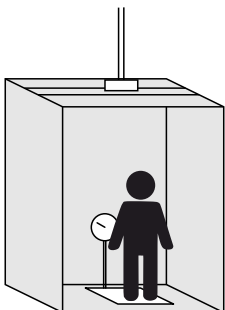
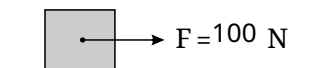
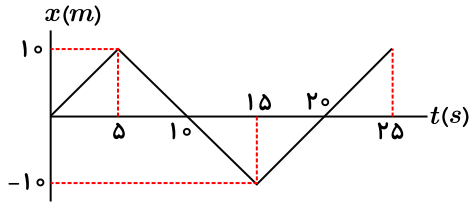


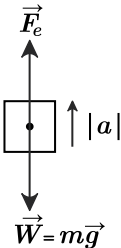
ردیف	نمره
۱	نشان دهید بین اندازه تکانه (p) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم m ، رابطه $K = \frac{p^2}{2m}$ برقرار است.
۲	چرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت، ذره در بازه‌های زمانی برابر، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند؟
۳	نشان دهید در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب مرکزگرا از رابطه $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ نیز به دست می‌آید که در آن T و r به ترتیب دوره تناوب و شعاع دایره است.
۴	به سؤالات زیر پاسخ دهید.
	الف) دو عامل مؤثر بر بزرگی نیروی مقاومت شاره را نام ببرید.
	ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت یک فنر (k) را به دست آورید.
۵	دوره تناوب آونگ ساده‌ای به طول $۰.۲m$ در مکانی که $g = ۹.۸۰ \frac{m}{s^2}$ است، چند ثانیه است؟ ($\pi \simeq ۳$)
۶	برای هریک از سؤالات زیر گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.
	الف) انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر با کدام یک از عوامل زیر متناسب نیست؟ (۱) مربع دامنه نوسان (۲) مربع ثابت فنر (۳) مربع بسامد زاویه‌ای
۷	وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به فنری به طول $۱۵cm$ که ثابت آن $۱۰N/cm$ است، می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور می‌آویزیم. اگر آسانسور درحالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، با شتاب ثابت $۲m/s^2$ متوقف شود، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ ($g = ۱۰m/s^2$)
۸	معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = (\frac{۲}{\pi}) \cos ۲۵\pi t$ است. الف) دوره تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟ ب) تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟
۹	شخصی به جرم $۵۰kg$ درون آسانسوری ساکن، روی یک ترازوی فنری ایستاده است. وقتی آسانسور شتاب رو به پایین $۲m/s^2$ دارد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ ($g = ۱۰m/s^2$) 

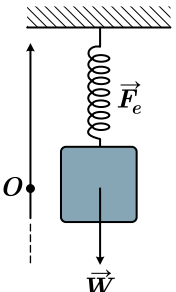
ردیف	نمره
۱۰	جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن 1600 kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $10^4 \frac{N}{m}$ سوار شده است. دوره تناوب، بسامد و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است.
۱۱	درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.
	الف) در حرکت با شتاب ثابت بر خط راست، بردارهای سرعت و شتاب، هم‌جهت هستند.
	ب) در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط برابر میانگین سرعت اولیه و سرعت نهایی است.
۱۲	بیشینه شتاب یک خودرو در حین ترمز کردن در جاده خیس $2 \frac{m}{s^2}$ است. اگر این خودرو با سرعت $72 \frac{km}{h}$ در حرکت باشد و راننده ناگهان مانعی را در فاصله ۴۵ متری خود ببیند، آیا می‌تواند خودرو را به موقع متوقف کند؟
۱۳	درستی و نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید و شکل درست یا دلیل نادرستی عبارت نادرست را بیان کنید.
	الف) وزن یک جسم در سطح زمین بیشتر از وزن آن روی کره ماه است.
	ب) نیروی مقاومت شاره به بزرگی سطح مقطع جسم بستگی ندارد.
	پ) واکنش نیروی وزن یک جسم نزدیکی زمین به زمین وارد می‌شود.
۱۴	طول یک فنر 20 cm است. فنر را از یک نقطه می‌آویزیم و به انتهای آن وزنه ۵۰۰ گرمی وصل می‌کنیم. طول فنر 25 cm می‌شود. ($g = 10 \frac{N}{kg}$)
	الف) ثابت فنر چقدر است؟
	ب) اگر وزنه ۳۰۰ گرمی را به انتهای فنر وصل کنیم، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟
۱۵	تندی نوک عقربه دقیقه شمار یک ساعت عقربه‌ای به طول 10 cm چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi \simeq 3$)
۱۶	دو دوندۀ A و B که سرعت A سه برابر سرعت B است، همزمان از دو نقطه به سمت یکدیگر شروع به دویدن می‌کنند، بعد از ۴ ساعت به یکدیگر می‌رسند. چند ساعت پس از شروع حرکت دوندۀ B به مکان اولیه A می‌رسد؟
۱۷	جسمی به جرم ۲۰ کیلوگرم روی یک سطح افقی به ضرایب اصطکاک جنبشی 0.4 و ایستایی 0.6 قرار گرفته است. نیرویی که سطح تکیه‌گاه بر جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟



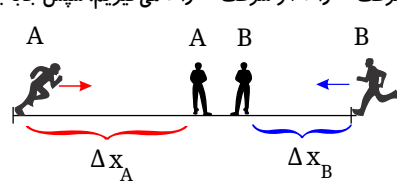
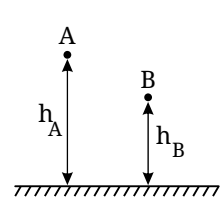
ردیف	نمره	
۱۸		در شرایط خلأ، گلوله‌های A و B از ارتفاع‌های h_A و h_B از سطح زمین رها می‌شوند. اگر مدت زمان سقوط گلوله A برابر با ۴ ثانیه و تندی گلوله A در لحظه برخورد با زمین ۱۵ متر بر ثانیه بیشتر از تندی گلوله B در لحظه برخورد با زمین باشد، $(h_A - h_B)$ چند متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$
۱۹	۰.۷۵	شکل مقابل یک سطل به جرم $5kg$ را نشان می‌دهد که توسط طناب با نیروی کشش $60N$ در راستای قائم به طرف بالا کشیده می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت سطل $2.5N$ باشد، شتاب حرکت آن را حساب کنید. $(g = 10 \frac{N}{kg})$ 
۲۰	۰.۷۵	دونده‌ای با تندی ثابت روی محور x حرکت می‌کند و در لحظه $t_1 = 3s$ در مکان $x_1 = -3m$ و در لحظه $t_2 = 6s$ در مکان $x_2 = 3m$ قرار دارد. بردار مکان این دونده را در لحظه $t = 10s$ مشخص کنید.
۲۱	۱	در هریک از گزاره‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.
		☐ الف) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم وصل می‌کند، بردار (جابه‌جایی - مکان) است.
		☐ ب) در حرکت ماه به دور زمین، در یک دور کامل (سرعت - تندی) متوسط صفر نیست.
		☐ پ) در حرکت اتومبیل پس از ترمز، بردارهای شتاب و سرعت (هم‌جهت - خلاف جهت) هستند.
		☐ ت) اندازه و جهت سرعت متحرک در حرکت با (شتاب) ثابت، در طول مسیر ثابت است.
۲۲	۱	معادله مکان - زمان حرکت یک متحرک به صورت $x = 2t^2 - 8t + 3$ است. سرعت متحرک در پایان ثانیه چهارم حرکتش چند متر بر ثانیه است؟
۲۳	۱.۲۵	معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است.
		☐ الف) در چه زمانی پس از لحظه صفر، برای دومین بار انرژی جنبشی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟
		☐ ب) این نوسانگر در مدت زمان یک دوره تناوب چه مسافتی را طی می‌کند؟
۲۴	۰.۵	دو عامل مؤثر بر نیروی مقاومت شاره را بنویسید.
۲۵		

ردیف	نمره	
	۱	نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل است. 
		الف معادله حرکت متحرک را در ۵ ثانیه اول حرکت بنویسید.
		ب تندی متوسط متحرک در کل زمان حرکت چند $\frac{m}{s}$ است؟

ردیف	نمره
۱	$\left. \begin{aligned} K &= \frac{1}{2}mv^2 \\ p &= mv \rightarrow v = \frac{p}{m} \end{aligned} \right\} \rightarrow K = \frac{1}{2}m\left(\frac{p}{m}\right)^2 \rightarrow K = \frac{p^2}{2m}$
۲	زیرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت، تندى متحرک در بازه‌های زمانی برابر، ثابت است؛ پس مسافت‌های یکسانی را هم طی می‌کند.
۳	$\left. \begin{aligned} v &= \frac{2\pi r}{T} \\ a &= \frac{v^2}{r} \end{aligned} \right\} \rightarrow a = \frac{1}{r}\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$
۴	
	الف) تندى جسم و بزرگى جسم
	ب) فنرى با طول اولیه L_0 را از یک نقطه بطور قائم آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن جسمی به جرم m وصل می‌کنیم. پس از رسیدن فنر به حالت تعادل، تغییر طول فنر (x) را حساب کرده و از رابطه زیر ثابت فنر بدست می‌آید: $kx - mg = 0 \Rightarrow k = \frac{mg}{x}$
۵	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{9.8}} = \frac{6}{5}s$
۶	
	الف) گزینه (۲)
۷	آسانسوری که در حال حرکت کند شونده به طرف پایین است، دارای شتابی روبه بالا خواهد بود. در اینصورت داریم: $F_{net} = ma \rightarrow F_e - mg = m a \rightarrow kx = m(g + a) \rightarrow 10x = 2(10 + 2) \rightarrow x = 2.4cm$ از طرفی می‌دانیم که:  $x = \Delta l = l - l_0 \rightarrow 2.4 = l - 15 \rightarrow l = 17.4cm$
۸	الف) $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{25\pi} \Rightarrow T = 0.08s$ ب) $v_{max} = A\omega \Rightarrow v_{max} = \frac{2}{\pi} \times 25\pi \Rightarrow v_{max} = 50 \frac{m}{s}$
۹	$mg - F_N = ma \rightarrow 500 - F_N = 50(+2) \quad F_N = 50 \times 8 = 400N$

ردیف	نمره
۱۰	از آنجایی که وزن خودرو به طور یکنواخت روی فنرها توزیع شده، هر فنر $\frac{1}{4}$ جرم خودرو را تحمل می‌کند. $m' = \frac{m}{4} = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}}$ $\rightarrow T = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{400}{2 \times 10^4}} \approx 0.89 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.89 \text{ s}} = 1.12 \text{ Hz}$ $\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow$ $\omega = \frac{2 \times 3.14}{0.89} = 7.06 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
۱۱	
الف	نادرست - مثال نقض این عبارت، حرکت خودرویی است که راننده آن ترمز کرده است. سرعت به سمت جلو و شتاب به سمت عقب است.
ب	درست
۱۲	ابتدا باید ببینیم با این شتاب ($a = -2 \frac{m}{s^2}$) خودرو چه مسافتی برای توقف لازم دارد: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 400 = 2 \times (-2)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 100 \text{ m}$ بدیهی است که چون مانع در فاصله ۴۵ متری قرار دارد، خودرو با آن برخورد می‌کند.
۱۳	
الف	درست
ب	نادرست، نیروی مقاومت شاره به بزرگی سطح مقطع جسم بستگی دارد.
پ	درست
۱۴	
الف	مطابق شکل نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم.  $F_{net} = ma = 0 \Rightarrow F_e = W = mg$ $\Rightarrow F_e = 0.5 \times 10 = 5 \text{ N}$ $\Rightarrow F_e = kx \Rightarrow 5 = k \times (0.25 - 0.20)$ $\Rightarrow k = \frac{5}{0.05} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
ب	

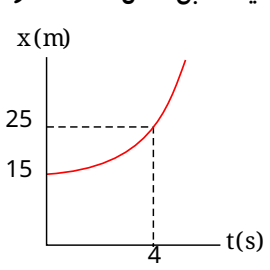
$$F_e = W = kx \Rightarrow 0.3 \times 10 = 100x \Rightarrow x = \frac{3}{100} = 0.03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

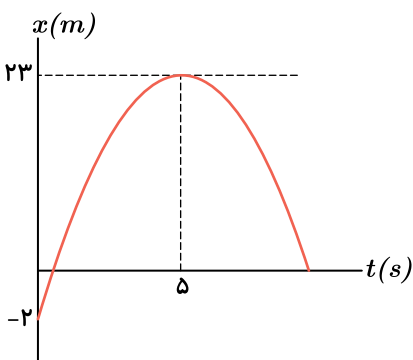
ردیف	نمره	
		ب $F_e = W = kx \Rightarrow 0.3 \times 10 = 100x \Rightarrow x = \frac{3}{100} = 0.03m = 3cm$ تغییر طول فنر ۳cm است، یعنی: $x_2 - x_1 = 3cm \Rightarrow x_2 - 20 = 3 \Rightarrow x_2 = 23cm$
۱۵		دوره تناوب عقربه دقیقه شمار ۶۰ دقیقه یا ۳۶۰۰ ثانیه است. $v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow v = \frac{2 \times 3 \times 0.1}{3600} = \frac{1}{6} \times 10^{-3} \frac{m}{s}$
۱۶		سرعت A را ۳v و سرعت B را v می گیریم، سپس جابه جایی را بر حسب سرعت محاسبه می کنیم. $\begin{array}{l} \Delta x = vt \\ \Delta x_A = 3v \times 4 = 12v \\ \Delta x_B = v \times 4 = 4v \end{array}$  مسافت کل بین مکان اولیه A و B برابر مجموع Δx_A و Δx_B است: $\Delta x = \Delta x_A + \Delta x_B = 4v + 12v = 16v$ حال می خواهیم ببینیم چقدر طول می کشد تا دوندۀ B به مکان اولیه دوندۀ A برسد، یعنی جابه جایی $\Delta x = 16v$ را طی کند: $\Delta x = v \times t \Rightarrow t = \frac{\Delta x}{v} \rightarrow t = \frac{16v}{v} = 16s$
۱۷		ابتدا شرط حرکت جسم را بررسی می کنیم، برای این منظور باید نیروی اصطکاک در آستانۀ حرکت را با نیروی محرک F مقایسه کنیم، یعنی: $\left. \begin{array}{l} f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.6 \times 20 \times 10 = 120 N \\ F < f_{s,max} \Rightarrow \text{جسم ساکن است.} \end{array} \right\}$ $\Rightarrow R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{(200)^2 + (100)^2} = 100\sqrt{5} N$
۱۸		با فرض جهت مثبت به طرف پایین، داریم:  $v_A = gt_B \quad v_A = gt_A$ $v_A - v_B = gt_A - gt_B \Rightarrow 15 = 10(t_A - t_B)$ $\Rightarrow t_A - t_B = 1.5s$ بنابراین مدت زمانی که طول می کشد تا گلولۀ A از محل پرتاب به سطح زمین برسد، ۱.۵s بیشتر از گلولۀ B است. داریم: $4 - t_B = 1.5 \Rightarrow t_B = 2.5s$ $h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h_A - h_B = \frac{1}{2}g(t_A^2 - t_B^2) \Rightarrow h_A - h_B = \frac{1}{2} \times 10 \times (4^2 - 2.5^2) = 48.75m$
۱۹	۰.۷۵	$T - mg - f_D = ma \rightarrow 60 - 50 - 2.5 = 5a \Rightarrow a = 1.5 \frac{m}{s^2}$
۲۰	۰.۷۵	ابتدا سرعت متحرک را حساب می کنیم، چون حرکت یکنواخت است، سرعت لحظه ای و سرعت متوسط برابر است. $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3 - (-3)}{6 - 3} = 2 \frac{m}{s}$

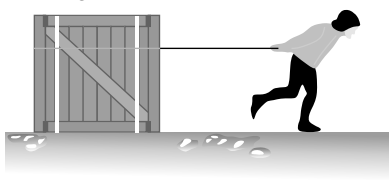
ردیف	نمره	
	۰.۷۵	اکنون با استفاده از مکان در یکی از لحظه‌ها، مکان در لحظه $t = 1 \text{ s}$ را به دست می‌آوریم: $\begin{cases} t_1 = 3 \text{ s} \\ x_1 = -3 \text{ m} \end{cases} \Rightarrow 2 = \frac{x - (-3)}{1 - 3} \Rightarrow x = 11 \text{ m} \xrightarrow{\text{بردار مکان}} \vec{x} = +11\vec{i}$ (صفحه ۱۳ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3 - (-3)}{6 - 3} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{نمره } ۰.۲۵)$ (نمره ۰.۲۵) $2 = \frac{x - (-3)}{1 - 3} \Rightarrow \vec{x} = +11\vec{i} \quad (\text{نمره } ۰.۲۵)$
۲۱	۱	
		الف) مکان
		ب) تندی
		پ) خلاف جهت
		ت) سرعت
۲۲	۱	ابتدا با به دست آوردن شتاب و سرعت اولیه، معادله سرعت را می‌نویسیم: $\begin{cases} x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \\ x = 2t^2 - 8t + 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}a = 2 \Rightarrow a = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ v_0 = -8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{cases}$ پایان ثانیه چهارم یعنی $t = 4 \text{ s}$: $v = at + v_0 \rightarrow v = 4t - 8 \rightarrow v = 4(4) - 8 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (صفحه ۱۷ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: $v = at + v_0 \quad (\text{نمره } ۰.۲۵) \rightarrow v = 4t - 8 \quad (\text{نمره } ۰.۵) \rightarrow v = 4(4) - 8 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{نمره } ۰.۲۵)$
۲۳	۱.۲۵	
		الف)
		$\frac{2\pi}{T} = 10\pi \Rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s} \quad t = \frac{3}{4}T \quad t = \frac{3}{4} \times \frac{1}{5} = \frac{3}{20} \text{ s}$
		ب)
		$I = 4 \text{ A} \quad I = 4 \times 0.02 = 0.08 \text{ A}$
۲۴	۰.۵	تندی جسم و بزرگی جسم
۲۵	۱	
		الف)
		$x = vt + x_0 \rightarrow x = 2t$
		ب)

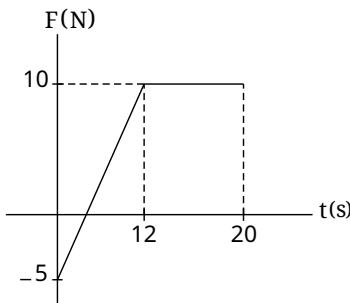
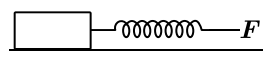
$$S_{av} = \frac{I}{\Delta t} \rightarrow S_{av} = \frac{50}{25} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ردیف	نمره	
	ب $S_{av} = \frac{l}{\Delta t} \rightarrow S_{av} = \frac{50}{25} = 2 \frac{m}{s}$	

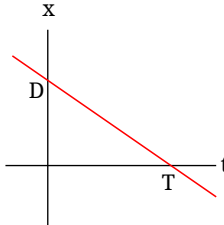
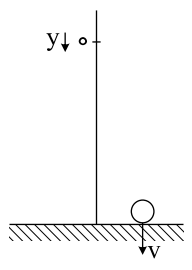
ردیف	نمره
۱	رابطه مکان جسمی که روی محور x حرکت می‌کند با زمان برحسب یکاهای SI به صورت زیر است: $x = -9t^2 + 36t + 28$ الف) در چه بازه زمانی جسم در سوی مثبت محور x حرکت می‌کند؟ ب) در چه بازه زمانی جسم در سوی منفی محور x حرکت می‌کند؟ پ) در چه لحظه‌ای جهت حرکت جسم تغییر می‌کند؟ ت) در چه مکانی جهت حرکت جسم تغییر می‌کند؟
۲	رابطه مکان و زمان حرکتی به صورت زیر است: $\frac{x}{D} + \frac{t}{T} = 1$ الف) مفهوم D و T در این حرکت چیست؟ ب) نمودار مکان - زمان این حرکت را رسم کنید. پ) سرعت متوسط حرکت از لحظه صفر تا لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان می‌گذرد را به دست آورید.
۳	الف) گلوله A را در شرایط خلأ از ارتفاع h و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. سه ثانیه بعد، گلوله B را از ارتفاع $\frac{h}{4}$ و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. نسبت سرعت گلوله A به سرعت گلوله B در لحظه رسیدن به زمین چقدر است؟ ب) اگر دو گلوله هم‌زمان به زمین برسند، مدت زمان سقوط هر گلوله و ارتفاع h را پیدا کنید.
۴	نیروی ثابت F بر جسمی به جرم ۴ کیلوگرم اثر می‌کند. نمودار مکان - زمان حرکت جسم برای مدت ۴ ثانیه مطابق شکل است. اندازه نیروی F کدام است؟ 
۵	اتومبیلی یک میدان دایره‌شکل به شعاع $125m$ را دور می‌زند. اگر سرعت متوسط در مدتی که این اتومبیل نصف میدان را دور می‌زند، $\frac{m}{s}$ باشد، تندی متوسط اتومبیل را محاسبه کنید. ($\pi = 3.14$)
۶	متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و معادله مکان - زمان آن در SI به صورت $x = -t^2 + 3t - 2$ است. موارد زیر را در مورد این متحرک تعیین کنید. الف) سرعت اولیه ب) شتاب اولیه پ) مکان اولیه ت) لحظه‌هایی که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند.
۷	بیشینه شتاب خودرویی در جاده خیس $2 \frac{m}{s^2}$ است. اگر این خودرو با سرعت $54 \frac{km}{h}$ در حرکت باشد و راننده ناگهان مانعی را در فاصله ۷۰ متری خود ببیند، آیا می‌تواند خودرو را به موقع متوقف کند؟ (زمان تأخیر در واکنش راننده را ۰٫۵ ثانیه در نظر بگیرید.)

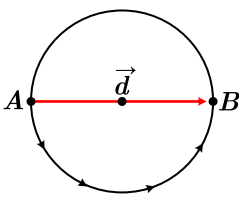
ردیف	نمره	
۸		نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل، قسمتی از یک سهمی است. 
		الف) سرعت اولیه و شتاب حرکت را به دست آورید.
		ب) معادله مکان - زمان این حرکت را بنویسید.
		پ) نمودار سرعت - زمان حرکت را در مدت ۵ ثانیه رسم کنید.
۹		معادله مکان - زمان اتومبیلی که در مسیری مستقیم حرکت می کند در SI ، به صورت $x = -2t^2 + 8t + 1$ است.
		الف) شتاب اتومبیل، سرعت اولیه و مکان اولیه آن را تعیین کنید.
		ب) معادله سرعت - زمان آن را نوشته و بیان کنید در چه لحظه ای اتومبیل تغییر جهت می دهد؟
		پ) جابه جایی و مسافتی که اتومبیل در $10s$ اول حرکت می پیماید چند متر است؟
۱۰		در شرایط خلأ گلوله ای را از ارتفاع h رها می کنیم. اگر گلوله در دو ثانیه آخر حرکتش تا رسیدن به زمین 80 متر را طی کند، ارتفاع h چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
۱۱		چتربازی به جرم $70kg$ مدتی پس از یک پرش، چترش باز می شود. ناگهان نیروی مقاومت هوا به $1260N$ افزایش می یابد. شتاب چتر باز را در این لحظه محاسبه کرده و ادامه حرکت چتر باز را تحلیل کنید. ($g = 10 \frac{N}{kg}$) 

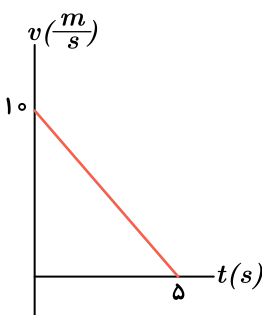
ردیف	نمره
۱۲	دو گوی کروی با شعاع یکسان به جرم‌های $m_1 = 2\text{ kg}$ و $m_2 = 2\text{ g}$ را از درون یک هواپیما که ارتفاع آن خیلی زیاد است، به‌طور هم‌زمان رها کرده‌ایم. الف) تندی حدی کدام جسم بیشتر است؟ ب) پس از رسیدن هر دو جسم به تندی حدی، نیروی مقاومت هوای وارد بر گوی m_1 چند برابر نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم m_2 است؟
۱۳	دو ذره با جرم‌های m_1 و m_2 در فاصله r از هم قرار دارند. اگر جرم یکی ذره‌ها ۲ برابر و فاصله بین آنها نصف شود، نیروی گرانشی بین آنها چند برابر می‌شود؟
۱۴	اتومبیلی که مجموع جرم آن و راننده‌اش 1200 kg است با سرعت $20\frac{m}{s}$ در مسیری مستقیم حرکت می‌کند. راننده با دیدن مانعی در فاصله ۱۱۲ متری با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ ترمز می‌کند و متوقف می‌شود. اگر زمان واکنش راننده 0.5 s باشد،
	الف) آیا اتومبیل به مانع برخورد می‌کند؟
	ب) از لحظه ترمز تا توقف کامل خودرو، چند ثانیه طول می‌کشد؟
	پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟
۱۵	دو متحرک A و B روی محور x با سرعت‌های ثابت در حال حرکت هستند و هم‌زمان با هم در لحظه $t = 0$ از مبدأ حرکت خود عبور می‌کنند. متحرک A در ثانیه دوم حرکت از مکان $x_1 = -20\text{ m}$ تا مبدأ مکان جابه‌جا می‌شود و متحرک B در ۴ ثانیه دوم حرکت از مکان $x_1 = 60\text{ m}$ تا $x_2 = 20\text{ m}$ جابه‌جا می‌شود. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه این دو متحرک به یکدیگر می‌رسند؟
۱۶	متحرکی با شتاب ثابت و سرعت اولیه 18 m/s در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر جابه‌جایی متحرک در ثانیه پنجم حرکت برابر با صفر باشد، مسافت طی شده توسط متحرک در ۱۰ ثانیه ابتدایی حرکت چند متر است؟
۱۷	متحرکی که با سرعت v_0 روی مسیر مستقیم با شتاب ثابت شروع به حرکت کرده است در هر ۲ ثانیه، ۲ متر بیشتر از ۲ ثانیه قبلی حرکت می‌کند. اگر در ۲ ثانیه سوم این متحرک ۱۰ متر جابه‌جا شود، سرعت اولیه آن چند متر بر ثانیه است؟
۱۸	کتابی به جرم m روی میز افقی قرار دارد. نیروی F به‌طور عمودی یک‌بار به طرف پایین و بار دیگر به طرف بالا به آن وارد می‌شود. نسبت نیروی تکیه‌گاه در حالت اول دو برابر حالت دوم است. F چه کسری از وزن است؟
۱۹	در شکل زیر، کارگری یک جعبه ۸ کیلوگرمی را با نیروی افقی ثابت 100 N روی سطح افقی می‌کشد. اگر شتاب حرکت جعبه $5\frac{m}{s^2}$ باشد، اندازه نیرویی که از طرف سطح به جعبه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$ 

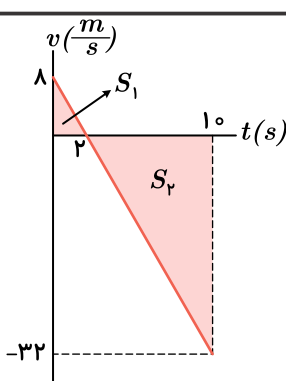
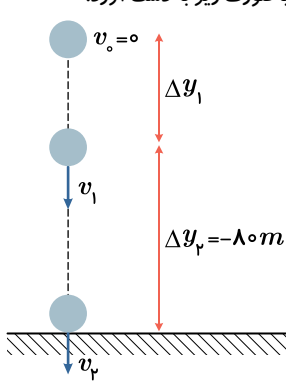
ردیف	نمره	
۲۰		جسمی به جرم 3 kg تحت تاثیر نیرویی که تغییرات آن با زمان به شکل زیر است از حال سکون به حرکت درمی آید. تکانه آن در $t = 20\text{ s}$ چند $\frac{m}{s} \cdot \text{kg}$ است؟ (حرکت روی خط راست است). 
۲۱		قطاری با سرعت 30 m/s روی یک ریل مستقیم به ایستگاه نزدیک می شود. در لحظه ای که فاصله ابتدای قطار تا ایستگاه 240 m است، راننده قطار با شتاب 1.5 m/s^2 ترمز می کند، وقتی که قطار متوقف می شود، $\frac{1}{3}$ طول قطار از ایستگاه عبور کرده است. طول قطار چند متر است؟
۲۲		دو متحرک بر خط راست در خلاف جهت هم به هم نزدیک می شوند. در یک لحظه فاصله آنها 28 m است و هر دو با شتاب 2 m/s^2 حرکت خود را تند می کنند. اگر در این لحظه سرعت آنها 4 m/s و 6 m/s باشد جابه جایی هریک، از لحظه شروع حرکت تندشونده تا وقتی به هم می رسند، چند متر است؟
۲۳	۱	شکل روبه رو جسمی به جرم 3 kg را نشان می دهد که روی یک سطح افقی با ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی 0.4 و 0.3 در حال سکون قرار دارد. به جسم نیروی افقی 8 N وارد می شود. 
		الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسم را با محاسبه تعیین کنید. ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
		ب) اگر نیروی افقی وارد بر جسم حذف شود، اندازه نیروی سطح بر جسم کاهش می یابد یا افزایش؟
۲۴	۱.۲۵	مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 4 kg را با فنری به ضریب سختی $100 \frac{N}{m}$ در راستای افقی می کشیم. جسم از حال سکون و با شتاب ثابت $1.5 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می کند، اگر ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی 0.2 باشد، میزان تغییر طول فنر چند متر می شود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$) 
۲۵		دونده ای با سرعت ثابت در جهت محور x حرکت می کند و در لحظه های $t_1 = 0\text{ s}$ و $t_2 = 12\text{ s}$ به ترتیب از مکان های $x_1 = -36\text{ m}$ و

ردیف	نمره	
	۱.۵	$x_2 = +36m$ می‌گذرد.
		الف بردار مکان دونده را در لحظه t_1 رسم کنید. 
		ب معادله مکان - زمان دونده را در SI بنویسید.
		پ مسافت پیموده شده توسط دونده در بازه زمانی صفر تا $12s$ چند متر است؟

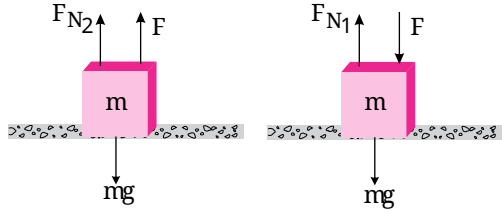
ردیف	نمره	
۱		رابطه مکان - زمان را به صورت زیر تغییر می دهیم: $x = -9t^2 + 36t + 28 = -9t^2 + 36t - 36 + 64$ $= -9(t^2 - 4t + 4) + 64 = -9(t - 2)^2 + 64$ با توجه به رابطه مکان - زمان، در لحظه $t = 2s$ مکان به بیشترین مقدار خود یعنی $x_{max} = 64m$ می رسد. بنابراین: الف) در محدوده زمانی $t < 2s$، x بر حسب t صعودی است و افزایش می یابد و جسم در سوی مثبت محور x حرکت می کند. ب) در محدوده زمانی $t > 2s$، x بر حسب t نزولی است و کاهش می یابد و جسم در سوی منفی محور x حرکت می کند. پ و ت) در لحظه $t = 2s$ و در مکان $x = 64m$ جهت حرکت جسم تغییر می کند.
۲		الف) اگر در رابطه مکان - زمان، $x = D$ قرار داده شود، $t = 0$ به دست می آید. پس D مکان متحرک در لحظه صفر است. همچنین اگر در رابطه مکان - زمان، $t = T$ قرار داده شود، $x = 0$ به دست می آید. پس T لحظه ای است که متحرک از مبدأ مکان عبور می کند. ب) رابطه مکان - زمان درجه یک است. در نتیجه، نمودار مکان - زمان این حرکت یک خط راست است. $\frac{x}{D} + \frac{t}{T} = 1 \Rightarrow x + \frac{D}{T}t = D \Rightarrow x = -\frac{D}{T}t + D$  شیب این خط $-\frac{D}{T}$ و عرض از مبدأ آن D است. پس نمودار مکان - زمان به صورت شکل روبه رو می شود. پ) نمودار مکان - زمان حرکت خط راست است و شیب آن ثابت است. در نتیجه، سرعت متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه ثابت و برابر شیب این خط است. بنابراین، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی مورد نظر برابر $-\frac{D}{T}$ است.
۳		الف) فرض می کنیم جسمی از ارتفاع y رها می شود.  $v^2 - v_o^2 = 2g\Delta y \Rightarrow v^2 - 0 = 2g(y - 0)$ $\Rightarrow v^2 = 2gy \Rightarrow v = \sqrt{2gy}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{جسم A: } y = h \Rightarrow v_A = \sqrt{2gh} \\ \text{جسم B: } y = \frac{h}{4} \Rightarrow v_B = \sqrt{2g\frac{h}{4}} = \sqrt{\frac{1}{2}gh} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{\frac{1}{2}gh}} = \sqrt{4} = 2$ ب) اگر گلوله ها هم زمان به زمین برسند، یعنی مدت زمان سقوط گلوله B، سه ثانیه از مدت زمان سقوط گلوله A کمتر است. مدت زمان سقوط گلوله A را T و مدت زمان سقوط گلوله B را $(T - 3)s$ در نظر می گیریم: $y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A: h = \frac{1}{2}gT^2 \\ B: \frac{h}{4} = \frac{1}{2}g(T - 3)^2 \end{array} \right.$ $\Rightarrow \frac{h}{(\frac{h}{4})} = \frac{gT^2}{g(T - 3)^2} \Rightarrow 4 = \left(\frac{T}{T - 3}\right)^2$ $\Rightarrow 2 = \frac{T}{T - 3} \Rightarrow 2T - 6 = T \Rightarrow T = 6s$ مدت زمان سقوط A، $t_A = T = 6s$ و مدت زمان سقوط B، $t_B = T - 3s = 3s$ بوده است. $\Rightarrow h = \frac{1}{2}gT^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 6^2 = 176.4m$

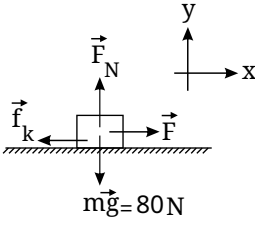
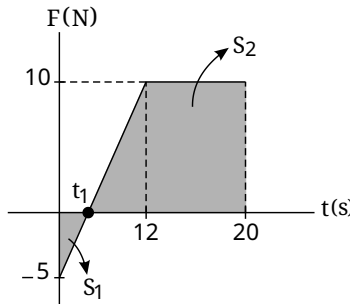
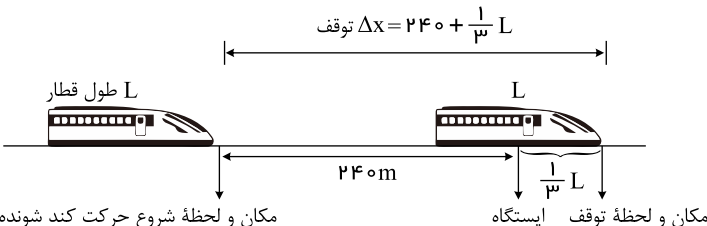
ردیف	نمره
۴	به علت اینکه خط مماس بر نمودار در لحظهٔ صفر دارای شیب صفر است پس تندى اولیه صفر است. سرعت اولیه حرکت جسم صفر است. نیروی وارد بر جسم ثابت است بنابراین شتاب حرکت جسم نیز ثابت است. در این صورت داریم: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ $\Rightarrow 25 = \frac{1}{2}a(4)^2 + 0 \times (4) + 15 \Rightarrow 10 = 8a \Rightarrow a = 1.25 \text{ m/s}^2$ $a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow 1.25 = \frac{F_{net}}{4} \Rightarrow F_{net} = 5N$
۵	وقتی اتومبیل نصف میدان را دور می‌زند، اندازهٔ جابه‌جایی اتومبیل برابر است با قطر میدان، بنابراین:  $ \vec{d} = 2 \times (125m) = 250m$ حالا با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط، زمان طی نیم دور را که نصف محیط دایره است، به دست می‌آوریم: $ v_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \Rightarrow 5 \frac{m}{s} = \frac{250m}{\Delta t}$ $\Rightarrow \Delta t = \frac{250m}{5m/s} = 50s$ حالا که زمان طی نیم دور را داریم، مسافت نیم دور را که نصف محیط دایره است، به دست می‌آوریم: $l = \frac{1}{2} \times \text{محیط} = \frac{1}{2} \times 2\pi R = 3.14 \times 125(m) \simeq 393m$ و در آخر تندى متوسط اتومبیل برابر است با: $S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{393m}{50s} = 7.86 \frac{m}{s}$
۶	الف و ب و پ) سه قسمت اول سؤال را با هم پاسخ می‌دهیم: $\begin{cases} x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \\ x = -t^2 + 3t - 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}a = -1 \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2} \\ v_0 = 3 \frac{m}{s} \\ x_0 = -2m \end{cases}$ ت) برای اینکه لحظه‌هایی را که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند، به دست آوریم، تنها کافی است x را مساوی صفر قرار دهیم و ریشه‌های معادلهٔ مکان - زمان را تعیین کنیم. $x = 0 \Rightarrow 0 = -t^2 + 3t - 2 \Rightarrow 0 = -(t-1)(t-2) \Rightarrow t = \begin{cases} 1s \\ 2s \end{cases}$
۷	در مدت زمان تأخیر در واکنش راننده، حرکت خودرو با سرعت ثابت است. بنابراین جابه‌جایی در این مدت به صورت زیر به دست می‌آید: $54 \frac{km}{h} = 15 \frac{m}{s}$ $\Delta x_1 = vt = 15 \times 0.5 = 7.5m$ حال جابه‌جایی بعد از ترمز تا زمان توقف احتمالی را پیدا می‌کنیم: $v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x_f \Rightarrow 0 - 225 = 2 \times (-2)\Delta x_f$ $\Rightarrow \Delta x_f = \frac{225}{4} = 56.25m$ $\Delta x_1 + \Delta x_f = 7.5 + 56.25 = 63.75m$ چون مانع در فاصلهٔ ۷۰ متری است، خوشبختانه خودرو با آن برخورد نمی‌کند.
۸	ابتدا معادلهٔ سرعت - زمان این حرکت را می‌نویسیم: $v = at + v_0 \Rightarrow v = -2t + 10$

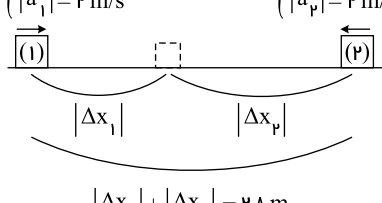
ردیف	نمره	
		الف نمودار قسمتی از یک سهمی است، بنابراین حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. برای پیدا کردن سرعت اولیه می‌توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم، زیرا شتاب حرکت مجهول است. از طرفی با توجه به اینکه شیب خط مماس بر نمودار در لحظه $t = 5s$ برابر صفر است، می‌توان نتیجه گرفت سرعت در این لحظه برابر صفر است. پس برای بازه زمانی صفر تا ۵ ثانیه می‌توانیم بنویسیم: $\Delta x = \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)t \Rightarrow 23 - (-2) = \left(\frac{v_0 + 0}{2}\right) \times 5 \Rightarrow 25 = 2.5v_0 \Rightarrow v_0 = 10 \frac{m}{s}$ برای پیدا کردن شتاب حرکت از رابطه سرعت - زمان در ۵ ثانیه اول حرکت استفاده می‌کنیم. $v = at + v_0 \Rightarrow 0 = a \times 5 + 10 \Rightarrow -5a = 10 \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$
		ب با داشتن v_0 و a از قسمت قبل می‌توان نوشت: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \xrightarrow{x_0 = -2m} x = \frac{1}{2}(-2)t^2 + 10t - 2 \Rightarrow x = -t^2 + 10t - 2$
		پ ابتدا معادله سرعت - زمان این حرکت را می‌نویسیم: $v = at + v_0 \Rightarrow v = -2t + 10$ همان‌طور که می‌بینید و قبلاً هم گفته شد، معادله سرعت این حرکت خطی است و نمودار آن یک خط راست است که با دادن دو مقدار و پیدا کردن دو نقطه به راحتی رسم می‌شود. 
۹		
		الف با مقایسه معادله مکان - زمان اتومبیل و معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}a = -2 \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2} \\ v_0 = 8 \frac{m}{s} \\ x_0 = 1m \end{cases}$
		ب معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت به صورت $v = at + v_0$ است. $v = at + v_0 \xrightarrow{a = -4 \frac{m}{s^2}, v_0 = 8 \frac{m}{s}} v = -4t + 8$ زمانی که اتومبیل تغییر جهت می‌دهد باید سرعت آن صفر شود. در نتیجه معادله سرعت - زمان را برابر صفر قرار می‌دهیم تا زمان تغییر جهت به دست آید. $v = -4t + 8 \Rightarrow 0 = -4t + 8 \Rightarrow t = 2s$
		پ مساحت زیر سطح نمودار $v - t$ نشان‌دهنده جابه‌جایی و مسافت پیموده شده است. بنابراین نمودار $v = -4t + 8$ را از صفر تا ۲s رسم می‌کنیم و جابه‌جایی و مسافت پیموده شده را محاسبه می‌کنیم.
		پ مساحت زیر سطح نمودار $v - t$ نشان‌دهنده جابه‌جایی و مسافت پیموده شده است. بنابراین نمودار $v = -4t + 8$ را از صفر تا ۲s رسم می‌کنیم و جابه‌جایی و مسافت پیموده شده را محاسبه می‌کنیم.

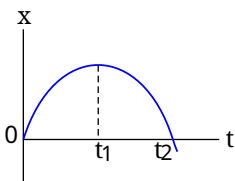
ردیف	نمره	
		 $S_1 = \Delta x_1 = 8m, S_2 = \Delta x_2 = -128m$ $\Delta x_{\text{کل}} = -128 + 8 = -120m$ $l_{\text{کل}} = 128 + 8 = 136m$
۱۰		حرکت گلوله مطابق شکل مقابل است. اگر فقط ۸۰ متر آخر را مورد مطالعه قرار دهیم، v_1 سرعت اولیه این مرحله است و می‌توان آن را به صورت زیر به دست آورد:  $\Delta y_2 = -\frac{1}{2}gt^2 + v_1 t$ $-80 = -5 \times 2^2 + v_1 \times 2$ $\Rightarrow -80 = -20 + 2v_1$ $-60 = 2v_1 \Rightarrow v_1 = -30 \frac{m}{s}$ حالا معادله سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت را برای قسمت اول حرکت می‌نویسیم: $v_1^2 - v_0^2 = -2g\Delta y_1 \Rightarrow (-30)^2 - 0 = -20\Delta y_1 \Rightarrow \Delta y_1 = -45m$ اندازه ارتفاع h برابر مجموع اندازه‌های Δy_1 و Δy_2 است. یعنی: $h = \Delta y_1 + \Delta y_2 = 45 + 80 = 125m$
۱۱		نیروی وزن رو به پایین و مقاومت هوا رو به بالا است. اگر جهت مثبت محور مختصات را رو به بالا انتخاب کنیم، شتاب چتر باز در این حالت برابر است با: $F_D - W = ma \Rightarrow 1260 - 700 = 70a \Rightarrow a = 8 \frac{m}{s^2}$ شتاب چتر باز $8 \frac{m}{s^2}$ به طرف بالا است. یعنی خلاف جهت حرکت چتر باز می‌باشد. بنابراین تندى چتر باز به تدریج کاهش یافته و نیروی مقاومت هوا نیز کم می‌شود تا هنگامی که نیروی مقاومت هوا با وزن چتر باز برابر شده و چتر باز با سرعت ثابت (تندی حدی) به طرف پایین حرکت کند.
۱۲		الف) تندى حدی گلوله (۱) بیشتر است. این موضوع به این خاطر است که جسم زمانی به تندى حدی می‌رسد که نیروی مقاومت هوا و وزن هم‌اندازه شود؛ پس زمانی که دو جسم به تندى حدی می‌رسند، داریم: $F_{D,1} = W_1 = m_1 g = (2kg)(10 \frac{N}{kg}) = 20N$ $F_{D,2} = W_2 = m_2 g = (\frac{2}{1000}kg)(10 \frac{N}{kg}) = 2\%N$ دو جسم ابعاد یکسانی دارند؛ پس نیروی مقاومت هوای وارد بر آنها فقط به تندى آنها وابسته است. گفتیم هر چقدر تندى بیشتر باشد، نیروی مقاومت هوا بیشتر است. در بالا دیدیم که وقتی هر دو جسم به تندى حدی خود رسیده‌اند، نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم (۲) است و در نتیجه داریم: $F_{D,1} > F_{D,2} \Rightarrow v_{\text{حدی},1} > v_{\text{حدی},2}$ ب) در قسمت قبل $F_{D,1}$ و $F_{D,2}$ را حساب کردیم؛ اینجا فقط لازم است نسبت آنها را بنویسیم: $\frac{F_{D,1}}{F_{D,2}} = \frac{20N}{0.02N} = 1000$ که برابر نسبت جرم گوی (۱) به جرم گوی (۲) است: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{2kg}{0.02kg} = 1000$

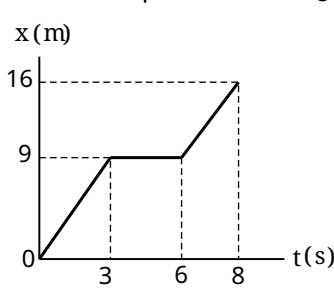
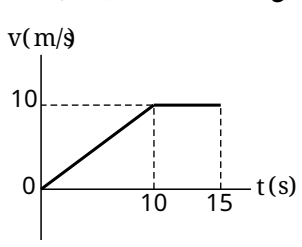
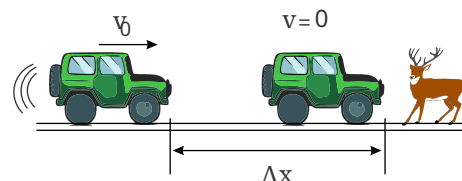
ردیف	نمره
۱۳	اگر جرم اجسام در حالت دوم را به ترتیب m'_1 و m'_2 و در حالت اول m_1 و m_2 در نظر بگیریم، با استفاده از رابطه نیروی گرانشی داریم: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{m'_1}{m_1} \times \frac{m'_2}{m_2} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{m'_1 = 2m_1, r_2 = \frac{1}{2}r_1} \frac{F_2}{F_1} = \frac{2m_1}{m_1} \times \frac{m_2}{m_2} \times \left(\frac{2r_1}{\frac{1}{2}r_1}\right)^2 = 2 \times 1 \times 4 = 8 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 8$
۱۴	
الف	راننده با دیدن مانع تا توقف کامل دو نوع حرکت دارد: ۱ - حرکت با سرعت ثابت در مدت واکنش ۲ - حرکت کندشونده با شتاب ثابت مسافت واکنش برابر است با: $\Delta x_1 = v \Delta t \Rightarrow \Delta x_1 = 20 \times 0.5 = 10m$ مسافت ترمز برابر است با: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2(-2) \times \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 100m$ مسافت کل، مجموع مسافت‌های واکنش و ترمز می‌باشد. $\Delta x = 10 + 100 = 110m$ بنابراین اتومبیل به مانع برخورد نمی‌کند و در فاصله ۲ متری از مانع می‌ایستد.
ب	با استفاده از رابطه سرعت - زمان در شتاب ثابت داریم: $v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -2t + 20 \Rightarrow t = 10s$
پ	در هنگام ترمز، نیروی پیشران برابر صفر است. $0 - f_k = ma \Rightarrow -f_k = 1200(-2) \Rightarrow f_k = 2400N$
۱۵	معادلات حرکت هر دو متحرک را می‌نویسیم: متحرک A: $t = 1s \text{ تا } t = 2s$ $(v_{av})_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - (-20)}{2 - 1} = \frac{20}{1} = 20m/s, x = (v_{av})_A t + x_0$ با جایگذاری یکی از مکان‌ها و زمان‌های داده‌شده، مکان متحرک A در لحظه $t_0 = 0$ به دست می‌آید. $\left. \begin{array}{l} x = 0 \\ t = 2s \end{array} \right\} 0 = 20 \times 2 + x_0 \Rightarrow x_0 = -40m$ بنابراین برای متحرک A معادله حرکت به صورت $x_A = 20t - 40$ خواهد بود. متحرک B: $4: t = 2s \text{ تا } t = 8s \Rightarrow (v_{av})_B = \frac{20 - 60}{8 - 4} = \frac{-40}{4} = -10m/s$ $\left. \begin{array}{l} t = 4s \\ x = 60m \end{array} \right\} \Rightarrow 60 = -10 \times 4 + x_0 \Rightarrow x_0 = 100m$ بنابراین معادله حرکت متحرک B به صورت $x_B = -10t + 100$ خواهد بود. وقتی که این دو متحرک در یک مکان باشند باید $x_A = x_B$ شود، بنابراین داریم: $x_A = x_B \Rightarrow -10t + 100 = 20t - 40 \Rightarrow 140 = 30t \Rightarrow t = \frac{14}{3}s$
۱۶	در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم، جابه‌جایی از رابطه زیر به دست می‌آید:

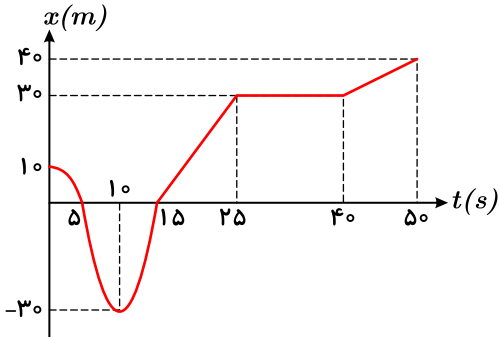
ردیف	نمره
	ثانیه پنجم یعنی بازه زمانی $t_1 = 4s$ تا $t_2 = 5s$، برای محاسبه جابه‌جایی در ثانیه پنجم، سرعت را در لحظه‌های $t_1 = 4s$ و $t_2 = 5s$ به دست می‌آوریم. داریم: $v = at + v_0 \xrightarrow[t_1=4s]{v_0=18m/s} v_1 = 4a + 18$ $v = at + v_0 \xrightarrow[t_2=5s]{v_0=18m/s} v_2 = 5a + 18$ در ثانیه پنجم جابه‌جایی برابر با صفر است، بنابراین: $\Delta x = 0 \Rightarrow v_1 + v_2 = 0 \Rightarrow 4a + 18 + 5a + 18 = 0 \Rightarrow a = -4m/s^2$ برای محاسبه مسافت طی شده در 10 ثانیه ابتدایی حرکت، جابه‌جایی متحرک را در لحظات قبل و بعد از آن که سرعتش صفر شود، محاسبه می‌کنیم، داریم: $v = at + v_0 \Rightarrow v = -4t + 18 = 0 \Rightarrow t = 4.5s$ $\Delta x_1 = \frac{v_0 + v'}{2} \Delta t_1 = \frac{18 + 0}{2} \times (4.5 - 0) \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{41}{2}m$ $v'' = -4 \times 10 + 18 \Rightarrow v'' = -22m/s$ $\Delta x_2 = \frac{v' + v''}{2} \Delta t_2 = \frac{0 + (-22)}{2} (10 - 4.5) \Rightarrow \Delta x_2 = -\frac{121}{2}m$ بنابراین: $مسافت طی شده = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{41}{2} + \frac{121}{2} = 101m$
۱۷	۲ متر بیشتر جابه‌جایی در هر ۲ ثانیه همان at^2 است: $at^2 = 2 \Rightarrow a \times 2^2 = 2 \Rightarrow a = \frac{1}{2} \frac{m}{s^2}$ ۲ ثانیه سوم یعنی $t = 4$ تا $t = 6$ ثانیه: $\Delta x = x_6 - x_4$ $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ $x_6 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 6^2 + v_0 \times 6 + x_0 = 9 + 6v_0 + x_0$ $x_4 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 4^2 + v_0 \times 4 + x_0 = 4 + 4v_0 + x_0$ $\Delta x = 10m$ $x_6 - x_4 = 10$ $9 + 6v_0 + x_0 - 4 - 4v_0 - x_0 = 10$ $2v_0 = 5 \Rightarrow v_0 = 2.5 \frac{m}{s}$
۱۸	نیروهای وارد بر کتاب را رسم می‌کنیم.  ۱ حالت: $F_{N1} = F + mg$ ۲ حالت: $F_{N2} = mg - F$ $F_{N1} = 2F_{N2} \Rightarrow F + mg = 2(mg - F) \Rightarrow 3F = mg \Rightarrow F = \frac{1}{3}mg$

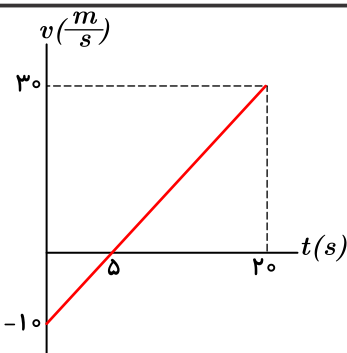
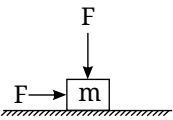
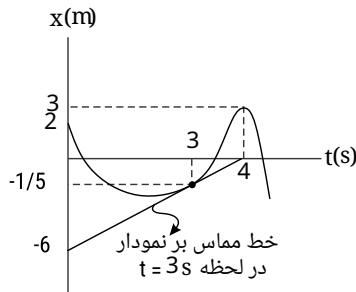
ردیف	نمره	
۱۹		با توجه به شکل بالا و با نوشتن قانون دوم نیوتون، ابتدا نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه را محاسبه می‌کنیم:  $F_{net,x} = ma_x \Rightarrow 100 - f_k = 8 \times 5 \Rightarrow f_k = 60 N$ $F_{net,y} = 0 \Rightarrow F_N = mg = 80 N$ می‌دانیم نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح مؤلفه‌های نیرویی هستند که از طرف سطح به جعبه وارد می‌شود. بنابراین نیروی وارد بر جعبه از طرف سطح برابر است با: $R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 N$
۲۰		اگر لحظه برخورد با محور را t_1 فرض کنیم با استفاده از تشابه مثلث‌ها داریم:  $\frac{\Delta}{t_1} = \frac{10}{12 - t_1} \Rightarrow 12 - t_1 = 2t_1$ $3t_1 = 12 \Rightarrow t_1 = 4 s$ مساحت سطح محور بین این منحنی و محور زمان تغییرات تکانه است. $\begin{cases} S_1 = \frac{\Delta \times t}{2} = -10 \\ S_2 = \left(\frac{10 + 10}{2} \right) \times 10 = 100 \end{cases} \Rightarrow \Delta p = S_1 + S_2 = 90 kg \frac{m}{s}$
۲۱		 مکان و لحظه توقف ایستگاه مکان و لحظه شروع حرکت کند شونده $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 900 = 2(-1.5) \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 300 m$ پس جابه‌جایی قطار در مدت ترمز کردن ۳۰۰ متر است. $300 - 240 = 60 \Rightarrow \frac{1}{3}L = 60 \Rightarrow L = 180 (m)$ طول قطار که از ایستگاه عبور کرده
۲۲		در ابتدا معادله جابه‌جایی هریک را می‌نویسیم. سپس لحظه رسیدن دو متحرک به هم را محاسبه می‌کنیم.

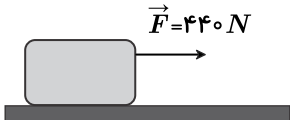
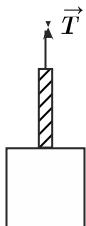
ردیف	نمره	
		$\begin{cases} v_1 = 4 \text{ m/s} \\ a_1 = 2 \text{ m/s}^2 \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = 6 \text{ m/s} \\ a_2 = 2 \text{ m/s}^2 \end{cases}$  $\Delta x_1 + \Delta x_2 = 28 \text{ m}$ $\Delta x_1 = 4t + \frac{1}{2} \times 2t^2 = t^2 + 4t$ $\Delta x_2 = 6t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 = t^2 + 6t$ $\Delta x_1 + \Delta x_2 = 28 \Rightarrow t^2 + 4t + t^2 + 6t = 28$ $t^2 + 5t - 14 = 0$ $(t + 7)(t - 2) = 0 \Rightarrow t = 2 \text{ s}$ $\Delta x_1 = t^2 + 4t = 4 + 4 \times 2 = 12 \text{ m}$ $\Delta x_2 = t^2 + 6t = 4 + 6 \times 2 = 16 \text{ m}$
۲۳	۱	
		الف
		$f_{s,max} = \mu_s mg \rightarrow f_{s,max} = 0.4 \times 30 = 12 \text{ N} \xrightarrow{F < f_{s,max}} f_s = 8 \text{ N}$ جسم ساکن باقی می ماند
		ب
		کاهش
۲۴	۱.۲۵	$f_k = \mu_k mg = 0.2 \times 4 \times 10 = 8 \text{ N}$ $F - f_k = ma \quad F - 8 = 4 \times 1.5 \Rightarrow F = 14 \text{ N}$ $F = kx \quad 14 = 100 \times x \Rightarrow x = 0.14 \text{ m}$
۲۵	۱.۵	
		الف
		ب
		$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} \rightarrow v_{av} = \frac{36 - (-36)}{12} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $x = vt + x_0 \rightarrow x = 6t - 36$
		پ
		$l = 36 + 36 = 72 \text{ m}$

ردیف	نمره
۱	طول عقربه‌های ساعت‌شمار، دقیقه‌شمار و ثانیه‌شمار یک ساعت دیواری به ترتیب ۹، ۱۵ و ۱۵ سانتی‌متر است. تندی متوسط نوک هریک از این عقربه‌ها را در مدت زمان یک دور چرخش برحسب یکای SI حساب کنید. ($\pi \approx 3$)
۲	رابطه سرعت - زمان متحرکی (که در آن v برحسب متر بر ثانیه و t برحسب ثانیه است) به صورت زیر است: $v = 3 - \frac{10t}{t^2 + 1}$ فاصله زمانی بین دو بار توقف متحرک را به دست آورید.
۳	پره‌های یک بالگرد در هر دقیقه، ۱۰۰۰ دور می‌چرخند. طول پره‌ها را 4.0 m فرض کنید و کمیت‌های زیر را برای پره‌ها محاسبه کنید. الف) دوره تناوب پره‌ها ب) تندی در وسط و نوک پره‌ها پ) شتاب مرکزگرا در وسط و نوک پره‌ها
۴	حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با تندی $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن 50 m است، دور بزند؟
۵	به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.
الف	شکل مقابل، چگونه نوسانی را نشان می‌دهد؟ 
ب	آیا شتاب در حرکت هماهنگ ساده، ثابت است یا متغیر؟
پ	آیا بسامد نوسان‌های سامانه وزنه - فنر، به جرم وزنه بستگی دارد؟
۶	نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. 
الف	در کدام بازه زمانی سرعت در حال افزایش و در کدام بازه در حال کاهش است؟
ب	در چه لحظه‌ای سرعت حرکت برابر صفر است؟
پ	شتاب حرکت در جهت محور x است یا خلاف آن؟

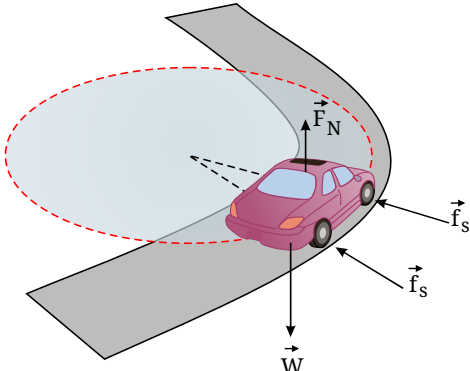
ردیف	نمره
۷	شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد؟ الف) در کدام لحظه، متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟ ب) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $6s$ تا $8s$ چند متر بر ثانیه است؟ پ) مسافت طی شده در بازه زمانی صفر تا $8s$ چند متر است؟ 
۸	نمودار سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند و در لحظه $t = 0$ از مکان $x = 0$ می‌گذرد همانند شکل زیر است. سرعت متوسط این متحرک در بازه زمانی صفر تا $15s$ را حساب کنید. 
۹	مطابق شکل، محیط بان با سرعت $20 \frac{m}{s}$ در حال حرکت است که ناگهان گوزنی را در فاصله 45 متری خود می‌بیند و ترمز می‌گیرد. خودرو پس از 4 ثانیه می‌ایستد. 
	الف) شتاب کندشونده خودرو را حساب کنید.
	ب) جابه‌جایی خودرو تا توقف چقدر است؟
	پ) آیا خودرو به گوزن برخورد می‌کند؟ چرا؟

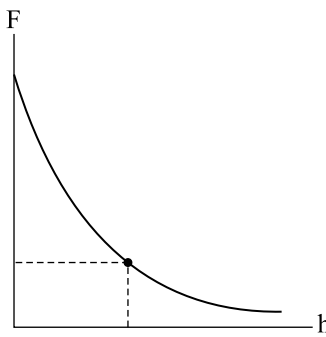
ردیف	نمره
۱۰	شخصی به جرم 60 kg روی یک ترازوی فنری، داخل آسانسور ایستاده است. اگر ترازو عدد 500 N را نشان دهد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟ (۱) حرکت آسانسور کندشونده رو به پایین است. (۲) حرکت آسانسور تندشونده رو به بالا است. (۳) حرکت آسانسور می تواند تندشونده رو به پایین یا کندشونده رو به بالا باشد.
۱۱	نمودار نیروی گرانشی وارد بر یک ماهواره را بر حسب فاصله از سطح زمین به طور کیفی رسم کنید.
۱۲	معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.1 \cos 40\pi t$ است. بسامد این نوسانگر چند هرتز است؟
۱۳	نمودار مکان زمان متحرکی که روی یک خط راست حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو است. 
	الف) در چه لحظه ای متحرک بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟
	ب) در چه بازه زمانی متحرک خلاف جهت محور x حرکت می کند؟
	پ) در چه بازه زمانی متحرک در جهت محور x حرکت می کند؟
	ت) در چه بازه زمانی متحرک ساکن است؟
	ث) از لحظه شروع حرکت تا 5.0 s متحرک چند بار تغییر جهت داده است؟
	ج) سرعت متوسط متحرک را در بازه های زمانی 5 s تا 2.5 s و صفر تا 5.0 s به دست آورید.
	چ) تندی متوسط از لحظه شروع حرکت تا 5.0 s چند متر بر ثانیه است؟
۱۴	نمودار سرعت - زمان موتورسواری که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو است.

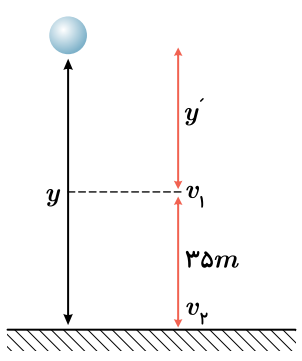
ردیف	نمره	
		
		الف در بازه‌های زمانی صفر تا ۵s و ۵s تا ۲۰s سرعت موتورسوار در حال افزایش است یا کاهش؟
		ب شتاب متوسط موتورسوار و جهت آن را در بازه‌های زمانی صفر تا ۵s و ۵s تا ۲۰s بیابید.
		پ در چه لحظه‌ای جهت حرکت موتورسوار عوض می‌شود؟
۱۵		سنگی را از ارتفاع y رها می‌کنیم. اگر سنگ در ثانیه آخر حرکتش مسافت ۳۵ متر را طی کند، ارتفاع y چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
۱۶		مطابق شکل زیر جسمی به جرم $2kg$ تحت تأثیر دو نیروی هم‌اندازه و عمود برهم روی سطح افقی دارای اصطکاکی در حال حرکت است. اگر بزرگی نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، $150N$ باشد، شتاب حرکت جسم چند $\frac{m}{s^2}$ است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$, $\mu_k = \frac{3}{4}$) 
۱۷		متحرکی روی پاره خط MN به طول $100cm$، از نقطه M شروع به حرکت کرده و روی آن حرکت رفت و برگشتی دارد. کمترین مسافت پیموده‌شده توسط متحرک چند سانتی‌متر باشد تا تندی متوسط آن ۳ برابر بزرگی سرعت متوسط آن در کل مسیر باشد؟
۱۸		نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط در ثانیه چهارم چند m/s^2 است؟ 
۱۹		متحرکی روی خط مستقیم فاصله دو نقطه A و B که 120 متر از هم فاصله دارند، را طی می‌کند، به‌طوری که نیمی از مسیر را با تندی $12 \frac{m}{s}$ و نیم دیگر را با تندی $24 \frac{m}{s}$ می‌پیماید. تندی متوسط متحرک در ۲ ثانیه سوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

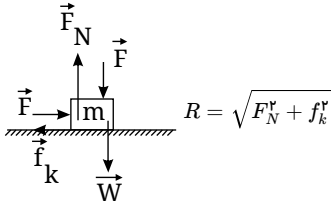
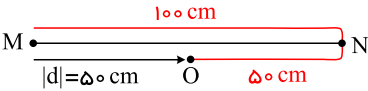
ردیف	نمره	
۲۰		گلوله A را از ارتفاع H رها می‌کنیم، یک ثانیه بعد از آنکه گلوله A به ۴۵ متری نقطه رها شدنش می‌رسد، گلوله B را از همان ارتفاع H رها می‌کنیم. ۲ ثانیه پس از شروع حرکت گلوله B، فاصله این دو گلوله از یکدیگر چند متر می‌شود؟ (از نیروی هوا صرف‌نظر شود، $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$, $H > ۲۰۰m$ است.)
۲۱		در شرایط خلأ و در لحظه $t = ۰$، گلوله‌ای از ارتفاع ۱۸۰ متری سطح زمین رها می‌شود. یک ثانیه پس از آن گلوله دیگری از همان ارتفاع رها می‌شود. فاصله بین دو گلوله در لحظه $t = ۳s$ چند برابر فاصله بین آنها در لحظه $t = ۵s$ است؟
۲۲	۱	مطابق شکل روبه‌رو جسمی به جرم $۸۰kg$ روی سطح افقی در حال حرکت است. اگر شتاب جعبه در این حالت $۱٫۵ \frac{m}{s^2}$ باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جعبه را به دست آورید. ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$) 
۲۳	۱	چتربازی به جرم $۵۰kg$، مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند؛ ناگهان نیروی مقاومت هوا به $۱۲۰۰N$ افزایش می‌یابد. (الف) شتاب چترباز را در این لحظه به دست آورید. (ب) وقتی پس از مدتی چترباز به تندی حدى می‌رسد، نیروی مقاومت هوای وارد بر آن چند نیوتون می‌شود؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)
۲۴	۰.۷۵	در شکل مقابل به کمک طنابی سبک، جعبه یک کیلوگرمی را از حال سکون با نیروی $۱۸N$ رو به بالا می‌کشیم. اگر نیروی مقاومت هوای وارد بر جعبه، ثابت و برابر $۵N$ باشد، شتاب حرکت جعبه چقدر است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$) 
۲۵	۰.۵	ثابت فنر به چه عواملی بستگی دارد؟ (۲ مورد)

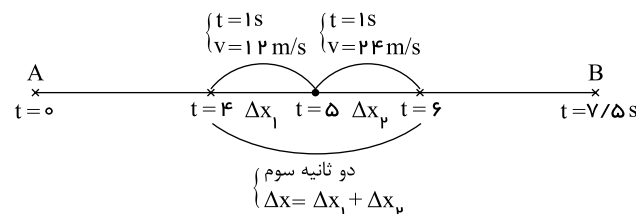
ردیف	نمره
۱	عقربه ساعت شمار در مدت ۱۲ ساعت، یک دور کامل می چرخد. $S_h = \frac{l_h}{\Delta t_h} = \frac{2\pi R_h}{\Delta t_h} = \frac{2 \times \pi \times 0.09m}{12 \times 3600s}$ $= \frac{5\pi}{12} \times 10^{-5}m \approx \frac{5}{4} \times 10^{-5}m$ عقربه دقیقه شمار در مدت ۱ ساعت، یک دور کامل می چرخد. $S_m = \frac{l_m}{\Delta t_m} = \frac{2\pi R_m}{\Delta t_m} = \frac{2 \times \pi \times 0.15m}{3600s}$ $= \frac{5\pi}{6} \times 10^{-4}m \approx \frac{5}{2} \times 10^{-4}m$ عقربه ثانیه شمار در مدت ۱ دقیقه، یک دور کامل می چرخد. $S_s = \frac{l_s}{\Delta t_s} = \frac{2\pi R_s}{\Delta t_s} = \frac{2 \times \pi \times 0.15m}{60s}$ $= \frac{\pi}{2} \times 10^{-2}m \approx \frac{3}{2} \times 10^{-2}m$
۲	در رابطه سرعت - زمان $v = 0$ را جایگزین می کنیم. $v = 3 - \frac{10t}{t^2 + 1} \xrightarrow{v=0} 3 - \frac{10t}{t^2 + 1} = 0 \Rightarrow 3 = \frac{10t}{t^2 + 1}$ $\Rightarrow 3t^2 + 3 = 10t \Rightarrow 3t^2 - 10t + 3 = 0$ $\Rightarrow t = \frac{-(-10) \pm \sqrt{(-10)^2 - 4 \times 3 \times 3}}{2 \times 3} = \frac{10 \pm \sqrt{64}}{6} = \frac{10 \pm 8}{6} \Rightarrow \begin{cases} t = 3s \\ t = \frac{1}{3}s \end{cases}$ بنابراین در لحظه های $t_1 = \frac{1}{3}s$ و $t_2 = 3s$ سرعت متحرک صفر و متحرک متوقف می شود و داریم: $\Delta t = t_2 - t_1 = 3s - \frac{1}{3}s = \frac{8}{3}s$
۳	(الف) $T = \frac{t}{N} = \frac{60s}{1000} = 0.06s$ (ب) برای نقطه ای در نوک پره ها، شعاع دایره مسیر $4m$ و برای نقطه ای در وسط پره ها، شعاع دایره مسیر $2m$ است. $r_1 = 2m \rightarrow v_1 = \frac{2\pi r_1}{T} = \frac{2 \times 2\pi \times 2m}{0.06s} = 209.44 \frac{m}{s}$ $r_2 = 4m \rightarrow v_2 = \frac{2\pi r_2}{T} = \frac{2 \times 2\pi \times 4m}{0.06s} = 418.88 \frac{m}{s}$ (پ) $r_1 = 2m \rightarrow a_1 = \frac{v_1^2}{r_1} = \frac{(209.44 \frac{m}{s})^2}{2m} = 21909.52 \frac{m}{s^2}$ $r_2 = 4m \rightarrow a_2 = \frac{v_2^2}{r_2} = \frac{(418.88 \frac{m}{s})^2}{4m} = 43819.04 \frac{m}{s^2}$

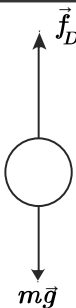
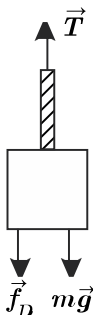
ردیف	نمره	
۴		می‌دانیم که در اینجا نیروی اصطکاک به عنوان نیروی مرکز گرا عمل می‌کند؛ بنابراین: $v = 54 \frac{km}{h} = 54 \times \frac{1}{3.6} = 15 \frac{m}{s}$ $\left. \begin{aligned} f_{s,max} &= \mu_s F_N = \mu_s mg \\ F_{net} &= m \frac{v^2}{r} \end{aligned} \right\} \rightarrow \mu_s mg = m \frac{v^2}{r}$ $\rightarrow \mu_s = \frac{v^2}{rg} = \frac{(15 \frac{m}{s})^2}{(9.8 \frac{m}{s^2}) \times 50m} \approx 0.46$ 
۵		
		الف) دوره‌ای
		ب) متغیر
		پ) بله
۶		
		الف) از t_1 تا t_2 در حال افزایش و از t_2 تا t_1 در حال کاهش
		ب) در t_1
		پ) در خلاف آن
۷		الف) ۸s ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $v_{av} = \frac{16 - 9}{8 - 6} = 3.5 \frac{m}{s}$ پ) $l = 16m$
۸		$\Delta x = s_{v-t} = \frac{(15 + 5) \times 10}{2} = 100m$ $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100}{15} \approx 6.6 \frac{m}{s}$
۹		
		الف)
		$a = \frac{v - v_0}{t}$
		پ) خیر، زیرا: $40m < 45m$

ردیف	نمره
	$a = \frac{0 - 20}{4} = -5 \frac{m}{s^2}$
	ب $\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2} \right) t$ $\Delta x = \left(\frac{0 + 20}{2} \right) \times 4$ $\Delta x = 40m$
	پ خیر، زیرا: $40m < 45m$
۱۰	گزینه ۳
۱۱	
۱۲	$w = 2\pi f \Rightarrow 40\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 20Hz$
۱۳	
	الف در لحظه ۵۰s
	ب برای پاسخ دادن به این گونه سوالات در یک بازه زمانی معین اگر $x_2 > x_1$ باشد، متحرک در جهت محور x حرکت می کند و اگر $x_2 < x_1$ باشد، متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می کند. بنابراین در بازه های زمانی صفر تا ۱۰s متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می کند.
	پ با توجه به توضیحات قسمت قبل در بازه زمانی ۱۰s تا ۲۵s و ۴۰s تا ۵۰s متحرک در جهت محور x حرکت می کند.
	ت در بازه زمانی ۲۵s تا ۴۰s، چون شیب خط در این بازه زمانی صفر است.
	ث یک بار، در لحظه ۱۰s
	ج با استفاده از رابطه سرعت متوسط داریم: در بازه زمانی ۵s تا ۲۵s سرعت متوسط برابر است با: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{30 - 0}{25 - 5} = 1.5 \frac{m}{s}$ در بازه زمانی صفر تا ۵۰s سرعت متوسط برابر است با:
	چ ابتدا مسافت طی شده در بازه زمانی صفر تا ۵۰s را به دست می آوریم: $l = 40 + 70 = 110m$

ردیف	نمره
	$v_{av} = \frac{40 - 10}{50 - 0} \rightarrow v_{av} = \frac{30}{50} \frac{m}{s} = 0,6 \frac{m}{s}$
	ابتدا مسافت طی شده در بازه زمانی صفر تا ۵۰s را به دست می آوریم: $l = 40 + 70 = 110m$ با استفاده از رابطه تندی متوسط داریم: $s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow{l=110m} s_{av} = \frac{110}{50} = 2,2 \frac{m}{s}$
۱۴	
	الف از صفر تا ۵s اندازه سرعت کاهش می یابد و حرکت کندشونده است. به عبارت دیگر در این بازه زمانی $v < 0$ و $a > 0$ است. بنابراین حرکت کندشونده است و در بازه زمانی ۵s تا ۲۰s، اندازه سرعت رو به افزایش است و حرکت تندشونده می باشد. به عبارت دیگر در این بازه زمانی $v > 0$ و $a > 0$ است. پس حرکت تندشونده است.
	ب با توجه به داده های روی نمودار، شتاب متوسط را در هر بازه زمانی به دست می آوریم. $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-10)}{5 - 0} = 2 \frac{m}{s^2}$ $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 0}{20 - 5} = 2 \frac{m}{s^2}$ علامت مثبت شتاب نشان می دهد که شتاب در جهت محور x است و شیب نمودار سرعت - زمان ثابت است، بنابراین اندازه و جهت شتاب برای بازه های زمانی مختلف یکسان است.
	پ در لحظه ۵s چون سرعت متحرک صفر می شود.
۱۵	روش اول: سنگ در مدت ۱s آخر حرکت مسافت ۳۵m را طی کرده است. بنابراین داریم: $\Delta y = v_{av} \Delta t$ $35 = v_{av} \times 1 \Rightarrow v_{av} = 35 \frac{m}{s}$  از طرفی شتاب حرکت $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است، یعنی بعد از گذشت ۱s به سرعت قبلی $10 \frac{m}{s}$ افزوده می شود. $v_{av} = \frac{v_2 + v_1}{2} \xrightarrow{v_2 = v_1 + 10} \frac{v_1 + 10 + v_1}{2} = 35$ $\Rightarrow 2v_1 + 10 = 70 \Rightarrow v_1 = 30 \frac{m}{s}$ با استفاده از رابطه سرعت - جابه جایی در شتاب ثابت داریم: $v_2 = -2gy' \Rightarrow 900 = -20y' \Rightarrow y' = -45m$ بنابراین ارتفاع y برابر است با: $y = 35 + 45 = 80m$ روش دوم: با استفاده از مسافت های طی شده در ثانیه های متوالی در حرکت سقوط آزاد، داریم:

ردیف	نمره
	ثانیه t ام (s) مسافت پیموده شده (m) مجموع مسافت های طی شده تا ثانیه چهارم برابر است با: $y = 5 + 15 + 25 + 35 = 80m$
۱۶	نیروی سطح برآیند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.  با توجه به رابطه نیروی سطح، نیروی $\vec{F}$ را به دست می آوریم: $\frac{F_N = W + F}{f_k = \mu_k F_N} \Rightarrow R = \sqrt{(W + F)^2 + (\mu_k (W + F))^2}$ $\Rightarrow R = (W + F) \sqrt{1 + \mu_k^2} \xrightarrow{W = 2 \times 10 = 20N, R = 150N} 150 = (20 + F) \sqrt{1 + \left(\frac{3}{4}\right)^2} \Rightarrow 150 = (2 + F) \left(\sqrt{\frac{25}{16}}\right)$ $\Rightarrow 20 + F = \frac{150 \times 4}{5} \Rightarrow F = 100N$ اکنون قانون دوم نیوتون را برای جسم m می نویسیم: $F - \mu_k F_N = ma \xrightarrow{F_N = W + F = 120N} 100 - 120 \times \frac{3}{4} = 2a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$
۱۷	اگر متحرکی در امتداد یک خط راست حرکت کند، در صورتی مسافت طی شده از بزرگی جابه جایی اش بیشتر است که متحرک تغییر جهت دهد.  در جابه جایی از M به N و سپس N به O (وسط مسیر)، جابه جایی و مسافت طی شده به صورت مقابل است: $l = 100 + 50 = 150cm$ $\Delta x = d = 50cm$ $\begin{cases} s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \\ v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow \frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{l}{\Delta x} = \frac{150}{50} = 3$
۱۸	چون شیب مماس بر نمودار مکان - زمان در لحظه $t = 4s$ صفر است در نتیجه $v_r = 0$ است ثانیه چهارم یعنی بازه $t = 3s$ تا $t = 4s$ پس: $\begin{cases} a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_r - v_r}{4 - 3} \\ v_r = \text{شیب خط مماس} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3}{4} m/s \end{cases} \Rightarrow a_{av} = \frac{0 - \frac{3}{4}}{1} = -\frac{3}{4} m/s^2$
۱۹	زمان های حرکت در نیمه اول و دوم مسیر t_1 و t_2 برابر است با:

ردیف	نمره	
		 ۲ ثانیه سوم از $t = 4$ تا $t = 6$ است. جابه‌جایی که از ۴ تا ۵ ثانیه با تندی $12 \frac{m}{s}$ انجام می‌شود: $\Delta x_1 = v_1 t = 12 \times 1 = 12m$ جابه‌جایی که از لحظه $t = 5$ تا $t = 6$ طی می‌شود، با تندی $24 \frac{m}{s}$ است: $\Delta x_2 = v_2 t = 24 \times 1 = 24m$ $V_{avg} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{2} = 18 \frac{m}{s}$
۲۰		در ابتدا باید ببینیم گلوله A در چه لحظه‌ای در فاصله ۴۵ متری از نقطه شروع حرکت قرار می‌گیرد: $A: \Delta y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 45 = \frac{1}{2}(10)t^2 \Rightarrow t = 3s$ گلوله B، یک ثانیه بعد از این لحظه شروع به حرکت می‌کند، یعنی ۴ ثانیه پس از شروع حرکت گلوله A. بنابراین رابطه مکان-زمان این دو متحرک نسبت به هم به صورت زیر می‌باشد: (از آنجایی که مکان شروع حرکت را مبدأ در نظر گرفته‌ایم، y_0 در هر دو رابطه صفر می‌شود). $\begin{cases} y_A = \frac{1}{2}g(t+4)^2 + y_0 \\ y_B = \frac{1}{2}gt^2 + y_0 \end{cases}$ یعنی هنگامی که متحرک B، ۲ ثانیه از شروع حرکتش گذشته باشد، متحرک A، ۶ ثانیه از شروع حرکتش گذشته است. $\xrightarrow{t=2} y_A - y_B = \frac{1}{2}(10)(2+4)^2 - \frac{1}{2}(10)(2)^2 = 180 - 20 = 160m$ جهت رو به پایین را (+) فرض کرده‌ایم تا در روابط مقاداری را منفی لحاظ نکنیم. این سؤالات را می‌توان از طریق وجود قاعده تصاعد عددی در مسائل شتاب ثابت نیز پاسخ داد.
۲۱		اگر مبدأ حرکت را محل رها کردن گلوله‌ها و جهت مثبت را رو به پایین در نظر بگیریم. معادله حرکت گلوله‌ها به صورت مقابل خواهد بود. $y_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$ $y_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 \xrightarrow{t_2=(t_1-1)s} y_2 = \frac{1}{2}g(t_1-1)^2$ $\xrightarrow{\text{فاصله بین دو گلوله در هر لحظه}} y_1 - y_2 = \frac{1}{2}g(t_1^2 - (t_1-1)^2)$ $\Rightarrow \frac{(y_1 - y_2)_{t_1=3s}}{(y_1 - y_2)_{t_1=5s}} = \frac{3^2 - 2^2}{5^2 - 4^2} = \frac{5}{9}$
۲۲	۱	$F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow{f_k = \mu_k mg} 440 - \mu_k \times 800 = 80 \times 1.5 \Rightarrow \mu_k = 0.4$

ردیف	نمره	
۲۳	۱	(الف)  $f_D - W = ma \Rightarrow 1200 - (50 \times 10) = 50a \Rightarrow a = 14 \frac{m}{s^2}$ (ب) هنگامی که چتر باز به تندی حدی می‌رسد، نیروی مقاومت هوای وارد بر آن با وزنش برابر می‌شود. (صفحه ۳۶ و ۳۷ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: (الف) $f_D - W = ma \quad (نمره ۰٫۲۵) \Rightarrow 1200 - (50 \times 10) = 50a \Rightarrow a = 14 \frac{m}{s^2} \quad (نمره ۰٫۲۵)$ (ب) $f_D = W \quad (نمره ۰٫۲۵) \Rightarrow f_D = 50 \times 10 = 500 N \quad (نمره ۰٫۲۵)$
۲۴	۰٫۷۵	 $F_{net} = ma \Rightarrow T - f_D - W = ma \Rightarrow 18 - 5 - 10 = 1 \times a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$ (صفحه ۴۵ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: $F_{net} = ma \quad (نمره ۰٫۲۵) \Rightarrow T - f_D - W = ma \quad (نمره ۰٫۲۵) \Rightarrow 18 - 5 - 10 = 1 \times a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2} \quad (نمره ۰٫۲۵)$
۲۵	۰٫۵	ثابت فنر از مشخصات فنر است و به اندازه، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده، بستگی دارد. (صفحه ۴۱ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: جنس فنر (۰٫۲۵ نمره) - شکل و اندازه فنر (۰٫۲۵ نمره)