

مرونامه آزمون آزمایشی خلیج سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۳-۰۴

دشته ریاضی

مرحله ششم

پایه دوازدهم

ویژه کنکورهای ۱۴۰۴

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
فیزیک	فیزیک دهم فصل ۱ و فصل ۲ صفحه ۱ تا ۵۲ فیزیک دوازدهم فصل ۱ (تابتدای سقوط آزاد) صفحه ۱ تا ۲۱	۲	۲۱	نوبید شاهی - داوود پاشا	امین امینی - نرجس تیمناک ماهان فنی فر

شروع دوازدهم از مهر



فصل ۱: فیزیک و اندازه گیری

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

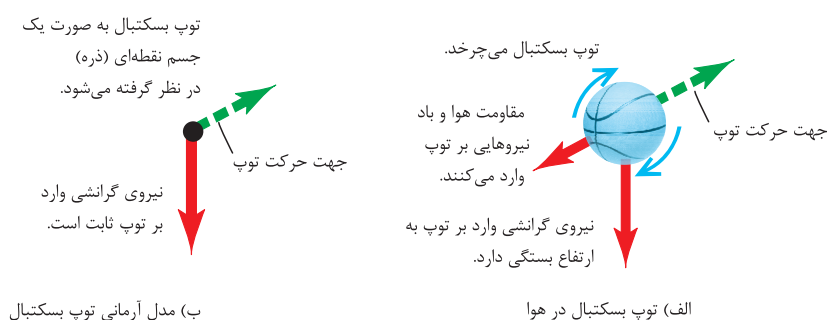
ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است.

نکته

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

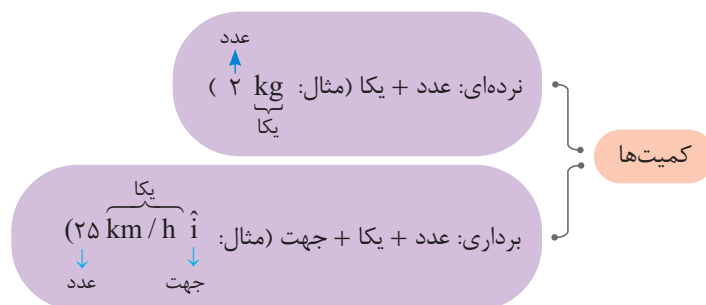
۲- مدل‌سازی در فیزیک

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 ($\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$) - اسمش رو گذاشتن نیوتون (N))

طول: یکای آن متر (m)

یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال $\xleftarrow{۱۹۶۰\text{م}}$ فاصله میان دو خط در دو سر میله‌ای از جنس آلایژ پلاتین - ایریدیوم در دمای صفر درجه سلسیوس $\xleftarrow{۱۹۸۳\text{م}}$ مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}\text{s}$ طی می‌کند.

نکته

یکای نجومی فاصله زمین تا خورشید ($1\text{ AU} \approx 1/۵۰ \times ۱۰^{۱۱}\text{ m}$)

سال نوری (ℓ_y): مسافتی که نور در مدت یک سال طی می‌کند.

جرم: یکای آن کیلوگرم (kg)

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

زمان: یکای آن ثانیه (s)

$\frac{1}{۸۶۴۰۰}$ میانگین یک روز خورشیدی $\xleftarrow{\text{هش } ۱۳۴۶}$ ارتعاش اتم سزیوم و نور گسیل شده از آن (ساعت‌های اتمی)

۵- پیشوند یکاها -

پیشوندهای پرکاربرد را در جدول زیر می‌بینید:

$۱۰^{-۱۲}$ = پیکو (p)	$۱۰^{-۹}$ = نانو (n)	$۱۰^{-۶}$ = میکرو (μ)
$۱۰^{-۳}$ = میلی (m)	$۱۰^{-۲}$ = سانتی (c)	$۱۰^۳$ = کیلو (k)
$۱۰^۶$ = مگا (M)	$۱۰^۹$ = گیگا (جیگا) (G)	$۱۰^{۱۲}$ = ترا (T)

۶- تبدیل یکاها -

$$۱ \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = ? \frac{\text{g} \cdot \text{mm}}{\text{min}^2} \Rightarrow ۱ \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{۱۰۰۰\text{g}}{۱\text{kg}} \times \frac{۱۰۰۰\text{mm}}{\text{m}} \times \left(\frac{۶۰\text{s}}{۱\text{min}}\right)^2 = ۳۶ \times ۱۰^8 \frac{\text{g} \cdot \text{mm}}{\text{min}^2}$$

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

$$۱ \text{ kg} / \text{m}^3 = ? \text{ g} / \text{cm}^3 \Rightarrow ۱ \frac{\frac{\text{kg}}{\text{g}}}{\frac{\text{m}^3}{(\text{cm}^3)}} = \frac{۱۰^۳ \text{ g}}{\text{m}^3} = ۱۰^{-۳} \Rightarrow ۱ \text{ kg} / \text{m}^3 = ۱۰^{-۳} \text{ g} / \text{cm}^3$$

تغییر در یکاها



۷- سازگاری یکاها -

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

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

ب) $3 \frac{kg \cdot m}{s^2} = 3 N$ 😊

توجه به دو رابطه دقت کنید:

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

$$a \times 10^n \leftarrow \text{عددی بین } 10^1 \text{ تا } 10^0$$

$$1 \leq a < 10$$

۹- اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری -

قطعی در اندازه‌گیری‌ها نداریم و همواره مقداری خطا وجود دارد.

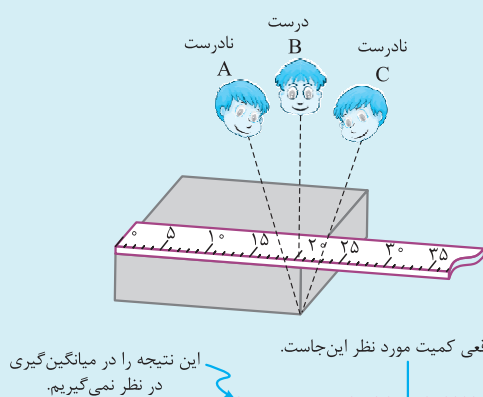
نکته

عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری:

۱) دقت وسیله اندازه‌گیری

۲) مهارت شخص آزمایشگر

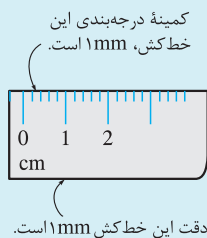
باید به سطح وسیله اندازه‌گیری به طور عمود نگاه کنیم.



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 / ۰ ° است.

ابزارهای مدرج
کمینه درجه‌بندی

دقت اندازه‌گیری

ابزارهای دیجیتالی
یک واحد از آخرین رقم نشان داده شده

۱۰- چگالی -

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

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 می گیریم:

جرم بعد از ایجاد حفره

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

چگالی ماده سازنده ← حجم حفره →

حجم ظاهری

نکته

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

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

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: ویژگی های ماده

۱- حالت های ماده

نکته

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

فاصله ذرات	تراکم پذیری	حرکت ذره های سازنده	نیروی بین مولکولی	
حدوداً 1 \AA	تراکم ناپذیر	در محل ثابت و دارای ارتعاش و نوسان	قوی و از نوع نیروی الکتریکی	جامدات
حدوداً 1 \AA	تراکم ناپذیر	روی هم می لغزند.	قوی (اندکی کمتر از جامدات)	مایعات
35 \AA	تراکم پذیر	آزادانه به هر طرف	ضعیف	گازها

بلورین: اتم ها در طرح های منظم و تکرارشونده (نمک ها، فلزها، مواد معدنی، الماس، آبی که آهسته سرد شود).

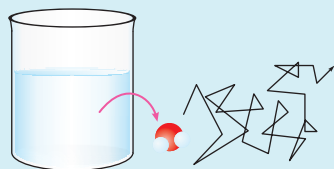
انواع جامدات

بی شکل (آمورف): اتم ها و مولکول ها طرح منظم ندارند (شیشه، قیر، آبی که به سرعت سرد شود).



نکته

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



حرکت پروانی: 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

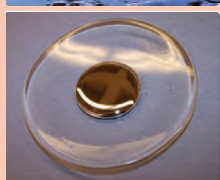
تراکم‌ناپذیری

دافعه: فاصلهٔ بین مولکول‌ها در حال کاهش

کشش سطحی: نیروی هم‌چسبی (ربایشی) بین مولکول‌های سطح مایع (نشستن حشرات روی آب، کروی‌بودن 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

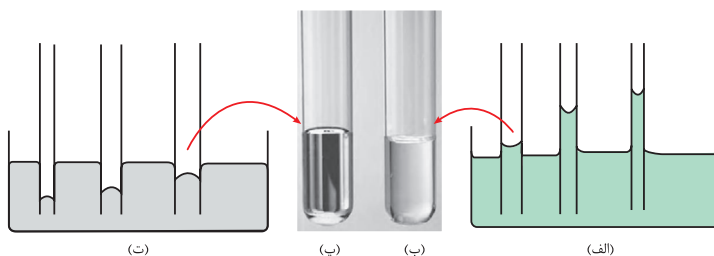
نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد > نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع → نمی‌کند

اثر موینگی: بالا یا پایین رفتن مایع در لوله‌های بسیار نازک (لوله‌هایی با قطر حدود ۰/۱ 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) $\rightarrow P = \frac{F}{A}$ فشار (Pa) و کمیت نزدیای مساحت سطح (m^۲)

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 می‌کند:

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

۴- فشار در مایع‌های ساکن

فشار در مایعات از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

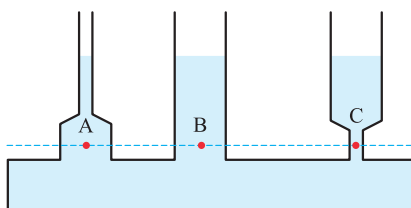
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho V g}{A} = \rho h g$$

$\xrightarrow{\text{ارتفاع مایع (m)}}$
 $\xrightarrow{\text{شتاب گرانش زمین (N/kg)}}$
 $\xrightarrow{\text{چگالی مایع (kg/m}^3\text{)}}$

شکل	رابطه	
	فشار هوا در سطح مایع ($P_0 \approx 10^5 Pa$) $P_M = \underbrace{\rho g h}_{\text{فشار مایع}} + P_0$	فشار مایع با در نظر گرفتن فشار هوا
	$P_M = \rho g h + P_0 + \frac{mg}{A}$ فشار ناشی از جسم جامد روی مایع	فشار کل
	$\Delta P = \rho g \Delta h$ ($\Delta H = h_2 - h_1$)	اختلاف فشار بین دو نقطه
	$P_M = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + P_0$	فشار ناشی از چند مایع

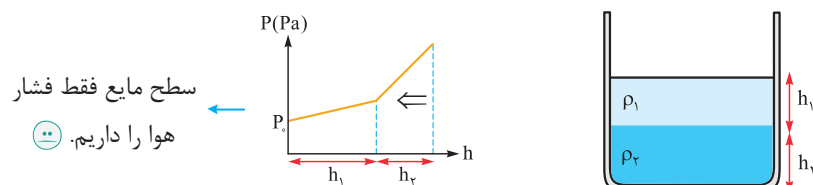


۵- فشار در نقاط هم‌تراز -



$$P_A = P_B = P_C \text{ (شکل ظرف اهمیتی ندارد.)}$$

۶- نمودار فشار در مایعات بر حسب ارتفاع -



نکته

شیب نمودار برابر ρg است.

نکته

$\rho_2 > \rho_1$ پس شیب قسمت دوم نمودار باید بیشتر از قسمت اول باشد.

۷- لوله‌های لاشکل -

سه مدل زیر نمود بیشتری در مسائل پیدا می‌کنند. خوب دقت کن. ☺

۱) قطر دو سر لوله ثابت و بدون تغییر در حالت مایع‌ها	۲) قطر دو سر لوله ثابت، اما در وضعیت قرارگیری مایع‌ها تغییری ایجاد می‌شود.	۳) قطر دو سر لوله متفاوت و تغییر در وضعیت اولیه مایع‌ها
<p>تکنیک</p> $P_B = P_A$ $\Rightarrow \rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_1 g h_1 + P_0$	<p>۱) حتماً شکل جدید رسم کنید تا پس از تغییر ارتفاع‌ها وضعیت مایع‌ها رو ببینید.</p> <p>۲) سپس مانند تکنیک ۱ پیش بروید.</p>	<p>۱) حجم مایع جابه‌جاشده در دو طرف لوله برابر است.</p> $V_A = V_B \Rightarrow h_A A_A = h_B A_B$ $\Rightarrow \frac{h_A}{h_B} = \frac{A_B}{A_A}$ <p>۲) به تکنیک‌های ۱ و ۲ هم حواستون باشه.</p>

۸- مقایسه نیروی وارد بر کف ظرف -

$F > W$	$F < W$	$F = W$

F : نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع W : وزن مایع

نکته

نیروی وارد بر سطح از طرف ظرف برابر وزن مایع است. (وزن ظرف صرف نظر شده)

۹- فشار هوا -

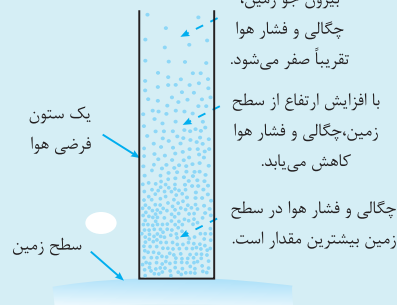
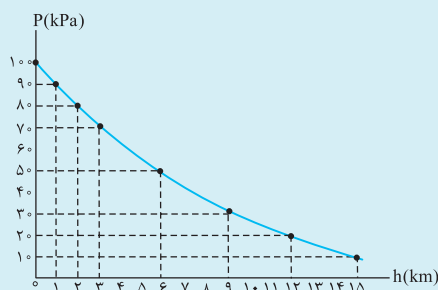
چگالی هوا در ارتفاعات پایین (kg/m^3)

اختلاف ارتفاع (m) $\Delta P = \rho g \Delta h$ ← اختلاف فشار هوا در ارتفاعات کم (P_0)

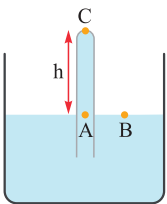
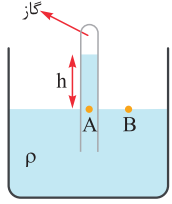
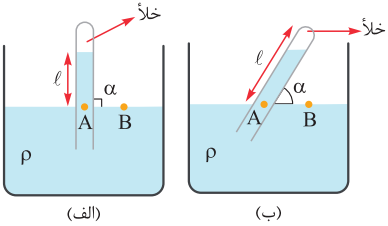
شتاب گرانش (N/kg)

نکته

چگالی هوا با افزایش ارتفاع کاهش پیدا می‌کند. (کاهش ذرات هوا)

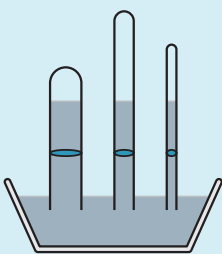


۱۰- فشارسنج هوا (بارومتر) -

۳) فضای خالی در لولهٔ بارومتر وجود ندارد.	۲) در فضای محبوس لولهٔ بارومتر گازی وجود دارد.	۱) لولهٔ بارومتر صاف یا کج در مایع فرو رفته	
		 <p style="text-align: center;">زاویهٔ لوله و سطح آزاد مایع: α طول لوله: l</p>	<p style="text-align: center;">شکل نمونه</p>
<p>نکته: مایع در لولهٔ بارومتر ممکن است به نقطهٔ C فشار وارد کند.</p> $P_C + P_A = P_B \Rightarrow P_C + \rho gh = P_0$	$P_A + P_{\text{گاز}} = P_B$ $\Rightarrow \rho gh + P_{\text{گاز}} = P_0$	$P_A = P_B = 0 \Rightarrow \rho g l \sin \alpha = P_B$ <p style="text-align: center;">فشار هوا</p> <p>نکته: هر دو شکل ($l \sin \theta$) به ما ارتفاع مایع را می‌دهد.</p>	<p style="text-align: center;">تکنیک</p>

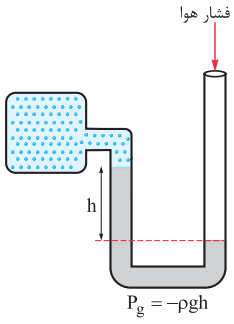
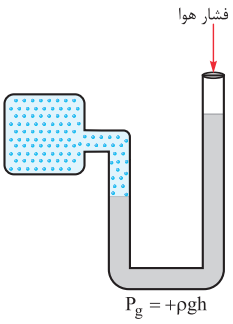
نکته

آزمایش توریچلی، نشان می‌دهد در بارومتر قطر لوله در ارتفاع مایع بالاآمده تأثیر ندارد.





۱۱- فشارسنج شاره‌ها (مانومتر) -

فشار گاز کمتر از فشار هوا	فشار گاز بیشتر از فشار هوا	شکل نمونه
 <p>$P_g = -\rho gh$</p>	 <p>$P_g = +\rho gh$</p>	
$P_{\text{گاز}} + P_{\text{ستون مایع}} = P_0$	$P_{\text{گاز}} = P_0 + P_{\text{ستون مایع}}$	رابطه

نکته

فشار مطلق (P_g): $-P_g = P_0$ فشار مطلق

فشار مطلق: فشار شاره با در نظر گرفتن P_0

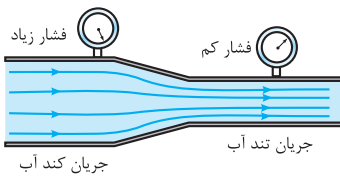
– نیروی شناوری –

به دلیل اختلاف فشار در نقاط مختلف جسم، نیرویی بالاسو به جسم وارد می‌شود که به آن نیروی شناوری می‌گویند (F_b).

وضعیت	توضیحات	مقایسه نیروی وزن جسم و F_b	مقایسه چگالی‌ها	شکل نمونه
شناوری	جسم در سطح شاره شناور است و بخشی از آن در شاره فرو رفته است.	$F_b = mg$	$\rho_{\text{جسم}} < \rho_{\text{شاره}}$	
غرق شدن (فرورفتن)	جسم، کامل در شاره فرو رفته و در حال پایین رفتن است.	$F_b < mg$	$\rho_{\text{جسم}} > \rho_{\text{شاره}}$	
غوطه‌وری	جسم، کامل در شاره فرو رفته و رها شده، ولی نه بالا می‌رود و نه پایین می‌آید (عملاً ساکن است).	$F_b = mg$	$\rho_{\text{جسم}} = \rho_{\text{شاره}}$	
بالارفتن	جسم درون شاره رها شده و رو به بالا حرکت می‌کند.	$F_b > mg$	$\rho_{\text{جسم}} < \rho_{\text{شاره}}$	

– شاره در حرکت و اصل برنولی –

● اصل برنولی: اگر تندی شاره افزایش یابد، فشار آن کاهش می‌یابد و بالعکس.

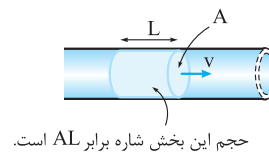


● آهنگ شارش شاره:

حجم شارۀ عبوری

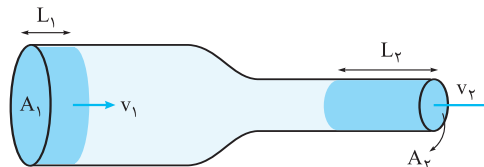
$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AL}{\Delta t} = Av \quad (\text{یکا: } m^3/s)$$

آهنگ شارش شاره:



● معادله پیوستگی: در لوله‌ای با سطح مقطع متفاوت، باید مقدار جرم عبوری شاره در بازۀ زمانی یکسان، از دو سر لوله برابر باشد.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$





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.

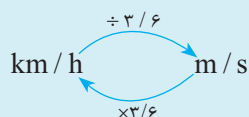
نکته

چند نکته:

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

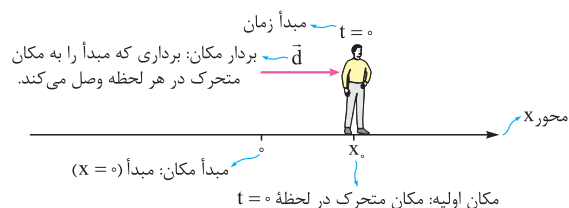
۲ شرط برابری تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط (همان شرط‌های برابری مسافت و اندازه جابه‌جایی):
اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت تغییر نکند.

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



$$18 \text{ (km/h)} = 5 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad 36 \text{ (km/h)} = 10 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

– حرکت روی محور x –

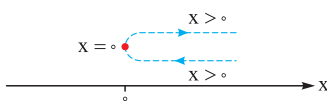
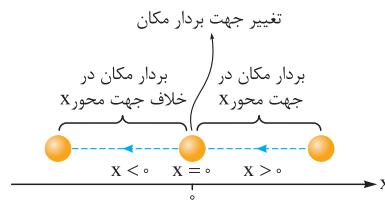


معادله مکان - زمان:

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

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

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

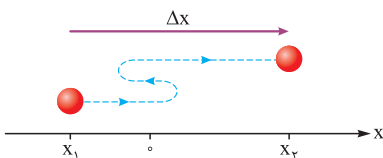


تذکر اگر x برابر صفر شده ولی علامت آن عوض نشود، جسم به مبدأ می‌رسد، اما از آن عبور نمی‌کند (برمی‌گردد).

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

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

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

نکته

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

– سرعت لحظه‌ای، تندی لحظه‌ای –

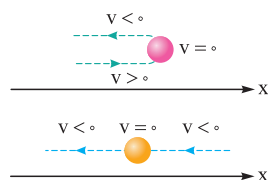
تندی لحظه‌ای (s) یا تندی	سرعت لحظه‌ای (\vec{v}) یا سرعت
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
همواره: تندی لحظه‌ای = اندازه سرعت لحظه‌ای، $ \vec{v} = s$	جهت: مماس بر مسیر حرکت

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 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

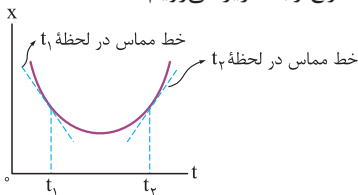
سرعت متوسط	سرعت لحظه‌ای
شیب خط واصل دو نقطه	شیب خط مماس در یک نقطه
شیب خط AB سرعت متوسط در بازه t_1 تا t_2 $V_{av(t_1, t_2)} = t_2$	شیب خطچین مماس سرعت در لحظه T $V_T = T$

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.

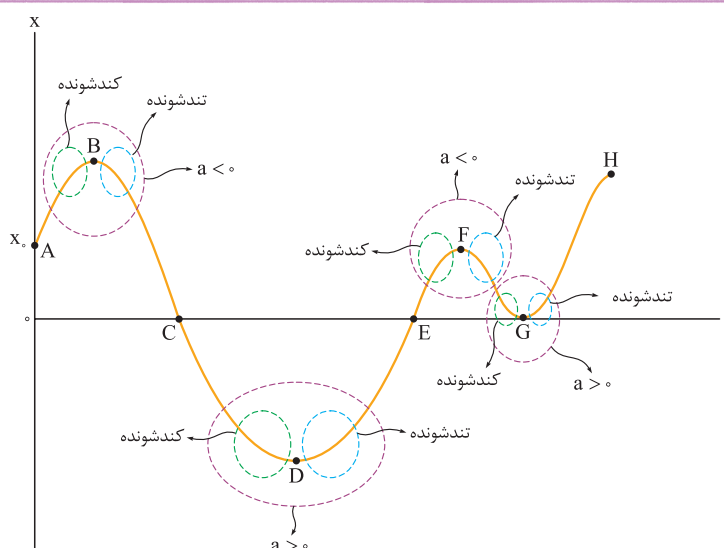
محاسبه شتاب متوسط در نمودار مکان - زمان

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:

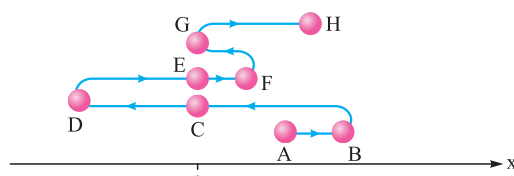


شیب خط مماس در لحظه t_1 \leftarrow شیب خط مماس در لحظه t_2

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



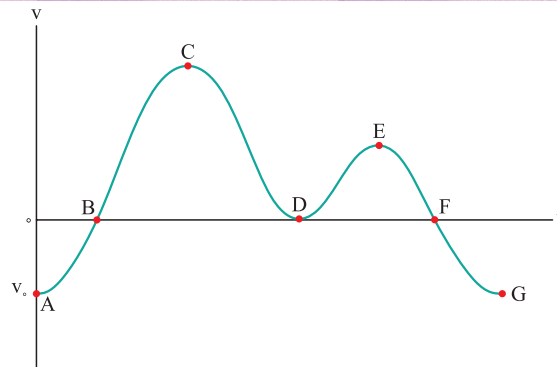
نمونه در نمودار بالا	نشانه در نمودار مکان - زمان	سوژه
H تا G , G تا E , C تا A	بالای محور t	$x > 0$ ، بردار مکان در جهت محور X
E تا C	پایین محور t	$x < 0$ ، بردار مکان در خلاف جهت محور X
G , E , C	منطبق بر محور t	$x = 0$ ، متحرک روی مبدأ است.
C و E (در نقطه G به مبدأ رسیده، ولی از آن عبور نکرده)	X برابر 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	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	تغییر جهت حرکت
روی نمودار مشخص شده!	تقعر نمودار رو به بالا، این جوری: و ...	شتاب در جهت محور X ($a > 0$)
روی نمودار مشخص شده!	تقعر نمودار رو به پایین، این جوری: 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



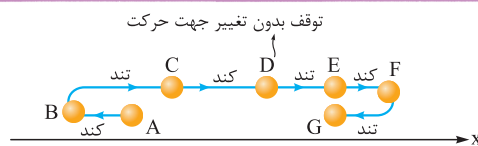
مسیر حرکت متحرک:

– نمودار سرعت - زمان –

شتاب لحظه‌ای	شتاب متوسط
شیب خط مماس بر یک نقطه	شیب خط واصل دو نقطه
شیب خط چین مماس = شتاب در لحظه $a_T = T$	شیب خط $AB =$ شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 $a_{av(t_1, t_2)}$



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) تند: ثابت
 - ۲) جهت حرکت: هرگز تغییر نمی کند ← اندازه جابه جایی = مسافت ← اندازه سرعت متوسط = تند 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:

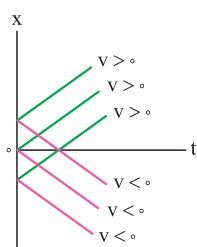
مکان اولیه → مکان → $x = vt + x_0$ ← مسافت
سرعت ← زمان

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

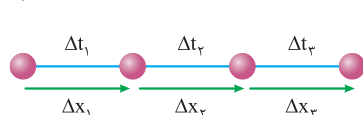
جابه جایی با سرعت ثابت:

نمودار مکان - زمان

خطی به شیب v و عرض از مبدأ x_0



حرکت چند مرحله ای با سرعت ثابت



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

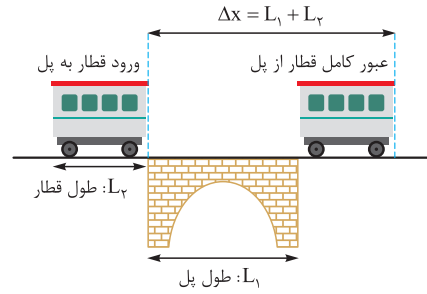
تذکر اگر در مرحله ای جهت حرکت تغییر کرده باشد Δx را برای آن مرحله، منفی در نظر می گیریم.

نکته

برای محاسبه تند 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)

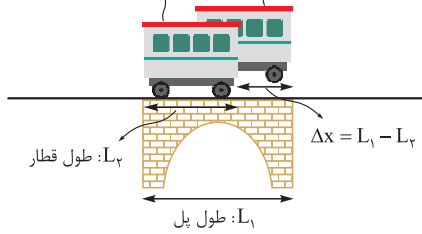
الف) عبور کامل قطار از پل:



ب) قرار گرفتن کامل قطار روی پل:

آخرین لحظه‌ای که قطار به طور کامل روی پل است.

اولین لحظه‌ای که قطار به طور کامل روی پل است.





حرکت با شتاب ثابت

$$a_{av} = a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \text{ثابت} = \text{شتاب لحظه‌ای در هر لحظه} = \text{شتاب متوسط در هر بازه زمانی}$$

سرعت متحرک، a تا a تغییر می‌کند (در هر ثانیه a).

شتاب
↑
سرعت اولیه $\rightarrow v = at + v_0 \Rightarrow$ معادله سرعت - زمان

مکان اولیه
↑
 $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow$ معادله مکان - زمان

روابط حرکت با شتاب ثابت

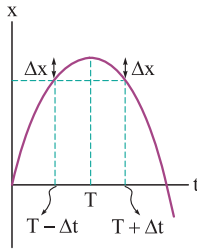
نام فرمول	کمیت‌ها	v_0	Δx	v	t	a	فرمول
مستقل از جابه‌جایی	✓	✓	✗	✓	✓	✓	$v = at + v_0$
مستقل از سرعت نهایی	✓	✓	✓	✗	✓	✓	$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$
مستقل از زمان	✓	✓	✓	✓	✗	✓	$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$
مستقل از شتاب	✓	✓	✓	✓	✓	✗	$\Delta x = \frac{v + v_0}{2}t$
جابه‌جایی در ثانیه n ام	✓	✓	✓	✗	به جای t ، ثانیه n ام داریم.	✓	$\Delta x_n = (n - \frac{1}{2})a + v_0$

نمودارهای حرکت با شتاب ثابت

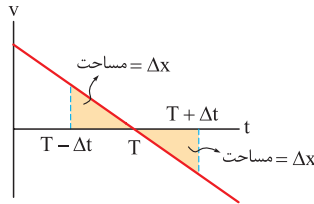
ویژگی	$a > 0$ $v_0 > 0$	$a > 0$ $v_0 < 0$	$a > 0$ $v_0 = 0$	$a < 0$ $v_0 > 0$	$a < 0$ $v_0 < 0$	$a < 0$ $v_0 = 0$
مقدار ثابت a						
$v = at + v_0$						
$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$						
نوع حرکت	همواره تندشونده	ابتدا کندشونده و سپس تندشونده	همواره تندشونده	ابتدا کندشونده و سپس تندشونده	همواره تندشونده	همواره تندشونده
جهت حرکت	عوض نمی‌شود.	یک مرتبه عوض می‌شود.	عوض نمی‌شود.	یک مرتبه عوض می‌شود.	عوض نمی‌شود.	عوض نمی‌شود.

– تقارن در حرکت با شتاب ثابت –

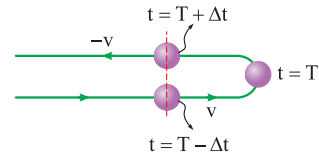
در حرکت با شتاب ثابت، حرکت متحرک، حول لحظه‌ای که جهت حرکت آن تغییر می‌کند، متقارن است:



نمودار $x - t$

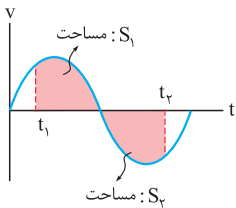


نمودار $v - t$



مسیر حرکت

جابه‌جایی و مسافت در نمودار $v - t$

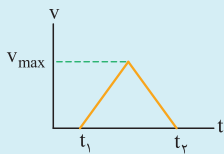


بالای محور t : + و پایین محور t : - $\Rightarrow \Delta x = S_1 + (-S_2)$ جابه‌جایی

بالا و پایین محور t : + $\Rightarrow \ell = S_1 + S_2$ مسافت

نکته

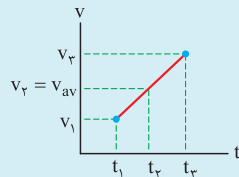
اگر در بازه‌ای نمودار $v - t$ به شکل مثلث باشد، سرعت متوسط متحرک در این بازه برابر با نصف ارتفاع مثلث است:



$$V_{av}(t_1 \text{ تا } t_2) = \frac{1}{2} v_{max}$$

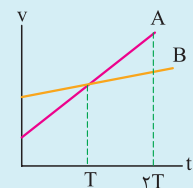
نکته

در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در یک بازه زمانی معین برابر با میانگین سرعت در ابتدا و انتهای آن بازه و همچنین برابر با سرعت در لحظه وسط بازه است.



$$t_2 = \frac{t_1 + t_2}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = v_2$$

نکته



وقتی دو متحرک با شتاب ثابت حرکت می‌کنند و در مبدأ زمان در یک مکان قرار دارند، اگر در لحظه T سرعتشان برابر شود، در لحظه $2T$ به هم می‌رسند.