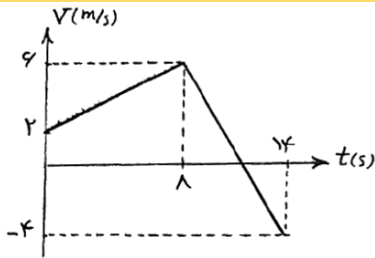


مثال ۴۶



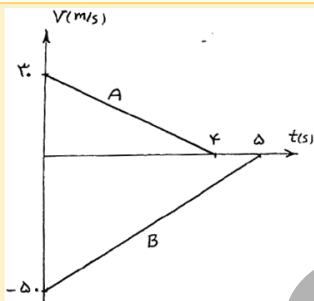
نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل است.

الف) متحرک در کل حرکت (۱۴ ثانیه) چه مسافتی پیموده و چند متر جابه جا شده است؟

ب) حداکثر فاصله‌ی متحرک تا نقطه‌ی شروع حرکت چند متر است؟

ج) در ۴ ثانیه‌ی دوم حرکت، متحرک چند متر جابه جا شده است؟

مثال ۴۷



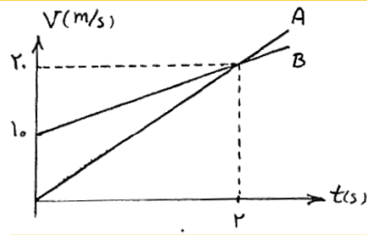
نمودار سرعت - زمان دو قطار که بر روی یک ریل، یکدیگر را در فاصله‌ی ۳۰۰ متری از هم می بینند و ترمز می نمایند، مطابق شکل آمده است.

الف) در لحظه‌ای که قطار A متوقف شده است، سرعت قطار B چه قدر است؟

ب) در این لحظه، فاصله‌ی دو قطار از هم چند متر است؟

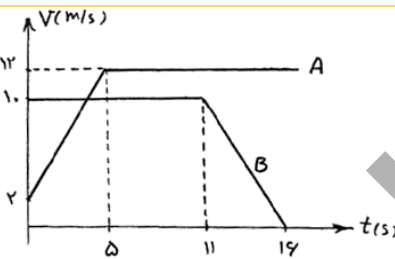
ج) حداقل فاصله‌ی دو قطار از هم چند متر خواهد شد؟

◆ مثال ۴۸



دو متحرک  $A$  و  $B$  که نمودار سرعت - زمان آن‌ها مطابق شکل است، در  $t = 0$  از کنار هم عبور می‌کنند. در چه لحظه‌ای مجدداً دو متحرک به هم می‌رسند؟

◆ مثال ۴۹



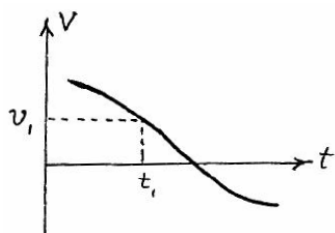
نمودار سرعت - زمان دو متحرک  $A$  و  $B$ ، که روی محور  $x$  حرکت می‌کنند، مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظه‌ی  $t = 0$ ، هر دو متحرک در  $x = 0$  قرار داشته باشند، چند ثانیه پس از آن، دو متحرک به هم می‌رسند؟

• سرعت متوسط:

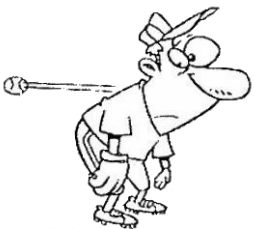
به کمک تعریف سرعت متوسط  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، می‌توانیم ابتدا  $\Delta x$  و سپس  $\bar{v}$  را به سادگی

تعیین نماییم.

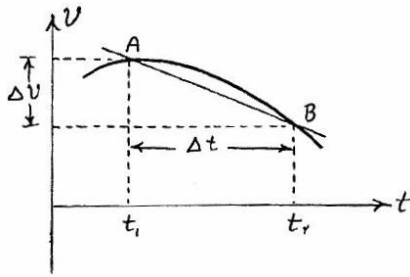
• سرعت لحظه‌ای:



ساده‌ترین چیزی که می‌توان از نمودار سرعت - زمان به دست آورد، سرعت متحرک در هر لحظه‌ی دلخواه است. (شبیه به دست آوردن مکان متحرک، از روی نمودار مکان - زمان!)



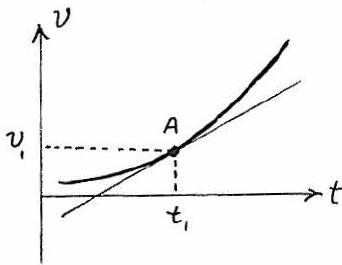
• شتاب متوسط:



با معلوم بودن سرعت متحرک در هر لحظه‌ای دلخواه، با توجه به تعریف شتاب متوسط، می‌توانیم مقدار آن را در هر بازه‌ی زمانی، از روی نمودار تعیین نماییم.

تعبیر هندسی شتاب متوسط در یک بازه‌ی زمانی به صورت شیب پاره‌خطی که نقاط متناظر با آن دو لحظه، روی نمودار را به هم متصل می‌کند، بیان می‌شود.

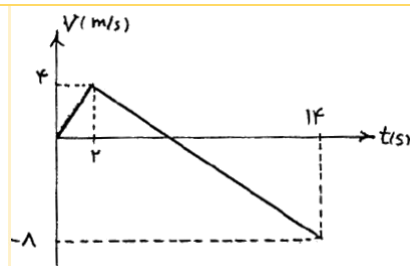
• شتاب لحظه‌ای:



در تعریف شتاب لحظه‌ای، دیدیم که  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

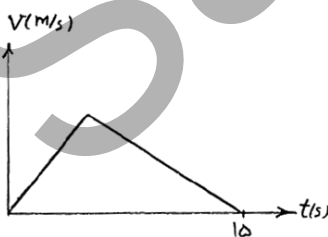
است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت: شتاب متحرک در هر لحظه، برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان، در آن لحظه است.

مثال ۵۰



متحرکی روی محور  $x$  حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل مقابل است.  
الف) سرعت متوسط متحرک در کل حرکت چه قدر است؟  
ب) متحرک در ۱۴ ثانیه‌ی اول چه مدت در خلاف جهت محور  $x$ ها حرکت کرده است؟ در این مدت، سرعت متوسط متحرک چه قدر است؟

مثال ۵۱



نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر سرعت متوسط متحرک در کل زمان حرکت و اندازه‌ی شتاب در حرکت تند شونده دو برابر شتاب در مرحله‌ی کند شونده باشد، بیشینه‌ی سرعت متحرک و شتاب حرکت در هر مرحله را بیابید.



پ. نمودار شتاب - زمان

- تغییرات سرعت:

می‌توان نشان داد مساحت بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان در یک بازه‌ی زمانی، برابر تغییرات سرعت متحرک در آن بازه‌ی زمانی است. یعنی:

$$\Delta v = S_1 - S_2 + S_3 \pm \dots \quad (1-23)$$

**نکته:** فقط با در اختیار داشتن نمودار شتاب - زمان یک متحرک، نمی‌توان اطلاعی در مورد مکان و سرعت متحرک در لحظات مختلف به دست آورد.

- شتاب متوسط:

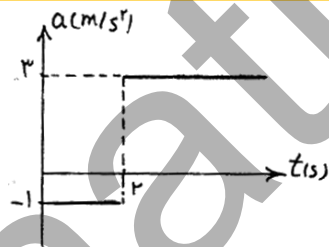
به کمک تعریف شتاب متوسط، می‌توان مقدار این کمیت را در هر بازه‌ی زمانی دلخواه و با استفاده از مساحت زیر نمودار شتاب - زمان، تعیین کرد.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{S_{a-t}}{\Delta t} \quad (1-23)$$

- شتاب لحظه‌ای:

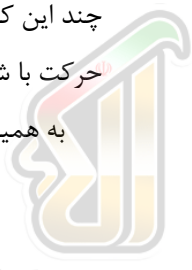
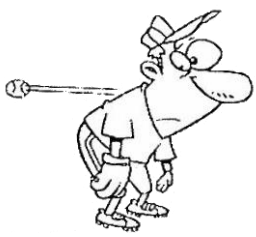
حداقل انتظاری که از این نمودار می‌رود، تعیین شتاب متحرک در لحظات مختلف است!

◆ مثال ۵۲

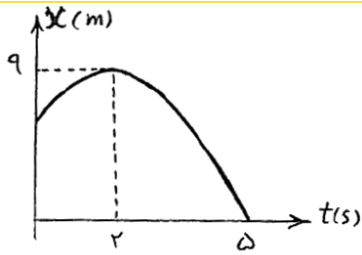


نمودار شتاب - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر سرعت اولیه‌ی متحرک  $-3 \frac{m}{s}$  باشد، نوع حرکت را در لحظات  $t_1 = 3s$  و  $t_2 = 4s$  تعیین نمایید.

**نکته:** به کمک نمودار مکان - زمان، می‌توان نمودار سرعت - زمان را برای متحرک رسم نمود. برای این کار کافی است، بتوانیم شیب خطوط مماس بر نمودار مکان - زمان را در لحظات مختلف تعیین نماییم. هر چند این کار در حالت کلی دشوار به نظر می‌رسد، اما برای حالت‌هایی که در حال بررسی حرکت یکنواخت، یا حرکت با شتاب ثابت هستیم (با توجه به روابط موجود)، کار دشواری نخواهد بود. به همین ترتیب، می‌توان نمودار شتاب - زمان را از روی نمودار سرعت - زمان استخراج کرد.

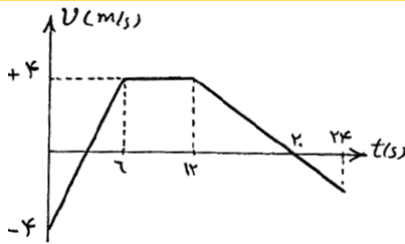


مثال ۵۳



نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت، روی محور  $x$ ها حرکت می‌کند، مطابق شکل است. نمودارهای سرعت - زمان و شتاب - زمان را برای آن رسم کنید.

مثال ۵۴



نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. نمودار شتاب - زمان را برای آن رسم نمایید.

**نکته:** از روی نمودار شتاب - زمان نیز، با معلوم بودن شرایط اولیه، می‌توان نمودار سرعت - زمان را رسم کرد. در این حالت، از این نکته استفاده می‌شود که تغییرات سرعت در هر بازه‌ی زمانی دلخواه برابر مساحت زیر نمودار شتاب - زمان، در همان بازه‌ی زمانی است.

به همین ترتیب، با معلوم بودن نمودار سرعت - زمان و در اختیار داشتن اطلاعاتی در مورد مکان متحرک، در لحظه‌ای خاص، می‌توان نمودار مکان - زمان را برای حرکت ترسیم کرد. در این جا به یاد می‌آوریم که

