

فیزیک مکانیک

حرکت در راستای خط راست

حسین شناور

گروه فیزیک، دانشکده علوم

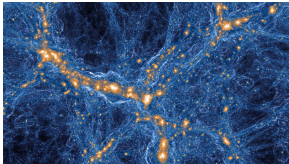


دانشگاه هرمزگان

- این مجموعه درس در ایام همه گیری کرونا در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۹ و با سرعتی بیش از حد معمول تهیه شده است؛ بنابراین، امکان وجود اشتباهات در این ارائه وجود دارد.
 - خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی را به آدرس ایمیل من ارسال کنید تا در ویرایش های بعدی تصحیحات لازم اعمال شوند:
- h.shenavar@gmail.com
- از همکاران محترم در دانشگاه صنعتی قوچان که، با تلاش بسیار، امکان ارائه آنلاین این مجموعه درس را فراهم آورده اند، سپاسگزارم.

- ۱ حرکت در راستای خط راست
- چرا حرکت مستقیم الخط؟
- توصیف حرکت یک بعدی

مسائل پیچیده را به مسائل ساده تر تبدیل می کنیم.



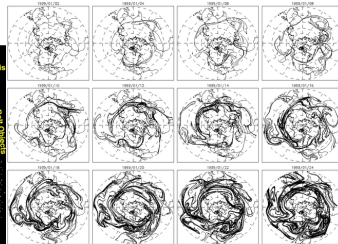
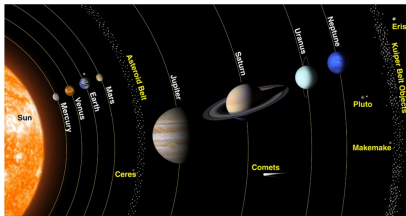
مسائل مکانیک نوعا شامل حرکت های بسیار پیچیده چندبعدی هستند و معمولا چندین ذره در حرکت دخیل اند. هرچند، حرکت بر خط مستقیم کمتر در طبیعت رخ می دهد. بنابراین چرا باید به حرکت های یک بعدی علاقه نشان دهیم؟

حل چنین مسائل بس-ذره ای و چند بعدی در نگاه اول ناممکن می نماید.

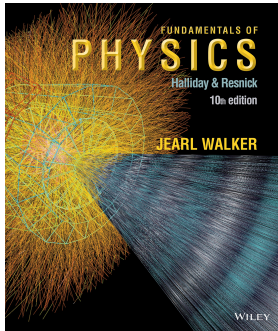
هرچند می توان با تجزیه مسائل به مساله های کوچکتر (دو ذره ای، سه ذره ای و ... در یک بعد) و هم چنین بوجود آوردن ابزارهای ریاضی لازم این مسائل را حل نمود.

روش تجزیه مسائل سخت به مساله های آسان تر، و تجمع مسائل آسان حل شده برای بازسازی مساله بزرگتر اصلی، به دکارت منسوب است و در کتاب "گفتار در روش درست به کار بردن خرد" توضیح داده شده است.

در فیزیک مکانیک، مثل تقریبا همه مباحث علمی، از این روش استفاده خواهیم کرد.



صورت بندی کتاب



دلیل تاکید ما بر مسائل یک بعدی این است که می دانیم که مسائل سه بعدی را می توان به سه مساله یک بعدی تجزیه کرد (فصل چهارم). بنابراین، اگر بتوانیم مسائل یک بعدی را حل کنیم، علی الاصول می توانیم مسائل سه بعدی را نیز حل کنیم. همچنین، وقتی چند ذره داشته باشیم، می توانیم حرکت هر کدام از ذرات را مستقلاً تحلیل کرده و آنگاه حرکت مجموعه را به دست آوریم (فصل نهم). به علاوه، نشان خواهیم داد که بررسی حرکت های دورانی نیز بسیار شبیه به حرکت یک بعدی است زیرا ریاضیات این دو شبیه است (فصل دهم). ساختار درس فیزیک مکانیک به صورت زیر است:

فصل دوم: فهم حرکت یک بعدی با استفاده از حسابان.

فصل سوم: ریاضیات بردارها برای فهم حرکت های دو و سه بعدی.

فصل چهارم: تحلیل حرکت های دو و سه بعدی با استفاده از بردارها و حسابان.

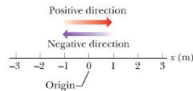
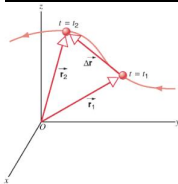
فصل های پنجم و ششم: عامل حرکت نیروست.

فصل های هفتم و هشتم: توصیف حرکت با استفاده از کمیت های اسکالر کار، انرژی و ...

فصل نهم: حرکت مجموعه ای از ذرات، قضیه پایستگی تکانه خطی، برخورد و ...

فصل های دهم و یازدهم: حرکت های دورانی و عامل آنها. قضیه پایستگی تکانه زاویه ای.

فصل دوازدهم: تعادل ایستایی.



شکل از هالیدی

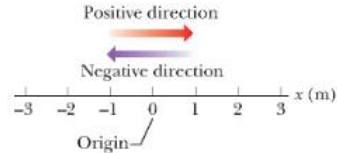
فرض های حرکت در راستای خط راست



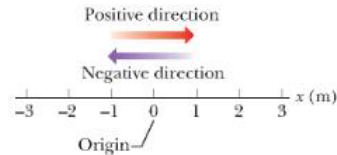
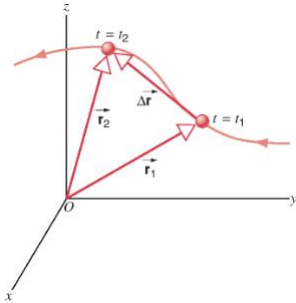
• حرکت در راستای خط راست است؛ یعنی عمودی، افقی و ... ولی منحنی نیست.

• عامل حرکت (نیرو) در این فصل بحث نمی شود.

• ذرات نقطه ای را در نظر می گیریم؛ فعلا اجسام گسترده و دوران آنها را نادیده می گیریم.



موقعیت و جابه جایی



شکل از هالیدی

برای فهم درست حرکت، احتیاج داریم که تعاریفی (مثل مکان، جابه جایی، سرعت، شتاب و ...) را برای توصیف آن به کار ببریم.

موقعیت جسم در هر لحظه نشان دهنده مکان جسم در آن لحظه است. موقعیت بر روی محور افقی را معمولاً با x نشان می دهیم (موقعیت در سه بعد با بردار $\vec{r}$ نشان داده می شود). موقعیت، بستگی به جهت قراردادی محور، می تواند مثبت و یا منفی باشد.

جابه جایی تغییر در موقعیت است:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

و می تواند مثبت و یا منفی باشد. در فصل های بعد خواهیم دید که جابه جایی یک کمیت برداری است و علاوه بر اندازه جهت هم دارد. تعریف جابه جایی در فضا به صورت زیر است:

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

مسافت طی شده عبارت است از جمع قدممطلق تک تک جابه جایی ها. مسافت یک کمیت اسکالر است.

تفاوت مسافت و جابه جایی: فرض کنید که فاصله مشهد-قوچان ۱۳۰ کیلومتر است. در این صورت اگر من امروز صبح از مشهد به سمت قوچان حرکت کرده و تا بعداز ظهر برگردم، جابه جایی کل من در طی روز صفر خواهد بود، زیرا نقاط اولیه و نهایی حرکت من برابرند. ولی مسافت طی شده من برابر ۲۶۰ کیلومتر است.

موقعیت و جابه جایی را در SI با واحد متر m اندازه گیری می کنند ولی واحدهای دیگری مانند کیلومتر، مایل و ... هم وجود دارند.

شکل ها از فیزیک هالیدی، ویرایش پنجم، و مبانی فیزیک، ویرایش دهم.

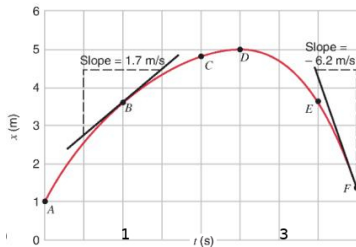
نمودار مکان-زمان ($x - t$ و یا $x(t)$)

● حال به شکل زیر دقت کنید. این شکل مکان جسم (مربوط به متحرک شکل سمت راست) را بر حسب زمان به ما نشان می دهد و ما آن را نمودار مکان-زمان $x - t$ و یا تابع $x(t)$ می نامیم.

● در اینجا محور عمودی موقعیت جسم (در واحد متر یعنی $x(m)$) را بر حسب زمان (در واحد ثانیه یعنی $t(s)$) به دست می دهد.

● نمودارهای مکان-زمان کاملاً ریاضیاتی هستند و ما بیشتر اطلاعات حرکت را می توانیم از آن ها به دست آوریم.

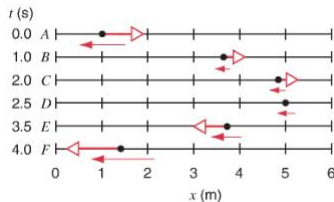
● سعی کنید ارتباط بین تصاویر لحظه ای نمودار سمت راست و نقاط مشخص شده در نمودار سمت چپ را پیدا کنید.



● شکل زیر را در نظر بگیرید. این شکل، تصویر لحظه ای موقعیت جسم در شش زمان متفاوت را بر روی محور x ها نشان می دهد. این ها نمودارهای مکان هستند. دو شکل اسلاید قبلی نیز نمودارهای مکان بودند.

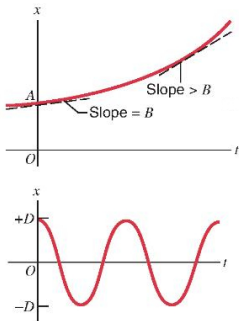
● به عبارت دیگر، نمودار مکان نموداری است که شما در دنیای واقعی ملاحظه می کنید. مثل حرکت یک ماشین در خیابان در زمان های مختلف.

● نمودارهای مکان شهود خوبی از حرکت به ما می دهند ولی محاسبات حرکت را ساده نمی سازند زیرا در این نمودارها زمان غایب است در حالی که اکثر محاسبات حرکت به زمان ربط دارند.

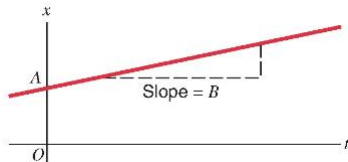


نمونه های دیگری از نمودار مکان-زمان

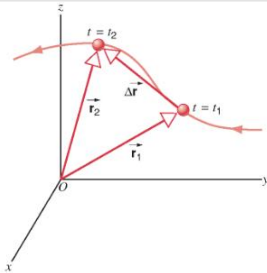
دو شکل پایین به ترتیب حرکت با شتاب ثابت و حرکت هارمونیک ساده را نشان می دهند.



شکل زیر حرکت با سرعت ثابت را نشان می دهد. بعداً این نوع حرکت را دقیق تر مطالعه کرده و درباره مفهوم شیب نمودار مکان زمان $slope$ دقیق تر بحث خواهیم کرد.



سرعت متوسط



سرعت متوسط یک جسم بین دو لحظه t_1 و t_2 برابر است با آهنگ تغییر در

موقعیت:

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

در اینجا، x_1 و x_2 به ترتیب مکان در زمان های t_1 و t_2 هستند. همچنین، در حرکت های سه بعدی داریم:

$$\bar{\vec{v}} = \vec{v}_{avg} \equiv \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

می توانید از هرکدام از علامت های $-$ و یا avg برای نشان دادن کمیت های متوسط استفاده کنید.

تندی متوسط عبارت است از مسافت طی شده بر واحد زمان. تندی یک کمیت اسکالر و مثبت است.

مثال: در حرکت من به سمت قوچان، فرض کنید که حرکت کاملاً مستقیم الخط است و مسافت من یک ساعت و بیست دقیقه به طول انجامیده است. بنابراین، سرعت متوسط من برابر است با

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{130 \text{ km}}{1.33 \text{ h}} \approx 97 \text{ km/h}$$

تندی متوسط من نیز همین مقدار است.

ولی در حرکت رفت و برگشت سرعت متوسط من صفر است. این در حالی است که تندی متوسط من برابر است با $\frac{126 \text{ km}}{1.33 \text{ h}}$ که در آن زمان کل رفت و برگشت من به خانه (مشهد) است.

شکل از فیزیک هالیدی، ویرایش پنجم.

سرعت را در SI با واحد متر بر ثانیه m/s اندازه گیری می کنند ولی واحدهای دیگری مانند کیلومتر بر ساعت، مایل بر ساعت، کیلومتر بر ثانیه (در نجوم) و ... هم وجود دارند.

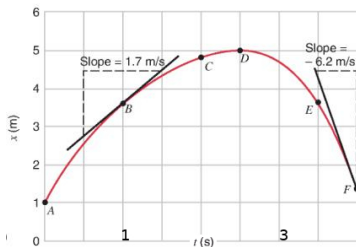
مثال: سرعت و تندی متوسط

پاسخ الف)

$$\bar{v}_{AF} = \frac{x_F - x_A}{t_F - t_A} = \frac{1.4 - 1}{4 - 0} = +0.1 \frac{m}{s}$$

$$\bar{s}_{AF} = \frac{d_{AF}}{t_F - t_A} = \frac{4 + 3.6}{4 - 0} = 1.9 \frac{m}{s}$$

سرعت متوسط و تندی متوسط در این حالت برابر نیستند.



حرکت رفت و برگشتی زیر که نمودار مکان-زمان آن نیز مشخص شده است را در نظر بگیرید. الف) سرعت متوسط و تندی متوسط در بازه AD را به دست آورید. ب) سرعت متوسط و تندی متوسط در بازه AF را به دست آورید.

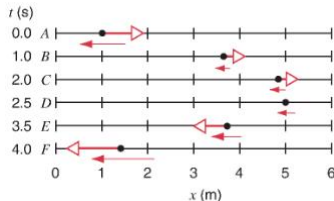
پاسخ الف)

$$\bar{v}_{AD} = \frac{x_D - x_A}{t_D - t_A} = \frac{5 - 1}{2.5 - 0} = +1.6 \frac{m}{s}$$

$$\bar{s}_{AD} = \frac{d_{AD}}{t_D - t_A} = \frac{4}{2.5 - 0} = 1.6 \frac{m}{s}$$

سرعت متوسط و تندی متوسط در این حالت برابرند.

شکل ها از فیزیک هالیدی، ویرایش پنجم.



سرعت لحظه ای

سرعت متوسط اطلاعات کلی خوبی را درباره مسیر حرکت در اختیار ما قرار می دهد ولی جزئیات حرکت را به دست نمی دهد. برای فهم جزئیات حرکت، باید جنبش جسم را در بازه های زمانی کوتاه تر مشاهده کنیم. در حالت حدی که بازه زمانی به سمت صفر میل کند، سرعت لحظه ای را خواهیم داشت:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \equiv \frac{dx}{dt}$$

علامت $\frac{dx}{dt}$ نشان دهنده مشتق زمانی موقعیت x نسبت به زمان است. واضح است که x در حالت کلی با زمان تغییر می کند (یعنی تابعی از زمان است):
 $x \equiv x(t)$

از این به بعد، به دلیل اختصار، این تابعیت زمانی را نشان نخواهیم داد. سرعت کمیتی برداری است.

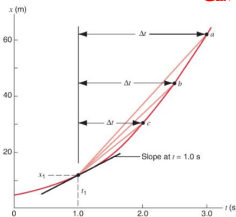
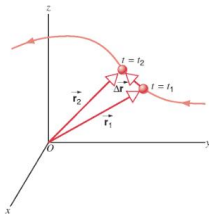
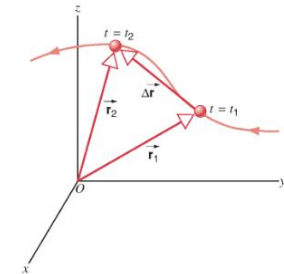
سرعت لحظه ای شیب نمودار مکان-زمان ($x(t)$) در هر لحظه t است.

سرعت لحظه ای در سه بعد به صورت زیر تعریف می شود:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \equiv \frac{d}{dt} \vec{r}$$

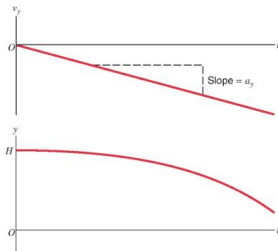
در این زمینه در فصل چهارم بیشتر صحبت خواهیم کرد.

شکل ها از فیزیک هالیدی، ویرایش پنجم.



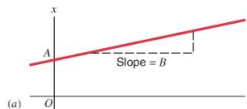
به نمودارهای مکان-زمان و سرعت-زمان زیر دقت کنید.

نمودار مکان-زمان و سرعت-زمان
حرکت با شتاب ثابت را ملاحظه می
کنید.

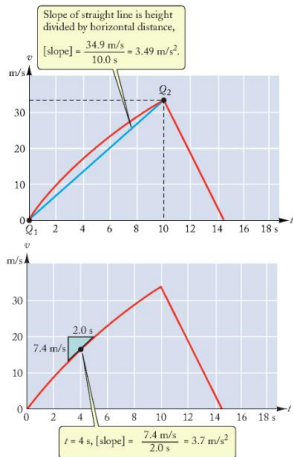


نمودار مکان-زمان و سرعت-زمان یک جسم ساکن و جسمی که با سرعت ثابت حرکت
می کند را ملاحظه می کنید.

به ویژه، ملاحظه کنید که نمودار سرعت-زمان، همان شیب نمودار مکان-زمان است.



شتاب متوسط و شتاب لحظه ای



فیزیک اوهانیان

شتاب متوسط بین دو نقطه A و B عبارت است از تغییر در سرعت لحظه ای بین این دو نقطه در واحد زمان

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

در اینجا، v_1 و v_2 به ترتیب سرعت در زمان های t_1 و t_2 هستند. به عنوان مثال شکل بالا را ببینید. واحد SI شتاب: m/s^2 .

شتاب متوسط می تواند اطلاعات خوبی را درباره تغییرات کلی در سرعت متحرک به ما بدهد. ولی اگر بخواهیم تغییرات سرعت را به صورت دقیق تر مطالعه کنیم، باید بازه های زمانی کوچکتری را انتخاب کنیم. شکل پایین را ببینید.

در حالت حدی، وقتی که بازه زمانی بسیار کوچک باشد، آهنگ تغییرات لحظه ای سرعت به دست می آید که آن را شتاب لحظه ای می نامیم:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \equiv \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

علامت $\frac{dv}{dt}$ نشان دهنده مشتق زمانی سرعت لحظه ای v نسبت به زمان است. واضح است که v در حالت کلی با زمان تغییر می کند (یعنی تابعی از زمان است: $v \equiv v(t)$). از این به بعد، به دلیل اختصار، این تابعیت زمانی را نشان نخواهیم داد. شتاب کمیته برداری است.

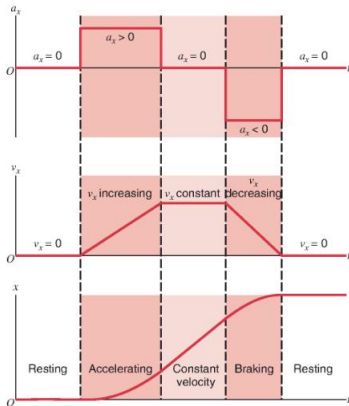
شتاب لحظه ای، شیب نمودار سرعت-زمان $v(t)$ و تقعر نمودار مکان زمان $x(t)$ در هر لحظه t است.

شتاب لحظه ای در سه بعد به صورت مقابل تعریف می شود: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \equiv \frac{d\vec{v}}{dt}$

در این زمینه در فصل چهارم بیشتر بحث خواهیم کرد.

مقایسه نمودارهای مکان، سرعت و شتاب بر حسب زمان

تحلیل کنید:



نمودارهای مقابل، حرکت یک آسانسور را توصیف می کنند. شکل بالایی نمودار شتاب-زمان، شکل میانی نمودار سرعت-زمان و شکل پایینی نمودار مکان-زمان آسانسور است.

در ابتدا آسانسور ساکن است. بنابراین در این بازه مکان آن تغییر نمی کند و مقادیر سرعت و شتاب آن نیز صفر هستند (چرا؟).

آنگاه، آسانسور با شتاب ثابت به سمت بالا حرکت می کند. بنابراین، مقدار سرعت آن به صورت خطی با زمان افزایش می یابد (چرا؟). مکان جسم نیز به صورت سهمی (معادله درجه دوم) افزایش می یابد (چرا؟). دقت کنید که تقعر منحنی مکان-زمان رو به بالاست زیرا شتاب مثبت است.

در ادامه، آسانسور با سرعت یکنواخت حرکت می کند. بنابراین شتاب آن صفر است (چرا؟) و مکان آن به صورت خطی با زمان افزایش می یابد (چرا؟).

آنگاه، آسانسور سرعت خود را کاهش می دهد. بنابراین شتاب آن منفی است (چرا؟) و تقعر مکان آن به سمت پایین است (چرا؟).

در انتها آسانسور دوباره ساکن است. بنابراین در این بازه مکان آن تغییر نمی کند و مقادیر سرعت و شتاب آن نیز صفر هستند.

پس از درک مفاهیم جابه جایی، سرعت و شتاب (و ارتباط بین آنها)، مساله مربوط به آسانسور در انتهای این درس را حل کنید.

شکل از فیزیک هالیدی، ویرایش پنجم.

مثال: تحلیل حرکت

● تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

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

داده می شود.

(الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t = 0$ s تا $t = 1$ s بیابید.

(ب) سرعت لحظه ای در لحظات $t = 0$ s و $t = 1$ s را بیابید.

(پ) سرعت لحظه ای در $t = 0.5$ s چقدر است؟

(ت) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در وسط مسیر بین این دو لحظه قرار دارد چقدر است؟

(ث) نمودار مکان x و سرعت v بر حسب زمان t را رسم کنید.

● جواب الف)

$$\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{x(t=1) - x(t=0)}{1 - 0}$$

$$\bar{v} = \frac{0.5 - 1}{1 - 0} = -0.5$$

در نتیجه

جواب ب) سرعت لحظه ای برابر آهنگ تغییر در مکان (مشتق زمانی مکان) است:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -\frac{1}{(1+t)^2}$$

$$\text{بنابراین} \quad v(t=0) = -1 \quad \text{and} \quad v(t=1) = -\frac{1}{4}$$

جواب پ)

$$v(t=0.5) = -\frac{4}{9}$$

● جواب ت)

وقتی ذره در وسط مسیر قرار دارد، مکان آن

$$\frac{x(t=1) + x(t=0)}{2} = 0.75$$

برابر با 0.75 می باشد. زمان در این موقعیت از حل رابطه

$$x(t) = \frac{1}{t+1} = 0.75$$

و برابر با $t = \frac{1}{3}$ است. در این لحظه،

یعنی $t = \frac{1}{3}$ ، داریم

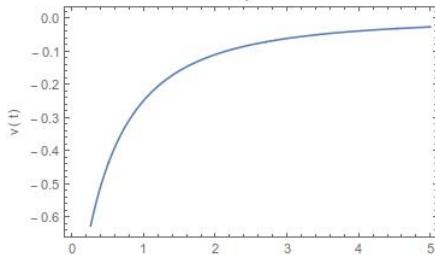
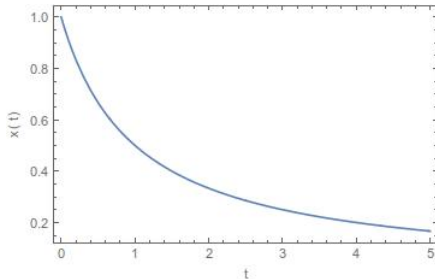
$$v(t = \frac{1}{3}) = -\frac{9}{16}$$

(ث) نمودارهای x و v را می توانید با

استفاده از نقطه یابی رسم کنید. جواب ها

به صورت زیرند:

مثال: تحلیل حرکت



۲- تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

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

داده می شود.

الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t = 0s$ تا $t = 1s$ بیابید.

ب) سرعت لحظه ای در لحظات $t = 0s$ و $t = 1s$ را بیابید.

پ) سرعت لحظه ای در $t = 0.5s$ چقدر است؟

ت) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در وسط مسیر بین این دو لحظه قرار دارد چقدر است؟

ث) نمودار مکان x و سرعت v بر حسب زمان t را رسم کنید.

پاسخ ث)

نکات مهم این درس

انتظار این است که در انتهای این درس شما بتوانید نکات اساسی تحلیل حرکت یک بعدی را بیان کنید. برای اینکار لازم است بتوانید به سوال های زیر پاسخ دهید:

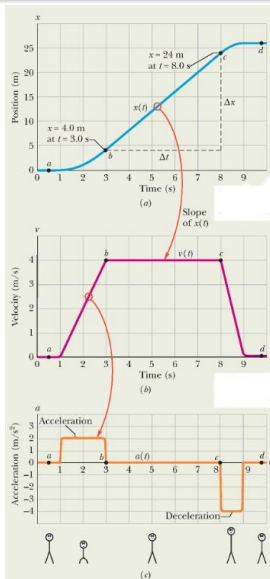
- ۱ چرا بررسی حرکت مستقیم الخط مهم است؟
- ۲ تعریف سرعت متوسط چیست و واحد SI سرعت کدام است؟
- ۳ تندی را تعریف کنید و تفاوت آن با سرعت را بیان کنید.
- ۴ سرعت لحظه ای چیست؟
- ۵ سرعت لحظه ای چه خصوصیاتی از نمودار مکان-زمان را بیان می کند.
- ۶ شتاب متوسط و لحظه ای را بیان کنید.
- ۷ شتاب لحظه ای چه خصوصیاتی از نمودارهای سرعت-زمان و مکان-زمان را بیان می کند.

اگر درباره هر کدام از مفاهیم یاد شده بالا مشکلی احساس می کنید، لطفا درس را یک بار دیگر مرور کنید.

فراموش نکنیم که بهترین راه برای جذب و ”درونی سازی“ مفاهیم ریاضی و فیزیک، حل مساله است. به همین دلیل سعی کنید دانسته های خود را با حل سوالات زیر محک زده و تقویت کنید.



تمرین



نمودار حرکت یک آسانسور.

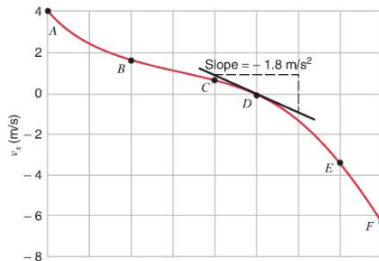
(الف) با استفاده از شکل بالا، یعنی نمودار مکان-زمان، نشان دهید که سرعت در بازه bc برابر 4 m/s است. همچنین، با استفاده از نمودار مکان-زمان توضیح دهید که چرا شتاب در این بازه صفر است.

(ب) با استفاده از نمودار سرعت-زمان، نشان دهید که شتاب در بازه $t = 1 \text{ s}$ تا $t = 3 \text{ s}$ برابر 2 m/s^2 است. همچنین، نشان دهید که شتاب در بازه $t = 8 \text{ s}$ تا $t = 9 \text{ s}$ برابر -4 m/s^2 است.

با تشکر از آقای مهدی پاکدل برای یادآوری اشتباه تایپی در متن این سوال.

شکل از مبانی فیزیک هالیدی، ویرایش ده.

تمرین



• شتاب متوسط در بازه های زمانی AB ، AC ، AD ، AE و AF را تخمین بزنید.

• شکل از فیزیک هالیدی، ویرایش پنجم.

تمرین های تحلیل حرکت

تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

$$x(t) = \frac{1}{2t + 3}$$

داده می شود. الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t = 0$ s تا $t = 1$ s بیابید. ب) سرعت لحظه ای در لحظات $t = 0$ s و $t = 1$ s را بیابید. پ) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در وسط مسیر بین این دو لحظه قرار دارد چقدر است؟ ت) سرعت لحظه ای در $t = 0.5$ s چقدر است؟ ه) نمودار مکان x بر حسب زمان t را رسم کنید.

تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

$$x(t) = -3t^2 + t - 5$$

داده می شود. الف) سرعت "متوسط" را در بازه زمانی $t = 1$ s تا $t = 2$ s بیابید. ب) سرعت "لحظه ای" در لحظات $t = 1$ s و $t = 2$ s را بیابید. پ) در چه لحظه ای متحرک ساکن است؟ ت) نمودار سرعت v و شتاب a بر حسب زمان t را رسم کنید.

تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

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

داده می شود. الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t = 0$ s تا $t = 1$ s بیابید. ب) سرعت لحظه ای در لحظات $t = 0$ s و $t = 1$ s را بیابید. پ) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در وسط مسیر بین این دو لحظه قرار دارد چقدر است؟ ت) سرعت لحظه ای در $t = 0.5$ s چقدر است؟ ه) نمودار مکان x بر حسب زمان t را رسم کنید.

تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

$$x(t) = \sqrt{t + 1}$$

داده می شود. الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t = 0$ s تا $t = 1$ s بیابید. ب) سرعت لحظه ای در لحظات $t = 0$ s و $t = 1$ s را بیابید. پ) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در وسط مسیر بین این دو لحظه قرار دارد چقدر است؟ ت) شتاب در لحظات $t = 0$ s و $t = 1$ s را بیابید. ث) نمودار مکان x و سرعت v بر حسب زمان t را رسم کنید.

تحلیل حرکت یک بعدی: مکان یک ذره در امتداد محور x با رابطه ی

$$x(t) = \sin(\pi t) + 2 \cos(\pi t)$$

داده می شود. الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی $t = 1$ s تا $t = 2$ s بیابید. ب) سرعت لحظه ای در لحظات $t = 1$ s و $t = 2$ s را بیابید. پ) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در وسط مسیر بین این دو لحظه قرار دارد چقدر است؟ ت) شتاب در لحظات $t = 1$ s و $t = 2$ s را بیابید.

مبحث بعدی: حرکت با سرعت ثابت و شتاب ثابت در راستای مستقیم

در جلسه بعد دو نوع حرکت بسیار مهم را در نظر خواهیم گرفت:

● حرکت با سرعت ثابت و شتاب ثابت در راستای مستقیم

● حرکت با شتاب ثابت در راستای مستقیم

● همچنین، سقوط آزاد اجسام را، به عنوان مهمترین نوع

حرکت با شتاب ثابت، بررسی خواهیم کرد.



مراجع

- ❶ Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker; Fundamentals of physics, 10th edn. John Wiley & Sons, 2014.
- ❷ Halliday, D., R. Resnick, and K. S. Krane. "Physics, 5th edn." (2002).
- ❸ Ohanian, Hans C., and John T. Markert. Physics for engineers and scientists, 3th edn. 2007.
- ❹ Young, Hugh D., Roger A. Freedman, and Albert Lewis Ford. Sears and Zeman-sky's university physics, 13th edn. Pearson education, 2006.

کلاس های دیگر فیزیک مکانیک

کلاس های درس فیزیک یک دانشگاه صنعتی شریف (مثلا کلاس درس دکتر محمد رضا اجتهادی و یا دکتر محمود بهمن آبادی) را می توانید از مرکز آموزش های الکترونیک دانشگاه صنعتی شریف (و یا حتی از سایت مکتب خونه) دریافت کنید.
<http://ocw.sharif.edu/>

کلاس درس دکتر والتر لوین از دانشگاه MIT در مرکز آموزش های الکترونیک این دانشگاه و یوتیوب:
<https://ocw.mit.edu/index.htm>
<https://www.youtube.com/watch?v=X9c0MRooBzQ>

Lec 01: Units, Dimensions, and Scaling Arguments | 8.01 Classical Mechanics (Walter Lewin)

387,915 views • Dec 9, 2014

2.6K 44 SHARE SAVE

با سپاس از توجه شما،
مراقب سلامت خود و اطرافیان خود
باشید.

