

از معادله ۱-۸ جرم کل دانه‌های شن  $m_{\text{sand}}$  از حاصلضرب چگالی دی اکسید سیلیکون در حجم کل دانه‌های شن به دست می‌آید.

$$m_{\text{sand}} = \rho_{\text{sil}_2} V_{\text{grain}} \quad (12-1)$$

با قرار دادن این عبارت در معادله ۱-۱۰ و نیز جایگزینی  $V_{\text{grain}}$  از معادله ۱-۱۱ داریم:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{sand}} &= \frac{\rho_{\text{sil}_2} V_{\text{total}}}{V_{\text{total}} (1+e)} \\ &= \frac{\rho_{\text{sil}_2}}{1+e} \end{aligned} \quad (13-1)$$

با جایگزینی  $\rho_{\text{sil}_2} = 2/600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  و  $e = 0/80$  به دست می‌آوریم که حالت سیالیت وقتی اتفاق می‌افتد که چگالی شن از مقدار زیر بیشتر شود:

$$\rho_{\text{sand}} = \frac{2/600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}{1/80} = 1/4 \times 10^5 \text{ kg/m}^3$$

## مرور و خلاصه مطالب فصل

### اندازه‌گیری در فیزیک

فیزیک بر مبنای اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی پایه‌گذاری شده است. کمیت‌های فیزیکی حقیقی به عنوان کمیت‌های اصلی (از قبیل طول، زمان و جرم) انتخاب شده و هر یک از آن‌ها برحسب یک استاندارد و یک یکان (از قبیل متر، ثانیه و کیلوگرم) اندازه‌گیری می‌شوند. سایر کمیت‌های فیزیکی نیز براساس کمیت‌های اصلی و یکای مربوط به آن‌ها تعریف می‌شوند.

### یکاهای SI

در این کتاب، استفاده از دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) تأکید شده است. در فصل‌های اولیه کتاب از سه یکای معرفی شده در جدول ۱-۱ استفاده می‌شود. موافقت بین‌المللی در مورد این استانداردها، که هم باید در دسترس و هم تغییرناپذیر باشند، در مورد این سه یکا نیز وجود دارد. این استانداردها در مورد یکاهای اصلی و فرعی رعایت شده است. از علائم علمی و پیشوندهای جدول ۱-۲، برای ساده‌سازی استفاده شده است.

### تبدیل یکاها

برای تبدیل یکاها می‌توان از زنجیره اتصال تبدیل‌ها استفاده کرد که در آن، داده اولیه در ضرایب تبدیلی که به صورت واحد نوشته شده است ضرب می‌شود. یکاهای هم‌نام حذف می‌شوند و در نهایت یکای فرعی حاصل می‌شود.

طول: فاصله پیموده شده توسط نور در یک بازه زمانی معین و دقیق، یک متر تعریف شده است.

زمان: ثانیه بر حسب تعداد نوسان‌های گسیل شده از یک چشمه اتمی (سزیم ۱۳۳) تعریف شده است. علائم مربوط به وقت دقیق توسط رادیو به سراسر جهان ارسال می‌شود، تا ساعت‌های اتمی در آزمایشگاه‌های استاندارد تنظیم شوند.

جرم: کیلوگرم برحسب یک جرم استاندارد از آلیاژ پلاتین-ایریدیم که در پاریس نگهداری می‌شود، تعریف شده است. برای اندازه‌گیری‌هایی در مقیاس اتمی، معمولاً از یکای جرم اتمی که برحسب جرم اتم کربن ۱۲ تعریف شده است، استفاده می‌شود.

چگالی: چگالی یک ماده  $\rho$  یک ماده جرم و واحد حجم آن ماده است.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (8-1)$$

## مسئله‌ها

### ۵-۱ طول

۱. یک میکرومتر ( $1 \mu\text{m}$ ) را غالباً میکرون می‌نامند. (الف)  $1/0 \text{ km}$  چند میکرون است؟ (ب)  $1/0 \mu\text{m}$  چه کسری از سانمی متر است؟ (ج) یک یارد چند میکرون است؟

۲. فاصله سطرهای کتاب معمولاً برحسب یکاهای پونت و پیکا انتخاب می‌شود. هر ۱۲ پونت یک پیکا و هر ۶ پیکا یک اینچ است. اگر در برآورد جای شکلی در کتاب به اندازه  $1/8 \text{ cm}$  اشتباه شود، این مقدار (الف) برحسب پونت و (ب) برحسب پیکا چه قدر است؟

۳. در کشور انگلیس اسب‌ها در مسابقه‌ای به مسافت  $4/0$  فرلانگ شرکت کردند. طول مسیر مسابقه برحسب یکای (الف) میله و (ب) زنجیره چه قدر است؟ (یک فرلانگ برابر  $1/168 \text{ m}$ ، یک میله برابر با  $5/0292 \text{ m}$  و یک زنجیره برابر  $20/117 \text{ m}$  است).

۴. یک گری یکای قدیمی در اندازه‌گیری طول در انگلیس است که  $1/4$  یک لاین است که یک لاین نیز خود  $1/4$  اینچ است در بازار عمومی، یکای طول یک بوینت است که  $1/4$  اینچ می‌باشد. مساحت  $5/0$  گری مربع چند بوینت مربع است؟

۵. کره زمین، کره‌ای است که شعاع آن تقریباً  $6/37 \times 10^6 \text{ m}$  است. (الف) محیط زمین برحسب کیلومتر. (ب) مساحت زمین برحسب کیلومتر مربع و (ج) حجم زمین برحسب کیلومتر مکعب چه قدر است؟

۶. پل هاروارد که مؤسسه فناوری ماساچوست را به خانه‌های برادری وابسته‌اش واقع در آن طرف رودخانه چارلز وصل می‌کند،  $264/4$  اسموت به علاوه یک گوش، طول دارد. یکای اسموت مربوط به طول فد اولیورید اسموت دانشجوی کلاس ۱۹۶۲ در MIT بوده است. هنگام اندازه‌گیری طول پل، اعضای خانه برادری، اسموت را حمل می‌کردند یا روی زمین می‌کشیدند و با طول قد او پل را اندازه می‌گرفتند و در انتهای هر طول قد، روی زمین علامتی می‌گذاشتند. علامت‌ها به طور دو سالانه توسط

پاریده است؟

۶-۱ زمان

۱۰. رکورد بیش‌ترین رشد مربوط به گیاه هسپریوکا است که در هر ۱۴ روز در حدود ۲/۷m رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه چه قدر است؟

۱۱. یک فورت نایت (۱۴ شبانه روز) زمانی برابر ۲/۰ هفته است که مقدار مناسبی برای یک شرکت است. در حالی که میکروثانیه واحد مناسبی برای یک شرکت نیست. هر فورت نایت چند میکروثانیه است؟

۱۲. زمان یک جلسه کلاس (۵۰ دقیقه) خیلی نزدیک به یک میکروقرن است (الف) یک میکرو و قرن چند دقیقه است؟ (ب) با استفاده از رابطه زیر:

$$100 \times (\text{مقدار تقریبی} - \text{مقدار واقعی}) = \text{درصد اختلاف مقدار واقعی}$$

درصد اختلاف با تقریب را به دست آورید.

۱۳. ده سال بعد از انقلاب فرانسه، دولت فرانسه تصمیم گرفت تا زمان را برحسب ضرب‌های ۱۰ اندازه‌گیری کند. به این ترتیب که یک روز برابر ۱۰ ساعت و یک هفته برابر ده روز، یک ساعت برابر ۱۰۰ دقیقه و هر دقیقه شامل ۱۰۰ ثانیه بود. (الف) نسبت ۱/۱۰ هفته فرانسوی به هفته معمولی چه قدر است؟ (ب) نسبت ۱/۱۰ ثانیه فرانسوی به ثانیه استاندارد چه قدر است؟

۱۴. ساعت‌های اتمی مبنای استانداردهای زمانی جدید را شکل می‌دهند. یکی دیگر از استانداردهای امیدبخش تپ اخترها یا ستاردهای نوترونی جرجان (ستاردهای سنگینی که چگالی آن‌ها زیاد است و فقط از نوترون تشکیل شده‌اند) هستند. برخی از این ستاردها با آهنگی بسیار پایدار علامتی رادیویی گسیل می‌کنند. این علامت مانند یک فانوس دریایی در هر چرخش در زمانی کوتاه زمان را پوشش می‌دهند. تپ اختر ۲۱ + PSR ۱۹۳۷ یکی از این نمونه‌ها است. این تپ اختر در هر ۲ms ± نشان دهنده عدم قطعیت در رقم آخر اعشاری است. (این عدد به معنای ۲ms ± نیست). (الف) این تپ اختر در مدت ۷/۰۰ شبانه‌روز چند دور می‌چرخد؟ (ب) چه مدت طول می‌کشد تا این تپ اختر ۱۰<sup>۷</sup> مرتبه بچرخد؟ (ج) در این شرایط عدم قطعیت وابسته چه قدر است؟

۱۵. سه ساعت با صفحه نمایش رقمی A و B و C با آهنگ‌های متفاوت کار می‌کنند و صفر آن‌ها هم‌زمان نیست. شکل ۱-۷ عددهای نشان داده شده توسط هر دو ساعت را در چهار موقعیت زمانی برحسب ثانیه نشان می‌دهد. (در نخستین موقعیت، مثلاً، ساعت B زمان ۲۵/۰s و ساعت C زمان ۹۲/۰s را می‌خواند) اگر با ساعت A بازه زمانی دو رویداد ۶۰۰s باشد، این بازه زمانی (الف) با ساعت B چند ثانیه و (ب) با ساعت C چند ثانیه است؟ (ج) وقتی ساعت A زمان ۴۰۰s را می‌خواند، ساعت B چه زمانی را می‌خواند؟ (د) وقتی که ساعت C زمان ۱۵/۰s را می‌خواند، ساعت B

اعضای دوباره رنگ می‌شوند. این کار هنگامی صورت می‌گیرد که ترفیک روی پل بند آمده و پلیس حضور نداشته باشد تا مانع کار شود. (حتماً دلیل عدم رضایت پلیس این است که اساموت یکای مربوط به SI نیست. اگرچه این روزها به نظر می‌رسد که این یکا از طرف آن‌ها هم پذیرفته شده است) شکل ۱-۶ سه مسیر موازی را نشان می‌دهد که برحسب اساموت (s) و وِلی (w) و زِلدا (z) اندازه‌گیری شده‌اند. طول ۵۰/۰ اساموت (الف) برحسب وِلی و (ب) برحسب زِلدا چیست؟

	0	32	212
S			
	0		258
W			
		60	216
Z			

شکل ۱-۴ مسأله ۶

۷. جنوبگان ناحیه‌ای تقریباً نیم‌دایره‌ای به شعاع ۲۰۰۰km است (شکل ۱-۵). ضخامت متوسط پوشش یخ در این ناحیه ۲۰۰۰m است. حجم یخ ناحیه جنوبگان چند سانتی‌متر مکعب است؟ (از خسیدگی سطح زمین صرف‌نظر کنید).



شکل ۱-۵ مسأله ۷

۸. امروزه شما خیلی راحت می‌توانید به‌صورت الکترونیکی یکاها را به هم تبدیل کنید. با این وجود شما باید قادر به استفاده از جدول تبدیل یکاها در ضمیمه D باشید. جدول ۱-۶ بخشی از جدول تبدیل یکاها در اسپتیا است. حجم ۱ فانگا برابر با ۱dm<sup>۳</sup> ۵۵/۵ است برای تکمیل جدول چه عددی (با سه رقم معنادار) باید وارد شود به: (الف) ستون کاهیز، (ب) ستون فانگا، (ج) ستون کارتیلا و (د) ستون آلمود اگر از بالا شروع کنید؟ مقدار ۷/۰۰ آلمود را برحسب (ه) مدیو، (و) کاهیز و (ز) سانتی‌متر مکعب (cm<sup>۳</sup>) به دست آورید.

جدول ۱-۶ مسأله ۸

	کاهیز	فانگا	کارتیلا	آلمود	مدیو
۱ کاهیز =	۱	۱۲	۴۸	۱۴۴	۲۸۸
۱ فانگا =		۱	۴	۱۲	۲۴
۱ کارتیلا =			۱	۳	۶
۱ آلمود =				۱	۲
۱ مدیو =					۱

۹. مهندسین رشته آب، در آمریکا، معمولاً از جرپ - فوت به عنوان یکای حجم آب استفاده می‌کنند. جرپ - فوت، حجم آبی است که یک جرپ زمین را تا عمق یک فوت می‌پوشاند. در یک رگبار شدید در شهری به مساحت ۲۶km<sup>۲</sup> به مدت ۳۰ دقیقه، ۲/۰ اینچ باران می‌بارد. چه حجمی از آب برحسب جرپ - فوت در آن شهر

چه زمانی را می خواند؟ (زمان های بیش از سفر هر ساعت را منفی بگیرید).

	312	512	
A (s)			
B (s)	25.0	125	200
C (s)	92.0		142

شکل ۱-۶ مسأله ۱۵

۱۶. تا سال ۱۸۸۳ هر یک از شهرهای آمریکا از ساعت محلی خودشان استفاده می کردند. امروزه فقط ساعت ها وقتی دوباره تنظیم می شوند که اختلاف زمانی ۱/۱۰ ساعت باشد. برنی این که ساعت خود را به اندازه یک ساعت عقب یا جلو بکشیم چند درجه طول جغرافیایی را نباید صی کنیم؟ (راهنمایی: زمین ۳۶۰ درجه را در ۲۴ ساعت طی می کند.)

۱۷. در آزمایشی ۵ ساعت مورد آزمایش قرار گرفته اند. درست در موقع ظهر که به وسیله علاوه زمانی WWV معین می شود. ساعت در روزی بی در بی هفته عددهای مندرج در جدول زیر را نشان می دهند. با توجه به مقدار داده شده، ساعت ها را از نظر کیفیت به عنوان زمان سنج، به ترتیب از بهترین تا بدترین ساعت مرتب کنید. دلیل انتخاب خود را بیان کنید.

ساعت	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	شنبه
A	۱۲:۳۶:۴۰	۱۲:۳۶:۵۶	۱۲:۳۷:۱۲	۱۲:۳۷:۲۷	۱۲:۳۷:۴۴	۱۲:۳۷:۵۹	۱۲:۳۸:۱۴
B	۱۱:۵۹:۵۹	۱۲:۰۰:۰۲	۱۱:۵۹:۵۷	۱۲:۰۰:۰۷	۱۲:۰۰:۰۲	۱۱:۵۹:۵۶	۱۲:۰۰:۰۳
C	۱۵:۵۰:۴۵	۱۵:۵۱:۴۳	۱۵:۵۲:۴۱	۱۵:۵۳:۳۹	۱۵:۵۴:۳۷	۱۵:۵۵:۳۵	۱۵:۵۶:۳۳
D	۱۲:۰۳:۵۹	۱۲:۰۲:۵۲	۱۲:۰۱:۴۵	۱۲:۰۰:۳۸	۱۱:۵۹:۳۱	۱۱:۵۸:۲۴	۱۱:۵۷:۱۷
E	۱۲:۰۳:۵۹	۱۲:۰۲:۴۹	۱۲:۰۱:۵۴	۱۲:۰۱:۵۲	۱۲:۰۱:۳۲	۱۲:۰۱:۲۲	۱۲:۰۱:۱۲

۱۸. چون سرعت چرخش زمین به تدریج آهسته می شود، طول هر روز افزایش می یابد. روز پایانی هر قرن به اندازه یک ثانیه از اولین روز آن قرن طولانی تر است. مجموع افزایش طول یک روز در طی ۲۰ قرن چه قدر است؟ (یعنی مجموع افزایش اولین روز، افزایش دومین روز و الی آخر).

۱۹. تصور کنید که در منطقه استوا در ساحل یک دریای آرام خوابیده اید و غروب خورشید را نظاره می کنید. در لحظه ای که بالاترین نقطه خورشید ناپدید می شود، شما شروع به اندازه گیری زمان می کنید. سپس می ایستید و از ارتفاع چشمانتان  $H = 1/70 \text{ m}$  مجدداً به خورشید نگاه می کنید و در لحظه ای که در این حالت خورشید ناپدید می شود، اندازه گیری زمان را متوقف می کنید. اگر زمان اندازه گیری بین این دو اتفاق  $t = 1/11 \text{ s}$  باشد. شعاع ۲ زمین چقدر است.

۷-۱ جرم

۲۰. طلا که جرم هر سانتی متر مکعب آن ۱۹.۳۲۲ است، نرم ترین فلز است و می توان آن

را به صورت ورقه ای نازک یا به صورت سیمی بلند درآورد. (الف) اگر نمونه ای از طلا با جرم ۲۷/۴۳g به صورت ورقه نازکی به ضخامت  $1/1000 \text{ cm}$  درآید، مساحت آن چه قدر خواهد شد؟ (ب) اگر به جای این کار آن را به صورت رشته سیمی درآوریم که شعاع مقطع استوانه ای آن  $2/5000 \text{ cm}$  باشد، طول آن چه قدر خواهد بود؟

۲۱. (الف) فرض کنید که یک سانتی متر مکعب آب دقیقاً برابر با یک گرم باشد، جرم یک مترمکعب آب چند کیلوگرم است؟ (ب) فرض کنید که  $10/10$  ساعت طول بکشد تا مخزنی محتوی  $5700 \text{ m}^3$  آب خالی شود. آهنگ شارش جرم، آب مخزن بر حسب کیلوگرم بر ثانیه چه قدر است؟

۲۲. رکورد بلندترین بطری شیشه ای مربوط به سال ۱۹۹۲ در نیوجرسی آمریکا است که یک تیم شیشه گر، موفق شدند در شیشه ای بدمنند که حجم آن ۱۹۳ گالن آمریکایی بود. (الف) این شیشه از  $1/10$  میلیون سانتی متر مکعب چه قدر کوچک تر است؟ (ب) اگر این بطری به نسبت  $1/8$  گالن در دقیقه از آب پر شود چه قدر طول می کشد که کل بطری پر از آب شود؟ حجم یک مترمکعب آب برابر  $1000 \text{ kg}$  است.

۲۳. جرم زمین  $5/98 \times 10^{24} \text{ kg}$  است. جرم متوسط اتم هایی که ماده زمین را تشکیل می دهند  $40 \text{ u}$  است. زمین از چند اتم تشکیل شده است؟

۲۴. یک سانتی مکعب از یک ابر کومولوس شامل  $50$  تا  $500$  قطره آب است که معمولاً شعاعی در حدود  $10 \text{ cm}$  دارند. در این محدوده از اندازه ها، کمترین و بیشترین مقدار را تعیین کنید. (الف) چند قطره آب در ستونی استوانه ای از ابر کومولوسی به شعاع  $1 \text{ km}$  و ارتفاع  $2 \text{ km}$  وجود دارد؟ (ب) این مقدار آب چند بطری یک لیتری را پر می کند؟ (ج) جرم یک مترمکعب آب در حدود  $1000 \text{ kg}$  کیلوگرم است. جرم آب موجود در حجم فوق چه قدر است؟

۲۵. جرم یک سانتی متر مکعب آهن  $7/87 \text{ g}$  و جرم یک اتم آهن  $9/27 \times 10^{-26} \text{ kg}$  است. اگر شکل اتم ها کروی و کنار هم قرار گرفته باشند (الف) حجم یک اتم آهن چه قدر است و (ب) فاصله بین مراکز دو اتم مجاور هم چه قدر است؟

۲۶. یک مول اتم برابر  $6/02 \times 10^{23}$  اتم است. تقریباً در بدن یک گربه بزرگ چند مول اتم وجود دارد؟ جرم اتم های هیدروژن، اکسیژن و کربن به ترتیب  $1/0 \text{ u}$ ،  $16 \text{ u}$ ،  $12 \text{ u}$  است.

۲۷. در گردشی در مالزی گاوی به وزن  $28/9$  پیکال بر حسب یکای محلی وزن خریداری می شود.  $100$  گین -  $1$  پیکال،  $16$  تاویل -  $1$  گین،  $10$  چی -  $1$  تاویل و  $10$  هون -  $1$  چی. وزن  $1$  هون معادل با جرم  $1/2779 \text{ g}$  است. در هنگام بار زدن گاو در کشتی چه جرمی بر حسب کیلو متر را باید در اظهار نامه اعلام کنید؟

۲۸. دانه های ریز ماسه در ساحل کالیفرنیا کره هایی با شعاع میانگین  $50 \text{ } \mu\text{m}$  هستند و از دی اکسید سیلیسیوم ساخته شده اند. جرم  $1/1000 \text{ m}^3$  سیلیسیوم جامد  $2600 \text{ kg}$

بوشل است. هر بوشل انگلیسی ۲۶/۳۶۸۷ لیتر است. حجم جمیع: (الف) چند پک، (ب) چند بوشل، و (ج) چند لیتر است؟

۳۴. یک دست‌نوشته قدیمی مشخص می‌شود که مالکی در زمان شاه آرتور ۲/۰۰ جریب زمین قابل شخم به علاوه منطقه‌ای برای دامداری به اندازه ۲۵/۰ پرچ در ۴/۰ پرچ داشته است. مساحت کل آن بر حسب (الف) یکای قدیمی رود و (ب) یکای جدید متر مربع چه قدر بوده است؟ در اینجا جریب برابر با سطحی با ابعاد ۴۰ پرچ در ۴ پرچ، یک رود سطحی به ابعاد ۴۰ پرچ در ۱ پرچ و یک پرچ برابر ۱۶/۵ft است.

۳۵. توریستی از انگلستان اتومبیلی را خریداری کرده و آن را با کشتی به کشور خودش آمریکا ارسال می‌کند. براساس آگهی کارخانه سازنده، مصرف سوخت این اتومبیل در جاده یک گالن در هر ۴۰ مایل است. توریست تشخیص نمی‌دهد که یک گالن بریتانیا با گالن آمریکا تفاوت دارد.

$$۱ \text{ گالن بریتانیا} = ۴/۵۴۵۹۶۳۱ \text{ لیتر}$$

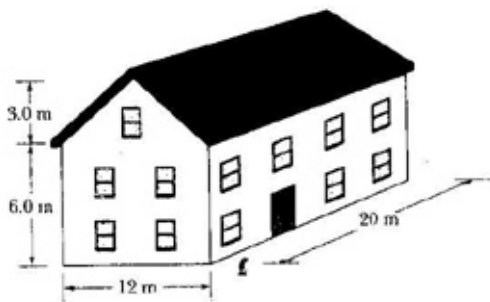
$$۱ \text{ گالن آمریکا} = ۳/۷۸۵۲۰۶۰ \text{ لیتر}$$

برای یک مسافت ۷۵۰ مایلی (در آمریکا) چند گالن سوخته: (الف) توریست با محاسبات خودش نیاز دارد؟ (ب) اتومبیل واقعاً نیاز دارد؟

۳۶. در دهه ۱۹۲۰ دو نوع بشکه در آمریکا مورد استفاده قرار می‌گرفت. یکی بشکه سبب با با حجم قانونی ۷۰۵۶ اینچ مکعب و بشکه ذغال اخته با حجم ۵۸۲۶ اینچ مکعب. فروشنده‌ای ۲۰ بشکه ذغال اخته از محصولی را به مشتری می‌فروشد که به نظر او بشکه سبب تحویل گرفته است. اختلاف حجم این دو بر حسب لیتر چه قدر است؟

۳۷. برای رنگ خاندای ۴۶۰ ft<sup>3</sup>/gal رنگ لازم است. (الف) این کمیت را بر حسب مترمربع بر لیتر بیان کنید. (ب) این کمیت را با یکای SI بویسید (ضمیمه‌های الف و د را ببینید) (ج) معکوس کمیت اصلی چیست؟ و (د) اهمیت فیزیکی آن کدام است؟

۳۸. در ایالات متحده آمریکا مقیاس خانه عروسکی نسبت به خانه واقعی  $\frac{1}{144}$  و مقیاس خانه مینیاتوری (خاندای که درون خانه عروسکی جای می‌گیرد) نسبت به خانه واقعی  $\frac{1}{144}$  است. فرض کنید یک خانه واقعی (شکل ۱-۸) دارای ۲۰m طول، ۱۲m عرض و ۶/۰m ارتفاع باشد. ارتفاع شیب استاندارد سقف (ارتفاع مثلث عمودی بالای دیوار) ۲/۰m است (الف) حجم خانه عروسکی و (ب) حجم خانه مینیاتوری بر حسب متر مکعب چه قدر است؟



شکل ۱-۷ مسأله ۳۸

است. چه جرمی از دانه‌های ماسه دارای مساحتی برابر با مساحت سطح یک مکعب به ضلع ۱/۰۰m است (مساحت کل همه کره‌های منقره‌د)؟

۲۹. در طی یک بارندگی شدید، بخشی از کوهستان ۲/۵ کیلومتر به‌طور افقی ۰/۸۰ km در راستای شیب و ۲/۰m در عمق شسته شده و لایه‌ای از گل و لای را در سطحی از دره به مساحت ۰/۴۰ km<sup>2</sup> × ۰/۴۰ km<sup>2</sup> یکتواخت کرده و جرم یک متر مکعب گل و لای ۱۹۰۰ kg باشد. جرم گل و لای رسوب کرده در مساحت ۴/۰m<sup>2</sup> در کف دره چه قدر است؟

۳۰. در یک ظرف مقداری آب ریخته می‌شود، البته ظرف سوراخ است و آب از آن جکه می‌کند. جرم آب m به‌صورت تابعی از زمان t و به شکل  $m = ۵/۰۰t^2 - ۲/۰۰t + ۲۰/۰۰$  داده شده است که در آن m بر حسب گرم و t بر حسب ثانیه است. (الف) بزرگترین مجرم آب در چه زمانی است؟ و (ب) بیشترین مقدار جرم چه قدر است؟ بر حسب کیلوگرم در دقیقه، آهنگ تغییر جرم: (ج) در  $t = ۲/۰۰s$  و  $t = ۵/۰۰s$  چه قدر است؟

۳۱. ظرف قائمی با ابعاد قاعده ۱۴/۰ و ۱۷/۰ سانتیمتر با شیرینی‌های یکسانی به حجم ۵۰/۰ میلی‌متر مکعب و جرم ۰/۰۲۰۰ گرم پر شده است. فرض کنید که فضای خالی بین شیرینی‌ها قابل اغماض است. اگر ارتفاع شیرینه‌ها در ظرف با آهنگ ۵ cm/s زیاد شود با چه آهنگی (کیلوگرم در دقیقه) جرم شیرینی‌ها افزایش می‌یابد.

### مسأله‌های اضافی

۳۲. جدول ۷-۱ بعضی از مقادیر قدیمی مربوط به حجم مایع را نشان می‌دهد. برای تکمیل جدول، چه عددی (با سه رقم معنادار) باید وارد شود در: (الف) ستون وی، (ب) ستون چالدرون، (ج) ستون پگ، (د) ستون پاتل و (ه) ستون گیل اگر از جای خالی بالا شروع کنید؟ (و) حجم یک پگ برابر ۱/۰۹۱ m<sup>3</sup> است. اگر در یکی از داستان‌های قدیمی انگلیسی ساحرهای مایع بدمزه‌ای را در یک پاتیل بیزد که حجم آن ۱/۵ چالدرون باشد، حجم آن بر حسب متر مکعب چه قدر است؟

جدول ۷-۱	مسأله ۳۲			
	وی	چالدرون	پگ	پاتل
۱ وی =	۱	$\frac{10}{9}$	$\frac{40}{3}$	۶۴۰
۱ چالدرون =				۱۲۰۲۴۰
۱ پگ =				
۱ پاتل =				
۱ گیل =				

۳۳. مضمون یک سرود کودکانه چنین است: «خانم کوچولو مایت، نشسته روی تاق، کنک و قره‌فروت می‌خورد، عنکبوت می‌بینه، میاد بهلوش می‌شیند... عنکبوت نه به این خاطر که مایت کوچولو کنک می‌خورد، بلکه به این خاطر که مایت جمیع‌ای به حجم ۱۱ تاقیت حشره خشک کرده دارد، کنارش می‌نشیند. حجم یک تاقیت برابر ۲ پگ و برابر با ۰/۵۰

۴۶. چه جرمی از بازان بر روی شهر مساله ۹ می‌بارد؟ جرم یک متر مکعب آب برابر با  $10^3 \text{ kg}$  است.

۴۷. اگر شخصی رژیم غذایی بگیرد در مدت یک هفته  $2/3 \text{ kg}$  وزن کم می‌کند. در صورتی که شخص اتلاف جرم را ثانیه به ثانیه احساس کند، آهنگ از دست دادن جرم را بر حسب میلی‌گرم بر ثانیه بیان کنید.

۴۸. در خرید و فروش خوک، نسبت تغذیه خوک یک واژه مالی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد و به قیمت تغذیه‌ی خوک مربوط می‌شود که باید به اندازه کافی بزرگ شود تا به فروش برسد. این نسبت به صورت قیمت فروش یک باشل تغذیه آمریکایی تعریف می‌شود. (کلمه اسلاگ برگرفته از یک واژه قدیمی آلمانی به معنای زدن است. برای اسلاگ در انگلیسی نیز واژه مشابهی برای یک فعل وجود دارد) یک باشل آمریکایی برابر با  $238.5/1$  است. اگر نسبت تغذیه خوک در فروشگاه‌های  $5/7$  باشد، نسبت زیر بر حسب یکاهای SI چه قدر است؟

قیمت یک کیلوگرم دام  
قیمت یک لیتر تغذیه

۴۹. در جشنواره غذای مکزیک شما باید برای  $400$  نفر شام تهیه کنید. بر روی هر میز دو عدد فلفل جالاپنو گذاشته می‌شود (برای هر نفر یک عدد). با این وجود فرض کنید که فقط فلفل هابانرو در اختیار باشد تندی فلفل بر حسب اسکویل هیت (SHU) سنجیده می‌شود. به طور میانگین تندی یک فلفل جالاپنو  $4000$  SHU و تندی فلفل هابانرو  $300000$  SHU است. برای رسیدن به یک تندی مطلوب در شام  $400$  نفر چند فلفل از این گونه‌ها با هم مخلوط شوند؟

۵۰. هکتار یکی از یکاهای مورد استفاده برای تعیین مسافت است که برابر  $10^4 \text{ m}^2$  می‌باشد. در یکی از معادن معمولاً در طول سال  $75$  هکتار و با عمق  $26$  متر خاک برداری می‌شود. در طول سال چند کیلومتر مکعب خاک برداری می‌شود؟

۵۱. (الف) یکی از یکاهای مورد استفاده در فیزیک میکروسکوپی شیک - مسد می‌شود و برابر  $10^{-8}$  ثانیه است. آیا تعداد شیک‌ها در یک ثانیه بیشتر است یا تعداد تپه‌های یک سال؟ (ب) عمر جهان  $10^{10}$  سال و عمر بشر  $10^4$  است. اگر عمر جهان  $10^8$  روز جهانی تعریف شود که مانند روزهای معمولی شامل ثانیه است، عمر بشر چند تپه را بین روز است؟

۵۲. به عنوان تضاد بین کهنه و نو و همچنین بزرگ و کوچک مورچه‌ها را در نظر بگیرید. در روستاهای قدیمی انگلستان یک هاید (سین)  $10^6$  مورچه را می‌تواند در یک صحنه سب که یک خانواده با گاوها در یک سال آن را تسخیر می‌کند. یک مورچه صحنه مربع  $4 \times 4$  متر مربع است. هم چنین، یک وایتاک سطح مورد حمله  $10^4$  مورچه است. هر یک کوانتوم سطح مقطع هسته‌ها (سطحی که یک ذره شمس بر حین گذشتن از آن می‌شود) بر حسب بارن اندازه‌گیری می‌شود. یک مورچه  $10^6$  بارن سطح مقطع فیزیک هسته‌ای، اگر یک هسته بزرگ است  $10^28$  بارن سطح مقطع فیزیک هسته‌ای یک گلوله به یک ذره است که به سختی ممکن است  $10^28$  بارن وجود نکند.  $10^28$  بارن به  $11$

۳۹. یک کورد معدل حجمی برابر حجم چوبی به طول  $8$  عرض  $4$  و ارتفاع  $4$  فوت است. یک متر مکعب چند کورد است؟

۴۰. یک مولکول آب ( $\text{H}_2\text{O}$ ) دارای دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن است. جرم اتم هیدروژن  $1/18$  و جرم یک اتم اکسیژن  $16/18$  است. (الف) جرم یک مولکول آب بر حسب کیلوگرم چه قدر است؟ (ب) اگر جرم کل اقیانوس‌های جهان  $1/4 \times 10^{21} \text{ kg}$  تخمین زده شده باشد، چند مولکول آب در آن‌ها وجود دارد؟

۴۱. یک تن معمولاً واحد حجم مورد استفاده در بارگذاری کشتی‌ها است. اما در استفاده از آن باید دقت کرد زیرا سه نوع تن وجود دارد. یک تن جابه‌جایی برابر  $7$  بشکه، یک تن باری برابر  $8$  بشکه و یک تن سفارشی برابر با  $20$  بشکه است. بشکه حجم دیگری است که برابر  $1/1415 \text{ m}^3$  است. فرض کنید یک محموله  $73$  تنی از ماده‌ای را در نظر دارید و مطمئن هستید که فروشنده درخواست مورد نظر را ارسال خواهد کرد و او تن را به معنای حجمی آن تلقی می‌کند. اگر منظور واقعی فروشنده تن جابه‌جایی باشد و اگر مقدار را به صورت (الف)  $73$  تن باری و (ب)  $73$  تن سفارشی. درخواست کنید، چند باشل آمریکایی از این ماده اضافی دریافت خواهید کرد؟ (باشل آمریکایی  $1 \text{ m}^3 = 28/378$ )

۴۲. در یک سهمانی بزرگ نوشابه را در یک ظرف شیشه‌ای بزرگ با ابعاد داخلی  $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$  تهیه کرده‌اند. در ابتدا ظرف کاملاً پر است. نوشابه را می‌توان در بطری‌هایی با ابعاد داده شده در جدول خریداری کرد. خرید یک بطری بزرگ البته ارزنتر از خرید چند بطری کوچک است. برای کم کردن قیمت (الف) کدام اندازه بطری و چه تعداد خریداری شود. اگر ظرف پر باشد، چه قدر نوشابه بر حسب (ب) بطری استاندارد و (ج) لیتر باقی می‌ماند؟

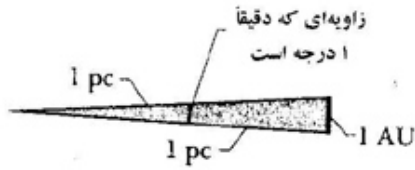
- ۱ بطری استاندارد
- ۱ مگنوم = ۲ بطری استاندارد
- ۱ جرابوم = ۴ بطری استاندارد
- ۱ رهوبوم = ۶ بطری استاندارد
- ۱ مناسلا = ۸ بطری استاندارد
- ۱ سلمازار = ۱۲ بطری استاندارد
- ۱ بالتازار = ۱۶ بطری استاندارد
- ۱ نیوجادنازار = ۲۰ بطری استاندارد

۴۳. اضلاع یک حبه قند  $1$  سانتیمتر است. اگر در یک جعبه مکعب شکل یک مول قند بریزید، طول اضلاع جعبه چه قدر خواهد بود؟ (یک مول  $6/02 \times 10^{23}$  واحد).

۴۴. از داده‌ها و تبدیلات این فصل استفاده کنید و محاسبه کنید که  $1/10$  کیلوگرم هیدروژن معادل چند اتم هیدروژن است. جرم هر اتم هیدروژن  $1/18$  است.

۴۵. یک پکای نجومی (AU) معادل فاصله بین زمین و خورشید و تقریباً  $1/5 \times 10^8 \text{ km}$  است. سرعت نور تقریباً  $3/0 \times 10^8 \text{ m/s}$  است. سرعت نور را بر حسب پکای نجومی بر دقیقه محاسبه کنید.

نجومی باشد (شکل ۱-۸). یک سال نوری مسافتی است که نور با تندی  $۱۸۶۰۰۰$  مایل بر ثانیه در طی  $۱۰^۷$  سال می‌پیماید. فاصله زمین و خورشید را (الف) بر حسب پارسک و (ب) بر حسب سال نوری به دست آورید.



شکل ۱-۸ مسأله ۵۷

۵۸. در خرید غذا برای یک همایش به جای صدف خوراکی آنلاتیک (که در هر پینت آمریکا دارای ۸ تا ۱۲ صدف است) صدف خوراکی پاسیفیک (که در هر پینت دارای ۲۶ تا ۳۸ صدف است) سفارش داده شده است. ظرفی که برای این منظور در نظر گرفته شده دارای ابعاد  $۲۰\text{ cm} \times ۱۲\text{ cm} \times ۱۰\text{ m}$  است و پینت آمریکا معادل  $۰/۴۷۳۲$  لیتر است. چه تعداد صدف خوراکی باید سفارش داده شود؟

۵۹. کوبیت یک یکای قدیمی طول است که برابر فاصله بین آرنج و نوک انگشت میانی دست است. فرض کنید که این فاصله در حدود ۴۳ تا ۵۳ سانتیمتر باشد و فرض کنید که در یک نقاشی قدیمی طول یک ستون به شکل استوانه در حدود ۹ کوبیت و قطر آن ۲ کوبیت باشد. در محدوده گفته شده کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب برای (الف) طول استوانه بر حسب متر، (ب) طول استوانه بر حسب میلیمتر و (ج) حجم استوانه بر حسب متر مکعب چه قدر است؟

بارن چه قدر است؟

۵۳. یکی از یگانه‌های سنتی طول در ژاپن یکای کن (کن  $۱ = ۱/۹۷$  متر) است. (الف) نسبت کن مربع به متر مربع چیست؟ (ب) نسبت کن مکعب به متر مکعب چیست؟ حجم استوانه‌ای به  $۵/۵$  کن و شعاع  $۲/۰۰$  کن (ج) چند کن مکعب و (د) چند متر مکعب است؟

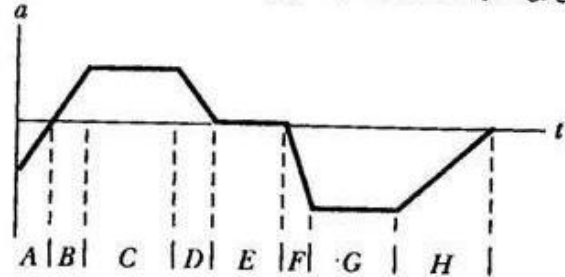
۵۴. ملوانی که در  $۲۴/۵$  مایلی شرق شما قرار دارد برای نجات کشتی شما به شما دستورانی می‌دهد. با این وجود وقتی که غواص‌ها جستجو می‌کنند اثری از کشتی نمی‌بینند بعداً متوجه می‌شوند که منظور  $۲۴/۵$  مایل دریایی بوده است نه مایل عادی. با استفاده از جدول (ضمیمه د) فاصله افقی از ملوان کشتی را بر حسب کیلومتر محاسبه کنید.

۵۵. یک سرویس پله خانگی دارای پله‌هایی با ارتفاع  $۱۹$  و پهنای  $۲۳$  سانتیمتر است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اگر پهنای پله‌ها به جای  $۲۳$  سانتیمتر،  $۲۸$  سانتیمتر انتخاب می‌شد بسیار امن‌تر بودند. اگر بخواهیم این اصلاح را انجام دهیم، سرویس پله‌ای با ارتفاع  $۴/۵۷\text{ m}$  چه قدر در امتداد سطحی گسترش می‌یابد؟

۵۶. یک مول متعارف شرقی، مامل، در حدود  $۷۵$  گرم جرم دارد که متناظر با  $۷/۵$  مول از هر اتم است (هر مول دارای  $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$  اتم است). واحد جرم اتمی (u) متوسط جرم اتم‌ها بر حسب مول شرقی چه قدر است؟

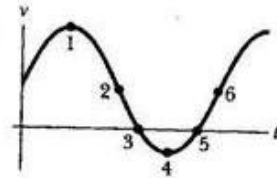
۵۷. یکای نجومی (AU) برابر فاصله متوسط زمین و خورشید و در حدود  $۹۲/۹ \times ۱۰^۹\text{ mi}$  است. یک پارسک (pc) فاصله کماتی مقابل به یک ثانیه است اگر طول شعاع یک واحد

شکل ۱۸-۲ شتاب  $a(t)$  متحرکی را در امتداد محور نشان می‌دهد. در کدام دوره زمانی این متحرک با تندی ثابت حرکت می‌کرده است؟



شکل ۱۸-۲ پرسش ۴

شکل ۱۹-۲ سرعت ذره‌ای را که در امتداد محور  $x$  حرکت می‌کند، نشان می‌دهد. نقطه ۱ در بالاترین نقطه منحنی، نقطه ۴ در پایین‌ترین نقطه منحنی و نقاط ۲ و ۶ در ارتفاع یکسانی قرار دارند. جهت حرکت در (الف) لحظه  $t = 0$  و (ب) نقطه ۴ چیست؟ (ج) در کدام یک از ۶ نقطه منحنی جهت حرکت برعکس می‌شود؟ (د) نقاط شش‌گانه روی منحنی را برحسب بزرگی شتاب از بزرگ‌ترین به کوچک‌ترین مرتب کنید.



شکل ۱۹-۲ پرسش ۵

معادلات مربوط به سرعت  $v(t)$  ذره‌ای در چهار حالت مختلف در زیر آمده است. در کدام یک از چهار حالت فوق می‌توان از معادلات جدول ۱-۲ استفاده کرد؟

در شکل ۲۰-۲، یک نارنگی به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌شود و از مقابل سه پنجره با ارتفاع مساوی که با فاصله از یکدیگر قرار دارند، عبور می‌کند. پنجره‌ها را براساس (الف) تندی متوسط نارنگی هنگام عبور از مقابل آن‌ها، (ب) زمانی که لازم

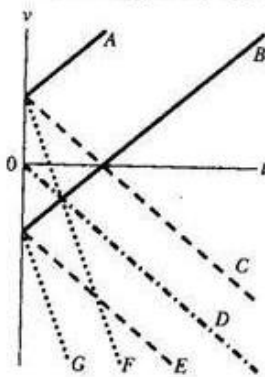


شکل ۲۰-۲ پرسش ۷

است تا نارنگی از جلو آن‌ها عبور کند، (ج) بزرگی شتاب نارنگی هنگام عبور از مقابل آن‌ها و (د) تغییر تندی  $\Delta v$  نارنگی در هنگام عبور از مقابل آن‌ها از بزرگ‌ترین به کوچک‌ترین مرتب کنید.

ذره‌ای که در امتداد محور  $x$  حرکت می‌کند در لحظه  $t = 0$  در مکان  $x_0 = -2.0 \text{ m}$  قرار دارد. علامت سرعت اولیه  $v_0$  (در لحظه  $t_0$ ) و شتاب ثابت  $a$  برای چهار موقعیت مختلف به ترتیب  $(1) +, (2) +, (3) +, (4) -$  است. ذره در کدام یک از موقعیت‌ها: (الف) به طور لحظه‌ای متوقف می‌شود (ب) از مبدأ عبور می‌کند و (ج) هرگز از مبدأ عبور نمی‌کند؟

از لبه یک پل، یک تخم‌مرغ را رها کرده (سرعت اولیه ندارد) و هم‌زمان تخم‌مرغ دیگری را پرتاب می‌کنیم. کدام یک از منحنی‌های شکل ۱۸-۲، سرعت  $v(t)$  را برای (الف) تخم‌مرغ رها شده و (ب) تخم‌مرغ پرتاب شده نشان می‌دهد؟ (منحنی‌های A با C، B با D و E و هم‌چنین F با G موازی هستند).



شکل ۲۱-۲ پرسش ۹

اتومبیل آبی در  $t = 0$  و  $x = 0$  که ابتدا ساکن است با شتاب  $2.0 \text{ m/s}^2$  در جهت مثبت محور  $x$  به حرکت در می‌آید. در لحظه  $t = 2 \text{ s}$ ، اتومبیل قرمز در خط مجاور با سرعت  $8.0 \text{ m/s}$  و شتاب ثابت  $2.0 \text{ m/s}^2$  هم جهت با اتومبیل اول از نقطه  $x = 0$  عبور می‌کند. کدام دو معادله باید به طور هم‌زمان حل شوند تا لحظه عبور اتومبیل قرمز را از اتومبیل آبی مشخص کند؟ (خود را برای حل مسأله ۶۳ آماده کنید).

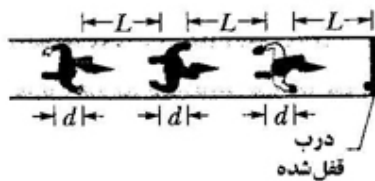
### مسأله‌ها

#### بخش ۲-۴ سرعت متوسط و تندی متوسط

۱. اتومبیلی در یک جاده مستقیم، مسافت  $40 \text{ km}$  را با سرعت  $30 \text{ km/h}$  می‌پیماید. سپس  $40 \text{ km}$  دیگر از مسیر را با سرعت  $60 \text{ km/h}$  طی می‌کند. (الف) سرعت متوسط اتومبیل در مسیر  $80 \text{ km}$  چه قدر است؟ (فرض کنید که حرکت در جهت مثبت محور  $x$  است). (ب) تندی متوسط اتومبیل چه قدر است؟ (ج) نمودار  $x$  برحسب  $t$  را رسم کنید و نشان دهید چگونه می‌توان سرعت متوسط را از این نمودار به دست آورد.

۲. را با سرعت  $40 \text{ km/h}$  برانید. بنابراین برای این که به مصاحبه برسید، حداقل سرعت لازم برای بقیه سفر شما چه قدر خواهد بود؟

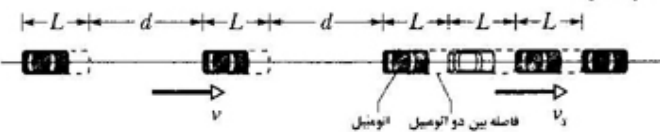
۱۰. فرار وحشت: شکل ۲۲-۲ وضعیت عمومی جریان حرکت مردم را در هنگام خروج از دربی نشان می‌دهد که قرار است به زودی قفل شود. تندی حرکت افراد  $v_s = 3/50 \text{ m/s}$  ضخامت بدن آن‌ها  $d = 0/25 \text{ m}$  و فاصله آن‌ها از هم  $L = 1/75 \text{ m}$  است. شکل لحظه  $t = 0$  را نشان می‌دهد. (الف) آهنگ افزایش فاصله تجمع مردم چگونه افزایش می‌یابد؟ (ب) این فاصله در چه زمانی به  $5/0$  متر می‌رسد؟ (پاسخ این سؤال به شما خطر در چنین موقعیتی را یادآوری می‌کند).



شکل ۲۲-۲ مسأله ۱۰

۱۱. دو قطار که بر روی یک ریل حرکت می‌کنند هر کدام با سرعت  $30 \text{ km/h}$  به هم نزدیک می‌شوند. وقتی که دو قطار در فاصله  $60 \text{ km}$  از یکدیگر قرار دارند برنده‌ای از روی یکی از قطارها با سرعت  $60 \text{ km/h}$  به سمت قطار دیگر حرکت می‌کند و به محض رسیدن به آن دوباره به طرف قطار اولی برمی‌گردد و مرتباً این کار را انجام می‌دهد. (ما می‌دانیم که چرا برنده چنین رفتاری را انجام می‌دهد). کل مسافتی را که برنده قبل از رسیدن دو قطار به یکدیگر طی می‌کند چه قدر است؟

۱۲. موج ترانژیک: شکل ۲۳-۲ جریانی از اتومبیل‌ها را با فاصله یکنواخت از هم نشان می‌دهد که با تندی  $v = 25/0 \text{ m/s}$  به سمت تعدادی از اتومبیل‌هایی می‌روند که با فاصله یکسان و با تندی  $v_s = 5/00 \text{ m/s}$  حرکت می‌کنند. تصور کنید که هر یک از اتومبیل‌های با تندی بیشتر وقتی به اتومبیل‌های آهسته می‌رسد، خط اتومبیل‌های کندرو را به اندازه  $L = 12 \text{ m}$  (طول اتومبیل و فاصله با اتومبیل‌های جلو و عقب) افزایش می‌دهد. همچنین فرض کنید که به محض رسیدن سرعتش کاهش می‌یابد. (الف) فاصله  $d$  بین اتومبیل‌های تندرو چه قدر باشد تا طول خط اتومبیل‌های کندرو ثابت بماند؟ اگر فاصله دو برابر شود (ب) تندی و (ج) جهت (رو به جلو یا رو به عقب جریان) موج ترافیکی چه خواهد بود؟



شکل ۲۳-۲ مسأله ۱۲

۱۳. شما با اتومبیل، نیمی از مدت مسافت بین شهر A و B را با سرعت  $55 \text{ km/h}$  و نیمه دیگر آن را با سرعت  $90 \text{ km/h}$  طی می‌کنید. در راه برگشت نیمی از مسیر را با سرعت  $55 \text{ km/h}$  و نیمه دیگر مسیر را با سرعت  $90 \text{ km/h}$  طی می‌کنید. تندی متوسط شما

۲. اتومبیلی با تندی  $40 \text{ km/h}$  از تپه‌ای بالا می‌رود و با تندی  $60 \text{ km/h}$  برمی‌گردد. تندی متوسط رفت و برگشت را حساب کنید.

۳. وقتی که شدید عطسه می‌کنید، ممکن است چشم شما به مدت  $0/5$  بسته شود. اگر در حال رانندگی با سرعت  $90 \text{ km/h}$  باشید و عطسه کنید، در این مدت چه مسافتی را طی می‌کنید؟

۴. رکورد سرعت با دو چرخه در سال ۱۹۹۲ متعلق به کریس هابر بود که  $200 \text{ m}$  را در  $6/509$  ثانیه طی کرد. در سال ۲۰۰۱ سام وایتینگهام با سرعت  $19/0$  کیلومتر در ساعت رکورد هابر را شکست. وایتینگهام مسافت  $200$  متر را در چند ثانیه طی کرده است؟

۵. مکان جسمی که در امتداد محور X حرکت می‌کند با رابطه  $x = 3t - 4t^2 + t^3$  داده شده است که در آن X برحسب متر و t برحسب ثانیه است. مکان جسم را در زمان‌های زیر حساب کنید. (الف)  $t = 0$ ، (ب)  $t = 2$ ، (ج)  $t = 3$ ، (د)  $t = 4$ ، (ه) جابه‌جایی جسم در فاصله زمانی بین  $t = 0$  و  $t = 4$  ثانیه چه قدر است؟ (و) سرعت متوسط جسم در فاصله زمانی بین  $t = 0$  و  $t = 4$  ثانیه چه قدر است؟ (ز) نمودار X برحسب t را برای  $0 \leq t \leq 4$  ثانیه رسم کنید و بگویید چگونه می‌توان پاسخ قسمت (و) را از نمودار به دست آورد.

۶. در دو حالت زیر سرعت متوسط خود را حساب کنید: (الف) وقتی که  $72/2 \text{ m}$  را با تندی  $1/22 \text{ m/s}$  و سپس  $72/2 \text{ m}$  را با تندی  $3/05 \text{ m/s}$  در یک جاده مستقیم طی می‌کنید. (ب) وقتی که  $1/00$  دقیقه با تندی  $1/22 \text{ m/s}$  و سپس  $1/00$  دقیقه با تندی  $3/05 \text{ m/s}$  در یک جاده مستقیم قدم می‌زنید. (ج) نمودار X برحسب t را رسم کنید و بگویید که سرعت متوسط را چگونه می‌توان به دست آورد؟

۷. در یک مسابقه دوی یک کیلومتر، دونده ۱ در خط ۱ (با زمان ۲ دقیقه و  $27/95$  ثانیه) از دونده ۲ در خط ۲ (۲ دقیقه و  $28/15$  ثانیه) سریع‌تر ظاهر شده است. اگر چه طول  $L_1$  مربوط به خط ۲ کمی بزرگ‌تر از طول  $L_2$  خط ۱ است.  $L_1 - L_2$  چه قدر می‌تواند باشد تا باز هم دونده ۱، دونده سریع‌تر باشد؟

۸. برای اینکه یک مسیر بر خط راست با فاصله  $d$  را برای ثبت سرعت تنظیم کنیم، یک اتومبیل مسابقه باید در ابتدا در یک جهت (در زمان  $t_1$ ) و سپس در جهت مخالف (در زمان  $t_2$ ) مسیر را طی کند. (الف) برای حذف اثر باد و به دست آوردن تندی اتومبیل  $v$  در شرایط بدون باد، آیا می‌توانیم از میانگین  $d/t_1$  و  $d/t_2$  استفاده کنیم یا می‌توانیم  $d$  را بر میانگین  $t_1$  و  $t_2$  تقسیم کنیم. (ب) تفاوت این دو روش در هنگامی که بادی با تندی یکنواخت در مسیر می‌وزد و نسبت تندی باد  $v_w$  به تندی اتومبیل  $v = 0/24$  است؟

۹. شما باید برای شرکت در مصاحبه‌ای که در شهر دیگری برگزار می‌شود مسافت  $300 \text{ km}$  را در اتوبان رانندگی کنید. ساعت شروع مصاحبه  $11/15$  قبل از ظهر است. شما تصمیم می‌گیرید که با  $100 \text{ km/h}$  رانندگی کنید، بنابراین شما ساعت  $8/00$  صبح حرکت می‌کنید. با این حساب شما وقت اضافی هم دارید. شما  $100$  کیلومتر اولیه را با سرعت فوق می‌رانید ولی متوجه می‌شوید که به خاطر تعمیرات جاده مجبور هستید که  $40 \text{ km}$



مدت ۲/۴ ثانیه چه قدر است؟

(الف) از شهر A به B از شهر B تا A و (ج) در کل سفر چه قدر است؟ (د) سرعت متوسط شما در کل سفر چه قدر است؟ (ه) نمودار X بر حسب t را در قسمت (الف) رسم کنید. بیان کنید چگونه سرعت متوسط را می توان از این نمودار به دست آورد.

**بخش ۲-۵ سرعت لحظه‌ای و تندی لحظه‌ای**

۱۴. تابع مکان  $x(t)$  مربوط به حرکت ذره‌ای که در امتداد محور X حرکت می کند برابر  $x = 6t^2 - 4t$  است. که در آن X بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. (الف) در چه زمانی و (ب) در چه مکانی ذره برای لحظه‌ای متوقف می شود؟ در چه (ج) زمان منفی و (د) زمان مثبتی ذره از مبدأ عبور می کند؟ (ه) در فاصله زمانی ۵S تا ۵S+ نمودار X بر حسب t را رسم کنید. (و) برای انتقال منحنی به سمت راست، آیا می توانیم عبارت  $20t$  یا  $-20t$  را به رابطه  $x(t)$  اضافه کنیم؟ (ز) آیا این کار مقدار X را هنگامی که ذره برای لحظه‌ای متوقف می شود افزایش می دهد؟

۱۵. (الف) اگر مکان ذره‌ای به صورت  $x = 4 - 12t + 2t^2$  داده شده باشد (که در آن t بر حسب ثانیه و X بر حسب متر است). سرعت ذره در  $t = 1S$  کدام است؟ (ب) آیا این ذره در جهت مثبت محور یا در جهت منفی محور X حرکت می کند؟ (ج) تندی این ذره چه قدر است؟ (د) آیا تندی ذره افزایش یا کاهش می یابد؟ (به دو سؤال آینده بدون محاسبه اضافی جواب دهید). (ه) آیا لحظه‌ای وجود دارد که در آن سرعت صفر باشد؟ اگر بلی زمان t را معین کنید. (و) آیا پس از  $t = 3S$  زمانی وجود دارد که ذره در جهت منفی محور X حرکت کند؟ اگر بلی، این زمان را معین کنید.

۱۶. مکان الکترونی که در طول محور X حرکت می کند با  $x = 16t^2 m$  داده شده است. در این رابطه t بر حسب ثانیه است. فاصله الکترون تا مبدأ وقتی که الکترون برای لحظه‌ای متوقف می شود، چه قدر است؟

۱۶. مکان ذره‌ای که در امتداد محور X حرکت می کند به صورت  $x = 9/75 + 1/50 t^3$  و X بر حسب سانتی متر داده شده است. که در آن t بر حسب ثانیه است. به دست آورید: (الف) سرعت متوسط را در بازه زمانی بین  $t = 2/00S$  تا  $t = 3/00S$  (ب) سرعت لحظه‌ای در  $t = 2/00S$ ؟ (ج) سرعت لحظه‌ای در  $t = 3/00S$ ؟ (د) سرعت لحظه‌ای در  $t = 2/50S$  و (ه) سرعت لحظه‌ای را وقتی که ذره در وسط فاصله مکان ذره در  $t = 2/00S$  و  $t = 3/00S$  قرار دارد. (و) X را بر حسب t رسم کنید و پاسخ‌های خود را به صورت نموداری مشخص کنید.

**۲-۶ شتاب**

۱۸. (الف) اگر مکان ذره‌ای با  $x = 20t - 5t^2$  داده شده باشد که در آن X بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است، سرعت ذره در چه لحظه‌ای صفر است؟ (ب) در چه زمانی شتاب a ذره صفر است؟ (ج) در چه محدوده زمانی (مثبت یا منفی) a منفی است؟ (د) a مثبت است؟ (ه) نمودارهای  $x(t)$  و  $v(t)$  و  $a(t)$  را رسم کنید.

۱۹. تندی ذره‌ای در یک زمان معین ۱۸ متر بر ثانیه و در جهت مثبت محور X است، بعد از گذشت ۲/۴ ثانیه تندی ذره  $30 m/s$  و در جهت مخالف است. شتاب متوسط ذره در طی

۲۰. مکان ذره‌ای که در امتداد محور X حرکت می کند با  $x = 12t^2 - 2t^3$  داده شده است که در آن X بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. تعیین کنید (الف) مکان (ب) سرعت و (ج) شتاب ذره را در  $t = 2/00S$  (د) حداکثر مختصات مثبتی که ذره به آن می رسد کدام است؟ (ه) در چه زمانی به این نقطه می رسد؟ (و) حداکثر سرعت مثبتی که ذره می تواند داشته باشد. (ز) در چه زمانی به این سرعت می رسد؟ شتاب ذره در لحظه‌ای که حرکت نمی کند چه قدر است (به غیر از  $t = 0$ )؟ (ح) در فاصله زمانی  $t = 0$  تا  $t = 2S$  سرعت متوسط را معین کنید.

۲۱. مکان ذره‌ای که در امتداد محور X حرکت می کند با رابطه  $x = ct^2 - bt^3$  داده شده است که در آن X بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. بکاهای مربوط به: (الف) ثابت C و (ب) ثابت b کدام است؟ فرض کنید مقادیر عددی آن‌ها به ترتیب ۳/۰ و ۲/۰ باشد. (ج) در چه لحظه‌ای ذره به حداکثر X می رسد؟ از  $t = 0/00S$  تا  $t = 4/00S$  (د) چه مسافتی را ذره حرکت کرده است و (ه) جابه‌جایی آن چه قدر است؟ سرعت آن را در (و)  $1/00S$  (ز)  $2/00S$  (ح)  $3/00S$  و (ط)  $4/00S$  پیدا کنید. شتاب ذره را در (ی)  $1/00S$  (ک)  $2/00S$  (ل)  $3/00S$  و (م)  $4/00S$  پیدا کنید.

۲۲. از  $t = 0$  تا  $t = 5 min$ ، مردی ایستاده و از  $t = 5 min$  تا  $t = 10 min$  به آرامی و با تندی ثابت  $2/2 m/s$  بر روی یک مسیر راست قدم می زند. (الف) سرعت متوسط مرد  $v_{avg}$  و (ب) شتاب متوسط  $a_{avg}$  ذره، در بازه زمانی  $0/00$  تا  $2/00$  دقیقه چه قدر است؟ (ج)  $v_{avg}$  و (د)  $a_{avg}$  را در بازه زمانی  $3/00$  دقیقه تا  $9/00$  دقیقه به دست آورید. (ه) X و V را بر حسب t رسم کنید و مشخص کنید که پاسخ قسمت‌های (الف) تا (د) را چگونه می توان از روی نمودار به دست آورد.

**۲-۷ شتاب ثابت: حالت خاص**

۲۳. الکترونی دارای شتاب ثابت  $2/2 m/s^2$  است. سرعت این الکترون در یک لحظه  $9/6 m/s$  است. سرعت الکترون: (الف) در  $2/5$  ثانیه قبل و (ب) در  $2/5$  ثانیه بعد، چه قدر است؟

۲۴. یک میون با تندی  $5/0 \times 10^8 m/s$  وارد ناحیه‌ای می شود و سرعت آن با آهنگ  $1/25 \times 10^{11} m/s^2$  کاهش می یابد. (الف) میون پس از طی چه مسافتی ساکن می شود؟ (ب) نمودار X بر حسب t و V بر حسب t را برای میون رسم کنید.

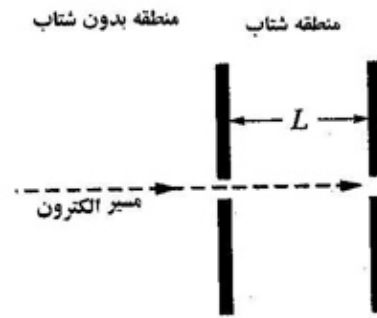
۲۵. تصور کنید که یک کشتی فضایی در فضا و با شتاب  $9/8 m/s^2$  حرکت می کند، به طوری که سرنشینان آن احساس می کنند تحت تأثیر شتاب جاذبه قرار دارند. (الف) اگر این موشک از سکون شروع به حرکت کند، چه مدت طول می کشد که سرعت آن به نصف سرعت نور یعنی  $3/0 \times 10^8 m/s$  برسد؟ (ب) در این مدت چه مسافتی را پیموده است؟

۲۶. اتومبیلی با چرخ‌های خوب در یک جاده خشک می تواند با شتاب  $4/92 m/s^2$  ترمز کند. (الف) چنین اتومبیلی اگر دارای سرعت اولیه  $24.6 m/s$  باشد، چه مدت طول می کشد تا متوقف شود؟ (ب) در این مدت چه مسافتی را طی می کند؟ (ج) نمودار X بر حسب t و V

برحسب  $t$  را در این مدت رسم کنید.

۳۲. ترمز اتومبیل شما قادر است حرکت شما را با آهنگ  $5/2 \text{ m/s}^2$  کاهش دهد. (الف) اگر سرعت شما  $137 \text{ km/h}$  باشد و ناگهان متوجه پلیس شوید، حداقل زمانی که لازم است تا سرعت خود را به  $90 \text{ km/h}$  برسانید چه قدر است؟ (ب) در طی مرحله ترمز نمودار  $x$  را برحسب  $t$  و نیز  $v$  را برحسب  $t$  رسم کنید.

۳۷. الکترونی با سرعت اولیه  $v_0 = 1/50 \times 10^6 \text{ m/s}$  وارد ناحیه‌ای به طول  $L = 1/10 \text{ cm}$  می‌شود و در آن جا به طور الکتریکی شتاب می‌گیرد، طوری که هنگام خروج از این ناحیه سرعت آن  $v = 5/70 \times 10^6 \text{ m/s}$  است با فرض ثابت بودن شتاب آن چه قدر است؟ (چنین پدیده‌ای در تلویزیون‌های قدیمی اتفاق می‌افتد).



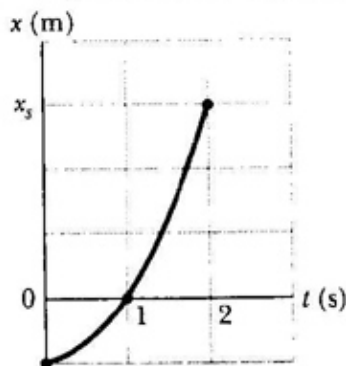
شکل ۲-۲۴ مسأله ۲۷

۳۳. اتومبیلی که با سرعت  $56/0 \text{ km/h}$  حرکت می‌کند با مانع مقابل خود  $24/0$  متر فاصله دارد و ترمز می‌کند. این اتومبیل پس از  $2/00$  ثانیه به دیوار مانع برخورد می‌کند. (الف) شتاب ثابت اتومبیل قبل از برخورد چه قدر بوده است؟ (ب) در لحظه برخورد سرعت اتومبیل چه قدر بوده است؟

۳۴. اتومبیلی در امتداد محور  $x$  مسافت  $900 \text{ m}$  را طی می‌کند. شروع حرکت از سکون ( $x=0$ ) تا نقطه پایان ( $x=900 \text{ m}$ ) است و متوقف می‌شود. در ربع اول حرکت شتاب آن  $2/25 \text{ m/s}^2$  و در  $3/4$  باقی مانده مسیر، شتاب حرکت  $-0/75 \text{ m/s}^2$  است. (الف) زمان لازم برای طی مسافت  $900$  متری چه قدر است؟ (ب) تندی حداکثر آن چه قدر است؟ (ج) نمودارهای مکان  $x$ ، سرعت  $v$  و شتاب  $a$  را برحسب  $t$  رسم کنید.

۲۸. قارچ‌های فلاخنی: قارچ‌ها با روش فلاخنی هاگ‌های خود را پرتاب می‌کنند. اگر بخار آب بر روی این هاگ‌ها متراکم شود و سپس به قارچ بچسبند، در یک طرف هاگ قطره شکل گرفته بزرگ می‌شود و در طرف دیگر آن لایه نازکی رشد می‌کند. هاگ در اثر وزن قطره خمیده می‌شود ولی وقتی لایه نازک به قطره می‌رسد، به ناگهان قطره آب در هوا پخش می‌شود و هاگ به طرف بالا به هوا پرتاب می‌شود. به طور نوعی هاگ می‌تواند در یک جهش  $5/0$  میکرومتری به سرعت  $1/6 \text{ m/s}$  برسد و بعد از آن در فاصله  $1/0$  میلی‌متر تندی هاگ به صفر می‌رسد. از این اطلاعات استفاده کنید و با فرض شتاب ثابت شتاب ذره را (الف) در هنگام پرتاب و (ب) در هنگام کاهش تندی، بر حسب  $g$  به دست آورید.

۳۵. شکل ۲-۲۵، حرکت ذره‌ای را که در امتداد محور  $x$  با شتاب ثابت حرکت می‌کند نشان می‌دهد. (الف) بزرگی و (ب) جهت شتاب ذره را به دست آورید.



شکل ۲-۲۵ مسأله ۳۵

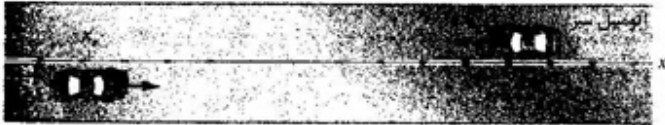
۲۹. یک خودرو الکتریکی از حالت سکون با شتاب  $2/0 \text{ m/s}^2$  شروع به حرکت می‌کند تا وقتی که تندی آن در یک مسیر مستقیم به  $20 \text{ m/s}$  می‌رسد، سپس خودرو با شتاب  $1/0 \text{ m/s}^2$  سرعت خود را کاهش می‌دهد تا متوقف شود. (الف) از لحظه شروع به حرکت تا لحظه توقف چه مدت طول می‌کشد؟ (ب) در این مدت چه مسافتی را طی می‌کند؟

۳۶. (الف) اگر حداکثر شتاب قابل تحمل برای مسافران قطار زیرزمینی  $1/34 \text{ m/s}^2$  باشد و ایستگاه در فاصله  $860$  متری واقع شده باشد، حداکثر تندی که قطار می‌تواند در این فاصله داشته باشد چه قدر است؟ (ب) زمان مسافت تا ایستگاه چه قدر است؟ (ج) اگر زمان توقف قطار در یک ایستگاه  $20$  ثانیه باشد، میانگین حداکثر تندی قطار بین دو شروع به حرکت، چه قدر است؟ (د) نمودار  $x$ ،  $a$  و  $v$  را برحسب  $t$  در فاصله بین دو شروع به حرکت رسم کنید؟

۳۰. رکورددار سرعت زمینی در جاده، سرهنگ جان استپ است که در سال  $1954$  با یک موتور موشکی با سرعت  $1020 \text{ km/h}$  حرکت کرد. او پس از  $1/45$  توانست توقف کند (شکل ۲-۷ را ببینید). شتاب او را برحسب  $g$  معین کنید.

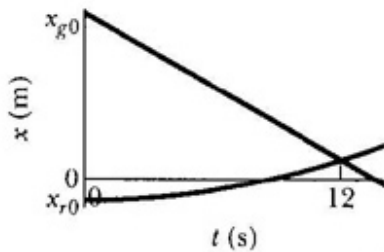
۳۷. اتومبیل‌های  $A$  و  $B$  در دو خط کنار هم و در یک جهت حرکت می‌کنند. مکان  $x$  اتومبیل  $A$  از لحظه  $t=0$  تا  $t=7/0 \text{ s}$  در شکل ۲-۲۶ داده شده است. اتومبیل  $B$  در  $t=0$  در مکان  $x=0$  قرار دارد و سرعت آن  $12 \text{ m/s}$  بوده و دارای شتاب ثابت منفی  $a_B$  است. (الف)

۳۱. یک اتاقک آسانسور باید  $190 \text{ m}$  را طی کند در حالی که تندی حداکثر آن  $305 \text{ m/min}$  است و شتاب آن از لحظه شروع به حرکت و سپس تا توقف  $1/22 \text{ m/s}^2$  است. (الف) این آسانسور چه مسافتی را طی می‌کند تا به تندی حداکثرش برسد؟ (ب) اگر هیچ توقفی نداشته باشد چه مدت طول می‌کشد تا این مسیر  $190$  متری را بپیماید، از شروع تا توقف؟



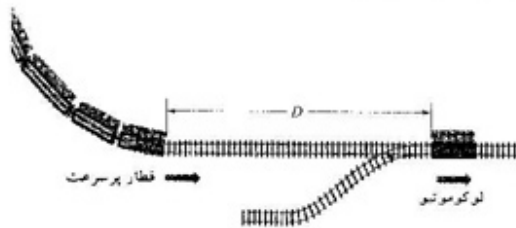
شکل ۲-۲۸ مسأله ۴۰

۴۱. شکل ۲-۲۸ نشان می‌دهد که یک اتومبیل قرمز و یک اتومبیل سبز به سمت هم حرکت می‌کنند. شکل ۲-۲۹ نمودار این حرکت را نشان می‌دهد که در  $t = 0$ ،  $x_{r0} = 270$  م و  $x_{g0} = 350$  م است. تندوی اتومبیل سبز ثابت و برابر  $20$  متر بر ثانیه است در حالی که اتومبیل قرمز از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. بزرگی شتاب اتومبیل قرمز چقدر است؟



شکل ۲-۲۹ مسأله ۴۱

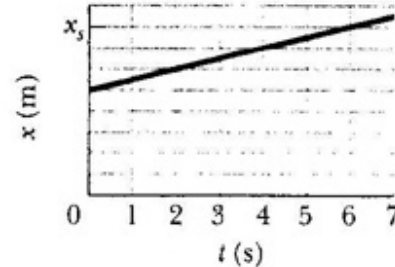
۴۲. وقتی که یک قطار مسافربری با سرعت با سرعت  $161$  کیلومتر بر ساعت سرپیچی حرکت می‌کند مشاهده می‌کند که قطار دیگری بر روی ریل و در فاصله  $D = 676$  متر قرار دارد (شکل ۲-۳۰). قطار دوم با سرعت  $290$  km/h در حرکت است. راننده قطار پرسرعت بلافاصله ترمز می‌کند. (الف) اگر بخواهیم که از برخورد اجتناب شود، شتاب ثابت برای چه قدر باید باشد؟ (ب) فرض کنید که در  $t = 0$ ، راننده قطار پرسرعت در  $x = 0$  است. منحنی  $x(t)$  قطار دوم و قطار پرسرعت را برای حالتی که برخورد صورت نمی‌گیرد و نیز حالتی که برخورد صورت می‌گیرد رسم کنید.



شکل ۲-۳۰ مسأله ۴۲

۴۳. شما در حین رانندگی هستید که تلفن زنگ می‌زند در حالی که با اتومبیل بدون علامت پلیس  $25$  متر فاصله دارید. سرعت اتومبیل شما و پلیس هر دو  $110$  کیلومتر بر ساعت است. برای مدت  $20$  ثانیه از پلیس غافل می‌شوید (زمانی که لازم است نه تلفن نگاه کنید و بگویید نمی‌توانید صحبت کنید). در آغاز  $200$  ثانیه اتومبیل با شتاب  $50$  m/s<sup>2</sup> و به‌صورت ناگهانی ترمز می‌کند. (الف) وقتی که دوباره متوجه اتومبیل پلیس می‌شوید، فاصله دو اتومبیل چه قدر است؟ (ب) اگر شما با شتاب  $50$  m/s<sup>2</sup> ترمز کنید، هنگام برخورد با اتومبیل پلیس سرعت شما چه قدر خواهد بود؟

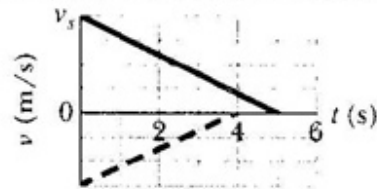
$a_B$  چه قدر باید باشد تا این دو اتومبیل در  $t = 4$  s در مکان  $x$  یکسانی قرار داشته باشند؟ (ب) برای این مقدار از  $a_B$  این دو اتومبیل چند مرتبه در کنار هم قرار خواهند گرفت؟ (ج) نمودار مکان  $x$  بر حسب زمان  $t$  مربوط به اتومبیل B را در شکل ۲-۲۶ رسم کنید. چند مرتبه این دو اتومبیل در کنار هم قرار می‌گیرند اگر  $a_B$  برابر باشد با: (د) بیش‌تر از و (ه) کم‌تر از مقدار قسمت (الف)؟



شکل ۲-۲۶ مسأله ۳۷

۳۸. وقتی که چراغ راهنمایی زرد می‌شود شما در حال حرکت به سمت آن هستید. سرعت شما قانونی و در حد  $55$  km/h است. بزرگی بهترین شتاب حرکت شما  $a = 5/18$  m/s<sup>2</sup> است. بهترین زمان عکس‌العمل شما برای ترمز کردن  $T = 0.75$  s است. اگر فاصله شما تا چراغ راهنمایی مفاد بر زبر باشد، بهترین کار برای این‌که تصادف نکنید این است که ترمز کنید یا با سرعت  $55$  km/h به حرکت خود ادامه دهید. (الف)  $40$  م و  $2/18$ ؟ (ب)  $22$  م و  $1/18$ ؟ پاسخ دهید که در هر کدام ترمز کردن بهتر است یا ادامه مسیر دادن؟

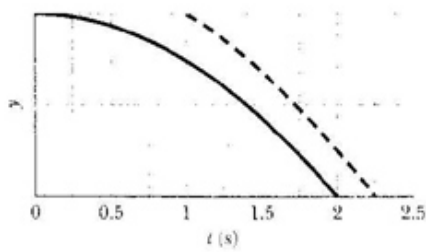
۳۹. دو قطار بر روی ریلی حرکت می‌کنند که ناگهان لوکوموتیورانان متوجه می‌شوند که به سمت هم در حرکت هستند. شکل ۲-۲۷ نمودار سرعت  $v$  بر حسب  $t$  را در هنگام ترمز کردن دو قطار نشان می‌دهد. عمل ترمز وقتی انجام می‌شود که دو قطار در فاصله



شکل ۲-۲۷ مسأله ۳۹

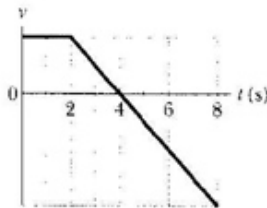
$200$  متری از هم قرار دارند. هنگامی که این دو قطار متوقف می‌شوند، فاصله آن‌ها چه قدر است؟

۴۰. در شکل ۲-۲۸ اتومبیل قرمز و سبز به غیر از رنگ در همه چیز یکسان هستند و در دو خط کنار هم در امتداد محور  $x$  به طرف هم در حرکت هستند. در  $t = 0$  اتومبیل قرمز در  $x = 0$  و اتومبیل سبز در  $x = 220$  م قرار دارند. اگر سرعت اتومبیل قرمز ثابت و برابر  $20$  km/h باشد، این دو اتومبیل در  $x = 44/5$  م و اگر دارای سرعت ثابت  $40$  km/h باشد، در  $x = 76/6$  م از کنار هم عبور می‌کنند. (الف) سرعت اولیه و (ب) شتاب اتومبیل سبز چه قدر است؟



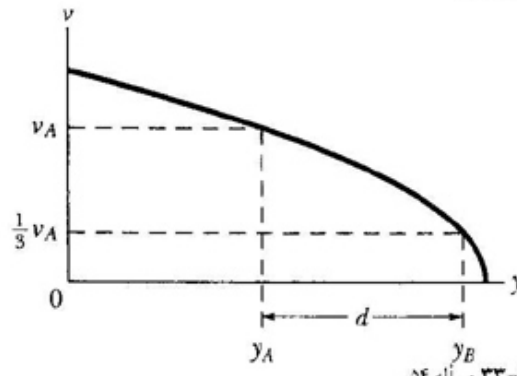
شکل ۲-۳۱ مسأله ۵۲

۵۳. یک بالون تحقیقاتی با سرعت  $19.6 \text{ m/s}$  سقوط می‌کند که یکی از بسته‌های ابزار آن از آن جدا شده و سقوط آزاد می‌کند. شکل ۲-۳۲ سرعت قائم این بسته را از لحظه جدا شدن تا رسیدن به زمین بر حسب زمان نشان می‌دهد. (الف) این بسته تا چه ارتفاعی بالاتر از لحظه جدا شدن بالا می‌رود؟ (ب) این نقطه در چه ارتفاعی از سطح زمین قرار دارد؟



شکل ۲-۳۲ مسأله ۵۳

۵۴. شکل ۲-۳۳، تندی  $v$  بر حسب ارتفاع  $y$  تویی را نشان می‌دهد که به بالا و در امتداد محور  $y$  پرتاب شده است. در ارتفاع  $y_A$  تندی  $v_A$  است. در ارتفاع  $y_B$  تندی برابر  $v_A$  است. تندی  $v_B$  چه قدر است؟



شکل ۲-۳۳ مسأله ۵۴

۵۵. یک گلوله گلی مرطوب از  $15/0$  متری سطح زمین سقوط می‌کند این گلوله قبل از توقف کامل به مدت  $20 \text{ ms}$  در تماس با زمین قرار دارد. (الف) بزرگی شتاب سقوط گلوله را در مدتی که در تماس با زمین قرار دارد، به دست آورید. (گلوله را به عنوان یک نقطه مادی فرض کنید). (ب) آیا شتاب متوسط به طرف بالا است یا پایین؟

۵۶. از بالای تپه به ارتفاع  $43/9$  متر، سنگی به داخل رودخانه زیر پل پرتاب می‌شود.  $1/0$  s

۹-۲ شتاب سقوط آزاد

۲۴. قطرات باران  $1700$  متر را از ابر تا سطح زمین سقوط می‌کنند. (الف) اگر سرعت این قطرات توسط مقاومت هوا کم نشود، با چه سرعتی به سطح زمین برخورد می‌کنند؟

۲۵. در کارگاهی، قطعه‌ای از توله رها شده و می‌افتد و با تندی  $24$  متر بر ثانیه به زمین برخورد می‌کند. (الف) این قطعه از چه ارتفاعی رها شده است؟ (ب) چه مدت سقوط می‌کند؟ (ج) نمودارهای  $v$  و  $a$  را بر حسب  $t$  رسم کنید.

۲۶. از پشت‌بام ساختمانی به ارتفاع  $300$  متر، سنگی با تندی اولیه  $120$  متر بر ثانیه به طرف بالا پرتاب می‌شود. (الف) چه مدت طول می‌کشد تا سنگ به سطح زمین برسد. (ب) تندی سنگ در هنگام برخورد به زمین چه قدر است؟

۲۷. (الف) توپی را از سطح با چه سرعتی به صورت قائم به بالا پرتاب کنیم تا به ارتفاع حداکثر  $20$  متر برسد؟ (ب) این توپ چه مدت در هوا خواهد بود؟ (ج) نمودار  $v$  و  $a$  این توپ را بر حسب  $t$  رسم کنید. در دو نمودار اول، زمانی را که توپ به  $50$  متری رسیده است مشخص کنید.

۲۸. نوعی حیوان، هنگام ترسیدن به هوا می‌پرد و در مدت  $0/200$  ثانیه  $544$  متر بالا می‌رود. (الف) تندی اولیه حیوان هنگام ترک زمین چه قدر بوده است؟ (ب) تندی آن در ارتفاع  $544$  متر چه قدر است؟ (ج) چه قدر بالاتر خواهد رفت؟

۲۹. سی در ارتفاع  $80$  متری سطح زمین با سرعت  $12 \text{ m/s}$  به طرف بالا صعود می‌کند. در همین هنگام بسته‌ای از آن رها می‌شود (الف) چه مدت طول می‌کشد تا بسته به زمین برسد؟ (ب) تندی بسته هنگام برخورد به زمین چه قدر است؟

۳۰. تندی  $v$  در حال ساختی، پیچی به دره زیر پل،  $90$  متر سقوط می‌کند. (الف) در چه مدت زمانی این پیچ  $20$ ٪ آخر مسیر خودش را طی می‌کند؟ (ب) تندی پیچ را در آغاز پستی مسیر به دست آورید. (ج) تندی پیچ را در هنگام برخورد با کف دره در زیر پل حساب کنید.

۳۱. تندی  $v$  که  $45$  متر بالاتر از سطح آب قرار دارد، کلیدی سقوط می‌کند. کلید به طور مستقیم به داخل یک قایق مدل سقوط می‌کند که با سرعت ثابت حرکت می‌کند. در  $5$  ثانیه کلید، قایق در فاصله  $12$  متری از نقطه برخورد قرار دارد. تندی قایق چه قدر است؟

۳۲. در حوضه  $a$ ، سیب شماره ۱ از بالای پل به پایین پرتاب می‌شود. مدتی بعد، سیب ۲ نیز همان ارتفاع پرتاب می‌شود. شکل ۲-۳۱، موقعیت قائم  $y$  این سیب‌ها را بر حسب  $t$  در حین سقوط نشان می‌دهد تا وقتی که سیب‌ها هر دو به زمین می‌رسند. تندی تقریبی سیب ۲ را در هنگام پرتاب به پایین به دست آورید؟

شلیک و  $t = 0$  لحظه‌ای است که گلوله شلیک شده است. بزرگی (الف) شتاب سقوط آزاد در سیاره و (ب) سرعت اولیه گلوله چه قدر است؟

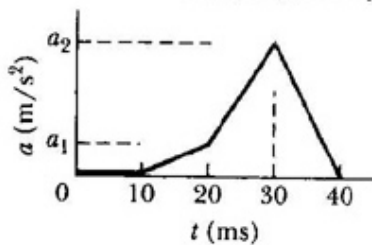
۶۳. گلوله‌ای فلزی از بالای ساختمانی پرتاب می‌شود و  $1/25$  طول می‌کشد تا ارتفاع پنجره‌ای به طول  $1/2$  m را طی کند. گلوله به سقوط ادامه می‌دهد و پس از برخورد به پیاپی به بالا برمی‌گردد و مجدداً ارتفاع پنجره را از پایین تا بالا در مدت  $1/25$  طی می‌کند. فرض کنید که حرکت به سمت بالا دقیقاً برعکس حرکت سقوطی است. زمانی که گلوله در زیر پنجره صرف می‌کند  $20$  s است. ارتفاع ساختمان چه قدر است؟

۶۴. بازیکن بسکتبالی  $76/0$  cm را به طور قائم پرش می‌کند. کل زمان صرف شده (صعود و نزول) توسط آن (الف) برای بالاترین  $150$  cm و (ب) برای پایین‌ترین  $150$  cm پرش او چه قدر است؟

۱۰-۲ انتگرال ترسیمی در تحلیل حرکت

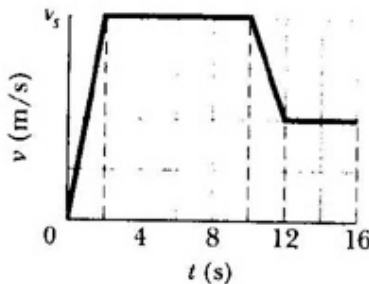
۶۵. در مسأله نمونه ۲-۹، در شتاب حداکثر سر تندی (الف) سر و (ب) بدن چه قدر است؟

۶۶. سمندر برای به دام انداختن صید، زبانش را که دارای مایعی چسبناک است به سوی او پرتاب می‌کند. قسمت اسکلتی زبان به جلو پرتاب می‌شود و به دنبال آن بقیه زبان سمندر ظاهر می‌شود تا وقتی که زبان او بر روی طعمه فرود می‌آید و به آن می‌چسبد. شکل ۲-۳۵ بزرگی شتاب  $a$  بر حسب  $t$  این حرکت را در موقع پرتاب نشان می‌دهد. شتاب‌های نشان داده شده به ترتیب  $a_1 = 100 \text{ m/s}^2$  و  $a_2 = 400 \text{ m/s}^2$  است. سرعت خروج زبان سمندر در انتهای مرحله شتاب چه قدر است؟



شکل ۲-۳۵ مسأله ۶۶

۶۷. نمودار سرعت-زمان دوندته‌ای در شکل ۲-۳۶ آمده است. این دوندته در  $16$  s چه مسافتی را طی کرده است؟



شکل ۲-۳۶ مسأله ۶۷

بعد سنگ دیگر به صورت قائم پرتاب می‌شود. هر دو سنگ هم‌زمان به سطح آب برخورد می‌کنند. (الف) سرعت اولیه سنگ دوم چه قدر است؟ (ب) نمودار سرعت-زمان هر یک از سنگ‌ها را رسم کنید. زمان صفر را زمان رها شدن سنگ اول در نظر بگیرید.

۵۷. به منظور امتحان یک توپ تنیس، از ارتفاع  $4/0$  متری سطح زمین آن را رها می‌کنید. توپ پس از برخورد به زمین تا ارتفاع  $2/0$  متری بالا می‌آید. اگر توپ هنگام برخورد به زمین به مدت  $12/0$  ms در تماس با زمین باشد: (الف) بزرگی شتاب متوسط توپ در مدت تماس با زمین چه قدر است؟ و (ب) آیا شتاب متوسط رو به بالا یا رو به پایین است؟

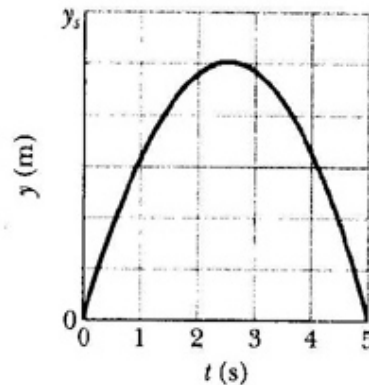
۵۸. سنگی در  $t = 0$  از سطح زمین به بالا پرتاب می‌شود. در لحظه  $t = 1/5$  از نوک برج بلندی عبور می‌کند و در  $1/5$  بعدی به نقطه اوج (حداکثر ارتفاع) می‌رسد. ارتفاع برج چه قدر است؟

۵۹. از دوش حمامی که تا سطح زمین  $200$  cm فاصله دارد قطرات آب به پایین می‌چکند. این قطرات در بازه‌های زمانی برابری رها می‌شوند. قطره اول وقتی به زمین برخورد می‌کند که قطره چهارم از دوش رها شده و شروع به حرکت می‌کند. در هنگام برخورد قطره اول به کف حمام، فاصله (الف) قطره دوم و (ب) قطره سوم از دوش چه قدر است؟

۶۰. جسمی از حالت سکون سقوط کرده و فاصله  $h$  را طی می‌کند. اگر این جسم نیمی از مسیر خود یعنی  $h/50$  را در  $1/50$  s آخر حرکت خود طی کند، (الف) زمان و (ب) ارتفاع سقوط  $h$  را به دست آورید. (ج) توضیح دهید که  $t$  به دست آمده، از نظر فیزیکی قابل قبول نیست.

۶۱. شخصی از درون اتاقی مشاهده می‌کند که گلدانی از مقابل پنجره به بالا رفته و سپس به طرف پایین برگشته است. گلدان کلاً به مدت  $5/5$  s در معرض دید قرار دارد. ارتفاع پنجره  $2/0$  m است. گلدان از لبه بالایی پنجره چه قدر بالاتر رفته است؟

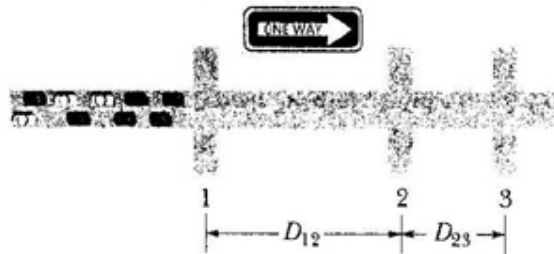
۶۲. گلوله‌ای از سطح سیاره‌ای دور در منظومه شمسی به سمت بالا شلیک می‌شود. نمودار  $y$  بر حسب  $t$  گلوله در شکل ۲-۳۴ نشان داده شده است. که در آن  $y$  ارتفاع گلوله بالای سطح



شکل ۲-۳۴ مسأله ۶۲

شده که فاصله آن‌ها از تقاطع  $d$  است. گروه با تندی معین  $v_p$  (حد سرعت) ادامه می‌دهند تا به تقاطع ۳ می‌رسند در حالیکه چراغ سبز باز وقتی روشن می‌شود که آن‌ها در فاصله  $d$  از تقاطع قرار دارند. تقاطع‌ها با فواصل  $D_{12}$  و  $D_{23}$  از هم قرار دارند. (الف) تاخیر زمانی چراغ سبز در تقاطع ۳ نسبت به تقاطع ۲ چقدر باشد تا گروه بتوانند همچنان به حرکت آرام خود ادامه دهند؟

فرض کنید که گروه در چراغ قرمز تقاطع ۱ توقف کنند. وقتی چراغ سبز شد، انومیل بیشتر و به زمان  $t_p$  برای عکس‌العمل به تغییر چراغ و نیز به زمانی اضافی برای رسیدن به شتابی که به تندی  $v_p$  برسد نیاز دارد. (ب) اگر چراغ تقاطع ۲ وقتی سبز شود که پیشرو در فاصله  $d$  قرار دارد، چه مدت بعد از سبز شدن چراغ تقاطع ۲، چراغ تقاطع ۱ سبز می‌شود؟



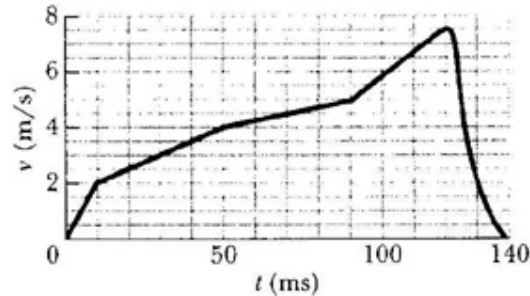
شکل ۲-۳۹ مسأله ۷۲

۷۳. در یک بازی رایانهای، نقطه بر روی نمایشگر با رابطه  $x = 9t - 0.1t^2 - 0.75t^3$  با رابطه  $x$  حرکت می‌کند که در آن  $x$  فاصله تا کناره سمت چپ نمایشگر بر حسب سانتی‌متر و  $t$  بر حسب ثانیه است. وقتی که نقطه به یکی از کناره‌های نمایشگر چه در  $x = 0$  و یا  $x = 15t^2$  می‌رسد، زمان  $t$  را صفر می‌کنیم و نقطه مجدداً شروع به حرکت می‌کند و به  $x(t)$  می‌رود. (الف) در چه زمانی پس از شروع، نقطه برای یک لحظه ساکن می‌شود؟ (ب) در چه فاصله‌ای از  $x$  این اتفاق می‌افتد؟ (ج) شتاب نقطه (و جهت آن) در این لحظه چیست؟ (د) در لحظه‌ای که می‌خواهد متوقف شود نقطه به چپ می‌رود یا به راست؟ (ه) بلافاصله بعد از توقف چطور؟ (و) در چه لحظه‌ای  $t > 0$  نقطه برای اولین مرتبه به کناره نمایشگر می‌رسد؟

۷۴. از بالای یک سکوی شناکه در ارتفاع  $5/20$  م بالای سطح آب قرار دارد، یک گلوله سربی به داخل آب می‌افتد. گلوله با سرعت معینی به سطح آب برخورد می‌کند و با همین سرعت ثابت در آب فرو می‌رود. گلوله  $4/8$  پس از رها شدن به کف استخر می‌رسد. (الف) عمق استخر چقدر است؟ (ب) بزرگی و (ج) جهت (بالا یا پایین) سرعت متوسط گلوله در کل حرکت چقدر است؟ فرض کنید که آب استخر تخلیه شده و گلوله از بالای سکو مجدداً برتاب می‌شود و پس از  $4/8$  به کف استخر می‌رسد. (د) بزرگی و (ه) جهت سرعت اولیه گلوله چقدر است؟

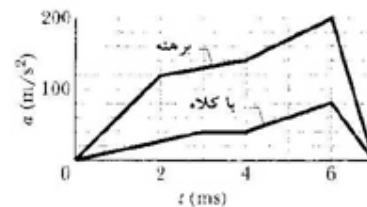
۷۵. یک کابل منفرده، آسانسوری خالی را در بالاترین قسمت ساختمانی در ارتفاع  $120$  م متوقف نگه داشته است. (الف) اگر کابل پاره شود، آسانسور با چه سرعتی به زمین می‌خورد؟ (ب) آسانسور چه مدت در حال سقوط است؟ (ج) وقتی که آسانسور از نیمه مسیر می‌گذرد، تندی آن چقدر است؟ (د) چه مدت طول کشیده است تا آسانسور از نیمه دیگر بگذرد؟

۶۸. در مشت رو به جلو در کاراته، مشت ابتدا از کمر و از حالت سکون به سرعت به سمت جلو حرکت می‌کند تا وقتی که بازو کاملاً باز می‌شود. تندی  $v(t)$  در شکل ۲-۳۷ مربوط به حرکت یک ورزشکار است. مشت این ورزشکار ابتدا چه قدر حرکت کرده است (الف) در  $t = 50$  ms و (ب) وقتی که تندی مشت آن حداکثر است؟



شکل ۲-۳۷ مسأله ۶۸

۶۹. وقتی که توپ فوتبالی برای بازیکنی فرستاده شود تا او آن را با سر برگرداند، شتاب سر او در طی برخورد حائز اهمیت است. شکل ۲-۳۸ شتاب  $a(t)$  سر بازیکنی را در دو حالت برهنه و با کلاه از حال سکون نشان می‌دهد. در لحظه  $t = 7$  ms اختلاف تندی این دو حالت چه قدر است؟



شکل ۲-۳۸ مسأله ۶۹

۷۰. دو ذره در امتداد محور  $x$  حرکت می‌کنند. مکان ذره ۱ با رابطه  $x = 6t^2 + 3t + 2$  (بر حسب متر و ثانیه) داده شده است. شتاب ذره ۲ از رابطه  $a = -8t$  (بر حسب متر بر مجذور ثانیه و ثانیه) به دست می‌آید و در  $t = 0$  سرعت آن  $20$  متر بر ثانیه است. وقتی که سرعت هر دو ذره یک است، سرعت آن‌ها چه قدر است؟

### مسئله‌های تکمیلی

۷۱. در لحظه سبز شدن چراغ راهنما، راننده انومیلی با شتاب ثابت  $a = 2/2$  شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه کامیونی با تندی ثابت  $9/5$  m/s از انومیل سبقت می‌گیرد. (الف) در چه فاصله‌ای از چراغ راهنما، انومیل از کامیون جلو خواهد زد؟ (ب) در این لحظه سرعت انومیل چه قدر است؟

۷۲. شکل ۲-۳۹ قسمتی از یک خیابان را نشان می‌دهد که جریان ترافیک کنترل شده و اجاره می‌دهد دسته‌ای از انومیل‌ها به آرامی در طول خیابان حرکت کنند. فرض کنید که انومیل پیشرو این گروه تازه به تقاطع ۲ رسیده است، در حالیکه چراغ سبز وقتی روشن

۷۶. دو قطعه الماس به فاصله زمانی  $1/10$  s از ارتفاع یکسانی سقوط می‌کنند. چه مدت پس از سقوط، الماس اول در فاصله  $10$  m از الماس دوم قرار دارد؟

۷۷. اگر بازیکن بیسبال توپ را با تندی افقی  $160$  km/h پرتاب کند، این توپ مسافت  $18.43$  m را در چه مدتی طی خواهد کرد؟

۷۸. پروتونی در امتداد محور  $x$  با رابطه  $x = 5t + 10t^2$  حرکت می‌کند.  $x$  بر حسب متر و  $t$  بر حسب ثانیه است. محاسبه کنید: (الف) سرعت متوسط پروتون را در  $3/10$  s اول حرکت، (ب) سرعت لحظه‌ای پروتون در  $t = 3/10$  s، (ج) شتاب لحظه‌ای در  $t = 3/10$  s، (د) نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را رسم کنید و توضیح دهید که پاسخ قسمت (الف) را چگونه می‌توانید از نمودار به دست آورید. (ه) پاسخ قسمت (ب) را در نمودار مشخص کنید. (و) نمودار  $v$  بر حسب  $t$  را رسم کنید و پاسخ قسمت (ج) را روی آن مشخص کنید.

۷۹. موتورسواری وقتی که شروع به ترمز گرفتن می‌کند، سرعت  $30$  m/s دارد. شتاب کاهنده موتور را ثابت بگیرید. در مدت  $3/10$  s پس از شروع ترمز، تندی موتور به  $15$  m/s می‌رسد. در این مدت موتور چه مسافتی را طی کرده است؟

۸۰. خلبانی در ارتفاع  $h = 35$  m با سرعت افقی  $1300$  km/h بالای سطح زمین پرواز می‌کند. با وجود این در  $t = 0$  خلبان به سطحی برخورد می‌کند که با سطح زمین زاویه  $4/3^\circ$  می‌سازد (شکل ۲-۴۰). اگر خلبان دماغه هواپیما را تغییر ندهد، پس از چه مدت زمان  $t$  به هوا برخورد خواهد کرد؟



شکل ۲-۴۰ مسئله ۸۰

۸۱. توپ در فاصله  $1/8$  m با شتاب ثابت حرکت کرده و از سرعت صفر به  $6/10$  m/s می‌رسد. بعد از این مدت سرعتش با آهنگ  $2/5$  m/s<sup>2</sup> کاهش می‌یابد تا متوقف می‌شود. (الف) از لحظه شتاب گرفتن تا لحظه توقف توپ چه مدت طول می‌کشد؟ (ب) در این مدت چه مسافتی را طی کرده است؟

۸۲. سر مار در هنگام حمله به قربانی دارای شتابی برابر  $50$  m/s<sup>2</sup> است. اگر اتومبیل همین شتاب را داشته باشد چه قدر طول می‌کشد تا سرعت آن از حال سکون به  $100$  km/h برسد؟

۸۳. هواپیمای جت برای این که بتواند پرواز کند باید روی باند به سرعت  $360$  km/h برسد. اگر طول باند  $1/80$  km باشد، کم‌ترین شتاب هواپیما چه قدر باید باشد؟

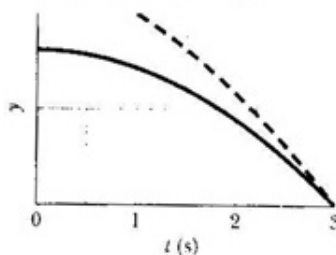
۸۴. راننده اتومبیلی در مدت  $1/5$  دقیقه و با آهنگی ثابت سرعت خود را از  $25$  km/h به  $55$  km/h می‌رساند یک دوچرخه سوار نیز از سکون شروع به حرکت کرده و در مدت  $1/5$

دقیقه سرعت خود را به  $30$  km/h می‌رساند. (الف) بزرگی شتاب اتومبیل چه قدر است؟ (ب) بزرگی شتاب دوچرخه سوار چه قدر است؟

۸۵. برای متوقف کردن یک اتومبیل، شما ابتدا به یک زمان عکس‌العملی نیاز دارید تا شروع به ترمز کنید و سپس سرعت اتومبیل با آهنگ ثابتی کم می‌شود. فرض کنید که تندی اولیه شما  $80/5$  km/h بوده و کل فاصله‌ای که اتومبیل در این دو مرحله طی می‌کند  $56/7$  m است و نیز وقتی که تندی اولیه  $48/3$  km/h است این فاصله  $24/4$  m می‌باشد. (الف) زمان عکس‌العمل و (ب) بزرگی شتاب اتومبیل چه قدر است؟

۸۶. قطار قرمز با سرعت  $72$  km/h و قطار سبز با سرعت  $144$  km/h روی یک ریل تخت به سمت هم در حرکت هستند. وقتی که این دو قطار در فاصله  $950$  متری از هم قرار دارند، هر دو راننده ترمز را می‌کشند، ترمز با شتاب  $1$  m/s<sup>2</sup> سرعت هر یک از قطارها را کم می‌کند. آیا برخوردی صورت می‌گیرد؟ اگر بلی تندی هر یک از قطارها در زمان برخورد چه قدر است؟ اگر جواب شما منفی است، فاصله‌ای که دو قطار در لحظه توقف از هم دارند چه قدر است؟

۸۷. در لحظه  $t = 0$  از دست صخره‌نوردی یک میخ بزرگ رها شده و سقوط آزاد می‌کند. بعد از کمی تأخیر صخره‌نورد دیگری که در ارتفاع  $10$  متر بالاتر از صخره‌نورد اولی قرار دارد میخی را به سمت پایین پرتاب می‌کند نمودار مکان  $y$  هر دو میخ نسبت به زمان در شکل ۲-۴۱ نشان داده شده است. تندی پرتاب میخ دوم چه قدر بوده است؟



شکل ۲-۴۱ مسئله ۸۷

۸۸. از بالای ساختمانی سنگی به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌شود. از لحظه پرتاب  $1/6$  s طول می‌کشد تا سنگ به بالاترین نقطه مسیر خود برسد. بعد از آن سنگ سقوط می‌کند و بدون اینکه به لبه ساختمان برخورد کند به پایین می‌رود و  $6/10$  s پس از پرتاب سنگ این که می‌برسد می‌کند. در دستگاه SI: (الف) سنگ با چه سرعتی پرتاب شده است؟ (ب) ارتفاع اوج سنگ از بالای ساختمان چه قدر بوده است؟ (ج) ارتفاع ساختمان چه قدر است؟

۸۹. شتاب حرکت ذره‌ای در امتداد محور  $x$  برابر  $a = 5t$  است که  $t$  بر حسب ثانیه و شتاب بر حسب متر بر محدود ثابت می‌باشد. در  $t = 2/10$  s سرعت ذره  $17$  m/s است. سرعت ذره در  $t = 4/10$  s چه قدر است؟

۹۰. قطاری از حال سکون شروع به حرکت کرده و با شتاب ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۹۵. امتداد محور  $x$  حرکت می‌کند. سرعت ذره در  $t = -2/0.5 = -2/0.5$  برابر  $7.0 \text{ m/s}$  است. سرعت در  $t = 6/0.5$  چه قدر است؟

۹۶. یک گاری مخصوص حمل مواد معدنی با سرعت  $20 \text{ km/h}$  به بالا کشیده می‌شود و سپس با سرعت  $25 \text{ km/h}$  به سطح اولیه برگردانده می‌شود. (زمان لازم برای برگشت گاری در نقطه بالایی قابل اغماض است). تندی متوسط گاری در یک رفت و برگشت از سطح اولیه به قله و برگشت به سطح اولیه چه قدر است؟

۹۷. به‌طور متوسط زمان هر بار چشمک زدن  $100 \text{ ms}$  است. اگر سرعت متوسط یک هواپیمای جت میگ  $25$  برابر  $3400 \text{ km/h}$  باشد، در هر چشمک زدن خلبان، هواپیما چه مسافتی را طی می‌کند؟

۹۸. با تغییر سرعت مجاز در اتوبان‌های نیویورک از  $55 \text{ mi/h}$  به  $65 \text{ mi/h}$  راننده‌ای که فاصله  $700$  کیلومتری بین بوفالو و نیویورک سیتی را طی می‌کند، چه قدر زمان را ذخیره می‌کند؟

۹۹. شتاب موتورسیکلتی که در امتداد محور  $x$  به سمت شرق در حرکت است برای  $t \leq 6/0.5$  با رابطه  $a = (6/1 - 1/2t) \text{ m/s}^2$  داده شده است. در لحظه  $t = 0$  سرعت و مکان موتور به ترتیب  $2/7 \text{ m/s}$  و  $7/3 \text{ m/s}$  است (الف) حداکثر سرعتی که موتور به دست می‌آورد چه قدر است؟ (ب) در فاصله زمانی بین  $t = 0$  و  $t = 6/0.5$  مسافت طی شده توسط موتورسیکلت چه قدر است؟

۱۰۰. تردستی توپ را تا ارتفاع  $H$  و به‌طور قائم پرتاب می‌کند. اگر خواسته باشیم که زمان رفت و برگشت توپ  $2$  برابر شود، توپ تا چه ارتفاعی باید پرتاب شود؟

۱۰۱. اتومبیلی فاصله  $600 \text{ m}$  بین دو نقطه را در  $6/0.5$  با شتاب ثابت طی می‌کند. وقتی که اتومبیل از نقطه دوم می‌گذرد، تندی آن  $15/0 \text{ m/s}$  است. (الف) تندی آن در نقطه اول چه قدر بوده است؟ (ب) بزرگی شتاب اتومبیل چه قدر است؟ (ج) در چه فاصله‌ای قبل از نقطه اول اتومبیل ساکن بوده است؟ (د) نمودار  $x$  برحسب  $t$  و  $v$  برحسب  $t$  اتومبیل را از نقطه شروع ( $t = 0$ ) رسم کنید.

۱۰۲. از صخره‌ای به ارتفاع  $100 \text{ m}$  سنگی می‌افتد. (الف) این سنگ  $50$  متر اول را در چه زمانی طی می‌کند؟ (ب)  $50 \text{ m}$  دوم را چطور؟

۱۰۳. فاصله دو ایستگاه قطار زیرزمینی  $1100 \text{ m}$  است. اگر قطار نیمی از مسیر را با شتاب  $1/2 \text{ m/s}^2$  از سکون تا نیمه راه و نیمه دیگر تا توقف را با شتاب  $-1/2 \text{ m/s}^2$  طی کند. (الف) زمان لازم برای مسافت بین دو ایستگاه و (ب) تندی حداکثر را به دست آورید. (ج) نمودارهای  $x$  و  $v$  را برحسب  $t$  رسم کنید.

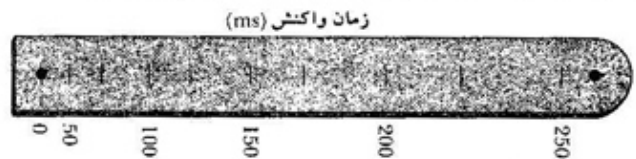
۱۰۴. تندی حداکثر یک دوندۀ  $11/0 \text{ m/s}$  است. اگر این دوندۀ از سکون شروع کند و با شتاب ثابت حرکت کند پس از طی  $12/0 \text{ m}$  به حداکثر سرعت خود می‌رسد و بقیه  $100$

در یک لحظه سرعت قطار  $30 \text{ m/s}$  است و در فاصله  $160 \text{ m}$  بعد با سرعت  $50 \text{ m/s}$  حرکت می‌کند. به دست آورید: (الف) شتاب، (ب) زمان لازم برای طی مسافت  $160 \text{ m}$  مذکور، (ج) زمان لازم برای رسیدن به سرعت  $30 \text{ m/s}$  و (د) مسافتی را که قطار از لحظه شروع تا لحظه رسیدن به سرعت  $30 \text{ m/s}$  طی کرده است. (ه) نمودار  $x$  برحسب  $t$  و  $v$  برحسب  $t$  را از سکون رسم کنید.

۹۱. یک وسیله خاص می‌تواند شتاب بگیرد و سرعت خود را از صفر به  $60 \text{ km/h}$  در مدت  $5/4 \text{ s}$  برساند. (الف) شتاب متوسط این وسیله در این مدت چه قدر است؟ (ب) اگر شتاب ثابت باشد در مدت  $5/4 \text{ s}$  چه مسافتی را طی می‌کند؟ (ج) اگر شتاب را همان شتاب قسمت (الف) در نظر بگیریم، چه مدت طول می‌کشد تا مسافت  $25 \text{ km}$  را طی کند؟

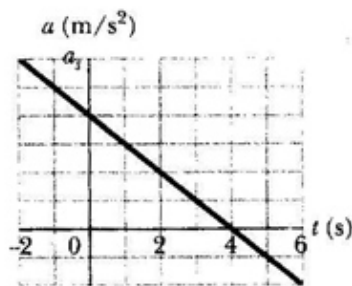
۹۲. موشکی در یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند. از یک واگن تخت برای بررسی تأثیر شتاب بر فیزیولوژی انسان استفاده می‌شود. موشک می‌تواند در مدت  $1/8 \text{ s}$  از حالت سکون به تندی  $160 \text{ km/h}$  برسد. به دست آورید: (الف) شتاب را برحسب  $g$  (فرض کنید شتاب ثابت است) و (ب) مسافت طی شده در این مدت.

۹۳. شکل ۲-۴۲، ابزار ساده‌ای را برای اندازه‌گیری زمان عکس‌العمل شما نشان می‌دهد. این ابزار یک نوار مقوایی نازک مدرج شده است که دو نقطه سیاه رنگ روی آن قرار دارد. دوست شما با دو انگشت به طور قائم نقطه بالایی آن را می‌گیرد و در طرف مقابل شما دو انگشت خود را در محل نقطه پایینی نگه می‌دارد. ولی نوار را لمس نمی‌کند. دوست شما آن را رها می‌کند و شما تلاش می‌کنید قبل از این که بیفتد آن را بگیرید. هنگامی که شما نوار را می‌گیرید، انگشتان شما در مقابل عددی است که زمان عکس‌العملی شما را نشان می‌دهد. (الف) چه قدر پایین‌تر از نقطه سیاه باید علامت  $50 \text{ ms}$  را قرار دهید؟ این علامت را چه قدر باید بالاتر قرار دهید برای: (ب)  $100$ ، (ج)  $150$ ، (د)  $200$  و (ه)  $250$  میلی ثانیه؟ (به عنوان مثال، آیا فاصله نشانه  $100 \text{ ms}$  تا نقطه سیاه باید دو برابر فاصله نشانه  $50 \text{ ms}$  تا آن نقطه باشد؟ آیا می‌توانید رابطه‌ای میان پاسخ‌ها پیدا کنید؟



شکل ۲-۴۲ مسأله ۹۳

۹۴. شکل ۲-۴۳ نمودار شتاب  $a$  برحسب  $t$  مربوط به حرکت ذره‌ای را نشان می‌دهد که در

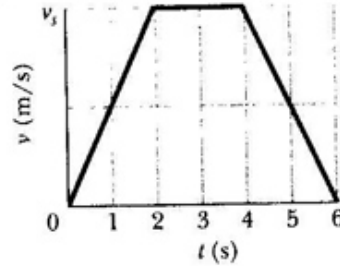


شکل ۲-۴۳ مسأله ۹۴



۱۰۳. متر را با همین سرعت می‌دود (الف) زمان لازم برای طی این  $100\text{ m}$  چه قدر است؟ (ب) برای بهبود زمان حرکت، دوندۀ باید زمان لازم برای رسیدن به سرعت حداکثر را کاهش دهد. اگر دوندۀ بخواهد کل مسافت را در  $10\text{ s}$  بدود، زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت را چه قدر باید کاهش دهد؟

۱۰۴. ذره‌ای در  $t = 0$  از مبدأ شروع به حرکت کرده و در امتداد محور  $x$  حرکت می‌کند. در شکل ۲-۴۴ نمودار سرعت ذره به صورت تابعی از زمان نشان داده شده است. (الف) مشخصات ذره در  $t = 5/0\text{ s}$  چیست؟ (ب) سرعت ذره در  $t = 5/0\text{ s}$  چه قدر است؟ (ج) شتاب ذره در  $t = 5/0\text{ s}$  چه قدر است؟ (د) سرعت متوسط در فاصله  $t = 1/0\text{ s}$  و  $t = 5/0\text{ s}$  چه قدر است؟ (ه) شتاب متوسط ذره در فاصله  $t = 1/0\text{ s}$  و  $t = 5/0\text{ s}$  چه قدر است؟

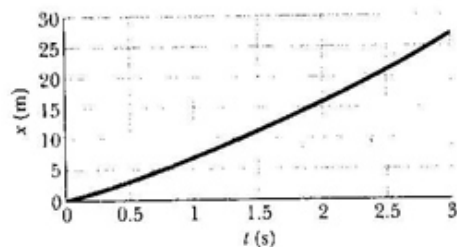


شکل ۲-۴۴ مسأله ۱۰۴

۱۰۵. سنگی به طور قائم به طرف بالا پرتاب می‌شود. سنگ در راه رفت از نقطه  $A$  با تندی  $7$  و از نقطه  $B$  که  $3/00$  متر بالاتر از  $A$  قرار دارد با تندی  $v$  عبور می‌کند. (الف) تندی  $v$  و (ب) حداکثر ارتفاعی که سنگ بالاتر از نقطه  $B$  به آن می‌رسد چه قدر است؟

۱۰۶. سنگی از بالای ساختمانی به ارتفاع  $60\text{ m}$  از حالت سکون به پایین می‌افتد.  $1/2$  ثانیه پس از افتادن، سنگ در چه ارتفاعی بالای سطح زمین قرار دارد؟

۱۰۷. قایقی با سرعت ثابت به سمت شرق در حرکت است که ناگهان شدت باد باعث می‌شود که قایق شتاب ثابتی را به سمت شرق و به مدت  $3/0\text{ s}$  داشته باشد. نمودار  $x$  بر حسب  $t$  قایق در شکل ۲-۴۵ نشان داده شده است که در آن  $t = 0$  لحظه‌ای است که باد شروع به وزیدن کرده است. جهت مثبت محور  $x$  نیز به سمت شرق است. (الف) شتاب حرکت قایق در طی این  $3/0\text{ s}$  چه قدر است؟ (ب) سرعت قایق در پایان  $3/0\text{ s}$  چه قدر است؟ (ج) اگر شتاب به مدت  $3/0\text{ s}$  دیگر ثابت باقی بماند، قایق چه مسافتی را طی خواهد کرد؟



شکل ۲-۴۵ مسأله ۱۰۷

۱۰۸. از بالای ساختمانی به ارتفاع  $36/6\text{ m}$  توپی به طور قائم به پایین پرتاب می‌شود. این توپ  $2/00\text{ s}$  پس از پرتاب از لبه بالایی پنجره‌ای که در ارتفاع  $12/2\text{ m}$  قرار دارد می‌گذرد. تندی توپ در هنگام عبور از لبه پنجره چه قدر است؟

۱۰۹. تندی گلوله‌ای  $640\text{ m/s}$  است که به داخل بشکنای به طول  $1/20\text{ m}$  وارد می‌شود. فرض کنید که شتاب گلوله ثابت است. زمانی را که گلوله پس از انفجار در بشکه می‌گذارد، به دست آورید.

۱۱۰. چتربازی از هواپیما می‌پرد و  $50\text{ m}$  سقوط آزاد می‌کند و سپس چتر خود را باز می‌کند، بنابراین با شتاب  $2/0\text{ m/s}^2$  سرعتش کم می‌شود و وقتی که به زمین می‌رسد سرعت او  $370\text{ m/s}$  است. (الف) زمانی را که چتر باز در هوا بوده است حساب کنید. (ب) سقوط از چه ارتفاعی شروع شده است؟

۱۱۱. مرکز پژوهشی لوییس ناسا دارای یک برج سقوط به ارتفاع  $145\text{ m}$  برای آزمایش‌های مربوط به گرانش صفر (بی‌وزنی) است. این برج قائم، خالی از هوا است و علاوه بر امکانات دیگر شامل کله‌ای به قطر یک متر حاوی وسایل آزمایشگاهی است، که می‌توان آن را از بالای برج به پایین انداخت. (الف) کره پس از رها شدن چه مدت در حال سقوط آزاد خواهد بود؟ (ب) وقتی کره به ضربه گیر می‌خورد، یک شتاب کندکننده  $25\text{ g}$  به آن وارد می‌شود تا سرعتش به صفر برسد. کره با این شتاب کندکننده چه مسافتی را طی می‌کند؟

۱۱۲. توپی از ارتفاع  $h$ ، سرعت اولیه  $v_0$  به طور قائم به پایین پرتاب می‌شود. (الف) تندی توپ، لحظه‌ای قبل از برخورد به زمین چه قدر است؟ (ب) چه مدت طول می‌کشد تا توپ به زمین برسد؟ اگر توپ از همان ارتفاع و با همان تندی اولیه به بالا پرتاب می‌شود، پاسخ‌های (ج) قسمت الف و (د) قسمت ب چه می‌شود؟ قبل از حل هر معادله‌ای پاسخ دهید که جواب‌های (د) و (ج) از جواب‌های (الف) و (ب) بزرگ‌تر، کوچک‌تر یا برابر است؟

۱۱۳. اتومبیلی که در اتوبانی با سرعت  $200\text{ km/h}$  در حرکت است می‌تواند ترمز کند و پس از طی  $170\text{ m}$  متوقف شود. فرض کنید شتاب اتومبیل ثابت است، بزرگی شتاب را (الف) در دستگاه  $SI$  و (ب) بر حسب  $g$  به دست آورید. (ج) زمان لازم برای توقف  $T_B$  چه قدر است؟ زمان عکس‌العمل  $T_P$  شما زمانی است که شما حالت اضطرار را تشخیص می‌دهید، پایتان را حرکت می‌دهید و شروع به ترمز کردن می‌کنید. اگر  $T_P = 400\text{ ms}$  باشد، آن‌گاه (د)  $T_B$  را بر حسب  $T_P$  به دست آورید. (ه) آیا بیش‌تر زمان برای عکس‌العمل لازم است یا برای ترمز کردن؟ عینک‌های آفتابی باعث می‌شود تصویر آسمان دیرتر به مغز منعکس شود در نتیجه  $T_P$  را افزایش می‌دهند. (و) در حالتی که  $T_P$  به اندازه  $100\text{ ms}$  افزایش یابد (حداکثر افزایش)، در این مدت اتومبیل چه مسافتی را طی می‌کند؟

۱۱۴. در نوعی از ورزش‌ها توپ بیش‌ترین سرعت یعنی  $30\text{ km/h}$  دارد. اگر بازیکنی با چنین توپی مواجه شود و ناخودآگاه چشمک بزند و به مدت  $100\text{ ms}$  متوجه توپ نشود، در این مدت توپ چه مسافتی را طی کرده است؟