خلاصه نویسی مثلثات: ۱- دایره مثلثاتی دایره‌ای به شعاع واحد حاوی ۴ ربع علامت های آن ← همه‌ی sin tan cot cos (همه θ مثبت)

نکته: علامت tan و cot همیشه یکی هستند.

$$\frac{D}{180}=\frac{R}{\pi}$$

اما ... که R (رادیان) است در فرمول $L=R\theta$ که L طول کمان مقابل به زاویه θ است برحسب R می باشد

← درجه $\frac{\pi}{180}R$

نکات

۱- زوایای قرینه
$\sin(-\theta)=-\sin\theta$ $\tan(-\theta)=-\tan\theta$
$\cos(-\theta)=\cos\theta$ $\cot(-\theta)=-\cot\theta$

۲- زوایای متمم α و β

$\sin\alpha=\cos\beta$
$\cos\alpha=\sin\beta$
$\tan\alpha=\cot\beta$
$\cot\alpha=\tan\beta$

۳- .... مکمل α و β

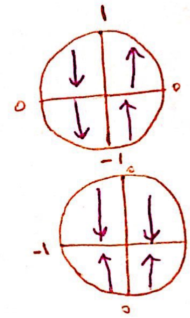
* $\sin\alpha=\sin\beta$
$\cos\alpha=-\cos\beta$
$\tan\alpha=-\tan\beta$
$\cot\alpha=-\cot\beta$

مقایسه sin و cos و tan دو زاویه ۳ حالت وجود دارد

① حالتی که دو sin یا دو cos باهم مقایسه می شوند در این حالت دایره مثلثاتی را کشیده و صعودی و نزولی بودن آن را روی دایره مشخص می کنیم. سپس طبق روابط آن‌ها علامت مناسب گذاشته می شود ←

$y=\sin x$

$y=\cos x$



مثال ←

$\sin 20 \boxed{<} \sin 70$

ربع اول

$x_1<x_2 \to f(x_1)<f(x_2) \leftarrow$ صعودی sin

$\cos 230 \boxed{>} \cos 200$

ربع سوم

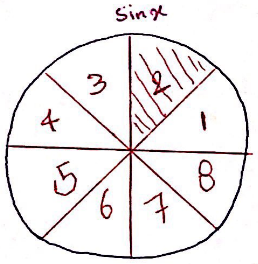
~ ~ ... ← صعودی

* اگر در یک ربع نبودند آن را در یک ربع می آوریم

$\to \cos 20 \boxed{>} \cos 300$

$\cos 60$

$\cos 300=\cos(360-60)=\cos 60$



② حالت دوم حالتی که sin با cos مقایسه می شود از راه دایره 8 تکه می رویم ← نکته: اول sin و cos را از علامتشان مقایسه کنیم شاید هم علامت نبودند و مسئله حل می شود.

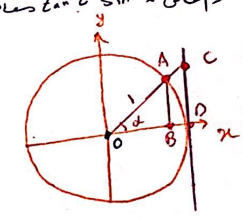
مثال ← $\sin 97 \boxed{>} \cos 97$ ← حل
(+) (−)

تکه دوم ← $\sin 80 \boxed{>} \cos 80$ ← تکه دوم علامت زده شود

ربع اول تکه دوم

به هر کدام نزدیک‌تر بود اندازه‌اش نه علامت! آن بزرگتر است

③ حالت سوم حالتی که sin با tan مقایسه شود ← در همه نواحی $|\sin\alpha|<|\tan\alpha|$ ← در این موارد با توجه به علامت‌ها اول علامت‌ها را تشخیص سپس طبق نکته دنده شده مقایسه شود.



$OA=OD=1$
$AB=y_A=\sin\alpha$
$BD=1-\cos\alpha$
$CD=\tan\alpha$
مختصات نقطه A را می دهند ← $x_A^2+y_A^2=1$

تمامی روابط مثلثاتی در صفحه ۱۷ و صفحه ۱۸ جزوه وجود دارد اما آنهایی که یادم می رود:

$$\sin 3\alpha=3\sin\alpha-4\sin^3\alpha$$
$$\cos 3\alpha=4\cos^3\alpha-3\cos\alpha$$

$$\sin^4\alpha+\cos^4\alpha=1-2\sin^2\alpha\cos^2\alpha=1-\tfrac{1}{2}\sin^2 2\alpha$$
$$\sin^6\alpha+\cos^6\alpha=1-3\sin^2\cos^2=1-\tfrac{3}{4}\sin^2 2\alpha$$

$1+\cos 2\alpha=2\cos^2\alpha \xrightarrow{\text{نصف}} 1+\cos\alpha=2\cos^2\frac{\alpha}{2}$

$1-\cos 2\alpha=2\sin^2\alpha \xrightarrow{\text{نصف}} 1-\cos\alpha=2\sin^2\frac{\alpha}{2}$

$(\sin\alpha\pm\cos\alpha)^2=1\pm\sin 2\alpha$

$$\frac{1-\tan\alpha}{1+\tan\alpha}=\tan\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)$$
$$\frac{1+\tan\alpha}{1-\tan\alpha}=\tan\left(\frac{\pi}{4}+\alpha\right)$$

$$\sin 2\alpha=\frac{2\tan\alpha}{1+\tan^2\alpha}$$
$$\cos 2\alpha=\frac{1-\tan^2\alpha}{1+\tan^2\alpha}$$

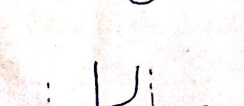
اول α

$\sin\alpha\pm\cos\alpha=\sqrt{2}\sin\left(\alpha\pm\frac{\pi}{4}\right)$

$$\tan\alpha+\cot\alpha=\frac{1}{\sin\alpha\cos\alpha}=\frac{2}{\sin 2\alpha}$$

$$\tan\alpha-\cot\alpha=-2\cot 2\alpha$$

توابع sin

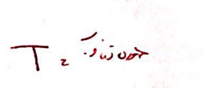


$T=2\pi$

$|\sin\alpha|$

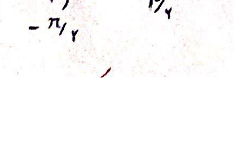
* چون قدر مطلق دارد $T=\pi$

$\sin 4x$



$T=\frac{\pi}{2}$

توابع tan



$T=\pi$

$y=|\tan\alpha|$

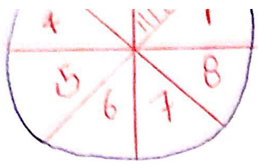
نکته

$y=f(x)$ $T=$ دوره تناوب

$y=Af(ax+b)+B \Rightarrow T=\frac{T}{|a|}$

که این قدرمطلق را فراری نمی شود!

مثال ← $y=5\sin\left(\frac{\pi}{8}-3x\right)+11$ 2π



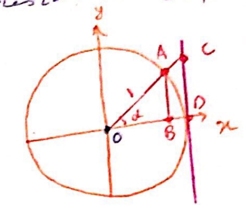
$\cos\alpha$

مقایسه کنیم سایر هم علامت شوند و مثل هلوی شود

مثال ← $\sin 80°$ ⊕ ? $\cos 80°$ ⊖

به هر کدام نزدیک‌تر بود اندازه علامت آن برگردانده است ← سرعی اول نمی‌گیرد

② حتی سوم جایی که sin با tan مقایسه شود ← در هر ناحیه $|\sin\alpha| < |\tan\alpha|$ ← در این موارد با توجه به علامت‌ها اول علامت‌ها را مشخص سپس طبق نکته مقایسه شود.



$OA = OD = 1$

$AB = y_A = \sin\alpha$

$BD = 1 - \cos\alpha$

$CD = \tan\alpha$

$x_A^2 + y_A^2 = 1$ ← مختصات نقطه A را می‌دهد

خیلی روابط مثلثاتی در صفحه ۱۷ و صفحه ۱۸ جزوه وجود دارد اما آن‌هایی که یادم می‌رود:

$\sin 3\alpha = 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha$

$\cos 3\alpha = 4\cos^3\alpha - 3\cos\alpha$

$\sin^4\alpha + \cos^4\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha\cos^2\alpha = 1 - \frac{1}{2}\sin^2 2\alpha$

$\sin^6\alpha + \cos^6\alpha = 1 - 3\sin^2\cos^2 = 1 - \frac{3}{4}\sin^2 2\alpha$

$1 + \cos 2\alpha = 2\cos^2\alpha \xrightarrow{\text{پویی}} 1 + \cos\alpha = 2\cos^2\frac{\alpha}{2}$

$1 - \cos 2\alpha = 2\sin^2\alpha \xrightarrow{\text{پویی}} 1 - \cos\alpha = 2\sin^2\frac{\alpha}{2}$

$(\sin\alpha \pm \cos\alpha)^2 = 1 \pm \sin 2\alpha$

$\tan\alpha + \cot\alpha = \frac{1}{\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{2}{\sin 2\alpha}$

$\tan\alpha - \cot\alpha = -2\cot 2\alpha$

$\frac{1-\tan\alpha}{1+\tan\alpha} = \tan(\frac{\pi}{4} - \alpha)$

$\frac{1+\tan\alpha}{1-\tan\alpha} = \tan(\frac{\pi}{4} + \alpha)$

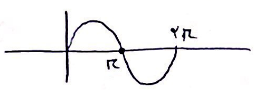
$\sin 2\alpha = \frac{2\tan\alpha}{1+\tan^2}$

$\cos 2\alpha = \frac{1-\tan^2}{1+\tan^2\alpha}$

$\sin\alpha \pm \cos\alpha = \sqrt{2}\sin(\alpha \pm \frac{\pi}{4})$

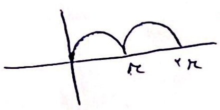
اول α را

توابع sin



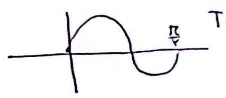
$T = 2\pi$

$|\sin\alpha|$



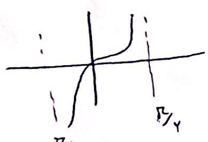
* چون قدر مطلق دارد $T = \pi$

$\sin 4x$



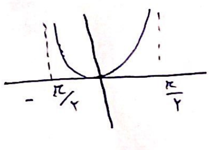
$T = \frac{\pi}{2}$

توابع tan



$T = \pi$

$y = |\tan\alpha|$



نکته $y = f(x)$ $T =$ دوره تناوب

$y = Af(ax + b) + B = T = \frac{T}{|a|}$

که این قدر مطلق را اضافه نمی‌کنی حواست باشد!

مثال ← $y = 5\sin(\frac{\pi}{8} - 3x) + 11$ $T = \frac{2\pi}{3}$

$y = 5\tan(3x + \frac{\pi}{4}) \rightarrow T = \frac{\pi}{3}$

$y = |\sin^3(2x - \frac{\pi}{4})| \rightarrow T = \frac{\pi}{2}$

نکته خیلی خوب ⇐

به طور کل توابع sin و cos اگر
۱- قدر مطلق داشتند
۲- توان زوج
← $T = \frac{\pi}{|a|}$

tan یا cot هم که مطلقا بیرون اومد ← $T = \frac{\pi}{|a|}$

برای حل سوالات توابع مثلثاتی همیشه به ۲ چیز نیاز است ① - max و min تابع که داریم

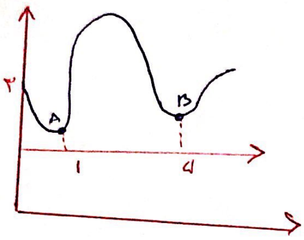
② - دوره تناوب ← $\frac{T}{|\text{ضریب } x|}$

$max = |\text{ضریب } \sin| + C$ عدد ثابت

$min = -|\text{ضریب } \sin| + C$

نکته: ① هر ۴ قسمت از توابع یک دوره محسوب می‌شود ② فاصله ۲ نقطه min و max هم برابر T می‌باشد

مثال ← شکل روبه‌رو قسمتی از نمودار $y = a + \sin(b\pi x)$ است. مقدار y در نقطه $x = \frac{25}{3}$ کدام است؟



① با یه دوره تناوب دیوانه کنیم

فاصله AB (دو مینیمم) دوره تناوب است $\Rightarrow T = 4 = \frac{2\pi}{|b\pi|} \rightarrow 4|b| = 2 \rightarrow b = \pm\frac{1}{2}$

چون max و min نداریم پس فرمول ما را فراموش می‌کنیم $\rightarrow f(0) = 3 \rightarrow a = 3$

سوال دخترانه

① $y = 3 + \sin(\frac{\pi}{2}x)$

یا

② $y = 3 - \sin(\frac{\pi}{2}x)$

راه نشدنی ← نشدنی !

$\xrightarrow{y = -\sin x}$

$\Rightarrow y = 3 - \sin(\frac{\pi}{2}x) \quad y(\frac{25}{3}) \rightarrow \boxed{-2/5}$

مقدار در تابع

حل کردن روابط sin و ... و کوچک کردن کمان

② روش وجود دارد

۱- کمان کوچک است پس به جای π ، ۱۸۰ می‌ذاریم

مثال: ← $\cot(\frac{11\pi}{6}) = \cot(330°)$

$\cot(360 - 30) = -\cot(30) = -\sqrt{3}$

۲- کمان بزرگ است در این صورت آن را به صورت جمع با منها یک عدد و کسر در بیاوریم به طوری sin و cos مضرب زوج آن را و tan و cot مضرب ... آن را ساده می‌کند مثال:

$\cot(\frac{113\pi}{6}) = (18\pi + \frac{5\pi}{6}) = \cot(\frac{5\pi}{6}) = \cot(150) = -\sqrt{3}$

ساده می‌شه

$113 \div 6 = 18$، باقیمانده ۵

توابع تانژانت ① - دوره تناوب $T = \frac{\pi}{|a|}$

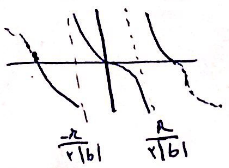
② اگر ضریب x آن مثبت ← صعودی

③ اگر ضریب x آن منفی ← نزولی

$y = \tan bx \quad (-\frac{\pi}{2|b|}, \frac{\pi}{2|b|})$ یک شکل کامل تابع بازه‌ی

مثال: تابع با ضابطه‌ی $f(x) = \tan ax$ در بازه‌ی $(-b, b)$ اکیدا نزولی است. اگر بزرگ‌ترین مقدار b برابر $\frac{1}{2}$ باشد $f(\frac{1}{4})$ کدام است؟

اکیدا نزولی → $a < 0$



$\Rightarrow b = \frac{1}{2}$

$\frac{\pi}{2|a|} = \frac{1}{2} \rightarrow |a| = \pi \xrightarrow{a<0} a = -\pi$

$\rightarrow f(x) = -\tan(\pi x) = -\tan\frac{\pi}{4} = -1$

نکته در رابطه با معادلات مثلثاتی

۱- اگر $\sin u = \cos x$ داشتیم ← دو طرف را تقسیم بر cos می‌کنیم تا $\tan u = 1$ بدست آید

۲- اگر $\sin u = \cos x$ داشتیم ← از تغییر جنس استفاده می‌کنیم $(\frac{\pi}{2} - x)$

۳- اگر $\tan u \cdot \tan x = 1$ داشتیم ← $\tan u = \frac{1}{\tan x} = \tan u = \cot x$ ← ادامه از نکته ۲ cot را تبدیل به tan می‌کنیم

۴- اگر $\sin u = -\sin x$ یا $\tan u = -\tan x$ شد ←

$\sin u = \sin(-x)$

$\tan u = \tan(-x)$ ← ولی

$\cos u = -\cos x$

$\cos u = \cos(\pi - x)$

نام سلول	نوع سلول	نیم واکنش اکسایش	نیم واکنش کاهش	واکنش کلی سلول
سلول داونز (روش تهیه فلز سدیم از برقکافت سدیم کلرید مذاب $NaCl$)	الکترولیتی	$2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$	$Na^+(l) + e^- \rightarrow Na(l)$	$2NaCl(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$
سلول هال (روش تهیه Al از طریق $\underline{\underline{Al_2O_3}}$* مذاب)	الکترولیتی	$2O^{2-}(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^-$	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al(l)$	$2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$ به خاطر وجود گرافیت O_2 با کربن واکنش می دهد.
برقکافت آب ۲ H_2 و ۱ O_2	الکترولیتی	$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$ *	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-$	$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$
زنگ زدن یا خوردگی آهن	گالوانی	$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	$4Fe + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$
آهن سفید (گالوانیزه) $Zn - Fe$	گالوانی	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	
آبکاری $\begin{cases} Ag \\ Fe \end{cases}$	الکترولیتی	$Ag(s,$ آند$) \rightarrow Ag^+ + e^-$	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag(s,$ کاتد$)$	
حلبی $\begin{cases} Fe \\ Sn \end{cases}$	گالوانی	$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	
سلول سوختی	گالوانی	$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$	$O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ *	

حرکت با شتاب ثابت :

① - می‌تواند حرکت مسیر راست باشد - می‌تواند حرکت مسیر منحنی باشد (مثال ذغال)

② - معادله مکان زمان مربوط به این نوع حرکت که به دو صورت مقابل می‌باشد

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$$ * جابجایی از صفر تا t ثانیه نشان می‌دهد.

③ - معادله سرعت - زمان این نوع حرکت درجه یک و به صورت روبرو است ← $v = at + v_0$

چون در این نوع حرکت، معادله سرعت - زمان خطی تغییر می‌کند پس سرعت متوسط میانگین سرعت‌ها در هر بازه خواهد بود

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

۲ رابطه معروف در این نوع حرکت

۱ - مستقل از زمان $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$

۲ - مستقل از شتاب $\Delta x = \bar{v}\Delta t \rightarrow \Delta x = \frac{v_1+v_2}{2}\Delta t$ * زمانی که $\bar{v}$ را از t_1 تا t_2 بخواهیم

تند کردن متحرک ① - $a > 0$ ② - $v > 0$ (سرعت نهایی) *

حرکت تند شونده $av > 0$

↓

اگر سرعت اولیه صفر باشد یا هم علامت شتاب (حرکت تند شونده)

↓

$$\Delta x = d = \frac{1}{2}at^2 + \cancel{v_0 t}$$

مسائل معروف فرمول کلی: ① - در حرکت با شتاب ثابت مطرح می‌شود

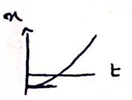
② - نسبت زمانی x متر اول به نسبت زمانی n متر دوم را می‌خواهند

③ - از رابطه $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$ ولی چون این فرمول از صفر تا t ثانیه اول است پس حاکل مسیر را روی قسمت اول را می‌نویسیم.

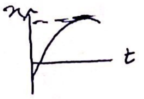
نمودارهای مربوط به حرکت با شتاب ثابت:

① نمودارهای x-t — درجه ۲ ←

① سرعت اولیه صفر



② سرعت ثانویه صفر

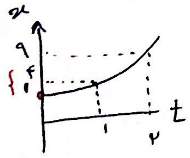


③* اصلا سرعت صفر باشد | تست ۶۳ جزوه!

تبصره: در مسائل منجر به توقف از همین چیزی بهره می‌گیریم! *

↑

(دیدار واج)* | $\Delta x = \frac{1}{2}at^2$ نکته Δx: منفی می‌شود *



۲ راه داریم با جایگذاری در معادله $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

راه بهتر (فرمول کلی معروف)* :)!

$\Delta x_{0-2} = 8$

$\frac{1}{2}at^2$

$\frac{1}{2}at^2 + v_0 t = 8$

$\Delta x_{0-1(s)} = 3 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

$8 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

$$\frac{\Delta x_{0-1}}{\Delta x_{0-2}} = \frac{\frac{1}{2}at^2 + v_0 t}{\frac{1}{2}at^2 + v_0 t}$$

$$\begin{cases} 3 = \frac{1}{2}a + v_0 \\ 8 = 2a + 2v_0 \end{cases} \rightarrow v_0 , a$$ بدست می‌آید ← x_0 که معلوم است

اگر جابجایی در بازه t ام را بخواهند: $\bar{v}_{(t-1 - t)} =$ سرعت میانگین وسط بازه $\times$ Δt بازه زمانی

برای سرعت متوسط

سرعت متوسط از صفر تا t

$\bar{v} = \frac{1}{2}at + v_0$:)

↓

اثبات: $$\bar{v}_{0-t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}at^2 + v_0 t}{t} = \frac{1}{2}at + v_0$$

مثال: متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت در روی مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید. اگر سرعت متوسط این متحرک در ۳ ثانیه اول حرکت برابر $6\frac{m}{s}$ باشد سرعت آن در پایان ثانیه چهارم چند $\frac{m}{s}$ است؟

فرمول گذاری به درد می‌خورد

$\bar{v}_{0-3} = 6$ $\quad v_{t=1/5} = 6$ $\quad v = at + \cancel{v_0} \rightarrow$ شتاب ثابت

$6 = 1/5 a \rightarrow a = 4$

$$\Delta x = d = \frac{1}{2}at^2 + \cancel{v_0 t}$$

مسائل معروف فرمول: ① - در حرکت با شتاب ثابت مطرح می‌شود

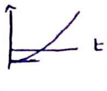
② - نسبت زمان x متر اول به نسبت زمانی n متر دوم را می‌خواهند

③ - از رابطه $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$ ولی چون این فرمول از صفر تا t ثانیه اول است پس حاکمیت را روی قسمت اول را می‌نویسیم.

نمودارهای مربوط به حرکت با شتاب ثابت:

① نمودارهای $x-t$ ← درجه ۲ ←

① سرعت اولیه صفر

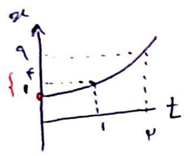


② سرعت ثانویه صفر

③* اصلاً سرعت صفر نباشد! تست ۶۳ جزوه!

تبصره: در مسائل منجر به توقف از همین چیزی بره می‌گیریم! *

(دیوار وارو)* | $\Delta x = \frac{1}{2}at^2$ نکته Δx: منفی می‌شود *



۲ راه داریم با جایگذاری در معادله $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

راه بهتر (فرمول کل معروف)* :)!

$\Delta x_{0-2} = 8$

$\frac{1}{2}at^2$

$\frac{1}{2}at^2 + v_0 t = 8$

$\Delta x_{0-1(s)} = 3 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

$8 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

$$\frac{\Delta x_{0-1}}{\Delta x_{0-2}} = \frac{\frac{1}{2}at^2 + v_0 t}{\frac{1}{2}at^2 + v_0 t}$$

$$\begin{cases} 3 = \frac{1}{2}a + v_0 \\ 8 = 2a + 2v_0 \end{cases} \rightarrow v_0 , a \text{ بدست می‌آید} \rightarrow x_0 = \text{که مطلوبه}$$

اگر جابه‌جایی در بازه t ام را بخواهند:

$\bar{v}_{(t-1-t)} = \bar{v}$ سرعت متوسط بازه (نه زمان) $\times \Delta t$ بازه زمانی

برای سرعت متوسط: سرعت متوسط از صفر تا t

$\bar{v} = \frac{1}{2}at + v_0$ (:) :))

اثبات:

$$\bar{v}_{0-t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}at^2 + v_0 t}{t} = \frac{1}{2}at + v_0$$

مثال: متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت در راستای مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید. اگر سرعت متوسط این متحرک در ۳ ثانیه اول حرکت برابر $6\frac{m}{s}$ باشد سرعت آن در پایان ثانیه چهارم چند $\frac{m}{s}$ است؟

فرمول‌گذاری به دردمی‌خورد

$\bar{v}_{0-3} = 6 \quad v_{t=1.5} = 6$

$v = at + \cancel{v_0} \longrightarrow$ شتاب ثابت

$6 = 1.5a \longrightarrow a = 4$

$v = 4t \rightarrow \boxed{v_{t=4} = 16}$

مسائل با حال جدیدی مانع و حساب خط ترمز (Δx) یا مدت زمان ایستادن متحرک:

② به طور کلی ← با دو سناریو دما

$$t = \frac{v_0}{|a|} \qquad \Delta x = \frac{v_0^2}{2|a|}$$

مثال ۲: اتوموبیلی با سرعت $72\frac{km}{h}$ در حال حرکت است. در یک لحظه ترمز و اتوموبیل با شتاب ثابت $5\frac{m}{s^2}$ کند می‌شود و پس از t ثانیه متوقف می‌شود. مطلوب است مدت زمان و مسافتی که اتوموبیل حرکت می‌کند تا بایستد.

$v_0 = 72\frac{km}{h} = 20\frac{m}{s} \qquad a = 5\frac{m}{s^2}$

$$\Delta x = \frac{v_0^2}{2|a|} = \frac{400}{10} = 40(m) \quad \text{خط ترمز}$$

$$\Delta t = \frac{20}{5} = 4(s)$$

در حرکت با شتاب ثابت ← جابه‌جایی‌ها تشکیل تصاعد با قدرنسبت aT^2

T ← بازه زمانی

از کجا بفهمیم که باید از تصاعد در مسائل استفاده کنیم؟

۱- یا خود سؤال به طور مستقیم در گزینه‌ها مساحت‌های پشت سر هم مطلوب در بازه‌های زمانی را می‌دهد.

۲- یا از بازه‌های زمانی یکسان سوءاستفاده کنیم!

۳- اگر $V_0 = 0$ جمله اول همیشه نصف قدرنسبت است!

مثال ۱: متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت در حرکت است. جابه‌جایی در ۴ ثانیه دوم چند برابر جابه‌جایی متحرک در ۴ ثانیه چهارم است؟!

سوءاستفاده!

حال سکون → $a_1 = \frac{aT^2}{2} = \frac{a16}{2} = 8a$

$a_1 , a_2 , a_3 , a_4 \rightarrow \frac{24a}{56a} = \frac{24}{56}$

$8a \xrightarrow{+16a} 24a \xrightarrow{+16a} 40a \quad 56a$

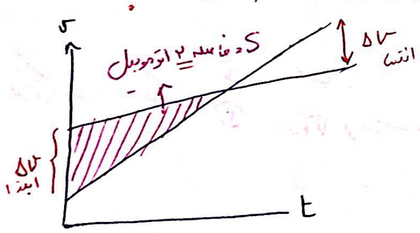
مسابقه!

۲ متحرک:
- یکی از آن‌ها سرعت بیش‌تری دارد با شتاب کم‌تر
- (در یک جهت - هم مکان - هم زمان)
- یکی دیگر سرعت کم‌تری دارد با شتاب بیش‌تر

← در نهایت آن که شتاب کم‌تری دارد جلو می‌افتد!

زمان هم مکان شدن ۲ برابر زمان هم سرعت شدن

نکته => اختلاف سرعت در ابتدا مسابقه = اختلاف سرعت در لحظه هم مکان شدن!



$\Delta v_{ابتدا} = \Delta v_{انتها}$ → ۲ مثلث هم‌نهشت