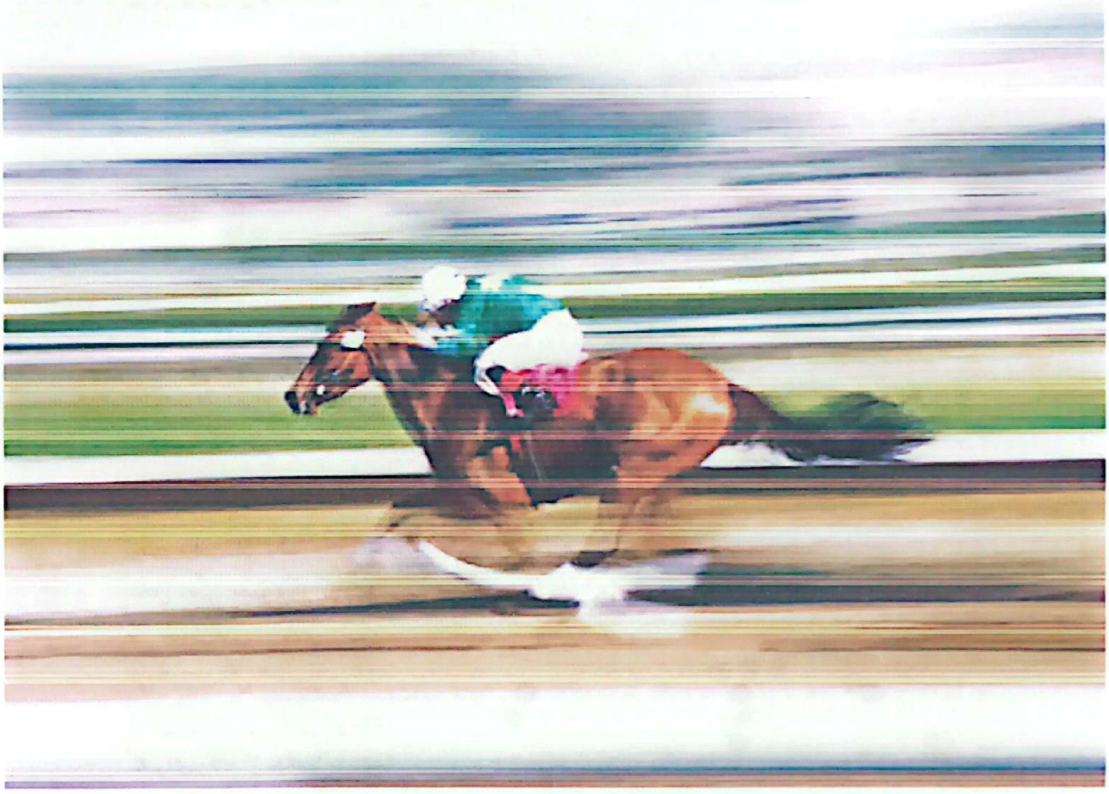
حرکت چیست

فصل ۴



آیا می دانید بیشترین مسافت ثبت‌شده 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؛ به‌طوری 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، سرعت و شتاب می‌توانیم به بررسی حرکت اجسام بپردازیم. با پیدا کردن هریک از این کمیت‌های فیزیکی برای یک جسم در حال حرکت، می‌توان شناخت بهتری از حرکت آن جسم به‌دست آورد.

CamScanner

۱- سه حرکت نام ببرید که آنها را احساس نمی‌کنیم؟

2- در علم فیزیک، منظور از مسافت چیست؟

حرکت در همه‌جا و همه‌چیز

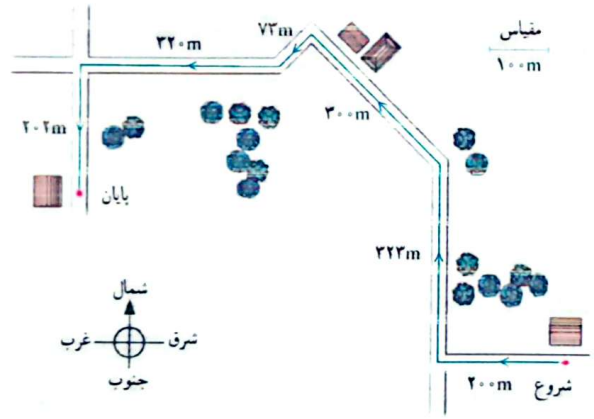
همه چیز در جهان پیرامون ما در حرکت است. حتی زمین که ساکن به نظر می‌رسد، نیز در حرکت است(شکل ۱). شناخت حرکت، یکی از راه‌های شناخت جهان فیزیکی پیرامون است. به همین دلیل دانشمندان راه‌های ساده‌ای را برای بررسی و شناخت حرکت ارائه داده‌اند.

شکل ۱ــ
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 ۳۰ کیلومتر را دور خورشید می‌پیماید

(1)

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) به مدرسه (مقصد) می‌پیماید، **مسافت پیموده شده** یا به‌اختصار **مسافت** می‌گوییم[۱].



شکل ۲ ــ طول کل مسیر طی‌شده بین نقطهٔ شروع و نقطهٔ پایان حرکت را مسافت پیموده شده می‌نامند

(2)

۱ــ مسافت را می‌توان با نماد l نشان داد.

l (مسافت) = 200 + 323 + 300 + 73 + 320 + 202 = 1418 m = 1,418 km

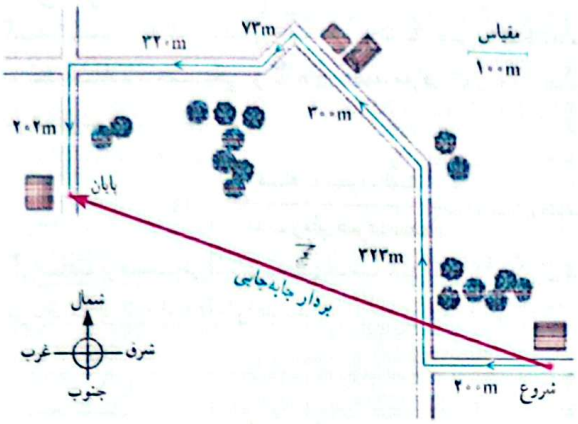
CamScanner

3 - بردار را تعریف کنید؟

4 - منظور از کمیت فیزیکی بردار جابه‌جایی در یک حرکت چیست؟

5 - یکای اصلی اندازه‌گیری مسافت و بردار جابه‌جایی چیست؟

همان‌طور که می‌دانیم کوتاه‌ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، پاره‌خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر وصل می‌کند. در ریاضی سال هشتم دیدید که اگر پاره‌خطی دارای جهت باشد به آن بردار گفته می‌شود. به پیکانی که نقطهٔ شروع حرکت را به نقطهٔ پایان حرکت وصل می‌کند، بردار جابه‌جایی گفته می‌شود که آن را با $\vec{d}$ نشان می‌دهیم (شکل۳). اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با d نشان می‌دهیم.



شکل ۳ــ پاره‌خط جهت‌داری که مبدأ حرکت را به مقصد وصل می‌کند بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود.

مسافت و بردار جابه‌جایی هر دو از جنس طول‌اند و برحسب متر (m) اندازه‌گیری می‌شوند، ولی می‌توانیم آنها را برحسب یکاهای کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از متر، مانند سانتی‌متر (cm) یا کیلومتر (km) نیز بیان کنیم.

فعالیت

الف) مسافت طی‌شده در شکل۳ را برحسب متر و کیلومتر بیان کنید. ب) با توجه به مقیاس داده شده روی شکل، اندازهٔ بردار جابه‌جایی دانش‌آموز را به کمک خط‌کش به دست آورید.

حساب شده

$d = 700\ m = 0/7\ km$

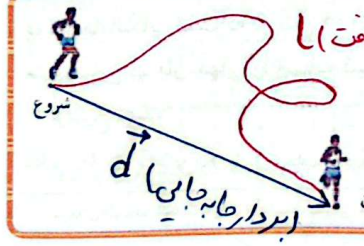
فکر کنید

یک جسم باید چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازهٔ بردار جابه‌جایی‌اش یکسان باشد؟ جسم باید به طور مستقیم و بدون تغییر جهت حرکت کند.

خود را بیازمایید

شکل روبه‌رو مسیر پیموده شده توسط یک دونده را نشان می‌دهد. الف) بردار جابه‌جایی دونده را روی شکل مشخص کنید.

ب) مسافت و اندازهٔ بردار جابه‌جایی دونده را باهم مقایسه کنید.



مسافت l

در این شکل مسافت بزرگتر از اندازه بردار جابه‌جایی دونده است، به طور کلی می‌توان نوشت:

$$l \geq d$$

مسافت هیچگاه کوچکتر از اندازه بردار جابه‌جایی نمی‌شود.

6- تندی متوسط یک متحرک به چه صورتی تعریف می شود؟

7- یکای اصلی تندی متوسط چیست؟

8- منظور از تندی متوسط $14\ \frac{m}{s}$ چیست؟

تندی متوسط

گالیله دانشمند سرشناس ایتالیایی نزدیک به ۵۰۰ سال پیش به کمک آزمایش به بررسی و مطالعهٔ چگونگی حرکت اجسام پرداخت. یکی از کارهای گالیله، معرفی تندی متوسط[1] یک متحرک بود که به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

(6) (6)

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \quad (1)$$

(7) اگر مسافت برحسب متر (m) و زمان برحسب ثانیه (s) اندازه‌گیری شوند، در این صورت یکای تندی متوسط متر بر ثانیه (m/s) خواهد شد. (7)

مثال ۱

دوچرخه سواری مسافت ۸۴۰ متر را در مدت زمان ۶۰ ثانیه می‌پیماید. تندی متوسط دوچرخه‌سوار چند متر بر ثانیه است؟

حل: با توجه به رابطهٔ (۱) داریم:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{840\ m}{60\ s} = 14\ m/s$$

(8) این دوچرخه سوار در هر ثانیه به‌طور متوسط ۱۴ متر از مسیر را پیموده است. (8)

فرض می کنیم از خانه تا مدرسه 3000 قدم باشد و مدت زمان حرکت 5 دقیقه است.

فعالیت

تندی متوسط خودتان را هنگام رفتن از خانه به مدرسه حساب کنید. اگر با پای پیاده این فاصله را طی می‌کنید، برای اندازه‌گیری مسافت می‌توانید تعداد قدم‌های خود را از خانه تا مدرسه بشمارید و طول هر قدم را حدود ۰/۴ متر بگیرید. اگر با خودرو این فاصله را می‌پیمایید مسافت طی شده را از روی کیلومتر شمار خودرو بخوانید. در هر دو حالت زمان طی مسافت را به کمک ساعت یا زمان‌سنج اندازه بگیرید.

مسافت = $3000 \times 0,4\ m = 1200\ m$

مدت زمان = $5\ min \times 60\ s = 300\ s$

$\rightarrow$ تندی متوسط = $\frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} = \frac{1200\ m}{300\ s} = 4\ \frac{m}{s}$

خودرا بیازمایید

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

یعنی این دونده در هر ثانیه، مسافت

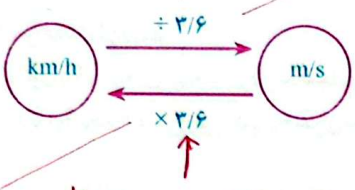
$\frac{100\ m}{9,58\ s} = 10,43\ \frac{m}{s}$

۱ــ تندی متوسط Average Speed است. بنابراین می‌توان تندی متوسط را با نماد s_{av} نشان داد.

۴۲

$10,43$ متر را طی کرده است.

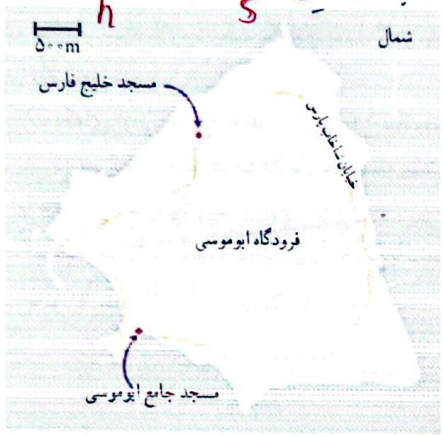
$\frac{m}{s}$ به $\frac{km}{h}$ رابطه تبدیل ← با $\times \frac{10}{36}$



۲ــ 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 ۱۰۰۰ m و هر ساعت برابر ۳۶۰۰ s است، نشان دهید یکاهای km/h و m/s به صورت روبه رو به یکدیگر تبدیل می‌شوند.

$\frac{km}{h}$ به $\frac{m}{s}$ رابطه تبدیل ← با $\times \frac{36}{10}$

۳ــ شکل روبه‌رو نقشهٔ جزیرهٔ ابوموسی واقع در خلیج فارس را نشان می‌دهد. مسافت بین مسجد جامع و مسجد خلیج فارس از مسیر کوتاه‌تر در این جزیره حدود ۳/۴ کیلومتر است.



اگر ۶ دقیقه طول بکشد تا شخصی با خودرو از این مسیر از مسجد جامع به مسجد خلیج‌فارس برود، تندی متوسط خودروی وی را برحسب متر بر ثانیه به‌دست آورید.

۴ــ تندی متوسط هر یک از موارد جدول زیر را با توجه به داده‌های آن حساب کنید.

	مسافت پیموده شده	زمان صرف‌شده	تندی متوسط (m/s)	تندی متوسط (km/h)
دونده	۱۰۰۰ m	۱۵۰ s	$\frac{1000}{150}=6,6$	23,76
خودروی مسابقه	۱۰۰۰ m	۱۰ s	$\frac{1000}{10}=100$	360
هواپیمای مسافربری	۱۰۰۰ m	۴ s	$\frac{1000}{4}=250$	900
صوت (در هوا)	۱۰۰۰ m	۳ s	$\frac{1000}{3}=333,3$	1199,88
شاتل فضایی	۱۰۰۰ m	۰/۱ s	$\frac{1000}{0,1}=10000$	36000
نور (درهوا)	۳۰۰۰۰۰ m	۰/۰۰۱ s		3600000

$\frac{1000}{0,001}=1000000$

سرعت متوسط

تاکنون با کمیت‌های مسافت، بردار جابه‌جایی و تندی متوسط برای توصیف و بررسی حرکت یک جسم آشنا شدیم. با انجام آزمایش زیر با کمیت دیگری به‌نام سرعت متوسط برای بررسی حرکت آشنا خواهیم شد.

آزمایش کنید

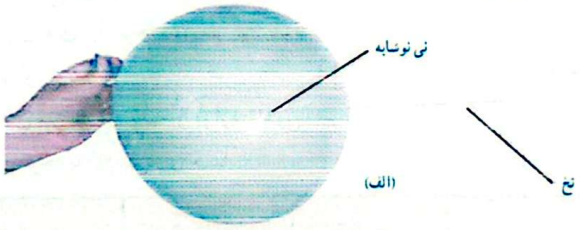
هدف : پیدا کردن سرعت متوسط

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

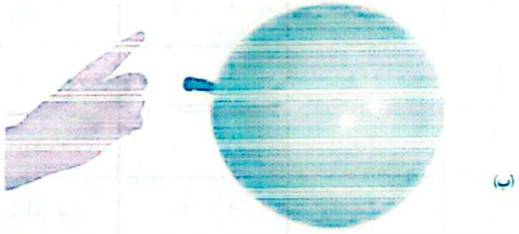
۱ــ تکه‌ای از نی نوشابه به طول تقریبی ۱۰ سانتیمتر را ببرید و نخ را از درون نی عبور دهید.

۲ــ دو سر نخ را به دو طرف کلاس که فاصله بیشتری از هم دارند ببندید و طول آن را به کمک متر یا خط‌کش اندازه بگیرید.

۳ــ 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.



۴ــ بادکنک را رها کنید تا به کمک نی متصل به آن، از یک طرف به طرف دیگر تکه نخ حرکت کند(شکل ب).



۵ــ به کمک زمان سنج، مدت زمانی را که بادکنک در حرکت است، اندازه بگیرید. 3 ثانیه

۶ــ نسبت بردار جابه‌جایی بادکنک به مدت زمان حرکت را حساب کنید.

۷ــ اندازه‌گیری و محاسبه‌ها را چند بار تکرار کنید تا دقت آنها بیشتر شود.

$\frac{6}{3} = 2\ \frac{m}{s}$

۹- فرمول محاسبه کمیت سرعت متوسط را بیان کنید.

۱۰- یکای اصلی سرعت متوسط چیست؟

۱۱- جهت کمیت سرعت متوسط چگونه مشخص می شود؟

کمیت سرعت متوسط[1] به صورت زیر تعریف می‌شود :

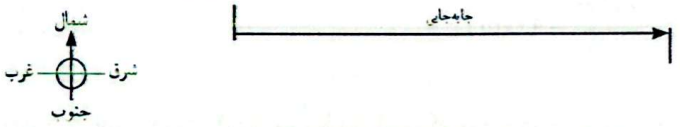
$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه‌جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \quad (۲)$$

اگر بردار جابه‌جایی برحسب متر و زمان برحسب ثانیه باشد، سرعت متوسط برحسب متر بر ثانیه می‌شود.

همان‌طور که بردار جابه‌جایی کمیتی برداری است و دارای اندازه و جهت است، سرعت متوسط نیز کمیتی برداری و دارای اندازه و جهت است. جهت سرعت متوسط یک متحرک، همان جهت بردار جابه‌جایی متحرک است.

مثال ۲

شکل زیر قایق تندرویی را نشان می‌دهد که در امتداد مسیری مستقیم از غرب به شرق در حرکت است و در مدت ۸ ثانیه، ۱۱۲ متر جابه‌جا می‌شود. سرعت متوسط قایق برحسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت چقدر است؟



پاسخ : با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطهٔ ۲) داریم :

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه‌جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}} = \frac{۱۱۲\text{m(به طرف شرق)}}{۸\text{s}} = ۱۴\ \text{m/s(به‌طرف شرق)}$$

همان‌طور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای متر بر ثانیه به یکای کیلومتر بر ساعت، کافی است مقدار مورد نظر را در عدد ۳/۶ ضرب کنیم. به این ترتیب داریم :

$$\text{سرعت متوسط} = (۱۴ \times ۳/۶)\ \text{km/h} = ۵۰/۴\ \text{km/h (به‌طرف شرق)}$$

توجه کنید که در این مثال، چون قایق در امتداد خط راست حرکت می‌کند و جهت حرکت خود را نیز تغییری نداده است، مسافت طی‌شده و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن با هم برابرند.

فکر کنید

تندی متوسط قایق در مثال بالا چقدر است؟ توضیح دهید چرا در این مثال، تندی متوسط با اندازهٔ سرعت متوسط برابر است.

$14\ \frac{m}{s}$

۱ـ سرعت متوسط بازگردان فارسی Average velocity است. بنابراین می‌توان اندازهٔ سرعت متوسط را با نماد v_{av} نشان داد.

زیرا قایق در امتداد مسیری مستقیم حرکت می کند، بنابراین به دلیل برابر بودن کمیت های مسافت و اندازه بردار جابه جایی، تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط نیز برابر هستند.

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 و به طرف جنوب شرقی باشد، (الف) تندی متوسط و (ب) سرعت متوسط خودرو را در این مدت به‌دست آورید و در مورد مفهوم فیزیکی هرکدام از مقادیر فیزیکی به‌دست‌آمده، توضیح دهید.

حل : الف) مدت زمان حرکت ۳۰ دقیقه یا ۰/۵ ساعت است. بنابراین با توجه به تعریف تندی متوسط (رابطهٔ ۱) داریم :

$$\text{تندی متوسط} = \frac{۴۶\text{km}}{۰/۵\text{h}} = ۹۲\text{km/h}$$

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

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

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{۲۴\text{km} \quad (\text{به طرف جنوب شرقی})}{۰/۵\text{h}} = ۴۸\text{km/h} \quad (\text{به طرف جنوب شرقی})$$

مفهوم این پاسخ آن است که به‌طور متوسط خودرو در هر ساعت ۴۸ کیلومتر به طرف جنوب شرقی جابه‌جا و به مقصد خود نزدیک‌تر شده است.

خود را بیازمایید

طول جادهٔ بین شهر کوهستانی بروجن و شهر تاریخی اصفهان حدود ۱۱۲ کیلومتر و فاصلهٔ مستقیم آنها از هم ۸۴ کیلومتر است (شکل صفحهٔ بعد). اگر خودرویی فاصلهٔ بین دو شهر را در مدت ۷۰ دقیقه طی کند، تندی متوسط و سرعت متوسط خودرو را برحسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت به دست آورید.

(لازم است توجه شود که به دلایل مختلفی از قبیل موانع طبیعی و هزینه احداث جاده، معمولاً جاده بین دو شهر به‌صورت مسیر مستقیم نیست).

$70\,\text{min} \div 60 = \frac{7}{6}\,\text{h}$

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت}}{\text{مدت زمان}} = \frac{112\,\text{km}}{\frac{7}{6}\,\text{h}} = 96\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$96\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \div 3{,}6 = 26{,}66\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

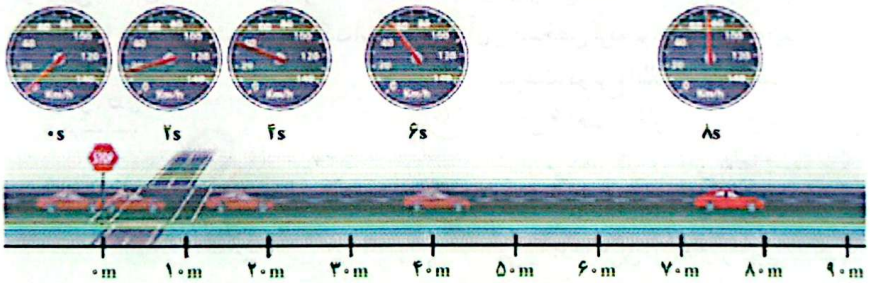
$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه‌جایی}}{\text{مدت زمان}} = \frac{84\,\text{km}}{\frac{7}{6}\,\text{h}} = 72\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (\text{به طرف شمال-شرق})$$

$$72\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \div 3{,}6 = 20\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{به طرف شمال-شرق})$$

12 ـ تندی لحظه‌ای را تعریف کنید؟
13 ـ به چه حرکتی یکنواخت روی خط راست می‌گویند؟
14 ـ منظور از حرکت یکنواخت چیست؟

تندی لحظه‌ای

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[1] گفته می‌شود. معمولاً برای سادگی در گفتار و نوشتار، «تندی لحظه‌ای» را به‌صورت «تندی» بیان می‌کنیم یا می‌نویسیم. بنابراین وقتی می‌گوییم تندی متحرکی ۱۸m/s است منظور تندی لحظه‌ای است.



شکل ۴ــ وقتی به تندی‌سنج 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 نقطهٔ A به نقطهٔ 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. اگر متحرکی روی مسیری دایره‌ای (مثلاً

۱ــ Instantaneous speed

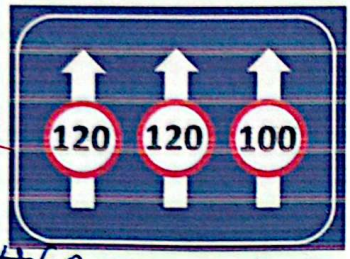
15- در چه صورت سرعت لحظه‌ای یک متحرک را می‌دانیم؟

16- چرا دانستن سرعت نسبت به تندی اهمیت بیشتری دارد؟

(14) دور میدان یک شهر) با تندی ثابت حرکت کند، حرکت آن را حرکت دایره‌ای یکنواخت می‌گویند.

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 برحسب متر بر ثانیه محاسبه کنید.

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

$120 \frac{km}{h} \div 3,6 = 33,3 \frac{m}{s}$

تندی متوسط = مسافت / مدت زمان

$112 = \frac{460}{x}$

x (مدت زمان) $= \frac{460}{112} = 4,1\ h$

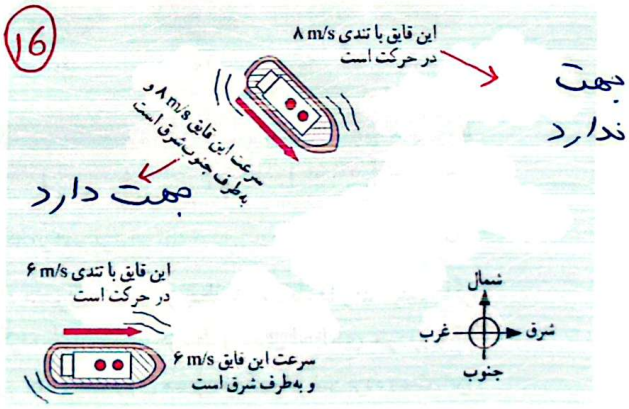
سرعت لحظه‌ای

(15) 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 جسمی‌را بدانیم، در واقع سرعت لحظه‌ای یا به اختصار سرعت آن را می‌دانیم؛ مثلاً وقتی می‌گوییم خودرویی با تندی ۴۰ km/h در حرکت است، فقط تندی آن را می‌دانیم[1]. اما اگر بگوییم خودرویی با تندی ۴۰ km/h به طرف شمال در حرکت است، سرعت آن را مشخص کرده‌ایم. همان‌طور که دیده می‌شود سرعت، دو نوع اطلاع به ما می‌دهد.

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

(16) 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.

(16)



شکل ۶

۱ــ برای اختصار، تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به ترتیب به‌صورت تندی و سرعت بیان شده‌اند.

17 - در چه صورت نوع حرکت جسم شتابدار است؟

18 - فرمول محاسبه شتاب متوسط را بیان کنید؟

19 - یکای اصلی شتاب چیست؟

شتاب متوسط

وقتی پیاده یا با دوچرخه و یا هر وسیلهٔ نقلیهٔ دیگر، از خانه به مدرسه می‌رویم، در طول مسیر بارها و بارها سرعت خود را تغییر می‌دهیم. گاهی حرکت خود را تندتر، گاهی حرکت خود را کندتر و گاهی اوقات جهت حرکت خود را عوض 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[1] متحرک به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

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

یکای شتاب از تقسیم یکای سرعت (m/s) بر یکای زمان (s) به دست می‌آید که متر بر مربع ثانیه (m/s^2) است. با توجه به اینکه سرعت کمیتی برداری است، تغییر سرعت و شتاب متوسط نیز کمیت‌های برداری می‌شوند. بنابراین در تعیین شتاب متوسط یک متحرک، باید جهت آن را نیز مشخص کنیم.

مثال ۴

رانندهٔ خودرویی در یک مسیر مستقیم و رو به شرق، سرعت خودرو 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^2) حساب کنید.

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

تغییر سرعت = ۷۲ km/h (به‌طرف شرق) − ۱۸ km/h (به‌طرف شرق) = ۵۴ km/h (به‌طرف شرق)

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 :

$$\text{تغییر سرعت} = \frac{۵۴}{۳/۶}\ \text{m/s (به طرف شرق)} = ۱۵\ \text{m/s (به‌طرف شرق)}$$

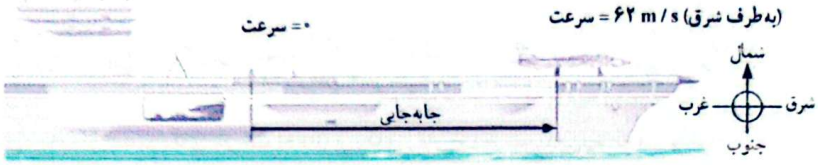
با توجه به تعریف شتاب متوسط داریم :

$$\text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}} = \frac{۱۵\ \text{m/s}}{۵\ \text{s}} = ۳\ \text{m/s}^2\ \text{(به طرف شرق)}$$

۱ــ شتاب متوسط بازگردان فارسی Average acceleration است. بنابراین می‌توان اندازهٔ شتاب متوسط را با نماد a_{av} نشان داد.

مثال ۵

شکل زیر هواپیمایی را روی عرشهٔ یک ناو هواپیمابر نشان می‌دهد که با شتاب $۳۱\ m/s^۲$ در جهت شرق به حرکت در می‌آید تا پس از مدت کوتاهی به سرعت برخاستن برسد. مدت زمانی را که طول می‌کشد تا سرعت هواپیما از صفر به $۶۲\ m/s$ به‌طرف شرق (حدود ۲۲۳ کیلومتر بر ساعت به طرف شرق) برسد، حساب کنید.



پاسخ : تغییر سرعت هواپیما روی عرشهٔ ناو برابر است با :

تغییر سرعت = ۶۲ m/s (به‌طرف شرق) − ۰ = ۶۲ m/s (به‌طرف شرق)

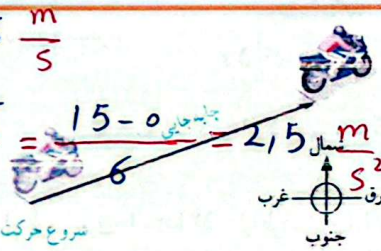
با توجه به تعریف شتاب داریم :

$$\text{شتاب (به‌طرف شرق)} = \frac{۶۲\ m/s\ \text{(به‌طرف شرق)}}{\text{مدت زمان صرف شده}} = ۳۱\ m/s^۲\ \text{(به‌طرف شرق)}$$

در نتیجه زمان لازم برای آنکه هواپیما به سرعت برخاستن برسد، برابر ۲s خواهد شد.

خود را بیازمایید

۱ــ موتورسواری در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از ۶ ثانیه سرعتش به ۵۴ کیلومتر بر ساعت به طرف شمال شرق می‌رسد. شتاب متوسط موتور سوار را پیدا کنید.



۲ــ شکل زیر، دونده‌ای را نشان می‌دهد که سرعت آن در زمان صفر و ۱ دقیقه پس از آن داده شده است. با توجه به اینکه جهت سرعت دونده در این دو لحظه به طرف شرق است شتاب متوسط دونده را حساب کنید.