

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۳-۰۴

دسته تجربی

مرحله ششم

پایه دوازدهم

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۴

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
فیزیک	فیزیک دهم فصل ۱ و فصل ۲ (تا ابتدای فشار در شاروها) صفحه ۱ تا ۳۲ فیزیک دوازدهم فصل ۱ (تا ابتدای حرکت با شتاب ثابت) صفحه ۱ تا ۱۵	۲	۱۵	نوید شاهی - داوود پاشا	امین امینی - نرجس تیمناک ماهان فتی‌فر

شروع دوازدهم از مهر



فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

۱- فیزیک دانش بنیادی -

نکته

فیزیک‌دانان می‌کوشند الگو و نظم خاصی میان پدیده‌های فیزیکی بیابند و برای توصیف این پدیده‌ها اغلب از قانون، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی استفاده می‌کنند.

نکته

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی همواره ثابت نیستند و نتایج آزمایش‌های جدید ممکن است منجر به بازنگری مدل‌ها و نظریه‌ها شود. (مانند مدل‌های اتمی)

نکته

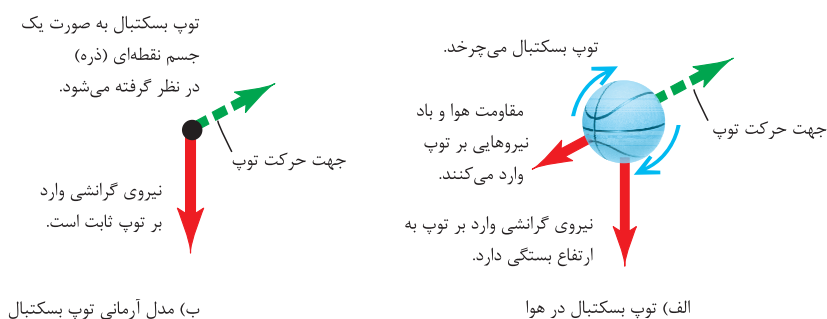
ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است.

نکته

تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال بیشترین نقش را در تکامل علم فیزیک دارد.

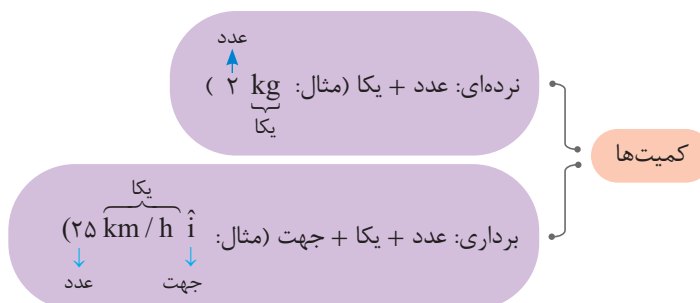
۲- مدل‌سازی در فیزیک -

برای بررسی پدیده‌های فیزیکی، لازم است آن‌ها را تا حد امکان ساده و آرمانی کنیم.



۳- اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی -

برای بیان نتایج اندازه‌گیری‌ها، از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌کنیم:



نکته

جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو، تکانه، میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی کمیت‌های برداری (در سطح کنکور) و سایر کمیت‌ها نرده‌ای هستند.



۴- اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

برای انجام اندازه‌گیری به یکاهایی نیاز است که تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند.

نکته

کمیت‌های فیزیکی به دو دسته اصلی و فرعی هم طبقه‌بندی می‌شوند.

اصلی: طول (m) - جرم (kg) - زمان (s) - دما (K) - مقدار ماده (mol) - جریان الکتریکی (A) - شدت روشنایی (cd)

کمیت‌ها

فرعی: هر یکا غیر از یکاهای اصلی (مانند: سرعت (m/s) - نیرو ($\frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2}$) - اسمش رو گذاشتن نیوتون (N))

طول: یکای آن متر (m)

یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال $\leftarrow ۱۹۶۰\text{م}$ فاصله میان دو خط در دو سر میله‌ای از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم در دمای صفر درجه سلسیوس $\leftarrow ۱۹۸۳\text{م}$ مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}\text{s}$ طی می‌کند.

نکته

یکای نجومی فاصله زمین تا خورشید ($1\text{ AU} \approx 1.5 \times 10^{11}\text{ m}$)
سال نوری (ℓ_y): مسافتی که نور در مدت یک سال طی می‌کند.

جرم: یکای آن کیلوگرم (kg)

جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم که در دو حباب شیشه‌ای قرار دارد.

زمان: یکای آن ثانیه (s)

$\frac{1}{86400}$ میانگین یک روز خورشیدی \leftarrow هشتاد و سه هزار و سیصد و شصت و شش (۱۳۴۶) ارتعاش اتم سزیوم و نور گسیل شده از آن (ساعت‌های اتمی)

۵- پیشوند یکاها

پیشوندهای پرکاربرد را در جدول زیر می‌بینید:

10^{-12} پیکو (p)	10^{-9} نانو (n)	10^{-6} میکرو (μ)
10^{-3} میلی (m)	10^{-2} سانتی (c)	10^3 کیلو (k)
10^6 مگا (M)	10^9 گیگا (جیگا) (G)	10^{12} ترا (T)

۶- تبدیل یکاها

$$1 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2} = ? \frac{\text{g.mm}}{\text{min}^2} \Rightarrow 1 \frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} \times \frac{1000\text{mm}}{\text{m}} \times \left(\frac{60\text{s}}{1\text{min}}\right)^2 = 36 \times 10^8 \frac{\text{g.mm}}{\text{min}^2}$$

روش معادله‌ای: یکاهای مبدأ را بر یکاهای مقصد تقسیم می‌کنیم:

$$1 \text{ kg/m}^3 = ? \text{ g/cm}^3 \Rightarrow 1 \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = \frac{10^3 \text{ g}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{cm}^3}{(10^{-2}\text{ m})^3} = 10^{-3} \Rightarrow 1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3$$

تغییر در یکاها



۷- سازگاری یکاها -

در روابط فیزیکی، یکاهای دو طرف یک رابطه باید معادل هم باشند.

توجه به دو رابطه دقت کنید:

الف) $3 \frac{\text{g} \cdot \text{mm}^2}{\text{h}^2} \neq 3 \text{ N}$ ☹️

ب) $3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 3 \text{ N}$ 😊

نکته

انواع مختلف یکاها می‌توانند در هم ضرب یا تقسیم شوند، ولی فقط یکاهای یکسان می‌توانند با هم جمع یا تفریق شوند.

۸- نمادگذاری علمی -

عدد صحیح مثبت یا منفی

$$a \times 10^n \leftarrow \text{عددی بین } 10 \text{ تا } 1$$

$$1 \leq a < 10$$

۹- اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری -

قطعی‌تی در اندازه‌گیری‌ها نداریم و همواره مقداری خطا وجود دارد.

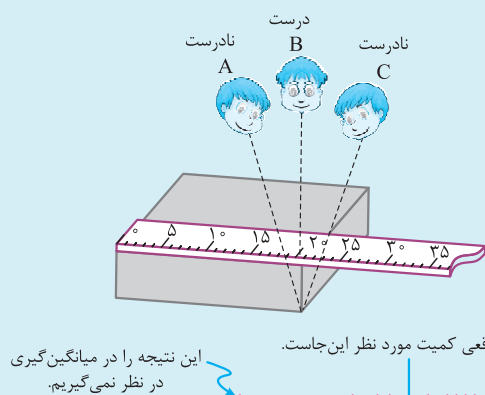
نکته

عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری:

۱) دقت وسیله اندازه‌گیری

۲) مهارت شخص آزمایشگر

باید به سطح وسیله اندازه‌گیری به طور عمود نگاه کنیم.

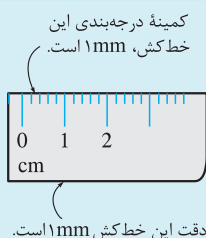


این نتیجه را در میانگین‌گیری در نظر نمی‌گیریم.

۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری: چند بار اندازه‌گیری

کرده و میانگین می‌گیریم. در میانگین‌گیری داده پرت (داده‌ای که با بقیه اختلاف زیاد دارد) را حذف می‌کنیم.

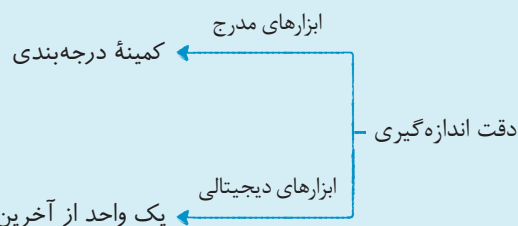
نکته



دقت این خط‌کش ۱ mm است.

31.2 °C

دقت این وسیله ۱ °C است.



۱۰- چگالی -

$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \leftarrow \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

مقدار جرم در حجم معینی از ماده که از رابطه روبه‌رو حساب می‌شود:



نکته

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

نکته

اگر درون جسم حفره (فضای خالی) وجود داشته باشد، از رابطه زیر کمک می‌گیریم:

$$\rho = \frac{m}{V - V'}$$

جرم بعد از ایجاد حفره \uparrow
چگالی ماده سازنده \leftarrow
حجم حفره \rightarrow
حجم ظاهری \downarrow

نکته

اگر چند ماده را با هم مخلوط کنیم، برای محاسبه چگالی از رابطه زیر کمک می‌گیریم:

$$\rho = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

نکته

اگر در مسئله فقط جرم و چگالی بیان شود. اگر در مسئله فقط حجم و چگالی بیان شود.

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

فصل ۲: ویژگی‌های ماده

۱- حالت‌های ماده

نکته

اندازه اتم‌ها یک تا چند آنگستروم ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) است و حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره‌ها و اندازه نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.

نیروی بین مولکولی	حرکت ذره‌های سازنده	تراکم‌پذیری	فاصلهٔ ذرات
قوی و از نوع نیروی الکتریکی	در محل ثابت و دارای ارتعاش و نوسان	تراکم‌ناپذیر	حدوداً ۱Å
قوی (اندکی کم‌تر از جامدات)	روی هم می‌لغزند.	تراکم‌ناپذیر	حدوداً ۱Å
ضعیف	آزادانه به هر طرف	تراکم‌پذیر	۳۵ Å

بلورین: اتم‌ها در طرح‌های منظم و تکرارشونده (نمک‌ها، فلزها، مواد معدنی، الماس، آبی که آهسته سرد شود).

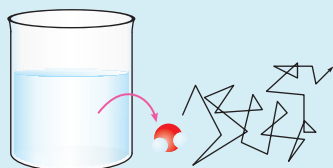
بی‌شکل (آمورف): اتم‌ها و مولکول‌ها طرح منظم ندارند (شیشه، قیر، آبی که به سرعت سرد شود).

انواع جامدات



نکته

پدیدهٔ پخش: حرکت نامنظم مولکول‌های آب و برخورد آن‌ها با موادی مثل جوهر



حرکت بروانی: حرکات نامنظم یک شاره که باعث ایجاد پدیدهٔ پخش می‌شود.

مایعات ← پخش جوهر در آب ← تند
گازها ← پخش عطر در هوا ← تندتر

۲- نیروهای بین مولکولی -

الف) نیروی هم‌چسبی: نیروی بین مولکول‌های همسان که نیرویی کوتاه‌برد است.

جاذبه: فاصلهٔ بین مولکول‌ها در حال افزایش

دافعه: فاصلهٔ بین مولکول‌ها در حال کاهش

تراکم‌ناپذیری

• کشش سطحی: نیروی هم‌چسبی (ربایشی) بین مولکول‌های سطح مایع (نشستن حشرات روی آب، کروی بودن قطرات آب در حال سقوط)

ب) نیروی دگرچسبی: نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های دو مادهٔ مختلف

ترشوندگی:



تر

نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد < نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع → می‌کند

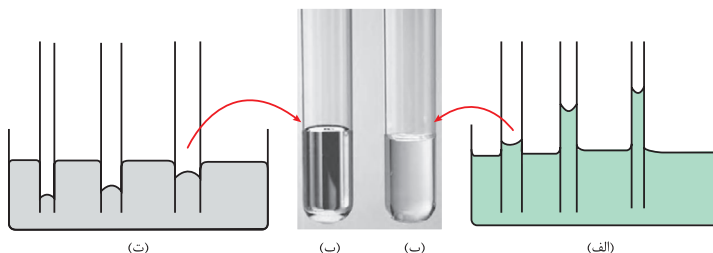
نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد > نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع → نمی‌کند

• اثر موینگی: بالا یا پایین رفتن مایع در لوله‌های بسیار نازک (لوله‌هایی با قطر حدود ۱/۰ mm)

بالا رفتن مایع: نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله < نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع، مثل آب و لولهٔ شیشه‌ای

مایع در لوله

پایین رفتن مایع: نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله > نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع، مثل جیوه و لولهٔ شیشه‌ای یا آب و لولهٔ شیشه‌ای چرب



۳- فشار در جامدات -

نیروی عمودی وارد بر سطح (N) $\rightarrow F$
فشار (Pa) و کمیت نرده‌ای $\leftarrow P = \frac{F}{A}$
مساحت سطح (m²) $\rightarrow A$

فشار در جامدات از رابطهٔ روبه‌رو حساب می‌شود:



نکته

یکای فرعی فشار:

$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$$

نکته

در محاسبه فشار جامدات، سه حالت زیر بیشتر نمود پیدا می کند:

دو یا چند جسم به روی هم	اعمال نیروی خارجی	بدون نیروی خارجی
$P = \frac{F_{net}}{A} = \frac{(m_1 + m_2)g}{A_2}$	$P = \frac{F_{net}}{A} = \frac{mg + F}{A}$	$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$



بخش ۱: شناخت حرکت

– مسافت و جابه‌جایی –

مسافت (ℓ)	جابه‌جایی (\vec{d})
طول مسیر طی شده	پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین را به مکان پایانی وصل می‌کند.
از جنس طول، یکا در SI: متر (m)	از جنس طول، یکا در SI: متر (m)
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
همواره $\ell \geq d$	

● شرط برابری مسافت با اندازه جابه‌جایی:

اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت عوض نشود.

– تندی متوسط و سرعت متوسط –

تندی متوسط	سرعت متوسط
مسافت طی شده در واحد زمان	جابه‌جایی در واحد زمان
$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$	$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$
یکا در SI: متر بر ثانیه (m/s)	یکا در SI: متر بر ثانیه (m/s)
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.

نکته

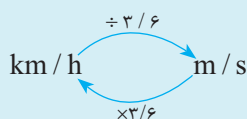
چند نکته:

۱ همواره: $s_{av} \geq |\vec{v}_{av}|$

۲ شرط برابری تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط (همان شرط‌های برابری مسافت و اندازه جابه‌جایی):

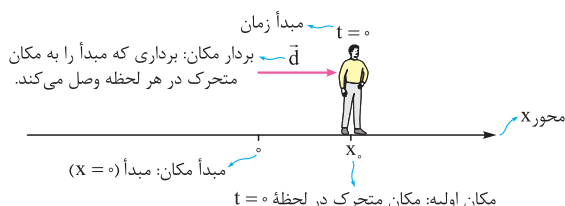
اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت تغییر نکند.

۳ کیلومتر بر ساعت (km/h)، یکای متداول دیگر سرعت است.



$$۱۸ \text{ (km/h)} = ۵ \text{ m/s} \quad \text{و} \quad ۳۶ \text{ (km/h)} = ۱۰ \text{ m/s} \quad \text{و} \quad ۵۴ \text{ km/h} = ۱۵ \text{ m/s} \quad \text{و} \quad ۷۲ \text{ km/h} = ۲۰ \text{ m/s}$$

– حرکت روی محور x –



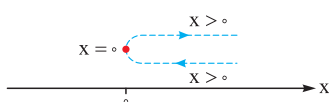
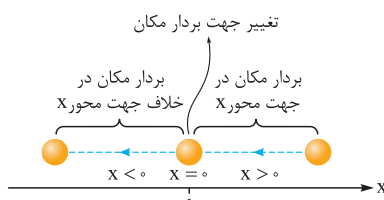
معادله مکان - زمان:

تابعی که ورودی آن زمان (t) و خروجی آن مکان (x) است: $x = f(t)$



جهت بردار مکان	علامت x	موقعیت متحرک
به سمت راست در جهت محور x (در جهت مثبت محور x)	$x > 0$	جسم در x های مثبت قرار دارد.
به سمت چپ در خلاف جهت محور x (در جهت منفی محور x)	$x < 0$	جسم در x های منفی قرار دارد.

تغییر جهت بردار مکان \leftrightarrow عبور متحرک از مبدأ \leftrightarrow x برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.

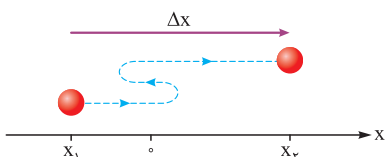


تذکر اگر x برابر صفر شده ولی علامت آن عوض نشود، جسم به مبدأ می‌رسد، اما از آن عبور نمی‌کند (برمی‌گردد).

چند اصطلاح زمانی مهم

اصطلاح	معنی (تمام مقادیر برحسب ثانیه هستند.)	مثال
$t = k$	یعنی لحظه‌ای که زمان سنج مقدار k را نشان می‌دهد.	لحظه $t = 2s$ یعنی لحظه‌ای که زمان سنج $2s$ را نشان می‌دهد.
ثانیه n ام	یعنی بازه زمانی $t_1 = n-1$ تا $t_2 = n$	ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$
m ثانیه اول	یعنی بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = m$	8 ثانیه اول یعنی بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 8s$
m ثانیه n ام	یعنی بازه زمانی $t_1 = m(n-1)$ تا $t_2 = mn$	3 ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 9s$ تا $t_2 = 12s$
شروع ثانیه n ام	یعنی لحظه $t = n-1$	شروع ثانیه ششم یعنی لحظه $t = 5s$
پایان ثانیه n ام	یعنی لحظه $t = n$	پایان ثانیه ششم یعنی لحظه $t = 6s$

جابه‌جایی در حرکت روی محور x



$$\Delta x = x_2 - x_1$$

نکته	شکل	علامت Δx	جهت بردار جابه‌جایی
مسیر حرکت هر چیزی می‌تواند باشد.	جسم به سمت راست جابه‌جا شده. 	$\Delta x > 0$	به سمت راست در جهت محور x در جهت مثبت محور x
	جسم به سمت چپ جابه‌جا شده. 	$\Delta x < 0$	به سمت چپ در خلاف جهت محور x در جهت منفی محور x



سرعت متوسط در حرکت روی محور x

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \text{جاب‌جایی: متر (m)} \leftarrow \text{سرعت متوسط: متر بر ثانیه (m/s)}$$

$$\rightarrow \text{زمان: ثانیه (s)}$$

نکته

علامت (جهت) سرعت متوسط و جاب‌جایی همیشه یکسان است.

سرعت لحظه‌ای، تندی لحظه‌ای -

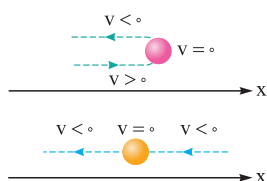
تندی لحظه‌ای (s) یا تندی	سرعت لحظه‌ای (\vec{v}) یا سرعت
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
همواره: تندی لحظه‌ای = اندازه سرعت لحظه‌ای، $ \vec{v} = s$	جهت: مماس بر مسیر حرکت

معادله سرعت - زمان: تابعی که ورودی آن زمان (t)، خروجی آن سرعت (v) است: $v = f(t)$
در حرکت روی محور X:

علامت سرعت	جهت حرکت	شکل
مثبت	در جهت محور X به سمت راست	
منفی	در خلاف جهت محور X به سمت چپ	

شرط تغییر جهت حرکت

سرعت برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.



تذکر اگر سرعت صفر شده، ولی علامت آن عوض نشود، یعنی متحرک متوقف شده، اما جهت حرکتش عوض نشده (یعنی در همان جهت ادامه داده است).

- شتاب (\vec{a}) -

سرعت ثابت $\leftarrow a = 0$

شتاب یعنی آهنگ تغییر سرعت

سرعت متغیر (می‌تواند اندازه سرعت یا جهت سرعت یا هر دو متغیر باشد). $\leftarrow a \neq 0$

تذکر هر حرکتی که روی مسیر مستقیم نباشد، حتماً شتابدار است (چون جهت حرکت آن پیوسته عوض می‌شود).

شتاب متوسط (\vec{a}_{av})

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \xrightarrow{\text{در حرکت روی محور x}} a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

سرعت در لحظه t_1 \leftarrow سرعت در لحظه t_2

تذکر به علامت v_1 و v_2 دقت کن!

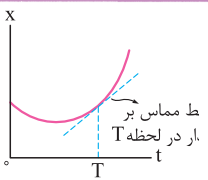
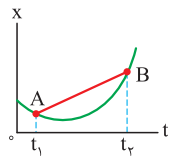
نکته

علامت (جهت) شتاب متوسط و تغییر سرعت همیشه یکسان است.

حرکت تندشونده و کندشونده

نوع حرکت	مفهوم	علامت سرعت و شتاب
تندشونده	تندی (اندازه سرعت): در حال افزایش	هم علامت (هم جهت)
کندشونده	تندی (اندازه سرعت): در حال کاهش	با علامت مختلف (در جهت مخالف هم)

نمودار مکان - زمان

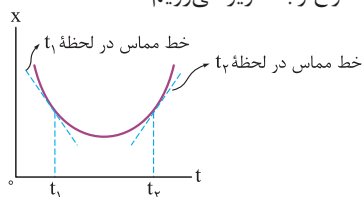
سرعت لحظه‌ای	سرعت متوسط
شیب خط مماس در یک نقطه	شیب خط واصل دو نقطه
	
شیب خطچین مماس سرعت در لحظه T : $V_T = T$	شیب خط AB سرعت متوسط در بازه t_1 تا t_2 : $V_{av}(t_1, t_2) = t_2 - t_1$

نکته

اگر نمودار مکان - زمان خطی باشد \leftarrow شیب: ثابت \leftarrow سرعت: ثابت \leftarrow سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر است.

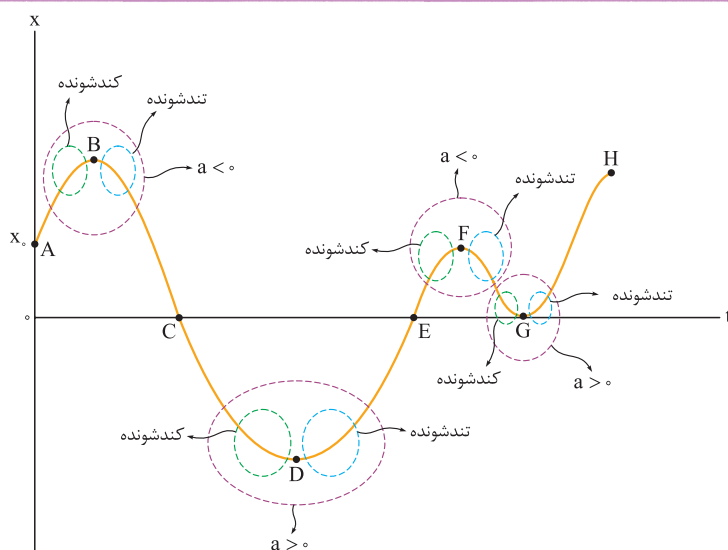
محاسبه شتاب متوسط در نمودار مکان - زمان

ابتدا به کمک شیب خط مماس، سرعت لحظه‌ای در لحظه‌های t_1 و t_2 را به دست می‌آوریم و بعد به سراغ رابطه زیر می‌رویم:

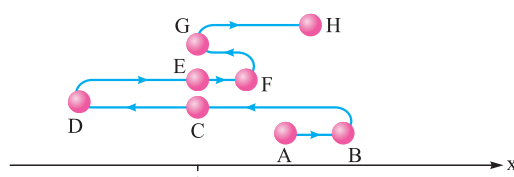


شیب خط مماس در لحظه t_1 \leftarrow شیب خط مماس در لحظه t_2

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$



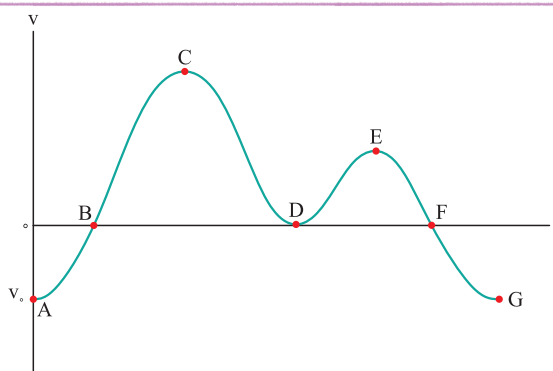
نمونه در نمودار بالا	نشانه در نمودار مکان - زمان	سوژه
H تا G, G تا E, C تا A	بالای محور t	$x > 0$, بردار مکان در جهت محور X
E تا C	پایین محور t	$x < 0$, بردار مکان در خلاف جهت محور X
G, E, C	منطبق بر محور t	$x = 0$, متحرک روی مبدأ است.
C و E (در نقطه G به مبدأ رسیده، ولی از آن عبور نکرده).	X برابر صفر شده و علامت آن تغییر کند.	عبور از مبدأ
H تا G, F تا D, B تا A	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	حرکت در جهت محور X ($v > 0$)
G تا F, D تا B	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	حرکت در خلاف جهت محور X ($v < 0$)
G, F, D, B	قله ها و دره ها، نقاط اکسترمم	تغییر جهت حرکت
روی نمودار مشخص شده!	تقعر نمودار رو به بالا، این جوری: و و ...	شتاب در جهت محور X ($a > 0$)
روی نمودار مشخص شده!	تقعر نمودار رو به پایین، این جوری: و و ...	شتاب در خلاف جهت محور X ($a < 0$)
روی نمودار مشخص شده!	بلافاصله بعد از قله و دره	حرکت تندشونده
روی نمودار مشخص شده!	بلافاصله قبل از قله و دره	حرکت کندشونده



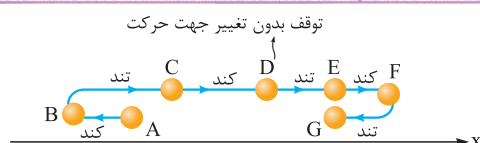
مسیر حرکت متحرک:

– نمودار سرعت - زمان –

شتاب متوسط	شتاب لحظه‌ای
شیب خط واصل دو نقطه	شیب خط مماس بر یک نقطه
شیب خط $AB = a_{av(t_1, t_2)} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$	شیب خطچین مماس = شتاب در لحظه $a_T = T$



نمونه در نمودار بالا	نشانه در نمودار سرعت - زمان	سوژه
F تا D, D تا B	بالای محور t	حرکت در جهت محور x
G تا F, B تا A	پایین محور t	حرکت در خلاف جهت محور x ($v < 0$)
F, D, B	منطبق بر محور x	سکون! ($v = 0$)
F و B (در نقطه D متحرک متوقف شده، اما جهت حرکت آن عوض نشده!)	قطع محور t	تغییر جهت حرکت
E تا D, C تا A	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	شتاب در جهت محور x ($a > 0$)
G تا E, D تا C	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	شتاب در خلاف جهت محور x ($a < 0$)
E, D, C	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	تغییر جهت شتاب متحرک
G تا F, E تا D, C تا B	دور شدن از محور t	حرکت تندشونده
F تا E, D تا C, B تا A	نزدیک شدن به محور t	حرکت کندشونده



مسیر حرکت متحرک:

نمودار $v - t$ (به تنهایی) مکان متحرک را مشخص نمی‌کند!



معادله مکان - زمان درجه دو ($x = At^2 + Bt + C$)

حالت اول	حالت دوم
A و B هم علامت	A و B با علامت متفاوت
جهت حرکت عوض نمی شود.	جهت حرکت در لحظه $t = -\frac{B}{2A}$ عوض می شود.
حرکت پیوسته تندشونده	حرکت قبل از لحظه $t = -\frac{B}{2A}$ کندشونده و پس از آن تندشونده
نمونه ای از نمودار مکان - زمان	نمونه ای از نمودار مکان - زمان

بخش ۲: حرکت با سرعت ثابت

ویژگی ها:

- ۱) تندی: ثابت
 - ۲) جهت حرکت: هرگز تغییر نمی کند ← اندازه جابه جایی = مسافت ← اندازه سرعت متوسط = تندی متوسط
 - ۳) سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه ای در هر لحظه برابر است ← $V_{av} : V$
 - ۴) اندازه جابه جایی (و مسافت) با زمان متناسب است.
 - ۵) شتاب = صفر
- معادله مکان - زمان:

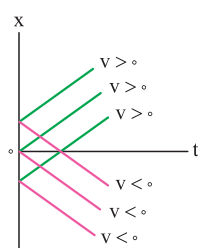
مکان اولیه → مکان → $x = vt + x_0$ ← مکان
 سرعت ← زمان

$$\Delta x = v \Delta t$$

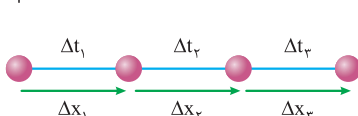
جابه جایی با سرعت ثابت:

نمودار مکان - زمان

خطی به شیب v و عرض از مبدأ x_0



حرکت چند مرحله ای با سرعت ثابت



$$v_{av} = \frac{\Delta x_{کل}}{\Delta t_{کل}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3} = \frac{v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2 + v_3 \Delta t_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3}$$

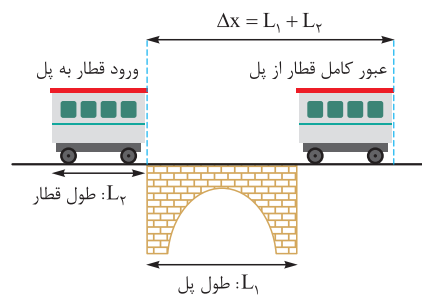
تذکر اگر در مرحله ای جهت حرکت تغییر کرده باشد Δx را برای آن مرحله، منفی در نظر می گیریم.

نکته

برای محاسبه تندی متوسط باید مسافت کل را حساب کرد و بعد به سراغ $s_{av} = \frac{l_{کل}}{\Delta t_{کل}}$ رفت.

عبور قطار از پل (یا تونل)

الف) عبور کامل قطار از پل:



ب) قرارگرفتن کامل قطار روی پل:

