

به نام خدا



## فیزیک دوازدهم تجربی

مخصوص داوطلبان کنکور و شرکت کنندگان آزمون های آزمایشی

**جزوه ی سطح دشوار برای داوطلبان رتبه ی زیر ۱۰۰۰ مناطق**

منطبق بر آخرین کتاب درسی

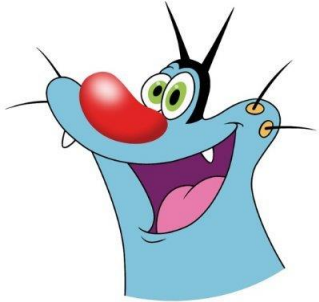
**تهیه: مهندس میعاد دارستانی دبیر رسمی آموزش و پرورش جوانرود**

چه کسانی این جزوه را بخوانند؟ کنکوری هایی که میخوان زیر ۱۰۰۰ (مناطق سه گانه شوند) - دانش آموزان مدارس تیزهوشان و المپیادی ها

\*\*روی چینش تست ها و سوالات این جزوه بر اساس میزان سختی و مهم بودن و احتمال طرح مفاهیم و تیپ مشابیه در کنکور با نظر جمعی کار شده. لذا این جزوه نسبت به جزوه های دست نویس و تایپی اساتید منحصر به فرده. یعنی سوال الکی توی این جزوه نداریم !!

دانش آموزان **کرمانشاه** و **جوانرود** و **پاوه** و **روانسر** و تهران در صورت درخواست تدریس خصوصی میتونن تماس بگیرن.

مورد  
قادرهای  
الان هر  
اینها از  
این فصل  
کمک



دکترین و پرستارهای مقرر!!! وروبر شما رو به فیزیک دوازدهم تبریک میگم. فیزیک دوازدهم بیشتر در سینماتیکه!! یعنی حرکت شناسی و دینامیک و نوسان که بخش های فتن و از فصل های هستن که کنکور اینها خودشونو نشون میدرن. فیزیک دوازدهم بیش از ۵۰ درصد کنکورتون رو تشکیل میده پس تازه تا پی فونرین به نمفش هم نرسیرین. معمولا فصل های مربوط به سینماتیک یعنی دینامیک و حرکت و فصل های هستند که اغلب بچه های تبری و ریاضی در اینها دچار استهلاک میشن!!! پس یارتون باشه که ها رو جری بگیرین. توی این جزوه سعی میکنیم انقدر غلیظ بهش بپردازیم که رنگه نیازی به کتاب های آموزشی نداشته باشین.

توی این جزوه مباحث رو به چند سطح بیان کردیم. اول در سطح **سوالات امتحانی کلاسی تالیفی**. دوم نمونه **سوال های امتحانی پایانی مدارس برتر کشور** و سوم در سطح **سوالات کنکور سراسری**. تمامی نکاتی که ممکنه برای یک فصل مطرح بشه رو به صورت کامل در جزوه بیان کرده ایم.

البته هیچ جزوه ای خالی از ایراد و کم و کاستی نیست. شما می تونید این جزوه رو پرینت گرفته و در گوشه کنار جزوه مطالبی را که به نظرتون مفیده یادداشت کنید و به جزوه اضافه کنید.

نظرات و پیشنهادات خودتون رو میتونید با مهندس دارستانی به ایمیل [miadtehran@gmail.com](mailto:miadtehran@gmail.com) یا با شماره تلفن ۰۹۱۰۶۷۵۸۹۷۷ در میان بگذارید. در صورت درخواست مشاوره تلفنی و حضوری و همچنین تدریس آنلاین میتوانید به این شماره یا ایمیل تماس بگیرید.

بی همه به عالم معانی نزی

زنده به حیات جاودانی نزی

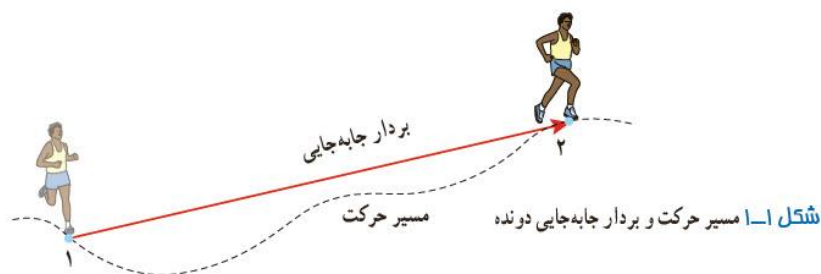
تا بچو خلیل به آتش اندر نشوی

چون خضر به آب زندگانی نزی

## حرکت بر خط راست

اونایی که هر گونه معنری میفوان بنونن ترم اول اهمیت فصل های اول تا چهارم دوازدهم رو که یک سال قبل دانشگاه رفتن کزروندن میفومن !!! بسمه الله که کردن با ۳ واحد فیزیک ۱ رو به رو هستن که کمپلت درمورد حرکت و دینامیک و اینهاست. یعنی فقط بحث کنکورش نیس. فیلی از چیزهایی که توی دبیرستان خوب یاد میگیرین ، کار شما رو توی دانشگاه راحت تر میکنه. دوازدهم حدود ۵ درصد کنکور شما رو تشکیل میده. پس اهمیتش به تنهایی به اندازه ی دهم و یازدهمه.. چند فصل اول فصل های سینماتیکه ... این چند فصل اول سخت ترین سوالاتی کنکور فیزیک رو تشکیل میدن. یعنی رقابت فیزیک در نهایت میاز سر مسائل سینماتیک و دینامیک. پس خوب به مفهوم و یادگیری این فصل ها توجه کنید . علاوه بر این مهندسیین مکانیک کشاورزی و پلیمر و .... فیلی با مفاهیم سینماتیک درگیر هستن. اونایی هم که میفوان دکتر بشن و کار بیمارستان میفوان ، این سکوی مهمیه که از رقباشون پیشی بگیرن. توکل بر خدا.

بردار جابه جایی و مسافت: خیلی ساده و مفهومی بگیریم. مسافت یعنی چقدر راه رفتی و چقدر طی کردی. وقتی بین دو نقطه یا بین دو شهر حرکت میکنی که فاصله ی بین این دو شهر ۱۰ کیلومتر است وقتی سه کیلومتر رو طی میکنی میفهمی که گوشی موبایلتو خونه جا گذاشتی مجبوری دوباره برگردی خونه و دوباره به سمت شهر مقصد حرکت کنی. سه کیلومتر رفتی و سه کیلومتر برگشتی و ۱۰ کیلومتر هم باید بری تا به مقصد برسی یعنی ۱۶ کیلومتر مسافت طی کردی. ولی وقتی گوشی رو جا گذاشتی و دوباره به خونه برگشتی تو اصلا نسبت به جای اول جابه جا نشدی. مثلا توی شهر مقصد کار اداری داشتی. از دید اونا تو هنوز خونه ای و جا به جایی انجام ندادی. بردار جابه جایی خط مستقیم بین مبدا و مقصد هستش یا همون بردار مکان در مبدا و مقصد. ولی مسافت چیزی که طی می شود .



تمرین (سراسری ریاضی خ ۹۷)

پرنده ای روی لبه ی ساختمان بلندی به ارتفاع ۵۰ متر نشسته بود ابتدا پرواز کرده و به پای ساختمان می رسد ، سپس ۴۰ متر به سمت شرق حرکت میکند و در نهایت ۳۰ متر به سمت شمال حرکت می کند. در طی کل مسیر جابه جایی این پرنده چند متر است؟

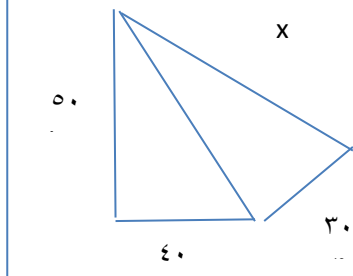
$$۴۰\sqrt{۲}$$

$$۵۰$$

$$۵۰\sqrt{۲}$$

$$۱۲۰$$

حل: به شکل زیر دقت کنید.



$$40^2 + 50^2 = 4100$$

$$x^2 = 4100 + 900 = 5000 \quad x = \sqrt{5000} = 50\sqrt{2}$$

دو تا مثلث قائم الزاویه هستن. ابتدا وتر رو به وسیله ی رابطه ی فیثاغورث برای ۴۰ و ۵۰ به دست آورده که این وتر ضلعی از مثلث دوم می باشد.

خب ما تا اینجا هم مسافت رو تعریف کردیم و هم جابه جایی. ولی در مورد زمان صحبت نکردیم. همه ی تلاش های بشری برای کاهش مدت زمان انجام یک فرایند بوده است.

مقدار مسافتی که در واحد زمان طی می شود را تندی می گویند. اگر مسافت طی شده رو  $L$  بنامیم و  $t$  زمانی که آن مسافت طی می شود باشد داریم:

$$s = \frac{l}{t}$$

ببینید تندی یه مفهومه بگو خب ..... همون طور که ابتدای فصل گفتیم برای ما انسان ها پیاده روی و ولگردی بهای چندانی نداره. مثلا پدرت به تو میگه پپر سر کوچه یه کم نون بیار. دیگه این که تو میری کل شهر رو میگردی بعد سر راه توی کوچه نون میاری از دید اهل خونه الکی رفتی و اونا جابه جایی نون تا خونه براشون مهمه !!!! جابه جایی مسافتیه که ما تا مقصدمون حالا هر چقدرش جا به جا شدیم و این چیزیه که بهش بها میدیم .

جا به جایی طی شده در واحد زمان را سرعت میگوییم. اگر جا به جایی رو به  $x$  و زمان رو با  $t$  نشون بدیم برای

$$v = \frac{x}{t} \quad \text{سرعت}$$

سرعت لحظه ای: سرعت لحظه ای یعنی مقدار مسافت طی شده در واحد زمان .

سرعت متوسط: جابه جایی طی شده در یک بازه ی زمان . مثلا میگن از ثانیه ی ۴ تا ثانیه ۱۵ مقدار ۱۳ متر جا

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{13}{15-4} \quad \text{به جایی داشتیم .}$$

همان طور که میبینیم یکای تندی و سرعت متر بر ثانیه است.

بردار مکان: برداری که مبدا محور مختصات را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند.

### تمرین

در میان کمیت های فیزیکی زیر نوع کمیت ها را معلوم کنید

تندی                      سرعت                      نیرو

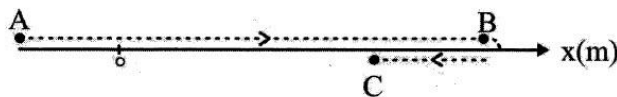
**حل:** مسافت برای جهت نداریم. مثلا تو میگی به مامان عصر شده میخوام یه چرخی توی شهر بزنم. مقصدت مشخص نیست ولی مادرت میگه زود برگرد. جهت خاصی برای چرخ زدن توی این شهر بزرگ ما نمیتونیم تعیین کنیم(مسافت). ولی بابات بهت بگه برو نونوایی سر کوچه دو تا سنگ بگیری بیا چون مقصدت که نون واییه مشخصه پس رفت و برگشتت هم معلومه.(جابه جایی) پس با این حساب تندی یه کمیت نرده ای ولی سرعت یه کمیت برداری هستش. نیرو هم که توی دهم خوندیدم که برداریه .

### تمرین

متحرکی مطابق شکل مسیر A تا C را روی محور x در مدت ۴۰s طی می کند. اگر  $x_A = -200m$  و

$x_B = +600$  باشد و مسافت طی شده توسط متحرک  $\frac{5}{3}$  برابر جابه جایی آن باشد، تندی متوسط متحرک در این

مدت چند متر بر ثانیه است؟



۱۰ (۱)	۲۵ (۲)
۱۵ (۳)	۲۰ (۴)

### حل:

- فیزیک یعنی تمرین. به خصوص توی مکانیک. توی قسمت حرکت شناسی و دینامیک تا دلتون بفواد تیپ سوال های پور واپور داریم. تنها شانس پاسخ شما به تست های مکانیک اول فهم مفهوم و دوم تمرین زیاد در تست هاست.

با توجه به اطلاعات سؤال نسبت مسافت به جابه‌جایی به صورت مقابل است:

$$\frac{l}{d} = \frac{\overline{AB} + \overline{BC}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{AC} = \overline{AB} - \overline{BC}}{\overline{AC}} \rightarrow \frac{5}{3} = \frac{800 + \overline{BC}}{800 - \overline{BC}} \rightarrow \overline{BC} = 200 \text{ m}$$

سپس تندی متوسط عبارتست از:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{1000}{40} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

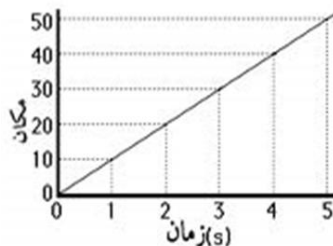
تعیین سرعت متوسط از روی نمودار

نمودار مکان - زمان

نمودار ها از جمله پاشنه آشیل های تست های امتحانات و کنکور هستند. به خصوص که کتاب نظام چرید تمرین ها و بیشتر تمرکزش روی نمودار ها رفته. فب شاید بعضی ها بکن چرا نمودار... راستش به نظر من هم جنبه ی علمی داره و هم جنبه ی روانشناسانه و جامعه شناسی. از بنگ جهانی دوم به اینور مردم بیشتر بصری شدن. یعنی چی؟ زمان قریم مردم عادت کرده بودن که با کتاب و اعداد و مضوری مساله ای رو بفهمن. اما نسل های چرید دوس دارن بیشترین اطلاعات رو در کمترین زمان ممکن درک کنن. این فواسته قطعاً با نوشته یا اعداد قابل انتقال نیست. راه حل اینه که انواع کتاب ها و عقاید ها و چیزی که عده ای یا نفری بفوان به نسل بشر معرفی کنن دیگر در قالب کتاب منتشر نمیشه بلکه در قالب فیلم و صوت و تصویر و نمایش منتشر میشه. علم فیزیک هم از این قاعده جدا نبوده و دیگه تغییرات سرعت رو مثل قریم در جدول سرعت که پر از اعداد بود ارائه نمیدن. بلکه ما در قالب نمودار در یک چشم بهم زدن تغییرات کلی یک متحرک رو میتونیم ببینیم. این داستان رو براتون تعریف کردم که فلسفه ی کاربرد و اهمیت بیشتر نمودار رو در این درس برونید و بهش اهمیت بدین.

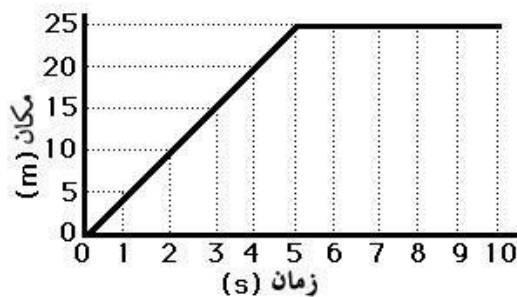
نمودار مکان زمان یک نمودار با دو بردار عمود بر هم که بردار عمودی معمولاً مکان متحرک و بردار افقی زمان حرکت متحرک را نشان میدهد.

شکل: مثالی از نمودار مکان زمان

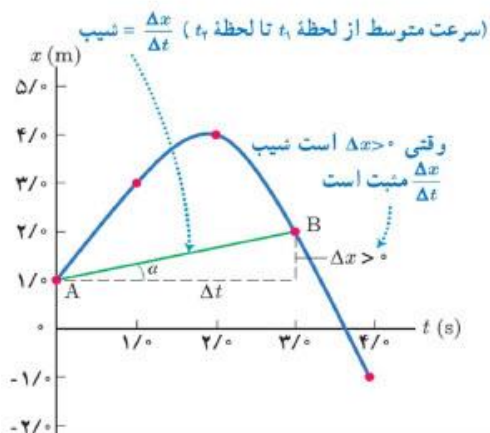


خب حالا نمودار مکان زمان چه ربطی به سرعت داره.

گفتیم که تغییرات مکان یک متحرک در یک لحظه رو سرعت لحظه ای میگویند یا جابه جایی یک متحرک در یک بازه ی زمانی رو سرعت متوسط در اون لحظه میگن . به همین راحتی چون ما در نمودار هم مکان رو داریم و هم زمان رو داریم. اگه نمودار رو به ما بدن مثلا شکل زیر و بگن سرعت متوسط از زمان ۲ ثانیه تا ۸ ثانیه چقدره ما مکان متحرک رو در ۲ ثانیه با عمود کردن زمان و مکان در آن نقطه و همچنین در ثانیه ی ۸ به همین ترتیب به دست میاریم و جابه جایی به دست میاد. جابه جایی به دست آمده تقسیم بر بازه ی زمانی همیشه سرعت متوسط



تعیین سرعت متوسط از روی نمودار مکان - زمان



در نمودار مکان زمان سرعت متوسط بین دو نقطه (A و B) دقیقا برابر است با شیب خط واصل آن دو نقطه.  
منظور از شیب خط همان تانژانت زاویه بین خط واصل و خط افقی (محور X) است.

$$v_{av} = \tan \alpha = \text{شیب خط} = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

چند نکته در مورد نمودار مکان - زمان

البته کسی که زیاد سوال حل کرده باشه و تست زده باشه این نکات فودش دستش میاد و میفهمه چه فبره ! اما برای ففظ جزوه مینویسم.

برای دریافت جدیدترین سوالات و منابع کنکور در دروس ریاضی و فیزیک و بحث پیرامون این مباحث به انیستاگرام

Miaddarestan مراجعه کنید.

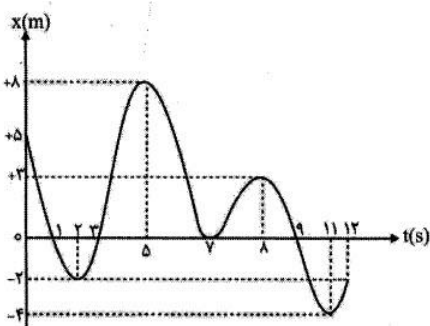
نمودار مکان - زمان میتونه خط راست تا منحنی های درجه دوم و سوم باشه.

هر جا نمودار مکان - زمان محور  $t$  رو قطع کنه اونجا نقطه ی مبدا مکان است.

اگر نمودار به سمت مثبت محور  $x$  ها باشد سرعت مثبت و اگر به سمت منفی محور مکان باشد سرعت منفی است.

منحنی یا خطی که شیب آن بیشتر باشد سرعت متوسط آن بیشتر است.

### تمرین



شکل مقابل نمودار مکان - زمان حرکت متحرکی روی محور  $x$  ها است. میان  $t=0$  تا لحظه ای که متحرک بیشترین فاصله را تا مبدأ حرکت خود دارد، متحرک چند متر مسافت طی می کند و چند بار بردار مکان آن تغییر جهت داده است؟

- |           |           |
|-----------|-----------|
| ۱، ۱۷ (۲) | ۲، ۱۷ (۱) |
| ۳، ۳۵ (۴) | ۴، ۳۵ (۳) |

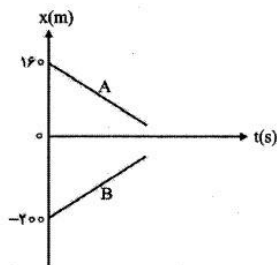
### حل:

مبدأ حرکت یعنی  $x_0 = +5m$  متحرک در  $t = 1s$  در بیشترین فاصله از مبدأ حرکت خود قرار دارد. در این مدت  $35m$  مسافت طی کرده است و در سه لحظه  $t_1 = 1s$ ،  $t_2 = 3s$  و  $t_3 = 9s$  جهت بردار مکان آن تغییر کرده است.

### تمرین

نمودار مکان - زمان دو قطار  $A$  و  $B$  با طول های به ترتیب  $100m$  و  $80m$  روی دو ریل مستقیم و موازی

همزمان در خلاف جهت با تندی های ثابت به ترتیب  $6 \frac{m}{s}$  و  $12 \frac{m}{s}$  به یکدیگر نزدیک می شوند به صورت مقابل



است. این دو قطار پس از چند ثانیه کاملاً از یکدیگر می گذرند؟

- |        |        |
|--------|--------|
| ۱۰ (۲) | ۲۰ (۱) |
| ۱۵ (۴) | ۳۰ (۳) |



در این سؤال دو نکته قابل توجه است. یکی اینکه متحرک‌ها طول دارند و دیگری این که برای حل سؤال می‌توان از رویکرد حرکت نسبی کمک گرفت. با توجه به این دو نکته، یکی از متحرک‌ها باید با سرعت نسبی ثابت  $18 \frac{m}{s} = 12 + 6$  به اندازه  $540 \text{ m} = 80 + 100 + 360$  جابه‌جا شود تا دو قطار کاملاً از هم بگذرند:

$$\Delta x = v \Delta t \rightarrow 540 = 18 \Delta t \rightarrow \Delta t = 30 \text{ s}$$

تمرین

متحرکی روی یک مسیر مستقیم با طول ثابت بدون تغییر جهت، در بار اول نیمی از زمان حرکت خود را با سرعت ثابت  $6 \frac{m}{s}$  و نیمه دوم زمان حرکت خود را با سرعت ثابت  $12 \frac{m}{s}$  طی می‌کند. این متحرک در بار دوم، نیمی از مسیر را با سرعت ثابت  $6 \frac{m}{s}$  و نیمه دوم مسیر را با سرعت ثابت  $12 \frac{m}{s}$  طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در بار اول چند برابر سرعت متوسط آن در بار دوم است؟

$$1 \quad (4) \qquad \frac{9}{4} \quad (3) \qquad \frac{8}{9} \quad (2) \qquad \frac{9}{8} \quad (1)$$

حل:

سرعت متوسط در بار اول به صورت مقابل محاسبه می‌شود:

$$v_{av} = \frac{12\left(\frac{1}{2}t\right) + 6\left(\frac{1}{2}t\right)}{t} = \frac{1}{2} \times 12 + \frac{1}{2} \times 6 = 9 \frac{m}{s}$$

سرعت متوسط در بار دوم به صورت مقابل است:

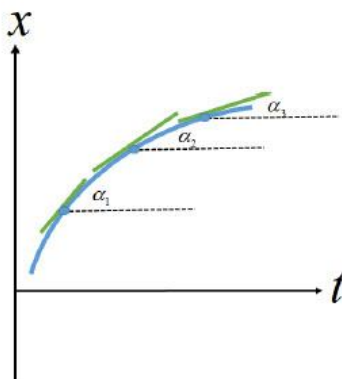
$$v'_{av} = \frac{\Delta x}{\frac{\Delta x}{12} + \frac{\Delta x}{6}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{1}{12}} = \frac{1}{\frac{3}{24}} = 8 \frac{m}{s}$$

$$\frac{v_{av}}{v'_{av}} = \frac{9}{8}$$

\*\* بچه‌هایی که می‌توان رشته‌ی پزشکی قبول بشن لازمه در درس ریاضی و فیزیک حداقل هر دو رو با درصد حداقل میانگین ۵۵ درصد بزنن. چون ریاضی آمار و هندسه اینها قاطیسه معمولاً بچه‌های تهرنی هالشون خوب نیست توی ریاضی!!! تهره و بررسی کارنامه‌ها نشون داده که فیزیک با درصد بالا که خیلی هم آسونه شانس قبولی شما رو در رشته‌های پیراپزشکی به تضمین خیلی نزدیک میکنه.

تعیین سرعت لحظه ای به کمک نمودار مکان - زمان

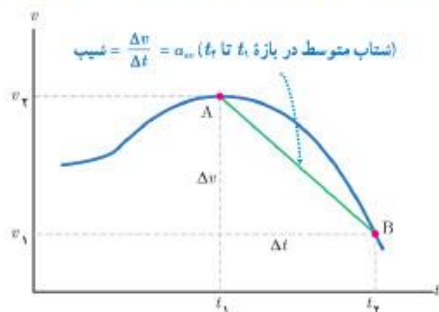
سرعت لحظه ای در نمودار مکان زمان برابر شیب نمودار در آن نقطه یا به زبان ریاضی مشتق نمودار در آن نقطه.



شتاب متوسط و شتاب لحظه ای: تا اینجا ما هر حرکتی که داشتیم سرعت ثابت بود اما اگر سرعت در طی مسیر تغییر کند چه؟! خب اینجا مفهوم شتاب رو داریم. هرگاه جهت یا اندازه سرعت در یک جابه جایی تغییر کند حرکت را شتاب دار می گوییم.

$$\text{شتاب متوسط} \quad \vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

تعیین شتاب متوسط و لحظه ای به کمک نمودار سرعت زمان: شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت زمان را در آن دو لحظه قطع می کند.



$$\text{شیب} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \vec{a}_{av}$$

برای دریافت جدیدترین سوالات و منابع کنکور در دروس ریاضی و فیزیک و بحث پیرامون این مباحث به انیستاگرام

Miaddarestan مراجعه کنید.

چند نکته در مورد نمودار سرعت زمان

بدون در نظر گرفتن علامت سرعت (مثبت یا منفی) هرگاه بزرگی سرعت زیاد شد حرکت تندشونده و اگر بزرگی سرعت کمتر شد حرکت کند شونده است. (مفهوم مورد علاقه ی طراحان کنکور)

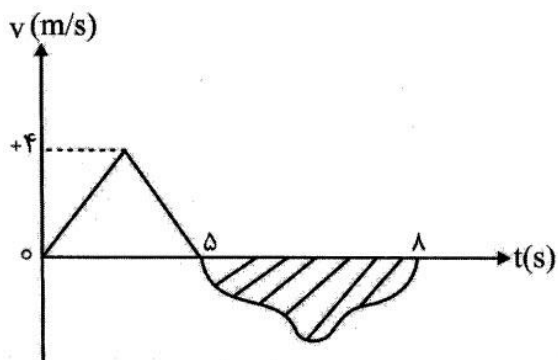
اگر به سمت محور مثبت سرعت حرکت کنیم شتاب مثبت و اگر به سمت محور منفی سرعت حرکت کنیم شتاب منفی می شود.

زمانی که در نمودار سرعت زمان، متحرک در حال نزدیک شدن به محور زمان (t) باشد حرکت کند شونده است و اگر نمودار در حال دور شدن از محور زمان باشد سرعت تند شونده است.

مساحت زیر نمودار سرعت - زمان برابر جا به جایی ( $\Delta x$ ) در آن بازه ی زمانی است.

اگر شتاب و سرعت هم علامت باشند (یعنی هر دو منفی یا هر دو مثبت باشند) حرکت تند شونده و اگر مختلف علامه باشند حرکت کند شونده هستند.

تمرین



در شکل مقابل نمودار سرعت - زمان حرکت یک متحرک که روی محور x در حال حرکت است نشان داده شده است. متحرک در لحظه  $t = 5s$  در مکان  $x = -4m$  قرار دارد. اگر مساحت قسمت هاشور زده برابر 7 واحد SI باشد، مکان متحرک در لحظه های  $t = 0$  و  $t = 8s$  به ترتیب کدام است؟

- (1) -11، -6  
(2) -3، -14  
(3) -3، -6  
(4) -11، -14

حل:

سطح زیر نمودار  $v-t$  برابر با جابه جایی متحرک است. پس جابه جایی متحرک در 5 ثانیه اول حرکت برابر با مساحت مثلث با علامتی مثبت است:

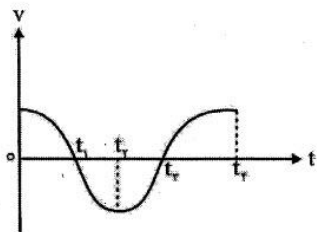
$$x(5) - x_0 = \frac{4 \times 5}{2} \rightarrow -4 - x_0 = 10 \rightarrow x_0 = -14m$$

جابه جایی میان  $t = 5s$  و  $t = 8s$  نیز برابر با مساحت قسمت هاشور زده با علامتی منفی است:

$$x(8) - x(5) = -7 \rightarrow x(8) = -7 - 4 = -11m$$

## تمرین

نمودار سرعت - زمان حرکت متحرکی که روی محور  $x$  حرکت کند به صورت مقابل است. در کدام بازه زمانی متحرک به صورت تندشونده در خلاف جهت محور  $x$  در حال حرکت است؟



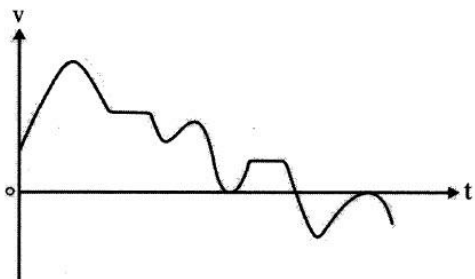
- (۱)  $t_1$  تا  $0$   
 (۲)  $t_1$  تا  $t_2$   
 (۳)  $t_2$  تا  $t_3$   
 (۴)  $t_3$  تا  $t_4$

حل:

در حرکت تندشونده، تندی جسم (بزرگی سرعت) در حال افزایش است و همچنین علامت سرعت جهت حرکت را نشان می‌دهد و هر گاه  $v < 0$  باشد، متحرک در خلاف جهت محور  $x$  در حال حرکت است. پس بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  پاسخ سؤال است.

## تمرین

نمودار سرعت - زمان حرکت متحرکی روی یک خط راست به صورت مقابل است. در مدت زمان نشان داده شده به ترتیب متحرک چند بار متوقف و چند بار تغییر جهت می‌دهد؟



- (۱) ۸، ۶  
 (۲) ۳، ۶  
 (۳) ۸، ۱  
 (۴) ۳، ۱

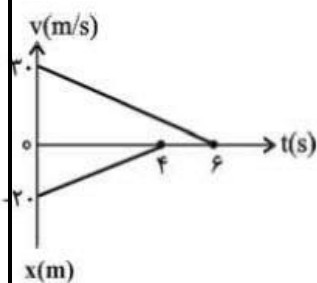
حل:

در نمودار  $v - t$  به تعداد برخورد منحنی به محور  $t$ ، سرعت متحرک صفر می‌شود و متوقف می‌شود. اما به تعداد عبور منحنی از محور  $t$  متحرک تغییر جهت می‌دهد. در نمودار داده شده در سه لحظه منحنی به محور  $t$  برخورد داشته و فقط یک بار از محور  $t$  عبور کرده است.

\*\*\* کنکور مثل پاشگاه رفته . اونایی که بدنشون زیپا شده در بدنسازی علاوه بر این که تمرین

منظم داشتن به سیستم غذا و حال و هوای خودشون اهمیت دادن!!!

## تمرین



دو قطار در امتداد یک خط راست به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند. نمودار تغییرات سرعت بر حسب زمان دو قطار مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظه  $t = 0$  فاصله دو قطار از هم ۲۰۰ متر باشد، وقتی دو قطار متوقف می‌شوند، چند متر از هم فاصله دارند؟

(۱) ۲۰

(۲) ۷۰

(۳) ۱۰۰

(۴) ۱۵۰

## حل:

با استفاده از مساحت محصور بین نمودار سرعت- زمان و محور زمان که برابر اندازه جابه‌جایی متحرک است می‌توان نوشت:

$$S_1 = \Delta x_1 = \frac{30 \times 6}{2} = 90 \text{ m}$$

$$-S_2 = \Delta x_2 = \frac{-20 \times 4}{2} = -40 \text{ m}$$

پس فاصله دو متحرک به اندازه  $90 - (-40) = 130 \text{ m}$  کم شده است و فاصله آن‌ها از یکدیگر برابر است با:

$$200 - 130 = 70 \text{ m}$$

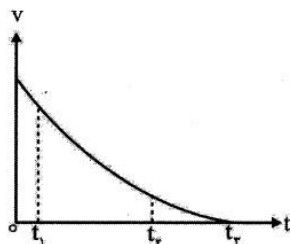
## تمرین

- نمودار سرعت - زمان حرکت متحرکی روی محور  $x$  به صورت مقابل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه

زمانی بیشتر از بقیه بازه‌ها است؟

(۱)  $t_1$  تا  $0$ (۲)  $t_2$  تا  $t_1$ (۳)  $t_3$  تا  $t_2$ 

(۴) نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.



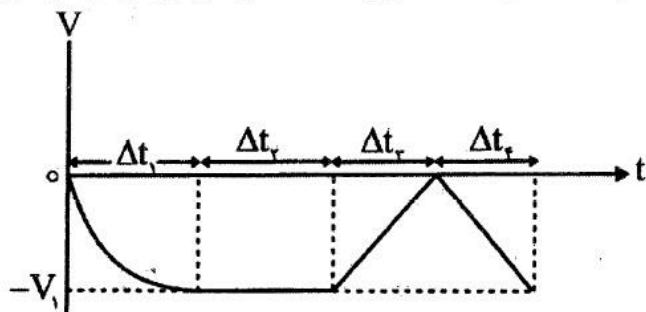
## حل:

به طور منطقی سرعت متوسط این متحرک در هر بازه زمانی از بیشترین مقدار سرعت آن کمتر و از کمترین مقدار سرعت آن بیشتر است. اگر سرعت متحرک را در لحظه‌های  $t_1$  و  $t_2$  به ترتیب  $v_1$  و  $v_2$  در نظر بگیریم، سرعت متوسط در بازه زمانی  $t_2$  تا  $t_1$  کمتر از  $v_2$  متحرک در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  کمتر از  $v_1$  و در بازه زمانی  $0$  تا  $t_1$  بیشتر از  $v_2$  است. از آنجا که  $v_1 > v_2$  است، پس سرعت متوسط در بازه زمانی  $0$  تا  $t_1$  از همه بازه‌ها بیشتر است.

## تمرین

نمودار سرعت - زمان متحرکی در چهار بازه زمانی  $\Delta t_1$  تا  $\Delta t_4$  مقابل است. در چه تعداد از این چهار بازه زمانی

کار برابند انجام شده مقداری مثبت است؟



۱) ۰

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

**حل:** یک تست ترکیبی که بدونید نمودارها چقدر میتونن توی بقیه ی فصلها هم مطرح بشن!!

با کمک قضیه کار - انرژی در هر بازه‌ای که  $\Delta K > 0$  باشد،  $W_T > 0$  خواهد بود. در دو بازه  $\Delta t_1$  و  $\Delta t_4$  تندی حرکت متحرک در حال افزایش است. در نتیجه در این دو بازه  $\Delta K > 0$  خواهد شد.

## تمرین

## امتحان نهایی خرداد ۹۹

طبق روالی که در جزوه‌های دهم و یازدهم انجام دادیم همراه با تست‌ها نگاهی هم به تمرین امتحان نهایی و سوالات تشریحی مدارس پرتیر میندازیم. در امتحان‌های نهایی چوای آخریه چورایی یعنی کَشک!!! یعنی اینجا کاملاً برخلاف کنکور روش حل کپی کتاب مد نظره و طراح په روش‌های چورواچور اصلاً نمره نمیده و تنها نمره په پاسخی میده که منطقاً پر پاسخنامه ای باشه که پهبش دادن!!! (از طرفی چند دهه همیشه که مسئولین هی میگن ما میخواییم کنکور رو حذف کنیم و شرط معدل و سوابق تحصیلی رو بالا بپریم. هرچند که این وعده هیچ وقت عملی نشده اما جای شکی نیست که تاثیر سوابق تحصیلی خیلی بیشتر از زمان‌های قدیم شده. پس امتحان‌هایی که در سوابق تحصیلیتون تاثیر دارن با تمرین و تکرار و حل کردن امتحان‌های سنوات گذشته حتماً کار کنید.

در هر یک از گزاره‌های زیر، واژه مناسب را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

الف) اگر سرعت متحرک در جهت محور  $x$ ، به تدریج (افزایش - کاهش) یابد، شتاب آن در خلاف جهت محور  $x$  است.

ب) بردار سرعت متوسط متحرک در حرکت روی محور  $x$  (خلاف جهت - هم جهت) با بردار جابه‌جایی است.

پ) در حرکت با شتاب ثابت روی محور  $x$ ، سرعت متوسط بین دو لحظه  $t_1$  و  $t_2$ ، برابر میانگین (سرعت - شتاب) متحرک این دو لحظه است.

ت) در حرکت روی محور  $x$ ، وقتی متحرک به مکان آغازین حرکتش باز می‌گردد (مسافت طی شده - سرعت متوسط) متحرک صفر است.



حل:

الف) کاهش      ب) هم جهت      پ) سرعت      ت) سرعت متوسط      هر مورد (۰/۲۵)

تمرین

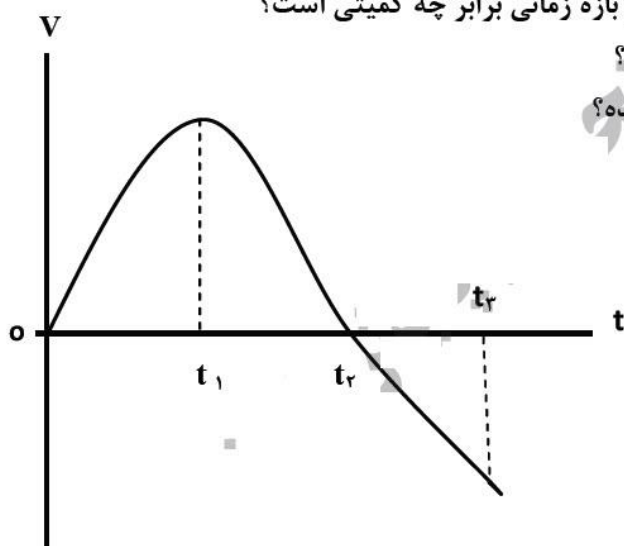
نمودار سرعت- زمان متحرکی که در حال حرکت در امتداد محور X است در شکل زیر نشان داده شده است.

الف) مساحت سطح بین منحنی سرعت و محور زمان در هر بازه زمانی برابر چه کمیتی است؟

ب) در کدام بازه زمانی بردار شتاب در جهت محور X است؟

پ) در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  حرکت تندشونده است یا کندشونده؟

ت) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟



حل:

الف) جابجایی      ب) صفر تا  $t_1$       پ) تندشونده      ت)  $t_2$       هر مورد (۰/۲۵)

معادله ی حرکت ثابت

معادله رو دیدین جا نخورین !!! اصلا چیز جدیدی نیست. اگه معادله ی سرعت رو به یاد داشته باشید و به این

صورت بنویسیم خواهیم داشت:

$$v = \frac{x - x_0}{t} \rightarrow x = vt + x_0$$

به این معادله میگویند معادله ی حرکت ثابت بر یک مسیر مستقیم.

در این نوع حرکت سرعت در تمام لحظه ها ثابت است . لذا شتاب صفر است  
 در این نوع حرکت شتاب ثابت در هر بازه ی زمانی دلخواه برابر سرعت لحظه ای در تک تک لحظه ها می باشد.  
 در هر بازه ی زمانی جابه جایی برابر است  
 چون سرعت ثابت است لذا شتاب صفر است.

### تمرین

معادله مکان- زمان متحرکی روی خط راست در SI به صورت  $x = -4t + 6$  است

- الف) این متحرک در چه لحظه‌ای از مبدأ مکان عبور کرده است؟ ۰/۵  
 ب) آیا جهت حرکت این متحرک تغییر کرده است؟ ۰/۲۵  
 پ) نمودار مکان- زمان این متحرک را برای ۳ ثانیه ابتدای حرکت رسم کنید. ۰/۵

### حل:

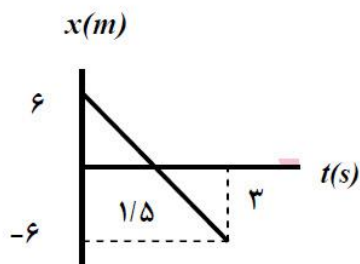
(الف)

$$0 = -4t + 6 \quad (0/25)$$

$$t = \frac{6}{4} = 1/5 \text{ s} \quad (0/25)$$

ب) خیر (۰/۲۵)

پ) (۰/۵)



ص. ۱۳

برای دریافت جدیدترین سوالات و منابع کنکور در دروس ریاضی و فیزیک و بحث پیرامون این مباحث به انیستاگرام

### Miaddarestan مراجعه کنید.

\*\* برای نتیجه ی بهتر گرفتن در امتحان های نهایی از خودتون امتحان بگیرین و بعد فقط بر اساس پاسخنامه ی استاندارد به خودتون نمره بدین. بعد از چند بار این کار رو انجام دادن و تمرین و تکرار زیاد به خوبی قلق امتحان های نهایی دستتون می یاد.



## حرکت شتاب ثابت

حرکتی که در آن شتاب متحرک یا به عبارت دیگر تغییرات سرعت در آن ثابت باشد حرکت شتاب ثابت میگوییم. سقوط آزاد یک جسم در هوا، خودرویی که در حال سکون شروع به حرکت میکند و بسیاری از موارد دیگر می توانند مثال هایی از حرکت شتاب ثابت باشد.

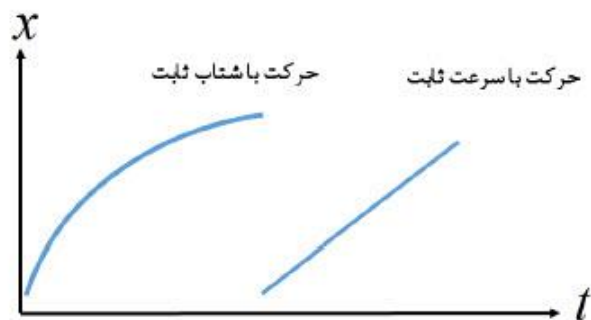
در حرکت شتاب ثابت معادلاتی داریم. نمیخواهم توضیح بدم چه جوری این فرمول ها به دست اومدن چون این جزوه برای دانش آموزان باهوش نوشته شده. برای اثبات و استخراج این فرمول ها به کتاب و معلمتون مراجعه کنید یا به تلگرام و انیستای من پیام بدین تا بهتون بگم.

معادلات حرکت با شتاب ثابت	
معادله	توضیح معادله
$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$	معادله مکان - زمان ( $x_0$ و $v_0$ مکان و سرعت متحرک در لحظه $t=0$ هستند)
$v = at + v_0$	معادله سرعت - زمان
$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	معادله سرعت - مکان ( $v$ سرعت متحرک در مکان $x$ و $v_0$ سرعت متحرک در مکان $x_0$ )
$v_{av} = \frac{v+v_0}{2}$	معادله سرعت متوسط ( $v_0$ سرعت ابتدا و $v$ سرعت انتهای بازه زمانی حرکت است)
$\Delta x = v_{av}\Delta t = \left(\frac{v+v_0}{2}\right)\Delta t$	معادله مستقل از شتاب (مانند بالا)
$x = -\frac{1}{2}at^2 + vt + x_0$	معادله مستقل از سرعت اولیه ( $v$ سرعت متحرک در لحظه $t$ است)
$\Delta x_{t,n} = \frac{1}{2}a(2n-1)t^2 + v_0t$	معادله جابه جایی در $t$ ثانیه $n$ ام (مثال: جابه جایی در 3 ثانیه دوم حرکت)
$\Delta x_n = \frac{1}{2}an(2t-n) + v_0n$	معادله جابه جایی در $n$ ثانیه آخر حرکت ( $t$ در این رابطه زمان کل حرکت است)
$\Delta x_{t,n} - \Delta x_{t,m} = (n-m)at^2$	معادله جابه جایی های متوالی (جابه جایی های متوالی تشکیل تصاعد حسابی می دهند)

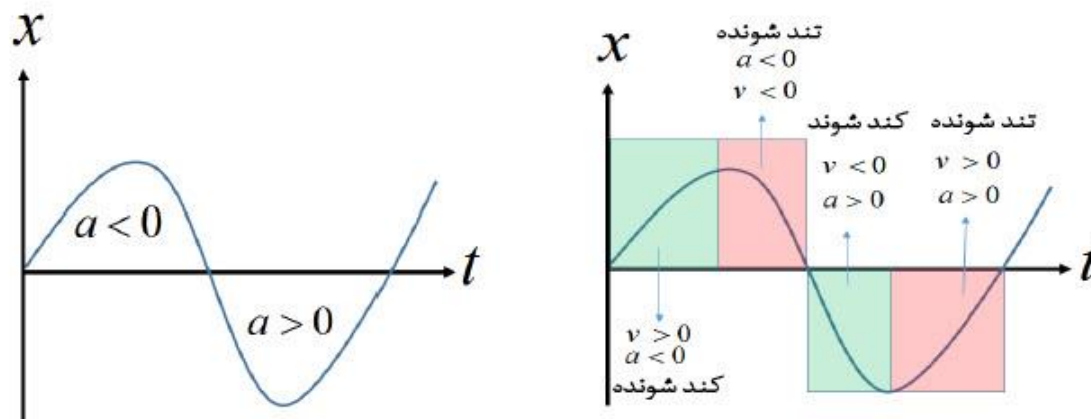
ما شا الله الان موسساتی پیدا شدن که بابت یه آزمون مجازی یا یه پلیج سوال کلی پول از مردم میکیره و متاسفانه خیلی هم استقبال میشه... کول تبلیغات کسی رو نفورین !!! اولاً تست های کنکور سنوات قبل کم نیستن... انقدر زیادن که تفلیل اونا زمان زیادی می بره. دوم آزمون های موسسات مطرح توی اینترنت به صورت رایگان و به آسانی قابل دست رسه. تو آکه مرد درس فونرن باشی این همه بهونه نمیاری و این پول های بی زبون رو میف و میل نمی کنی!!!!



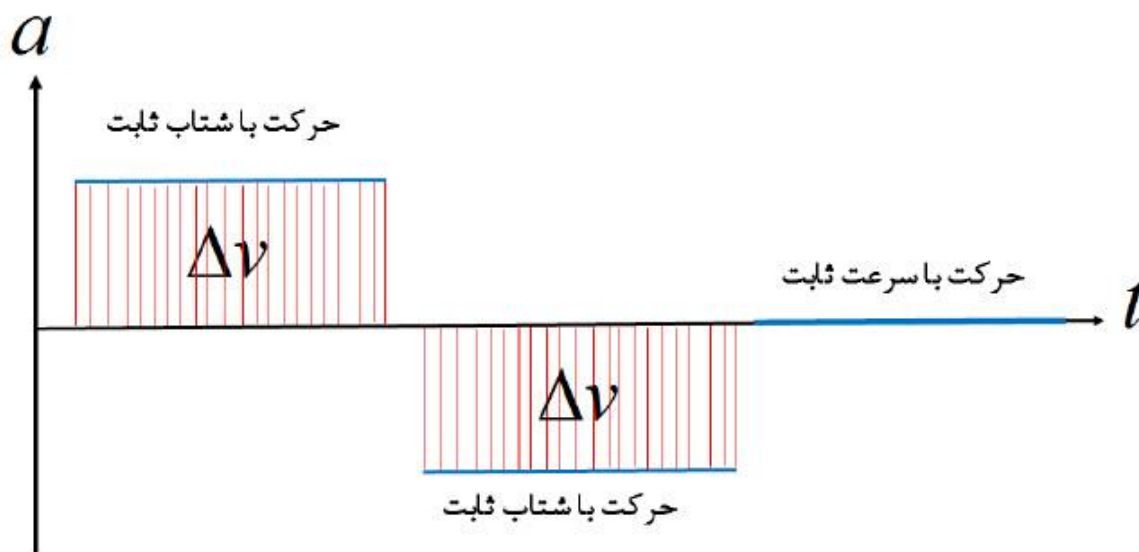
در نمودار مکان زمان اگر حرکت بصورت یک خط راست باشد حرکت با سرعت ثابت و اگر حرکت بصورت منحنی باشد حرکت با شتاب ثابت است.



در نمودار مکان زمان جاهایی از نمودار که حالت دره دارد شتاب مثبت و جاهایی که نمودار که حالت قله داشته باشد شتاب منفی است.



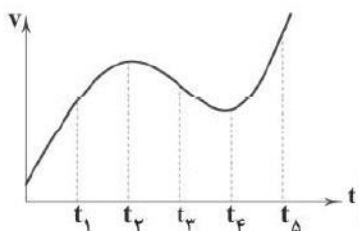
حرکت با شتاب ثابت در نمودار شتاب زمان یک خط موازی با محور زمان (در بالا یا پایین محور زمان) است اگر خط حرکت بالای محور زمان باشد شتاب مثبت و اگر خط حرکت پایین محور زمان باشد شتاب منفی است.  
سطح زیر نمودار نمودار شتاب زمان نشاندهنده تغییرات سرعت است.  
حرکت با سرعت ثابت در نمودار شتاب زمان یک خط بر روی محور زمان است.



\*\*\* وقتشه غرق تست و سوال بشیم. کسانی که میخوان جمع بندی کنن برای آزمون آزمایشی این جزوه بهترین گزینه برای مطالعه‌شونه.

### تمرین

نمودار سرعت زمان متحرکی در بازه های زمانی مختلف مطابق شکل است. بردار شتاب متوسط متحرک در کدام بازه ی زمانی با بازه های زمانی دیگر هم جهت نیست؟



(۱)  $t_1$  تا  $t_2$

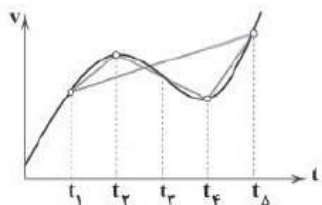
(۲)  $t_2$  تا  $t_3$

(۳)  $t_3$  تا  $t_4$

(۴)  $t_4$  تا  $t_5$

حل:

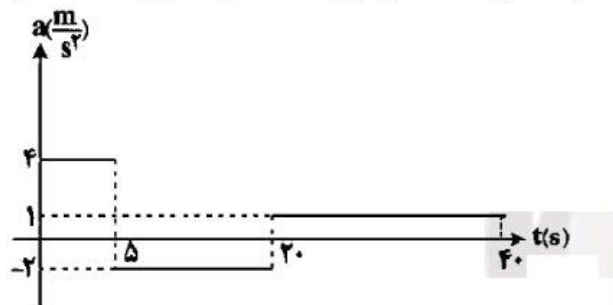
همان طور که می دانیم، شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار سرعت - زمان، شتاب متوسط در آن بازه ی زمانی را نشان می دهد. در این سؤال شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار سرعت - زمان از  $(t_1$  تا  $t_2)$ ،  $(t_2$  تا  $t_3)$  و  $(t_3$  تا  $t_4)$  مثبت بوده و تنها در بازه ی زمانی  $(t_4$  تا  $t_5)$ ، منفی است، بنابراین در بازه ی زمانی  $(t_4$  تا  $t_5)$ ، شتاب متوسط با سایر بازه ها هم جهت نیست (برای راحت تر شدن مقایسه، همه ی خط های واصل مورد نظر، در یک شکل ترسیم شده است).



### تمرین

۱- شکل زیر، نمودار شتاب - زمان متحرکی را که از حال سکون شروع به حرکت می کند، نشان می دهد. متحرک در چه لحظه ای

بر حسب ثانیه برای دومین بار تغییر جهت می دهد؟



(۱) ۲۰

(۲) ۳۰

(۳) ۲۵

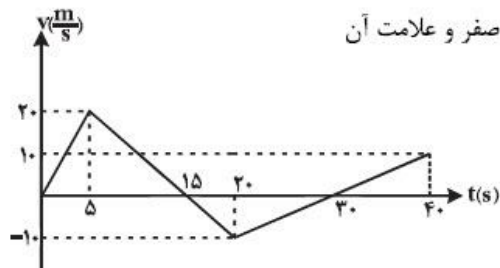
(۴) ۱۵

حل:

ابتدا از روی نمودار شتاب - زمان، نمودار سرعت - زمان را رسم کنیم:

$$v = at + v_0 \quad (1) \Rightarrow v_{\Delta} = (4 \times \Delta) + 0 = 20 \frac{m}{s}$$

$$(2) \Rightarrow v_{20} = (-2 \times 15) + 20 = -10 \frac{m}{s} \quad (3) \Rightarrow v_{40} = (1 \times 20) + (-10) = 10 \frac{m}{s}$$

توجه کنید که با استفاده از تشابه مثلث‌ها در لحظات  $t = 30s$  و  $t = 15s$  سرعت متحرک صفر و علامت آن

عوض می‌شود، پس در این دو لحظه جهت حرکت متحرک عوض می‌شود. بنابراین

در لحظه  $t = 30s$  متحرک برای دومین بار تغییر جهت داده است.

تمرین

متحرکی بر روی خط راست در حال حرکت با شتاب ثابت  $4 \frac{m}{s^2}$  است. جابه‌جایی این متحرک در مدت  $5$  ثانیه برابر  $150$

متر است. اگر سرعت متحرک در ابتدا و انتهای این بازه زمانی به ترتیب برابر با  $v_1$  و  $v_2$  باشد، کدام است  $\frac{v_2}{v_1}$ ؟

$$\frac{1}{2} (4) \quad \frac{3}{2} (3) \quad 2 (2) \quad \frac{2}{3} (1)$$

حل:

به کمک رابطه مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم داریم:

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t \quad \frac{\Delta x = 150 \cdot m}{\Delta t = 5s} \Rightarrow 150 = \frac{v_1 + v_2}{2} \times 5 \Rightarrow v_1 + v_2 = 60 \frac{m}{s} \quad (1)$$

به کمک رابطه مربوط به شتاب داریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \frac{a = 4 \frac{m}{s^2}}{\Delta t = 5s} \rightarrow -4 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \Delta v = -20 \frac{m}{s} \Rightarrow v_1 - v_2 = 20 \frac{m}{s} \quad (2)$$

به کمک روابط (1) و (2) داریم:

$$\begin{cases} v_1 + v_2 = 60 \frac{m}{s} \\ v_1 - v_2 = 20 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = 40 \frac{m}{s} \\ v_2 = 20 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}$$

## تمرین

معادله مکان - زمان متحرکی در حرکت بر روی یک خط راست در SI به صورت  $x = -4t^2 + 40t + 30$  است. بزرگی

جابه جایی متحرک در سه ثانیه دوم حرکت، چند متر است؟

- ۱۶ (۱)      ۱۲ (۲)      ۲۰ (۳)      ۲۴ (۴)

حل: دیگه خیلی آسونه خودتون حل کنید. جواب گزینه ی ۲

## تمرین

- جسمی با معادله حرکت  $x = \frac{1}{3}t^3 - \frac{5}{2}t^2 + 4t - 1$  (در SI) در حال حرکت است. در بازه زمانی  $t = 2s$  تا  $t = 3s$  حرکت این جسم

چگونه خواهد بود؟

- (۱) تندشونده  
(۲) کندشونده  
(۳) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده  
(۴) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

## حل:

ابتدا معادله سرعت و شتاب حرکت را به دست می آوریم و ریشه های آن ها را پیدا می کنیم.

$$V = \frac{dx}{dt} = t^2 - 5t + 4 = (t-1)(t-4) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 1s \\ t = 4s \end{cases} \quad a = \frac{dV}{dt} = 2t - 5 = 0 \Rightarrow t = 2.5s$$

سپس تعیین علامت می کنیم.

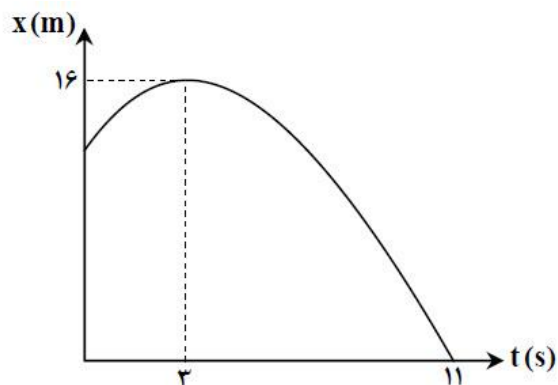
	$t = 1$		$t = 2.5$		$t = 4$	
V	+	0	-	0	-	+
a	-	-	0	+	+	+
a · V	-	+	-	+	-	+

پس در بازه زمانی  $2s$  تا  $3s$  حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده است، چون علامت  $a \cdot V$  ابتدا مثبت و سپس منفی است.

برای دریافت جدیدترین سوالات و منابع کنکور در دروس ریاضی و فیزیک و بحث پیرامون این مباحث به اینستاگرام

Miaddarestan مراجعه کنید.

## تمرین



شکل مقابل، نمودار مکان- زمان یک متحرک است که با شتاب ثابت روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند. سرعت متحرک در لحظه  $t = 5\text{ s}$  چند متر بر ثانیه است؟

(۱) -۳

(۲) -۲/۵

(۳) -۱

(۴) -۱/۵

## حل:

اگر حرکت را از لحظه  $t = 3\text{ s}$  به بعد در نظر بگیریم مانند آن است که جسم در مدت  $11 - 3 = 8\text{ s}$  و با سرعت اولیه  $V_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به اندازه  $16\text{ m}$  جابه‌جا شده است.

$$-16 = \frac{1}{2} a \times 8^2 \Rightarrow a = -\frac{1}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

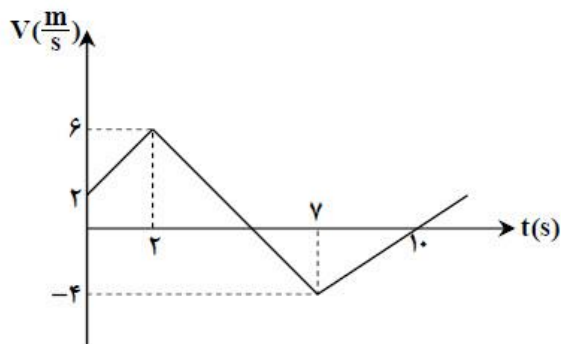
زمان را باید  $5 - 3 = 2\text{ s}$  جایگذاری کنیم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow V = -\frac{1}{2} \times 2 + 0 = -\frac{1}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## تمرین

شکل مقابل، نمودار سرعت- زمان یک متحرک را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند. بیشینه جابه‌جایی این متحرک در  $10$  ثانیه

اول حرکت چند متر است؟



(۱) ۲۷

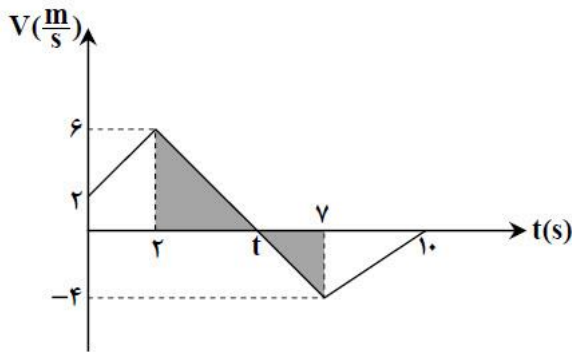
(۲) ۱۷

(۳) ۷

(۴) ۱۳/۵

حل: نمودارها را خوب کار کنید.





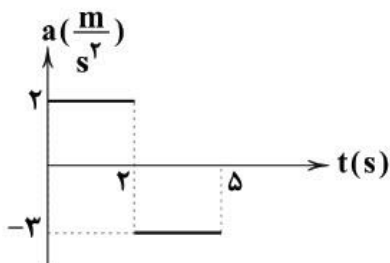
بیشینه جابه جایی یعنی بیشینه مساحت زیر نمودار. با توجه به اینکه از لحظه  $t = 5s$  به بعد سطح زیر نمودار منفی است، پس بیشینه جابه جایی در بازه صفر تا  $5$  ثانیه اتفاق می افتد.

$$\frac{v-t}{t-2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \Rightarrow 21-2t = 2t-4 \Rightarrow 5t = 25 \Rightarrow t = 5s$$

$$\left. \begin{aligned} S_{0 \rightarrow 2} &= \frac{(2+6) \times 2}{2} = 8m \\ S_{2 \rightarrow 5} &= \frac{6 \times (5-2)}{2} = 9m \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta x_{\max} = 8 + 9 = 17m$$

### تمرین

نمودار شتاب - زمان متحرکی که از حال سکون بر خط راست شروع به حرکت می کند، مطابق شکل زیر می باشد. بازه زمانی  $T_1 = 2s$  تا



$T_2 = 5s$ ، نوع حرکت متحرک کدام است؟

- (۱) پیوسته تندشونده
- (۲) پیوسته کندشونده
- (۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
- (۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

### حل:

$$V_1 = a_1 t_1 + V_0 \Rightarrow V_1 = 2 \times 2 + 0 = +4 \frac{m}{s}$$

در انتهای  $2$  ثانیه ی اول حرکت، سرعت متحرک برابر است با:

$$V_2 = a_2 t_2 + V_1 \Rightarrow V_2 = -3 \times (5-2) + 4 = -9 + 4 = -5 \frac{m}{s}$$

در لحظه ای  $t = 5s$ ، سرعت متحرک برابر است با:

برای این که سرعت متحرک از  $+4 \frac{m}{s}$  به  $-5 \frac{m}{s}$  برسد، در لحظه ای سرعت متحرک صفر می شود، بنابراین بزرگی سرعت متحرک ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد. در نتیجه حرکت متحرک ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

برای دریافت جدیدترین سوالات و منابع کنکور در دروس ریاضی و فیزیک و بحث پیرامون این مباحث به انیستاگرام

Miaddarestan مراجعه کنید.

### تمرین

معادله ی حرکت دو متحرک A و B که هم زمان بر محور x حرکت می کنند، به صورت های  $x_A = t^2 + t - 2$  و  $x_B = 2t^2 - 3t + 1$  در SI است.

فاصله ی زمانی بین لحظاتی که دو متحرک از کنار هم عبور می کنند، چند ثانیه است؟

۳ (۴)

۴ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

حل:

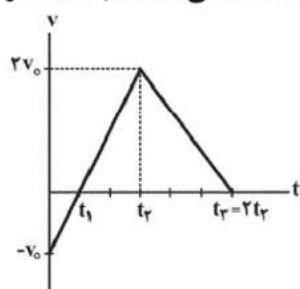
وقتی دو متحرک به یک مکان می‌رسند، به هم رسیده‌اند:

$$x_A = x_B \Rightarrow t^2 + t - 2 = 2t^2 - 3t + 1 \Rightarrow t^2 - 4t + 3 = 0 \Rightarrow (t-1)(t-3) = 0 \Rightarrow t = 1s, 3s$$

بنابراین فاصله‌ی زمانی بین این دو لحظه برابر  $(3-1)=2s$  است.

تمرین

نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راستی حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. نسبت مسافت طی شده به اندازه

جابه‌جایی آن در بازه‌ی زمانی صفر تا  $t_r$  کدام است؟

$$\frac{17}{19} \quad (2)$$

$$\frac{19}{17} \quad (1)$$

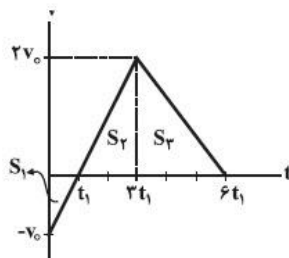
$$\frac{11}{9} \quad (4)$$

$$\frac{9}{11} \quad (3)$$

حل:

با توجه به شیب نمودار از لحظه صفر تا  $t_r$  و تشابه مثلث‌ها، داریم:

$$\frac{2v_0 - (-v_0)}{t_r} = \frac{0 - (-v_0)}{t_1} \Rightarrow t_r = 3t_1$$



می‌دانیم که مساحت زیر نمودار سرعت - زمان برابر با اندازه جابه‌جایی متحرک است. بنابراین برای مسافت طی شده و جابه‌جایی داریم:

$$l = S_1 + S_2 + S_3 \Rightarrow l = \frac{1}{2} v_0 t_1 + \frac{2v_0 (3t_1 - t_1)}{2} + \frac{1}{2} (2v_0) (6t_1 - 3t_1) \Rightarrow l = \frac{11}{2} v_0 t_1$$

$$\Delta x = -S_1 + S_2 + S_3 = -\frac{1}{2} v_0 t_1 + 2v_0 \left( \frac{3t_1 - t_1}{2} \right) + \frac{1}{2} (2v_0) (6t_1 - 3t_1) \Rightarrow \Delta x = \frac{9}{2} v_0 t_1$$

$$\frac{l}{\Delta x} = \frac{11}{9}$$

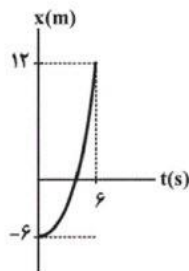
بنابراین:



## تمرین

نمودار مکان - زمان متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق سهمی شکل زیر است. اندازه سرعت متحرک در

لحظه  $t = 6s$  چند متر بر ثانیه است؟



(۱) صفر

(۲) ۳

(۳) ۶

(۴) ۱۸

حل:

چون نمودار مکان - زمان حرکت متحرک که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت یک سهمی است، بنابراین شتاب حرکت متحرک ثابت است. از طرفی چون در لحظه  $t = 0$ ، شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان افقی است، سرعت اولیه متحرک برابر با صفر است. با استفاده از رابطه مستقل از شتاب

در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم، داریم:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2} \Rightarrow \frac{12 - (-6)}{6 - 0} = \frac{0 + v}{2} \Rightarrow v = 6 \frac{m}{s}$$

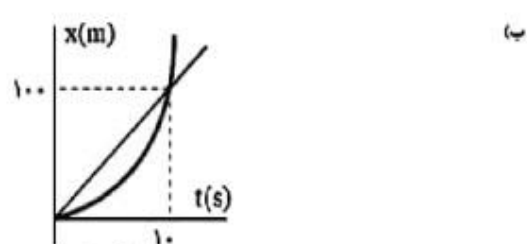
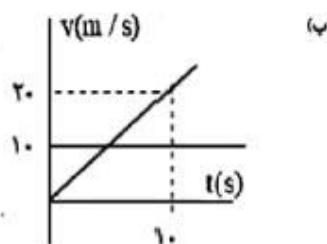
## تمرین

## تمرین کتاب درسی

خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب  $2 \text{ m/s}^2$  شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت  $36 \text{ km/h}$

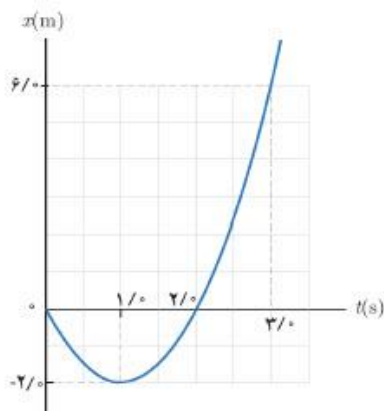
از آن سبقت می‌گیرد. الف) در چه لحظه و در چه مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟ الف) ب) نمودار مکان - زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید. ب) نمودار سرعت - زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

$$x_1 = t^2 = 10 \cdot t$$



## تمرین

## تمرین کتاب درسی



شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محور  $x$  با شتاب ثابت در حرکت است.

الف) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا  $3/0$  ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

ب) معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید. ب) سرعت متحرک را در لحظه  $t=3/0$  پیدا کنید.

ت) نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم کنید.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6\text{m} - 0}{3\text{s} - 0} = 2\text{m/s} \quad \text{الف}$$

$$v = at + v_0 \rightarrow t = 1\text{s} \rightarrow 0 = a(1) + v_0 \rightarrow v_0 = -a(1) \quad \text{ب}$$

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

$$t = 3\text{s} \rightarrow 6\text{m} = \frac{1}{2}a(3\text{s})^2 + v_0(3\text{s}) + 0 \rightarrow 3a(3\text{s}^2) + 3v_0(3\text{s}) = 6\text{m} \quad \text{ت}$$

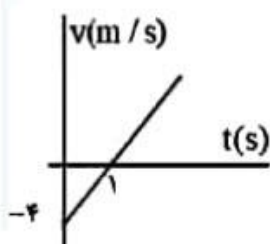
جاگذاری رابطه 1 در رابطه 2 خواهیم داشت.

$$(1) \& (2) \rightarrow 3a(3\text{s}^2) + 3(-a)(3\text{s}) = 6\text{m} \rightarrow a = 2\text{m/s}^2$$

$$v_0 = -2\text{m/s} \quad x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \rightarrow x = 2t^2 - 2t$$

ت

ب



$$v = at + v_0 \rightarrow v = 2t - 2$$

$$\begin{cases} v = 0 \rightarrow t = 1\text{s} \\ t = 0 \rightarrow v = -2\text{m/s} \end{cases}$$

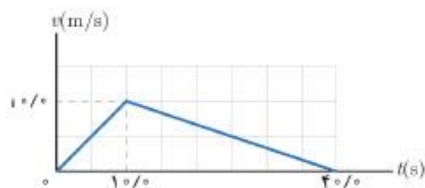
$$v = at + v_0 \rightarrow v = 2(\text{m/s}^2)t - 2\text{m/s}$$

$$\rightarrow v = 2(\text{m/s}^2) \times 3\text{s} - 2\text{m/s} = 4\text{m/s}$$

## تمرین (تمرین کتاب درسی)

نمودار  $v-t$  متحرکی که در امتداد محور  $x$  حرکت می کند مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی  $0/0$  تا  $5/0$  چند برابر سرعت

متوسط آن در بازه زمانی  $2/0$  تا  $4/0$  است؟



$$a_1 = \frac{1.0\text{m/s} - 0}{1.0\text{s}} = 1\text{m/s}^2 \quad \xrightarrow{\Delta t = \Delta s} v_1 = a_1t + v_0 = 1\text{m/s}^2 \times \Delta s = \Delta s\text{m/s}$$

$$v_{1av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{\Delta s\text{m/s} + 0}{2} = \frac{1}{2}\Delta s\text{m/s}$$

$$a_2 = \frac{0 - 1.0\text{m/s}}{4.0\text{s} - 1.0\text{s}} = -\frac{1}{3}\text{m/s}^2 \quad \xrightarrow{\Delta t = 1\Delta s} v_2 = a_2t + v_0 = -\frac{1}{3}\text{m/s}^2 \times 1\Delta s + 1.0\text{m/s} = \Delta s\text{m/s}$$

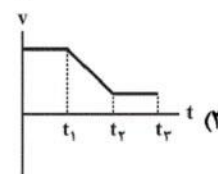
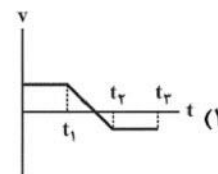
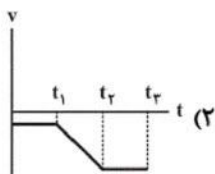
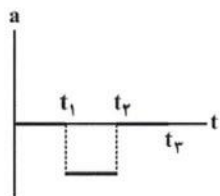
$$v_{2av} = \frac{v_3 + v_4}{2} = \frac{\Delta s\text{m/s} + 0}{2} = \frac{1}{2}\Delta s\text{m/s}$$

$$\frac{v_{1av}}{v_{2av}} = 1$$

## تمرین

نمودار شتاب - زمان متحرکی که در امتداد محور  $x$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند

نمودار سرعت - زمان مربوط به آن باشد؟



(۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

## حل:

با توجه به نمودار شتاب - زمان. در لحظات صفر تا  $t_1$  و  $t_2$  تا  $t_3$  شتاب حرکت صفر است بنابراین شیب نمودار سرعت - زمان باید صفر باشد. در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  شتاب حرکت منفی است، در نتیجه شیب نمودار سرعت - زمان باید منفی باشد. هر سه گزینه این شرایط را برآورده می‌کنند

## یادداشت

.....

....

....

....

....

..

## فصل دوم

## دینامیک



سال ۱۹۴۴!! در اوج جنگ جهانی دوم، در جبهه ی غرب سواحل  
نرماندی در فرانسه که در اختیار آلمان نازی بود سقوط کرد و به  
دست نیروهای متفقین افتاد. در جبهه ی شرق نیروهای استالین و  
متمرین کمونیست او به شدت در حال پیشروی در متصرفات آلمان  
بودند. هیتلر رهبر آلمان نازی به خوبی میدانست که نیروهایش نمی  
توانند در دو جبهه بجنگند. او به نیرو های اطلاعات نظامی خود که اس  
اس خوانده می شدند دستور داده بود هر چه سریع تر پاره ای بیندیشند.

یکی از افسران جوان اس اس به نام فون براون که از سال ۱۹۳۰ بر روی ستون های راکتی کار کرده بود پیشنهاد ساخت چیزی را داد که  
برای اولین بار در تاریخ ساخته شد. براون گفت اگر سوخت های مایع و اکسیژن را با سیستم پیچیده ی سوختی در یک استوانه ی بزرگ  
قرار دهیم و و بر روی نوک این استوانه قوی ترین مواد منفجره قرار دهیم میتوانیم دور ترین نقاط خاک متفقین را مورد حمله قرار دهیم.  
او به اختصار نام این سلاح V۲ (وی ۲) یا سلاح انتقامی ۲ که امروزه موشک بالستیک خوانده می شود نام گذاری کرد. اساس کار  
این موشک این گونه است که بعد از شلیک از جو زمین خارج می شود سپس با اتکا به نیروی گرانش زمین بر روی هدف سقوط میکند.  
سقوطی که حداقل ده برابر سرعت صوت یعنی چیزی حدود ۳ کیلومتر بر ثانیه بر روی هدف فرود می آید. بعد از شکست هیتلر در جنگ  
دولت آمریکا براون و همکارانش را مافیانه به آمریکا منتقل کرد و آنها بنیان سازمان هوا فضای آمریکا (ناسا) را کلید زدند. آلمانی ها با  
این آزمایش اولین کسانی شدند که با استفاده از دینامیک و حرکت شناسی توانستند وسیله ای بسازند که بعدها مبنای کار ورود انسان به  
آسمان و فضای خارج از کره ی زمین و تفریح رویای دانشمندان گذشته در تسخیر فضا و کرات آسمانی و همچنین تسلیحات قاره پیمای و  
سلاح های اتمی دوربرد شدند. این اهمیت مبانی فیزیک در پیشرفت یک ملت!!!

تصویری از فون براون – سایت هم جهت اطلاع بیشتر.<sup>۱</sup>

نیرو کمیته برداری است که می تواند سرعت اجسام را تغییر دهد و سبب حرکت آن شود. به عبارتی نیرو عامل حرکت به شمار می رود

بعد از اثر نیرو ، نیرو از بین می رود لذا نیرو قابل ذخیره سازی نیست. یعنی مثلا نمیتونید به مشت به دیوار بزنید بعد به دیوار بگی بعد از یک ساعت هرکی از کثارت رد شد همون مشت رو بهش بزن!!! 😊

همچنین میتونیم بگیریم برهم کنش دو جسم را در علم سینماتیک نیرو بنامیم.

در طبیعت چندین نیرو (بر هم کنش) وجود دارد

الف) نیروی گرانش و نیروی وزن که زمین و اجسام و کرات آسمانی و سیاره ها بر هم وارد می کنن.

ب) بر هم کنش الکتریکی و مغناطیسی

ج) بر هم کنش هسته ای

**تمرین** (فرزانگان تهران)

شخصی در ۷ متری زیر آب قرار دارد و فشار زیادی بر او وارد می شود. ماهیت این برهم کنش که به شخص وارد می شود چیست؟

**حل:** فشاری که به شخص می آید ناشی از وزن آب است که بر هم کنشی گرانشی محسوب می شود.

قوانین نیوتون

همه ی دینامیک تقریبا روی قوانین نیوتون بنا شده . آله قوانین نیوتون رو خوب بفهمید دینامیک براتون آسون میشه!.

اگر به جسمی هیچ نیرویی وارد نشود یا برابند نیروهای وارد بر آن (نیروهای خارجی) صفر باشد ، اگر جسم ساکن باشد ساکن می ماند و اگر در حال حرکت باشد به حرکت خود ادامه می دهد.

به قانون اول نیوتون قانون لختی می گویند.

نیوتون مدتی مسئول ضرابخانه بود . ضرابخانه منظور تولید و ضرب سکه های انگلستان بود به این دلیل این پست را به او داده بودن که امپراطوری انگلستان سفارش سکه ای را داده بود که کسی نتونه کپیش رو بزنه و جعل کنن.. نیوتون که مشغول کار در ضرابخانه شد ، قسمتی از کارخانه طوری ساخته شده بود که در یک مفظه هوا به سرعت از سوراخ های کوچک رو به بالا فوران می کرد. نیوتون به پوب

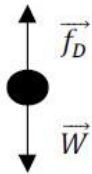
شبهه سکه های پهن داشت که کمی از سکه بزرگتر بود. در به لفظه برای تفریح اونو روی این مفظه انداخت. با کمال تعجب دید که به دلیل فشار هوا از زیر که سکه ی پوی روی هوا معلق مونده و با همان سرعتی که سکه رو روی مفظه انداخته بود، عرض مفظه را پیمود. این کونه بود که این ایده درمورد قانون اول به ذهنش فطور کرد.

لختی (ایرنسی) اجسام با هم متفاوت است.

**تمرین** (هماهنگ کشوری)

چتربازی در ارتفاعی بلند از هواپیما پرش میکند و چترش را باز می کند. نیروهای وارد بر چترباز را تا لحظه ی رسیدن به زمین ترسیم کنید با رسم شکل.

حل:

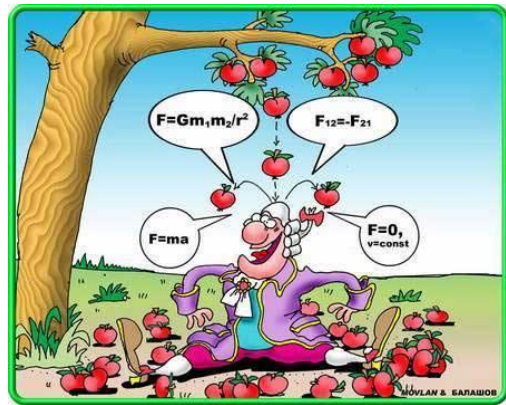


رسم دو نیروی وزن و مقاومت هوا روی شکل (۰/۵)

واکنش نیروی مقاومت هوا به مولکولهای هوا (۰/۲۵)

واکنش نیروی وزن به مرکز زمین (۰/۲۵)

با توجه به قانون اول نیوتون گفتیم اگر جسمی ساکن است یا با سرعت ثابت در حال حرکت است به این معنی است که برآیند نیروهای خارجی وارد بر آن صفر است یا اصلا نیرویی از خارج بهش وارد نمی شود. این چند جمله ی ساده میشه سخت ترین سوالات رو ازش طرح کرد. داستان کلی این طوره که میگن فلان جسم در سوال در حال تعادل یا ساکن یا سرعت ثابت است و چند نیرو با زاویه بهش وارد میشه. طبق قاعده قانون اول



نیوتون برآیند نیروها صفر است. اما برای این که سوال رو حل کنید نیاز به تجزیه ی بردارهای نیرو دارید. بعد از تجزیه ی بردارها به بردار یکه با استفاده از روابط مثلثاتی میتونید مجهولات مساله رو پیدا کنید.

**تمرین** (هماهنگ کشوری تجربی ۹۹)

وقتی در خودروی ساکن نشسته اید و ناگهان خودرو شروع به حرکت می کند به صدلی فشرده می شوید. علت چیست؟

**حل:** طبق قانون اول نیوتون مسافران به دلیل ساکن بودن تمایل دارن در این حالت بمانند . لذا به سمت عقب صندلی کشیده می شوند. قانون لختی میگوید که در طبیعت اجسام تمایل دارند که حالت تعادل خود را حفظ کنن لذا مقاومت می شود در برابر به هم زدن این تعادل.

### تمرین

در شکل زیر شخصی در حال هول دادن جسمی است . جسم در جای خود ثابت است و حرکت نمی کند. چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟



الف) جسم بزرگ است و نمی توان در تحلیل دینامیکی آن را به صورت ذره فرش کرد

ب) جهت برابند نیروهای خارجی وارد شده به جسم به سمت راست است

ج) طبق قانون اول نیوتون برای این جسم ثابت بماند نیروی به سمت راست به جسم وارد می شود تا اثر نیروی شخص را خنثی کند

۴(۴)

۲(۳)

۱(۲)

۱) صفر

**حل:** در دینامیک برای تحلیل ذرات ساکن آنها را به صورت ذره فرض کرده و سپس آنها را تحلیل می کنیم . جهت برابند نیروهای خارجی در یک جسم ساکن بی معنی است چون برابند صفر است. برای این که نیروی شخص خنثی شود باید نیروی اصطکاک به سمت چپ به جسم وارد شود. لذا هیچ کدام از این موارد صحیح نیستند.

### قانون دوم نیوتون

تا حالا گفتیم که جسم ثابت بماند . حالا اگر نیرو به حدی باشد که جسم به حرکت بیفتد و شتاب بگیرد یه فرمول داریم :



$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

F برابری نیروهای خارجی وارد بر جسم است.

M جرم جسم بر حسب کیلوگرم

A شتاب بر حسب متر بر مجذور ثانیه .

### تمرین

سه نیروی ۶ و ۸ و ۱۲ نیوتون با هم به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم وارد شده و جسم ساکن است. هرگاه نیروی ۶ نیوتونی حذف شود جسم به اندازه ی ۱۰ متر جابه جا می شود. کار نیروهای برابری ۸ و ۱۲ نیوتونی در این جابه جایی چقدر است؟

۳۲(۴)

۲۴(۳)

۸۰(۲)

۶۰(۱)

### حل:

خیلی آسونه . وقتی برابری سه نیرو صفره و جهت ها رو هم نداریم یعنی برابری جفت نیروی دلخواه برابر نیروی سوم در خلاف جهت است. یعنی اگر برابری نیروهای ۸ و ۱۲ برابر ۶ ولی در خلاف جهت نیروی ۶ نیوتونیه. لذا اگر نیروی ۶ نیوتونی رو حذف کنیم برابری نیروها ۶ نیوتون می شود. طبق فرمول کار ، کار برابر نیرو ضربدر جابه جایی یعنی ۶۰ ژول است. لذا گزینه ی ۱ جواب است

\*توی کنکور های اواسط دهه ی ۸۰ تا اوایل دهه ی ۹۰ همیشه این تیپ سوال پاشنه ی آشیل کنکور و آزمون های آزمایشی بود. احتمال داره از این سبک بدن اما شکل و شمایلش رو کمی تغییر بدن. آکه مفهومی سوال حل کنید از عهده ی هر نوع سوالی بر می آید.

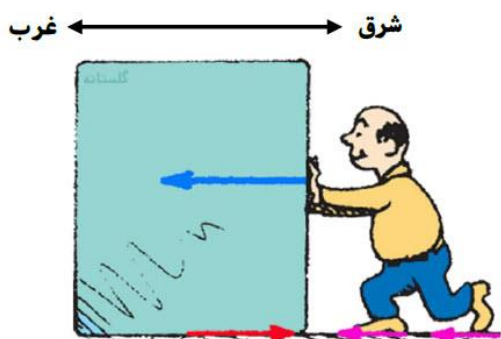


تست (سراسری تجربی)

شخصی روی سطح افقی یک صندوق را به سمت غرب هول می دهد. در این عمل نیروی اصطکاک وارد به شخص و صندوق به کدام سمت است؟

- (۱) غرب و شرق (۲) شرق و غرب (۳) شرق و شرق (۴) غرب و غرب

حل:



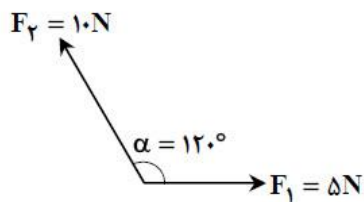
جهت نیروی اصطکاک وارد بر شخص و صندوق در شکل رسم شده اند. نیروی اصطکاک وارد بر شخص، در جهت حرکت شخص و نیروی اصطکاک وارد بر صندوق، در خلاف جهت حرکت صندوق است. نوع نیروی اصطکاک هم بسته به اینکه شخص یا صندوق لیز بخورند یا نه، از نوع جنبشی یا ایستایی است. پس نیروی اصطکاک وارد بر شخص به سمت غرب و نیروی اصطکاک وارد بر صندوق به سمت شرق خواهد بود.

تست (سراسری تجربی)

دو نیروی  $\vec{F}_1 = 5\text{N}$ ،  $\vec{F}_2 = 10\text{N}$  بر نقطه ای اثر می کنند. اگر زاویه ی بین این دو نیرو  $120^\circ$  درجه باشد، اندازه ی برآیند آنها چند نیوتون است؟

- (۱)  $5\sqrt{2}$  (۲)  $5\sqrt{3}$  (۳)  $7.5\sqrt{2}$  (۴)  $7.5\sqrt{3}$

حل:



برای محاسبه ی برآیند دو بردار، به صورت زیر عمل می کنیم:

$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2|\vec{F}_1||\vec{F}_2|\cos\alpha}$$

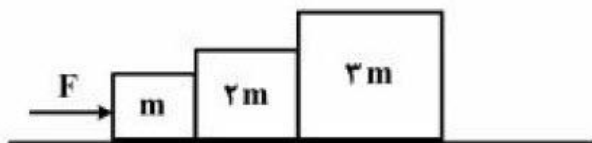
$$\Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{5^2 + 10^2 + 2 \times 5 \times 10 \times \left(-\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{75} = 5\sqrt{3}\text{N}$$

لیس انسان الی ما سعی // هیچ چیز برای انسان نیست الا تلاش او

قرآن کریم

## تمرین (سراسری تجربی)

در شکل زیر، نیروی افقی  $F$ ، سیستم را از حال سکون به حرکت در می‌آورد. نیرویی که در این حالت وزنه‌های  $m$  و  $2m$  به هم وارد می‌کنند،  $F'$  و نیرویی که وزنه‌های  $2m$  و  $3m$  به هم وارد می‌کنند،  $F''$  است. کدام رابطه درست است؟



$$F > F' > F'' \quad (1)$$

$$F < F' < F'' \quad (2)$$

$$F > F' = F'' \quad (3)$$

$$F = F' = F'' \quad (4)$$

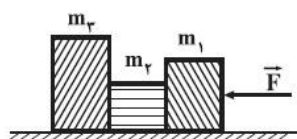
حل:

پاسخ بر عهده ی خودتون خیلی آسونه دیگه.

## تمرین

در شکل زیر، سه جسم  $m_1$ ،  $m_2$  و  $m_3$  روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارند. اگر نیروی افقی  $\vec{F}$  به مجموعه وارد شود، واکنش نیرویی که جسم  $m_1$  به  $m_2$  و واکنش نیرویی که جسم  $m_2$  به  $m_3$  وارد می‌کند به ترتیب از راست به چپ به کدام

جهت است؟



(2) چپ - چپ

(1) راست - راست

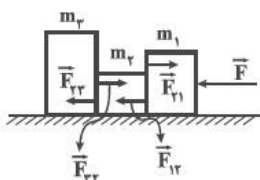
(4) چپ - راست

(3) راست - چپ

حل:

در این گونه مسائل، برای جهت یابی نیروهای بین دو جعبه، کافیت بدانیم نیروی وارد شده بر جعبه‌ای که از نیروی پیشران دورتر است، هم جهت با نیروی پیشران است. به عنوان مثال، برای جعبه‌های  $m_2$  و  $m_3$ ، چون جعبه  $m_3$  از نیروی پیشران  $\vec{F}$  دورتر است، پس نیرویی که به آن وارد می‌شود

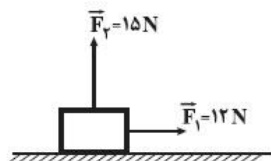
هم جهت با  $\vec{F}$  است. ( $\vec{F}_{23}$ )



طبق شکل فوق، واکنش نیروی جسم  $m_1$  به  $m_2$  (یعنی  $\vec{F}_{12}$ ) به جهت راست است و واکنش نیروی جسم  $m_2$  به  $m_3$  (یعنی  $\vec{F}_{23}$ ) به سمت چپ است.

## تمرین

مطابق شکل زیر، به جسم ساکنی به جرم  $1\text{kg}$  دو نیروی  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  وارد می شود. مقدار جابه جایی جسم پس از  $4$  ثانیه چند متر



است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و سطح بدون اصطکاک است).

$$104 \quad (2)$$

$$72 \quad (1)$$

$$96 \quad (4)$$

$$216 \quad (3)$$

حل:

نیروهای وارد بر جسم را رسم می کنیم و برآیند آن ها را محاسبه می کنیم.



$$F_T = \sqrt{F_1^2 + (F_2')^2} = \sqrt{12^2 + 5^2} = 13\text{N}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow 13 = 1 \times a \Rightarrow a = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم.

بنابراین جابه جایی جسم برابر است با.

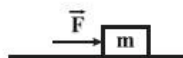
$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times 13 \times (4)^2 + 0 = 104\text{m}$$

## تمرین

نیروی افقی  $\vec{F}$  مطابق شکل، با اثر بر جرم  $m$ ، به آن شتاب  $\vec{a}$  می دهد. قصد داریم همزمان با  $4$  برابر کردن اندازه نیروی  $\vec{F}$ ،

اندازه شتاب سیستم را  $60\%$  درصد کاهش دهیم. به این منظور باید چند جعبه مشابه را روی جعبه اولیه بگذاریم؟ (از کلیه

اصطکاک ها صرف نظر شود).



$$4 \quad (2)$$

$$3 \quad (1)$$

$$10 \quad (4)$$

$$9 \quad (3)$$

حل:

با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$\frac{|\vec{F}_2|}{|\vec{F}_1|} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{|\vec{a}_2|}{|\vec{a}_1|} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{10}{1} \Rightarrow m_2 = 10m_1$$

یعنی باید ۹ جعبه مشابه را روی جعبه اول بگذاریم، تا جرم ۱۰ برابر شود.

### قانون سوم نیوتن

وقتی جسمی به جسم دیگر نیرو وارد می کند این یک عمل متقابل بوده و جسم دوم هم به جسم اول در خلاف جهت نیرو وارد می کند.

به اصطلاح به این نیروها کنش و واکنش یا عمل و عکس العمل می گویند.

نیروی عمل و عکس العمل از یک جنس هستند. یعنی مثلاً اگر یکی الکتریکی باشد دومی هم الکتریکی است.

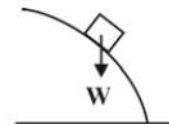
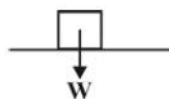
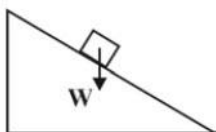
### تحلیل انواع نیروها

#### الف) نیروی وزن

نیروی وزن نیرویی است که از طرف زمین بر جسم به طور عمودی و به طرف زمین وارد می شود. این نیرو همواره به زمین عمود است و به سطحی که جسم روی آن قرار دارد بستگی ندارد.  $W = mg$

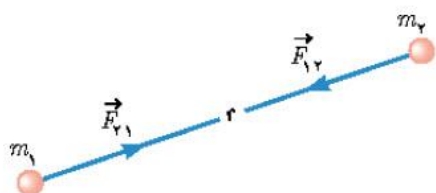


شکل الف-۱: نیروی وزن بر جسم گرانشی (W) وارد می کند و جسم نیز بر زمین نیروی گرانشی (W') وارد می کند.



## ب) نیروی گرانش

بین هر دو ذره به جرم‌های  $m_1, m_2$  که به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار داشته باشند نیروی ربایش وجود دارد که اندازه‌های آن برابر است با:



$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

دو جرم (جسم) که در مجاورت هم قرار داشته باشند به هم نیرو وارد می‌کنند

$$\left( \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right)$$

$G$  ثابت جهانی گرانش است و واحد آن است و مقدار آن

$$G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ می‌باشد.}$$

نیروی وزن، همان نیروی گرانشی بین زمین و جسم است یعنی داریم:

$$W = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

**شکل ۶-۱۵** نیروی گرانشی بین دو ذره جاذبه است و در امتداد خط واصل دو ذره وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون این دو یک جفت نیروی کنش - واکنش را تشکیل می‌دهند که:

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \Rightarrow F_{12} = F_{21} = F$$

## ج) شدت میدان گرانش

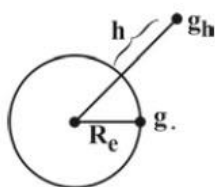
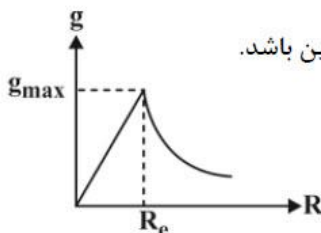
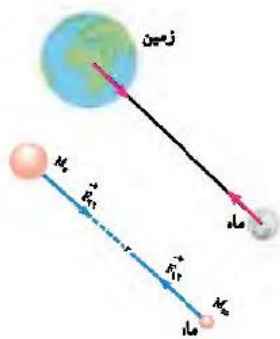
شدت میدان گرانشی ( $g$ ) جسمی به جرم  $M$  در فاصله  $r$  از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

اگر  $R_e$  شعاع زمین،  $M_e$  جرم زمین و  $h$  فاصله از سطح زمین باشد.  
۱- در سطح زمین:

$$g_0 = G \frac{M_e}{R_e^2}$$

۲- در ارتفاع  $h$  از سطح زمین از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$





## نیروی کشش نخ (T):

نیروی است که از طرف نخ به جسم و به طرح نخ وارد می‌شود.



شکل ۲-۱۷ طناب جسم را با نیروی کشش  $\vec{T}$  می‌کشد.



اگر نخ جرم نداشته باشد نیروی کشش نخ در تمام طول نخ یکسان است. اگر طنابی را از دو طرف با نیروی مساوی  $F$  بکشیم نیروی کشش نخ برابر  $F$  خواهد بود. اگر طنابی را از یک طرف ببندیم و از طرف دیگر با نیروی  $F$  بکشیم نیروی کشش نخ برابر  $F$  خواهد بود. اگر طناب جرم داشته باشد نیروی کشش طناب در همه جا یکسان نیست.

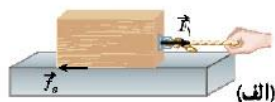
## نیروی اصطکاک



شکل ۲-۱۱ جسم ساکن روی سطح افقی

نیروی اصطکاک وارد بر جسم در خلاف جهت حرکت آن جسم است. این نیرو از طرف سطح به جسم به طور افقی وارد می‌شود. نیروی اصطکاک به چگونگی سطح و مساحت واقعی سطح تماس و نیروی عمود بر سطح بستگی دارد.

دو نوع نیروی اصطکاک داریم:



(الف)

نیروی اصطکاک در حال سکون (ایستایی): نیروی اصطکاک است که برای شروع حرکت باید بر آن غلبه نمود. این نیرو دارای مقدار ثابتی نیست و متناسب با نیروی وارد شده تغییر می‌کند. هر چه نیروی وارد شده بیشتر باشد اندازه نیروی اصطکاک بیشتر خواهد شد تا به حد نهایی خود برسد. بیشترین مقدار نیروی اصطکاک ایستایی را نیروی اصطکاک آستانه حرکت می‌گویند و مقدار آن برابر است با:

$$f_{s\max} = \mu_s N$$

اگر جسم حرکت نکند نیروی اصطکاک ایستایی برابر نیروی وارد شده می‌باشد.



(ب)

نیروی اصطکاک در حال حرکت (جنبشی): نیروی اصطکاک است که برای ادامه حرکت باید بر آن غلبه نمود. این نیرو مقدار ثابتی دارد و مقدار آن برابر است با:

$$f_k = \mu_k N$$

همواره نیروی اصطکاک آستانه حرکت بیشتر از نیروی اصطکاک در حال حرکت است.

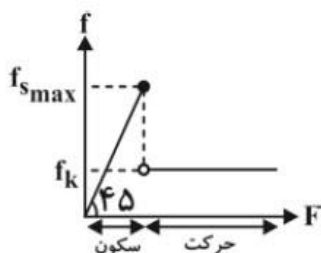


(پ)

شکل ۲-۱۲ با افزایش نیروی  $F$ ، نیروی اصطکاک ایستایی نیز افزایش می‌یابد تا اینکه به یک مقدار بیشینه معین می‌رسد.

$$f_{s\max} > f_k \rightarrow \mu_k < \mu_s$$

نمودار نیروی اصطکاک بر حسب نیرو وارد شد به صورت روبرو می باشد:



شکل ۶- نیروی اصطکاک ایستایی در خلاف جهت هل دادن به وجود آمده است.



نقطه های تماس

۱- اصطکاک جسم نرم روی جسم نرم ماکزیمم است ولی اصطکاک جسم سخت روی جسم سخت می نیمم است.

۲- نیروی اصطکاک و ضریب اصطکاک در سطح شیب دار در حرکت رو به بالا و رو به پایین با هم برابرند و اگر زاویه ی سطح شیب دار به تدریج بیش تر شود نیروی اصطکاک کم تر می شود (یعنی نیروی اصطکاک در سطح شیب دار کم تر از سطح افقی است).

۳- صاف بودن بیش از حد بین سطوح دو جسم به علت نیروی جاذبه ی شدید بین مولکول ها ایجاد نیروی جاذبه ی بین مولکولی شدید در سطح تماس شده که خود نیروی اصطکاک محسوب می شود.

۴- روغن کاری مانع تماس مستقیم بین دو سطح شده و در نتیجه نیروی اصطکاک را به حداقل می رساند زیرا نیروی اصطکاک به سطح واقعی تماس بستگی دارد.

۵- برای جسمی که روی سطح حرکت می کند  $M < 1$  باشد اگر  $M > 1$  باشد یعنی به جای کشیدن جسم باید آن را از روی سطح بلند کرد تا آن را جابه جا کنیم.

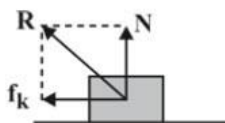
### نیروی مقاومت شاره:

نیروی است که از طرف شاره (مایع یا گاز) به جسم و در خلاف جهت آن وارد می شود. این نیرو به اندازه و تندی جسم بستگی دارد.

## نیروی سطح:

برآیند نیروهایی است که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود یعنی برآیند دو نیروی اصطکاک و عمود بر سطح می‌باشد.

$$R = \sqrt{N^2 + f_k^2}$$



## نیروی کشسانی فنر (قانون هوک):

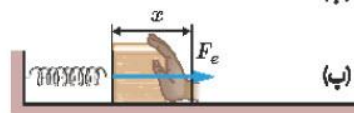
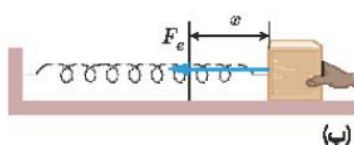
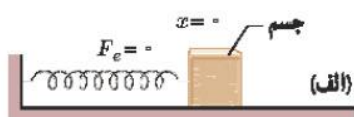
نیرویی که فنر بر اجسام وارد می‌کند در جهتی است که فنر را به حالت عادی برمی‌گرداند.

به همین علت این نیرو بازگرداننده را نیروی کشسانی می‌نامند.

$$F = -kx$$

F نیرویی است که فنر بر اجسام وارد می‌کند.

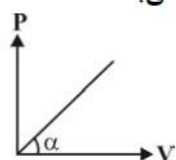
K ثابت فنر است و واحد آن  $\frac{N}{m}$  است.



**شکل ۲-۱۵** الف) فنر طول عادی دارد و جسم در نقطه تعادل است، ب) فنر کشیده شده است و نیروی کشسانی رو به نقطه تعادل به جسم وارد می‌کند، و پ) فنر فشرده شده است، و نیروی کشسانی رو به نقطه تعادل به جسم وارد می‌کند.

## اندازه حرکت (تکانه):

حاصل ضرب جرم در بردار سرعت را اندازه حرکت می‌گویند که کمیتی است برداری واحد آن کیلوگرم متر بر ثانیه می‌باشد.



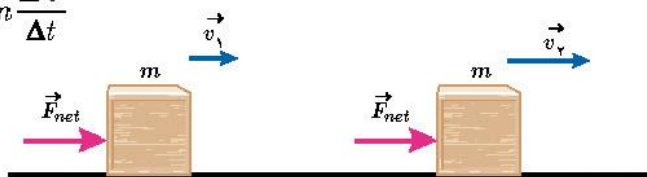
$$\vec{P} = m \cdot \vec{V}$$

## قانون دوم نیوتن و اندازه حرکت:

قانون دوم نیوتن را می‌توان به کمک اندازه حرکت به صورت زیر بیان کرد:

تغییر اندازه حرکت جسم در واحد زمان متناسب و هم جهت با نیروی متوسط خارجی وارد بر جسم است.

$$\vec{F}_{net} = m a = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$



**شکل ۲-۱۸** سرعت جسم تحت تأثیر نیروی خالص ثابت  $\vec{F}_{net}$  از  $v_1$  به  $v_2$  می‌رسد.

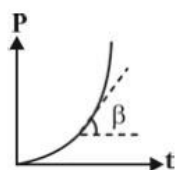


با فرض ثابت بودن جرم جسم ( $m$ ) می‌توانیم جرم را در کنار سرعت ( $\vec{v}$ ) قرار دهیم.

$$\vec{F}_{net} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t}$$

حاصل ضرب جرم جسم ( $m$ ) در سرعت آن ( $\vec{v}$ )، تکانه جسم نامیده می‌شود و آن را با  $\vec{p}$  نشان

می‌دهیم.



$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \tan \beta$$

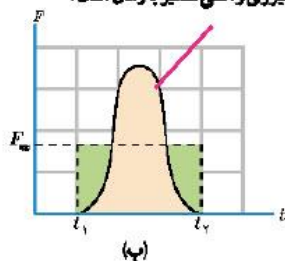
$$F = \frac{dp}{dt}$$

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

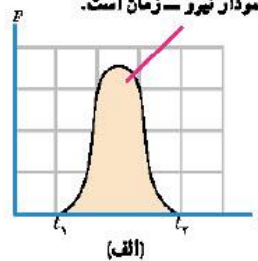
اگر تکانه تابعی از زمان باشد در این صورت نیرو مشتق تکانه نسبت به زمان است.

تغییر تکانه یک جسم (یعنی  $\Delta \vec{p} = \vec{F}_{av} \Delta t$ ) را می‌توان از سطح زیر نمودار نیرو-زمان نیز به دست آورد (شکل ۲-۱۹).

تغییر تکانه ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانه نیروی واقعی متغیر با زمان است.



تغییر تکانه برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو-زمان است.

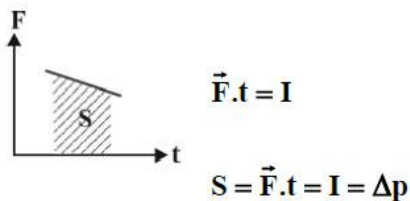


**شکل ۱۹-۲** (الف) نیروی خالص وارد بر یک جسم می‌تواند بر حسب زمان تغییر کند. (ب) مقدار نیروی متوسط ( $F_{av}$ ) (خط چین افقی) به گونه‌ای است که مساحت مستطیل ( $F_{av} \Delta t$ ) برابر با مساحت سطح زیر منحنی شکل الف باشد.

تعمیل معلم مورد!!! نظام مفهومی آموزشی کشور، به این سمت میره که دانش آموز بدون حضور معلمی ماهر و حضور در کلاس‌ها احتمال موفقیتش در کنکور به مراتب کمتره.

**ضربه یا تغییرات اندازه حرکت:**

حاصل ضرب نیروی خارجی وارد بر جسم در زمان تأثیر نیرو را ضربه گویند. کمیتی است برداری واحد آن نیوتن ثانیه با کیلوگرم متر بر ثانیه می باشد.



سطح زیر نمودار نیرو زمان بابر تغییرات اندازه حرکت وارد بر جسم است.

**قانون بقای اندازه حرکت:**

اگر برآیند نیروهای خارجی وارد بر جسمی صفر باشد. تغییر اندازه حرکت جسم برابر صفر و اندازه حرکت جسم مقداری است ثابت.

$$\vec{F} = 0 \rightarrow \Delta \vec{p} = 0 \rightarrow p = \text{مقدار ثابت}$$

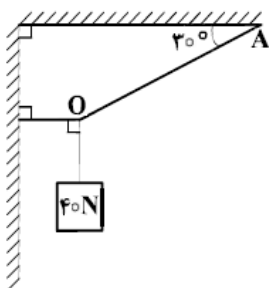
**توجه:**

همواره علامت تکانه (p) و علامت سرعت (v) یکسان است و علامت نیرو (F) با علامت شتاب (a) یکسان می باشد پس:

$$\begin{cases} \text{حرکت تندشونده} & av > 0 & pF > 0 \\ \text{حرکت کندشونده} & av < 0 & pF < 0 \end{cases}$$

**تمرین**

در شکل روبه‌رو، وزنه توسط ۳ نخ سبک به حالت تعادل قرار دارد. اندازه نیروی کشش نخ OA، چند نیوتون است؟



۴۰ (۱)

۸۰ (۲)

$40\sqrt{3}$  (۳)

$80\sqrt{3}$  (۴)

**حل:**

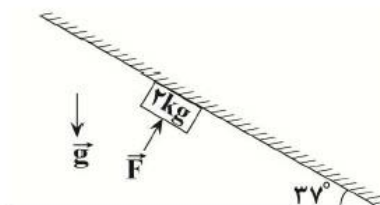
اگر نیروی کشش نخ OA را با  $\vec{T}$  نمایش دهیم، اندازه مؤلفه قائم  $\vec{T}$  باید برابر  $40\text{ N}$  باشد. پس:

$$T \sin 30^\circ = 40\text{ N} \Rightarrow T = 80\text{ N}$$

## تمرین

در شکل زیر جسمی به جرم  $2\text{kg}$  تحت تأثیر نیروی  $\vec{F}$  به یک دیوار مایل که با سطح افق زاویه  $37^\circ$  می‌سازد، تکیه داده شده است. اگر راستای نیروی  $\vec{F}$  بر سطح دیوار عمود و ضریب اصطکاک ایستایی دیوار با جسم برابر با  $0/3$  باشد، حداقل

بزرگی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون باشد که جسم ساکن بماند؟  $(\sin 37^\circ = 0/6, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



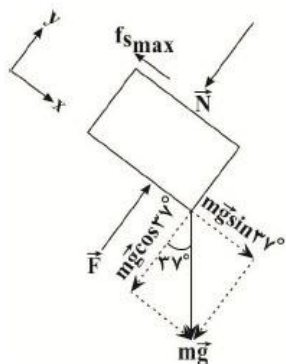
(۱) ۲۸

(۲) ۵۶

(۳) ۲۲

(۴) ۲۴

حل:



$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Rightarrow F - N - mg \cos 37^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Rightarrow mg \sin 37^\circ - f_{s \max} = 0$$

$$\Rightarrow f_{s \max} = mg \sin 37^\circ \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1)} N + mg \cos 37^\circ = F \Rightarrow N = F - mg \cos 37^\circ$$

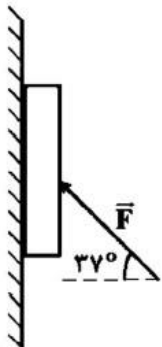
$$\xrightarrow{(2)} \mu_s N = mg \sin 37^\circ \Rightarrow \mu_s (F - mg \cos 37^\circ) = mg \sin 37^\circ$$

$$F = \frac{mg}{\mu_s} \sin 37^\circ + mg \cos 37^\circ \xrightarrow{m=2\text{kg}, g=10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \mu_s=0/3}$$

$$\xrightarrow{\sin 37^\circ=0/6, \cos 37^\circ=0/8}$$

$$F = \frac{20}{0/3} \times 0/6 + 20 \times 0/8 \Rightarrow F = 56\text{N}$$

مطابق شکل، کتابی به جرم  $200g$  را به دیوار عمودی تکیه می‌دهیم، برای اینکه از افتادن آن جلوگیری کنیم، نیروی  $\vec{F}$  را که با سطح افق زاویه  $37^\circ$  می‌سازد به آن وارد می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی میان دیوار و کتاب،  $0.5$  باشد، کم‌ترین مقدار  $\vec{F}$  چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ )



(1) 10

(2) 20

(3) 2

(4) 5

حل:

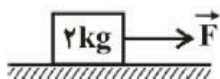
$$\mu_s N = mg - F \sin 37^\circ$$

$$\Rightarrow \mu_s (F \cos 37^\circ) = mg - F \sin 37^\circ \Rightarrow 0.5(F \times 0.8) = 0.2 \times 10 - F \times 0.6$$

$$\Rightarrow 0.4F = 2 - 0.6F \Rightarrow F = 2N$$

تمرین

در شکل زیر، جسم ابتدا در حال سکون و ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح برابر با  $0.2$  است. اگر نیروی افقی  $F = 8N$  به مدت  $2s$  بر جسم اثر کند و سپس آن را قطع کنیم، جسم از لحظه‌ی اعمال نیرو تا لحظه‌ی توقف،



چند متر بر روی سطح جابه‌جا می‌شود؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

(4) 16

(3) 12

(2) 8

(1) 4

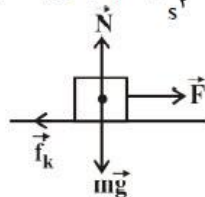
حل:

ابتدا قانون دوم نیوتون را برای جسم نوشته، شتاب حرکت جسم را تعیین کرده و سپس سرعت جسم پس از ۲s و مسافت پیموده شده در این مدت را بدست می آوریم:

$$F - f_k = ma \xrightarrow{f_k = \mu_k mg} 1 - 0.2 \times 2 \times 10 = 2a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 = 2 \times 2 + 0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 4m$$



پس از قطع نیروی  $\vec{F}$ ، تنها نیروی اصطکاک بر جسم وارد می شود و داریم:

$$-f_k = ma' \Rightarrow -\mu_k g = a' \Rightarrow a' = -0.2 \times 10 = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a'\Delta x_2 \xrightarrow{v_2=0} -4^2 = 2 \times (-2) \times \Delta x_2$$

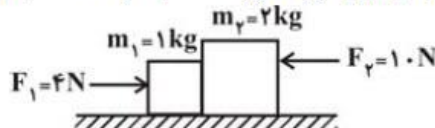
$$\Rightarrow \Delta x_2 = 4m$$

بنابراین اندازه‌ی جابه‌جایی کل در این مدت برابر است با:

$$d = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 4 + 4 = 8m$$

### تمرین

مطابق شکل زیر، دو جسم  $m_1 = 1kg$  و  $m_2 = 2kg$  بر روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند و نیروهای افقی  $F_1 = 4N$  و  $F_2 = 10N$  بر آن‌ها وارد می‌شوند. اندازه‌ی نیروی تماسی بین دو جسم چند نیوتون است؟



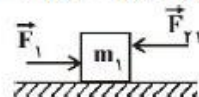
- ۲ (۱)  
۴ (۲)  
۸ (۳)  
۶ (۴)

### حل:

چون اصطکاک وجود ندارد و  $F_2 > F_1$  است، مجموعه‌ی دو جسم با شتاب ثابت به طرف چپ حرکت می‌کند. طبق قانون دوم نیوتون، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم‌ها برابر است با:

$$\sum F = (\sum m)a \Rightarrow 10 - 4 = (1 + 2)a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

حال اگر جرم  $m_1$  را در نظر بگیریم و قانون دوم نیوتون را در راستای افقی



برای نیروهای وارد بر آن بنویسیم، داریم:

$$\sum F = m_1 a \Rightarrow F_{21} - F_1 = m_1 a$$

$$\Rightarrow F_{21} - 4 = 1 \times 2 \Rightarrow F_{21} = 6N$$

دقت کنید اگر جرم  $m_2$  را نیز در نظر می‌گرفتیم، طبق قانون سوم نیوتون، به همین نتیجه می‌رسیدیم.

## تمرین

- معادله‌ی اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی در SI که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، بر حسب زمان به صورت

$$P = \frac{t^3}{3} - t^2 - 24t + 48$$

می‌شود؟

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

(۱) صفر

## حل:

با توجه به این که آهنگ تغییر تکانه‌ی یک جسم نسبت به زمان برابر با

برایند نیروهای وارد بر جسم است  $(\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt})$ ، می‌توان نوشت:

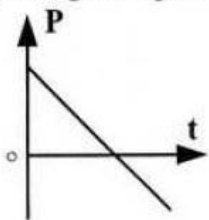
$$F = \frac{dP}{dt} = t^2 - 2t - 24 = 0 \Rightarrow (t-6)(t+4) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = 6s & \text{ق.ق} \\ t = -4s & \text{غ.ق.ق} \end{cases}$$

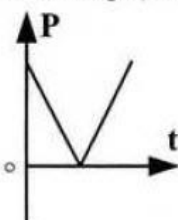
چون در  $t = 6s$  برایند نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر شده است، بنابراین در ۵ ثانیه‌ی اول هرگز برایند نیروهای وارد بر جسم صفر نمی‌شود.

## تمرین

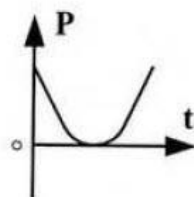
گلوله‌ای در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، کدام نمودار تغییر تکانه‌ی جسم را درست نشان می‌دهد؟



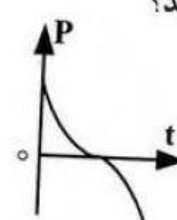
(۴)



(۳)



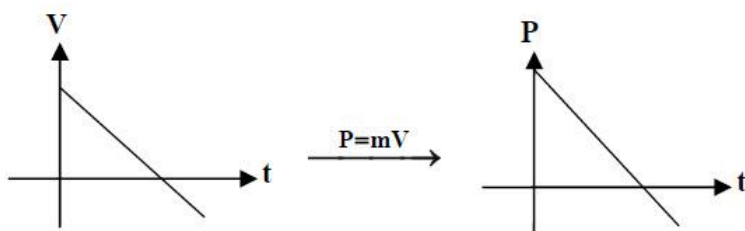
(۲)



(۱)

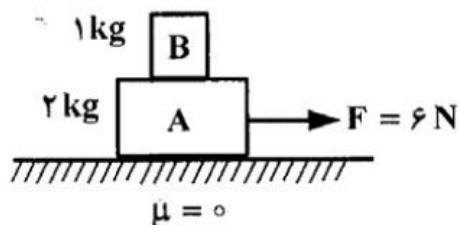
## حل:

با توجه به ثابت بودن شتاب متحرک، نمودار سرعت-زمان مطابق شکل زیر است. از طرفی شکل کلی نمودار تکانه-زمان نیز مشابه سرعت-زمان بوده و گزینه‌ی (۴) درست است.





## تمرین



در شکل روبه‌رو اگر در ضمن حرکت روی سطح افقی، وزنه‌ی B روی وزنه‌ی A نلغزد، نیروی اصطکاک بین دو وزنه چند نیوتون است؟

- (۱) صفر  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۶

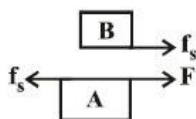
## حل:

برای آن که در ضمن حرکت روی سطح افقی، وزنه‌ی B بر روی وزنه‌ی A نلغزد، دو وزنه تشکیل یک مجموعه را می‌دهند و با یک شتاب حرکت می‌کنند. بنابراین با توجه به قانون دوم نیوتون ابتدا شتاب حرکت دو جسم را به دست می‌آوریم:

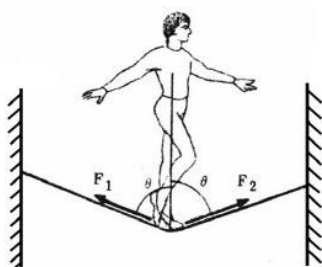
$$F = (m_A + m_B)a \quad \begin{matrix} m_A = 1\text{kg} \\ m_B = 2\text{kg}, F = 6\text{N} \end{matrix} \Rightarrow 6 = (2+1)a \Rightarrow a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

از آن‌جا که نیروی اصطکاک بین دو وزنه به وزنه‌ی B شتاب می‌دهد، بنابراین داریم:

$$\sum F = m_B a \Rightarrow f_s = m_B \times a \quad \begin{matrix} m_B = 1\text{kg} \\ a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{matrix} \Rightarrow f_s = 1 \times 2 = 2\text{N}$$



## تمرین



طنابی بین دو دیوار موازی در یک تراز بسته شده است و یک بند باز، درست در وسط طناب قرار دارد و بزرگی نیروی کشش طناب در جلو و پشت شخص به ترتیب  $F_1$  و  $F_2$  است.

اگر شخص، به تدریج به سمت دیوار مقابل خود حرکت کند، .....

(۱)  $F_1$  از  $F_2$  کوچک‌تر می‌شود.

(۲)  $F_1$  از  $F_2$  بزرگ‌تر می‌شود.

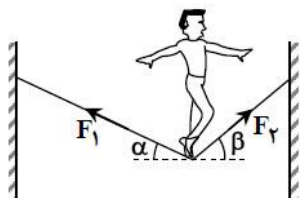
(۳)  $F_1$  و  $F_2$  برابر خواهند ماند ولی هر دو افزایش می‌یابند.

(۴)  $F_1$  و  $F_2$  برابر خواهند ماند ولی هر دو کاهش می‌یابند.

## حل:



وقتی بندباز درست در وسط طناب قرار دارد، نیروی کشش طناب در جلو و پشت شخص ( $F_1$  و  $F_2$ ) با هم برابر است. ولی اگر شخص به سمت دیوار مقابل خود حرکت کند، مطابق شکل زیر مشاهده می‌کنیم که زاویه  $\beta$  بیشتر از  $\alpha$  می‌شود. در ادامه با نوشتن شرایط تعادل نیروها در راستای افقی داریم:



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_2 \cos \beta - F_1 \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow F_2 \cos \beta = F_1 \cos \alpha \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\xrightarrow{\alpha < \beta} \cos \alpha > \cos \beta \Rightarrow \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} > 1 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} > 1 \Rightarrow F_2 > F_1$$

بنابراین اگر شخص به سمت دیوار مقابل خود حرکت کند، نیروی کشش طناب در جلوی شخص ( $F_2$ )، بیشتر از نیروی کشش طناب در پشت شخص ( $F_1$ ) می‌شود.

تذکر: می‌توان گفت در نخ‌هایی که طولش کوتاه‌تر می‌شود، نیروی کشش بزرگ‌تر می‌شود.

### تمرین

جسمی به جرم  $50$  گرم از ارتفاع  $60$  متری رها می‌شود و در لحظه‌ای، سرعت آن به  $14 \frac{m}{s}$  می‌رسد و یک ثانیه پس از آن،

سرعت جسم به  $23 \frac{m}{s}$  می‌رسد. تغییر تکانه جسم در این یک ثانیه، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

$$\frac{23}{10} \quad (4)$$

$$\frac{23}{20} \quad (3)$$

$$\frac{9}{10} \quad (2)$$

$$\frac{9}{20} \quad (1)$$

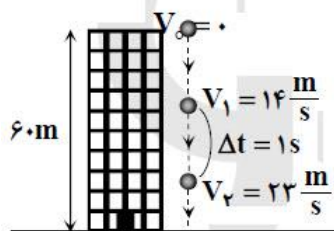
### حل:

۲۰۹- پاسخ: گزینه‌ی ۱

با توجه به شکل مقابل، تغییر تکانه‌ی گلوله بین دو لحظه‌ی نشان داده شده برابر است با:

$$\vec{P} = m\vec{V} \Rightarrow \Delta\vec{P} = m\Delta\vec{V} \Rightarrow |\Delta\vec{P}| = m(V_2 - V_1) = 50 \times 10^{-3} (23 - 14)$$

$$\Rightarrow |\Delta\vec{P}| = 0.45 = \frac{9 \text{ kg} \cdot \text{m}}{20 \text{ s}}$$



روی تست‌های انگلور سراسری سال‌های قبل ویژه تویه کنید.

## تمرین

جسمی به جرم  $2\text{kg}$  روی محور  $x$  حرکت می‌کند و معادلهٔ مکان آن در SI به صورت  $P = 3t^2 - 12t + 9$  است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، برآیند نیروهای وارد بر این جسم برابر صفر است؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۶

## حل:

نیرو مشتق مکان است. پس:

$$F = \frac{dp}{dt} = 6t - 12 = 0 \Rightarrow t = 2\text{s}$$

## تمرین

سورتمه‌ای به وزن  $600$  نیوتون به وسیلهٔ طنابی روی سطح افقی با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر اندازهٔ نیرویی که طناب به سورتمه وارد می‌کند،  $300\text{N}$  و راستای آن با سطح افق زاویهٔ  $30^\circ$  بسازد، ضریب اصطکاک جنبشی سورتمه و سطح چقدر است؟

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

## حل:

$$f_k = F \cos \alpha = 300 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{N} = 150\sqrt{3} \text{N}$$

$$N = mg - F \sin \alpha = (600 - 300 \times \frac{1}{2}) \text{N} = 450 \text{N}$$

$$f_k = \mu_k N \Rightarrow 150\sqrt{3} = \mu_k \times 450 \Rightarrow \mu_k = \frac{150\sqrt{3}}{450} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

## تمرین (هماهنگ کشوری)

دانش آموزی به جرم  $60 \text{ kg}$  روی یک ترازوی فنری در آسانسور ساکن، ایستاده است. آسانسور با شتاب  $1/2 \text{ m/s}^2$  به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. در این حالت ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟

$$(g=9/8 \text{ N/kg})$$

حل:

$$F_N - W = ma \quad F_N = 60 \times (1/2 + 9/8) \quad F_N = 660 \text{ N}$$

(۰/۲۵)                      (۰/۲۵)                      (۰/۲۵)

## تمرین

- معادله سرعت جسمی به جرم  $3 \text{ kg}$  در SI به صورت  $V = 2t^2 - 4t + 6$  است. نیروی متوسط وارد بر این جسم در بازه زمانی  $t_1 = 2 \text{ s}$  تا  $t_2 = 4 \text{ s}$  چند نیوتن است؟

$$72 \text{ (۴)} \quad 48 \text{ (۳)} \quad 24 \text{ (۲)} \quad 12 \text{ (۱)}$$

حل:

$$P = mV = 3(2t^2 - 4t + 6) = 6t^2 - 12t + 18$$

$$\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{(6(4)^2 - 12 \times 4 + 18) - (6(2)^2 - 12 \times 2 + 18)}{4 - 2} = \frac{48}{2} = 24 \text{ N}$$

## تمرین

- اگر  $m$ ،  $V$  و  $K$  به ترتیب جرم، سرعت و انرژی جنبشی یک جسم باشند، کدام رابطه زیر نشان‌دهنده تکانه آن جسم خواهد بود؟

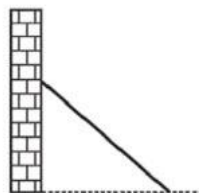
$$\sqrt{2mK} \text{ (۴)} \quad \frac{\sqrt{2K}}{m} \text{ (۳)} \quad \sqrt{\frac{mK}{2}} \text{ (۲)} \quad m\sqrt{2K} \text{ (۱)}$$

حل:

$$K = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{m^2 V^2}{2m} = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow P^2 = 2mK \Rightarrow P = \sqrt{2mK}$$

## تمرین

در شکل زیر نردبانی به جرم ۲۰ کیلوگرم به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان ۰/۴ باشد، در آستانه سر خوردن نردبان، اندازه نیرویی که از طرف زمین بر نردبان وارد می‌شود چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



۸۰ (۲)

۴۰√۲۹ (۱)

۲۸۰ (۴)

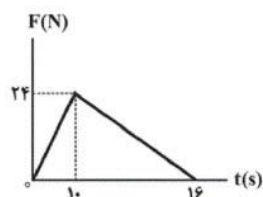
۲۰۰ (۳)

حل: بر عهده ی خودتون

## تمرین

شکل زیر نمودار نیروی خالص وارد بر متحرکی را بر حسب زمان نشان می‌دهد. نیروی خالص متوسط وارد بر آن از لحظه صفر تا

لحظه  $t = 12s$  برابر با چند نیوتون خواهد بود؟



$\frac{40}{3}$  (۲)

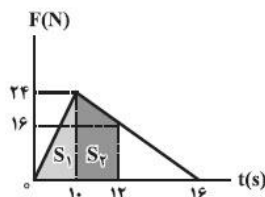
۱۰ (۱)

۱۲ (۴)

$\frac{80}{3}$  (۳)

حل:

$$\frac{24}{F} = \frac{6}{4} \Rightarrow F = 16N$$



می‌دانیم که مساحت زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییرات تکانه است

بنابراین:

$$\Delta p = S_1 + S_2 = \frac{24 \times 10}{2} + \frac{(24 + 16) \times 2}{2} = 120 + 40 = 160 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{160}{12} = \frac{40}{3} N$$

