان ۶۰ ثانیه می پیماید. تندی متوسط دوچرخه سوار چند متر بر ثانیه است؟



داده ها:
مسافت = ۸۴۰ متر
زمان = ۶۰ ثانیه
تندی متوسط = ؟

فرمول نویسی:
مسافت = تندی متوسط × زمان

حل: با توجه به رابطه (۱) داریم:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{۸۴۰ \text{ m}}{۶۰ \text{ s}} = ۱۴ \text{ m/s}$$

این دوچرخه سوار در هر ثانیه به طور متوسط ۱۴ متر از مسیر را پیموده است.

فعالیت

تندی متوسط خودتان را هنگام رفتن از خانه به مدرسه حساب کنید. اگر با پای پیاده این فاصله را طی می کنید تعداد قدم های خود را از خانه تا مدرسه بشمارید. طول هر قدم را حدود ۰/۴ متر بگیرید. اگر با خودرو این فاصله را می پیمایید مسافت طی شده را از روی کیلومتر شمار خودرو بخوانید. در هر دو حالت زمان طی مسافت را به کمک ساعت یا زمان سنج اندازه بگیرید.

تذکر: داده ها و فرمول نوشته شود.

خود را بیازمایید



۱- رکورد جهانی دوی ۱۰۰ متر مردان، ۹/۵۸ ثانیه و در اختیار اوسین بولت دوندۀ جامائیکایی است که در سال ۲۰۰۹ به نام خود ثبت کرده است. تندی متوسط این قهرمان جهانی را حساب کنید. مفهوم فیزیکی عدد به دست آمده را توضیح دهید.

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{۱۰۰ \text{ m}}{۹/۵۸ \text{ s}} = ۱۰/۴۴ \text{ m/s}$$

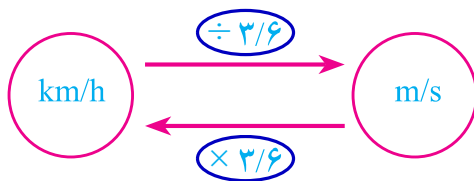
عدد به دست آمده به این معناست که این دونده در هر ثانیه به طور متوسط ۱۰/۴۴ متر از طول مسیر را پیموده است.

۱- Average speed

۲- تندی متوسط را می توان با نماد s_{av} نشان داد. زیرنویس av از واژه average به معنای متوسط گرفته شده است.

$$1 \text{ km/h} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3.6} \text{ m/s}$$

$$1 \text{ m/s} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{\frac{1}{3600} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = \frac{3600}{1000} = 3.6 \text{ km/h}$$



۲ - کیلومتر بر ساعت (km/h) یکی دیگر از یکاهای تندی است که معمولاً برای وسایل نقلیه موتوری به کار می‌رود. با توجه به اینکه هر کیلومتر برابر 1000 m و هر ساعت برابر 3600 s است، نشان دهید یکاهای km/h و m/s به صورت روبه‌رو به یکدیگر تبدیل می‌شوند.



۳ - شکل روبه‌رو نقشه جزیره ابوموسی را واقع در خلیج فارس نشان می‌دهد. فاصله بین مسجد جامع و مسجد خلیج فارس در این جزیره حدود $3/4$ کیلومتر است. اگر 6 دقیقه طول بکشد تا شخصی با خودرو از مسجد جامع به مسجد خلیج فارس برود، تندی متوسط خودروی وی را بر حسب متر بر ثانیه به دست آورید.

۴ - تندی متوسط هر یک از متحرک‌ها را با توجه به داده‌های جدول زیر حساب کنید.

فرمول نویسی الزامیست:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{340 \text{ m}}{36 \text{ s}} = 9.4 \text{ m/s}$$

تذکره: داده‌ها و فرمول نوشته شود.

| متحرک | مسافت طی شده | زمان صرف شده | تندی متوسط = $\frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}}$ (m/s) | تندی متوسط (km/h) |
|------------------|------------------|-----------------|--|---------------------------------------|
| دونده | 1000 m | 150 s | $\frac{1000 \text{ m}}{150 \text{ s}} = 6.7 \text{ m/s}$ | $6.7 \times 3.6 = 24.12 \text{ km/h}$ |
| خودروی مسابقه | 1000 m | 10 s | ? | $? \times 3.6 = 360 \text{ km/h}$ |
| هوایمای مسافربری | 1000 m | 4 s | 250 m/s | ? |
| صوت | 1000 m | 3 s | 333.3 m/s | ? |
| شاتل فضایی | 1000 m | 0.1 s | ? | 36000 km/h |

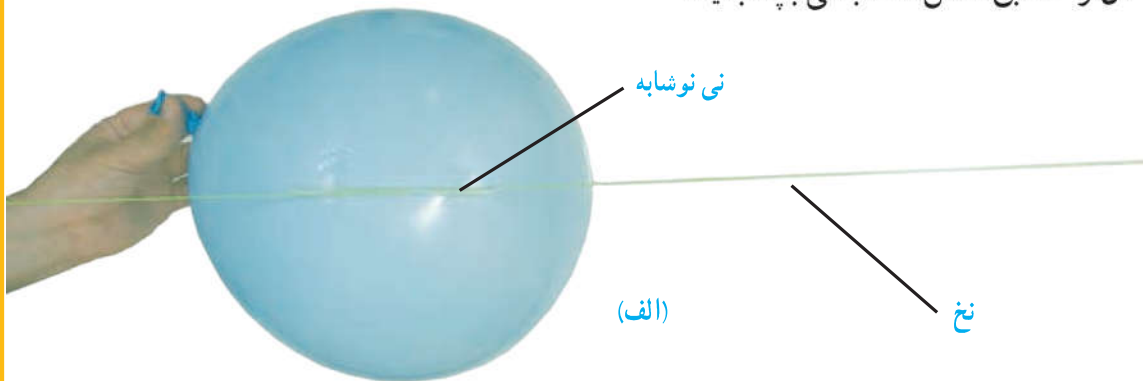
سرعت متوسط

آزمایش کنید

هدف: پیدا کردن سرعت متوسط

وسایل و مواد لازم: یک تکه نخ بلند (۴ متر یا بیشتر)، نی نوشابه، بادکنک، چسب نواری، زمان سنج، متر

- ۱- تکه‌ای از نی نوشابه به طول تقریبی 10° سانتیمتر را ببرید و نخ را از آن عبور دهید.
- ۲- دو سر نخ را به دو طرف کلاس که فاصله بیشتری از هم دارند ببندید و طول آن را به کمک متر یا خط کش اندازه بگیرید.
- ۳- بادکنک را باد کنید و درب آن را محکم با دست خود بگیرید تا هوای درون آن خارج نشود و آن را مطابق شکل الف به نی بچسبانید.



- ۴- بادکنک را رها کنید تا به کمک نی متصل به آن، از یک طرف به طرف دیگر تکه نخ حرکت کند (شکل ب). **توجه:** براساس قانون سوم نیوتن حرکت خواهد کرد. (توجه به فصل ۵)



- ۵- به کمک زمان سنج، مدت زمانی را که بادکنک در حرکت است، اندازه بگیرید.
- ۶- نسبت جابه‌جایی بادکنک را به مدت زمان صرف شده حساب کنید.*
- ۷- اندازه‌گیری و محاسبه‌ها را چند بار تکرار کنید تا دقت آنها بیشتر شود.

۱. منظور از سرعت متوسط چیست؟ از چه رابطه ای بدست می آید؟
 مقدار جابجایی متحرک در واحد زمان را سرعت متوسط گویند.

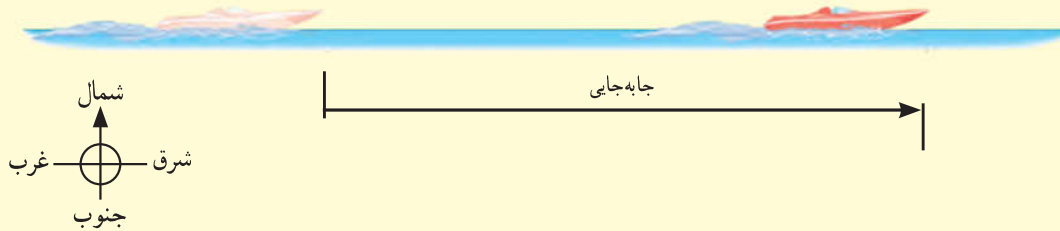


$$V_{av} = \bar{V} = \frac{X}{t} \quad (2) \quad \text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}}$$

اگر جابه جایی بر حسب متر و زمان بر حسب ثانیه باشد، سرعت متوسط بر حسب متر بر ثانیه بیان می شود.

مثال ۲

شکل زیر قایق تندرویی را نشان می دهد که در امتداد مسیری مستقیم از غرب به شرق در حرکت است و پس از ۸ ثانیه حدود ۱۱۳ متر جابه جا می شود. سرعت متوسط قایق بر حسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت چقدر است؟



پاسخ: با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطه ۲) داریم: **تذکر:** داده ها و فرمول نوشته شود.

$$\text{سرعت متوسط (به طرف شرق)} = \frac{\text{بردار جابه جایی (به طرف شرق)}}{\text{مدت زمان صرف شده}} = \frac{113 \text{ m}}{8 \text{ s}} \approx 14 \text{ m/s}$$

همان طور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای متر بر ثانیه به یکای کیلومتر بر ساعت، کافی است مقدار مورد نظر را در عدد $\frac{3}{6}$ ضرب کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\text{سرعت متوسط (به طرف شرق)} = (14 \times \frac{3}{6}) \text{ km/h} = 50/4 \text{ km/h}$$

توجه کنید که در این مثال، چون قایق در امتداد خط راست حرکت می کند و جهت حرکت خود را نیز تغییری نداده است، مسافت طی شده و جابه جایی آن با هم برابرند.

فکر کنید

تندی متوسط قایق در مثال بالا چقدر است؟ توضیح دهید چرا مقدار آن با مقدار به دست آمده برای سرعت متوسط یکسان است. زیرا متحرک (قایق) در امتداد خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کرد.

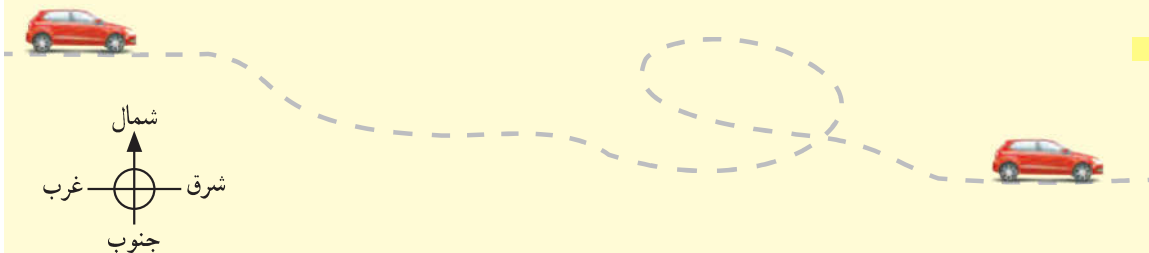
$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{113}{8} = 14 \text{ m/s}$$

۱- Average velocity

۲- سرعت متوسط را می توان با نماد v_{av} نشان داد.

مثال ۳

خودرویی مسیری مطابق شکل زیر را در مدت ۳۰ دقیقه طی می‌کند. اگر طول مسیر (مسافت) برابر ۴۶ کیلومتر و بردار جابه‌جایی آن برابر ۲۴ کیلومتر به طرف جنوب شرقی باشد، (الف) تندی متوسط و (ب) سرعت متوسط خودرو را در این مدت به دست آورید و مفهوم فیزیکی هر کدام از مقادیر فیزیکی به دست آمده را توضیح دهید. **تذکر:** داده‌ها و فرمول نوشته شود.



حل: (الف) مدت زمان حرکت ۳۰ دقیقه یا $\frac{1}{2}$ ساعت است. بنابراین با توجه به تعریف تندی متوسط (رابطه ۱) داریم

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{46 \text{ km}}{\frac{1}{2} \text{ h}} = 92 \text{ km/h}$$

مسافت = ۴۶ کیلومتر
زمان = ۳۰ دقیقه = ۰/۵ ساعت
تندی متوسط = ؟

مفهوم این مقدار فیزیکی (تندی متوسط) آن است که خودرو در هر ساعت ۹۲ کیلومتر از مسیر را طی کرده است.

(ب) با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطه ۲) داریم:

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}} = \frac{24 \text{ km}}{\frac{1}{2} \text{ h}} = 48 \text{ km/h}$$

(به طرف جنوب شرقی) (به طرف جنوب شرقی)

مفهوم این مقدار فیزیکی (سرعت متوسط) آن است که به طور متوسط خودرو در هر ساعت ۴۸ کیلومتر به مقصد خود نزدیک‌تر شده است.

تذکر: داده‌ها و فرمول نوشته شود.

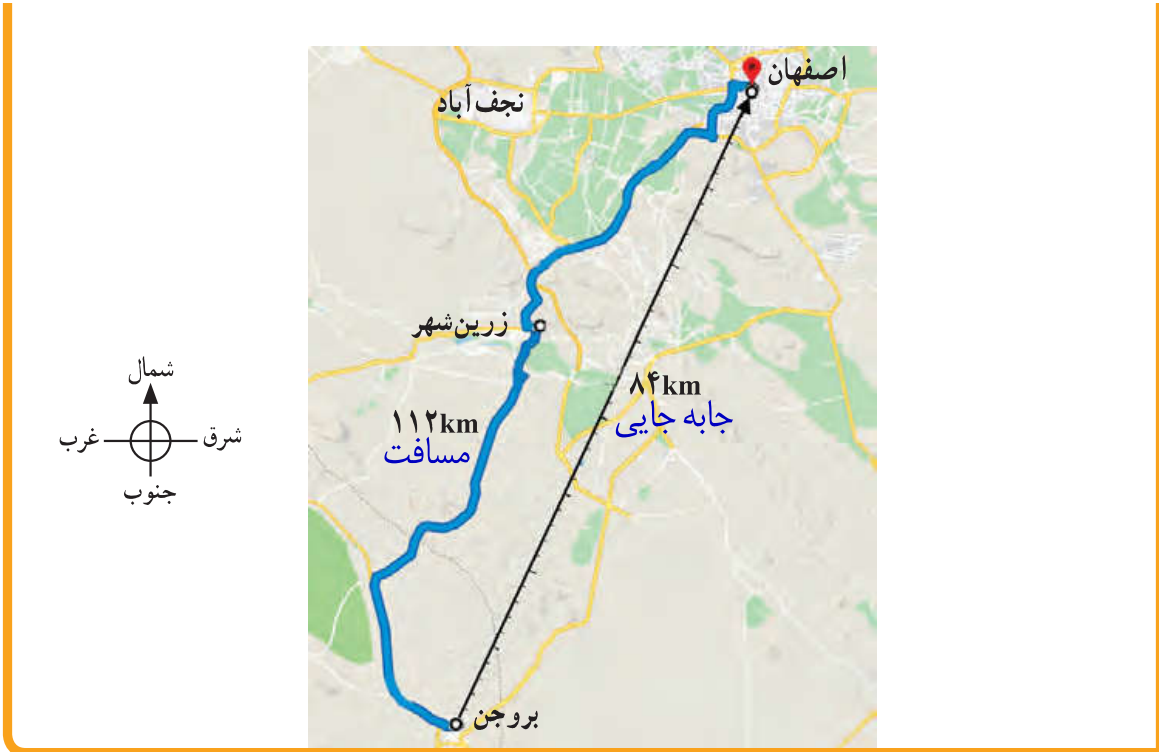
خود را بیازمایید

طول جاده بین شهر کوهستانی بروجن از شهر تاریخی اصفهان حدود ۱۱۲ کیلومتر و فاصله مستقیم آنها ۸۴ کیلومتر است (شکل صفحه بعد). اگر خودرویی فاصله بین دو شهر را در مدت ۷۰ دقیقه طی کند، تندی متوسط و سرعت متوسط اتومبیل بر حسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت چقدر است؟ (لازم است توجه شود که به دلایل مختلفی از قبیل موانع طبیعی و هزینه احداث جاده، معمولاً جاده بین

دو شهر به صورت مسیر مستقیم نیست.)

$$\left. \begin{array}{l} \text{مسافت} = 112000 \text{ m} = 1000 \times 112 \\ \text{جابه‌جایی} = 84000 \text{ m} = 1000 \times 84 \\ \text{زمان} = 4200 \text{ s} = 60 \times 70 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{112000 \text{ m}}{4200 \text{ s}} = 26.7 \text{ m/s} \rightarrow 26.7 \times 3.6 = 96.12 \text{ km/h} \\ \text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}} = \frac{84000 \text{ m}}{4200 \text{ s}} = 20 \text{ m/s} \rightarrow 20 \times 3.6 = 72 \text{ km/h} \end{array}$$

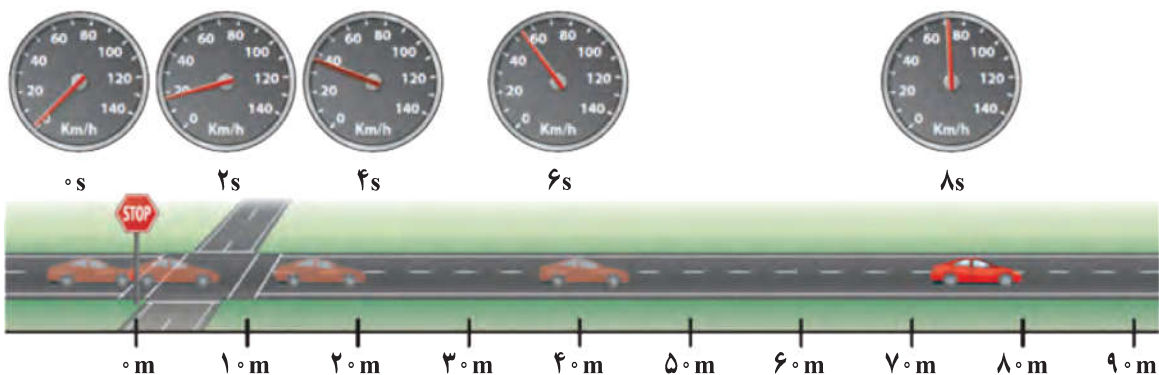
در جهت شمال شرقی ۲۰ × ۳/۶ = ۷۲ km/h



تندی لحظه‌ای

۱. تندی لحظه‌ای چیست؟

وقتی به اجسام متحرک اطراف خود نگاه می‌کنیم، برخی تندتر و برخی کندتر حرکت می‌کنند. خیلی وقت‌ها هم دیده‌ایم که متحرک تندی حرکت خود را کمتر یا زیادتر می‌کند؛ مثلاً وقتی خودرویی پشت چراغ قرمز یک چهارراه توقف کرده است، تندی آن صفر است. با سبز شدن چراغ، به تدریج تندی خودرو افزایش می‌یابد تا از صفر به مقدار دلخواه برسد (شکل ۴). (به تندی خودرو یا هر متحرک در هر لحظه، **تندی لحظه‌ای** گفته می‌شود). معمولاً برای سادگی در گفتار و نوشتار، «تندی لحظه‌ای» را به صورت «تندی» بیان می‌کنیم یا می‌نویسیم. بنابراین وقتی می‌گوییم تندی متحرکی ۱۸ m/s است منظور تندی لحظه‌ای است.



شکل ۴- وقتی به تندی سنج یک خودرو در حال حرکت نگاه می‌کنیم، می‌توان گفت که تندی خودرو در آن لحظه چقدر است.

شکل ۵ خودرویی را نشان می‌دهد که در امتداد مسیری مستقیم از نقطه A به نقطه B رفته است. اگر در طول مسیر A تا B تندی خودرو تغییری نکرده باشد، تندی متوسط و تندی لحظه‌ای خودرو باهم برابرند. در این صورت می‌گوییم خودرو به طور یکنواخت روی مسیر مستقیم حرکت کرده است. این نوع حرکت را، **حرکت یکنواخت روی خط راست** می‌نامند؛ لازم است توجه کنید که اگر متحرکی

۲. منظور از حرکت یکنواخت روی خط راست چیست؟ (چه موقع می‌گوییم تندی لحظه‌ای با تندی متوسط برابر است؟)

۱- Instantaneous speed

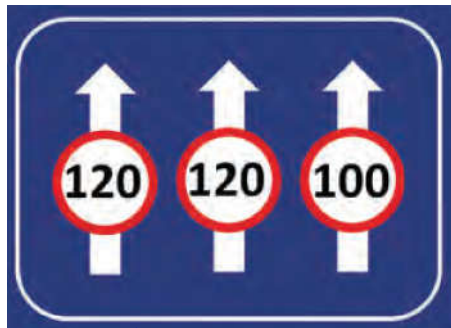
نکته: وقتی در مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم تندی متحرک تغییر نکند (تندی متوسط و تندی لحظه ای برابر باشد)، حرکت آن یکنواخت است.
نکته: حرکت یکنواخت فقط در مسیر مستقیم نمی باشد؛ به عبارتی حرکت یکنواخت در هر دو مسیر مستقیم و غیرمستقیم دیده می شود.

روی مسیری غیرمستقیم (مثلاً دور میدان یک شهر) با تندی ثابت حرکت کند، حرکت آن یکنواخت است.



شکل ۵

خود را بیازمایید



الف) بیشترین تندی مجاز رانندگی برای خودروهای سواری در آزادراه‌های ایران و هنگام روز برابر ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت است (شکل روبه رو). این تندی مجاز را بر حسب متر بر ثانیه بنویسید.

$$\frac{120 \text{ km/h}}{3.6} = 33.3 \text{ m/s}$$

ب) اگر خودرویی با تندی متوسط ۱۱۲ km/h مسافت ۴۶۰ کیلومتری تهران به اصفهان را از مسیر آزادراه طی کند، مدت زمان حرکت آن را به دست آورید.

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} \rightarrow \text{زمان} = \frac{\text{مسافت}}{\text{تندی متوسط}} = \frac{460 \text{ km}}{112 \text{ km/h}} = 4.1 \text{ h}$$

۱. تفاوت تندی و سرعت چیست؟

۲. اهمیت تفاوت بین تندی و سرعت را با مثالی نشان دهید.

سرعت لحظه‌ای

در زندگی روزمره، معمولاً از واژه‌های تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به جای یکدیگر و با یک معنا استفاده می‌کنیم. در علوم این دو واژه با یکدیگر تفاوت دارند. (اگر هم تندی و هم جهت حرکت جسمی را بدانیم، در واقع **سرعت لحظه‌ای** یا به اختصار **سرعت** آن را می‌دانیم؛ مثلاً وقتی می‌گوییم خودرویی با تندی ۴۰ km/h در حرکت است، تندی آن را می‌دانیم. اما اگر بگوییم خودرویی با تندی ۴۰ km/h به طرف شمال در حرکت است، سرعت آن را مشخص کرده‌ایم؛ همان‌طور که دیده می‌شود)

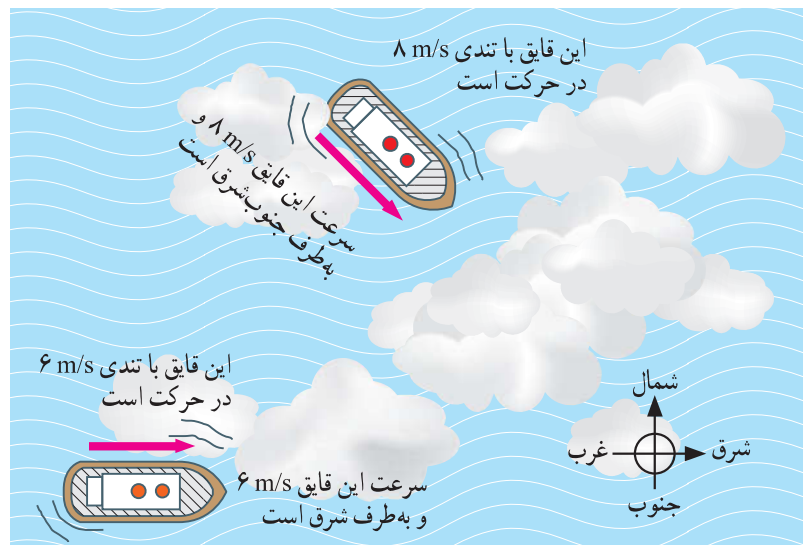
۱- تندی حرکت

۲- جهت حرکت

سرعت، **جهت** و نوع اطلاع به ما می‌دهد؟

شکل ۶ اهمیت تفاوت بین تندی و سرعت را نشان می‌دهد. این (دو قایق به علت مه گرفتگی هوا، قادر به دیدن یکدیگر نیستند؛ اما می‌توانند از طریق موج‌های رادیویی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

قایق‌ران‌ها برای آنکه به یکدیگر برخورد نکنند، افزون بر دانستن تندی‌های یکدیگر باید **جهت‌های حرکت یکدیگر را نیز بدانند**. به عبارت دیگر، آنها باید سرعت یکدیگر را بدانند.



شکل ۶

۱- برای اختصار، تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به ترتیب به صورت تندی و سرعت بیان شده‌اند.

شتاب متوسط ۱. منظور از حرکت شتاب دار چیست؟

وقتی پیاده یا با دوچرخه و یا هر وسیله نقلیه دیگری، از خانه به مدرسه می‌رویم، در طول مسیر بارها و بارها سرعت خود را تغییر می‌دهیم. گاهی تند، گاهی کند و گاهی آرام حرکت می‌کنیم. در برخی مواقع نیز ممکن است برای چند لحظه بدون هیچ حرکتی بایستیم. (هنگامی که سرعت یک متحرک در حال تغییر باشد، می‌گوییم حرکتش دارای شتاب است) شتاب متوسط^۱ متحرک به صورت زیر تعریف می‌شود.

۲. شتاب متوسط چیست؟ به تغییرات سرعت یک متحرک در واحد زمان، شتاب متوسط گویند.

$$\text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}} \quad (۳)$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Δ یعنی تغییرات برای نمونه:
 $\Delta V = V_2 - V_1$
 سرعت اولیه سرعت ثانویه

یکای شتاب از تقسیم یکای سرعت (m/s) بر یکای زمان (s) به دست می‌آید که متر بر مربع ثانیه (m/s^۲) است.^۲

مثال ۴

راننده‌ای در یک مسیر مستقیم و رو به شرق، سرعت خودرویی را در مدت ۵ ثانیه از ۱۸ km/h به ۷۲ km/h رسانده است (شکل زیر). شتاب متوسط خودرو را برحسب متر بر مربع ثانیه (m/s^۲) حساب کنید.



تذکر: داده‌ها و فرمول نوشته شود.

پاسخ: نخست با توجه به اینکه جهت حرکت خودرو تغییری نکرده است، تغییر سرعت خودرو را به دست می‌آوریم.

$$\text{تغییر سرعت (به طرف شرق)} = 72 \text{ km/h} - 18 \text{ km/h} = 54 \text{ km/h}$$

همان‌طور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای km/h به یکای m/s کافی است عدد مورد نظر را بر ۳/۶ تقسیم کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\text{تغییر سرعت (به طرف شرق)} = 15 \text{ m/s} \quad (\text{به طرف شرق}) = \frac{54}{3/6} \text{ m/s}$$

با توجه به تعریف شتاب متوسط داریم:

$$\text{شتاب متوسط (به طرف شرق)} = 3 \text{ m/s}^2 \quad (\text{به طرف شرق}) = \frac{15 \text{ m/s}}{5 \text{ s}}$$

۱- Average acceleration

۲- شتاب متوسط را با نماد a_{av} می‌توان نشان داد.

مثال ۵

شکل زیر هواپیمایی را روی عرشه یک ناو هواپیما بر نشان می دهد که با شتاب 31 m/s^2 در جهت شرق به حرکت در می آید تا پس از مدت کوتاهی به سرعت برخاستن برسد. مدت زمانی را که طول می کشد تا سرعت هواپیما از صفر به 62 m/s به طرف شرق (حدود 223 کیلومتر بر ساعت به طرف شرق) برسد، حساب کنید.



پاسخ: تغییر سرعت هواپیما روی عرشه ناو برابر است با: **تذکر:** داده ها و فرمول نوشته شود.

$$\text{(به طرف شرق)} \quad 62 \text{ m/s} - 0 = 62 \text{ m/s} = \text{تغییر سرعت}$$

با توجه به تعریف شتاب داریم:

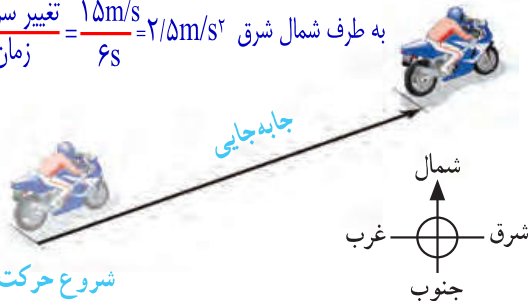
$$31 \text{ m/s}^2 = \frac{62 \text{ m/s}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \rightarrow \text{زمان صرف شده} = \frac{62 \text{ m/s}}{31 \text{ m/s}^2} = 2 \text{ s}$$

در نتیجه زمان لازم برای آنکه هواپیما به سرعت برخاستن برسد، برابر 2 s خواهد شد.

خود را بیازمایید

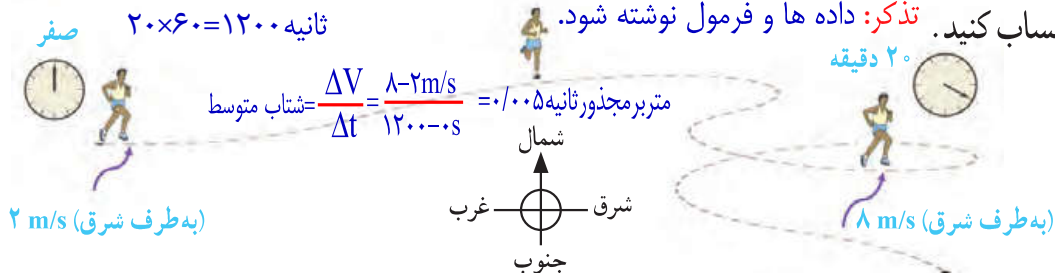
$$\frac{54 \text{ km/h}}{3.6} = 15 \text{ m/s}$$

$$\frac{15 \text{ m/s}}{6 \text{ s}} = 2.5 \text{ m/s}^2 = \text{تغییر سرعت متوسط}$$



۱- موتورسواری در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از 6 ثانیه سرعت آن به 54 کیلومتر بر ساعت به طرف شمال شرق می رسد. شتاب متوسط موتور سوار را پیدا کنید.

۲- شکل زیر، دوندۀ ای را نشان می دهد که سرعت آن در شروع حرکت و 20 دقیقه پس از آن داده شده است. با توجه به اینکه جهت سرعت دوندۀ در این دو لحظه به طرف شرق است شتاب متوسط دوندۀ را حساب کنید. **تذکر:** داده ها و فرمول نوشته شود.



$$\text{متر بر مجذور ثانیه} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{8 - 2 \text{ m/s}}{1200 - 0 \text{ s}} = 0.005 \text{ m/s}^2 = \text{شتاب متوسط}$$

فصل ۴

حرکت چیست؟

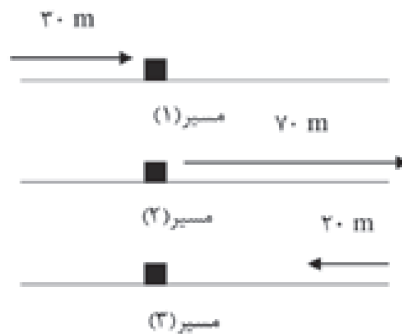
درسنامه

مسافت طی شده: به مجموع طول‌هایی که متحرک برای رفتن از مبدأ به مقصد می‌پیماید، مسافت طی شده گویند.
جابه‌جایی: به فاصله مستقیم بین مبدأ و مقصد جابه‌جایی گویند.
 با توجه به تعریف‌های گفته شده می‌توان فهمید که مسافت طی شده از مبدأ تا مقصد با جابه‌جایی انجام شده تفاوت دارد. مسافت طی شده به شکل مسیر حرکت وابسته است، در حالی که جابه‌جایی به نقطه مبدأ و مقصد وابسته است.

تعدادی از واحدهای جابه‌جایی و مسافت

| واحد | نماد |
|-----------|------|
| کیلومتر | km |
| متر | m |
| سانتی‌متر | cm |
| میلی‌متر | mm |

مثال الف: مسافتی که این گربه در مسیرهای شماره (۱) و (۲) و (۳) طی می‌کند چقدر است؟



ب: اندازه جابه‌جایی گریه پس از طی مسیرهای (۱) و (۲) چقدر است؟

$$۳۰ + ۷۰ + ۲۰ = ۱۲۰ \text{ m}$$

$$۳۰ + ۷۰ = ۱۰۰ \text{ m}$$

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان صرف شده}}$$

تندی متوسط

در رابطه بالا، مسافت پیموده شده بر حسب متر (m) و زمان صرف شده بر حسب ثانیه (s) است و واحد اندازه‌گیری تندی متوسط، متر بر ثانیه (m/s) است.

نکته برای تبدیل km/h به m/s عدد را بر $۳/۶$ تقسیم می‌کنیم.

مثال

۷۲ km/h چند متر بر ثانیه است؟

$$\frac{۷۲}{۳/۶} = ۲۰ \text{ m/s}$$

نکته

برای تبدیل m/s به km/h ، عدد بیان شده را در $۳/۶$ ضرب می‌کنیم.

مثال

۱۵ m/s چند کیلومتر بر ساعت است؟

$$۱۵ \times ۳/۶ = ۵۴ \text{ km/h}$$

مثال

مسافت مشهد تا قوچان، تقریباً ۱۲۰ کیلومتر است اگر شما این مسافت را با اتوبوس در مدت $۱/۵$ ساعت طی کنید، تندی متوسط شما چقدر خواهد بود؟

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{۱۲۰}{۱/۵} = ۸۰ \text{ km/h}$$

سرعت متوسط

سرعت متوسط، عبارت است از نسبت جابه‌جایی به مدت زمان صرف شده

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جا به جایی (m)}}{\text{زمان صرف شده (s)}} = \text{متر بر ثانیه (m/s)}$$

تندی لحظه‌ای

اگر به جزئیات حرکت توجه نداشته باشیم، تندی متوسط را بررسی کرده‌ایم حال اگر بخواهیم تندی یک متحرک را در لحظه‌های معین بررسی کنیم به آن تندی لحظه‌ای گفته می‌شود.

به عبارت ساده‌تر: به تندی هر متحرک، در هر لحظه، تندی لحظه‌ای گویند برای مثال وقتی خودرویی پشت چراغ قرمز توقف کرده، تندی آن صفر است با سبز شدن چراغ به تدریج تندی خودرو افزایش می‌یابد.

نکته معمولاً برای سادگی در گفتار و نوشتار، تندی لحظه‌ای را به صورت تندی بیان می‌کنند.

فرق تندی با سرعت: در بیان تندی، نیازی به جهت نیست، اما در بیان سرعت، باید جهت آن نیز مشخص شود. **سرعت لحظه‌ای:** سرعت متحرک در هر لحظه را سرعت لحظه‌ای می‌نامند. مقدار عددی که تندی سنج نشان می‌دهد، در واقع سرعت لحظه‌ای است. واحد سرعت لحظه‌ای متر بر ثانیه است.

شتاب متوسط

حرکت شتاب‌دار حرکتی است که در آن سرعت متحرک تغییر کند. این تغییر سرعت می‌تواند به صورت کاهش سرعت، افزایش سرعت و یا تغییر جهت حرکت باشد. شتاب متوسط از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{زمان تغییرات سرعت}}$$

یکای شتاب، متر بر مجذور ثانیه است.



جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

- ۱- فاصله مستقیم میان مبدأ تا مقصد، نامیده می‌شود.
- ۲- برای تبدیل سرعت km/h به m/s ، کافی است عدد را بر تقسیم کنیم.
- ۳- هنگامی که سرعت یک متحرک در حال تغییر باشد، می‌گوییم حرکتش دارای است.
- ۴- شتاب عبارت است از نسبت به زمان.
- ۵- سرعت متوسط هم جهت با است.
- ۶- متر بر مجذور ثانیه، یکای است.



درست یا نادرست بودن هر یک از عبارات‌های زیر را تعیین کنید.

درست نادرست

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- ۱- مسافت، کوتاه‌ترین فاصله بین نقطه ابتدایی و انتهای جسم است.
- ۲- در شتاب افزایشنده، سرعت اولیه کم‌تر از سرعت ثانویه است.
- ۳- مسافت طی شده به شکل مسیر وابسته نیست.
- ۴- مسافت طی شده و اندازه جابه‌جایی در مسیرهایی که هم جهت باشند، برابرند.
- ۵- وقتی عقربه تندی سنج اتومبیل عدد ثابتی را نشان می‌دهد، یعنی تندی متوسط و تندی لحظه‌ای با هم برابرند.

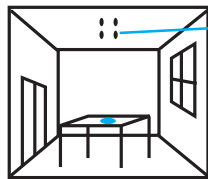


پاسخ صحیح را با گذاشتن علامت (✓) در داخل مشخص کنید :-

۱- عامل تغییر سرعت حرکت اجسام، چیست؟

- الف) شتاب ب) نیرو ج) جابه‌جایی د) جهت حرکت

۲- مقداری مربا که روی آن مورچه جمع شده است، روی میز قرار وجود دارد (فرض کنید) در نقطه‌ای که دقیقاً بالای مربا روی سقف قرار دارد، جانورانی وجود دارند. کدام جانور، جابه‌جایی و مسافتش برای رسیدن به مربا یکسان است؟



محل جانوران

- الف) پشه ب) عنکبوت ج) مورچه
د) سوسک

۳- اگر دوچرخه‌سواری مسافت ۸۰ متر را در مدت ۸ ثانیه طی کند، تندی او چند متر بر ثانیه است؟

- الف) ۴۰ متر بر ثانیه ب) ۶۴۰ متر بر ثانیه ج) ۱۰ متر بر ثانیه د) ۱۰۰ متر بر ثانیه

۴- معمولاً سرعت قطار را بر حسب چه واحدی اندازه‌گیری می‌کنند؟

- الف) متر بر ثانیه ب) کیلومتر بر ساعت ج) سال نوری د) کیلومتر

۵- عددی که کیلومتر شمار اتومبیل نشان می‌دهد، معرف چه کمیتی است؟

- الف) تندی متوسط ب) جابه‌جایی ج) تندی لحظه‌ای د) شتاب لحظه‌ای

۶- وقتی گفته می‌شود شتاب حرکت صفر است، منظور چیست؟

- الف) سرعت صفر است. ب) جسم متوقف است.
ج) سرعت حرکت جسم ثابت است. د) سرعت حرکت جسم گاهی زیاد و گاهی کم می‌شود.

۷- کدام یک از موارد زیر یک حرکت شتاب‌دار را نشان نمی‌دهد؟

- الف) اتومبیل سرعتش را کم می‌کند.
ب) اتومبیل در حال دور زدن میدان است.
ج) اتومبیل در حال افزایش سرعت است.
د) اتومبیل با سرعت ثابت ۹۰ کیلومتر بر ساعت در جهت جنوب در حال حرکت است.

۸- شتاب متوسط وسیله نقلیه‌ای که در مدت ۱۰ ثانیه از سرعت ۵ متر بر ثانیه به ۲۵ متر بر ثانیه

می‌رسد، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- الف) ۱۵ ب) ۲ ج) ۲۰ د) ۱/۵



به سوالات زیر پاسخ کامل دهید

۱- اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

- جابه‌جایی:
- تندی متوسط:
- سرعت متوسط:
- شتاب:

۲- در چه صورتی مسافت طی شده و جابه‌جایی با هم برابر می‌شوند؟

.....

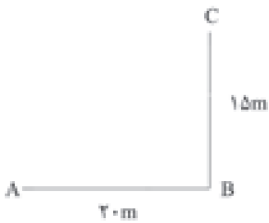
۳- سرعت ۳۰۶ کیلومتر بر ساعت، معادل چند متر بر ثانیه است؟

.....

۴- شتاب مثبت و منفی را با ذکر مثال شرح دهید.

.....

۵- متحرکی مسیری مطابق شکل را طی می‌کند.



الف: مسافتی که متحرک طی کرده است را محاسبه کنید.

.....

ب: اندازه جابه‌جایی متحرک را به دست آورید.

.....

۶- تندی متوسط یک متحرک، در چه شرایطی با تندی لحظه‌ای آن برابر است؟

.....

۷- شتاب متوسط اتومبیلی که سرعت آن در مدت ۵ ثانیه از ۴۰ متر بر ثانیه به ۸۰ متر بر ثانیه به طرف شرق می‌رسد، چقدر است؟

.....

۸- جملات زیر را به مفهوم مرتبط وصل کنید.

• جابه‌جایی

• تندی متوسط

• حرکت شتابدار

• سرعت لحظه‌ای

• دونده‌ای که شروع به دویدن می‌کند.

• دونده‌ای مسیر مستقیم ۶۵۰ متری را می‌پیماید

• قایق با تندی ۶ متر بر ثانیه به سمت شرق در حرکت است

• دوچرخه‌سوار مسافت ۱۰ متر را در ۲ ثانیه می‌پیماید

۹- حرکت چترباز به طرف زمین حرکت یکنواخت است یا شتابدار؟ علت را توضیح دهید.

.....

۱۰- جمله زیر را تفسیر کنید

«شتاب متحرکی ۵ متر بر مجذور ثانیه است.»

.....

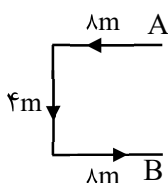
“خط مستقیم نه تنها در هندسه، بلکه در اخلاقیات هم کوتاه‌ترین راه است. راحل“

فصل ۴ (حرکت چیست)

با تشکر ویژه از استاد جواد رمضانی کارشک

| ردیف | سؤال | |
|------|---|---|
| | جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید. | |
| ۱ | مسافت و جابه‌جایی هر دو از جنس می‌باشند. | |
| ۲ | به برداری که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند گفته می‌شود. | |
| ۳ | یکای اندازه‌گیری سرعت، است. | |
| ۴ | متر بر مربع ثانیه، یکای کمیتی به نام است. | |
| ۵ | مسافتی که یک متحرک در یک ثانیه طی می‌کند، آن متحرک است. | |
| | درست یا نادرست بودن هریک از عبارتهای زیر را تعیین کنید. | |
| ۶ | مسافت طی شده همیشه از مقدار جابه‌جایی بیش‌تر است | <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست |
| ۷ | هرگاه متحرکی حرکت شتاب‌دار داشته باشد سرعتش یکنواخت خواهد بود. | <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست |
| ۸ | برای تبدیل یکای km/h به m/s کافی است آن را بر $3/6$ تقسیم کنیم. | <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست |
| ۹ | نیرو، عامل افزایش یا کاهش سرعت متحرک است. | <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست |
| ۱۰ | عقره کیلومتر شمار اتومبیل، بیان‌کننده سرعت لحظه‌ای است. | <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست |
| | هریک از عبارتهای داده شده مربوط به کدام مفهوم است (آن‌ها را به هم وصل کنید) | |
| | الف | |
| | ب | |
| ۱۱ | به نسبت مسافت پیموده شده بر مدت زمان صرف شده چه می‌گویند. | ● شتاب متوسط |
| ۱۲ | یکای اندازه‌گیری آن $\frac{m}{s}$ است. | ● سرعت متوسط |
| ۱۳ | این کمیت دارای جهت است | ● تندی متوسط مسافت |
| | در پرسش‌های زیر گزینه درست را انتخاب کنید. | |
| ۱۴ | برای آنکه جسمی حرکت یکنواخت داشته باشد کافیهست: | |
| | الف) نیروی وارد بر آن ثابت باشد. <input type="checkbox"/> | |
| | ب) شتاب آن برابر صفر باشد. <input type="checkbox"/> | |
| | ج) امتداد سرعت آن ثابت باشد. <input type="checkbox"/> | |
| | د) امتداد شتاب آن ثابت باشد. <input type="checkbox"/> | |
| ۱۵ | کدام جمله در تفسیر و مقایسه شتاب حرکت دو خودرو صحیح است. | |
| | الف) خودرو با شتاب بیش‌تر در زمان بیش‌تری سرعت آن از صفر به صد افزایش می‌یابد. <input type="checkbox"/> | |
| | ب) سرعت متوسط این دو خودرو یکسان است. <input type="checkbox"/> | |
| | ج) خودرو با شتاب بیش‌تر الزاماً سرعت بیش‌تری داشته است. <input type="checkbox"/> | |
| | د) خودرو با شتاب بیش‌تر در زمان کم‌تری سرعت آن از صفر به صد افزایش می‌یابد. <input type="checkbox"/> | |
| ۱۶ | وقتی به عقره کیلومتر شمار اتومبیل نگاه می‌کنیم کدام گزینه را مشاهده می‌کنیم؟ | |
| | الف) سرعت متوسط <input type="checkbox"/> | |
| | ب) سرعت لحظه‌ای <input type="checkbox"/> | |
| | ج) تندی متوسط <input type="checkbox"/> | |
| | د) تندی لحظه‌ای <input type="checkbox"/> | |
| ۱۷ | اتومبیلی مسافت ۱۰۰۰ کیلومتری را در مدت ۱۰ ساعت طی کرده است. تندی متوسط چند کیلومتر بر ساعت است؟ | |
| | الف) ۱۰۰ <input type="checkbox"/> | |
| | ب) ۱۰۰۰ <input type="checkbox"/> | |
| | ج) ۱۰۰۰۰ <input type="checkbox"/> | |
| | د) ۵۰۰ <input type="checkbox"/> | |

| | |
|----|--|
| ۱۸ | وقتی سرعت یک هواپیما در حال زیاد شدن است در این حالت می‌گوییم شتاب است. الف) کاهشی <input type="checkbox"/> ب) صفر <input type="checkbox"/> ج) افزایشی <input type="checkbox"/> د) ثابت <input type="checkbox"/> |
| ۱۹ | به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید. تندی متوسط اولین بار توسط کدام دانشمند محاسبه شد؟ |
| ۲۰ | در حرکت یکنواخت مقدار شتاب چه مقدار است؟ |
| ۲۱ | قایقران‌ها برای آنکه به یکدیگر برخورد نکنند چه چیزی در مورد قایق‌های یکدیگر را باید بدانند؟ |
| ۲۲ | اگر جهت نیرویی که بر جسم در حال حرکت وارد می‌شود با جهت حرکت جسم مخالف باشد، سرعت چه تغییری می‌کند؟ |
| ۲۳ | به تغییر سرعت در واحد زمان می‌گویند؟ |
| ۲۴ | به پرسش‌های زیر پاسخ کامل دهید. یاسمن برای رسیدن از نقطه A به B مسیر داده شده در شکل زیر را طی می‌کند. اگر ۲۰ ثانیه طول بکشد که از A به B برسد. الف) مقدار جابه‌جایی او چند متر است؟ ب) مقدار مسافت طی شده توسط یاسمن چند متر است؟ ج) سرعت متوسط یاسمن چند m/s است؟ |
| ۲۵ | قطار تهران مشهد مسافت ۲۴۰ کیلومتر را با تندی متوسط ۶۰ کیلومتر بر ساعت پیموده است مدت زمان حرکت آن را به دست آورید؟ |
| ۲۶ | اتومبیلی از حال سکون به حرکت درمی‌آید و در مدت ۱۰s سرعت آن به $۲۰ m/s$ (در جهت شرق) می‌رسد شتاب متوسط این اتومبیل را حساب کنید. |
| ۲۷ | اتومبیلی مسافت ۲۸۸ کیلومتر را در مدت ۴ ساعت طی می‌کند تندی متوسط این اتومبیل چند کیلومتر بر ساعت و چند متر بر ثانیه است؟ |
| ۲۸ | مشخص کنید که هر یک از توضیحات داده شده مربوط به تندی است یا سرعت؟ الف) جهت دارد. () ب) خط راست حرکت است. () ج) تغییرات آن در واحد زمان شتاب نام دارد. () |
| ۲۹ | ۵۰ متر بر ثانیه چند کیلومتر بر ساعت است؟ |
| ۳۰ | موتور سواری در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از ۵ ثانیه سرعت آن به ۵۴ کیلومتر بر ساعت می‌رسد شتاب متوسط موتورسوار چند متر بر مربع ثانیه است؟ |
| ۳۱ | ماشینی با سرعت متوسط ۷۲ کیلومتر بر ساعت در بزرگراه باغچه به سمت مشهد در حال حرکت است راننده یک لحظه (۳ ثانیه) سرخود را برمی‌گرداند تا به فرزند خود که در صندلی عقب نشسته است نگاه کند در این مدت زمان ماشین چه مسیری را طی کرده که راننده ندیده است؟ |
| ۳۲ | به چه علت در مسیر جاده‌های کوهستانی، پل یا تونل می‌سازند؟ |
| ۳۳ | در دو حالت شتاب صفر است آن دو حالت کدامند؟ |
| ۳۴ | تفاوت تندی لحظه‌ای با سرعت لحظه‌ای را بنویسید. |
| ۳۵ | شباهت مسافت و جابه‌جایی را بنویسید. |



پاسخنامه فصل ۴

- ۱- طول
۲- بردار جابه‌جایی
۳- متر برثانیه
۴- شتاب
۵- تندى متوسط
۶- نادرست
۷- نادرست
۸- درست
۹- درست
۱۰- نادرست
۱۱- تندى متوسط
۱۲- شتاب متوسط
۱۳- سرعت متوسط
۱۴- ب
۱۵- د
۱۶- ب
۱۷- الف
۱۸- ج
۱۹- گاليله
۲۰- صفر
۲۱- سرعت قايق‌ها
۲۲- کاهش می‌یابد
۲۳- شتاب
۲۴- الف) ۴ متر
۲۵- ساعت $x = 4$ → $x = \frac{240}{60} = 4$ → مسافت / زمان = تندى متوسط
۲۶- $x = 2 \text{ m/s}^2$ → $x = \frac{20-0}{10}$ → تغییرات سرعت / زمان = شتاب متوسط
۲۷- $20 \text{ m/s} = 72 \div 3/6$ → $\frac{288}{4} = 72 \text{ km/h}$ = تندى متوسط
۲۸- الف) سرعت (ب) سرعت (ج) سرعت
۲۹- $50 \times 3/6 = 180$
۳۰- $54 \div 3/6 = 15 \text{ m/s}$
۳۱- $72 \div 3/6 = 20 \text{ m/s}$
ثانیه $x = 3 = \frac{15-0}{5}$
۳۲- زیرا با کم کردن مسافت، متحرک زودتر به مقصد می‌رسد.
۳۳- ۱- سرعت ثابت باشد ۲- جسم حرکتی نداشته باشد.
۳۴- تندى، بیان کننده حرکت جسم است در حالیکه سرعت، علاوه بر حرکت، جهت حرکت را نیز بیان می‌کند.
۳۵- یکای اندازه‌گیری هر دو متر است. هر دو از جنس طول اند.

با تشکر ویژه از استاد محمد کریمی

مسئله‌های زمان :

۱- متحرکی از لحظه $t = 2$ s تا لحظه $t = 6$ s به اندازه ۲۰ متر جابه‌جا می‌شود. زمان حرکت (Δt) چقدر بوده است ؟

$$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow 6 - 2 = 4 \text{ s}$$

۲- متحرکی ابتدا ۲ ثانیه به طرف شمال و سپس ۶ ثانیه به طرف غرب می‌رود و هر بار ۲۰ متر جابه‌جا می‌شود. زمان

$$\Delta t = t_2 + t_1 \Rightarrow 6 + 2 = 8 \text{ s}$$

حرکت (Δt) چقدر بوده است ؟

مسئله‌های مکان (مسافت و جابه‌جایی) :

۱- متحرکی از مکان $x = -4$ m تا مکان $x = +6$ m جابه‌جا می‌شود و سپس به مکان $x = -4$ m برمی‌گردد. مسافت

طی شده و جابه‌جایی این متحرک به ترتیب چند متر است ؟ مسیر رفت $\Delta x_1 = x_2 + x_1 \Rightarrow 10 \text{ m}$

مسیر برگشت $\Delta x_1 = x_2 + x_1 \Rightarrow 10 \text{ m}$

مسافت کل : ۲۰ متر

جابه‌جایی کل : صفر است ، چون متحرک به نقطه اول خود برگشته است

۲- متحرکی حرکت خود را از مکان $x = -4$ m شروع می‌کند و به سوی مثبت محور حرکت می‌کند تا به مکان

$x = +7$ m برسد، سپس مجدداً به سمت چپ می‌آید تا به مکان $x = -7$ m برسد مسافت طی شده و جابه‌جایی

متحرک را حساب کنید ؟ مسیر رفت $\Delta x_1 = x_2 + x_1 \Rightarrow 4 + 7 = 11 \text{ m}$

متحرک را حساب کنید ؟

مسیر برگشت $\Delta x_1 = x_2 + x_1 \Rightarrow 7 + 7 = 14 \text{ m}$

مسافت کل : $11 + 14 = 25 \text{ m}$

جابه‌جایی کل : ۳m

۳- علی برای خرید از منزل خارج می‌شود. او ابتدا برای رسیدن به مغازه سوپرمارکت ۲۰ متر حرکت می‌کند و بعد

از خرید ۶۰ متر دیگر در آن خیابان حرکت می‌کند تا به مغازه قصابی برسد. (خیابان را به صورت خط مستقیم در نظر بگیرید)

الف) او چند متر مسافت و جابه‌جایی را طی نموده است ؟ مسافت : ۸۰ m - جابه‌جایی : ۸۰ m

ب) اگر او بعد از خرید به منزل خود برسد در این صورت او چند متر مسافت و جابه‌جایی را طی نموده است ؟

مسافت : $160 \text{ m} = 80 + 80$ - جابه‌جایی : چون به محل اول بازگشته است جابه‌جایی صفر است

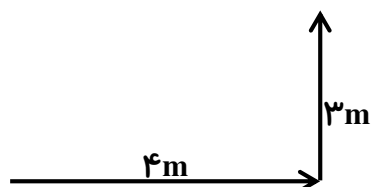
۴- کشاورزی طول زمین خود را به اندازه‌ی ۴ m طی می‌کند، سپس عرض آن را به اندازه‌ی ۳ m می‌پیماید

الف (مسافتی را که کشاورز طی کرده است چند متر است ؟ $3 + 4 = 7 \text{ m}$)

ب (جا به جایی کشاورز چند متر است ؟ $5 = \sqrt{25} = 25 = 16 + 9 = 4^2 + 3^2 = \text{وتر}$)

۵- نوزادی برای رسیدن به اسباب‌بازی خود مسیر زیر را سینه‌خیز طی می‌کند. مسافت و جابه‌جایی نوزاد را به دست

آورید ؟



مسافت : $3 + 4 = 7 \text{ m}$

جابه‌جایی : $5 = \sqrt{25} = 25 = 16 + 9 = 4^2 + 3^2 = \text{وتر}$

مسئله‌های تندی متوسط :

۱- اعداد زیر را به واحدهای خواسته‌شده تبدیل کنید ؟

| | | | |
|-----------------|----------------|---------------|----------------|
| $\frac{m}{s}$ | $\frac{Km}{h}$ | $\frac{m}{s}$ | $\frac{Km}{h}$ |
| $15 \times 3/6$ | ۵۴ | ۲۰ | $72 \div 3/6$ |
| $40 \times 3/6$ | ۱۴۴ | ۵۰ | $180 \div 3/6$ |

۲- جدول زیر را کامل کنید ؟

| متحرک | مسافت طی شده بر حسب m | زمان صرف شده بر حسب s | تندی متوسط بر حسب $\frac{m}{s}$ |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| دنده‌ی دو صد متر | ۱۰۰m | ۹/۶۰ | ۱۰/۴۱ |
| هوایم‌ای مسافربری | ۱۲۵۰ | ۵ | ۲۵۰ |
| شاتل فضایی | ۲۰۰۰ | ۰/۲ | ۱۰۰۰۰ |

۳- مسافت بین تهران - ساوه ، تقریباً ۱۸۰ Km است . اگر ما این مسیر را با اتومبیل خود در مدت‌زمان $1/5 \text{ h}$ طی

کنیم .

الف (تندی متوسط چقدر است ؟)

$$|v| = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{180}{1/5} = 120 \frac{m}{s}$$

ب) اگر اتومبیل ما با تندی $40 \frac{m}{s}$ در بزرگراه در حرکت باشد و سرعت مجاز در بزرگراه $120 \frac{Km}{h}$ باشد. آیا توسط پلیس احتمال جریمه شدن است. چرا؟

$$40 \times 3/6 = 144 \frac{Km}{h}$$

چون از سرعت مجاز بیشتر است به همین دلیل جریمه می شود

۴- متحرکی مسیری به طول $48 m$ را با تندی متوسط $6 \frac{m}{s}$ طی می کند، سپس به مدت $12 s$ با تندی متوسط $8 \frac{m}{s}$ به حرکت خود ادامه می دهد. تندی متوسط در کل مسیر چند $\frac{m}{s}$ است؟

$$\text{قسمت اول حرکت: } \frac{48}{6} = 8 s$$

$$\text{قسمت دوم حرکت: } 12 \times 8 = 96 m$$

$$\text{مسافت کل: } 96 + 48 = 144 m$$

$$\text{زمان کل: } 8 + 12 = 20 s$$

$$|v| = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{144}{20} = 7.2 \frac{m}{s}$$

مسئله های سرعت متوسط :

۱- مکان متحرکی روی محور x ها در لحظه $t_1 = 2 s$ برابر $8 m$ و در لحظه $t_2 = 10 s$ برابر $16 m$ می باشد. سرعت متوسط متحرک در این مدت چند متر بر ثانیه است؟

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 10 - 2 = 8 s$$

$$\Delta x = 16 - 8 = 8 m$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8}{8} = 1 \frac{m}{s}$$

۲- اگر سرعت متوسط اتومبیلی که بین دو شهر رفت و آمد می کند در مسیر رفت $90 \frac{Km}{h}$ و در مسیر برگشت $60 \frac{Km}{h}$ باشد، سرعت متوسط آن در رفت و برگشت $\frac{Km}{h}$ است؟

چون مسیر به صورت رفت و آمد است بنابراین جابه جایی صفر است. به همین دلیل سرعت نیز صفر است

۳- قایقی بر روی خط راست، در مدت زمان $40 s$ ، $80 m$ را به سمت راست حرکت می کند، سپس در همان جهت و در مدت زمان $20 s$ ، $100 m$ دیگر را می پیماید. سرعت متوسط را به دست آورید؟

$$\text{جابه جایی کل: } 80 + 100 = 180 m$$

$$\text{زمان کل: } 40 + 20 = 60 s$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{180}{60} = 3 \frac{m}{s}$$

۴- شناگری در مسابقه‌ی شنا، در استخر ۵۰ متری، ۵۰ متر اول را در مدت زمان ۵۵ s می‌پیماید. سپس ۲۰ m را در مدت زمان ۲۰ s بازمی‌گردد.

الف (تندی متوسط شناگر را حساب کنید ؟

$$|v| = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{50 + 20}{55 + 20} = 0.93 \frac{m}{s}$$

ب (سرعت متوسط شناگر را حساب کنید ؟

در این قسمت باید جابه جایی را محاسبه کنیم

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30}{55+20} = 0.4 \frac{m}{s}$$

۵- اتومبیلی با سرعت متوسط $40 \frac{Km}{h}$ به مدت ۲ h به سمت شمال حرکت می‌کند، سپس با سرعت متوسط $120 \frac{Km}{h}$ ۶۰ Km ، را به سمت شرق می‌پیماید .

الف (تندی متوسط اتومبیل را حساب کنید ؟

مسافت قسمت اول : $2 \times 40 = 80 Km$

مسافت کل : $80 + 60 = 140 Km$

زمان قسمت دوم : $\frac{60}{120} = \frac{1}{2} = 0.5 h$

زمان کل : $2 + 0.5 = 2.5$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{140}{2.5} = 56 \frac{Km}{h}$$

ب (سرعت متوسط اتومبیل را حساب کنید ؟

از رابطه فیثاغورث جابه جایی را به دست می‌آوریم :

$$\text{وتر} = 80^2 + 60^2 = 6400 + 3600 = 10000 = \sqrt{10000} = 100 Km$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100}{2.5} = 40 \frac{Km}{h}$$

۶- متحرکی $\frac{1}{5}$ مسیر خود را با سرعت $5 \frac{m}{s}$ ، $\frac{2}{5}$ مسیر را با سرعت $10 \frac{m}{s}$ و مابقی را با سرعت $20 \frac{m}{s}$ طی می کند.

اگر کل این حرکت روی یک مسیر مستقیم و در یک جهت انجام شده باشد، سرعت متوسط متحرک در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟ مسیر را به صورت یک عدد فرضی مثلاً ۱۰۰ در نظر می گیریم سپس زمان را در کسر های خواسته شده به دست می آوریم

در قسمت اول با توجه به کسر ۲۰ متر جابه جایی داریم

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{20}{5} = 4 \text{ s}$$

در قسمت دوم با توجه به کسر ۴۰ متر جابه جایی داریم

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{40}{10} = 4 \text{ s}$$

در قسمت سوم با توجه به کسر ۴۰ متر جابه جایی داریم

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{40}{20} = 2 \text{ s}$$

زمان کل : $4 + 4 + 2 = 10 \text{ s}$

مسافت کل : ۱۰۰ متر

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100}{10} = 10 \frac{m}{s}$$

مسئله های شتاب متوسط :

۱- سرعت موشکی که فضایی را حمل می کند تا در مدار قرار دهد، ۱۷ s پس از پرتاب به $1224 \frac{Km}{h}$ می رسد.

$$1224 \div 3/6 = 340 \frac{m}{s}$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{340}{17} = 20 \frac{m}{s^2}$$

۲- یوزپلنگ ایرانی می تواند سرعت خود را در عرض ۲ s از حالت ایستاده به حدود $72 \frac{Km}{h}$ برساند. شتاب متوسط

$$72 \div 3/6 = 20 \frac{m}{s}$$

یوزپلنگ را محاسبه کنید ؟

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{2} = 10 \frac{m}{s^2}$$

۳- راننده‌ای برای افزایش سرعت اتومبیل، پای خود را به مدت ۴ s روی پدال گاز فشار می‌دهد، در این مدت سرعت اتومبیل از $72 \frac{Km}{h}$ به $108 \frac{Km}{h}$ می‌رسد. شتاب متوسط اتومبیل را به دست آورید؟

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 108 - 72 = 36 \frac{m}{s}$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{36}{4} = 9 \frac{m}{s^2}$$

۴- اتومبیلی با سرعت $72 \frac{Km}{h}$ به سمت شرق در حرکت است، راننده ترمز می‌کند و ظرف مدت ۲ s سرعت اتومبیل را به $54 \frac{Km}{h}$ می‌رساند. شتاب متوسط متحرک را محاسبه کنید؟ در ضمن شتاب اتومبیل افزایش یافته است یا کاهش یافته؟ چرا؟

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 54 - 72 = -18 \frac{m}{s}$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-18}{2} = -9 \frac{m}{s^2} \text{ شتاب کاهش یافته}$$

۵- گلوله‌ای را با سرعت اولیه‌ی $20 \frac{m}{s}$ در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. پس از ۲ s به بالاترین نقطه‌ی خود (ارتفاع اوج) در ارتفاع ۲۰ m می‌رسد. سپس به سمت پایین سقوط کرده و ۱ s بعد به ارتفاع ۱۵ m سطح زمین می‌رسد:

الف) تندی متوسط گلوله را پس از ۳ s حساب کنید؟

$$|v| = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 + 5}{3} = 8\frac{1}{3} \frac{m}{s}$$

ب) سرعت متوسط گلوله را پس از ۳ s حساب کنید؟

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15}{3} = 5 \frac{m}{s}$$

پ) شتاب متوسط گلوله را در مسیر رفت محاسبه کنید؟

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 20}{2} = -10 \frac{m}{s^2}$$

ت) شتاب متوسط گلوله را در مسیر برگشت محاسبه کنید؟

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 - 0}{1} = 5 \frac{m}{s^2}$$