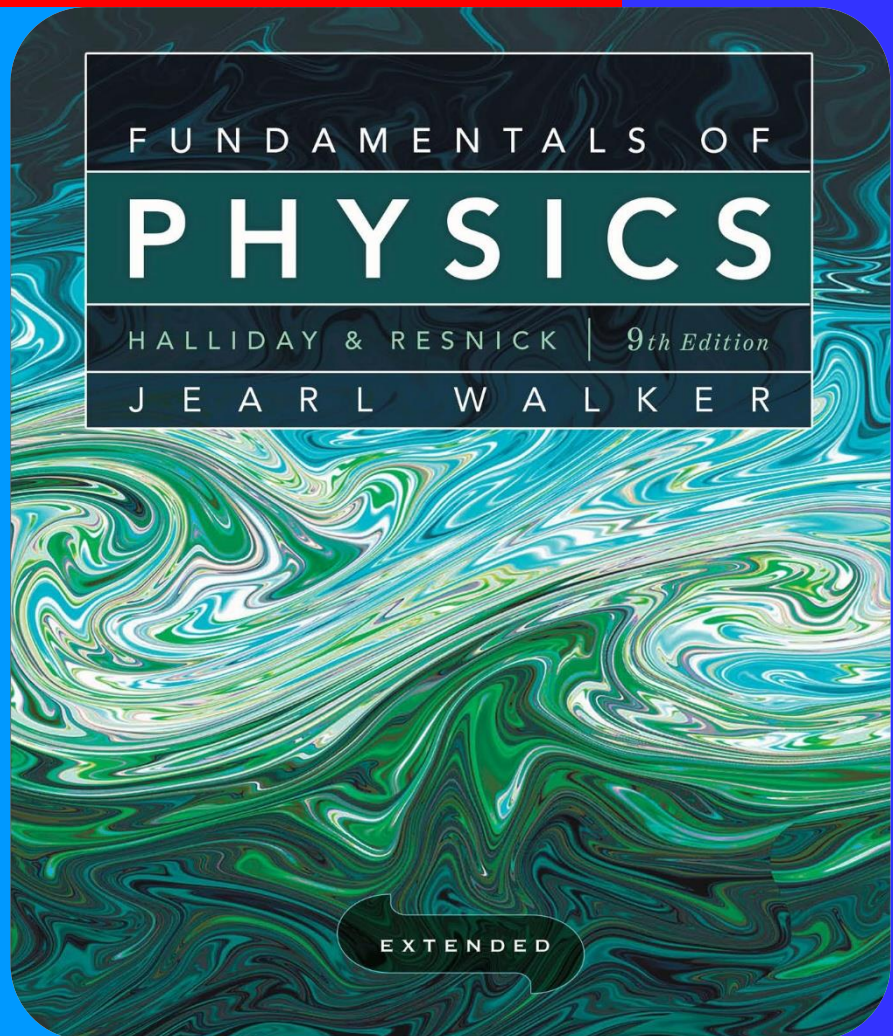


فصل ۲

حرکت در مسیر مستقیم

(حرکت یک بعدی)

مسائل فیزیک هالیدی & رزنیکی



حمیدرضا طهماسبی

EXTENDED

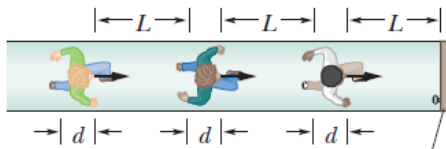
[www.physicsteach.ir](http://www.physicsteach.ir)

## سرعت متوسط و تندی متوسط

سام ویتنگهام رکورد او را  $19.0 \text{ km/h}$  بهبود بخشید. ویتنگهام  $200 \text{ m}$  را در چه زمانی طی کرده است؟

۷. دو قطار، هر کدام با سرعت ثابت  $30 \text{ km/h}$  در امتداد یک مسیر به یکدیگر نزدیک می شوند. هنگامی که قطارها  $60 \text{ km}$  از یکدیگر فاصله دارند، یک پرنده که می تواند با سرعت  $60 \text{ km/h}$  کند، از جلوی یکی از قطارها به طرف قطار دیگر حرکت می کند. هنگامی که پرنده به قطار دومی می رسد همان مسیر را باز می گردد تا به قطار اول برسد، و باز همین کار را تکرار می کند. مسافتی که پرنده قبل از برخورد قطارها با یکدیگر طی می کند چقدر است؟

۸. شکل زیر افرادی را نشان می دهد که تلاش می کنند از یک در خروج فرار کنند، در حالی که در قفل است. افراد با سرعت ثابت  $3.50 \text{ m/s}$  به طرف در حرکت می کنند، عرض هر یک برابر  $d = 0.25 \text{ m}$  و به اندازه  $L = 1.75 \text{ m}$  از یکدیگر فاصله دارند. شکل زیر زمان  $t = 0$  را نشان می دهد. الف) با چه آهنگ متوسطی افراد در پشت در جمع می شوند؟ ب) در چه زمانی عرض لایه ی افراد  $5.0 \text{ m}$  می شود؟



۹. در یک مسابقه ی  $1$  کیلومتری، دونده ی  $1$  در مسیر  $1$  (با زمان  $2$  دقیقه و  $27.95$  ثانیه) سریع تر از دونده ی  $2$  در مسیر  $2$  (با زمان  $2$  دقیقه و  $28.15$  ثانیه) ظاهر می شود. از آن جایی که، طول مسیر  $2$  ( $L_2$ ) ممکن است کمی از طول مسیر  $1$  ( $L_1$ ) طولانی تر باشد. اختلاف  $L_2 - L_1$  چقدر می تواند باشد تا ما هنوز نتیجه بگیریم که دونده ی  $1$  سریع تر است؟

۱۰. برای ثبت یک رکورد سرعت در مسافت  $d$ ، یک ماشین مسابقه ابتدا باید در یک جهت (در زمان  $t_1$ ) و سپس در جهت مخالف همان مسیر (در زمان  $t_2$ ) حرکت کند. الف) برای حذف اثر باد و بدست آوردن سرعت ماشین در یک وضعیت بدون باد، ما باید سرعت متوسط  $d/t_1$  و  $d/t_2$  را پیدا کنیم (روش اول)، یا باید  $d$  را بر متوسط  $t_1$  و  $t_2$  تقسیم کنیم؟ (روش دوم). ب) اختلاف کسری این دو روش، هنگامی که بادی در امتداد مسیر

۱. هنگام یک عطسه ی شدید، چشمان شما ممکن است برای  $0.50 \text{ s}$  بسته شود. اگر شما درون خودرویی در حال رانندگی با سرعت  $90 \text{ km/h}$  باشید، ماشین در این مدت چه مسافتی پیموده است؟

۲. سرعت متوسط را در دو حالت زیر محاسبه کنید؛ الف) شما در امتداد یک مسیر مستقیم مسافت  $73.2 \text{ m}$  را با سرعت  $1.22 \text{ m/s}$  راه می روید و سپس مسافت  $73.2 \text{ m}$  را با سرعت  $3.05 \text{ m/s}$  می دوید. ب) شما در امتداد یک مسیر مستقیم، به مدت  $1.00 \text{ min}$  با سرعت  $1.22 \text{ m/s}$  راه می روید و سپس به مدت  $1.00 \text{ min}$  با سرعت  $3.05 \text{ m/s}$  می دوید. پ) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را برای هر دو مورد رسم کنید و سرعت متوسط را روی نمودار نشان دهید.

۳. یک اتومبیل، در یک جاده ی مستقیم  $40 \text{ km}$  را با سرعت  $30 \text{ km/h}$  می پیماید. اگر این اتومبیل  $40 \text{ km}$  بعدی را با سرعت  $60 \text{ km/h}$  طی کند، الف) سرعت متوسط اتومبیل در طی  $80 \text{ km}$  چقدر است؟ (فرض کنید که در جهت مثبت محور  $x$  حرکت می کند). ب) تندی متوسط آن چقدر است؟ پ) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را رسم کنید و سرعت متوسط را روی نمودار نشان دهید.

۴. یک ماشین با تندی ثابت  $40 \text{ km/h}$  از تپه ای بالا می رود و با تندی ثابت  $60 \text{ km/h}$  به پایین بر می گردد. تندی متوسط در کل این مسیر را محاسبه کنید؟

۵. مکان یک ذره متحرک که در امتداد محور  $x$  حرکت می کند توسط معادله ی  $x = 3t - 4t^2 + t^3$  داده می شود که در آن  $t$  بر حسب زمان داده می شود. مکان ذره را در زمان های الف)  $1 \text{ s}$  ب)  $2 \text{ s}$  پ)  $3 \text{ s}$  ت)  $4 \text{ s}$  محاسبه کنید. ث) جابه جایی ذره بین زمان های  $t = 0 \text{ s}$  و  $t = 4 \text{ s}$  چقدر است؟ ج) جابه جایی ذره در بازه ی زمانی  $t = 2 \text{ s}$  تا  $t = 4 \text{ s}$  چقدر است؟ چ) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را برای  $0 \leq t \leq 4 \text{ s}$  رسم کنید.

۶. رکورد سرعت برای دوچرخه در سال  $1992$  توسط کریس هابر ثبت شد. او مسافت  $200 \text{ m}$  را در مدت  $6.509 \text{ s}$  پیمود. در سال  $2001$

## سرعت لحظه ای و تندی لحظه ای

۱۴. مکان یک الکترون که در راستای محور  $x$  حرکت می کند توسط رابطه ی  $x = 16te^{-t}$  m داده می شود، که در آن  $t$  بر حسب ثانیه است. هنگامی که الکترون به طور لحظه ای متوقف می شود، در چه فاصله ای از مبدا قرار دارد؟

۱۵. الف) اگر مکان یک ذره توسط  $x = 4 - 12t + 3t^2$  داده شود ( $t$  بر حسب ثانیه و  $x$  بر حسب متر). سرعت آن در  $t = 1$  s چقدر است؟ ب) در آن لحظه در جهت مثبت محور  $x$  حرکت می کند یا در جهت منفی آن؟ پ) تندی آن چقدر است؟ ت) تندی آن افزایش پیدا می کند یا کاهش؟ ث) آیا لحظه ای وجود دارد که سرعت ذره صفر شود؟ ج) آیا زمانی بعد از  $t = 3$  s وجود دارد که در آن لحظه، ذره در جهت منفی محور  $x$  حرکت کند؟

۱۶. تابع مکان یک ذره در راستای محور  $x$  توسط رابطه ی  $x = 4.0 - 6.0t^2$  داده می شود ( $t$  بر حسب ثانیه و  $x$  بر حسب متر). الف) در چه زمانی ب) در چه مکانی ذره به طور لحظه ای متوقف می شود؟ پ) در چه زمان منفی و ت) در چه زمان مثبتی ذره از مبدا می گذرد؟ ث) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را برای بازه ی زمانی  $3 -$  تا  $3 +$  ثانیه رسم کنید. ج) برای اینکه انحنای نمودار به سمت راست متمایل شود، ما باید جمله ی  $20t$  را در تابع مکان وارد کنیم یا جمله ی  $-20t$ ؟ چ) با وارد شدن این جمله، مقدار  $x$  در لحظه ی توقف ذره افزایش می یابد یا کاهش؟

۱۷. مکان یک ذره ی متحرک در راستای محور  $x$  توسط رابطه ی  $x = 9.75 - 1.50t^3$  داده می شود ( $t$  بر حسب ثانیه و  $x$  بر حسب سانتیمتر). محاسبه کنید الف) سرعت متوسط در بازه ی زمانی  $t = 2.00$  s تا  $t = 3.00$  s ب) سرعت لحظه ای در  $t = 2.00$  s پ) سرعت لحظه ای در  $t = 3.00$  s ت) سرعت لحظه ای در  $t = 2.50$  s و ث) سرعت لحظه ای وقتی که ذره در نیمه راه بین مکان های آن در  $t = 2.00$  s و  $t = 3.00$  s قرار دارد. ج) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را رسم کنید.

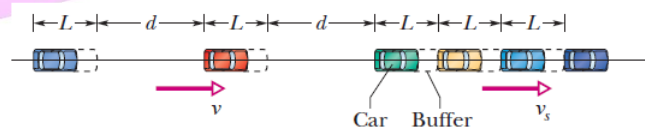
## شتاب

۱۸. مکان یک ذره ی متحرک در راستای محور  $x$  توسط رابطه ی  $x = 12t^2 - 2t^3$  داده می شود ( $t$  بر حسب ثانیه و  $x$  بر حسب متر).

حرکت ماشین می وزد و نسبت سرعت باد  $v_w$  به سرعت ماشین  $v_c$  برابر  $0.0240$  است، چقدر است؟

۱۱. شما مجبورید برای یک مصاحبه در شهری دیگر، مسافت  $300$  km را در یک بزرگراه رانندگی کنید. مصاحبه در ساعت  $11:15$  صبح است. شما برنامه ریزی می کنید که با سرعت  $100$  km/h رانندگی کنید، بنابراین ساعت  $8:00$  صبح حرکت می کنید. شما مسافت  $100$  km را با سرعت مورد نظر طی می کنید، اما سپس مجبور می شوید با سرعت  $40$  km/h مسافت  $40$  km را طی کنید. شما باقی مسیر را با چه سرعتی باید طی کنید تا به موقع به مصاحبه برسید؟

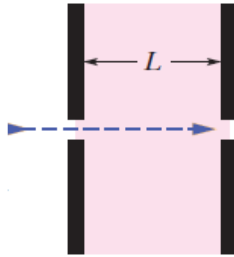
۱۲. شکل زیر خودروهایی با فاصله ی یکسان را نشان می دهد که طور یکنواخت با سرعت  $v = 25.0$  m/s به طرف خودروهایی که با سرعت  $v = 5.00$  m/s در حال حرکت اند، حرکت می کنند. فرض کنید که طول خودروها برابر  $L = 12.0$  m است (طول خودرو + منطقه ی امن) و به طور ناگهانی سرعتشان کم می شود و در فاصله ی  $L$  از یکدیگر قرار می گیرند. الف) فاصله ی  $d$  بین خودرو های سریع چقدر باشد تا موج ضربه ای ساکن باقی بماند؟ اگر فاصله دو برابر شود ب) سرعت موج ضربه ای چه تغییری می کند و پ) جهت موج ضربه ای چگونه است (بالادستی یا پایین دستی)؟



۱۳. شخصی از سن آنتونیو به طرف هیوستون رانندگی می کند. اگر نیمی از زمان مسافت را با سرعت  $55$  km/h و نیم دیگر زمان را با سرعت  $90$  km/h طی کند و در مسیر برگشت، نیمی از مسافت را با سرعت  $55$  km/h و نیم دیگر مسافت را با سرعت  $90$  km/h طی کند. الف) تندی متوسط از سن آنتونیو به هیوستون چقدر است؟ ب) تندی متوسط در مسیر برگشت از هیوستون به سن آنتونیو چقدر است؟ پ) تندی متوسط در کل مسافت چقدر است؟ ت) سرعت متوسط برای کل مسافت چقدر است؟ ث) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را برای قسمت الف) رسم کنید، فرض کنید که حرکت در راستای مثبت محور  $x$  انجام می شود، و سرعت متوسط را از روی نمودار تعیین کنید.

## شتاب ثابت

۲۳. یک الکترون با سرعت اولیه ی  $v_0 = 1.50 \times 10^5 \text{ m/s}$  وارد ناحیه ای به طول  $L = 1.00 \text{ cm}$  می شود، جایی که شتاب می گیرد، و بعد از شتاب گیری، با سرعت  $v = 5.70 \times 10^6 \text{ m/s}$  از آن خارج می شود. این شتاب را محاسبه کنید، فرض کنید شتاب ثابت است.



۲۴. نوعی قارچ هاگ های خود را توسط مکانیسمی شبیه به منجنیق پرتاب می کند. به عنوان نمونه، هاگ در طول مسیر پرتاب که حدودا  $5.0 \mu\text{m}$  است، به سرعت  $1.6 \text{ m/s}$  می رسد. سپس سرعتش توسط مقاومت هوا در طول  $1.0 \text{ mm}$  به صفر می رسد. با استفاده از این داده ها و فرض بر اینکه شتاب ثابت است، الف) شتاب پرتاب و ب) شتاب کاهش سرعت را بر حسب  $g$  بدست آورید.

۲۵. یک خودروی الکتریکی از حالت سکون و با شتاب  $2.0 \text{ m/s}^2$  در یک مسیر مستقیم شروع به حرکت می کند تا به سرعت  $20 \text{ m/s}$  برسد. سپس با آهنگ ثابت  $1.0 \text{ m/s}^2$  سرعتش کم می شود تا متوقف شود. الف) کل حرکت چقدر طول کشیده است؟ ب) در طی این حرکت خودرو چه مسافتی را پیموده است؟

۲۶. یک میون (یک ذره ی بنیادی) با سرعت  $5.00 \times 10^6 \text{ m/s}$  وارد ناحیه ای می شود که در آن، با آهنگ  $1.25 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$  سرعتش کاسته می شود. الف) میون قبل از متوقف شدن چه مسافتی پیموده است؟ ب) نمودار  $x$  برحسب  $t$  و  $v$  بر حسب  $t$  را برای میون رسم کنید.

۲۷. یک الکترون با شتاب ثابت  $3.2 \text{ m/s}^2$  در حال حرکت است، در یک لحظه سرعتش به  $9.6 \text{ m/s}$  می رسد. الف) سرعت الکترون  $2.5 \text{ s}$  قبل چقدر بوده است؟ ب) سرعت الکترون  $2.5 \text{ s}$  بعد چقدر است؟

تعیین کنید الف) مکان، ب) سرعت و پ) شتاب ذره در زمان  $t = 3.0 \text{ s}$ .  
ت) بیشینه ی مختصات مثبتی که ذره به آن می رسد و ث) زمان رسیدن به آن را محاسبه کنید. ج) بیشینه ی سرعت مثبتی که ذره به آن می رسد و چ) زمان رسیدن به آن را محاسبه کنید. ح) شتاب ذره را در لحظه ای که حرکت نمی کند محاسبه کنید (در زمانی غیر از  $t = 0$ ). خ) سرعت متوسط ذره در بازه ی زمانی  $t = 0 \text{ s}$  تا  $t = 3 \text{ s}$  را محاسبه کنید.

۱۹. در یک زمان مشخص، سرعت یک ذره در راستای مثبت محور  $x$   $18 \text{ m/s}$  است،  $2.4 \text{ s}$  بعد سرعت ذره  $30 \text{ m/s}$  در خلاف جهت آن خواهد بود. شتاب متوسط ذره را در طی این  $2.4 \text{ s}$  محاسبه کنید.

۲۰. الف) اگر مکان یک ذره توسط  $x = 20t - 5t^3$  داده شود (ت) برحسب ثانیه و  $x$  برحسب متر، چه موقعی سرعت ذره صفر می شود؟ ب) چه موقعی شتاب ذره صفر می شود؟ پ) در چه محدوده ی زمانی (مثبت یا منفی) شتاب منفی است؟ ت) مثبت است؟ ث) نمودار  $x(t)$ ،  $v(t)$  و  $a(t)$  را رسم کنید.

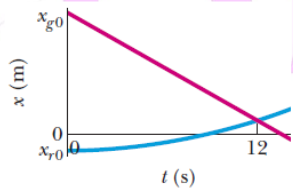
۲۱. از  $t = 0$  تا  $t = 5.00$  دقیقه، یک مرد ایستاده است، و از  $t = 5.00 \text{ min}$  تا  $t = 10.0 \text{ min}$  با سرعت ثابت  $2.20 \text{ m/s}$  در یک مسیر مستقیم راه می رود. الف) سرعت متوسط و ب) شتاب متوسط را در بازه ی زمانی  $t = 2.00 \text{ min}$  تا  $t = 8.00 \text{ min}$  محاسبه کنید. پ) سرعت متوسط و ت) شتاب متوسط را در بازه ی زمانی  $t = 3.00 \text{ min}$  تا  $t = 9.00 \text{ min}$  محاسبه کنید. ث) نمودار  $x$  برحسب  $t$  را رسم کنید و قسمت های الف) تا ت) را بر اساس آن توضیح دهید.

۲۲. مکان یک ذره ی متحرک در راستای محور  $x$  طبق معادله ی  $x = ct^2 - bt^3$  به زمان وابسته است، در اینجا  $x$  برحسب متر و  $t$  برحسب ثانیه است. الف) یکای ثابت  $c$  و ب) یکای ثابت  $b$  چیست؟ اگر مقدار عددی آن ها به ترتیب  $3.0$  و  $2.0$  باشد، پ) در چه زمانی ذره به بیشینه ی مثبت مکان خود می رسد؟ از  $t = 0.0 \text{ s}$  تا  $t = 4.0 \text{ s}$  (ت) ذره چه مسافتی را می پیماید؟ ث) جابه جایی آن را محاسبه کنید. ج) سرعت ذره را در زمان های  $1.0 \text{ s}$ ،  $2.0 \text{ s}$ ،  $3.0 \text{ s}$  و  $4.0 \text{ s}$  محاسبه کنید. چ) شتاب آن را در زمان های  $1.0 \text{ s}$ ،  $2.0 \text{ s}$ ،  $3.0 \text{ s}$  و  $4.0 \text{ s}$  محاسبه کنید.



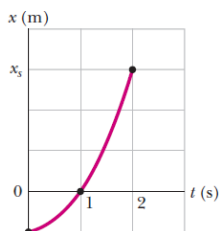
در زمان  $t = 0$  خودروی قرمز در  $x_r = 0$  و خودروی سبز در  $20 \text{ km/h}$  قرار دارند. اگر خودروی قرمز با سرعت ثابت  $44.5 \text{ m}$  حرکت کند، خودروها در  $x = 76.6$  متر به یکدیگر می‌رسند. و اگر با سرعت ثابت  $40 \text{ km/h}$  حرکت کند، در  $x = 76.6$  متر به یکدیگر می‌رسند. (الف) سرعت اولیه ی و (ب) شتاب ثابت خودروی سبز را محاسبه کنید.

۳۵. شکل زیر نمودار حرکت دو خودرو را همانند مسئله ی قبلی نشان می‌دهد. مکان آن‌ها در  $t = 0$  عبارت است از  $x_{g0} = 270 \text{ m}$  و  $x_{r0} = -35.0 \text{ m}$ . خودروی سبز، با سرعت ثابت  $20.0 \text{ m/s}$  حرکت می‌کند و خودروی قرمز از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. بزرگی شتاب خودروی قرمز چقدر است؟



۳۶. یک خودرو در راستای محور  $x$ ، مسافت  $900 \text{ m}$  را طی می‌کند. (حرکت از حالت سکون در  $x = 0$  شروع شده و در  $x = 900 \text{ m}$  پایان می‌پذیرد). اگر در  $1/4$  اول مسیر، شتاب خودرو  $+2.25 \text{ m/s}^2$  و در باقی مسیر شتاب آن  $-0.750 \text{ m/s}^2$  باشد، (الف) مدت زمان حرکت خودرو در کل مسیر و (ب) بیشینه ی سرعت آن را محاسبه کنید؟ (پ) نمودار مکان، سرعت و شتاب را بر حسب زمان رسم کنید.

۳۷. شکل زیر حرکت یک ذره با شتاب ثابت در راستای محور  $x$  را نشان می‌دهد. که در آن  $x_s = 6.0 \text{ m}$  است. (الف) بزرگی و (ب) جهت شتاب ذره را تعیین کنید.



۲۸. در یک جاده ی خشک، یک اتومبیل با تایرهای خوب، می‌تواند با شتاب ثابت  $4.92 \text{ m/s}^2$  ترمز کند. (الف) چقدر طول می‌کشد تا در این شرایط خودرویی با سرعت  $24.6 \text{ m/s}$  متوقف شود؟ (ب) مسافت طی شده در این زمان چقدر است؟ (پ) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  و  $v$  بر حسب  $t$  را برای این حرکت رسم کنید.

۲۹. یک بالابر، مسیری به طول  $190 \text{ m}$  دارد و بیشینه ی سرعت آن  $305 \text{ m/min}$  است، و شتابش از حالت سکون و سپس بازگشت به حالت سکون برابر  $1.22 \text{ m/s}^2$  است. (الف) بالابر از حالت سکون چه مسافتی حرکت می‌کند تا به مقدار نهایی سرعت خود برسد. (ب) چقدر طول می‌کشد تا بالابر مسیر  $190 \text{ m}$  خود را بدون توقف طی کند؟

۳۰. ترمزهای خودروی شما، می‌تواند شما را با آهنگ  $5.2 \text{ m/s}^2$  متوقف کند. (الف) اگر شما با سرعت  $137 \text{ km/h}$  در حال حرکت باشید، کمترین زمانی که می‌توانید سرعت خود را زیر  $90 \text{ km/h}$  برسانید چقدر است؟ (ب) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  و  $v$  بر حسب  $t$  را برای این کند شدن رسم کنید.

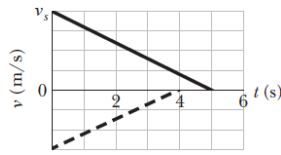
۳۱. فرض کنید یک سفینه فضایی با شتاب ثابت  $9.8 \text{ m/s}^2$  در اعماق فضا در حال حرکت است. (الف) اگر این سفینه از حالت سکون شروع به حرکت کند، چقدر طول می‌کشد تا به یک دهم سرعت نور برسد؟ (سرعت نور برابر است با  $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ). (ب) وقتی به این سرعت می‌رسد چه مسافتی را پیموده است؟

۳۲. رکورد سرعت روی زمین توسط جان پی استپ در سال ۱۹۵۴ به ثبت رسید. او یک سورتمه ی موشکی را در طول یک ریل با سرعت  $1020 \text{ km/h}$  راند. سپس او و سورتمه در مدت  $1.4 \text{ s}$  متوقف شدند. بر حسب  $g$ ، او با چه شتابی متوقف شده است؟

۳۳. یک اتومبیل با سرعت  $56.0 \text{ km/h}$  حرکت می‌کند، وقتی راننده ترمز می‌کند  $24.0 \text{ m}$  از یک مانع فاصله دارد، و خودرو  $2.00 \text{ s}$  بعد به مانع برخورد می‌کند. (الف) بزرگی شتاب اتومبیل قبل از برخورد چقدر بوده است؟ (ب) سرعت اتومبیل را در لحظه ی برخورد محاسبه کنید؟

۳۴. در شکل زیر خودروی قرمز و خودروی سبز در خطوط مجاور و موازی با محور  $x$  به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند.

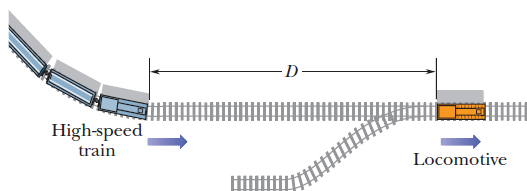
شکل زیر سرعت قطارها را بر حسب تابعی از زمان نشان می دهد که توسط هدایتگرانشان در حال کند شدن است.



(که در آن  $v_s = 40.0 \text{ m/s}$ ). فرایند کند شدن زمانی شروع می شود که دو قطار در فاصله ی  $200 \text{ m}$  از یکدیگر قرار دارند. هنگامی که دو قطار می ایستند، چقدر از هم فاصله دارند؟

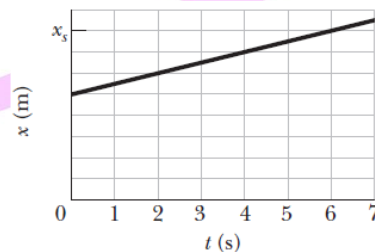
۴۲. شما در حالی که با تلفن همراه صحبت می کنید،  $25 \text{ m}$  پشت سر ماشین پلیس هستید. ماشین شما و ماشین پلیس با سرعت  $110 \text{ km/h}$  در حال حرکت هستند. در این هنگام صحبت شما با تلفن باعث می شود به مدت  $2.0 \text{ s}$  توجهتان به ماشین پلیس منحرف شود. در شروع این  $2.0 \text{ s}$  افسر پلیس ناگهان با آهنگ  $5.0 \text{ m/s}^2$  ترمز می کند. (الف) هنگامی که توجه شما بر می گردد چقدر با ماشین پلیس فاصله دارید؟ (ب) فرض کنید شما برای تشخیص خطر و ترمز گیری به  $0.40 \text{ s}$  زمان نیاز دارید، اگر شما با آهنگ  $5.0 \text{ m/s}^2$  ترمز بگیرید، سرعت شما در هنگام برخورد با ماشین پلیس چقدر است؟

۴۳. هنگامی که یک قطار سریع السیر با سرعت  $161 \text{ km/h}$  در حال حرکت داخل یک پیچ است. مهندس قطار ناگهان، لوکوموتیوی را می بیند که در فاصله ی  $D = 676 \text{ m}$  از آن ها وارد ریل شده است. لوکوموتیو با سرعت  $29.0 \text{ km/h}$  حرکت می کند. مهندس قطار سریع السیر فوراً ترمز می کند. (الف) اگر آهنگ کاهش سرعت ثابت باشد، بزرگی آن چقدر باشد تا در لحظه ی آخر از برخورد اجتناب شود؟ (ب) فرض کنید که مهندس در زمان  $t = 0$  در مکان  $x = 0$  قرار دارد، او اولین کسی است که لوکوموتیو را می بیند. منحنی  $x(t)$  را برای لوکوموتیو و قطار سریع السیر، برای حالتی که برخورد صورت می گیرد و حالتی که برخورد صورت نمی گیرد رسم کنید.



۳۸. الف) اگر بیشینه شتاب قابل تحمل برای مسافران در یک مترو  $1.34 \text{ m/s}^2$  باشد و ایستگاه های مترو در فاصله ی  $806 \text{ m}$  از یکدیگر قرار گرفته باشند، بیشینه سرعتی که مترو بین دو ایستگاه می تواند به آن برسد چقدر است؟ (ب) زمان مسافت بین دو ایستگاه چقدر است؟ (پ) اگر مترو در هر ایستگاه به مدت  $20 \text{ s}$  توقف کند، بیشینه سرعت متوسط آن از یک ایستگاه به ایستگاه دیگری چقدر است؟

۳۹. خودروهای  $A$  و  $B$  در خطوط مجاور در یک جهت حرکت می کنند. مکان خودروی  $A$  توسط نمودار شکل زیر داده می شود، از زمان  $t = 0$  تا  $t = 7.0 \text{ s}$ ، که در آن  $x_s = 32.0 \text{ m}$ . در زمان  $t = 0$  خودروی  $B$  با سرعت  $12 \text{ m/s}$  و شتاب ثابت و منفی  $a_{AB}$  در مکان  $x = 0$  قرار دارد. (الف) چقدر باید باشد تا خودروها در یک لحظه در زمان  $t = 4.0 \text{ s}$  پهلو به پهلو یکدیگر قرار بگیرند؟ (ب) با این شتاب، خودروها چند بار پهلو به پهلو یکدیگر قرار می گیرند؟ (پ) نمودار مکان  $x$  بر حسب زمان  $t$  را برای خودروی  $B$  رسم کنید. چند بار خودروها پهلو به پهلو یکدیگر قرار می گیرند اگر (ت)  $a_{AB}$  بزرگتر و (ث) کوچکتر از مقدار بدست آمده در قسمت (الف) باشد.

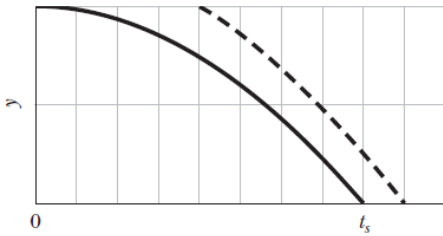


۴۰. شما به طرف یک چراغ راهنمایی هنگامی که زرد است رانندگی می کنید. سرعت شما  $v_0 = 55 \text{ km/h}$  است؛ و بهترین آهنگ کند شدن شما بزرگی برابر با  $a = 5.18 \text{ m/s}^2$  دارد. بهترین زمان واکنش برای شروع ترمز گیری برابر  $T = 0.75 \text{ s}$  است. برای اینکه شما بعد از چراغ قرمز وارد تقاطع نشوید، شما باید ترمز کنید و متوقف شوید یا با سرعت  $55 \text{ km/h}$  به حرکت خود ادامه دهید اگر فاصله تا تقاطع و مدت زمان زرد بودن چراغ راهنمایی (الف)  $40 \text{ m}$  و  $2.8 \text{ s}$  و (ب)  $32 \text{ m}$  و  $1.8 \text{ s}$  باشد؟

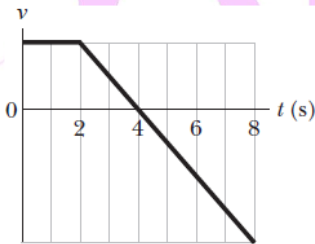
۴۱. هنگامی که دو قطار در یک ریل شروع به حرکت می کنند، هدایتگر آن ها ناگهان متوجه می شود که آن ها به طرف یکدیگر حرکت می کنند.

## سقوط آزاد

در آن  $t_s = 2.0$  s ، تقریباً سیب ۲ با چه سرعتی به پایین پرتاب شده است.



۵۱. یک بالون تحقیقاتی با سرعت  $19.6$  m/s صعود می کند. در یک ارتفاع مشخص بسته ای شامل ابزارهای اندازه گیری از بالن رها می شود و به طرف زمین سقوط می کند. شکل زیر سرعت عمودی بسته را قبل و بعد از رها شدن تا رسیدن به سطح زمین نشان می دهد. الف) بیشینه ارتفاعی که بالن بالای نقطه رها شدن بالا می رود را محاسبه کنید. ب) ارتفاع نقطه ی رها شدن را محاسبه کنید.



۵۲. یک پیچ از یک پل در حال تعمیر  $90$  m درون دره ای زیر پل سقوط می کند. الف) چه مدت زمانی طول می کشد تا 20% پایانی سقوط طی شود. ب) سرعت پیچ وقتی 20% پایانی سقوط شروع می شود چقدر است؟ پ) سرعت پیچ وقتی به پایین دره می رسد چقدر است؟

۵۳. یک کلید از روی پلی که  $50$  m بالای آب قرار دارد سقوط می کند. اگر کلید مستقیم داخل یک قایق که با سرعت ثابت حرکت می کند و در زمان رها شدن کلید  $12$  m از نقطه ی برخورد فاصله دارد سقوط کند، سرعت قایق چقدر است؟

۵۴. یک سنگ از روی پلی که  $43.9$  m بالای سطح آب قرار دارد به پایین سقوط می کند. سنگی دیگر  $1.00$  s بعد از سقوط سنگ اول به پایین پرتاب می شود. سنگ ها در زمان یکسانی به سطح آب برخورد می کنند. الف) سرعت اولیه ی سنگ دوم چقدر است؟ ب) نمودار سرعت

۴۴. وقتی یک آرمادیلو وحشت زده می شود، بالا می جهد. فرض کنید این حیوان در  $0.200$  s اول،  $0.544$  m به بالا می جهد. الف) سرعت اولیه ی آرمادیلو هنگامی که از زمین جدا می شود چقدر است؟ ب) سرعت آن در ارتفاع  $0.544$  m چقدر است؟ پ) تا چه ارتفاعی بالا می پرد؟

۴۵. الف) سرعت یک توپ چقدر باید باشد تا هنگامی که به طور عمودی به بالا پرتاب می شود به ارتفاع  $50$  m برسد؟ ب) توپ چه مدتی در هوا می ماند؟ پ) نمودار  $v$ ،  $a$  و  $t$  رسم کنید. روی دو نمودار اول، زمانی را که توپ به ارتفاع  $50$  m می رسد، مشخص کنید.

۴۶. قطرات باران، از ارتفاع  $1700$  m از یک ابر به زمین می افتند. الف) اگر از مقاومت هوا چشم پوشی کنیم، این قطرات هنگام برخورد با زمین چه سرعتی خواهند داشت؟ ب) آیا بیرون آمدن از خانه در هوای بارانی بی خطر است؟

۴۷. در یک کارگاه ساختمانی، یک آچار لوله بازکن با سرعت  $24$  m/s به زمین برخورد می کند. الف) آچار از چه ارتفاعی افتاده است؟ ب) سقوط آن چه مدتی طول کشیده است؟ پ) نمودار  $v$ ،  $a$  و  $t$  برای آچار رسم کنید.

۴۸. شخصی سنگی را به طور عمودی از روی بام یک ساختمان به ارتفاع  $30.0$  m با سرعت اولیه ی  $12.0$  m/s به طرف پایین پرتاب می کند. الف) چه مدت طول می کشد تا سنگ به زمین برخورد کند؟ ب) سرعت برخورد سنگ با زمین چقدر است؟

۴۹. یک بالن هوای گرم با سرعت  $12$  m/s صعود می کند و هنگامی که در ارتفاع  $80$  m از سطح زمین قرار دارد، بسته ای از آن رها می شود. الف) چه مدت طول می کشد تا بسته به زمین برسد؟ ب) با چه سرعتی به زمین برخورد می کند؟

۵۰. در زمان  $t = 0$  سیب ۱، از یک پل به خیابان زیر آن می افتد؛ کمی بعد، سیب ۲ از همان ارتفاع به پایین پرتاب می شود. شکل زیر مکان عمودی این سیب ها را در حین سقوط بر حسب زمان نشان می دهد. که

برخورد می کند، الف) قطره ی دوم، و ب) قطره ی سوم در چه فاصله ای از دوش قرار دارند؟

۶۰. یک موشک به طور عمودی در زمان  $t = 0$  به طرف بالا پرتاب می شود. در  $t = 1.5$  s از نوک یک برج عبور می کند، و  $1.0$  s بعد به بیشینه ی ارتفاع خود می رسد. ارتفاع برج را محاسبه کنید؟

۶۱. یک گلوله ی فولادی از بام یک ساختمان به پایین می افتد، و از جلوی یک پنجره عبور می کند، ارتفاع پنجره  $1.20$  m و مدت زمان عبور گلوله از بالا پنجره تا پایین آن  $0.125$  s است. گلوله فولادی بعد از برخورد با پیاده رو، به طرف بالا می جهد و در مدت  $0.125$  s از پایین پنجره به بالای آن حرکت می کند. اگر فرض کنید که حرکت روبه بالا، معکوس سقوط گلوله باشد و زمانی را که گلوله در زیر پنجره صرف می کند برابر  $2.00$  s باشد. ارتفاع ساختمان چند متر است؟

۶۲. یک بازیکن بسکتبال برای ریباند  $76.0$  cm به طور عمودی بالا می پرد. الف) کل زمانی (بالا رفتن و پایین آمدن) که بازیکن در  $15$  سانتیمتری بالای این پرش صرف می کند چه قدر است؟ ب) در  $15$  سانتیمتری پایین این پرش چه زمانی صرف می شود؟ آیا این نتیجه گیری توضیح می دهد که چرا چنین بازیکنانی به نظر می رسد که در بالای قله ی پرش خود در هوا معلق اند؟

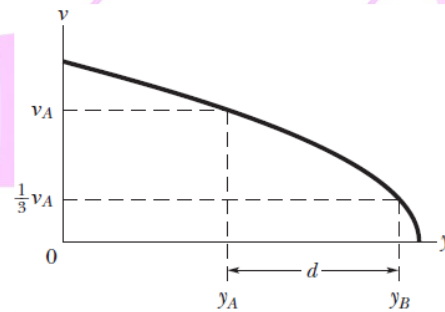
۶۳. یک گربه ی خواب آلود، گلدانی را می بیند که از یک پنجره ی باز ابتدا بالا می رود و سپس پایین می آید. گلدان به مدت  $0.50$  s دیده می شود، و ارتفاع بالا تا پایین پنجره  $2.00$  m است. گلدان تا چه ارتفاعی بالای پنجره رفته است؟

۶۴. یک توپ از روی سطح سیاره ای دیگر به طور عمودی به طرف بالا پرتاب می شود. نمودار  $y$  بر حسب  $t$  برای این توپ در شکل زیر نشان داده شده است. که در آن  $y$  ارتفاع توپ بالای نقطه ی پرتاب در  $t = 0$  است، (و  $y_s = 30.0$  m است). الف) بزرگی شتاب سقوط آزاد روی این سیاره چقدر است؟ ب) سرعت اولیه ی توپ را محاسبه کنید.

برحسب زمان را برای هر دو سنگ رسم کنید، زمان صفر را لحظه ی رها شدن سنگ اول در نظر بگیرید.

۵۵. یک گلوله ی گلی از ارتفاع  $15.0$  m به طرف زمین سقوط می کند. بعد از تماس با سطح زمین  $20.0$  ms طول می کشد تا متوقف شود. الف) بزرگی شتاب متوسط گلوله ی گلی در حین تماس با زمین چقدر است؟ (گلوله گلی را همانند یک ذره در نظر بگیرید). ب) شتاب متوسط رو به بالاست یا پایین؟

۵۶. شکل زیر، نمودار سرعت بر حسب ارتفاع را برای یک توپ که به طور عمودی به طرف بالا پرتاب شده است، نشان می دهد. که در آن  $d = 0.40$  m، سرعت در ارتفاع  $y_A$  برابر  $v_A$  و در ارتفاع  $y_B$  برابر  $(1/3)v_A$  است. سرعت  $v_A$  را محاسبه کنید.



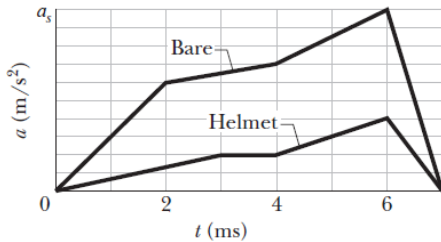
۵۷. برای تست کیفیت توپ تنیس، شما آن را از ارتفاع  $4.00$  m رها می کنید. توپ بعد از برخورد زمین تا ارتفاع  $2.00$  m بالا می آید. اگر توپ به مدت  $12.0$  ms با زمین تماس داشته باشد، الف) اندازه ی شتاب متوسط آن در حین تماس با زمین چقدر است؟ و ب) شتاب متوسط رو به بالاست یا پایین؟

۵۸. جسمی از ارتفاع  $h$  رها می شود. اگر این جسم مسافت  $0.50h$  پایانی را در  $1.00$  s طی کند. الف) زمان و ب) ارتفاع سقوط آزاد را محاسبه کنید.

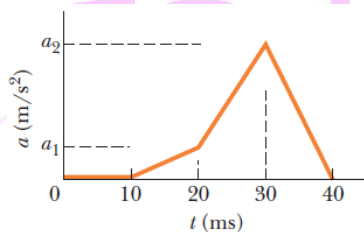
۵۹. قطره های آب از یک دوش که در ارتفاع  $200$  cm از کف حمام قرار دارد، چکه می کنند. قطره های آب در بازه ی زمانی منظمی (یکسان) فرو می ریزند، هنگامی که قطره ی اول به کف برخورد می کند در همان لحظه قطره ی چهارم از دوش رها می شود. وقتی قطره ی اول به زمین



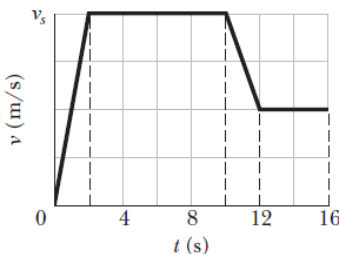
را برای حالت بدون کلاه ایمنی و با کلاه ایمنی از حالت سکون نشان می دهد. در این شکل  $a_s = 200 \text{ m/s}^2$  در زمان  $t = 7.0 \text{ ms}$  تفاوت سرعت در حال بدون کلاه و حالت با کلاه ایمنی را محاسبه کنید؟



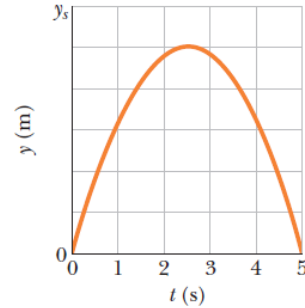
۶۸ نوعی سمندر، برای شکار زبان خود را همانند یک پرتابه، پرتاب می کند. شکل زیر نمودار شتاب این پرتاب را بر حسب زمان نشان می دهد. در این شکل  $a_2 = 400 \text{ m/s}^2$  و  $a_1 = 100 \text{ m/s}^2$  است. سرعت بیرون جهیدن زبان در انتهای مرحله ی شتاب گیری چقدر است؟



۶۹ نمودار سرعت - زمان دونده ای در شکل زیر نشان داده شده است. این دونده در مدت  $16 \text{ s}$  چه مسافتی می پیماید؟ در این شکل  $v_s = 8.0 \text{ m/s}$  است.

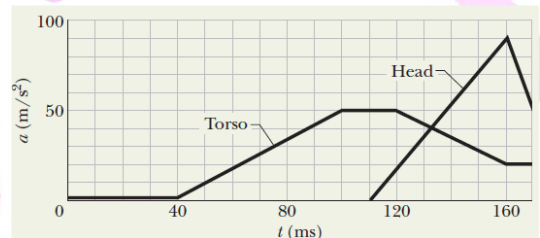


۷۰ دو ذره در راستای محور  $x$  در حال حرکت هستند. مکان ذره اول توسط  $x = 6.00 t^2 + 3.00 t + 2.00$  و شتاب ذره ی دوم توسط رابطه ی  $a = -8.00 t$  داده می شود. (کمیت های داده شده بر حسب یکاهای SI هستند). در  $t = 0$  سرعت ذره ی دوم  $20 \text{ m/s}$  است. وقتی سرعت ذره ها برابر می شود، سرعت آن ها چقدر است؟

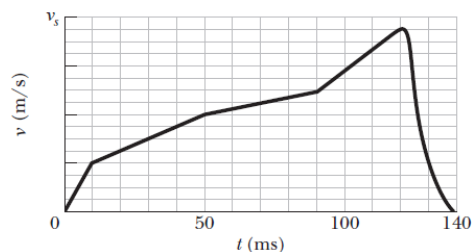


### انتگرال گیری از روی نمودار برای تحلیل حرکت

۶۵ شکل زیر شتاب سر و نیم تنه ی یک داوطلب را هنگام تصادف از عقب نشان می دهد. در بیشینه ی شتاب سر، الف) سرعت سر و ب) سرعت نیم تنه را محاسبه کنید؟



۶۶ در یک مشت رو به جلو در کاراته مشت از حالت سکون از کمر شروع به حرکت می کند و به سرعت تا جایی که بازو کاملاً کشیده شده باشد به جلو حرکت می کند. سرعت مشت بر حسب زمان برای یک کاراته کار حرفه ای توسط نمودار شکل زیر داده شده است. در این نمودار حرفه ای  $v_s = 8.0 \text{ m/s}$  است. الف) در زمان  $t = 50 \text{ ms}$  مشت چقدر حرکت کرده است؟ ب) هنگامی که سرعت مشت بیشینه است، مشت چقدر حرکت کرده است؟



۶۷ وقتی یک بازیکن فوتبال توپ را به طرف بازیکن دیگر شوت می کند و بازیکن توپ را با سر دفاع می کند، شتاب سر او در حین برخورد با توپ می تواند قابل توجه باشد. شکل زیر اندازه گیری شتاب سر بازیکن فوتبال