

بردار مکان و جابه‌جایی، تعیین سرعت و شتاب متوسط و لحظه‌ای در یک بعد

فیزیک پیش ریاضی صفحه‌های ۱۳ تا ۲۲ کتاب درسی

تعیین مکان و جابه‌جایی و مسافت طی شده بر خط راست (محور x)

**مسیر حرکت:** مکان هندسی نقاطی است که متحرک ضمن حرکت، از آن‌ها می‌گذرد. با داشتن مسیر حرکت می‌توان مکان، جابه‌جایی یا مسافت طی شده توسط متحرک را تعیین کرد.

**مبدأ مکان:** نقطه‌ای است اختیاری که در هر لحظه فاصله‌ی متحرک از آن سنجیده می‌شود. معمولاً مبدأ مختصات به عنوان مبدأ مکان انتخاب می‌شود.

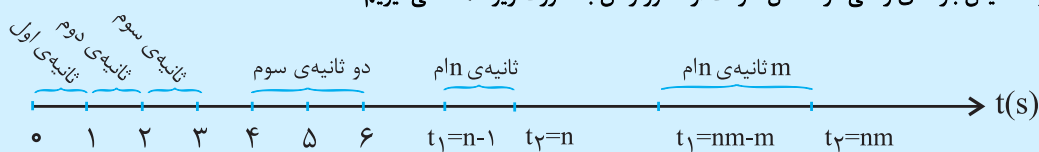
**بردار مکان:** برداری است که ابتدای آن بر مبدأ مکان و انتهای آن بر موقعیت ذره در هر لحظه منطبق است.

**مبدأ حرکت:** مکان متحرک در مبدأ زمان ( $t = 0$ )، مکان اولیه یا مبدأ حرکت نامیده می‌شود.

**معادله‌ی حرکت:** تابعی از مکان بر حسب زمان است که با استفاده از آن می‌توان مکان ذره در هر لحظه، جابه‌جایی یا مسافت طی شده در یک بازه‌ی زمانی و ... را تعیین کرد.

$$x = f(t)$$

برای درک و تشخیص بازه‌های زمانی در مسائل حرکت از محور زمان به صورت زیر کمک می‌گیریم:



ملاحظه می‌شود، ثانیه‌ی  $nm$  یعنی بازه‌ی یک ثانیه‌ای بین  $t_1 = n - 1$  و  $t_2 = n$  و  $m$  ثانیه‌ی  $nm$  یعنی بازه‌ی  $m$  ثانیه‌ای بین  $(t_2 = nm, t_1 = nm - m)$

**جابه‌جایی متحرک در چند مرحله:** برای متحرکی که بر روی یک مسیر مستقیم (مانند محور  $x$ ) در چند مرحله جابه‌جایی‌هایی را طی می‌کند، می‌توان کل جابه‌جایی را به صورت زیر محاسبه کرد که در آن  $\Delta \vec{x}_1$  و  $\Delta \vec{x}_2$  و ... جابه‌جایی در هر مرحله و  $\vec{d}$  جابه‌جایی کل متحرک است.

$$\vec{d} = \Delta \vec{x}_1 + \Delta \vec{x}_2 + \dots$$

**مسافت طی شده:** طول کل مسیر پیموده شده توسط متحرک را مسافت طی شده توسط متحرک می‌گوییم.

**نمودار مکان-زمان:** نموداری است که مکان متحرک را در هر لحظه مشخص می‌کند. با استفاده از این نمودار می‌توان مکان، جابه‌جایی و ... را تعیین کرد.

**نمودار سرعت-زمان:** نموداری است که سرعت متحرک را در هر لحظه مشخص می‌کند.

**نمودار شتاب-زمان:** نموداری است که شتاب متحرک را در هر لحظه مشخص می‌کند.

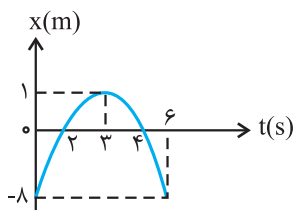
اگر معادله‌ی حرکت معلوم باشد می‌توان نمودار مکان - زمان آن را رسم کرد و یا برعکس اگر مختصات روی نمودار مکان - زمان کافی باشد، می‌توان معادله‌ی حرکت متحرک را معلوم کرد.

■ **مثال:** معادله‌ی حرکت جسمی در یک بعد در SI با رابطه‌ی  $x = -t^2 + 6t - 8$  بیان شده است. نمودار مکان - زمان و نمودار مسیر حرکتش را در مدت ۶ ثانیه‌ی اول حرکت رسم کنید.

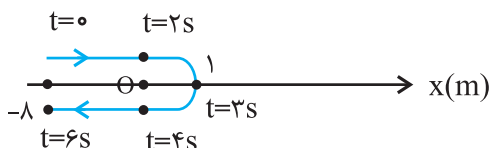
(فیزیک پیش ریاضی- تمرین ۱-۱ و مثال ۱-۳)

پاسخ:

$$x = -t^2 + 6t - 8 \xrightarrow{x=0} -t^2 + 6t - 8 = 0 \rightarrow \begin{cases} t_1 = 2s \\ t_2 = 4s \end{cases}, \frac{dx}{dt} = 0 \rightarrow -2t + 6 = 0 \rightarrow t = 3s \rightarrow x = 1m$$



t(s)	x(m)
0	-8
2	0
4	0
3	1
6	-8



### سرعت متوسط

**تعریف سرعت متوسط:** نسبت جابه‌جایی متحرک به زمان جابه‌جایی را سرعت متوسط متحرک می‌گوییم، اگر متحرک در دو لحظه  $t_1$  و  $t_2$  در دو مکان  $x_1$  و  $x_2$  قرار گیرد، سرعت متوسط آن را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آوریم:

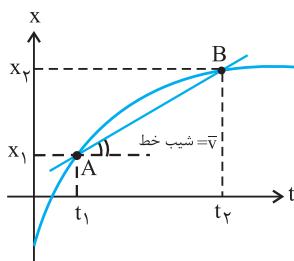
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

**توجه:** مکان‌های  $x_1$  و  $x_2$  ابتدا و انتهای بردار جابه‌جایی  $\Delta \vec{x}$  را مشخص می‌کنند و مسیر حرکت در این محاسبه بی‌تاثیر است. تعیین سرعت متوسط (با استفاده از معادله‌ی حرکت): اگر معادله‌ی حرکت متحرکی داده شود، مکان متحرک را در لحظه‌های  $t_1$  و  $t_2$  (با قرار دادن این زمان‌ها در معادله‌ی حرکت) به صورت  $x_1$  و  $x_2$  تعیین کرده و بعد از آن  $\bar{v}$  را محاسبه می‌کنیم. تعیین سرعت لحظه‌ای (با استفاده از معادله‌ی حرکت): برای تعیین سرعت در هر لحظه با استفاده از معادله‌ی حرکت، از معادله‌ی مکان-زمان یک بار نسبت به زمان مشتق گرفته و با قراردادن لحظه‌ی مورد نظر در آن، سرعت لحظه‌ای متحرک را تعیین می‌کنیم.

$$(v = \frac{dx}{dt})$$

**تذکر:** اگر متحرکی در حرکت بر مسیری مستقیم تغییر جهت دهد، در لحظه‌ی تغییر جهت متوقف می‌شود یعنی در این لحظه  $v = 0$  است.

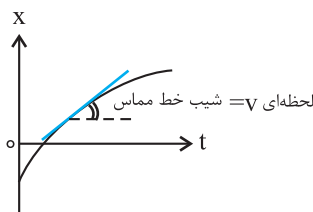
#### تعیین سرعت متوسط و لحظه‌ای با استفاده از نمودار مکان-زمان ( $x-t$ )



تعیین سرعت متوسط با استفاده از نمودار  $x-t$ : شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان-زمان (مربوط به دو لحظه  $t_1$  و  $t_2$ ) را به هم متصل می‌کند (شیب خط قاطع نمودار) برابر سرعت متوسط متحرک بین آن دو لحظه است.

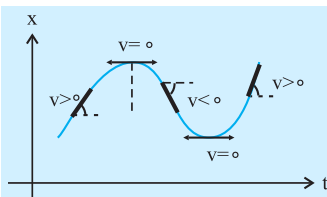
بدیهی است که هرچه قدر مطلق شیب خط تعیین شده بیش‌تر باشد، بزرگی سرعت متوسط متحرک در آن بازه نیز بیش‌تر است. با استفاده از مختصات نمودار  $x-t$ ، مکان ذره را در دو لحظه  $t_1$  و  $t_2$  تعیین می‌کنیم ( $x_1, x_2$ ) و سپس به صورت زیر  $\bar{v}$  را می‌یابیم.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \text{شیب خط } AB$$



تعیین سرعت لحظه‌ای با استفاده از نمودار  $x-t$ : شیب خط مماس بر نمودار  $x-t$  در هر لحظه، برابر سرعت لحظه‌ای متحرک در آن لحظه است.

#### بررسی تغییر جهت و توقف به کمک نمودار مکان-زمان ( $x-t$ )

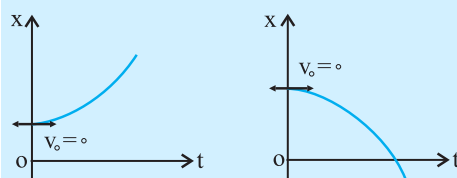


**بررسی نقاطی که متحرک در آن نقاط تغییر جهت می‌دهد:** بدیهی است که در نقاط بیشینه و کمینه‌ی یک نمودار  $x-t$  که شیب خط مماس بر نمودار صفر است، سرعت لحظه‌ای نیز صفر بوده ( $v=0$ ) و متحرک در این لحظه می‌تواند تغییر جهت دهد.

۱. اگر  $v > 0$  باشد متحرک در جهت محور حرکت می‌کند.

۲. اگر  $v < 0$  باشد، متحرک در خلاف جهت محور حرکت می‌کند.

۳. اگر متحرکی از حالت سکون شروع به حرکت کند، شیب خط مماس بر نمودار  $x-t$  در لحظه‌ی  $t=0$  برابر صفر است.



#### تعیین شتاب متوسط و لحظه‌ای

**تعیین شتاب متوسط با استفاده از معلوم بودن مقادیر سرعت یا معادله‌ی سرعت:** اگر معادله‌ی سرعت متحرکی معلوم باشد، برای تعیین شتاب متوسط بین دو لحظه  $t_1$  و  $t_2$  با قرار دادن این زمان‌ها در معادله‌ی سرعت، مقادیر  $v_1$  و  $v_2$  مربوط به این لحظه‌ها را تعیین کرده سپس شتاب متوسط را محاسبه می‌کنیم. بدیهی است که با معلوم بودن مقادیر سرعت‌ها داریم:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

تعیین شتاب لحظه‌ای با استفاده از معادله‌ی سرعت: برای تعیین شتاب لحظه‌ای متحرک، از معادله‌ی سرعت نسبت به زمان یک بار مشتق می‌گیریم و با قراردادن زمان موردنظر در معادله‌ی شتاب، بزرگی آن را در این لحظه محاسبه می‌کنیم.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

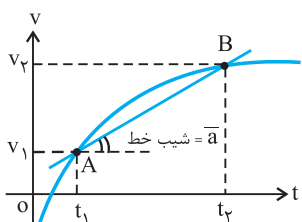
تعیین شتاب متوسط و لحظه‌ای با استفاده از معادله‌ی حرکت: در ابتدا از معادله‌ی حرکت یک بار نسبت به زمان مشتق می‌گیریم تا معادله‌ی سرعت حاصل شود، سپس با داشتن این معادله برای تعیین شتاب متوسط و لحظه‌ای اقدام می‌کنیم.

تعیین پارامترهای حرکت با استفاده از رابطه‌ی بین  $v$  و  $x$ : به طور کلی اگر رابطه‌ی بین  $v$  و  $x$  داده شده باشد، با مشتق‌گیری از طرفین رابطه‌ی نسبت به زمان می‌توان رابطه‌ی بین  $a$  و  $v$  (یا  $a$  و  $x$ ) را نیز تعیین کرد.

مثال: اگر  $v = 3x - 4$  باشد، رابطه‌ی بین  $a$  و  $x$  چگونه است؟

$$v = 3x - 4 \xrightarrow{\text{از طرفین نسبت به زمان مشتق می‌گیریم}} \frac{dv}{dt} = 3 \frac{dx}{dt} \rightarrow a = 3v$$

$$v = 3x - 4 \rightarrow a = 3(3x - 4) \rightarrow a = 9x - 12$$

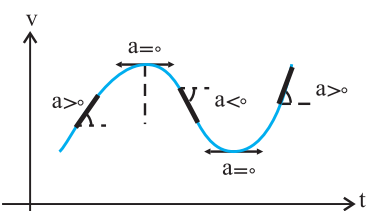


تعیین شتاب متوسط با استفاده از نمودار  $v-t$ : شیب خطی که دو نقطه از نمودار سرعت-زمان مربوط به دو لحظه‌ی  $t_1$  و  $t_2$  را به هم وصل می‌کند (شیب خط قاطع نمودار) برابر شتاب متوسط متحرک در آن مدت است.

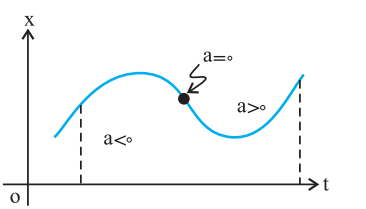
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{شیب خط } AB$$

بدیهی است که هر چه قدر مطلق شیب این خط بیشتر باشد بزرگی شتاب متوسط در آن بازه نیز بیش‌تر است.

تعیین شتاب لحظه‌ای با استفاده از نمودار سرعت-زمان: شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان در هر لحظه برابر شتاب متحرک در آن لحظه است.



به تعداد نقاط بیشینه و کمینه‌ی نمودار  $v-t$  شتاب متحرک برابر صفر بوده و می‌تواند تغییر جهت دهد. اگر نمودار سرعت-زمان به صورت یک خط راست باشد شتاب متوسط و لحظه‌ای متحرک با هم برابرند.



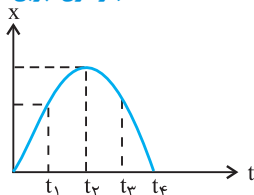
بررسی شتاب لحظه‌ای با استفاده از نمودار مکان-زمان: اگر نمودار مکان-زمان به صورت یک منحنی باشد، الزاماً حرکت شتاب‌دار است. بدیهی است که اگر تقعر این منحنی به طرف پایین باشد،  $a < 0$  و اگر تقعر منحنی به طرف بالا باشد،  $a > 0$  است.

تذکر: به تعداد نقاط عطف نمودار  $x-t$  شتاب متحرک صفر بوده ( $a = 0$ ) (در این لحظه طبق قانون دوم نیوتون  $\Sigma F = ma = 0$  است) و در این لحظه شتاب و یا برآیند نیروهای وارد بر متحرک می‌تواند تغییر جهت دهد.

کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور

تعیین مکان، جابه‌جایی، مسافت طی شده، سرعت متوسط و لحظه‌ای (با معلوم بودن مکان و زمان در دو لحظه) **تیب ۱** فیزیک پیش ریاضی صفحه‌های ۲ تا ۷ کتاب درسی

(سراسری تجربی-۷۶)



۱- در کدام یک از لحظه‌های نشان داده شده در نمودار، متحرک بیش‌ترین فاصله را از مبدأ مکان دارد؟

- ۱)  $t_1$
- ۲)  $t_2$
- ۳)  $t_3$
- ۴)  $t_4$

(سراسری تجربی-۷۰)

۲- اگر معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = 2t^3 + 3t$  باشد، مسافت طی شده در ثانیه‌ی دوم چند متر است؟

- ۱) ۵
- ۲) ۱۷
- ۳) ۲۲
- ۴) ۲۷

۳- اگر معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = 2t^3 + 6t - 2$  باشد، متحرک در مدت دو ثانیه بعد از شروع حرکت چند متر جابه‌جا شده است؟

(سراسری تجربی-۷۰)

- ۱) ۳۰
- ۲) ۲۸
- ۳) ۲۶
- ۴) ۲۴

\*  
-۴ مکان متحرکی روی محور xها در لحظه‌ی  $t = ۲s$  برابر  $۸m$  و در لحظه‌ی  $t = ۱۰s$  برابر  $-۱۶m$  می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در این مدت چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری تجربی-۷۲)

- ۱ (۳) -۲ (۲) ۲ (۴) -۳ (۱)

\*  
-۵ متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند بین دو لحظه‌ی  $t_1 = ۲s$  و  $t_2 = ۱۰s$  به ترتیب در فواصل  $+۵m$  و  $-۵m$  از مبدأ قرار دارد. سرعت متوسط آن بین دو لحظه‌ی  $t_1$  و  $t_2$  چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری تجربی-۷۱)

- ۱ (۱)  $-\frac{۵}{۶}$  (۲)  $-\frac{۵}{۴}$  (۳) صفر (۴)  $\frac{۵}{۴}$

\*  
-۶ معادله‌ی مکان یک متحرک به صورت  $x = ۴t^2 - ۶t + ۳$  در SI می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در فاصله‌ی  $t = ۱s$  و  $t = ۴s$  چند متر بر ثانیه است؟

(فیزیک پیش ریاضی - فصل ۱- تمرین ۱- مثال ۱-۱) (سراسری ریاضی-۶۹)

- ۱ (۱) ۱۴ (۲) ۱۵ (۳) ۱۶ (۴) ۱۸

\*  
-۷ معادله‌ی مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = ۳t^2 - ۶t$  است. سرعت متوسط آن در ۲ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری ریاضی ۷۱ و ۷۷)

- ۱ (۱) -۳ (۲) صفر (۳)  $1/5$  (۴) ۳

\*  
-۸ معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = \frac{1}{۵}t^2 + t + ۲$  است. سرعت متوسط آن در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری تجربی-۷۵)

- ۱ (۱) ۲ (۲)  $2/4$  (۳) ۶ (۴)  $6/2$

\*  
-۹ اگر معادله‌ی حرکت جسمی روی خط راست در SI به صورت  $x = ۲t^2 - ۱۲t$  باشد، در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، جهت حرکت جسم تغییر می‌کند؟

(سراسری ریاضی-۷۵)

- ۱ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۱۲

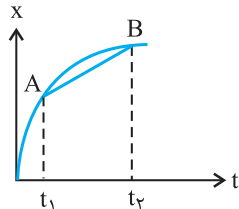
\*  
-۱۰ معادله‌ی مکان متحرکی در SI به صورت  $x = \frac{۲}{۳}t^3 + ۲۰t - ۶t^2$  است. کم‌ترین سرعتی که این متحرک در مسیر حرکت پیدا می‌کند، چند متر بر ثانیه

(سراسری ریاضی - ۹۲)

است؟

- ۱ (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

(سراسری تجربی-۷۲)

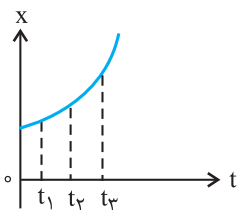


-۱۱ در شکل روبه رو شیب خط AB برابر است با:

- ۱) سرعت لحظه‌ای در لحظه‌ی  $t_1$   
۲) شتاب لحظه‌ای در لحظه‌ی  $t_2$   
۳) سرعت متوسط در فاصله‌ی زمانی  $t_1$  تا  $t_2$   
۴) شتاب متوسط در فاصله‌ی زمانی  $t_1$  تا  $t_2$

-۱۲ نمودار مکان- زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه‌ی زمانی بیش‌تر است؟

(فیزیک پیش ریاضی - فصل ۱- تمرین ۱- مثال ۱-۱) (سراسری ریاضی - ۸۵)



۱)  $t_1$  تا  $t_2$

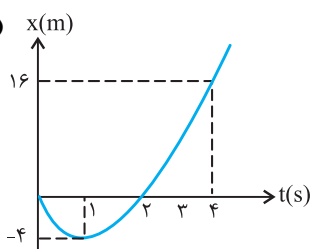
۲)  $t_2$  تا  $t_3$

۳)  $t_3$  تا  $t_4$

۴) بستگی به اندازه‌ی فاصله‌های زمانی دارد.

-۱۳ شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی در یک مسیر مستقیم است. سرعت متوسط متحرک در این ۴ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری ریاضی-۸۲)



۱) ۲

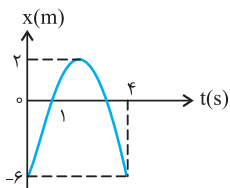
۲) ۳

۳) ۴

۴) ۵

۱۴- نمودار مکان- زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط در فاصله‌ی زمانی  $t = 1s$  تا  $t = 4s$  چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری تجربی-۸۷)



(۱) ۲

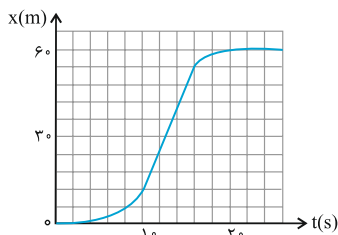
(۲) -۲

(۳) ۶

(۴) -۶

\*

۱۵- شکل زیر، نمودار مکان- زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینه‌ی سرعت آن چند متربرثانیه است؟ (خارج از کشور تجربی-۹۵)



(۱) ۳

(۲) ۵

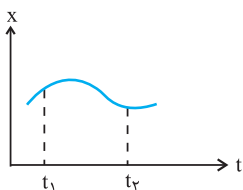
(۳) ۷

(۴) ۹

\*

۱۶- شکل مقابل نمودار مکان - زمان حرکت ذره‌ای را که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، نشان می‌دهد، بین دو لحظه‌ی  $t_1$  و  $t_2$  جهت حرکت چند بار عوض شده است؟

(سراسری تجربی-۷۵)



(۱) صفر

(۲) یک

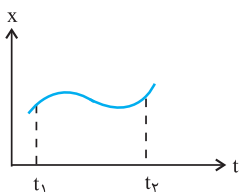
(۳) دو

(۴) سه

۱۷-

نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل است. در فاصله‌ی زمانی میان  $t_1$  تا  $t_2$ ، سرعت جسم چند بار تغییر جهت داده است؟

(سراسری تجربی-۶۹)



(۱) صفر

(۲) ۱

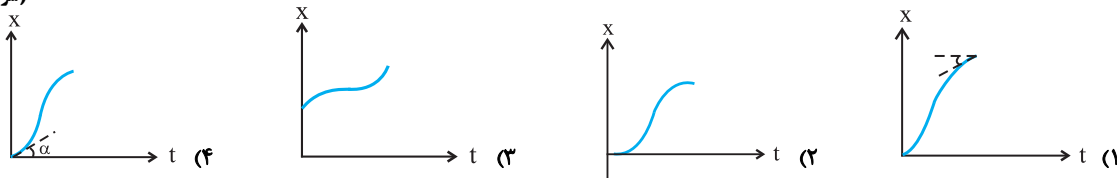
(۳) ۲

(۴) ۳

۱۸-

اتومبیلی از حال سکون شروع به حرکت کرده و پس از طی مسافتی می‌ایستد. کدام نمودار می‌تواند معرف نمودار مکان - زمان حرکت اتومبیل باشد؟

(سراسری ریاضی-۶۹)



تعیین شتاب متوسط و لحظه‌ای **نیم ۲** فیزیک پیش ریاضی صفحه‌های ۱۰ تا ۱۳ کتاب درسی

۱۹- شتاب متوسط متحرکی که در مدت  $5/0$  ثانیه از سرعت  $1 \frac{cm}{s}$  به سرعت  $99 \frac{cm}{s}$  می‌رسد، در SI برابر است با:

(۴) ۲۰۰

(۳) ۱۹۶

(۲) ۲

(۱)  $1/96$

\*

۲۰- معادله‌ی حرکت متحرکی در مسیر مستقیم در SI به صورت  $x = t^3 - 6t^2 + 9t$  است. بزرگی شتاب متوسط این متحرک در ثانیه‌ی دوم حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

(فیزیک پیش ریاضی - فصل ۱- مثال ۹-۱) (سراسری خارج از کشور تجربی-۸۶)

(۴) ۶

(۳) ۳

(۲) ۱

(۱) صفر

۲۱- معادله‌ی حرکت ذره‌ای که در مسیر مستقیمی در حرکت می‌باشد، در SI به صورت  $x = 0.06 \sin(5\pi t)$  است، بزرگی شتاب متوسط این ذره در بازه‌ی زمانی  $t = 2s$  تا  $t = 5s$  چند  $m/s^2$  است؟

(سراسری تجربی-۸۲)

(۴)  $0/3\pi$

(۳)  $0/2\pi$

(۲)  $0/2$

(۱) صفر

۲۲- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = t^2 + 8$  است. شتاب آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (فیزیک ۲- فصل ۲- مثال ۲-۲) (سراسری تجربی - ۷۳)

- (۱) ۰/۵ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۸

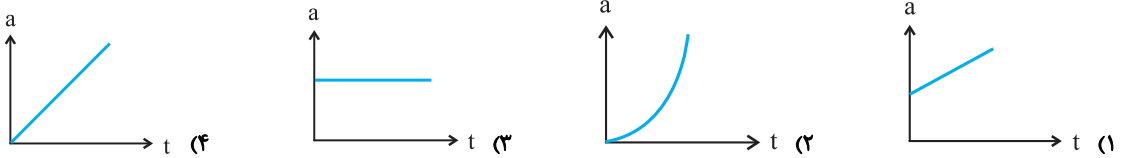
\*

۲۳- معادله‌ی مکان - زمان جسمی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند در SI به صورت  $x = t^3 - 6t^2 + 8t$  است. در لحظه‌ای که جهت برابند نیروهای وارد بر جسم عوض می‌شود، بزرگی سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۴)

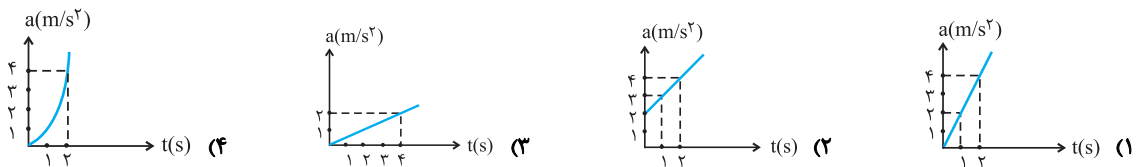
- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۹

\*

۲۴- معادله‌ی حرکت متحرکی به صورت  $x = -2t + t^3$  است، نمودار شتاب - زمان متحرک کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۷۸)

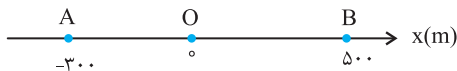


۲۵- کدام نمودار مربوط به متحرکی است که معادله‌ی حرکت آن در SI،  $x = \frac{1}{3}t^3 + 2t + 5$  است؟ (سراسری ریاضی - ۶۸)



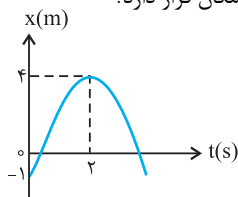
آزمون‌های کانون و سایر منابع

۲۶- در یک محور مکان (مطابق شکل) متحرکی در مدت ۳۰ ثانیه از نقطه‌ی A، به نقطه‌ی O و سپس در مدت ۲۰ ثانیه از نقطه‌ی O به نقطه‌ی B رسیده است. سرعت متوسط او در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟ (پیش‌دانشگاهی - ۷۶)



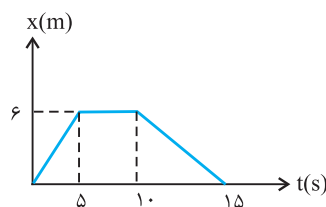
- (۱) ۱۶  
(۲) ۱۷/۵  
(۳) ۳۵  
(۴) ۸۰

۲۷- نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل است. این متحرک در لحظه‌ی  $t = 2s$  در چند متری مبدأ مکان قرار دارد؟ (فیزیک ۲- مثال ۲-۲)



- (۱) ۵  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

۲۸- نمودار مکان - زمان ذره‌ای که روی یک خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است. سرعت متوسط آن در مدت ۱۵ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟ (آزاد پزشکی - ۷۵)



- (۱) صفر  
(۲) ۸  
(۳) ۳  
(۴) ۶

\*

۲۹- معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = -t^3 + 12t$  می‌باشد. در لحظه‌ای که متحرک تغییر جهت می‌دهد، اندازه‌ی فاصله‌ی آن از مبدأ مکان چند متر است؟ (آزمون کانون - ۹۱)

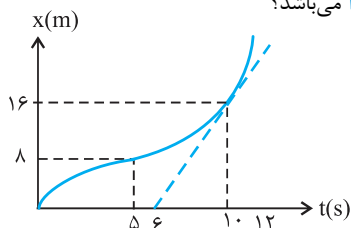
- (۱) ۱۲ (۲) ۳۲ (۳) ۲ (۴) ۱۶

\* ۳۰

نمودار مکان- زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به شکل مقابل است. اگر سرعت متحرک در لحظه‌ی  $t = 10s$  برابر سرعت متوسط آن بین دو

(آزاد ریاضی-۷۶)

لحظه‌ی  $t_1 = 5s$  و  $t_2 = 12s$  باشد، متحرک در لحظه‌ی  $t = 12s$  در چند متری مبدأ می‌باشد؟



- ۲۸ (۱)
- ۲۴ (۲)
- ۳۶ (۳)
- ۲۰ (۴)

۳۱- معادله‌ی سرعت - زمان متحرکی بر مسیر مستقیم در SI به صورت  $v = t^2 + 4$  است. شتاب متوسط آن بین دو لحظه‌ی  $t_1 = 4s$  و  $t_2 = 6s$  چند

(آزاد ریاضی-۷۸)

$\frac{m}{s^2}$  است؟

- ۲ (۱)
- ۱۰ (۲)
- ۶ (۳)
- ۸ (۴)

۳۲- معادله‌ی حرکت جسمی در SI، به صورت  $x = t^3 - 2t^2$  می‌باشد. چند ثانیه پس از لحظه‌ی  $t = 0$  برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر می‌شود؟

(آزاد ریاضی-۷۴)

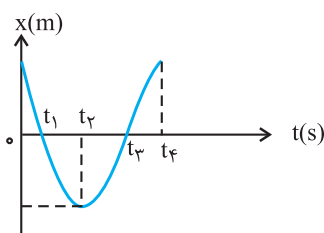
- $\frac{3}{4}$  (۱)
- $\frac{2}{3}$  (۲)
- $\frac{3}{2}$  (۳)
- $\frac{4}{3}$  (۴)

\* ۳۳

در نمودار مکان- زمان مقابل، جهت حرکت متحرک به ترتیب از راست به چپ در چه بازه‌ی زمانی، خلاف جهت محور X است و در چه لحظه و یا لحظه‌هایی

جهت حرکت آن عوض می‌شود؟

(آزمون کانون-۹۱)



- (۱) صفر تا  $t_2$  - لحظه‌های  $t_1$  و  $t_4$
- (۲) صفر تا  $t_2$  - لحظه‌ی  $t_4$
- (۳)  $t_1$  تا  $t_3$  - لحظه‌های  $t_1$  و  $t_4$
- (۴)  $t_1$  تا  $t_3$  - لحظه‌ی  $t_2$

\* ۳۴

معادله‌ی حرکت متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = t^2 - 3t + 2$  می‌باشد. در کدام یک از لحظه‌های زیر برحسب ثانیه،

متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان است؟

(آزمون کانون-۹۳)

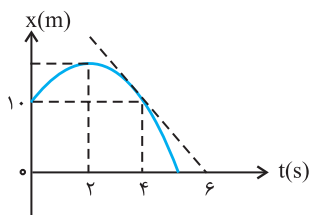
- ۱/۲ (۱)
- ۱/۴ (۲)
- ۱/۸ (۳)
- ۳ (۴)

\* ۳۵

نمودار مکان- زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اندازه‌ی شتاب متوسط جسم در دو ثانیه‌ی دوم حرکت چند متر بر

مجذور ثانیه است؟

(آزمون کانون-۹۱)



- ۲/۵ (۱)
- ۲ (۲)
- ۵ (۳)
- ۷/۵ (۴)

\* ۳۶

معادله‌ی سرعت- مکان متحرکی که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند، در SI به صورت  $v = 2x - 1$  است. شتاب این متحرک در لحظه‌ای که از مبدأ

مکان عبور می‌کند، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

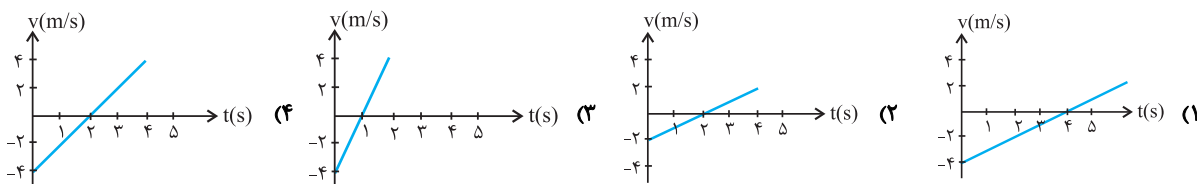
(آزمون کانون-۹۱)

- ۲ (۱)
- ۱ (۲)
- ۱ (۳)
- ۲ (۴)

\* ۳۷

رابطه مکان- زمان متحرکی در SI به صورت  $x = 2t^2 - 4t - 2$  می‌باشد، نمودار سرعت- زمان آن کدام است؟

(فیزیک پیش ریاضی - فصل ۱ - مثال ۱-۵ و ۱-۴) (آزاد ریاضی بعد از ظهر-۸۲)



حرکت یکنواخت بر روی خط راست

فیزیک ۲ صفحه‌های ۳۶ تا ۳۸ کتاب درسی

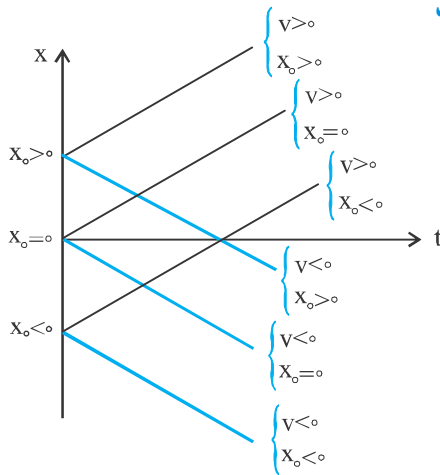
حرکت یکنواخت یک متحرک

مفهوم حرکت یکنواخت: در حرکت یکنواخت یک متحرک بر روی یک خط راست، سرعت متوسط متحرک در هر بازه‌ی زمانی دلخواه با سرعت لحظه‌ای آن برابر است. در این حرکت اندازه و جهت بردار سرعت تغییر نمی‌کند.

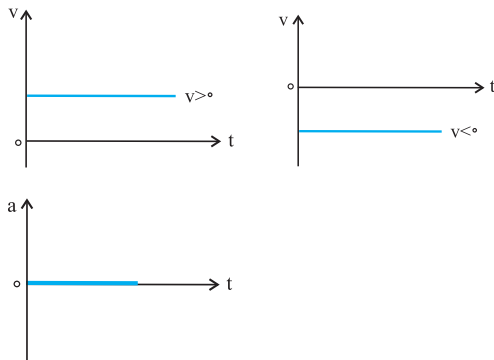
$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

معادله‌ی حرکت یکنواخت: اگر متحرکی بر روی یک خط راست (مانند محور X) با سرعت ثابت v حرکت کند، معادله‌ی حرکتش به صورت زیر است که در آن  $x_0$  مکان اولیه و x مکان متحرک در لحظه‌ی t است.  
 $x = vt + x_0$   
 محاسبه‌ی جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط یک متحرک در حرکت یکنواخت: برای جابه‌جایی ( $\Delta x$ ) یک متحرک در مدت t که با سرعت ثابت v حرکت می‌کند از رابطه‌ی مقابل استفاده می‌کنیم:  
 $\Delta x = vt$

نمودارهای مربوط به حرکت یکنواخت



نمودار مکان-زمان در حرکت یکنواخت: این نمودار به صورت یک خط راست با شیب ثابت است و با استفاده از آن می‌توان مکان متحرک در هر لحظه، سرعت متحرک، معادله‌ی حرکت و ... را تعیین کرد. شیب این خط برابر سرعت متحرک است.  
 اگر  $v > 0$  باشد حرکت یکنواخت در جهت مثبت محور X و اگر  $v < 0$  باشد حرکت یکنواخت، در جهت منفی محور است.



نمودار سرعت - زمان در حرکت یکنواخت: می‌دانیم که در حرکت یکنواخت بر روی یک مسیر مستقیم، سرعت متحرک ثابت بوده و با گذشت زمان تغییر نمی‌کند، لذا نمودار سرعت - زمان یک خط راست موازی محور زمان است.  
 نمودار شتاب - زمان در حرکت یکنواخت: در این نوع حرکت  $a = 0$  بوده لذا نمودار شتاب-زمان به صورت مقابل است:

تعیین سرعت متوسط در جابه‌جایی‌های متوالی: اگر متحرکی در حرکت بر روی یک مسیر مستقیم (مانند محور X) در مدت  $\Delta t_1$  به اندازه‌ی  $\Delta x_1$  با سرعت متوسط  $\bar{v}_1$  و در مدت  $\Delta t_2$  به اندازه‌ی  $\Delta x_2$  با سرعت متوسط  $\bar{v}_2$  و ... جابه‌جا شود، سرعت متوسط آن در کل مسیر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots}, \quad \Delta x_1 = \bar{v}_1 \Delta t_1, \quad \Delta t_1 = \frac{\Delta x_1}{\bar{v}_1}, \dots$$

تذکره: دقت کنید که در تعیین جابه‌جایی کل، علامت  $\Delta x_1$  و  $\Delta x_2$  و ... با توجه به جهت حرکت آن‌ها در نظر گرفته می‌شود.

حرکت یکنواخت دو متحرک

بررسی حرکت یکنواخت دو متحرک: در این نوع مسئله‌ها معمولاً با انتخاب یک مبدأ مکان مناسب (معمولاً نقطه‌ی شروع حرکت یکی از دو متحرک) معادله‌ی حرکت هر کدام را با در نظر گرفتن جهت مثبت و یا منفی حرکت آن‌ها، نوشته و آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$x_1 = v_1 t_1 + x_{0,1} \quad , \quad x_2 = v_2 t_2 + x_{0,2}$$



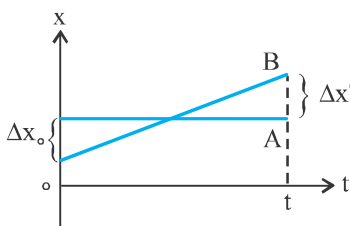
تذکر (۱): در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند  $x_1 = x_2$  است.

تذکر (۲): اگر متحرک دومی  $t$  ثانیه بعد از اولی شروع به حرکت کند  $t_2 = t_1 - t$  خواهد بود.

تذکر (۳): اگر دو متحرک به طور همزمان شروع به حرکت کنند، فاصله‌ی بین آنها بعد از مدت زمان  $t$  به صورت  $x = |x_1 - x_2| = |v_1 - v_2| t$  محاسبه می‌شود. (دقت کنید که در این‌جا نیز، اگر متحرک در جهت محور حرکت کند،  $v > 0$  و اگر در خلاف جهت محور حرکت کند  $v < 0$  در نظر گرفته می‌شود).

تذکر (۴): اگر دو متحرک به طور همزمان شروع به حرکت کنند، جابه‌جایی یک متحرک نسبت به دیگری از روابط زیر بدست می‌آید.

$$\begin{cases} \Delta x = (v_1 + v_2)t & \text{دو متحرک در خلاف جهت هم حرکت کنند} \\ \Delta x = |v_1 - v_2|t & \text{دو متحرک هم جهت حرکت کنند.} \end{cases}$$



اگر نمودار مکان - زمان دو متحرک که با سرعت ثابت حرکت می‌کنند را رسم کنیم، در هر لحظه می‌توان فاصله‌ی بین آنها را به صورت مقابل نمایش داد

بدیهی است که با دانستن جابه‌جایی هر یک نسبت به دیگری در مدت زمان  $t$ ، می‌توان سرعت هر یک نسبت به دیگری را محاسبه کرد. به طور مثال در شکل بالا، بزرگی جابه‌جایی دو متحرک A و B نسبت به هم  $\Delta x$  در مدت  $t$  و نیز سرعت آنها نسبت به هم به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} \Delta x_{\text{نسبی}} &= |\Delta x_1 + \Delta x_2| \\ \Delta x_{\text{نسبی}} &= v_{\text{نسبی}} t \end{aligned}$$

کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور

فیزیک ۲ صفحه‌های ۳۶ و ۳۷ کتاب درسی

تیب ۳

حرکت یکنواخت یک متحرک

۳۸- اگر معادله‌ی حرکت جسمی در دستگاه (SI) به صورت  $x = 12t - 24$  باشد، تغییر مکان متحرک در ۲ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر است؟

(سراسری تجربی-۷۴)

- (۱) -۲۴
- (۲) صفر
- (۳) ۲۴
- (۴) ۴۸

۳۹- ذره‌ای با سرعت ثابت روی محور  $x$  ها به حرکت درمی‌آید و پس از ۲ ثانیه به نقطه‌ی O (مبدأ مقایسه) می‌رسد و ۲ ثانیه بعد به نقطه‌ی  $x = -6m$  می‌رسد،

معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟ (فیزیک پیش ریاضی - فصل ۱- مثال ۱-۶) (سراسری ریاضی - ۷۰)

- (۱)  $x = -3t - 6$
- (۲)  $x = -3t + 6$
- (۳)  $x = 3t - 6$
- (۴)  $x = 3t + 6$

۴۰- جسمی با سرعت ثابت در حرکت است. اگر این جسم در لحظه‌ی  $t = 4s$  در فاصله‌ی ۲۲ متری مبدأ مکان و ۲ ثانیه‌ی بعد در فاصله‌ی ۳۴ متری آن

(سراسری تجربی-۷۹)

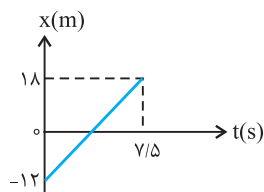
مبدأ باشد، سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱/۲
- (۲) ۴
- (۳) ۵/۶
- (۴) ۶

۴۱- با توجه به نمودار مکان - زمان رسم شده تغییر مکان متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا  $7/5$  s و نیز سرعت آن در لحظه‌ی  $t = 3s$  به ترتیب از راست به چپ

(سراسری ریاضی-۷۶)

در SI چند است؟



- (۱)  $6 \frac{4}{5}$  و ۴
- (۲) ۶ و ۴
- (۳) ۳۰ و ۶
- (۴) ۳۰ و ۴

۴۲- دوبرخه سواری فاصله‌ی ۹۰ کیلومتری مستقیم بین دو شهر را در مدت  $4/5$  ساعت می‌پیماید. وی با سرعت ثابت ۲۴ کیلومتر بر ساعت رکاب می‌زند، اما

(سراسری ریاضی-۷۸)

برای رفع خستگی توقف‌هایی هم دارد. مدت کل توقف او چند دقیقه است؟

- (۱) ۸۰
- (۲) ۴۵
- (۳) ۳۰
- (۴) ۱۵

\*  
۴۳- قطاری از روی پلی به طول ۴۰۰ متر می‌گذرد. اگر سرعت آن ثابت و ۳۰ متر بر ثانیه باشد و ۲۰ ثانیه طول بکشد تا از پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟

(سراسری تجربی - ۶۷)

۸۰۰ (۴)                      ۶۰۰ (۳)                      ۴۰۰ (۲)                      ۲۰۰ (۱)

تعیین سرعت متوسط متحرک در حرکت چند مرحله‌ای      تب ۴      فیزیک ۲ صفحه‌ی ۳۸ کتاب درسی

\*  
۴۴- متحرکی مسیر مستقیمی را در  $t$  ثانیه‌ی اول با سرعت ۷ و در  $3t$  ثانیه‌ی بعد با سرعت ۲۷ طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در این مسیر چند ۷ است؟

(سراسری تجربی - ۷۶)

۱/۲۵ (۱)                      ۱/۳ (۲)                      ۱/۵ (۳)                      ۱/۷۵ (۴)

\*  
۴۵- متحرکی مسافت‌های متوالی  $X$  و  $2X$  و  $3X$  را به ترتیب با سرعت‌های ۷ و ۲۷ و ۳۷ طی می‌کند. سرعت متوسط آن در این حرکت چند ۷ است؟

(سراسری ریاضی - ۶۴)

۱ (۱)                      ۱/۵ (۲)                      ۲ (۳)                      ۲/۵ (۴)

حرکت یکنواخت دو متحرک      تب ۵      فیزیک ۲ صفحه‌ی ۳۸ کتاب درسی

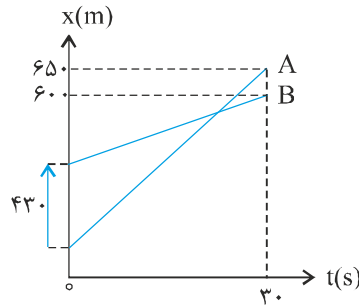
\*  
۴۶- دو ترن که یکی سرعتش نصف دیگری است از دو شهر به فاصله‌ی ۸۰۰ کیلومتر در ساعت ۸ صبح روبه هم حرکت می‌کنند و ساعت ۱۲ به یک نقطه می‌رسند. ترن کندتر در کدام ساعت به شهر دیگر خواهد رسید؟

(شاهد تجربی ۷۰ و ۶۹)

۱۶ (۱)                      ۱۸ (۲)                      ۲۰ (۳)                      ۲۴ (۴)

\*  
۴۷- نمودار مکان- زمان دو متحرک A و B به صورت شکل زیر است. سرعت متحرک A چند متر بر ثانیه بیش‌تر از سرعت متحرک B است؟

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۴)



۱۲ (۱)

۱۲/۶ (۲)

۱۶ (۳)

۱۶/۳ (۴)

\*  
۴۸- دو متحرک، یکی با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  و دیگری با سرعت  $12 \frac{m}{s}$  از یک نقطه هم‌زمان به سوی مقصدی به فاصله‌ی ۲۴۰ متر به حرکت درمی‌آیند. بیش‌ترین

(سراسری تجربی - ۶۸)

فاصله‌ی این دو متحرک در طول مسیر چند متر می‌شود؟

۲۰ (۱)                      ۴۰ (۲)                      ۸۰ (۳)                      ۱۲۰ (۴)

\*  
۴۹- دو هواپیما با سرعت‌های ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت هم‌زمان از یک فرودگاه به مقصد فرودگاه دیگری به فاصله‌ی ۱۲۰۰ کیلومتر پرواز می‌کنند. هواپیمای سریع‌تر چند دقیقه زودتر می‌رسد؟

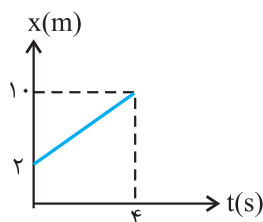
(سراسری تجربی - ۶۶)

۱۵ (۱)                      ۲۰ (۲)                      ۳۰ (۳)                      ۴۰ (۴)

آزمون‌های کانون و سایر منابع

\*  
۵۰- نمودار مکان- زمان متحرکی به شکل زیر است. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

(آزاد تجربی - ۸۴)



$$x = \frac{1}{2}t + 2 \quad (1)$$

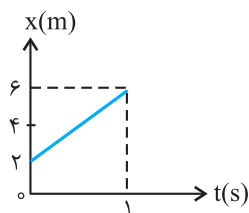
$$x = \frac{1}{2}t + 4 \quad (2)$$

$$x = 2t + 4 \quad (3)$$

$$x = 2t + 2 \quad (4)$$

(آزاد پزشکی صبح - ۸۹)

۵۱- شکل داده شده نمودار مکان- زمان متحرکی است. این متحرک در لحظه‌ی  $t = ۱۲s$  در فاصله‌ی چند متری مبدأ است؟



- ۵۰ (۱)
- ۷۴ (۲)
- ۳۷ (۳)
- ۲۵ (۴)

۵۲- متحرکی مسافتی را با سرعت  $v_0 \frac{m}{s}$  در مدت ۸ ثانیه و همان مسافت را با سرعت  $(v_0 + ۳) \frac{m}{s}$  در مدت ۵ ثانیه طی می‌کند.  $v_0$  چند متر بر ثانیه است؟

(آزاد پزشکی - ۶۹)

- ۳ (۱)
- ۴ (۲)
- ۵ (۳)
- ۸ (۴)

۵۳- متحرکی بر مسیر مستقیم مدت ۲۰ ثانیه با سرعت ثابت ۳۶ کیلومتر بر ساعت و مدت ۳۰ ثانیه با سرعت ثابت ۷۲ کیلومتر بر ساعت در یک جهت حرکت می‌کند. سرعت متوسط آن در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

(آزاد تجربی - ۸۹)

- ۱۸ (۱)
- ۱۶ (۲)
- ۱۵ (۳)
- ۱۴ (۴)

۵۴- دو جسم A و B به فاصله‌ی ۸۰ متر از یکدیگر قرار دارند. اگر A با سرعت ثابت ۸ متر بر ثانیه و B با سرعت ثابت ۷ هم زمان به سمت هم حرکت کنند، پس از ۴ ثانیه به هم می‌رسند. ۷ چند متر بر ثانیه است؟

(آزاد ریاضی - ۶۸)

- ۳۲ (۱)
- ۱۶ (۲)
- ۱۲ (۳)
- ۸ (۴)

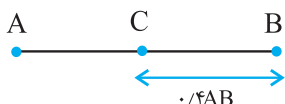
۵۵- دو متحرک از یک مکان، هم‌زمان در یک جهت با سرعت‌های  $۷۲ \frac{km}{h}$  و  $۱۰۸ \frac{km}{h}$  به حرکت درمی‌آیند. پس از چند دقیقه فاصله‌ی دو متحرک از یکدیگر  $۳/۶$  کیلومتر می‌شود؟

(آزاد ریاضی - ۷۷)

- ۱۰ (۱)
- ۳/۶ (۲)
- ۶ (۳)
- ۱۲ (۴)

۵۶- دو متحرک هم زمان از نقاط A و B با سرعت‌های ثابت به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و در نقطه‌ی C به هم می‌رسند. ۴۰ ثانیه پس از این متحرک اول به B می‌رسد. چند ثانیه طول می‌کشد تا متحرک دوم از C به A برسد؟

(آزاد ریاضی - ۷۵)



(۱) معلومات کافی نیست.

- ۶۰ (۲)
- ۸۰ (۳)
- ۹۰ (۴)

\* ۵۷- متحرکی با سرعتی ثابت به اندازه‌ی  $۵ \frac{m}{s}$  در مبدأ زمان از نقطه‌ی A روی محور X گذشته و به سمت نقطه‌ی B پیش می‌رود. ۱۰ ثانیه بعد متحرک دیگری

با سرعت ثابت به اندازه‌ی  $۶ \frac{m}{s}$  از نقطه‌ی B گذشته و به سوی نقطه‌ی A می‌رود. اگر دو متحرک در وسط مسیر به هم برسند، فاصله‌ی AB چند متر است؟

(آزمون کانون - ۹۱)

- ۳۶۰ (۱)
- ۶۰۰ (۲)
- ۷۲۰ (۳)
- ۳۰۰ (۴)

\* ۵۸- دو قطار به فاصله‌ی زمانی ۱۰ دقیقه و با سرعت ثابت  $v = ۳۰ \frac{km}{h}$ ، در مسیری مستقیم، ایستگاه A را به طرف ایستگاه B ترک می‌کنند. قبل از این که قطار

اول به ایستگاه B برسد، قطار دیگری با سرعت ثابت از ایستگاه B به طرف ایستگاه A شروع به حرکت کرده و دو قطار قبلی را به فاصله‌ی زمانی ۴ دقیقه ملاقات می‌کند. اندازه‌ی سرعت قطار سوم چند کیلومتر بر ساعت است؟

(تألیفی)

- ۲۰ (۱)
- ۳۰ (۲)
- ۶۰ (۳)
- ۴۵ (۴)

## حرکت با شتاب ثابت

فیزیک ۲ صفحه‌های ۵۱ تا ۴۲ کتاب درسی

## حرکت با شتاب ثابت در امتداد خط راست

در این نوع حرکت، شتاب لحظه‌ای متحرک و شتاب متوسط آن در هر بازه‌ی زمانی دلخواه یکسان است و سرعت متحرک به طور یکنواخت تغییر می‌کند. به عبارتی آهنگ تغییر سرعت در این نوع حرکت مقداری ثابت است. در این حرکت اندازه و جهت بردار شتاب تغییر نمی‌کند.

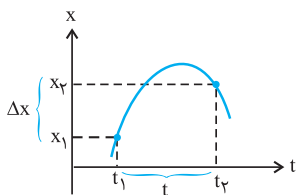
**معادله‌ی حرکت با شتاب ثابت:** اگر متحرکی با شتاب ثابت  $a$  از مکان  $x_0$  با سرعت اولیه‌ی  $v_0$  در امتداد یک مسیر مستقیم (مثلاً محور  $x$ ) شروع به حرکت کند، معادله‌ی حرکت آن در SI به صورت زیر است که در آن  $t$  لحظه‌ای است که متحرک در مکان  $x$  قرار گرفته.

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

تعیین جابه‌جایی با استفاده از معادله‌ی جابه‌جایی-زمان: جابه‌جایی یک متحرک در حرکت با شتاب ثابت در مدت  $t$  به صورت زیر محاسبه می‌شود که

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

در آن  $v_0$  سرعت اولیه در لحظه‌ی ابتدایی شروع این جابه‌جایی است.

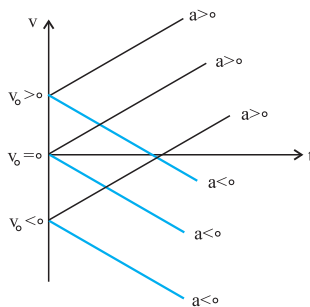


**نمودار مکان-زمان در حرکت با شتاب ثابت:** در حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان قسمتی از یک سهمی است که با استفاده از آن می‌توان در هر لحظه مکان متحرک را تعیین کرده و با محاسبه‌ی

جابه‌جایی در مدت زمان  $t$  معادله‌ی جابه‌جایی آن یعنی  $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$  یا معادله‌ی حرکت

را حل کرد.

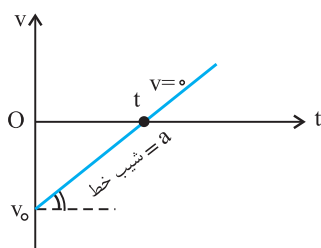
## معادله و نمودار سرعت-زمان



**معادله‌ی سرعت-زمان:** در حرکت با شتاب ثابت  $a$  و سرعت اولیه‌ی  $v_0$  معادله‌ی سرعت زمان به صورت مقابل است:

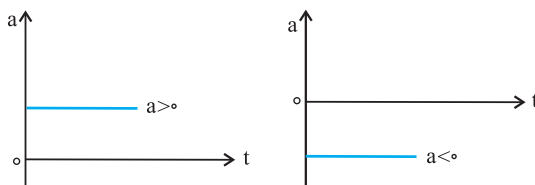
$$v = at + v_0$$

**نمودار سرعت-زمان در حرکت با شتاب ثابت:** از آنجایی که در حرکت با شتاب ثابت، شتاب بدون تغییر است، نمودار سرعت زمان، یک خط راست با شیب ثابت خواهد بود که شیب خط برابر شتاب متحرک است. با تحلیل این نمودار می‌توان شتاب حرکت (شیب خط)، سرعت اولیه‌ی  $v_0$  (نقطه‌ی برخورد نمودار با محور  $v$ ) و حتی لحظه‌ی توقف و تغییر جهت که  $v = 0$  است (نقطه‌ی برخورد نمودار با محور  $t$ ) را مشخص کرده و با استفاده از آنها معادله‌ی سرعت یا حرکت (با فرض آنکه  $x_0$  معلوم باشد) را تعیین کرد.



$$\begin{cases} v = at + v_0 \\ x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \end{cases}$$

**تذکره:** نمودار شتاب-زمان در حرکت با شتاب ثابت، خط راستی موازی محور زمان است.

جابه‌جایی در  $t$  ثانیه‌ی  $n$  ام در حرکت با شتاب ثابت

**جابه‌جایی در  $t$  ثانیه‌ی  $n$  ام:** اگر متحرکی با شتاب ثابت  $a$  و با سرعت اولیه‌ی  $v_0$  در امتداد یک مسیر مستقیم (مثلاً محور  $x$ ) شروع به حرکت کند،

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2(2n-1) + v_0t$$

جابه‌جایی آن در  $t$  ثانیه‌ی  $n$  ام ( $n$  امین  $t$  ثانیه) از رابطه‌ی مقابل محاسبه می‌شود:

$$t = 1s \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2}a(2n-1) + v_0$$

جابه‌جایی در ثانیه‌ی  $n$  ام از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید:

**بررسی سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت**

تعیین سرعت متوسط بدون در نظر گرفتن شتاب: از آنجایی که در حرکت با شتاب ثابت، شتاب متوسط و لحظه‌ای متحرک با هم برابرند (نمودار سرعت- زمان یک خط راست با شیب ثابت است) می‌توان سرعت متوسط در یک مدت را به صورت میانگین دو سرعت لحظه‌ای در ابتدا و انتهای آن مدت محاسبه کرد.

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

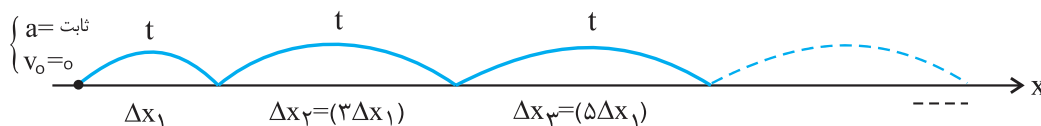
تعیین سرعت متوسط با در نظر گرفتن شتاب: اگر متحرکی با سرعت اولیه  $v_0$  و شتاب ثابت  $a$  شروع به حرکت کند، بزرگی سرعت متوسط آن در  $t$  ثانیه‌ی اول حرکت‌اش به صورت مقابل نیز محاسبه می‌شود:

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

**تذکره:** در حرکت با شتاب ثابت وقتی متحرک از حال سکون شروع به حرکت کند مسافت‌های طی شده در زمان‌های مساوی و متوالی  $T$ ، تشکیل تصاعد عددی با قدر نسبت  $aT^2$  می‌دهند. در این حالت نسبت جابه‌جایی‌هایشان نیز همانند نسبت اعداد فرد متوالی است.

$$\frac{1}{2}aT^2, \frac{3}{2}aT^2, \frac{5}{2}aT^2, \dots, \frac{2n-1}{2}aT^2 \Rightarrow \Delta x, 3\Delta x, 5\Delta x, \dots, (2n-1)\Delta x \Rightarrow \frac{\Delta x_m}{\Delta x_n} = \frac{2m-1}{2n-1}$$

$$d, d+aT^2, d+2aT^2, \dots, d+(n-1)aT^2$$



**تذکره:** اگر متحرکی از حالت سکون با شتاب ثابت و بر خط راست مسافت‌های  $d_1$  و  $d_2$  را در زمان‌های  $t_1$  و  $t_2$  طی کند و سرعت آن به  $v_1$  و  $v_2$  برسد می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta x &= \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow \frac{d_1}{d_1+d_2} = \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)^2 \\ v &= at \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_1}{t_1+t_2} \\ v^2 - 0 &= 2a\Delta x \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_1}{d_1+d_2}} \end{aligned} \right.$$

**استفاده از رابطه‌ی مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت و مسئله‌های توقف**

**رابطه‌ی مستقل از زمان:** اگر در حرکت بر روی یک مسیر مستقیم (مانند محور  $x$ ) با شتاب ثابت  $a$ ، سرعت متحرک در مکان  $x_1$  برابر  $v_1$  و در مکان  $x_2$  برابر  $v_2$  باشد، می‌توان از رابطه‌ای به صورت زیر استفاده کرد: (دقت کنید که عموماً از این رابطه، هنگامی که مدت زمان جابه‌جایی داده نشده است و یا خواسته نشده استفاده می‌کنیم).

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$$

**زمان توقف:** اگر متحرکی با سرعت  $v_0$  در حرکت بوده و بلافاصله با شتاب ثابت  $|a|$  از سرعت خود بکاهد تا متوقف شود، زمان حرکتش از لحظه‌ی شروع حرکت کندشونده تا توقف ( $t$ )، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$v = at + v_0 \xrightarrow{v=0} t = \frac{v_0}{|a|}$$

**مسافت توقف:** اگر متحرکی با سرعت  $v_0$  در حرکت بوده و بلافاصله با شتاب ثابت  $|a|$  از سرعت خود بکاهد تا متوقف شود، مسافت طی شده توسط متحرک از لحظه‌ی شروع حرکت کندشونده تا توقف ( $\Delta x$ )، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{v=0} \Delta x = \frac{v_0^2}{2|a|}$$



**تذکره:** هر حرکت کندشونده‌ای را می‌توان در خلاف جهت با همان شتاب و تندشونده در نظر گرفت و برعکس. اگر متحرک با سرعت اولیه  $v_0$  پس از  $t$  ثانیه متوقف شود می‌توان فرض کرد همین متحرک در مدت  $t$  با همان شتاب

$$|\Delta x| = \frac{1}{2}|a|t^2$$

در خلاف جهت، سرعتش از صفر به  $v_0$  رسیده است و می‌توان نوشت:

بزرگی جابه‌جایی در  $t$  ثانیه‌ی آخر حرکت کندشونده: می‌توان فرض کرد متحرک در همان مسیر و با همان شتاب با سرعت اولیه‌ی صفر برمی‌گردد.

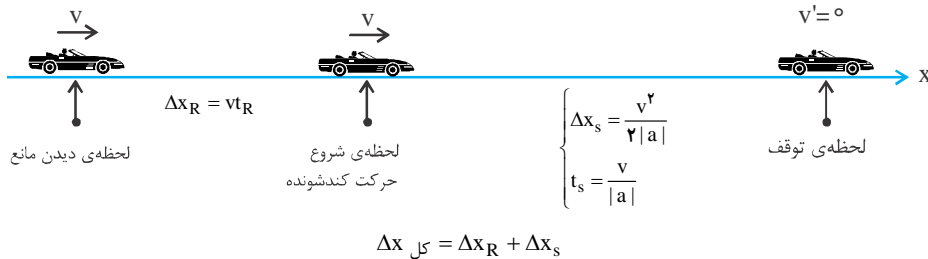
$$|\Delta x| = \frac{1}{2} |a| t^2$$

### استفاده از رابطه‌ی مستقل از شتاب

رابطه‌ی مستقل از شتاب: اگر متحرکی در حرکت با شتاب ثابت در لحظه‌ی  $t_1$  از مکان  $x_1$  با سرعت  $v_1$  و در لحظه‌ی  $t_2$  از مکان  $x_2$  با سرعت  $v_2$  عبور کند می‌توان از رابطه‌ی زیر به صورت زیر به نام رابطه‌ی مستقل از شتاب در SI استفاده کرد.

$$\Delta x = \frac{v_2 + v_1}{2} \Delta t \quad \begin{cases} \Delta x = x_2 - x_1 \\ \Delta t = t_2 - t_1 \end{cases}$$

تذکره: اگر خودرویی با سرعت  $v$  در امتداد خط راست حرکت کند و راننده ناگهان ترمز کند تا با شتاب ثابت  $a$ ، سرعت خود را کاهش داده و متوقف شود، در صورتی که زمان واکنش راننده  $t_R$  باشد، در مدت زمان واکنش، خودرو با همان سرعت ثابت  $v$  جابه‌جایی  $\Delta x_R$  را پیموده و پس از آن با شتاب ثابت  $a$  حرکت کرده و متوقف می‌شود.



### کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور

#### مسائل مربوط به حرکت با شتاب ثابت یک متحرک

تیب ۶

فیزیک ۲ صفحه‌های ۴۲ تا ۵۱ کتاب درسی

- ۵۹- در یک حرکت با شتاب ثابت و بدون سرعت اولیه بر مسیری مستقیم .....  
 (۱) سرعت متحرک ثابت است.  
 (۲) شتاب حرکت با زمان زیاد می‌شود.  
 (۳) مسافت طی شده با زمان متناسب است.  
 (۴) مسافت طی شده متناسب با مجذور زمان است.
- ۶۰- معادله‌ی حرکتی در SI به صورت  $x = t^2 + t$  است. کدام گزینه‌ی زیر برای نوع حرکت جسم درست است؟  
 (۱) الزاماً از نظر معادله‌ی ابعادی، رابطه‌ی داده شده غلط است.  
 (۲) حرکت نه یکنواخت و نه با شتاب ثابت است.  
 (۳) شتاب حرکت  $2 \text{ m/s}^2$  و سرعت اولیه  $1 \text{ m/s}$  است.  
 (۴) شتاب حرکت  $2 \text{ m/s}^2$  و سرعت اولیه  $1 \text{ m/s}$  است.
- \*  
 ۶۱- متحرکی با شتاب ثابت  $4 \text{ m/s}^2$  در مدت ۲ ثانیه در مسیر مستقیم  $20$  متر جابه‌جا می‌شود. سرعت اولیه‌ی آن چند متر بر ثانیه است؟
- (سراسری ریاضی - ۷۵)  
 \*  
 ۶۲- اگر گلوله‌ای با سرعت  $50$  متر بر ثانیه به تخته‌ای به ضخامت  $10$  سانتی‌متر برخورد کرده و از طرف دیگر آن با سرعت  $30$  متر بر ثانیه خارج شود، مدت زمان عبور گلوله در داخل تخته بر حسب ثانیه کدام مقدار خواهد بود؟ (شتاب حرکت در داخل تخته یکنواخت فرض می‌شود.)  
 (سراسری تجربی - ۷۵)  
 (۱)  $\frac{1}{4000}$  (۲)  $\frac{1}{400}$  (۳)  $\frac{1}{40}$  (۴)  $\frac{1}{4}$
- ۶۳-  $36$  ثانیه طول می‌کشد تا سرعت یک قطار که دارای حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت است، از  $40$  کیلومتر بر ساعت به  $60$  کیلومتر بر ساعت برسد. در این مدت قطار چند کیلومتر می‌پیماید؟  
 (سراسری تجربی - ۷۷)  
 (۱)  $0.5$  (۲)  $0.8$  (۳)  $1$  (۴)  $1.5$

۶۴- متحرکی با شتاب ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر سرعت این متحرک در مدت ۱۵ دقیقه از  $60 \text{ km/h}$  به  $140 \text{ km/h}$  برسد، متحرک در این مدت چند کیلومتر پیموده است؟

(سراسری تجربی - ۷۸)

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۳۵ (۴) ۵۰

۶۵- چند ثانیه طول می کشد تا کامیونی با طی مسافت  $200$  متر در حالت ترمز، به طور یکنواخت سرعت خود را از  $90 \text{ km/h}$  به  $30 \text{ km/h}$  برساند؟

(سراسری تجربی - ۷۵)

- (۱) ۶ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

\* ۶۶- در یک مسیر مستقیم، سرعت متحرکی در مکان  $x_1 = 4 \text{ m}$  برابر  $8 \text{ m/s}$  است. اگر شتاب حرکت  $2/25 \text{ m/s}^2$  باشد، در چه مکانی بر حسب متر سرعت متحرک برابر  $10 \text{ m/s}$  خواهد بود؟

(سراسری ریاضی ۷۷ - مشابه سراسری ریاضی ۶۹)

- (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴) ۱۶

۶۷- معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی در SI بر مسیر مستقیم  $v = 20t - 20$  است. اگر این متحرک در لحظه‌ی  $t = 0$  در مبدأ مکان باشد، ۲ ثانیه بعد در فاصله‌ی چند متری آن خواهد بود؟

(سراسری تجربی - ۷۳)

- (۱) صفر (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰

۶۸- معادله‌ی سرعت جسمی بر حسب زمان  $v = 4t - 6$  است. اگر در  $t = 0$  جسم در مبدأ مختصات باشد، جابه‌جایی جسم پس از گذشت ۳ ثانیه چه قدر است؟

(سراسری تجربی - ۶۹)

- (۱) صفر (۲) ۶ (۳) ۱۲ (۴) ۱۸

۶۹- معادله‌ی سرعت متحرکی در SI به صورت  $v = 3t + 3$  است. شتاب و جابه‌جایی متحرک در ثانیه‌ی اول به ترتیب از راست به چپ چند  $\text{m/s}^2$  و چند متر است؟

(سراسری تجربی - ۷۲)

- (۱)  $3$  و  $4/5$  (۲)  $3$  و  $6$  (۳)  $6$  و  $4/5$  (۴)  $6$  و  $6$

۷۰- معادله‌ی سرعت متحرکی در SI به صورت  $V = 2t + 4$  است. مسافتی که متحرک در ثانیه‌ی چهارم حرکت طی می‌کند چند متر است؟

(سراسری تجربی ۸۲ - مشابه سراسری ریاضی ۶۳)

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۱ (۳) ۱۲ (۴) ۱۳

۷۱- معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی که روی محور  $x$  حرکت می‌کند، در SI به صورت  $V = -2t + 4$  است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در ۲ ثانیه‌ی سوم چند متر است؟

(سراسری ریاضی - ۸۸)

- (۱) ۱۵ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

۷۲- معادله‌ی سرعت متحرکی در SI به صورت  $v = -6t^2 + 6t$  است. اگر حرکت متحرک در مسیر مستقیم بوده و مکان آن در لحظه‌ی  $t = 1 \text{ s}$  نقطه‌ی  $x = -2 \text{ m}$  باشد، معادله‌ی مکان کدام است؟

(سراسری ریاضی - ۸۶)

- (۱)  $x = -12t + 6$  (۲)  $x = -12t + 10$   
(۳)  $x = -3t^2 - 3t - 3$  (۴)  $x = -2t^3 + 3t^2 - 3$

۷۳- اتومبیلی از حالت سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. اگر مسافت طی شده در ثانیه‌ی اول  $2/5$  متر باشد، مسافت طی شده در ثانیه‌ی دوم چند متر است؟

(سراسری ریاضی - ۶۵)

- (۱)  $2/5$  (۲) ۵ (۳)  $7/5$  (۴) ۱۰

۷۴- متحرکی با شتاب ثابت و سرعت اولیه‌ی  $v_0$  در ۲ ثانیه‌ی اول حرکت خود، ۱۳ متر، و در ۲ ثانیه‌ی سوم حرکت خود، ۲۵ متر را طی می‌کند. شتاب حرکت در SI کدام است؟

(سراسری تجربی - ۹۱)

- (۱)  $1/5$  (۲)  $2/5$  (۳) ۳ (۴) ۵

\* ۷۵- جسمی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. در لحظه‌ی  $t = 2 \text{ s}$  در  $1$  متری مبدأ و در لحظه‌ی  $t = 4 \text{ s}$  در  $13$  متری مبدأ است. در شروع حرکت در چند متری مبدأ بوده است؟

(سراسری تجربی - ۷۷)

- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) -۲ (۴) -۳

۷۶- ذره‌ای با شتاب ثابت بر خط راستی حرکت می‌کند. در لحظه‌ی  $t = 0$  این ذره در مکان  $x_0 = -5\text{m}$  است. اگر سرعت این ذره در مکان‌های  $x_1 = 7\text{m}$  و  $x_2 = 16\text{m}$  به ترتیب برابر  $4\text{ m/s}$  و  $5\text{ m/s}$  باشد، شتاب حرکت و سرعت اولیه‌ی آن در SI به ترتیب کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۷۶)

- (۱)  $0/5$  و  $2$   
(۲)  $1$  و  $3$   
(۳)  $1/5$  و  $2$   
(۴)  $3$  و  $0/5$

۷۷- متحرکی با سرعت اولیه‌ی  $4\text{ m/s} +$  و با شتاب  $2\text{ m/s}^2 +$  در یک مسیر مستقیم  $12\text{m}$  جابه‌جا می‌شود، سرعت متوسط متحرک در این جابه‌جایی چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری ریاضی - ۸۰)

- (۱)  $6$   
(۲)  $8$   
(۳)  $10$   
(۴)  $12$

۷۸- اگر معادله‌ی سرعت - زمان جسمی در SI به صورت  $v = 2t + v_0$  بوده و سرعت متوسط آن در مدت ۳ ثانیه‌ی اول برابر با  $12$  متر بر ثانیه باشد،  $v_0$  چند متر بر ثانیه است؟ (سراسری تجربی - ۷۷)

- (۱)  $4$   
(۲)  $6$   
(۳)  $7$   
(۴)  $9$

۷۹- متحرکی در مسیر مستقیم و با شتاب ثابت فاصله‌ی  $80$  متری از A تا B را در مدت ۸ ثانیه طی می‌کند و در لحظه‌ی رسیدن به نقطه‌ی B سرعتش به  $15\text{ m/s}$  می‌رسد. شتاب متحرک چند متر بر مربع ثانیه است؟ (سراسری ریاضی - ۸۹)

- (۱)  $\frac{3}{2}$   
(۲)  $\frac{3}{4}$   
(۳)  $\frac{5}{2}$   
(۴)  $\frac{5}{4}$

۸۰- متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت از نقطه‌ی A به حرکت در می‌آید و در ادامه‌ی مسیر به نقطه‌ی B و سپس C می‌رسد و فاصله‌ی  $120$  متری BC را در مدت  $10$  ثانیه طی می‌کند. اگر سرعت متحرک در نقطه‌ی C،  $20\text{ m/s}$  باشد، فاصله‌ی بین A و B چند متر است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۹)

- (۱)  $2/5$   
(۲)  $5$   
(۳)  $10$   
(۴)  $22/5$

۸۱- اتومبیلی با سرعت  $90\text{ km/h}$  در حرکت است. راننده ناگهان مانعی را در فاصله‌ی  $80$  متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر زمان تأخیر در واکنش راننده  $4\text{ s}$  باشد و اندازه‌ی شتاب کند شدن اتومبیل در حین ترمز  $5\text{ m/s}^2$  باشد، اتومبیل: (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۶)

(۱) در  $7/5$  متری مانع می‌ایستد.  
(۲) به مانع برخورد می‌کند.

(۳) در فاصله‌ی  $10$  متری مانع می‌ایستد.  
(۴) در لحظه‌ی رسیدن به مانع متوقف می‌شود.

۸۲- اگر سرعت متوسط جسمی که از حال سکون به حرکت در می‌آید در  $t$  ثانیه‌ی اول حرکت  $4\text{ m/s}$  و در  $t$  ثانیه‌ی دوم حرکت  $6\text{ m/s}$  و در  $t$  ثانیه‌ی سوم حرکت نیز  $6\text{ m/s}$  باشد، نوع حرکت آن (با توجه به این که شتاب هر مرحله ثابت است) از شروع حرکت به ترتیب کدام است؟ (شاهد تجربی - ۶۷)

- (۱) تندشونده، کندشونده، کندشونده  
(۲) تندشونده، تندشونده، یک‌نواخت  
(۳) تندشونده، کندشونده، یک‌نواخت  
(۴) تندشونده، کندشونده، تندشونده

### آزمون‌های کانون و سایر منابع

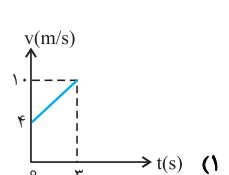
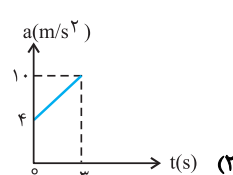
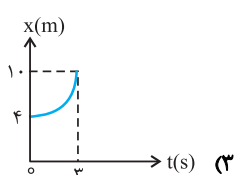
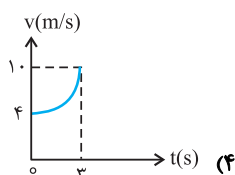
۸۳- شتاب متحرکی بر مسیر مستقیم  $4\text{ m/s}^2 -$  و سرعت آن در لحظه‌ی  $t = 1\text{ s}$  برابر  $20\text{ m/s}$  است، معادله‌ی سرعت متحرک در SI کدام است؟ (آزاد ریاضی - ۷۷)

- (۱)  $v = -2t + 22$   
(۲)  $v = -4t + 20$   
(۳)  $v = -2t + 20$   
(۴)  $v = -4t + 24$

۸۴- متحرکی با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  روی محور Xها حرکت می‌کند، اگر در مکان  $x = -2/5\text{m}$  سرعت آن برابر  $2/5\text{ m/s}$  باشد، سه ثانیه بعد از آن متحرک در فاصله‌ی چند متری مبدأ خواهد بود؟ (آزاد پزشکی - ۸۰)

- (۱)  $16/5$   
(۲)  $14$   
(۳)  $11/5$   
(۴)  $19$

۸۵- متحرکی با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  و سرعت اولیه‌ی  $4\text{ m/s}$  بر مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید، کدام نمودار در مورد این متحرک در ۳ ثانیه‌ی اول حرکت صحیح است؟ (آزاد پزشکی - ۸۱)





۸۶- متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، کدامیک از شکل‌های زیر نمودار سرعت - زمان آن می‌باشد؟

(آزاد ریاضی بعداز ظهر ۸۹-مشابه آزاد ریاضی ۸۵)



۸۷- دو متحرک هم زمان از حال سکون از یک نقطه، یکی با شتاب  $a$  و دیگری با شتاب  $(a + 2)$  متر بر مجذور ثانیه به حرکت درمی‌آیند و پس از  $t$  ثانیه سرعت

(آزاد ریاضی- ۷۱)

آن‌ها به ترتیب به  $10$  و  $12$  متر بر ثانیه می‌رسد.  $a$  چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- (۱)  $10$
- (۲)  $2$
- (۳)  $1/2$
- (۴)  $14$

۸۸- متحرکی با شتاب ثابت، مسافت  $48$  متر را بر مسیر مستقیم، بین دو لحظه‌ی  $t$  و  $(t + 3)$  ثانیه طی می‌کند و در پایان این مسیر سرعتش به  $20 \text{ m/s}$  می‌رسد. سرعت این متحرک در لحظه‌ی  $t$  چند  $\text{m/s}$  است؟

(آزاد ریاضی - ۷۵)

- (۱)  $10$
- (۲)  $12$
- (۳)  $14$
- (۴)  $16$

۸۹- خودرویی با سرعت  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در مسیری مستقیم در حال حرکت است. راننده ناگهان ترمز می‌کند و سرعت خودرو با شتاب ثابت  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  کاهش می‌یابد تا خودرو متوقف شود. مسافتی که خودرو در طی زمان ترمز کردن طی می‌کند، چند متر است؟

(فیزیک پیش ریاضی - فصل ۱- مثال ۱۱- (آزمون کانون - ۹۱)

- (۱)  $5$
- (۲)  $2/5$
- (۳)  $10$
- (۴)  $25$

۹۰- اگر معادله‌ی حرکت جسمی در SI به صورت  $x = -2t^2 + 8t$  باشد، این جسم پس از طی چند متر از شروع حرکت متوقف می‌شود؟

(آزاد ریاضی- ۸۶)

- (۱)  $16$
- (۲)  $32$
- (۳)  $8$
- (۴)  $24$

۹۱- متحرکی با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند. اگر سرعت آن در لحظه‌ی  $t_1 = 3 \text{ s}$  برابر  $10 \text{ m/s}$  و در لحظه‌ی  $t_2 = 8 \text{ s}$  برابر  $20 \text{ m/s}$  باشد

(آزاد ریاضی - ۸۳)

سرعت اولیه‌ی آن (در لحظه‌ی  $t = 0$ ) برابر چند  $\text{m/s}$  است؟

- (۱)  $5$
- (۲)  $2$
- (۳)  $3$
- (۴)  $4$

۹۲- جسمی از حال سکون با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت درمی‌آید و مسافت  $d$  را طی می‌کند. اگر  $\frac{d}{4}$  اول مسیر را در مدت  $t_1$  و بقیه‌ی مسیر را در مدت  $t_2$  طی کرده باشد، نسبت  $\frac{t_2}{t_1}$  کدام است؟

(آزاد ریاضی- ۷۴)

- (۱)  $\sqrt{3}$
- (۲)  $1$
- (۳)  $2$
- (۴)  $3$

۹۳- متحرکی با شتاب ثابت در  $3$  ثانیه مسافت  $13/5$  متر و در  $3$  ثانیه‌ی بعد، مسافت  $18$  متر را طی می‌کند. شتاب حرکت آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟

(آزاد ریاضی - ۷۳)

- (۱)  $0/5$
- (۲)  $1/3$
- (۳)  $1/5$
- (۴)  $4/5$

۹۴- متحرکی که با شتابی ثابت و در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، در هر  $2$  ثانیه یک متر کم‌تر از  $2$  ثانیه‌ی قبل می‌پیماید. اگر این متحرک پس از  $450$  متر

(آزمون کانون - ۹۳)

جابه‌جایی متوقف شود، اندازه‌ی سرعت اولیه‌ی آن چند متر بر ثانیه بوده است؟

- (۱)  $0/5$
- (۲)  $15$
- (۳)  $30$
- (۴)  $224/5$

۹۵- متحرکی از حال سکون و با شتاب ثابت بر مسیری مستقیم شروع به حرکت می‌کند. اگر این متحرک ۹ متر اول مسیر حرکتش را در مدت ۳s طی کند، سرعت متوسط آن در ۴۰ متر بعدی چند متر بر ثانیه است؟

(آزمون کانون - ۹۱)

- ۳ (۱) ۸ (۲)  
۵ (۳) ۱۰ (۴) \*

۹۶- متحرکی از حال سکون و در مسیری مستقیم با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند و مسافت ۴۰۰ متر را طی می‌کند. اگر این متحرک ۱۷۵ متر آخر مسیر حرکت را در مدت ۵s طی کند، مدت زمان کل حرکت متحرک برابر با چند ثانیه است؟

(آزمون کانون - ۹۳)

- ۴۰ (۱) ۱۰ (۲)  
۲۰ (۳) ۱۵ (۴)

۹۷- جسمی با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند. این جسم در لحظه  $t = 0$  در فاصله‌ی ۲ متری مبدأ و سرعتش برابر  $10 \text{ m/s}$  است. اگر سرعت جسم در فاصله‌ی ۱۰ متری مبدأ برابر  $6 \text{ m/s}$  باشد، معادله‌ی سرعت آن کدام است؟

(آزاد ریاضی - ۸۰)

- $v = 4t + 8$  (۱)  $v = -4t + 8$  (۲)  
 $v = -4t + 10$  (۳)  $v = 4t + 10$  (۴) \*

۹۸- متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید. اگر سرعت متوسط متحرک در ۴ ثانیه اول حرکت برابر ۸ متر بر ثانیه باشد، سرعت آن در پایان ثانیه‌ی پنجم چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

(آزاد پزشکی بعدازظهر - ۸۹)

- ۱۸ (۱) ۲۴ (۲)  
۱۶ (۳) ۲۰ (۴)

۹۹- متحرکی روی محور  $x$  ها از مکان  $x_0 = 4 \text{ m}$  با سرعت اولیه‌ی  $4 \text{ m/s}$  و شتاب ثابت به حرکت در می‌آید و در مکان  $x = 10 \text{ m}$  سرعت آن به  $8 \text{ m/s}$  می‌رسد. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

(آزاد ریاضی بعدازظهر - ۸۸)

- $x = -2t^2 + 4t + 4$  (۱)  $x = t^2 + 4t + 4$  (۲)  
 $x = 2t^2 + 4t + 4$  (۳)  $x = -t^2 + 4t + 4$  (۴)

۱۰۰- متحرکی بر مسیر مستقیم با شتاب ثابت، مسافت ۱۲۰ متر را در ۸ ثانیه طی می‌کند. اگر سرعت متحرک در پایان مسیر ۵ برابر سرعت اولیه‌ی آن باشد، شتاب حرکت چند  $\text{m/s}^2$  است؟

(آزاد ریاضی بعدازظهر - ۸۵)

- ۲/۵ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱/۶ (۴)

۱۰۱- متحرکی در مسیری مستقیم با شتاب ثابت در ثانیه اول مسافت ۴ متر و در ثانیه دوم مسافت ۶ متر را طی می‌کند. سرعت اولیه‌ی این متحرک چند متر بر ثانیه بوده است؟

(آزاد ریاضی - ۹۱)

- ۴ (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  
۲ (۳) ۳ (۴) \*

۱۰۲- جسمی که با سرعت ثابت بر مسیر مستقیمی در حال حرکت است، در اثر نیروی ثابتی در راستا و هم‌جهت با سرعت، مسافت ۳۵ متر را با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  در مدت ۵ ثانیه طی می‌کند. سرعت متحرک در پایان این مدت چند متر بر ثانیه است؟

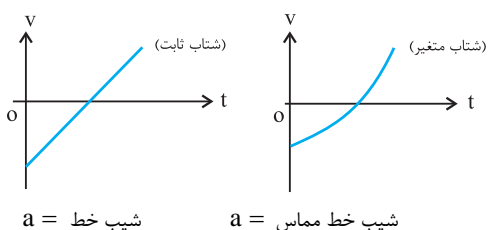
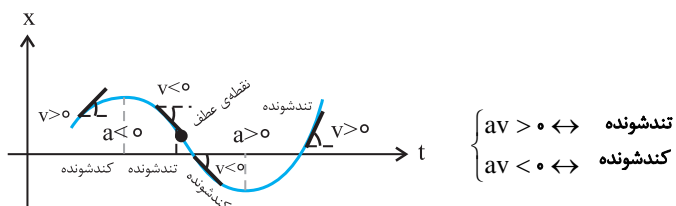
(آزاد تجربی - ۸۵)

- ۱۴ (۱) ۱۲ (۲)  
۱۰/۵ (۳) ۱۰ (۴)

## بررسی نمودارها و تعیین نوع حرکت به کمک آن‌ها

استفاده از نمودار مکان-زمان در تعیین نوع حرکت (تند یا کندشونده):

۱. می‌توان تغییرات شیب نمودار  $x-t$  که بیان‌گر سرعت لحظه‌ای است را بررسی کرد. اگر قدر مطلق شیب خط مماس بر نمودار  $x-t$  در حال افزایش باشد حرکت تندشونده و اگر در حال کاهش باشد، حرکت کندشونده خواهد بود.
۲. با توجه به علامت شتاب (توجه به تقعر منحنی) و علامت سرعت (توجه به شیب خط مماس بر نمودار) در نمودار  $x-t$ ، می‌توان به نوع حرکت (تند یا کندشونده بودن) پی برد.
۳. در نقطه‌ی عطف نمودار مکان-زمان، شتاب و برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر می‌شوند و بردارهای شتاب و نیرو تغییر جهت می‌دهند.



استفاده از نمودار سرعت-زمان در تعیین نوع حرکت (تند یا کندشونده): اگر نمودار سرعت-زمان به محور زمان نزدیک شود، حرکت متحرک کندشونده (بزرگی سرعت کاهش می‌یابد) و اگر از محور زمان دور شود حرکت متحرک تندشونده (بزرگی سرعت افزایش می‌یابد) است. اگر نمودار  $v-t$  یک خط راست غیر موازی با محور  $t$  باشد، حرکت با شتاب ثابت است و اگر یک منحنی باشد، حرکت با شتاب متغیر است.

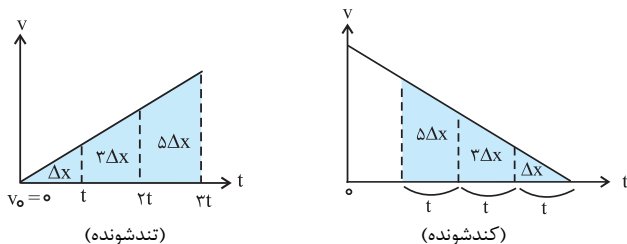
## تعیین نوع حرکت به کمک معادله‌ی حرکت یا سرعت

استفاده از معادله‌ی حرکت با شتاب ثابت در تعیین نوع حرکت: به‌طور کلی اگر معادله‌ی حرکت متحرکی به صورت  $x = At^2 + Bt + C$  داده شده باشد، در صورتی که ضریب  $t^2$  یعنی (A) و ضریب  $t$  یعنی (B) هم‌علامت باشند، حرکت الزاماً تندشونده و اگر ضریب  $t^2$  یعنی (A) و ضریب  $t$  یعنی (B) هم‌علامت نباشند، حرکت در ابتدا کندشونده (قبل از توقف) و بعد از آن تندشونده است که لحظه‌ی توقف از رابطه‌ی  $t_s = \left| \frac{B}{2A} \right|$  محاسبه می‌شود.

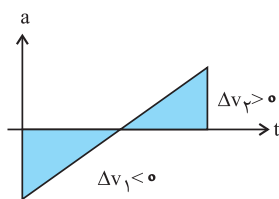
تعیین نوع حرکت با استفاده از  $a$  و  $v$ : اگر در حرکت یک متحرک، در یک لحظه (یا در یک بازه‌ی زمانی معین)  $a$  و  $v$  هم‌علامت باشند ( $av > 0$ )، در آن لحظه (یا بازه‌ی زمانی) حرکت متحرک تندشونده بوده (بزرگی سرعتش افزایش می‌یابد) و اگر  $a$  و  $v$  هم‌علامت نباشند ( $av < 0$ )، حرکت متحرک کندشونده است. (بزرگی سرعتش کاهش می‌یابد).

تذکره: یکی از ساده‌ترین راه‌ها برای بررسی چگونگی حرکت متحرک، استفاده از نمودار سرعت زمان است، لذا با یک بار مشتق‌گیری از معادله‌ی حرکت نسبت به زمان و تعیین معادله‌ی سرعت، نمودار سرعت - زمان را با استفاده از معادله‌ی سرعت - زمان رسم کرده و به تحلیل مسئله می‌پردازیم. به‌طور کلی معروف است که می‌گویید، نمودار سرعت - زمان شاه کلید حل سؤال‌های حرکت‌شناسی است.

تذکره: در حرکت با شتاب ثابت، اگر نمودار سرعت - زمان به صورت زیر باشد، می‌توان رابطه‌ی بین جابه‌جایی‌های متحرک را در بازه‌های زمانی مساوی و متوالی، تعیین کرد.



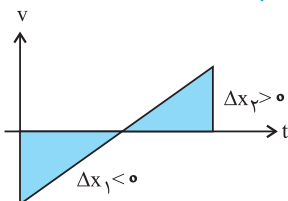
### بررسی تحلیلی نمودار شتاب-زمان (a-t)



**نمودار شتاب-زمان:** با استفاده از این نمودار می‌توان به نوع ثابت و یا متغیر بودن شتاب حرکت پی برد. علاوه بر آن، سطح زیر نمودار  $a-t$  برابر تغییر سرعت متحرک ( $\Delta v$ ) است. دقت کنید که با توجه به مثبت یا منفی بودن شتاب،  $\Delta v$  می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

**تذکر:** اگر در یک بازه‌ی زمانی، نمودار  $a-t$  خط راستی موازی با محور  $t$  باشد، شتاب حرکت ثابت بوده و می‌توان از روابط مربوط به حرکت با شتاب ثابت در آن بازه استفاده کرد.

### جابه‌جایی، مسافت طی شده و سرعت متوسط با استفاده از سطح زیر نمودار (v-t)

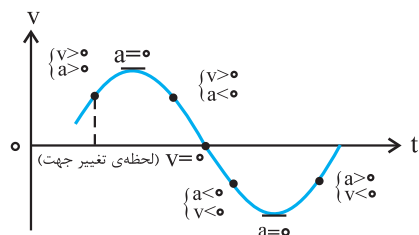


محاسبه‌ی جابه‌جایی یا مسافت طی شده با استفاده از سطح زیر نمودار  $v-t$ : می‌دانیم که سطح زیر نمودار  $v-t$  برابر جابه‌جایی متحرک است. بدیهی است که جابه‌جایی (سطح زیر نمودار) به ازای مقادیر منفی  $v$  در خلاف جهت محور ( $\Delta x < 0$ ) و به ازای مقادیر مثبت  $v$  در جهت محور ( $\Delta x > 0$ ) خواهد بود. لذا برای تعیین جابه‌جایی کل و نیز مسافت کل طی شده به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 \quad \text{و} \quad d = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| \quad \text{مسافت کل طی شده}$$

جمع جبری

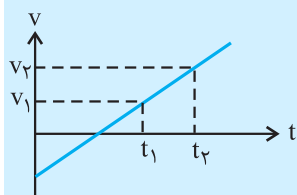
شیب خط مماس بر نمودار  $v-t$  در هر لحظه برابر شتاب متحرک در آن لحظه است.



**سرعت متوسط با استفاده از سطح زیر نمودار  $v-t$ :** با استفاده از سطح زیر نمودار  $v-t$  جابه‌جایی را یافته، سپس با استفاده از رابطه‌ی  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ،

سرعت متوسط کل را محاسبه می‌کنیم.

**تذکر:** اگر نمودار سرعت-زمان در یک بازه‌ی معین به صورت یک خط راست با شیب ثابت باشد، شتاب حرکت ثابت بوده و می‌توان برای تعیین  $\bar{v}$  در آن بازه به صورت مقابل نیز عمل کرد:



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

### کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور

بررسی کیفی نمودارها و تعیین نوع حرکت (ندشونده یا کندشونده) **نپ ۷** فیزیک پیش‌ریاضی صفحه‌های ۱۴ تا ۱۶ کتاب درسی

(سراسری ریاضی-۷۲)

۱۰۳- نمودار مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت، بدون سرعت اولیه کدام است؟

