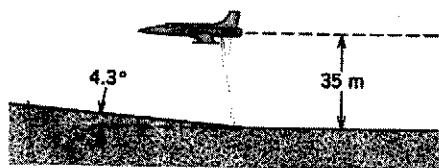


مدت چقدر بوده است؟ آیا عجیب است که برای حل مسئله به سرعت هواپیما نیاز نداریم؟

۶. سرعت مجاز اتومبیلها در بزرگراهی از 55 mi/h (یعنی 88.5 km/h) به 65 mi/h (یعنی 104.6 km/h) افزایش داده شده است. فاصله بین بوفالو و نیویورک 435 mi (یعنی 700 km) است. اگر این مسافت را با بیشترین سرعت مجاز بیماییم، در اثر این تغییر چقدر در وقتان صرفه جویی می شود؟
 ۷. شخصی از سن آنتونیو به هوستون می رود؛ نصف مدت سفر را با سرعت 35 mi/h (یعنی 56.3 km/h) و نصف دیگر را با سرعت 55 mi/h (یعنی 88.5 km/h) می پیماید. در بازگشت، نصف مسافت را با سرعت 35 mi/h و نصف دیگر را با سرعت 55 mi/h طی می کند. سرعت متوسط در (الف) مسیر سن آنتونیو به هوستون، (ب) مسیر هوستون به سن آنتونیو، و (ج) در کل مسیر چقدر است؟
 ۸. یک هواپیمای جت پیشرفته در یک مانور مخفی شدن از دید رادار، در ارتفاع 35 m از سطح زمین پرواز می کند. ناگهان هواپیما به یک شیب رو به بالای 4.3° می رسد (که البته تشخیص این شیب کوچک چندان ساده نیست)؛ نگاه کنید به شکل ۲۴. خلبان چه مدت فرصت دارد که، قبل از برخورد با زمین، خط پرواز را تصحیح کند؟ سرعت پرواز 1300 km/h است.



شکل ۲۴. مسئله ۸

۹. مکان ذره ای که روی خط راست حرکت می کند، از رابطه $x = 3t - 4t^2 + t^3$ به دست می آید؛ x بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. (الف) مکان ذره در $t = 0$ ، $t = 1 \text{ s}$ ، $t = 2 \text{ s}$ ، $t = 3 \text{ s}$ ، و $t = 4 \text{ s}$ کجاست؟ (ب) جابه جایی ذره بین لحظات $t = 0$ تا $t = 2 \text{ s}$ چقدر است؟ (ج) چقدر؟ (د) $t = 0$ تا $t = 4 \text{ s}$ چقدر؟ (ه) $t = 2 \text{ s}$ تا $t = 4 \text{ s}$ چقدر؟
 ۱۰. اتومبیلی با سرعت ثابت 40 km/h از تپه ای بالا می رود و با سرعت ثابت 60 km/h از همان تپه پایین می آید. متوسط اندازه سرعت اتومبیل در کل مسیر چقدر است؟

۱۱. سرعت متوسط خودتان را در هر یک از این دو حالت حساب کنید. (الف) مسافت 240 ft را با سرعت 4 ft/s راه می روید و سپس 240 ft دیگر را با سرعت 10 ft/s می دوید. (ب) به مدت 1 min با سرعت 4 ft/s راه می روید و سپس به مدت 1 min دیگر با سرعت 10 ft/s می دوید.

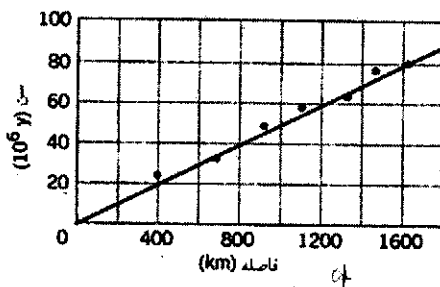
۱۲. دو قطار با سرعت 34 km/h ، روی یک ریل به طرف هم حرکت می کنند. هنگامی که فاصله آنها از یکدیگر 102 km است، پرنده ای از سر یک قطار پرواز می کند تا به قطار دیگر برسد، و سپس دوباره به

۲۶. معادلات سینماتیکی حرکت (جدول ۲) تحت اثر وارونگی زمان، یعنی گذاشتن $-t$ به جای t ، چه می شوند؟ توضیح بدهید.
 ۲۷. انتظار داریم روابطی که واقعاً کلی هستند، مثل روابط جدول ۲، مستقل از دستگاه مختصات، معتبر باشند. اگر معادلات کلی از نظر ابعادی هم سازگار باشند، آن وقت، مستقل از یکاهایی که به کار می بریم، معتبر خواهند بود. در این صورت، آیا اصولاً نیازی به یکاها و دستگاههای مختصات داریم؟

مسئله ها

بخش ۳-۲ سرعت متوسط

۱. اتومبیل شما با سرعت 88 km/h (یعنی 55 mi/h) در حرکت است. شما به مدت 1 s به تصادفی که کنار جاده اتفاق افتاده است نگاه می کنید. در این مدت، اتومبیل شما چه مسافتی را می پیماید؟
 ۲. یک بازیکن بیسبال، توپی را با سرعت افقی 160 km/h پرتاب می کند. بازیکنی که چوب بیسبال را در دست دارد، 18.4 m از محل پرتاب توپ فاصله دارد. چقدر طول می کشد تا توپ به چوب بیسبال برسد؟
 ۳. شکل ۲۳، رابطه بین سن قدیمی ترین رسوبها در اقیانوس، و فاصله این رسوبها از یک پشته خاص را نشان می دهد. سن رسوبها بر حسب میلیون سال و فاصله بر حسب کیلومتر است. ماده، تقریباً با سرعت یکنواخت، از این پشته بیرون می زند و به اطراف حرکت می کند. سرعت حرکت رسوبها از این پشته را بر حسب سانتی متر بر سال، پیدا کنید.

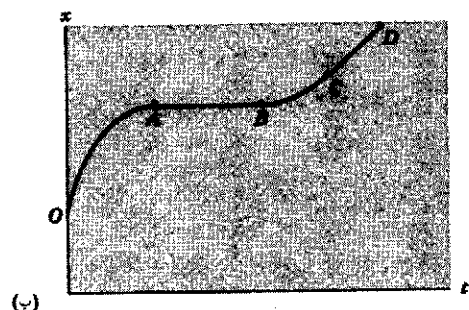
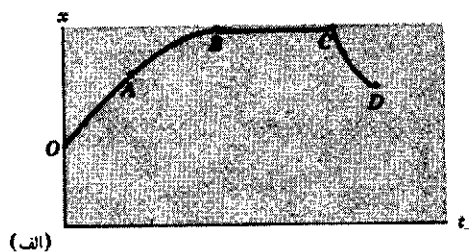


شکل ۲۳. مسئله ۳

۴. کارل لویس، دو 100 m را در زمانی در حدود 10 s می دود؛ بیل راجرز، ماراتون (26 mi ، 38.5 yd) را در زمانی در حدود 2 h و 10 min می دود. (الف) سرعت متوسط هر یک چقدر است؟ (ب) اگر کارل لویس می توانست سرعت دو 100 m خود را در ماراتون حفظ کند، چه مدتی طول می کشید تا مسیر ماراتون را طی کند؟

۵. فیزیکدان مشهوری به مدت چند ماه، هر هفته یک بار از بوستون در ماساچوست به ژنو در سوئیس می رفت و برمی گشت؛ فاصله بین این دو شهر 4000 mi است. متوسط اندازه سرعت فیزیکدان در این

۱۸. شکل ۲۷ الف نمودار x بر حسب t ذره‌ای را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند. (الف) در هر یک از بازه‌های OA ، AB ، BC ، و CD ، سرعت آیا مثبت است، منفی است، یا صفر است؟ همچنین تعیین کنید که در هر بازه شتاب $+$ ، $-$ یا 0 است. (ب) در این نمودار آیا بازه‌ای وجود دارد که شتاب در آن به وضوح متغیر باشد؟ (از رفتار منحنی در نقاط مرزی بازه‌ها چشم‌پوشید.)



شکل ۲۷. (الف) مسئله ۱۸ و (ب) مسئله ۱۹

۱۹. پرسشهای مسئله قبل را در مورد حرکت طبق نمودار شکل ۲۷ ب، پاسخ دهید.

۲۰. شکل ۲۸ نمودار مکان-زمان ذره‌ای را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کند. به‌طور کیفی، منحنیهای سرعت-زمان و شتاب-زمان حرکت این ذره را رسم کنید.



شکل ۲۸. مسئله ۲۰

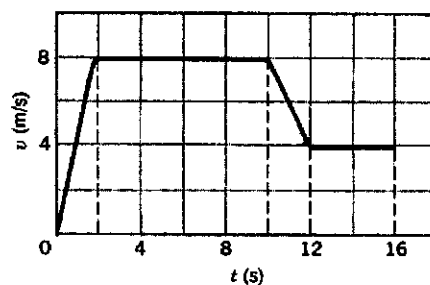
۲۱. در هر یک از حالت‌های زیر، نموداری رسم کنید که نمایش ممکن از مکان-زمان ذره‌ای باشد که در راستای محور x حرکت می‌کند: در $t = 1s$ ، (الف) سرعت ذره صفر و شتاب آن مثبت است؛ (ب) سرعت ذره صفر و شتاب آن منفی است. (ج) سرعت ذره منفی و شتاب آن مثبت است؛ (د) سرعت ذره منفی و شتاب آن منفی است. (ه) در کدام یک از موارد بالا، اندازه سرعت ذره، در $t = 1s$ در حال افزایش است؟ ۲۲. مکان ذره‌ای با رابطه $x = 2t^3$ بیان می‌شود، که x بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. (الف) سرعت متوسط و شتاب متوسط ذره

طرف قطار اول برمی‌گردد و این کار را تا زمان برخورد دو قطار تکرار می‌کند. سرعت پرواز پرنده، $58 km/h$ است. (الف) پیش از برخورد، پرنده چند بار بین دو قطار رفت و آمد می‌کند؟ (ب) کل مسافتی که پرنده می‌پیماید چقدر است؟

بخش ۲-۴ سرعت لحظه‌ای

۱۳. مکان ذره‌ای که روی خط راست حرکت می‌کند، از رابطه $x = 1.50t^2 + 9.75t$ به دست می‌آید که در آن x بر حسب سانتی‌متر و t بر حسب ثانیه است. بازه زمانی بین $t = 2s$ و $t = 3s$ را در نظر بگیرید: (الف) سرعت متوسط در این بازه چقدر است؟ (ب) سرعت لحظه‌ای در $t = 2s$ چقدر است؟ (ج) سرعت لحظه‌ای در $t = 3s$ چقدر است؟ (د) سرعت لحظه‌ای در $t = 2.5s$ چقدر است؟ (ه) سرعت لحظه‌ای در زمانی که ذره در وسط فاصله مکانهای متناظر با $t = 2s$ و $t = 3s$ است چقدر است؟

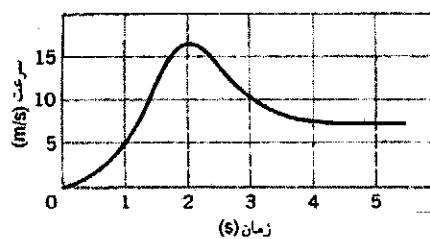
۱۴. شکل ۲۵ نمودار سرعت زمان دوده‌ای را نشان می‌دهد. این دوده در مدت $16s$ چه مسافتی را می‌پیماید؟



شکل ۲۵. مسئله‌های ۱۴ و ۱۵

بخش ۲-۵ حرکت شتابدار

۱۵. شتاب دوده مسئله ۱۴ در $t = 11s$ چقدر است؟ ۱۶. سرعت ذره‌ای $18 m/s$ در جهت $+x$ است. $2.4s$ بعد، سرعت آن $30 m/s$ در جهت مخالف است. شتاب متوسط ذره در این بازه 2.4 ثانیه‌ای چقدر است؟ ۱۷. شکل ۲۶ نمودار سرعت-زمان جسمی است که روی خط راست حرکت می‌کند. نمودار شتاب-زمان این جسم را رسم کنید.



شکل ۲۶. مسئله ۱۷

۲۸. در یک بازی کامپیوتری، لکه‌ای طبق رابطه $x = 90^\circ t - 75^\circ t^2$ روی صفحه نمایش [مانیتور] حرکت می‌کند. در این رابطه، x فاصله لکه از لبه چپ صفحه، برحسب سانتی‌متر، و t زمان برحسب ثانیه است. اگر لکه به یکی از دو لبه صفحه، $x = 0$ یا $x = 15\text{cm}$ ، برسد، دوباره از لبه چپ شروع به حرکت می‌کند. (الف) چه مدت پس از شروع حرکت، لکه به حالت سکون لحظه‌ای می‌رسد؟ (ب) در این لحظه لکه کجاست؟ (ج) در این لحظه شتاب لکه چقدر است؟ (د) پس از سکون لحظه‌ای، لکه در چه جهتی حرکت می‌کند؟ (ه) لکه در چه زمانی از صفحه خارج می‌شود؟

بخش ۲-۶ حرکت با شتاب ثابت

۲۹. جامبوجتی باید روی باند به سرعت 360km/h (یعنی 224mi/h) برسد تا بتواند از زمین کنده شود. اگر طول باند (یعنی 1mi) 1.8km باشد، حداقل شتاب (ثابت) لازم برای اینکه هواپیما در این باند از سکون به سرعت لازم برسد چقدر است؟

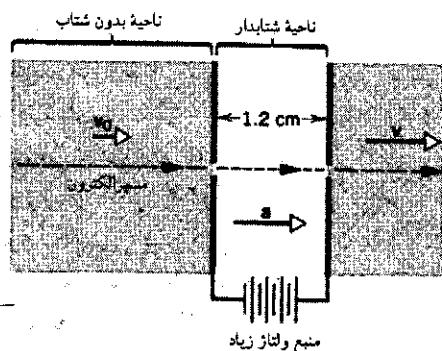
۳۰. فضایی در فضای تهی با شتاب ثابت 9.8m/s^2 حرکت می‌کند. (الف) اگر فضاییما از حالت سکون شروع به حرکت کند، چقدر طول می‌کشد تا سرعت آن به یک دهم سرعت نور برسد؟ (ب) در این مدت، فضاییما چه مسافتی را می‌پیماید؟ (سرعت نور $3 \times 10^8\text{m/s}$ است.)

۳۱. مارزنگی می‌تواند سرش را با شتاب 50m/s^2 به طرف قربانی اش حرکت بدهد. اگر اتومبیلی می‌توانست با این شتاب حرکت کند، چقدر طول می‌کشید تا سرعت آن از صفر به 100km/h برسد؟

۳۲. یک میون (که نوعی ذره بنیادی است) با سرعت 10^6m/s 5.2×10^6 به یک میدان الکتریکی پرتاب می‌شود. میدان الکتریکی به این ذره شتاب 10^{14}m/s^2 1.3×10^3 در خلاف جهت سرعت اولیه اش می‌دهد.

میون چه مسافتی را قبل از متوقف شدن می‌پیماید؟

۳۳. الکترونی با سرعت اولیه 10^5m/s 1.5×10^5 وارد تاخته‌ای به طول 1.2cm می‌شود. در این ناحیه، الکترون در اثر میدان الکتریکی شتاب می‌گیرد (شکل ۲۹) و با سرعت 10^6m/s 5.8×10^6 از آن خارج می‌شود. شتاب الکترون، که ثابت فرض می‌شود، چقدر است؟ (این همان چیزی است که در بخش تفنگ الکترونی لامپ پرتو کاتد اتفاق



شکل ۲۹. مسئله ۳۳

بین $t = 1\text{s}$ و $t = 2\text{s}$ چقدر است؟ (ب) سرعت لحظه‌ای و شتاب لحظه‌ای ذره در $t = 1\text{s}$ و $t = 2\text{s}$ چقدر است؟ (ج) مقادیر لحظه‌ای و متوسط را با هم مقایسه کنید. در هر حالت کمیت بزرگتر را تعیین کنید و بگویید که چرا بزرگتر است؟

۲۳. ذره‌ای طبق رابطه $x = 50t + 10t^2$ در راستای محور x حرکت می‌کند؛ x برحسب متر و t برحسب ثانیه است. (الف) سرعت متوسط ذره را در 3s اول حرکت، (ب) سرعت لحظه‌ای ذره را در $t = 3\text{s}$ ، و (ج) شتاب لحظه‌ای ذره را در $t = 3\text{s}$ پیدا کنید.

۲۴. شخصی از $t = 0$ تا $t = 5\text{min}$ ایستاده است، از $t = 5\text{min}$ تا $t = 10\text{min}$ ، به عجله با سرعت 2.2m/s راه می‌رود. سرعت متوسط و شتاب متوسط او در بازه‌های زمانی (الف) از 2min تا 8min و (ب) از 3min تا 9min چقدر است؟

۲۵. در جدول زیر مکان ذره‌ای که در راستای محور x حرکت می‌کند، در زمانهای مختلف فهرست شده است:

$x(\text{m})$	0.080	0.050	0.040	0.050	0.080	0.13	0.20
$t(\text{s})$	0	1	2	3	4	5	6

(الف) نمودار جابجایی (نه مکان) برحسب زمان را رسم کنید.

(ب) سرعت متوسط ذره را در بازه‌های 0 تا 1s ، 1s تا 2s ، 2s تا 3s ، و 3s تا 4s به دست بیاورید. (ج) شیب منحنی‌ای را که در قسمت (الف) رسم کردید، در $t = 0$ ، $t = 1\text{s}$ ، $t = 2\text{s}$ ، $t = 3\text{s}$ ، $t = 4\text{s}$ ، $t = 5\text{s}$ و $t = 6\text{s}$ به دست بیاورید. (د) نمودار شیب برحسب زمان را رسم کنید. (یکای شیب چیست؟) (ه) از روی منحنی قسمت (د) شتاب ذره را در زمانهای $t = 2\text{s}$ ، $t = 3\text{s}$ ، $t = 4\text{s}$ به دست بیاورید.

۲۶. مکان ذره‌ای بر محور x ، برحسب زمان، از رابطه

$$x = At^2 - Bt^3$$

به دست می‌آید، که x برحسب متر و t برحسب ثانیه است. (الف) یکاهای SI برای A و B چه هستند؟ در بقیه مسئله، فرض کنید مقادیر عددی A و B ، به ترتیب برابر با 3 و 1 یکای SI باشند. (ب) در چه زمانی ذره به بیشترین مقدار مثبت x می‌رسد؟ (ج) کل طول مسیری که ذره در 4s اول حرکت می‌پیماید چقدر است؟ (د) جابجایی ذره در 4s اول چقدر است و (ه) سرعت ذره در $t = 1\text{s}$ ، $t = 2\text{s}$ ، $t = 3\text{s}$ و $t = 4\text{s}$ چقدر است؟ (و) شتاب ذره در $t = 1\text{s}$ ، $t = 2\text{s}$ ، $t = 3\text{s}$ و $t = 4\text{s}$ چقدر است؟ (ز) سرعت متوسط ذره در بازه زمانی $t = 2\text{s}$ تا $t = 4\text{s}$ چقدر است؟

۲۷. الکترونی از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. شتاب این الکترون، به طور خطی با زمان زیاد می‌شود: $a = kt$ ، که در آن a برحسب $(10^6\text{m/s}^2)/\text{s}$ یا $k = 1.0\text{m/s}^3$ است. (الف) نمودار a قسمت (الف)، نمودار v برحسب t را رسم کنید و سرعت الکترون را در 5s بعد از شروع حرکت تخمین بزنید. (ج) از روی منحنی v برحسب t قسمت (ب)، منحنی x برحسب t را رسم کنید و تخمین بزنید که الکترون در 5s اول حرکت چه مسافتی را می‌پیماید.

۳۹. قطاری از حالت سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. سرعت قطار که در یک لحظه 33 m/s است، 16 m بعد به 54 m/s می‌رسد. (الف) شتاب قطار، (ب) زمان لازم برای طی این مسافت 16 m ، (ج) زمان لازم برای اینکه قطار از سکون به سرعت 33 m/s برسد. و (د) مسافتی که قطار تا رسیدن به سرعت 33 m/s می‌پیماید چقدر است؟

۴۰. اتومبیلی با شتاب ثابت، مسافت 58 m بین دو نقطه را در 6.2 s می‌پیماید. سرعت اتومبیل در لحظه عبور از نقطه دوم 15 m/s است. (الف) سرعت اتومبیل در نقطه اول چقدر است؟ (ب) شتاب اتومبیل چقدر است؟ (ج) در چه فاصله‌ای پیش از نقطه اول، اتومبیل در حالت سکون بوده است؟

۴۱. یک قطار زیرزمینی از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و نیمه اول مسافت بین دو ایستگاه را با شتاب 1.2 m/s^2 طی می‌کند. نیمه دوم را با شتاب -1.2 m/s^2 می‌پیماید تا در ایستگاه بعدی متوقف شود. فاصله دو ایستگاه از هم 1.1 km است. (الف) زمان طی فاصله دو ایستگاه، (ب) بیشترین مقدار سرعت قطار در این فاصله چقدر است؟

۴۲. طول مسیر یک آسانسور 624 ft است. بیشترین سرعت آسانسور 1000 ft/min و شتاب (ثابت) آن 4 m/s^2 است. (الف) آسانسور از حالت سکون تا رسیدن به بیشترین سرعتش چه مسافتی را می‌پیماید؟ (ب) چقدر طول می‌کشد تا آسانسور تمام مسیر را بپیماید؟ توجه کنید که آسانسور در انتهای مسیر باید متوقف شود.



شکل ۳۱. مسئله ۴۲

۴۳. راننده‌ای برای متوقف کردن اتومبیلش به شدت ترمز می‌کند. مسافت توقف را می‌توان حاصل جمع "مسافت واکنش" و "مسافت ترمز" در نظر گرفت. مسافت واکنش برابر است با حاصل ضرب سرعت اولیه در زمان واکنش، و مسافت ترمز فاصله‌ای است که اتومبیل پس از

می‌افتد. لامپ پرتوگاتر در گیرنده تلویزیون هم به کار می‌رود).
۳۴. در ۱۹ مارس ۱۹۵۴، سرهنگ جان پی استاپ یک رکورد جهانی برای حرکت روی سطح زمین را جا گذاشت. او یک سورتمه موشکی را با سرعت 1020 km/h در مسیر، رانده و سورتمه را طی زمان $1/3\text{ s}$ از این سرعت به حالت سکون رساند. شتاب سورتمه در این "ترمز" چقدر بوده است؟ پاسخ خود را برحسب g (شتاب گرانشی) بیان کنید. (دقت کنید که بدن این شخص مثل شتاب‌سنج عمل می‌کند نه سرعت‌سنج).



شکل ۳۰. مسئله ۳۴

۳۵. ترمزهای اتومبیل شما می‌توانند شتاب کندکننده 17 ft/s^2 تولید کنند. اگر در بزرگراهی با سرعت 85 mi/h در حرکت باشید و ناگهان با علامت بیشترین سرعت مجاز برابر با 55 mi/h مواجه شوید، حداقل چقدر طول می‌کشد که اتومبیل را به سرعت مجاز برسانید؟

۳۶. یک اتومبیل با لاستیکهای خوب، در یک جاده خشک می‌تواند با شتاب کندکننده 11 mi/h.s (یعنی 4.92 m/s^2) ترمز کند. (الف) چقدر طول می‌کشد تا اتومبیلی که با سرعت 55 mi/h (یعنی 24.6 m/s) در حرکت است متوقف شود؟ (ب) در این مدت، اتومبیل چه مسافتی را می‌پیماید؟

۳۷. تیری را از کمان مستقیماً رو به بالا پرتاب می‌کنیم. تیر در بازگشت با سرعت 26 ft/s به زمین برخورد و به اندازه 9 in در آن فرو می‌رود. (الف) شتاب (ثابت) توقف این تیر، و (ب) زمان لازم برای متوقف شدن آن در زمین چقدر است؟

۳۸. وکیلی در مورد مسائل فیزیکی یکی از پرونده‌هایش با شما مشورت می‌کند: اتومبیلی در حال حرکت بوده است و راننده مجبور به توقف اضطراری می‌شود. ترمزها قفل می‌شوند، چرخهای اتومبیل روی جاده می‌لغزند و ردی به طول 192 ft روی جاده می‌ماند. مسئله این است که آیا سرعت اتومبیل، پیش از توقف، از حد مجاز 30 mi/h بیشتر بوده است یا نه. افسر پلیس، با فرض اینکه شتاب کندکننده ترمز از شتاب سقوط آزاد (یعنی 32 ft/s^2) بیشتر نبوده است، راننده را جریمه نمی‌کند. به نظر شما آیا سرعت راننده کمتر از حد مجاز بوده است؟ توضیح بدهید.

در طی مسافت ۱۸۶ft متوقف شود، و در سرعت ۳۰mi/h طی ۸۰ft. فرض کنید زمان واکنش راننده (که طی آن شتاب صفر است) و همچنین شتاب حاصل از ترمز، برای هر دو سرعت یکی است. (الف) زمان واکنش راننده و (ب) شتاب ترمز را حساب کنید.

بخش ۲-۷ سقوط آزاد اجسام

۵۰. قطره‌های باران از ابری در ارتفاع ۱۷۰۰m از سطح زمین، به زمین سقوط می‌کنند. اگر مقاومت هوا سرعت را کم نمی‌کند، این قطره‌ها با چه سرعتی به زمین می‌رسند؟ در این صورت، آیا قدم زدن در زیر باران بی‌خطر بود؟

۵۱. تنها کابل نگهدارنده یک آسانسور (خالی) مخصوص عملیات ساختمانی، که در بالاترین نقطه ساختمان نیمه‌کاره‌ای به ارتفاع ۱۲۰m توقف کرده است، ناگهان پاره می‌شود. (الف) آسانسور با چه سرعتی به زمین می‌خورد؟ (ب) زمان سقوط آن چقدر است؟ (ج) سرعت آن در نیمه راه چقدر است؟ (د) چه مدتی طول می‌کشد تا به نیمه راه برسد؟

۵۲. آچاری از دست کارگری رها می‌شود و با سرعت ۲۴۰m/s به زمین می‌خورد. (الف) این آچار از چه ارتفاعی رها شده است؟ (ب) زمان سقوط آن چقدر بوده است؟

۵۳. تویی را به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. (الف) سرعت اولیه آن باید چقدر باشد تا ارتفاع اوج آن ۵۳۷m شود؟ (ب) در این شرایط توپ چه مدت در هوا می‌ماند؟

۵۴. سنگی از صخره‌ای به ارتفاع ۱۰۰m پایین می‌افتد. چقدر طول می‌کشد تا (الف) ۵۰m اول و (ب) ۵۰m بعدی را طی کند؟

۵۵. فضاوردی که در یکی از سیاره‌های منظومه شمسی فرود آمده است متوجه می‌شود که اگر سنگ کوچکی با سرعت ۱۴۶m/s به طرف بالا پرتاب شود، ۷٫۷۲s بعد به سطح سیاره بازمی‌گردد. این فضاورد روی کدام سیاره فرود آمده است؟ (راهنمایی: از اطلاعات مندرج در پیوست ج استفاده کنید.)

۵۶. تویی را با سرعت اولیه ۲۰۵m/s، از ارتفاع ۵۸۸m به طرف پایین پرتاب می‌کنیم. (الف) سرعت توپ در لحظه برخورد با زمین چقدر است؟ (ب) چقدر طول می‌کشد تا توپ به زمین برسد؟ (ج) اگر توپ را از همان ارتفاع و با همان سرعت اولیه به طرف بالا پرتاب می‌کردیم، جواب قسمتهای (الف) و (ب) چه می‌شد؟

۵۷. شکل ۳۲ وسیله ساده‌ای برای اندازه‌گیری زمان واکنش را نشان می‌دهد. این وسیله، نواری مقوایی است که مقیاس‌بندی شده و ده نقطه بزرگ هم روی آن مشخص شده است. دوست شما نوار را، با شست و انگشت اشاره‌اش، از نقطه بالایی می‌گیرد. شست و انگشت اشاره شما روی نقطه پایینی است، اما مواظبید که نوار را لمس نکنید. دوستان نوار را رها می‌کنند و شما سعی می‌کنید که، پس از دیدن این رویداد، هر چه سریعتر نوار را بگیرید. عدد مربوط به نقطه‌ای که شما نوار را در آن می‌گیرید، زمان واکنش شماست. فاصله نقطه زیرین از شاخصهای ۵ms، ۱۰ms، ۲۰ms، و ۲۵ms باید چقدر باشد؟

ترمز کردن و قبل از توقف کامل می‌بیماید. جدول زیر، مقادیر نوعی این کمیتها را به دست می‌دهد.

سرعت اولیه (m/s)	مسافت واکنش (m)	مسافت ترمز (m)	مسافت توقف (m)
۱۰	۷٫۵	۵٫۰	۱۲٫۵
۲۰	۱۵	۲۰	۳۵
۳۰	۲۲٫۵	۴۵	۶۷٫۵

(الف) زمان واکنش این راننده چقدر است؟ (ب) مسافت توقف اتومبیل، با سرعت اولیه ۲۵m/s چقدر است؟

۴۴. "تله سرعت" که در بزرگراهها نصب می‌شود، متشکل از دو نوار به فاصله ۱۱۰m از یکدیگر است که در اثر فشار فعال می‌شوند. راننده‌ای در بزرگراهی که سرعت مجاز در آن ۹۰km/h است با سرعت ۱۲۰km/h می‌راند. درست زمانی که از نوار اول می‌گذرد متوجه پلیس می‌شود و سرعت خود را کم می‌کند. چه شتاب کندکننده‌ای لازم است تا سرعت متوسط اتومبیل، بین دو نوار، کمتر از حد مجاز سرعت شود؟

۴۵. اتومبیلی به محض سبز شدن چراغ راهنما با شتاب $۲٫۲\text{m/s}^2$ شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه کامیونی که با سرعت ثابت ۹۵m/s در حرکت است، از اتومبیل سبقت می‌گیرد. (الف) در چه فاصله‌ای پس از این نقطه، اتومبیل از کامیون جلو می‌زند؟ (ب) در این لحظه سرعت اتومبیل چقدر است؟ (خوب است که نمودار کیفی x بر حسب t را برای هر یک از دو وسیله رسم کنید.)

۴۶. قطاری با سرعت v_1 حرکت می‌کند. لوکوموتیوران یک قطار باری را می‌بیند که به فاصله d جلوتر از قطار خودش، با سرعت v_2 در همان جهت حرکت می‌کند. v_2 کوچکتر از v_1 است؛ بنابراین، لوکوموتیوران ترمز می‌کند تا به قطار جلویی نخورد. سرعت قطار با شتاب ثابت a کم می‌شود. نشان بدهید که

$$\text{اگر } d > (v_1 - v_2)^2 / 2a \text{ باشد، برخورد صورت نمی‌گیرد؛}$$

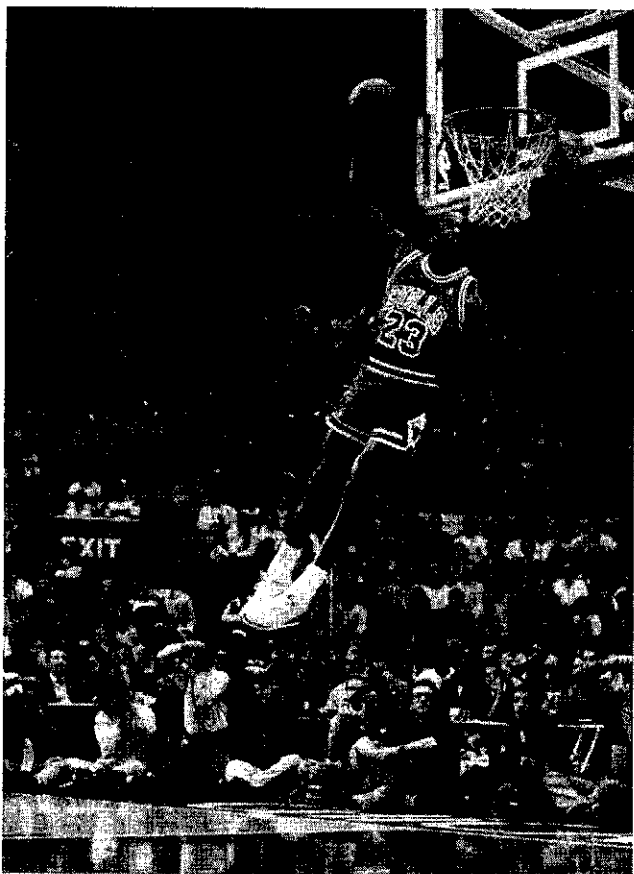
$$\text{اگر } d < (v_1 - v_2)^2 / 2a \text{ باشد، برخورد صورت می‌گیرد.}$$

(خوب است که نمودار کیفی x بر حسب t را برای هر قطار رسم کنید.)

۴۷. اتومبیلی با سرعت ۳۵mi/h (یعنی ۵۶km/h) حرکت می‌کند. راننده متوجه می‌شود که ۱۱۰ft (یعنی ۳۴m) جلوتر از او مانعی وجود دارد و ترمز می‌کند. چهار ثانیه بعد، اتومبیل به مانع برمی‌خورد. (الف) شتاب ثابت اتومبیل، پیش از برخورد چقدر بوده است؟ (ب) در لحظه برخورد، سرعت اتومبیل چقدر بوده است؟

۴۸. دوندۀای در مسابقه دو ۱۰۰m، با شتاب $۲٫۸۰\text{m/s}^2$ به سرعت بیشینه خود می‌رسد و این سرعت را تا آخر مسیر حفظ می‌کند. اگر کل مسیر مسابقه در ۱۲٫۲s طی شده باشد، (الف) زمان سپری شده و (ب) مسافت طی شده در بخش شتابدار حرکت را حساب کنید.

۴۹. در یک کتابچه راهنمای اتومبیل آمده است که اتومبیلی (با ترمزهای خوب) که با سرعت ۵۰mi/h در حرکت باشد می‌تواند



شکل ۳۳. مسئله ۶۱

توضیح بدهید که چرا تعلیق بازیکنان در اوج پرش خیلی مشهورتر است؟ (شکل ۳۳).

۶۲. سنگی را در راستای قائم به بالا پرتاب می‌کنیم. سنگ با سرعت v از نقطه A ، و با سرعت $v/2$ از نقطه B می‌گذرد. نقطه B $3r_0$ بالاتر از A است. (الف) مقدار v ، و (ب) ارتفاع اوج سنگ نسبت به نقطه B چقدر است؟

۶۳. آب از سوراخهای دوش به پایین چکه می‌کند. کف حمام، 200 cm زیر دوش است. قطره‌ها به فاصله‌های زمانی منظم به پایین می‌چکند، چنانکه وقتی قطره اول به زمین می‌رسد، قطره چهارم از دوش جدا می‌شود. در این لحظه هر یک از قطره‌های دیگر در چه مکانی است؟ ۶۴. در "آزمایشگاه تحقیقات گرانش صفر" در مرکز تحقیقات لوئیس ناسا، یک برج سقوط، به ارتفاع 145 m، وجود دارد. این برج قائم و خلأ شده است. از جمله تجهیزات این برج، کراهی به قطر 1 m است که می‌توان در آن وسایل آزمایشگاهی گذاشت و مجموعه را از برج رها کرد تا به صورت آزاد سقوط کند. (الف) این وسایل به چه مدت در حال سقوط آزادند؟ (ب) سرعت آنها در پایین برج چقدر بوده است؟ (ج) در پایین برج، شتاب $25g$ به کره تحمیل می‌شود تا سرعت آن به صفر برسد.



شکل ۳۲. مسئله ۵۷

۵۸. توپی را به بالا پرتاب می‌کنیم. 2.25 s طول می‌کشد تا توپ به ارتفاع 36.8 m برسد. (الف) سرعت اولیه آن چقدر بوده است؟ (ب) سرعت آن در این ارتفاع چقدر است؟ (ج) توپ تا چه ارتفاعی بالاتر می‌رود؟

۵۹. شخصی روی پلی مشرف به یک بزرگراه ایستاده است و در حالی که به آیزاک نیوتون فکر می‌کند، ناخودآگاه سیبی را از دستش رها می‌کند. سیب از لبه پل می‌افتد و در همان لحظه لبه جلویی کامیونی که از زیر پل می‌گذرد درست زیر لبه پل است. سرعت کامیون 55 km/h (یعنی 34 mi/h) و طول آن 12 m (یعنی 39 ft) است. سیب درست مماس بر لبه عقب کامیون به زمین می‌رسد.

در این صورت، ارتفاع لبه پل از زمین چقدر بوده است؟ ۶۰. موشکی در راستای قائم از سطح زمین پرتاب می‌شود و به مدت 10 min با شتاب ثابت 20 m/s² به بالا حرکت می‌کند. در این لحظه سوخت موشک به کلی تمام می‌شود و حرکت آن به شکل سقوط آزاد ادامه می‌یابد. (الف) بیشترین ارتفاعی که موشک به آن می‌رسد چقدر است؟ (ب) از زمان برخاستن موشک، چقدر طول می‌کشد تا موشک دوباره به زمین برگردد؟ (از تغییرات g در اثر تغییر ارتفاع چشم بیوشید.) ۶۱. یک بازیکن بسکتبال 76 cm به طرف بالا می‌پرد تا توپ را توی سبد "بکوبد". (الف) صعود 15 cm بالایی مسیر چقدر طول می‌کشد؟ (ب) صعود 15 cm پایینی مسیر چقدر؟ آیا به کمک این اعداد می‌توانید

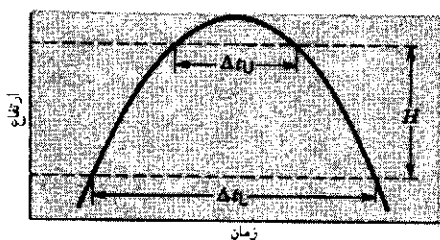
۷۰. بالونی با سرعت $۱۲٫۴\text{ m/s}$ در ارتفاع $۸۱٫۳\text{ m}$ از سطح زمین به طرف بالا حرکت می‌کند. در این لحظه، بسته‌ای از آن رها می‌شود. (الف) این بسته با چه سرعتی به زمین می‌خورد؟ و (ب) چقدر طول می‌کشد تا به زمین برسد؟

۷۱. چتربازی پس از پرش از هلی‌کوپتر، $۵۲٫۰\text{ m}$ بدون اصطکاک سقوط می‌کند. سپس چترش را باز می‌کند و با شتاب کند کننده $۲٫۱۰\text{ m/s}^2$ به حرکتش ادامه می‌دهد، تا اینکه با سرعت $۲٫۹۰\text{ m/s}$ به زمین می‌رسد. (الف) این چترباز چه مدت در هوا بوده و (ب) سقوط او از چه ارتفاعی شروع شده است؟

۷۲. یک توپ سربی از تخته‌پرسی که $۲٫۶\text{ m}$ بالاتر از سطح آب استخر قرار دارد به آب می‌افتد. توپ با سرعت معینی بر سطح آب می‌خورد و تمام مسافت زیر آب را با همین سرعت می‌پیماید. وقتی توپ به کف استخر می‌رسد $۰٫۹۷\text{ s}$ از شروع سقوط گذشته است. (الف) عمق استخر چقدر است؟ (ب) فرض کنید استخر را از آب خالی کنیم و توپ را از همان تخته‌پرش چنان پرتاب کنیم که باز هم $۰٫۹۷\text{ s}$ بعد به کف استخر برسد. توپ با چه سرعت اولیه‌ای پرتاب شده است؟

۷۳. اندازه‌گیری شتاب g در "آزمایشگاه ملی فیزیک" در انگلستان (که کارش تحقیق درباره استانداردهاست) به این ترتیب انجام شده است که یک گلوله شیشه‌ای را در یک لوله خلأ مستقیماً به بالا پرتاب می‌کنند. گلوله بالا می‌رود و برمی‌گردد؛ نگاه کنید به شکل ۳۵. فرض کنید Δt_L زمان بین دو بار عبور گلوله از یک نقطه در پایین لوله، و Δt_U زمان بین دو بار عبور گلوله از یک نقطه در بالای لوله باشد. فاصله بین این دو نقطه، H است. نشان دهید که

$$g = \frac{2H}{\Delta t_L^2 - \Delta t_U^2}$$



شکل ۳۵. مسئله ۷۳

۷۴. یک بولبرینگ فولادی از شیروانی ساختمانی (با سرعت اولیه صفر) به پایین می‌افتد. ناظری که کنار پنجره‌ای به ارتفاع ۱۲۰ cm ایستاده است، متوجه می‌شود که $۰٫۱۲۵\text{ s}$ طول می‌کشد تا بولبرینگ از بالا تا پایین پنجره را طی کند. بولبرینگ به زمین می‌خورد، یک برخورد کاملاً کشسان با سطح پیاده‌رو انجام می‌دهد، و $۰٫۲\text{ s}$ پس از اینکه از لبه پایینی پنجره گذشته بود، دوباره به آنجا برمی‌گردد. ارتفاع ساختمان چقدر است؟ (اندازه سرعت توپ، پس از برخورد کاملاً کشسان، همان اندازه سرعت پیش از برخورد است.)

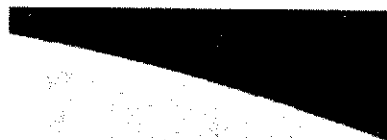
در مدتی که این شتاب اعمال می‌شود، کره چه مسافتی را می‌پیماید؟
۶۵. تویی از ارتفاع $۲٫۲\text{ m}$ رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع $۱٫۹\text{ m}$ به بالا برمی‌گردد. اگر این توپ به مدت ۹۶ ms با سطح زمین در تماس بوده باشد، در این مدت چه شتاب متوسطی (اندازه و جهت) داشته است؟

۶۶. چند سال پیش، زنی از بالای ساختمانی به ارتفاع ۱۴۴ ft سقوط کرد و روی یک جعبه هواکش افتاد. جعبه را ۱۸ in در هم فرو برد و بی‌هیچ جراحت شدیدی، زنده ماند. شتابی که این زن طی برخورد با جعبه متحمل شده (با فرض ثابت بودن این شتاب) چقدر بوده است؟ پاسخ را برحسب g بیان کنید.

۶۷. جسمی از حالت سکون رها می‌شود و نیمی از کل مسیر خود را در آخرین ثانیه سقوط آزادش می‌پیماید. (الف) زمان و (ب) ارتفاع این سقوط چقدر بوده است؟ درباره جواب غیرقابل قبول معادله درجه دومی که به دست می‌آورد توضیح بدهید.

۶۸. دو جسم، از یک ارتفاع و از حالت سکون، به حالت آزاد سقوط می‌کنند. سقوط جسم دوم زمانی شروع می‌شود که اولی $۱٫۰\text{ s}$ از آن جلوتر است. چه مدت پس از شروع سقوط جسم اول، فاصله دو جسم از یکدیگر به ۱۰ m می‌رسد؟

۶۹. کلارا، و کمی پس از او جیم، از یک پل به پایین پریده‌اند؛ شکل ۳۴. جیم چه مدت بعد از کلارا پریده است؟ فرض کنید که قد جیم ۱۷۰ cm است و سطح پرش را لبه بالایی شکل بگیرید. فاصله‌ها را از روی شکل بسنجید.



شکل ۳۴. مسئله ۶۹

خارج می‌شود؛ سپس برمی‌گردد و در مرز پایین پنجره از دید خارج می‌شود. اگر کل زمانی که لنگه کفش در معرض دید است $0.74s$ باشد، لنگه کفش تا چه ارتفاعی از لبه بالایی پنجره بالاتر رفته است؟

۷۵. شخصی که در انتهای اتاقی روبروی پنجره‌ای به ارتفاع $1.1m$ ایستاده است مشاهده می‌کند که لنگه کفشی در نزدیکی سطح خارجی پنجره در راستای قائم صعود می‌کند و در مرز بالای پنجره از دید