



راهنمای حل فصل ۱ فیزیک دوازدهم

رشته ریاضی و فیزیک

منطبق بر کتاب درسی



<https://t.me/Schoolphysics>

گروه فیزیک استان گیلان

حرکت بر خط راست			
صفحه pdf	صفحه کتاب درسی	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل	
		۱-۱- حرکت شناسی	
۱	۲	پرسش ۱-۱	۱
۲	۳	فعالیت ۱-۱	۲
۲	۴	پرسش ۲-۱	۳
۳	۵	تمرین ۱-۱	۴
۴	۸	پرسش ۳-۱	۵
۴	۹	تمرین ۲-۱	۶
۵	۹	پرسش ۴-۱	۷
۵	۱۰	پرسش ۵-۱	۸
۵	۱۰	تمرین ۳-۱	۹
۶	۱۲	پرسش ۶-۱	۱۰
۶	۱۲	تمرین ۴-۱	۱۱
۷	۱۳	تمرین ۵-۱	۱۲
۸	۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱	۱۳
۸	۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۲	۱۴
۹	۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۳	۱۵
۹	۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۴	۱۶
۱۰	۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۵	۱۷
۱۰	۲۶-۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۶	۱۸
۱۱	۲۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۷	۱۹
۱۱-۱۲	۲۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۸	۲۰
۱۲-۱۳	۲۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۹	۲۱
۱۳	۲۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۰	۲۲
۱۳	۲۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۱	۲۳
۱۴	۲۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۲	۲۴
۱۴	۲۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۳	۲۵
		۲-۱ حرکت با سرعت ثابت	
۱۵	۱۴	تمرین ۶-۱	۲۶
۱۵	۱۴	تمرین ۷-۱	۲۷
۱۶	۲۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل- ۱۴	۲۸

۲۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۵	۲۷	۱۷
۳۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۶	۲۷	۱۸
۳۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۷	۲۷	۱۸
	۳-۱ حرکت با شتاب ثابت		
۳۲	تمرین ۱-۸	۱۶	۱۹
۳۳	فعالیت ۱-۲	۱۶	۱۹
۳۴	تمرین ۱-۹	۱۸	۲۰
۳۵	پرسش ۱-۷	۲۱	۲۰
۳۶	تمرین ۱-۱۰	۲۱	۲۱
۳۷	تمرین ۱-۱۱	۲۱	۲۱-۲۲
۳۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۸	۲۷	۲۲
۳۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۹	۲۸	۲۳
۴۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۰	۲۸	۲۴
۴۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۱	۲۸	۲۴
۴۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۲	۲۸	۲۵
	۴-۱ حرکت سقوط آزاد		
۴۳	تمرین ۱-۱۲	۲۴	۲۶
۴۴	تمرین ۱-۱۳	۲۴	۲۶
۴۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۳	۲۸	۲۶
۴۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۴	۲۸	۲۷
۴۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۵	۲۸	۲۷

۱- شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

٢

۲- شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۳- شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

مسیر (مدار) حرکت ماه به دور زمین

مسافت و جابجایی باعث تغییر جهت برابریست. و اندازه

مسافت بیشتر از جابجایی است

$$|\vec{d}| < L$$

مساحت بیس از جانب چپ است

نقطه شروع حرکت

نقطه پایان حرکت

L

d

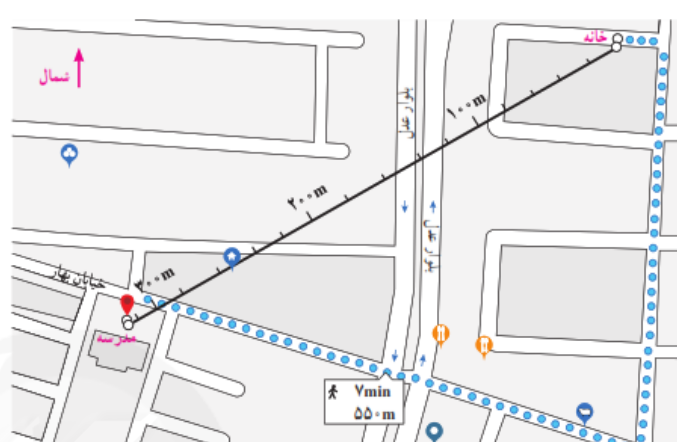
مسافت و جابجایی بعثت تغییر جهت برابر نیست. و اندازه مسافت بیشتر از

جایجایے است

$$|\vec{d}| < L$$

مسیر حرکت با نقطه چین مشخص شده است. (مسافت L)

پاره خط جهت دار بردار جابجایی است. $\vec{d}$

در این فعالیت دانش آموز به کمک فناوری و نرم افزارهای کاربردی به اهمیت استفاده از علم در زندگی پی می برد. مسافت $L = 550\text{m}$ جابجایی $= \vec{d} \approx 320\text{m}$	فعالیت ۱-۱ همانند شکل روبه رو و به کمک یک نرم افزار نقشه یاب (مانند google map)، مکان خانه و مدرسه تان را مشخص کنید. سپس مسافت و اندازه بردار جابه جایی خانه تا مدرسه را تعیین کنید. 
با توجه به دو رابطه $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ و $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$ سرعت متوسط و $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$ سرعت متوسط زمانی با هم برابر خواهند بود که متحرک بر روی خط راست حرکت کند دارای اندازه بردار جابجایی و مسافت برابر باشد.	پرسش ۱-۲ در چه صورت اندازه سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟ برای پاسخ خود می توانید به شکل های پرسش ۱-۱ نیز توجه کنید.

مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
$-۲\text{ m}\vec{i}$	$۶ / ۴\text{ m}\vec{i}$	$۸ / ۴\text{ m}\vec{i}$	$۲ / ۱\text{ m} / \text{s}\vec{i}$	متحرک A محور X
$۳ / ۱\text{ m}\vec{i}$	$-۲ / ۵\text{ m}\vec{i}$	$-۵ / ۶\text{ m}\vec{i}$	$-۱ / ۴\text{ m} / \text{s}\vec{i}$	متحرک B خلاف محور X
$۲\text{ m}\vec{i}$	$۸ / ۶\text{ m}\vec{i}$	$۶ / ۶\text{ m}\vec{i}$	$۱ / ۶\text{ m} / \text{s}\vec{i}$	متحرک C محور X
$-۱ / ۴\text{ m}\vec{i}$	$۸ / ۲\text{ m}\vec{i}$	$۹ / ۶\text{ m}\vec{i}$	$۳ / ۴\text{ m} / \text{s}\vec{i}$	متحرک D محور X

$$\Delta \vec{d} = \vec{d}_f - \vec{d}_i = ۶ / ۴\text{ m}\vec{i} - (-۲\text{ m}\vec{i}) = ۸ / ۴\text{ m}\vec{i} \quad \text{متحرک A}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t} = \frac{۸ / ۴\text{ m}\vec{i}}{۴\text{ s}} = ۲ / ۱\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{i}$$

$$\Delta \vec{d} = \vec{d}_f - \vec{d}_i \rightarrow -۵ / ۶\text{ m}\vec{i} = -۲ / ۵\text{ m}\vec{i} - \vec{d}_i \rightarrow \vec{d}_i = ۳ / ۱\text{ m}\vec{i} \quad \text{متحرک B}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t} = \frac{-۵ / ۶\text{ m}\vec{i}}{۴\text{ s}} = -۱ / ۴\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{i}$$

$$\Delta \vec{d} = \vec{d}_f - \vec{d}_i = ۸ / ۶\text{ m}\vec{i} - (۲\text{ m}\vec{i}) = ۶ / ۶\text{ m}\vec{i} \quad \text{متحرک C}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t} = \frac{۶ / ۶\text{ m}\vec{i}}{۴\text{ s}} = ۱ / ۶\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{i}$$

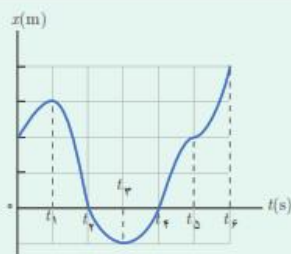
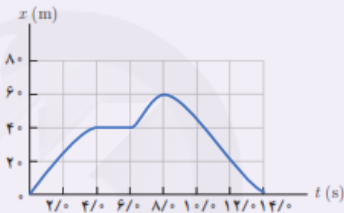
$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t} \rightarrow ۳ / ۴\text{ m} / \text{s}\vec{i} = \frac{\Delta \vec{d}}{۴\text{ s}} \rightarrow \Delta \vec{d} = ۹ / ۶\text{ m}\vec{i} \quad \text{متحرک D}$$

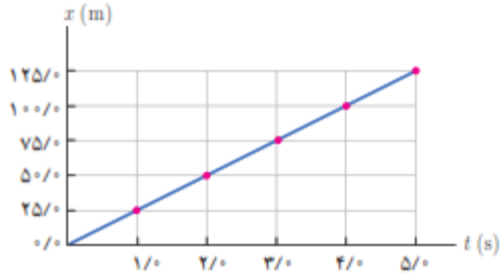
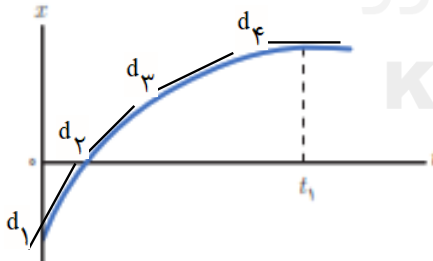
$$\Delta \vec{d} = \vec{d}_f - \vec{d}_i \rightarrow ۹ / ۶\text{ m}\vec{i} = \vec{d}_f - (-۱ / ۴\text{ m}\vec{i}) \rightarrow \vec{d}_f = ۸ / ۲\text{ m}\vec{i}$$

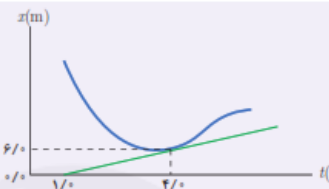
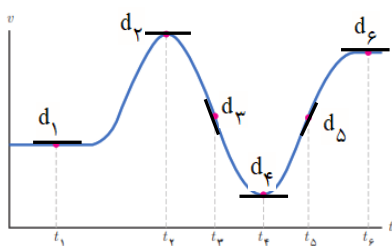
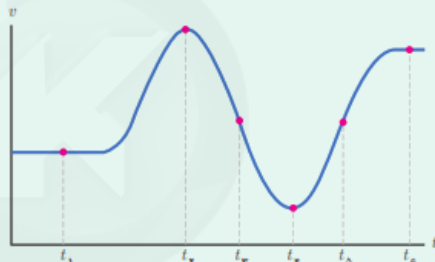
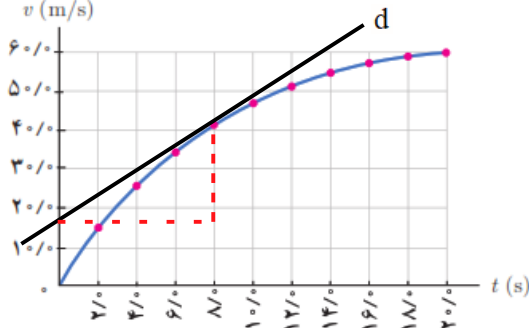
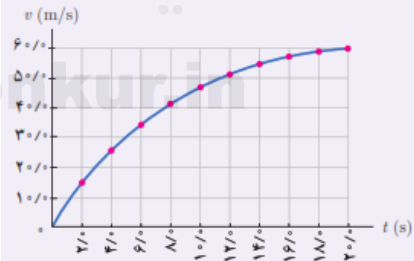
تمرین ۱-۱

جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان $۴ / ۰\text{ s}$ فاصله بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می کنند

مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
$(-۲ / ۰\text{ m})\vec{i}$	$(۶ / ۴\text{ m})\vec{i}$			متحرک A
	$(-۲ / ۵\text{ m})\vec{i}$	$(-۵ / ۶\text{ m})\vec{i}$		متحرک B
$(۲ / ۰\text{ m})\vec{i}$	$(۸ / ۶\text{ m})\vec{i}$			متحرک C
$(-۱ / ۴\text{ m})\vec{i}$			$(۳ / ۴\text{ m} / \text{s})\vec{i}$	متحرک D

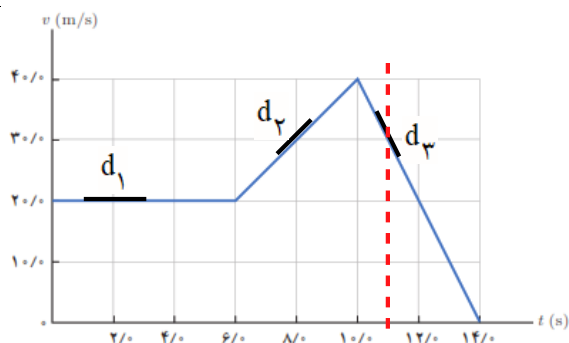
الف) در زمان های t_f و t_p ب) در بازه (صفر تا t_1) و (t_p تا t_f) و (t_f تا t_e) پ) در بازه (t_1 تا t_p) و (t_p تا t_f) ت) دو بار - t_1 و t_p ث) در جهت محور X	پرسش ۱-۳ با توجه به نمودار مکان - زمان شکل رویه رو به پرسش های زیر پاسخ دهید: الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می کند؟ ب) در کدام بازه های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟ پ) در کدام بازه های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟ ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه هایی؟ ث) جابه جایی کل در جهت محور X است یا خلاف آن؟ 												
الف) در لحظه ۸ s ب) در بازه صفر تا ۴s و ۶s تا ۸s پ) در بازه ۸s تا ۱۴s ت) ۴s تا ۶s ث) <table border="1" data-bbox="105 662 840 1047"> <thead> <tr> <th>بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$</th> <th>تندی متوسط $S_{av} = \frac{I}{\Delta t}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\Delta t_1 = 2s - 0s$</td> <td>$S_{av} = \frac{\approx 20m}{2s} = 10 \frac{m}{s}$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta t_2 = 6s - 4s$</td> <td>$S_{av} = \frac{0}{2} = 0 \frac{m}{s}$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta t_3 = 5s - 2s$</td> <td>$S_{av} = \frac{\approx 20m}{3s} = 6 \frac{m}{s}$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta t_4 = 14s - 8s$</td> <td>$S_{av} = \frac{60m}{6s} = 10 \frac{m}{s}$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta t_5 = 14s - 0s$</td> <td>$S_{av} = \frac{120m}{14s} = 8 \frac{m}{s}$</td> </tr> </tbody> </table>	بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$	تندی متوسط $S_{av} = \frac{I}{\Delta t}$	$\Delta t_1 = 2s - 0s$	$S_{av} = \frac{\approx 20m}{2s} = 10 \frac{m}{s}$	$\Delta t_2 = 6s - 4s$	$S_{av} = \frac{0}{2} = 0 \frac{m}{s}$	$\Delta t_3 = 5s - 2s$	$S_{av} = \frac{\approx 20m}{3s} = 6 \frac{m}{s}$	$\Delta t_4 = 14s - 8s$	$S_{av} = \frac{60m}{6s} = 10 \frac{m}{s}$	$\Delta t_5 = 14s - 0s$	$S_{av} = \frac{120m}{14s} = 8 \frac{m}{s}$	تمرین ۱-۲ شکل رویه رو نمودار مکان - زمان دوچرخه سوار را نشان می دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است. الف) در کدام لحظه ای دوچرخه سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟ ب) در کدام بازه های زمانی دوچرخه سوار در جهت محور X حرکت می کند؟ پ) در کدام بازه زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور X حرکت می کند؟ ت) در کدام بازه زمانی، دوچرخه سوار ساکن است؟ ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه سوار را در هر یک از بازه های زمانی $0s$ تا $2s$، $2s$ تا $4s$، $4s$ تا $6s$، $6s$ تا $8s$، $8s$ تا $10s$، $10s$ تا $12s$، $12s$ تا $14s$ حساب کنید. 
بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$	تندی متوسط $S_{av} = \frac{I}{\Delta t}$												
$\Delta t_1 = 2s - 0s$	$S_{av} = \frac{\approx 20m}{2s} = 10 \frac{m}{s}$												
$\Delta t_2 = 6s - 4s$	$S_{av} = \frac{0}{2} = 0 \frac{m}{s}$												
$\Delta t_3 = 5s - 2s$	$S_{av} = \frac{\approx 20m}{3s} = 6 \frac{m}{s}$												
$\Delta t_4 = 14s - 8s$	$S_{av} = \frac{60m}{6s} = 10 \frac{m}{s}$												
$\Delta t_5 = 14s - 0s$	$S_{av} = \frac{120m}{14s} = 8 \frac{m}{s}$												

بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$ $\Delta t_1 = 2s - 0s$ $\Delta t_2 = 6s - 4s$ $\Delta t_3 = 8s - 2s$ $\Delta t_4 = 14s - 8s$ $\Delta t_5 = 14s - 0s$	سرعت متوسط $V_{av} = \frac{d}{\Delta t}$ $V_{av} = \frac{\approx 20m}{2s} = 10 \frac{m}{s}$ $V_{av} = \frac{40-40}{2} = 0 \frac{m}{s}$ $V_{av} = \frac{\approx 20m}{3s} = 6 \frac{m}{s}$ $V_{av} = \frac{-60m}{6s} = -10 \frac{m}{s}$ $V_{av} = \frac{0m}{14s} = 0 \frac{m}{s}$	
	با توجه به مثال ۱-۵، با توجه به ثابت بودن شیب نمودار مکان - زمان برای هر بازه زمانی دلخواه ثابت است. و هم چنین در هر لحظه خط مماس بر نمودار برابر با سرعت متوسط می باشد می توان نتیجه گرفت سرعت لحظه ای متحرک با سرعت متوسط برابر است	پرسش ۴-۱ از روی نمودار مکان - زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.
 شیب خط $d_3 < d_4$ شیب خط $d_2 < d_3$ $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$		پرسش ۵-۱ شکل روبه رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محور x در حرکت است. الف) از لحظه صفر تا لحظه t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟ ب) اگر در لحظه t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟

شیب خط $d_1 < d_2$ شیب خط d_2 الف) سرعت متحرک رو به کاهش است. ب) در لحظه t_1 شیب خط موازی محور زمان است و سرعت برابر صفر می شود.	
$V = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{6m - 0}{4s - 1s} = 2 \frac{m}{s}$ شیب خط مماس در لحظه $t = 4s$	تمرین ۳-۱ شکل روبهرو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد. خط مماس بر منحنی در لحظه $t = 4/s$ رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید. 
شیب d_3 در لحظه t_3 در نمودار $V-t$ منفی است در نتیجه شتاب منفی است. شیب d_5 در لحظه t_5 در نمودار $V-t$ مثبت است در نتیجه شتاب مثبت است. شیب d_1, d_2, d_4, d_6 در لحظه های t_1, t_2, t_4, t_6 در نمودار $V-t$ موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است. 	پرسش ۶-۱ شکل روبهرو نمودار سرعت - زمان دوچرخه سواری را نشان می دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه سوار را در هر یک از لحظه های t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 و ... تعیین کنید. 
الف) $a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{60(m/s) - 0}{20s - 0} = 3 \frac{m}{s^2}$ 	تمرین ۴-۱ نمودار سرعت - زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می کند در بازه زمانی $0/s$ تا $20/s$ مطابق شکل روبهرو است. الف) شتاب متوسط خودرو در این بازه زمانی چقدر است؟ ب) شتاب خودرو را در لحظه $t = 8/s$ به دست آورید. 

(ب) شیب خط مماس در لحظه ۸s در نمودار $a = V-t$ =

$$\frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{(24 \text{ m/s}) - (0 \text{ m/s})}{8 \text{ s} - 0 \text{ s}} = \frac{24 \text{ (m/s)}}{8 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



(الف) $a_{av} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{0 - 20 \text{ (m/s)}}{14 \text{ s} - 0} = -1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

(ب)

شیب d_1 در لحظه های $t = 2 \text{ s}$ در نمودار $V-t$ ، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.

شیب d_2 در بازه زمانی ۶s تا ۱۰s در نمودار $V-t$ ، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت است.

$$a_1 = a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{40 \text{ (m/s)} - 20 \text{ (m/s)}}{10 \text{ s} - 6 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

شیب d_3 در بازه زمانی ۱۰s تا ۱۴s در نمودار $V-t$ ، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت می-باشد.

$$a_2 = a_{av} = \frac{V_4 - V_3}{t_4 - t_3} = \frac{0 - 40 \text{ (m/s)}}{14 \text{ s} - 10 \text{ s}} = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



۱۳

۱. با توجه به داده های نقشه شکل زیر،
 الف) تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.
 ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟
 پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط می توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟



(الف)

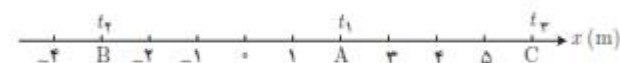
$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{110 \text{ km}}{\frac{4}{3} \text{ h}} = 82.5 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad V_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{60 \text{ km}}{\frac{4}{3} \text{ h}} = 45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

ب) سرعت متوسط یک کمیت برداری است و تابع مسیر حرکت نیست. در صورتیکه تندی متوسط یک کمیت اسکالر و یا نرده ای است و به مسیر طی شده توسط متحرک بستگی دارد.

پ) اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط با هم برابر است که اندازه جابجایی تقریباً با مسافت طی شده برابر باشد اگر در شکل مسیر طی شده قوس کمتری داشته باشد، تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط تقریباً با هم برابرند.

۱۴

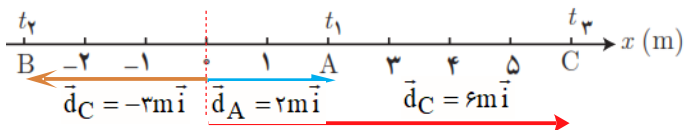
۲. متحرکی مطابق شکل در لحظه t_1 در نقطه A، در لحظه t_2 در نقطه B و در لحظه t_3 در نقطه C قرار دارد.



الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه ها روی محور x رسم کنید و بر حسب بردار بیکه بنویسید.

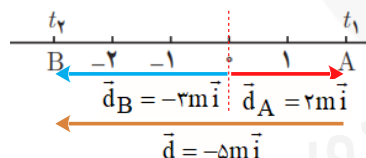
ب) بردار جابجایی متحرک را در هر یک از بازه های زمانی t_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3 و t_1 تا t_3 به دست آورید.

(الف)

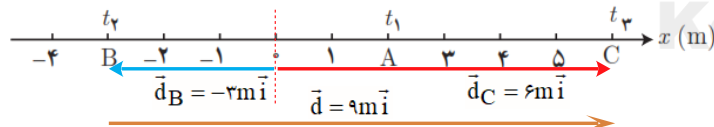


(ب)

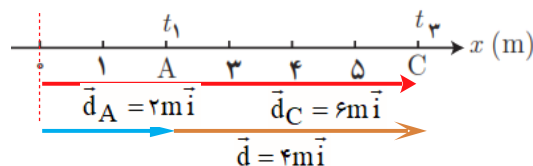
$$t_2 - t_1: \vec{d} = \vec{d}_B - \vec{d}_A = -3\text{m}\vec{i} - 2\text{m}\vec{i} = -5\text{m}\vec{i}$$

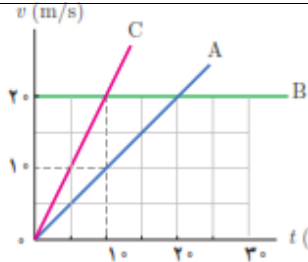
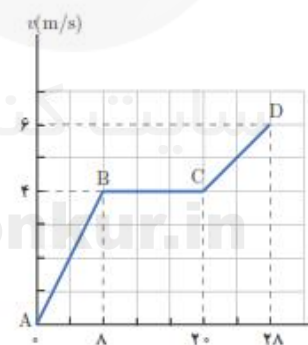


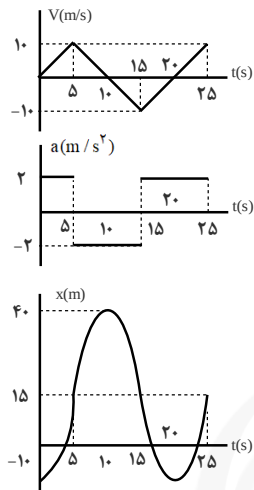
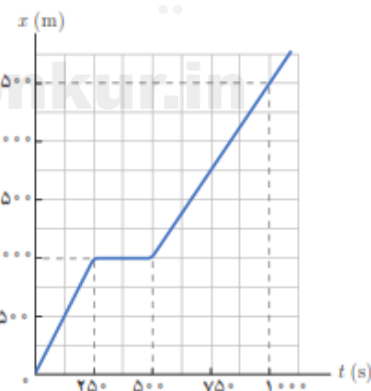
$$t_3 - t_2: \vec{d} = \vec{d}_C - \vec{d}_B = 6\text{m}\vec{i} - (-3\text{m})\vec{i} = 9\text{m}\vec{i}$$

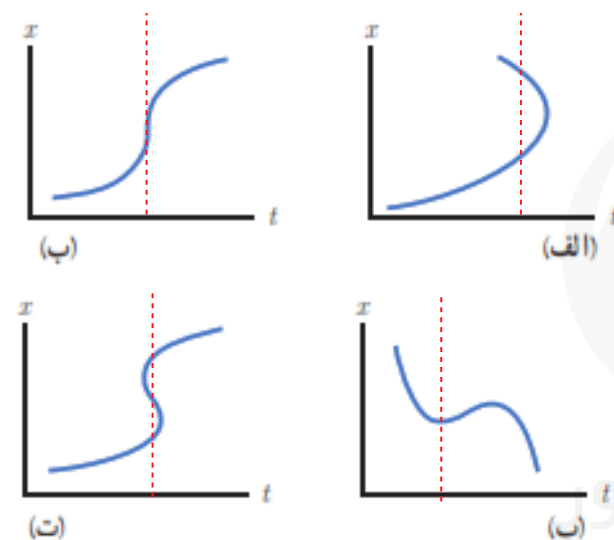
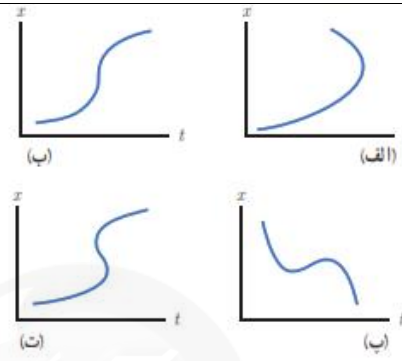
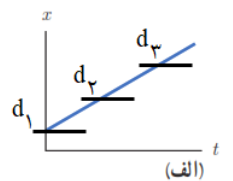
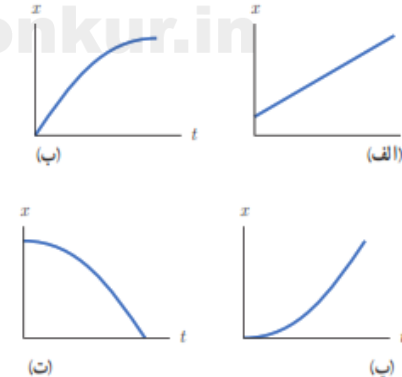


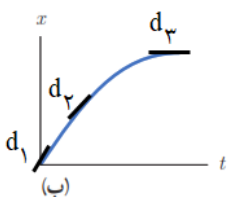
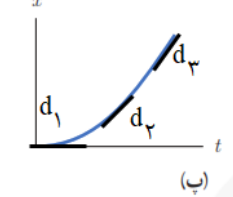
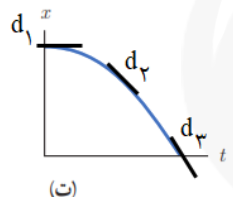
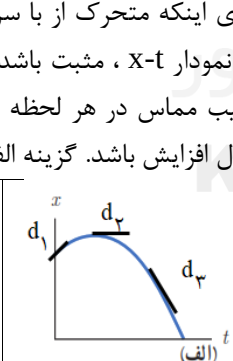
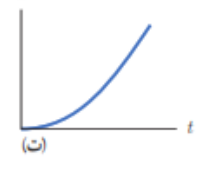
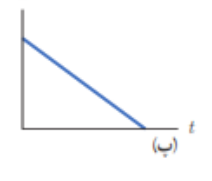
$$t_3 - t_1: \vec{d} = \vec{d}_C - \vec{d}_A = 6\text{m}\vec{i} - 2\text{m}\vec{i} = 4\text{m}\vec{i}$$

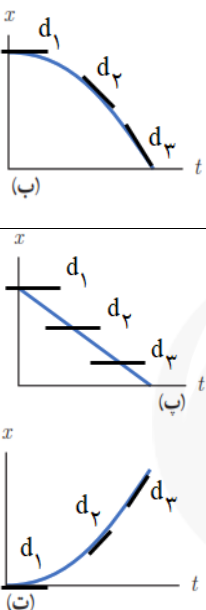
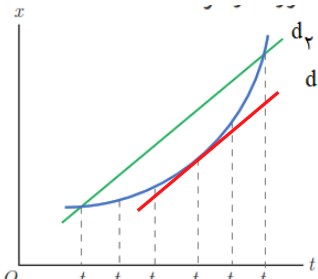
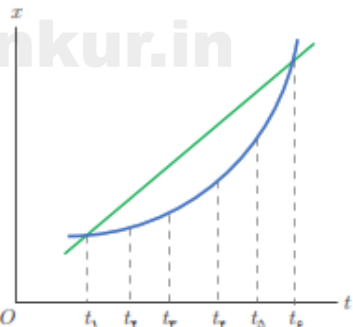


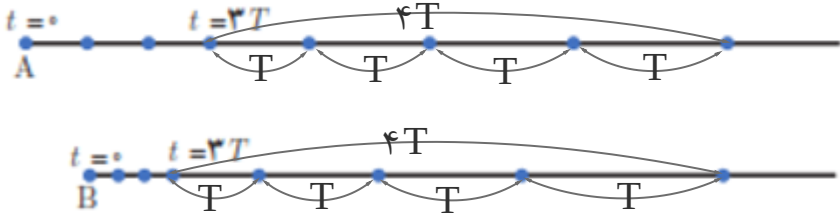
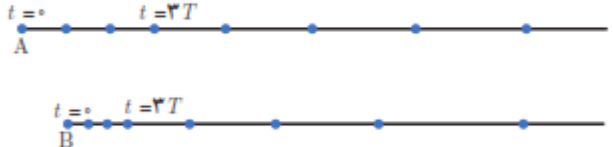
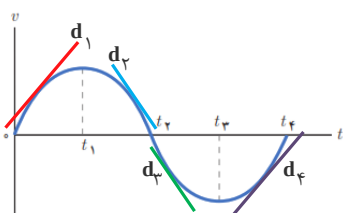
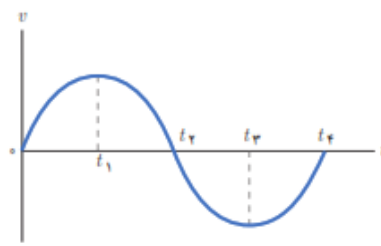
الف) شیب خط متحرک C بیشتر از شیب خط متحرک A و شیب خط متحرک B. موازی با محور زمان است. در نتیجه $a_C > a_A > a_B$ $a_B = 0$ شیب خط متحرک A $a_A = \frac{10 \text{ m/s} - 0}{10 \text{ s} - 0} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ شیب خط متحرک C $a_A = \frac{20 \text{ m/s} - 0}{10 \text{ s} - 0} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $\Delta X_A = v_{av} \Delta t = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 10 \text{ s} = 50 \text{ m}$ $\Delta X_B = v_{av} \Delta t = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 10 \text{ s} = 200 \text{ m}$ $\Delta X_C = v_{av} \Delta t = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 10 \text{ s} = 100 \text{ m}$	۱۳. در شکل زیر نمودار سرعت - زمان سه متحرک نشان داده شده است. الف) شتاب سه متحرک را به طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید. ب) شتاب هر متحرک را به دست آورید. پ) در بازه زمانی ۰s تا ۱۰s جابه جایی این سه متحرک را پیدا کنید.  بنظر می آید قسمت پ تمرین متناسب بخش حرکت شناسی نیست. و با مباحث بخش شتاب ثابت حل می شود.	۱۵
الف) $a_{AB} = a_{av} = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A} = \frac{4 \text{ m/s} - 0}{8 \text{ s} - 0} = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $a_{CB} = a_{av} = \frac{V_C - V_B}{t_C - t_B} = \frac{4 \text{ m/s} - 4 \text{ m/s}}{20 \text{ s} - 8 \text{ s}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $a_{DC} = a_{av} = \frac{V_D - V_C}{t_D - t_C} = \frac{6 \text{ m/s} - 4 \text{ m/s}}{28 \text{ s} - 20 \text{ s}} = 0.25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ب) $a_{av} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A} = \frac{6 \text{ m/s} - 0}{28 \text{ s} - 0} = 0.21 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ پ) $\Delta X = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3$ $\Delta X = v_{av1} \Delta t_{AB} + v_{av2} \Delta t_{BC} + v_{av3} \Delta t_{CD}$ $\Delta X = 8 \text{ s} \times 2 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s} \times 12 \text{ s} + 5 \text{ m/s} \times 8 \text{ s}$ $= 104 \text{ m}$	۱۴. شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی را که در امتداد محور x حرکت می کند در مدت ۲۸ ثانیه نشان می دهد. الف) شتاب در هر یک از مرحله های AB، BC و CD چقدر است؟ ب) شتاب متوسط در بازه زمانی صفر تا ۲۸ ثانیه چقدر است؟ پ) جابه جایی متحرک را در این بازه زمانی پیدا کنید.  بنظر می آید قسمت پ تمرین متناسب بخش حرکت شناسی نیست. و با مباحث بخش شتاب ثابت حل می شود.	۱۶

$a_1 = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 \text{ m/s} - 0}{5 \text{ s} - 0} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $a_2 = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{15 \text{ s} - 5 \text{ s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $a_3 = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{25 \text{ s} - 15 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $x_1 = \left(\frac{0 + 10 \text{ m/s}}{2} \right) 5 \text{ s} - 10 \text{ m} = 15 \text{ m}$ $x_2 = \left(\frac{0 + 10 \text{ m/s}}{2} \right) 5 \text{ s} + 15 \text{ m} = 40 \text{ m}$ $x_3 = \left(\frac{0 - 10 \text{ m/s}}{2} \right) 5 \text{ s} + 40 \text{ m} = 15 \text{ m}$ $x_4 = \left(\frac{0 - 10 \text{ m/s}}{2} \right) 5 \text{ s} + 15 \text{ m} = -10 \text{ m}$ $x_5 = \left(\frac{0 + 10 \text{ m/s}}{2} \right) 5 \text{ s} - 10 \text{ m} = 15 \text{ m}$	 ۱۷ ۳. نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. الف) نمودار شتاب - زمان این متحرک را رسم کنید. ب) اگر $x_1 = -10 \text{ m}$ باشد نمودار مکان - زمان متحرک را رسم کنید. بنظر می آید قسمت ب تمرین متناسب بخش حرکت شناسی نیست. و با مباحث بخش شتاب ثابت حل می شود.
الف) در بازه زمانی صفر تا 250 s دوندۀ سریعتر دویده شیب خط دربازۀ زمانی صفر تا 250 s بیشتر از شیب خط دربازۀ زمانی 500 s تا 1000 s می باشد. ب) در بازه زمانی 250 s تا 500 s دوندۀ ایستاده. $V_r = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(1000 - 1000) \text{ m}}{250 \text{ s}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ پ) $V_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000 \text{ m}}{250 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ت) $V_r = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500 - 1000) \text{ m}}{500 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	۴. شکل زیر نمودار مکان - زمان حرکت یک دوندۀ دوی نیمه استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می دهد. الف) در کدام بازۀ زمانی دوندۀ سریع تر دویده است؟ ب) در کدام بازۀ زمانی، دوندۀ ایستاده است؟ پ) سرعت دوندۀ را در بازۀ زمانی $s = 250$ تا $s = 500$ حساب کنید. ت) سرعت دوندۀ را در بازۀ زمانی $s = 500$ تا $s = 1000$ حساب کنید. ث) سرعت متوسط دوندۀ را در بازۀ زمانی $s = 1000$ تا $s = 1000$ حساب کنید.  ۱۸

$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(250 - 0)m}{100s} = 2.5 \frac{m}{s}$ (ث)	
پ در شکل های الف ، ب و ت نشان میدهد که یک لحظه متحرک در دو مکان است و در شکل ب برای یک لحظه، جابجایی رخ داده 	۱۹ ۷. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان - زمان شکل زیر می تواند نشان دهنده نمودار $x-t$ یک متحرک باشد. 
برای اینکه متحرک از حال سکون حرکت کند باید شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ موازی با محور زمان باشد که تنها در شکل پ و ت در لحظه $t=0$ رخ می دهد. برای اینکه بر تندی متحرک افزوده شود باید شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ در حال افزایش باشد. شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ موازی با محور زمان باید در حال افزایش باشد. شیب خط در نمودار الف ثابت است. در نتیجه سرعت ثابت است. 	۲۰ ۸. توضیح دهید از نمودارهای مکان - زمان شکل زیر کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به تدریج بر تندی آن افزوده شده است. 

شیب خط مماس بر نمودار x در لحظه $t=0$ با محور دارای مقدار می باشد. این شیب رفته رفته کم شده تا موازی با محور زمان می رسد. در نتیجه در لحظه $t=0$ دارای تندی است. و با گذشت زمان کم و صفر می شود.	 (ب)	
شیب خط مماس بر نمودار x در لحظه $t=0$ با محور زمان موازی است و مقدار تندی صفر است. که با گذشت زمان شیب خط مثبت و افزایش می یابد. در نتیجه متحرک از حال سکون حرکت کرده و سرعت آن با گذشت زمان در جهت مثبت محور x افزایش می یابد.	 (پ)	
شیب خط مماس بر نمودار x در لحظه $t=0$ با محور زمان موازی است و مقدار سرعت صفر است. که با گذشت زمان شیب خط منفی و افزایش می یابد. در نتیجه متحرک از حال سکون حرکت کرده و سرعت آن با گذشت زمان در جهت منفی محور x افزایش می یابد.	 (ت)	
برای اینکه متحرک از با سرعت اولیه در جهت محور x حرکت کند باید شیب خط مماس بر نمودار $x-t$، مثبت باشد. و برای اینکه شتاب در خلاف جهت محور x باشد می بایست شیب مماس در هر لحظه در حال کاهش یا شیب خط مماس بر نمودار $x-t$، منفی و در حال افزایش باشد. گزینه الف درست است. شیب خط مماس بر نمودار الف در لحظه $t=0$ مثبت است. لذا دارای سرعت اولیه در جهت محور x می باشد. سرعت آن افزایش می یابد. شیب خط ابتدا مثبت و با گذشت زمان در جهت مثبت محور x در حال کاهش می باشد. در این بازه شتاب در خلاف جهت محور x است. سپس شیب خط منفی و در حال افزایش می باشد به عبارتی سرعت آن با گذشت زمان در جهت منفی محور x	 (الف)	۹. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان-زمان نشان داده شده، حرکت متحرکی را توصیف می کند که سرعت اولیه آن در جهت محور x و شتاب آن بر خلاف جهت محور x است.    

افزایش می یابد. در این بازه شتاب در خلاف جهت محور x می باشد. شیب خط مماس بر نمودار x در لحظه $t=0$ با محور زمان موازی است و سرعت اولیه صفر می باشد. سپس شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ منفی و در حال افزایش می باشد، در این بازه شتاب در خلاف جهت محور x می باشد. شیب خط در نمودار p ثابت و منفی است. در نتیجه سرعت ثابت است. و شتاب صفر است. شیب خط مماس بر نمودار t در لحظه $t=0$ با محور زمان موازی است و مقدار سرعت صفر است. که با گذشت زمان شیب خط مثبت و افزایش می یابد. در نتیجه متحرک از حال سکون حرکت کرده و سرعت آن با گذشت زمان در جهت مثبت محور x افزایش می یابد. و شتاب در جهت محور x خواهد بود.		
الف) در لحظه t_1 و t_2 از کنار یکدیگر می گذرند. ب) در لحظه t_2 که شیب برابر دارند تندی دو خودرو یکسان است. پ) در بازه t_1 و t_2 سرعت متوسط دو خودرو بعلت داشتن شیب برابر، مساویند		۱. شکل زیر نمودار مکان - زمان دو خودرو را نشان می دهد که در جهت محور x در حرکت اند. الف) در چه لحظه هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می گذرند؟ ب) در چه لحظه ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟ پ) سرعت متوسط دو خودرو را در بازه زمانی t_1 تا t_2 با هم مقایسه کنید. 

 الف) سرعت اولیه خودروی A بیشتر است. در بازه زمانی برابر، جابجایی بیشتری را متحرک A طی کرده است. ب) سرعت نهایی خودروی B بیشتر است. ج) جابجایی متحرک B در زمان برابر بیشتر از متحرک A می باشد. از آنجائیکه سرعت متحرک B در لحظه 3T کمتر از متحرک A در این لحظه است، در نتیجه متحرک B سرعت نهایی بیشتری دارد. پ) شتاب خودروی B بیشتر از شتاب خودرو A است. تغییرات سرعت متحرک B در بازه 4T بیشتر از تغییرات سرعت متحرک A در این بازه زمانی است. در نتیجه شتاب متحرک B بیشتر از A است.	II. هر یک از شکل های زیر مکان یک خودرو را در لحظه های $t=0, t=T, t=2T, t=3T, \dots$ نشان می دهد. هر دو خودرو در لحظه $t=3T$ شتاب می گیرند. توضیح دهید.  الف) سرعت اولیه کدام خودرو بیشتر است. ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است. پ) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد.
$x = t^3 - 2t^2 + 4$ $t = 0 \text{ s} \rightarrow x_1 = 4 \text{ m}$ $t = 2 \text{ s} \rightarrow x_2 = 8 \text{ m} - 12 \text{ m} + 4 \text{ m} = 0$ الف) ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 4 \text{ m}}{2 \text{ s} - 0} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	III. معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^3 - 3t^2 + 4$ است. الف) مکان متحرک را در $t = 0 \text{ s}$ و $t = 2 \text{ s}$ به دست آورید. ب) سرعت متوسط جسم را در بازه زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.
در بازه زمانی $(0 \text{ تا } t_1)$ و $(t_3 \text{ تا } t_4)$ شیب خط d_1 و d_4 نمودار $v-t$ مثبت است. در نتیجه بردار شتاب در جهت محور X است. و در بازه زمانی $(t_1 \text{ تا } t_2)$ و $(t_2 \text{ تا } t_3)$ شیب d_2 و d_3 نمودار $v-t$ منفی است. در نتیجه بردار شتاب در خلاف جهت محور X است. 	III. نمودار سرعت - زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. تعیین کنید در کدام بازه های زمانی بردار شتاب در جهت محور x و در کدام بازه های زمانی در خلاف جهت محور x است. 

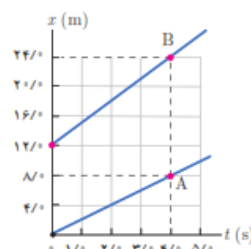


سایت کنکور

Konkur.in

تمرین ۱-۶

شکل مقابل نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می دهد که در راستای محور x حرکت می کنند.
سرعت هر متحرک را پیدا کنید و معادله مکان - زمان آنها را بنویسید.



$$V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{24 \text{ m} - 12 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

شیب خط متحرک B

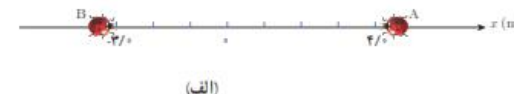
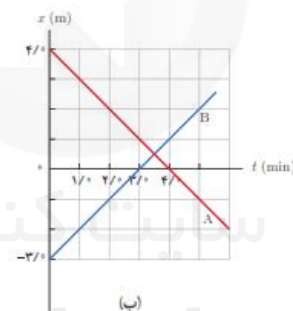
$$V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8 \text{ m} - 4 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

شیب خط متحرک A

$$x = vt + x_0 \rightarrow \begin{cases} x_B = 3t + 12 \\ x_A = 1t + 4 \end{cases}$$

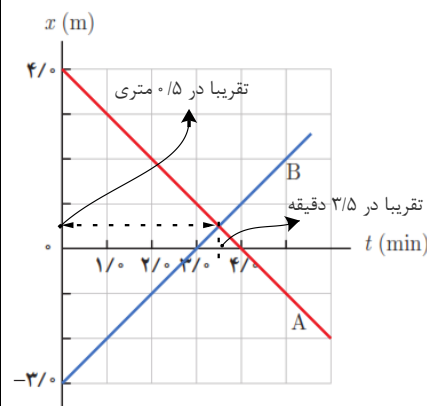
تمرین ۱-۷

شکل الف، مکان دو کفش دوزک A و B را که در راستای محور x حرکت می کنند در لحظه $t = 0 \text{ s}$ نشان می دهد. نمودار مکان - زمان این کفش دوزک ها در شکل ب رسم شده است.
الف) از روی نمودار به طور تقریبی تعیین کنید کفش دوزک ها در چه لحظه و در چه مکانی به یکدیگر می رسند.
ب) با استفاده از معادله مکان - زمان، زمان و مکان هم رسی کفش دوزک ها را پیدا کنید.



(الف)

(ب)



$$V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 \text{ m} - 4 \text{ m}}{4 \text{ min}} = -1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 \text{ m} - (-3) \text{ m}}{3 \text{ min}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$x = vt + x_0 \rightarrow \begin{cases} x_A = -1(\text{m/min})t + 4\text{m} \\ x_B = 1(\text{m/min})t - 3\text{m} \end{cases}$$

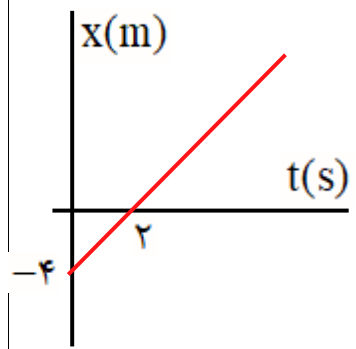
$$x_A = x_B \rightarrow -1(\text{m/min})t + 4\text{m} = 1(\text{m/min})t - 3\text{m} \rightarrow$$

$$2t = 7 \text{ min} \rightarrow t = 3.5 \text{ min}$$

$$x_A = -1(\text{m/min}) \times 3.5 \text{ min} + 4\text{m} = 0.5 \text{ m}$$

۲۶

۲۷

(الف) $x_1 = 6m$ $x_2 = 36m$ $t_1 = 5s$ $t_2 = 20s$ $v_{21} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{36m - 6m}{20s - 5s} = 2 \frac{m}{s}$ $v_{21} = v_{10} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} \rightarrow 2 \frac{m}{s} = \frac{6m - x_0}{5s - 0s}$ $\rightarrow x_0 = -10m + 6m = -4m$ $x = vt + x_0 \rightarrow x = 2(m/s)t - 4m$ (ب) 	۱۴. جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظه $t_1 = 5/s$ در مکان $x_1 = 6/m$ و در لحظه $t_2 = 20/s$ در مکان $x_2 = 36/m$ باشد، الف) معادله مکان - زمان جسم را بنویسید. ب) نمودار مکان - زمان جسم را رسم کنید. ۲۸
---	--

(الف)

$$d = (\Delta x_1) + (\Delta x_2) + (\Delta x_3) = (10\text{m} - 5\text{m}) + (10\text{m} - 10\text{m}) + (0\text{m} - 10\text{m}) = -5\text{m}$$

$$s = \left| \Delta x_1 \right| + \left| \Delta x_2 \right| + \left| \Delta x_3 \right| = (10\text{m} - 5\text{m}) + (10\text{m} - 10\text{m}) + (0\text{m} - 10\text{m}) = 15\text{m}$$

(ب)

$$v_{1av} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{10\text{m} - 5\text{m}}{4\text{s} - 0} = 1/25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{2av} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{10\text{m} - 10\text{m}}{8\text{s} - 4\text{s}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{3av} = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{0\text{m} - 10\text{m}}{10\text{s} - 8\text{s}} = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{4av} = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{0\text{m} - 5\text{m}}{10\text{s} - 0} = -0/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(پ)

$$x_1 = v_1 t + x_0 \rightarrow x_1 = 1/25 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) t + 5\text{m}$$

$$x_2 = v_2 t + x_1 \rightarrow x_2 = 0 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) t + 10\text{m} = 10\text{m}$$

$$x_3 = v_3 t + x_2 \rightarrow x_3 = -5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) t' + 10\text{m}$$

(ت)



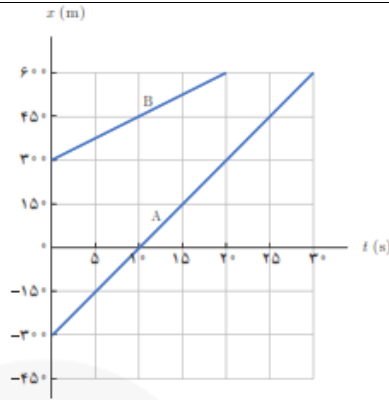
۱۵. شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محور x حرکت می کند.

(الف) جابه جایی و مسافت پیموده شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟

(ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه های زمانی $0 \leq t \leq 4\text{s}$ ، $4\text{s} \leq t \leq 8\text{s}$ ، $8\text{s} \leq t \leq 10\text{s}$ و همچنین در کل زمان حرکت به دست آورید.

(پ) معادله حرکت متحرک را در هر یک از بازه های زمانی $0 \leq t \leq 4\text{s}$ ، $4\text{s} \leq t \leq 8\text{s}$ ، $8\text{s} \leq t \leq 10\text{s}$ و $0 \leq t \leq 10\text{s}$ بنویسید.

(ت) نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم کنید.

(الف) $x_B = (m = v_B)t + x_{0B} \rightarrow x_B = (m = \frac{x_{2B} - x_{1B}}{t_{2B} - t_{1B}})t + x_{0B}$ $x_B = (\frac{60 \cdot m - 30 \cdot m}{2 \cdot s - 0})t + 30 \cdot m \rightarrow x_B = 15(\frac{m}{s})t + 30 \cdot m$ $x_A = (m = v_A)t + x_{0A} \rightarrow x_A = (m = \frac{x_{2A} - x_{1A}}{t_{2A} - t_{1A}})t + x_{0A}$ $x_A = (\frac{0 \cdot m - (-30 \cdot m)}{1 \cdot s - 0})t - 30 \cdot m \rightarrow x_A = 30(\frac{m}{s})t - 30 \cdot m$ (ب) $x_A = x_B$ $30(\frac{m}{s})t - 30 \cdot m = 15(\frac{m}{s})t + 30 \cdot m$ $\rightarrow 15(\frac{m}{s})t = 60 \cdot m \rightarrow t = 4 \cdot s$ $x_A = 30(\frac{m}{s}) \times 4 \cdot s - 30 \cdot m = 90 \cdot m$	۱۷. شکل زیر نمودار مکان - زمان دو خودرو را نشان می دهد که روی خط راست حرکت می کنند. الف) معادله حرکت هر یک از آنها را بنویسید. ب) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه زمان و مکانی به هم می رسند؟ 
سرعت نور $\frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{s}$ است. $\Delta t = \frac{0.24 \text{ s}}{2} = 0.12 \text{ s}$ $\Delta x = v \Delta t = 3 \times 10^8 (\frac{m}{s}) \times 0.12 \text{ s} = 3.6 \times 10^7 \text{ m}$	۱۷. دانستن محل قرارگیری یک ماهواره در مأموریت های فضایی و اطمینان از اینکه ماهواره در مدار پیش بینی شده قرار گرفته، یکی از مأموریت های کارشناسان فضایی است. بدین منظور تپ های الکترومغناطیسی را که با سرعت نور در فضا حرکت می کنند، به طرف ماهواره مورد نظر می فرستند و بازتاب آن توسط ایستگاه زمینی دریافت می شود. اگر زمان رفت و برگشت یک تپ ۲۴/۰ ثانیه باشد، فاصله ماهواره از ایستگاه زمینی، تقریباً چقدر است؟



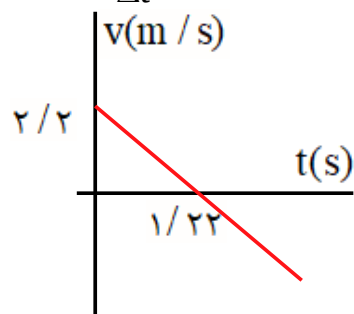
سایت کنکور
Konkur.in

$$v = -1/8(m/s) \times 4s + 2/2(m/s) = -5(m/s)$$

$$\left. \begin{aligned} t = 0 \rightarrow v_0 &= 2/2(m/s) \\ t = 4s \rightarrow v &= -5(m/s) \end{aligned} \right\} \rightarrow v_{av} = \frac{v + v_0}{2}$$

$$v_{av} = \frac{-5(m/s) + 2/2(m/s)}{2} = -1/4(m/s)$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = -1/4(m/s) \times 4s = -5/6m$$



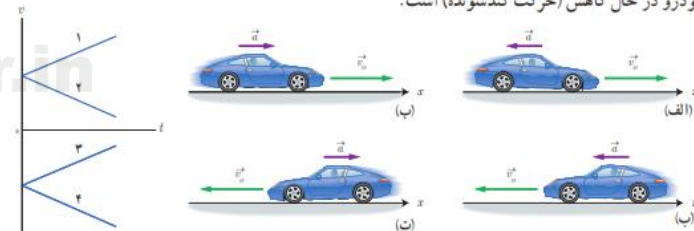
تمرین ۸-

معادله سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند در SI به صورت $v = -1/8t + 2/2$ است. الف) سرعت متحرک در لحظه $t = 4/s$ چقدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک و جابه جایی آن در بازه زمانی صفر تا $t = 4/s$ چقدر است؟ پ) نمودار سرعت - زمان این متحرک را رسم کنید.

۳۲

فعالیت ۲-

در تمامی حالت های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت اند. حرکت هریک از خودروها، توسط کدام یک از نمودارهای $v-t$ توصیف می شود؟ همچنین توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است.



۳۳

$$\left. \begin{aligned} v &> 0 \\ a &< 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow (2)$$

الف) تندی متحرک شکل الف در حال کاهش است.

$$\left. \begin{aligned} v &> 0 \\ a &> 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow (1)$$

ب) تندی متحرک شکل ب در حال افزایش است.

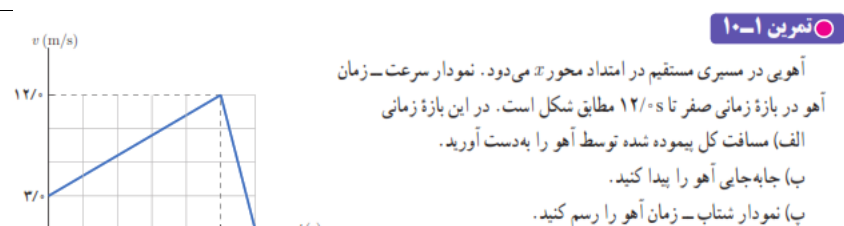
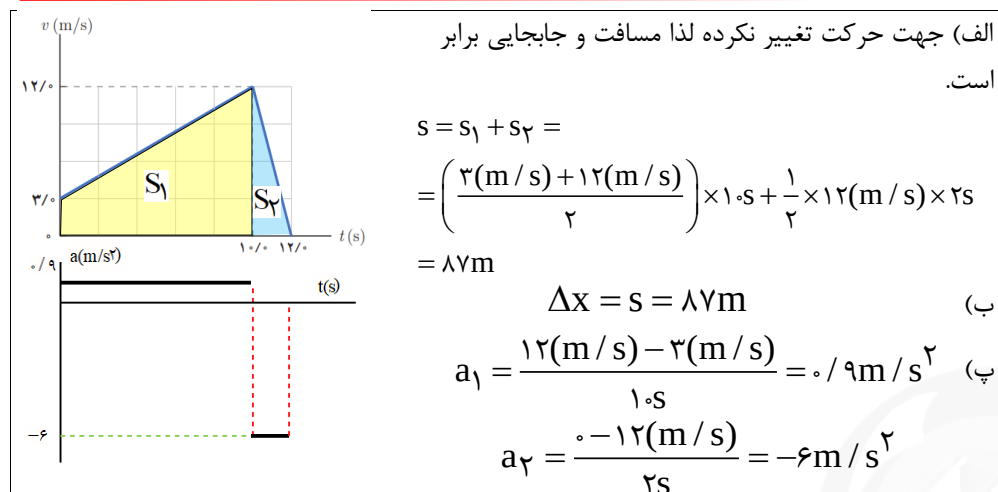
$$\left. \begin{aligned} v &< 0 \\ a &< 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow (4)$$

پ) تندی متحرک شکل پ در حال افزایش است.

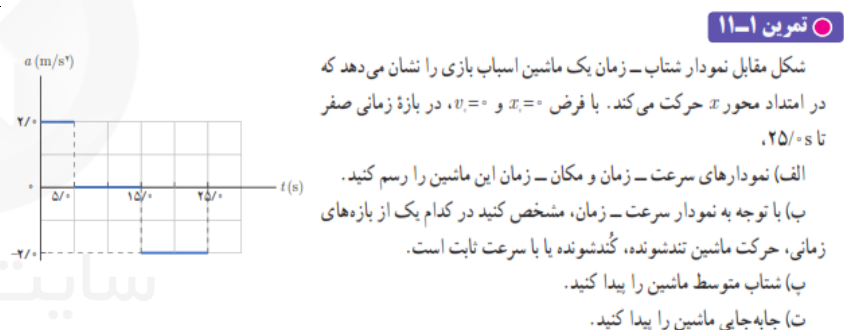
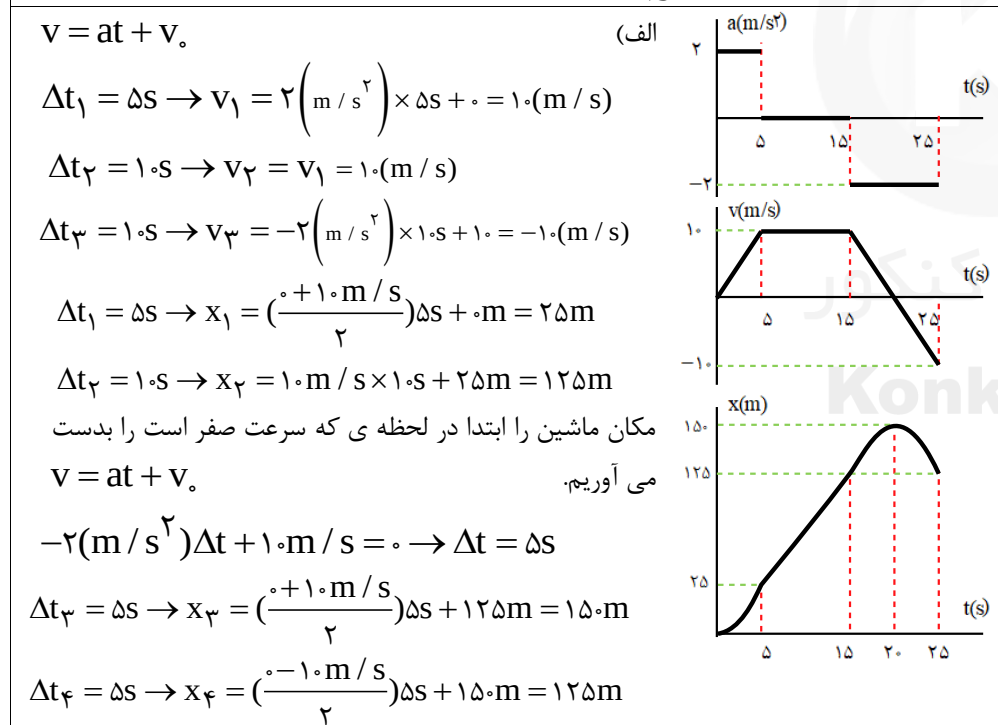
$$\left. \begin{aligned} v &< 0 \\ a &> 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow (3)$$

ت) تندی متحرک شکل ت در حال کاهش است.

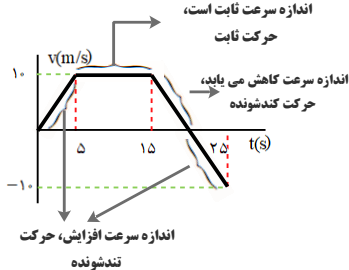
$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \rightarrow 30 \cdot m = \frac{1}{2} \times 1(m/s^2)t^2 + 5(m/s)t$ $60 \cdot s^2 = t^2 + 10st \rightarrow (t - 20s)(t + 30s) = 0 \rightarrow t = 20s$ $v = at + v_0 = 1m/s^2 \times 20s + 5m/s = 25m/s$ راه دیگر، پس از مطالعه قسمت بعدی کتاب $v_0 = 18km/h = 18 \times \frac{m}{3/6s} = 5m/s$ $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow v^2 - (5m/s)^2 = 2 \times 1m/s^2 \times 30 \cdot m$ $v = \sqrt{625(m^2/s^2)} = 25m/s$	تمرین ۱-۹ خودرویی با سرعت $18 \cdot km/h$ در امتداد مسیری مستقیم از چهارراهی می گذرد تندی آن با شتاب $1 \cdot m/s^2$ افزایش می یابد. سرعت خودرو پس از $30 \cdot m$ جابه جایی چقدر است؟ ۳۴
در تمام شکل های الف، ب و پ در بازه صفر تا t_1 سرعت ثابت است و شتاب صفر است. در تمام شکل های الف، ب و پ در بازه t_1 تا t_2 سرعت با زمان تغییر می کند و شیب خط منفی می باشد و شتاب منفی است. در تمام شکل ها الف، ب و پ در بازه t_2 تا t_3 سرعت ثابت است و شتاب صفر است.	پرسش ۱-۷ نمودار شتاب - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند مطابق شکل زیر است. توضیح دهید چگونه هر یک از نمودارهای سرعت - زمان شکل های الف، ب و پ می تواند متناظر با این نمودار شتاب - زمان باشد. ۳۵



۳۶



۳۷

(ب)  پ) با کمک نمودار $v-t$ می توان بدست آورد. $a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10 \text{ (m/s)} - 0}{25 - 0} = -0.4 \text{ m/s}^2$ ت) با کمک نمودار $x-t$ می توان بدست آورد. $\Delta x = x_f - x_o = 125 \text{ m} - 0 = 125 \text{ m}$	
$a_1 = \frac{10 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}^2$ $\xrightarrow{\Delta t = 5 \text{ s}} v_1 = a_1 t + v_o = 1 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ s} = 5 \text{ m/s}$ $v_{1av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{5 \text{ m/s} + 0}{2} = 2.5 \text{ m/s}$ $a_2 = \frac{0 - 10 \text{ m/s}}{5 \text{ s} - 10 \text{ s}} = \frac{-10}{-5} = 2 \text{ m/s}^2$ $\left\{ \begin{array}{l} \xrightarrow{\Delta t = 15 \text{ s}} v_2 = a_2 \Delta t + v_1 = \frac{-1}{3} \text{ m/s}^2 \times 15 \text{ s} + 10 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s} \\ v_{2av} = \frac{v_3 + v_2}{2} = \frac{5 \text{ m/s} + 0}{2} = 2.5 \text{ m/s} \end{array} \right.$ $\frac{V_{1av}}{V_{2av}} = 1$	۱۸. نمودار $v-t$ متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی 0 s تا 5 s چند برابر سرعت متوسط آن در بازه زمانی 5 s تا 10 s است؟ 

الف)
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6m - 0}{3s - 0} = 2m/s$$

ب)
$$v = at + v_0 \rightarrow t = 1s \rightarrow 0 = a(s) + v_0 \rightarrow v_0 = -a(s) \quad (1)$$

با
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

ب)
$$t = 3s \rightarrow 6m = \frac{1}{2}a(3s)^2 + v_0 \cdot 3s + 0 \rightarrow 3a(s^2) + 2v_0(s) = 6m \quad (2)$$

جاگذاری رابطه ۱ در رابطه ۲ خواهیم داشت.

ب)
$$(1) \& (2) \rightarrow 3a(s^2) + 2 \times -a(s)(s) = 6m \rightarrow a = 6m/s^2$$

پ)
$$v_0 = -6m/s$$

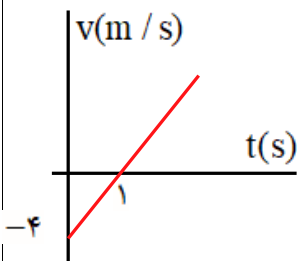
ت)
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \rightarrow x = 2t^2 - 6t$$

ب)
$$v = at + v_0 \rightarrow v = 6(m/s^2)t - 6m/s$$

ت)
$$\rightarrow v = 6(m/s^2) \times 3s - 6m/s = 12m/s$$

ت)
$$v = at + v_0 \rightarrow v = 6t - 6$$

ب)
$$\begin{cases} v = 0 \rightarrow t = 1s \\ t = 0 \rightarrow v = -6m/s \end{cases}$$



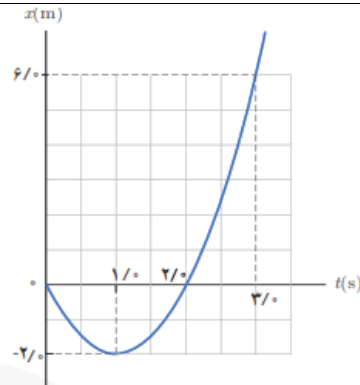
۱۹. شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محور x با شتاب ثابت در حرکت است.

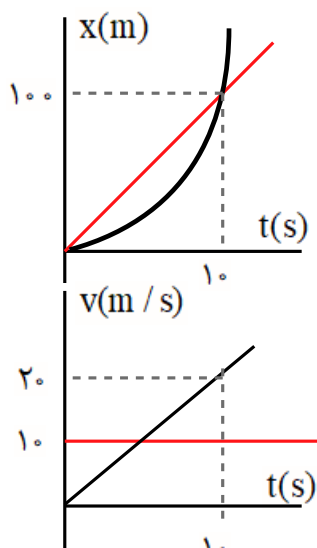
الف) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا $3/0$ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

ب) معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید.

پ) سرعت متحرک را در لحظه $t = 3/0s$ پیدا کنید.

ت) نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم کنید.



(الف) $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \rightarrow 25(m/s)^2 - 16(m/s)^2 = 2a(19m - 10m)$ (ب) $a = 0.5 m/s^2$ $v_2 = a\Delta t + v_1 \rightarrow 5(m/s) = 0.5(m/s^2)\Delta t + 4(m/s)$ $\Delta t = 2s$	۴۰. متحرکی در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x = +10m$ سرعت متحرک $4m/s$ و در مکان $x = +19m$ سرعت متحرک $5m/s$ است. (الف) شتاب حرکت آن چقدر است؟ (ب) پس از چه مدتی سرعت متحرک از $4m/s$ به سرعت $5m/s$ می‌رسد؟
(الف) $\begin{cases} x_1 = \frac{1}{2}at^2 = t^2 \\ x_2 = vt = 10t \end{cases} \rightarrow x_1 = x_2 \rightarrow t^2 = 10t \rightarrow t = 10s$ (ب) $x_1 = t^2 = 100m$ 	۴۱. خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب $2m/s^2$ شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت $36km/h$ از آن سبقت می‌گیرد. (الف) در چه لحظه و در چه مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟ (ب) نمودار مکان - زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید. (پ) نمودار سرعت - زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

الف) شتاب در لحظات $t = 3s, t = 11s, t = 15s$ بعثت ثابت بودن سرعت، برابر صفر است.

$$t = 8s \rightarrow a = \frac{15(m/s) - 5(m/s)}{10s - 5s} = 2(m/s^2)$$

(ب)

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \rightarrow a_{av} = \frac{15(m/s) - 5(m/s)}{20s - 0s} = 0.5(m/s^2)$$

(پ)

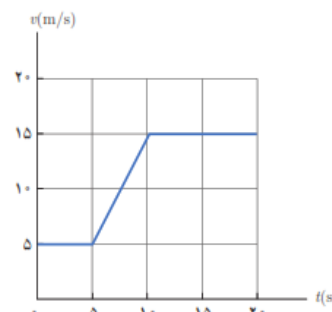
$$\left. \begin{array}{l} t_1 = 5s \\ t_2 = 11s \end{array} \right\} \rightarrow \Delta x = s_1 + s_2 = \frac{(5m/s + 15m/s) \times 5s}{2} + 15 \times 15m/s = 65m$$

$$\left. \begin{array}{l} t_2 = 11s \\ t_3 = 20s \end{array} \right\} \rightarrow \Delta x = s_3 = 9s \times 15m/s = 135m$$

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = 5s \\ t_2 = 11s \end{array} \right\} \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{65m}{11s - 5s} = 10.83m/s$$

(ت)

$$\left. \begin{array}{l} t_2 = 11s \\ t_3 = 20s \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} t_1 = 5s \\ t_2 = 11s \end{array} \right\} \rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{135m}{20s - 11s} = 15m/s$$



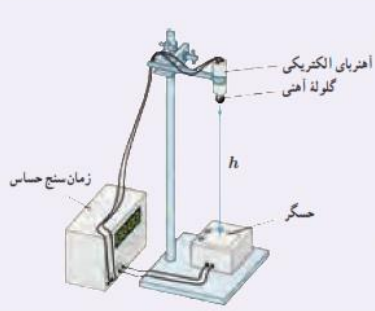
۱۱۱. شکل نشان داده شده نمودار سرعت - زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند.

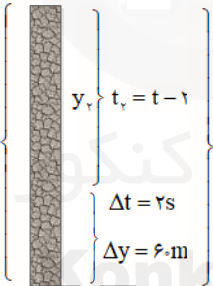
الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t=3s, t=8s, t=11s$ و $t=15s$ به دست آورید.

ب) شتاب متوسط در بازه زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=20s$ را به دست آورید.

پ) در هر یک از بازه‌های زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=11s$ و $t_1=11s$ تا $t_2=20s$ خودرو چقدر جابه‌جا شده است؟

ت) سرعت متوسط خودرو در بازه‌های $t_1=0s$ تا $t_2=11s$ و $t_1=11s$ تا $t_2=20s$ را به دست آورید.

الف) با رها شدن گلوله، زمان سنج دستگاه شروع به حرکت می کند و زمانیکه به حسگر برخورد می کند، زمان سنج متوقف می شود، با اندازه گیری زمان و فاصله h به کمک خط کش، می توان شتاب گرانشی را بدست آورد. $g = \frac{2h}{t^2}$ ب) $y = -\frac{1}{2}gt^2 \rightarrow -0.27m = -\frac{1}{2}g(0.23s)^2 \rightarrow g = 10.2(m/s^2)$	تمرین ۱۲-۱ شکل مقابل اسباب انجام آزمایش ساده ای را نشان می دهد که به کمک آن می توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت. الف) به نظر شما این وسیله آزمایش چگونه کار می کند؟ ب) در یک آزمایش نوعی، داده های زیر به دست آمده است: $h = 0.27m \quad \text{و} \quad t = 0.23s$ با توجه به این داده ها، اندازه شتاب گرانش در محل آزمایش چقدر به دست می آید؟ (اشاره: اگر وسایل مشابهی در آزمایشگاه مدرسه دارید، شتاب گرانش محل خود را به کمک آن اندازه گیری کنید.) 
افزایش می یابد. با گذشت زمان، سرعت سنگ افزایش می یابد. فاصله دو سنگ بعثت افزایش سرعت بیشتر سنگ اولی بیشتر می شود	تمرین ۱۳-۱ شکل مقابل شخصی را نشان می دهد که ابتدا سنگی را از بالای پلی به داخل رودخانه ای رها کرده است. وقتی سنگ مسافت $4.0m$ را طی می کند سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می شود. توضیح دهید آیا با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصله بین دو سنگ کاهش یا افزایش می یابد یا تغییری نمی کند. 
$y = -\frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2} \times 9.8(m/s^2) \times (4s)^2 = -78.4m$ $y_1 = \frac{y}{2} = -39.2m \rightarrow v_1 = -\sqrt{2gy_1}$ $= -\sqrt{2 \times 9.8(m/s^2) \times 39.2m} = -27.7(m/s)$ $v_2 = \sqrt{2gy_2} = \sqrt{2 \times 9.8(m/s^2) \times 78.4m} = -39.2(m/s)$	۱۳.۲ گلوله ای را باید از چه ارتفاعی رها کنیم تا پس از $4/0$ ثانیه به زمین برسد؟ سرعت گلوله در نیمه راه و همچنین در لحظه برخورد به زمین چقدر است؟ مقاومت هوا را نادیده بگیرید.

(الف) $\frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{2gy}}{\sqrt{2g\frac{y}{4}}} = 2$ (ب) $\left. \begin{aligned} y_A &= \frac{1}{2}gt_A^2 \xrightarrow{t_A=t} y_A = \frac{1}{2}gt^2 \\ y_B &= \frac{1}{2}gt_B^2 \xrightarrow{t_B=t-2} y_B = \frac{1}{2}g(t-2)^2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{1}{2}gt^2 = 4 \times \frac{1}{2}g(t-2)^2$ $t_A = t = 6s \quad \& \quad t_B = 4s$ $h_A = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8(m/s^2) \times (6s)^2 = 176.4m$	۴۶. الف) گلوله A را در شرایط خلأ از ارتفاع h و بدون سرعت اولیه رها می کنیم. سه ثانیه بعد گلوله B را از ارتفاع h/4 و بدون سرعت اولیه رها می کنیم. 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.
(الف) $\Delta y = y_1 - y_2 \rightarrow -6m = -\frac{1}{2}gt^2 - \left(-\frac{1}{2}g(t-2s)^2\right)$ $-6m = -\frac{1}{2} \times 9.8(m/s^2)t^2 - \left(-\frac{1}{2} \times 9.8(m/s^2)(t-2s)^2\right)$ $\rightarrow -12s^2 = -4.9t^2 + 4.9t^2 - 2 \times 2(s)t - 4s^2 \rightarrow t = 4.06s$  (ب) $y = -\frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2} \times 9.8(m/s^2) \times (4.06s)^2 = -80.76m$ $v = -gt = -9.8(m/s^2) \times 4.06s = -39.79m/s$	۴۷. سنگی از بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ به طرف زمین رها می شود. الف) اگر سنگ در ۲ ثانیه آخر حرکت خود ۶۰ متر را طی کند، ارتفاع ساختمان چند متر است؟ ب) سرعت سنگ درست پیش از برخورد به زمین چقدر است؟

راهنمای حل

فصل ۲ فیزیک دوازدهم

رشته علوم تجربی

منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان

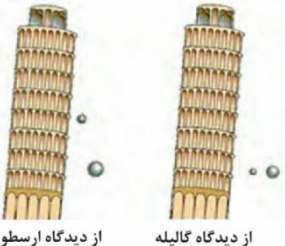


@Schoolphysics

گروه فیزیک استان گیلان

دینامیک و حرکت دایره ای			
صفحه pdf	صفحه کتاب درسی	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل	
	۲۸	۱-۲- قوانین حرکت نیوتون	
۱	۲۹	پرسش ۱-۲	۱
۱	۲۹	پرسش ۲-۲	۲
۲-۱	۲۹	فعالیت ۱-۲	۳
۲	۳۰	پرسش ۳-۲	۴
۲	۳۰	پرسش ۴-۲	۵
۲	۳۳	پرسش ۵-۲	۶
	۳۳	۲-۲ معرفی برخی از نیروهای خاص	
۳	۳۴	تمرین ۱-۲	۷
۳	۳۵	تمرین ۲-۲	۸
۳	۳۶	تمرین ۳-۲	۹
۴-۳	۳۷	پرسش ۶-۲	۱۰
۴	۳۸	پرسش ۷-۲	۱۱
۵	۳۹	تمرین ۴-۲	۱۲
۵	۳۹	آزمایش ۱-۲	۱۳
۶-۵	۴۰	فعالیت ۲-۲	۱۴
۶	۴۰	فعالیت ۳-۲	۱۵
۷-۶	۴۱	تمرین ۵-۲	۱۶
۷	۴۱	فعالیت ۴-۲	۱۷
۷	۴۳	تمرین ۶-۲	۱۸
۸	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱	۱۹
۹-۸	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲	۲۰
۹	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۳	۲۱
۱۰	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۴	۲۲
۱۱	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۵	۲۳
۱۴-۱۳-۱۲-۱۱	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۶	۲۴
۱۵	۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۷	۲۵
۱۶-۱۵	۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۸	۲۶
۱۷	۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۹	۲۷
۱۸-۱۷	۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۰	۲۸

۱۸	۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۱	۲۹
۱۹	۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۲	۳۰
۲۰	۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۳	۳۱
۲۰	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۴	۳۲
۲۰	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۵	۳۳
	۴۴	۲-۳ تکرار و قانون دوم نیوتون	
۲۱	۴۵	تمرین ۲-۷	۳۴
۲۱	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۶	۳۵
۲۱	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۷	۳۶
	۴۶	۲-۵ نیروی گرانشی	
۲۳-۲۲	۴۷	فعالیت ۲-۵	۳۷
۲۳	۴۹	تمرین ۲-۸	۳۸
۲۴-۲۳	۴۹	تمرین ۲-۹	۳۹
۲۴	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۸	۴۰
۲۴	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۹	۴۱
۲۵	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۰	۴۲
۲۵	۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۱	۴۳

نیروی شناوری و نیروی وزن اثر یکدیگر را خنثی می کنند. نیروی پیشران و نیروی مقاومت اثر یکدیگر را خنثی می کنند.	پرسش ۱-۲ در شکل روبه رو یک کشتی در حال حرکت را می بینید که نیروهای وارد بر آن متوازن اند. کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده اند؟ 
خیر - بر طبق قانون اول نیوتن، وقتی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد. جسم در حال حرکت با سرعت ثابت، حرکت خود را حفظ می کند.	پرسش ۲-۲ در فیلمی علمی - تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کند می شود و می ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.
گالیله در سال ۱۵۸۹ دستگاهی ساخت که ثابت می کرد که وقتی که دو جسم با اندازه و وزن های مختلف از یک ارتفاع رها می شوند، زمان رسیدن هر دو جسم به زمین یکسان است. این گفته با آنچه که انسان ها باور داشته اند و در آن زمان درس گرفته بودند، مغایرت داشت. ارسطو کسی بود که این نظریه را ارائه داده بود که اجسامی با وزن بیشتر سریع تر از اجسام سبک تر به زمین می رسند. گالیله برای اثبات حرف خود یک توپ ۴۵۳ گرمی و یک توپ ۴۵۳۰ گرمی را از بالای برج پیزا رها کرد. جمعیت کثیری از انسان ها وجود داشتند که آزمایش گالیله و در نتیجه رسیدن همزمان این دو جسم در یک زمان را به چشم خود دیدند و شهادت دادند. با این آزمایش نظریه قبلی ارسطو رد شد. نمونه هایی از آزمایش های ذهنی گالیله که بهتر است در این زمینه دانش آموزان تحقیق کنند. قانون آونگ گالیله - قاصد آسمان - نظریه خورشید محور و زمین محور - آزمایش گالیله و سطح شیبدار  	فعالیت ۱-۲ درباره آزمایش ذهنی گالیله تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید.

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۲-۱ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

الف) برطبق قانون اول نیوتن، جسم تمایل دارد وضعیت سکون خود را حفظ نماید. که با حرکت سریع مقوا، سکه به داخل لیوان می افتد.
ب) هنگامی که به آرامی بکشم، نیرو انتقال می یابد و نخ از قسمت بالای گوی جدا می گردد.
در کشش سریع، لختی جرم گلوله سبب می شود که در بازه زمانی کوتاه فرصت انتقال ضربه به نخ بالایی وجود ندارد. در نتیجه نخ پایین پاره می شود.

پرسش ۲-۲

الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می شود؟
ب) چرا در شکل ب، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می شود؟

(الف) (ب)

در سه شکل سمت راست:
با ثابت ماندن اندازه جرم جسم و با افزایش نیرو، مقدار شتاب جسم افزایش می یابد.

در شکل های سمت چپ:
با ثابت ماندن اندازه نیرو و افزایش جرم جسم، مقدار شتاب جسم کاهش می یابد.

پرسش ۴-۲

در شکل های زیر، قطعه یخ ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. استنباط خود را از این شکل ها بیان کنید.

پرسش ۵-۲

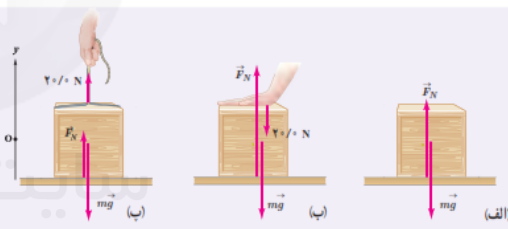
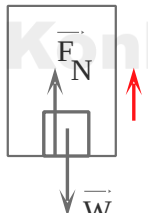
شخصی در حال هل دادن جعبه ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می کند. با توجه به آنکه نیروی که شخص به جعبه وارد می کند با نیروی که جعبه به شخص وارد می کند هم اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می کند؟

سطح زمین [جسم (۱)]
شخص [جسم (۲)]
جعبه [جسم (۳)]

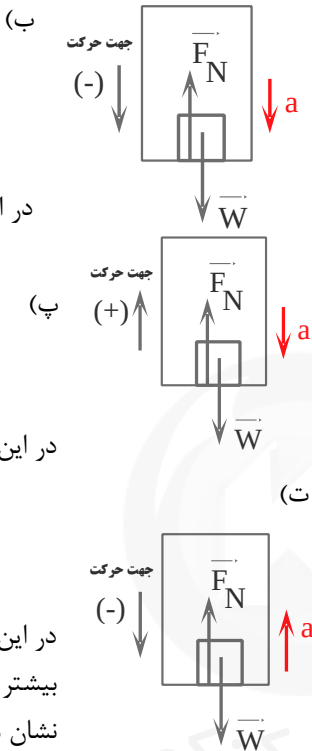
نیروی $\vec{F}_{۲۳}$ برای جعبه، نیروی خارجی است

$F_{۲۳} > F_{۱۳} \rightarrow F_{net} = F_{۲۳} - F_{۱۳} = ma$

هنگامی که نیروی افقی که شخص به جعبه وارد می کند بیشتر از نیروی افقی که زمین به جعبه وارد کند، جعبه حرکت می کند.

	۲-۲ معرفی برخی از نیروهای خاص	
$W = mg_{\text{زمین}} \rightarrow W_1 = (0.1 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg}) = 0.98 \text{ N}$ $W = mg_{\text{ماه}} \rightarrow W_2 = (0.1 \text{ kg})(1.6 \text{ N/kg}) = 0.16 \text{ N}$ $W = mg_{\text{مریخ}} \rightarrow W_3 = (0.1 \text{ kg})(3.7 \text{ N/kg}) = 0.37 \text{ N}$ $W_1 > W_3 > W_2$	تمرین ۱-۲ الف) وزن قطعه‌ای طلا به جرم ۱۰۰ گرم را روی سطح زمین به دست آورید. ب) وزن یک جسم در سطح یک سیاره برابر با نیروی گرانشی است که از طرف آن سیاره بر جسم وارد می‌شود. وزن این قطعه طلا را در سطح ماه و مریخ به دست آورید و با هم مقایسه کنید. ($g_{\text{زمین}} = 9.8 \text{ N/kg}$, $g_{\text{ماه}} = 1.6 \text{ N/kg}$, $g_{\text{مریخ}} = 3.7 \text{ N/kg}$)	۷
$a = g - \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D=0} a = g$ $V^2 - V_0^2 = 2g\Delta y \rightarrow V^2 - 0 = 2gh \rightarrow V = \sqrt{2gh}$ با صرف نظر از مقاومت هوا، سرعت برخورد گلوله‌ها با زمین به جرم گلوله‌ها وابسته نیست. $V_1 = V_2$	مثال ۵-۲ دو گوی هم اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_1 = 2m_2$) از بالای برجی به ارتفاع h به طور هم زمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است؟ تمرین ۲-۲ اگر در مثال ۵-۲ از مقاومت هوا صرف نظر کنیم، سرعت برخورد گوی‌ها با زمین را با هم مقایسه کنید.	۸
الف) $F_N = mg = 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 39.2 \text{ N}$ ب) $F_N = mg + F' = 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} + 20 \text{ N} = 59.2 \text{ N}$ پ) $F_N + F' = mg \rightarrow F_N + 20 \text{ N} = 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg}$ $F_N = 39.2 \text{ N} - 20 \text{ N} = 19.2 \text{ N}$	تمرین ۳-۲ همانند شکل، جعبه‌ای به جرم 4 kg روی میزی افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح را در حالت‌های نشان داده شده به دست آورید. 	۹
الف) $F_N - mg = ma$ $\rightarrow F_N = m(g + a) \rightarrow F_N > mg$ در این حالت ترازو، عددی بزرگ تر از اندازه ی وزن را نشان می دهد. 	پرسش ۶-۲ در مثال ۶-۲، در هر یک از حالت‌های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید. الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند. ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند. پ) آسانسور در حالی که به طرف بالا حرکت می‌کند، متوقف شود. ت) آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، متوقف شود.	۱۰

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۱-۲ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

(ب) $F_N - mg = -ma$ $\rightarrow F_N = m(g - a) \rightarrow F_N < mg$ در این حالت ترازو، عددی کوچکتری از اندازه ی وزن را نشان می دهد. (پ) $F_N - mg = -ma$ $\rightarrow F_N = m(g - a) \rightarrow F_N < mg$ در این حالت ترازو، عددی کوچکتری از اندازه ی وزن را نشان می دهد. (ت) $F_N - mg = ma$ $\rightarrow F_N = m(g + a) \rightarrow F_N > mg$ در این حالت ترازو، عددی بیشتر از اندازه ی وزن را نشان می دهد. 	
الف) وقتی ما شروع به حرکت می کنیم. پاهایمان نیروی به سمت عقب وارد می کند. طبق قانون سوم نیوتن، نیروی هم اندازه و در خلاف جهت بر آن وارد می شود که اصطکاک نام دارد و سبب می شود که به سمت جلو حرکت کنیم. ب) زیرا ناهمواری ها کم تر می باشد که در نتیجه اصطکاک بین فرد و زمین کم شده و سبب سر خوردن می شود و راه رفتن دشوار می گردد.	پرسش ۲-۲ الف) بر اساس قانون سوم نیوتن و آنچه از اصطکاک آموختید، توضیح دهید راه رفتن با شروع از حالت سکون چگونه انجام می شود؟ ب) چرا راه رفتن روی یک سطح شیب مانند سطح یخ به سختی ممکن است؟

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۲-۱ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده



$$\rightarrow F - f_s = ma = 0 \rightarrow F = f_s = 4 \text{ N}$$

(الف)



$$\rightarrow F - f_s = ma = 0 \rightarrow F = f_s = 8 \text{ N}$$

(ب)



$$\rightarrow F - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F = f_{s,max} = 16 \text{ N}$$

$$f_{s,max} = \mu_s N \rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg} = \frac{16 \text{ N}}{4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ (N/kg)}} = 0.4$$

ضریب اصطکاک ایستایی تغییر نمی کند. زیرا ضریب اصطکاک به اندازه ی مساحت سطح تماس جسم بستگی ندارد.

نمونه ۲-۴

اگر در شکل ۲-۱۲، جرم جسم 4 kg و بزرگی نیروها $F_1 = 4 \text{ N}$ ، $F_2 = 8 \text{ N}$ و $F_3 = 16 \text{ N}$ باشد، (الف) بزرگی نیروهای اصطکاک ایستایی در هر حالت چقدر است؟ (ب) ضریب اصطکاک ایستایی را پیدا کنید.



۱۲

آزمایش ۱: اندازه گیری ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم



وسایل لازم: نیروسنج، قطعه چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو، خط کش
شرح آزمایش:
۱- مکعب چوبی را از طرف وجه بزرگ آن، روی سطح افقی میز قرار دهید.

۲- نیروسنج را مانند شکل به مکعب چوبی وصل کنید و سر دیگر نیروسنج را با دست بگیرید و به طور افقی بکشید.
۳- نیروی دستان را به آرامی افزایش دهید تا جایی که مکعب چوبی در آستانه لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی را که نیروسنج نشان می دهد، در جدول یادداشت کنید (برای اینکه دقت شما افزایش یابد لازم است آزمایش را چند بار تکرار کنید).
۴- اکنون مکعب چوبی را از طرف وجه کوچک تر روی سطح قرار دهید و مراحل ۲ و ۳ را تکرار کنید.
۵- با اندازه گیری جرم مکعب چوبی و استفاده از رابطه ۲-۴ مقدار μ_s را در هر آزمایش محاسبه و در جدول یادداشت کنید.

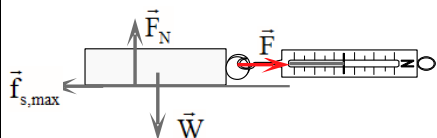
شماره آزمایش	مساحت سطح تماس قطعه با میز	وزن قطعه:
	عددی که نیروسنج نشان می دهد $(f_{s,max})$	μ_s

همراه با اعضای گروه خود، نتیجه های به دست آمده را تفسیر کنید.

۱۳

وسایل لازم: نیروسنج - قطعه های چوبی مختلف - ترازو

شرح آزمایش:



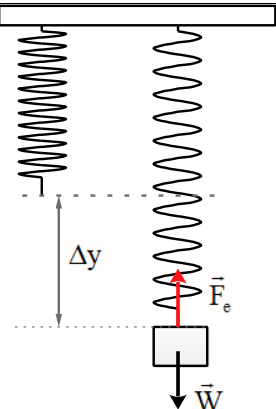
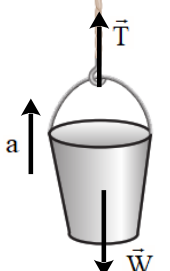
۱- مکعب چوبی را از یک وجه روی سطح افقی قرار دهید.

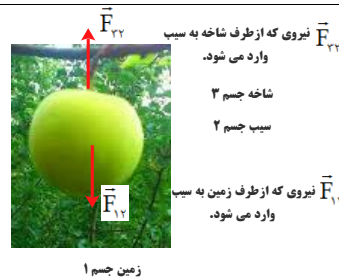
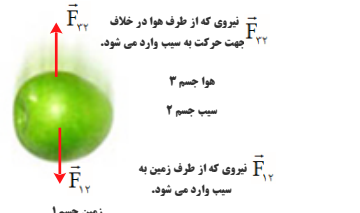
فعالیت ۲-۲

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s,max}$ متناسب با F_N است.

۱۴

(۲) نیروسنج را به مکعب چوبی وصل کرده و سر دیگر نیروسنج را در دست گرفته و بکشید. وقتی جسم در آستانه لغزیدن قرار می گیرد عددی که نیروسنج نشان می دهد نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه ($f_{s,max}$) است. (۳) جرم جسم را با ترازو اندازه گیری کرده و از رابطه $F_N = mg$ مقدار نیروی عمودی محاسبه کنید. (۴) این بار آزمایش را با ۲ قطعه چوبی روهم انجام دهید. عددی که نیرو سنج نشان می دهد بیشتر می شود. (۵) آزمایش را با تعداد بیشتر قطعه چوبی انجام بدهید. باز هم نیروسنج عدد بیشتر را نشان می دهد. (۶) اعداد بدست آمده از نیروسنج را بر وزن تقسیم می کنیم. نتیجه: نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با مقدار نیروی عمودی از طرف سطح به جسم رابطه مستقیم دارد و با تقسیم این نیرو بر وزن عدد ثابتی بدست می آید.	
الف) به کمک یک نیروسنج، قطعه چوب را می کشیم تا حرکت کند. در بازه زمانی که قطعه چوب با سرعت ثابت در حال حرکت است، اندازه ی نیروی که نیروسنج نشان می دهد برابر است با نیروی اصطکاک جنبشی، در نتیجه خواهیم داشت. $F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = 0 \rightarrow F = f_k$ $F = f_k = \mu_k mg \rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg}$ نیروی F از روی نیروسنج و m را به کمک ترازو بدست می آوریم. ب) از وجه دیگر قطعه چوب، آزمایش را تکرار می کنیم. و سعی می کنیم با سرعت ثابت با نیروسنج قطعه چوب را بکشیم. عددی که نیروسنج نشان می دهد در این شرایط تقریباً برابر حالت قبل می باشد. نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.	فعالیت ۳-۲ آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید: الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن μ_k را به دست آورید. ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.
$F - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$ $\rightarrow F = f_{s,max} = 0.6 \times 75 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 441 \text{ N}$	تمرین ۵-۲ در مثال قبل اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین 0.6 و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟

 الف) تعدادی فنر با ضخامت های مختلف تهیه می کنیم. هر چه فنر انعطاف پذیر تر باشد. سختی (K) کوچکتر و برای فنر سفت (K) بیشتر است. ب) فنر را مطابق شکل (۱) به سقف آویزان می کنیم و سپس به انتهای آن، وزنه ای با جرم مشخص آویزان می نمایم. در حالت تعادل، به کمک خط کش، تغییرات طول فنر را اندازه می گیریم. با توجه به این مطلب که، نیروی که از طرف فنر به وزنه وارد می شود با نیروی که از طرف زمین به جسم وارد می شود برابر است. خواهیم داشت. $F_e = w \rightarrow k\Delta y = mg \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta y}$ سپس در چندین نوبت فنرهای مختلف را مطابق شکل آزمایش کرده و هر بار با توجه به رابطه مقدار K را بدست می آوریم. $k = \frac{mg}{\Delta y}$ همچنین می توان آزمایش را با جرم های مختلف تکرار کرد، و k های مختلفی را بدست آورد. از اعداد بدست آمده میانگین گرفته و عدد دقیقتری برای k بدست آورد.	فعالیت ۲-۲ تعدادی فنر متفاوت تهیه کنید. الف) سختی آنها را مقایسه کنید. ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت هر فنر را بدست آورید. ۱۷
 $T - mg = ma$ $T - ۱۶\text{kg} \times ۹ / ۸\text{N} / \text{kg} = ۱۰۰\text{kg} \times ۱ / ۲\text{N} / \text{kg}$ $T = ۱۵۶ / ۸\text{N} + ۱۲۰\text{N} = ۱۷۶ / ۸\text{N}$	تمرین ۲-۲ کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم $۱۶/۰\text{kg}$ را با طناب سبکی به طرف بالا می کشد. اگر شتاب رو به بالای سطل $۱/۲\text{m/s}^2$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟ ۱۸

(الف)  <table border="1"> <thead> <tr> <th>کنش</th> <th>واکنش</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.</td> <td>نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.</td> </tr> <tr> <td>نیروی که از طرف شاخه به سیب وارد می شود.</td> <td>نیروی که از طرف سیب به شاخه وارد می شود.</td> </tr> </tbody> </table> (ب)  <table border="1"> <thead> <tr> <th>کنش</th> <th>واکنش</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.</td> <td>نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.</td> </tr> <tr> <td>نیروی که از طرف هوا به سیب وارد می شود.</td> <td>نیروی که از طرف سیب به هوا وارد می شود.</td> </tr> </tbody> </table>	کنش	واکنش	نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.	نیروی که از طرف شاخه به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به شاخه وارد می شود.	کنش	واکنش	نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.	نیروی که از طرف هوا به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به هوا وارد می شود.	۱-۲ و ۲-۲ قوانین حرکت نیوتون و معرفی برخی از نیروهای خاص ۱. سیبی را در نظر بگیرید که به شاخه درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می شود. الف) با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جداشدن از درخت نشان دهید. (ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می شود؟ ۱۹
کنش	واکنش												
نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.												
نیروی که از طرف شاخه به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به شاخه وارد می شود.												
کنش	واکنش												
نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.												
نیروی که از طرف هوا به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به هوا وارد می شود.												
الف) برطبق قانون اول نیوتون (لختی) جسم تمایل دارد حالت سکون و یا حرکت یکنواخت خود را بر روی خط راست حفظ کند. در حالتی که خودرو ناگهان شروع به حرکت می کند، خودرو به سمت جلو رفته و اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت خود را حفظ کنند. به همین دلیل شخص به صندلی فشرده می شود. در حالتی که خودرو ناگهان توقف می کند، اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت رو به جلوی خود را حفظ کنند در نتیجه اجسام به سمت جلو پرت می شوند.	۲. وقتی در خودروی ساکنی نشسته اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می کند، به صندلی فشرده می شوید. همچنین اگر در خودروی در حال حرکتی نشسته باشید، در توقف ناگهانی به جلو پرتاب می شوید. الف) علت این پدیده ها را توضیح دهید. (ب) نقش کمربند ایمنی و کیسه هوا در کم شدن آسیب ها در تصادف ها را بیان کنید.  ۲۰												

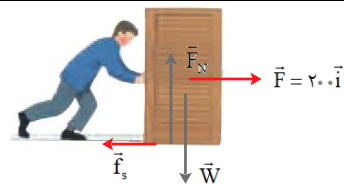
پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۲-۱ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

(ب) در هنگام توقف یا ترمز ناگهانی اتومبیل، سرنشین بنا بر خاصیت لختی در مسیر حرکت به راه خود ادامه می دهد و بسمت شیشه جلو پرتاب می شود. کمربند ایمنی و یا کیسه ی هوا، سرنشین را با خودرو یک پارچه می کند و شتاب حرکت سرنشین در رخدادهای ناگهانی شتاب خودرو می شود.	
الف) $F_N - mg = 0 \rightarrow F_N = mg$ $\rightarrow F_N = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N}$ ب) $F_N - mg = ma = 0 \rightarrow F_N = mg$ $\rightarrow F_N = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N}$ پ) $F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g + a)$ $F_N = 50 \text{ kg}(9.8 \text{ N/kg} + 1.2 \text{ N/kg})$ $F_N = 550 \text{ N}$ ت) $F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g - a)$ $F_N = 50 \text{ kg}(9.8 \text{ N/kg} - 1.2 \text{ N/kg})$ $F_N = 430 \text{ N}$	۳۱. دانش آموزی به جرم 50 kg روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر یک از حالت های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می دهد؟ ($g = 9.8 \text{ N/kg}$) الف) آسانسور ساکن است. ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می کند. پ) آسانسور با شتاب 1.2 m/s^2 به طرف بالا شروع به حرکت می کند. ت) آسانسور با شتاب 1.2 m/s^2 به طرف پایین شروع به حرکت می کند.

الف) جسم ساکن است.

$$F - f_s = 0$$

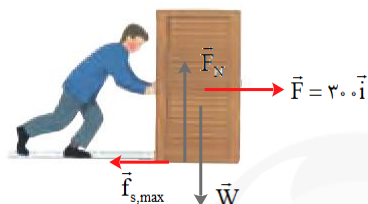
$$\rightarrow f_s = F = 200 \text{ N}$$



ب) جسم در آستانه حرکت است.

$$F - f_{s,max} = 0$$

$$\rightarrow f_{s,max} = F = \mu_s F_N$$



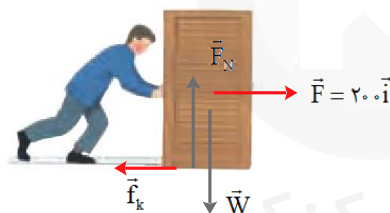
$$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{200 \text{ N}}{90 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg}} = 0.22$$

پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.

$$F - f_k = ma$$

$$F - \mu_k mg = ma \rightarrow$$

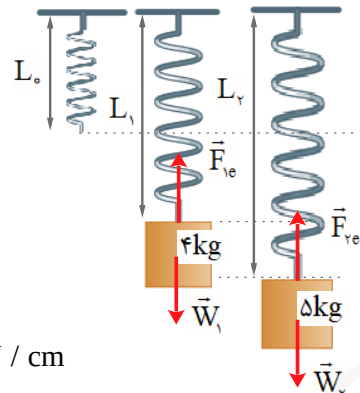
$$200 \text{ N} - 0.2 \times 90 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 90 \text{ kg} a \rightarrow a = 0.4 \text{ N/kg}$$



۱۴. در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی 200 N جسم 90 kg کیلوگرمی را هل می دهد، اما جسم ساکن می ماند. ولی وقتی با نیروی 300 N جسم را هل می دهد، جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد.

الف) نیروی اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح در هر حالت چقدر است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چقدر است؟
پ) اگر پس از حرکت، شخص با نیروی 200 N جسم را هل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم 0.2 باشد، شتاب حرکت جسم چقدر خواهد شد؟

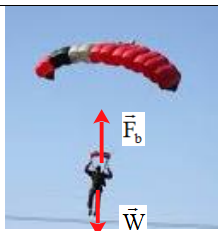
(الف)  (ب) $F_{e1} = m_1 g \rightarrow k(L_1 - L_0) = m_1 g \quad (1)$ $F_{e2} = m_2 g \rightarrow k(L_2 - L_0) = m_2 g \quad (2)$ $(m_2 - m_1)g = k(L_2 - L_1)$ $\rightarrow k = \frac{(m_2 - m_1)g}{(L_2 - L_1)}$ $\rightarrow k = \frac{(\Delta kg - 4kg) \times 9.8 \text{ N/kg}}{(15 \text{ cm} - 14 \text{ cm})} = 9.8 \text{ N/cm}$ $k(L_1 - L_0) = m_1 g \rightarrow 9.8 \text{ (N/cm)}(14 \text{ cm} - L_0) = 4kg \times 9.8 \text{ N/kg} \rightarrow L_0 = 10 \text{ cm}$	۲۳ ۳. در شکل روبه رو وقتی وزنه 4 kg را به فنر آویزان می کنیم، طول فنر 14 cm می شود، و وقتی وزنه 5 kg را به فنر آویزان می کنیم، طول فنر 15 cm می شود. (الف) ثابت فنر چقدر است؟ (ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتی متر است؟										
(الف)  <table border="1"> <thead> <tr> <th>واکنش</th><th>کنش</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>نیروی که خودرو به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$</td><td>نیروی که زمین به خودرو وارد می کند. $\vec{W}$</td></tr> <tr> <td>نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می کند. $\vec{F}'_N$</td><td>نیروی عمودی تکیه گاه سطح جاده به خودرو وارد می کند. $\vec{F}_N$</td></tr> <tr> <td>در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می شود. $\vec{f}'_k$</td><td>در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می شود. $\vec{f}_k$</td></tr> <tr> <td>نیروی که از مولکول های هوا به خودرو وارد می شود. $\vec{f}'$</td><td>نیروی که از مولکول های هوا به خودرو وارد می شود. $\vec{f}$</td></tr> </tbody> </table>	واکنش	کنش	نیروی که خودرو به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$	نیروی که زمین به خودرو وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می کند. $\vec{F}'_N$	نیروی عمودی تکیه گاه سطح جاده به خودرو وارد می کند. $\vec{F}_N$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می شود. $\vec{f}'_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می شود. $\vec{f}_k$	نیروی که از مولکول های هوا به خودرو وارد می شود. $\vec{f}'$	نیروی که از مولکول های هوا به خودرو وارد می شود. $\vec{f}$	۲۴ ۴. در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می شود؟ (الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است. (ب) گشتی ای با سرعت ثابت در حال حرکت است. (پ) قایقرانی در حال پارو زدن است. (ت) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. (ث) هواپیمایی در یک سطح پروازی افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است. (ج) تویی در راستای قائم به زمین برخورد می کند و برمی گردد.
واکنش	کنش										
نیروی که خودرو به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$	نیروی که زمین به خودرو وارد می کند. $\vec{W}$										
نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می کند. $\vec{F}'_N$	نیروی عمودی تکیه گاه سطح جاده به خودرو وارد می کند. $\vec{F}_N$										
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می شود. $\vec{f}'_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می شود. $\vec{f}_k$										
نیروی که از مولکول های هوا به خودرو وارد می شود. $\vec{f}'$	نیروی که از مولکول های هوا به خودرو وارد می شود. $\vec{f}$										

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۲-۱ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

	 (ب)	
واکنش	کنش	
نیروی که زمین به کشتی وارد می کند. $\vec{W}'$	نیروی که زمین به کشتی وارد می کند. $\vec{W}$	
نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به کشتی وارد می شود. $\vec{F}_b'$	نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به کشتی وارد می شود. $\vec{F}_b$	۴. در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می شود؟ الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است. ب) کشتی ای با سرعت ثابت در حال حرکت است. پ) قایقرانی در حال پارو زدن است. ت) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. ث) هواپیمایی در یک سطح پروازی افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است. ج) تویی در راستای قائم به زمین برخورد می کند و برمی گردد.
نیروی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{f}'$	نیروی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{f}$	
 (پ)		
واکنش	کنش	
نیروی که زمین به قایق وارد می کند. $\vec{W}'$	نیروی که زمین به قایق وارد می کند. $\vec{W}$	
نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به قایق وارد می شود. $\vec{F}_b'$	نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به قایق وارد می شود. $\vec{F}_b$	
نیروی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{f}'$	نیروی موازی در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا به سطح قایق وارد می شود. $\vec{f}$	
نیروی که از طرف آب به پارو وارد می کند. $\vec{F}'$	نیروی که از طرف آب به پارو وارد می کند. $\vec{F}$	

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۲-۱ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

(ت)



واکنش	کنش
نیروی که چتر باز به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$	نیروی که زمین به چتر باز وارد می کند. $\vec{W}$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا به چتر باز وارد می شود. $\vec{F}_b'$	نیروی که از طرف مولکولهای هوا به چتر باز وارد می شود. $\vec{F}_b$

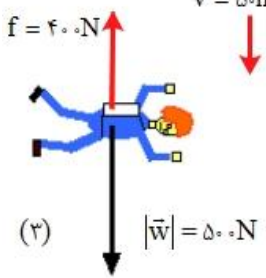
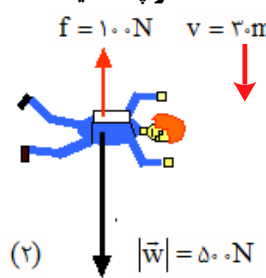
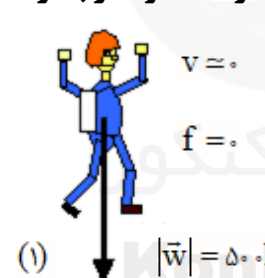
(ت)

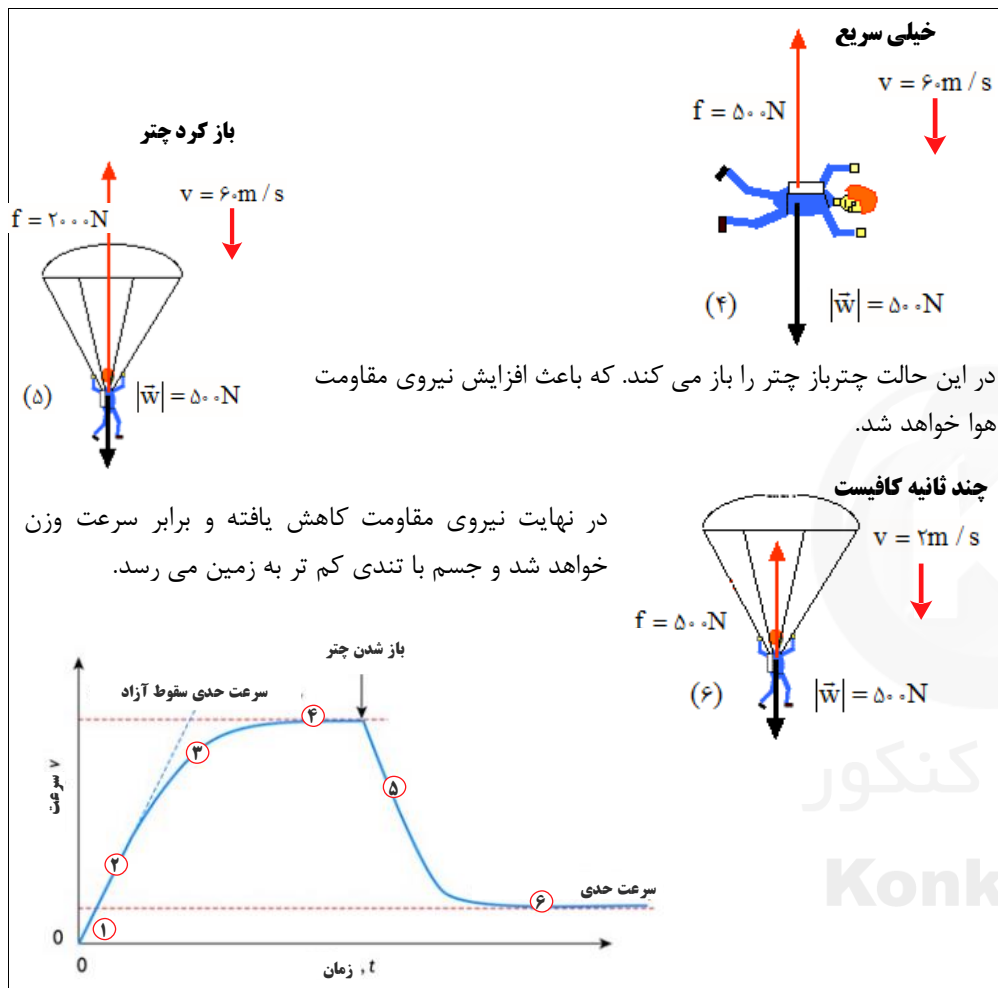
واکنش	کنش
نیروی که هواپیما به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$	نیروی که زمین به هواپیما وارد می کند. $\vec{W}$
نیروی که از طرف هواپیما به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}_b'$	نیروی که از طرف مولکولهای هوا رو به بالا (نیروی شناوری) به هواپیما وارد می شود. $\vec{F}_b$
نیروی که در جهت حرکت مولکول های هوا به سطح هواپیما وارد می شود. $\vec{f}'$	نیروی که در جهت مخالف حرکت از مولکول های هوا به سطح هواپیما وارد می شود. $\vec{f}$

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۱-۲ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

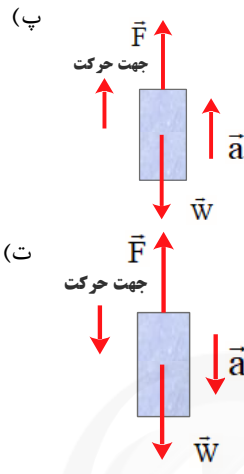
تهیه و تنظیم توسط همکاران:

(ج) 			
قبل از برخورد:			
کنش	واکنش		
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$		
نیروی که از طرف مولکول های هوا رو به بالا به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{F}_b'$		
			
بعد از برخورد:			
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$		
نیروی که از طرف مولکول های هوا رو به پایین به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{F}_b'$		

(الف) $v_0 = 72 \text{ km/h} = 72 \div 3.6 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$ $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow 0 - (20 \text{ m/s})^2 = 2a \times 20 \text{ m}$ $a = -\frac{400}{40} \text{ m/s}^2 = -10 \text{ m/s}^2$ (ب) $v = at + v_0 \rightarrow 0 = -10 (\text{m/s}^2)t + 20 \text{ m/s} \rightarrow t = 2 \text{ s}$ (پ) $F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = -10 (\text{m/s}^2) \times 1200 \text{ kg} \rightarrow f_k = 12000 \text{ N}$	۷. راننده خودروبی که با سرعت 72 km/h در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می کند و خودرو پس از طی مسافت 20 m متوقف می شود. (الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟ (ب) از لحظه ترمز تا توقف کامل خودرو، چقدر طول می کشد؟ (پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک ها و سطح چقدر است؟ جرم خودرو را 1200 kg بگیرید.
فرض می کنیم شخصی به وزن 500 N از بالگرد به بیرون می پرد. بعد از پریدن چتر باز، سرعت اولیه آن بسیار نا چیز است و تندی و مقاومت هوا افزایش می یابد. بعد از گذشت ثانیه ها بیشتر $v = 50 \text{ m/s}$ $f = 400 \text{ N}$  (۳) $\vec{W} = 500 \text{ N}$ در چند ثانیه $f = 1000 \text{ N}$ $v = 30 \text{ m/s}$  (۲) $\vec{W} = 500 \text{ N}$ در لحظه ترک از بالگرد $v \approx 0$ $f = 0$  (۱) $\vec{W} = 500 \text{ N}$ پس از مدتی مقاومت هوا با وزن چتر باز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چتر باز صفر می شود و چتر باز با تندی ثابتی به طرف زمین حرکت می کند.	۸. چتر بازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می کند و در امتداد قائم سقوط می کند. حرکت چتر باز را از لحظه پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن بر حسب زمان رسم کنید.

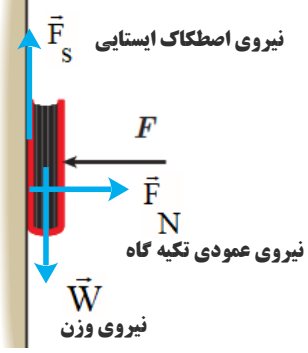


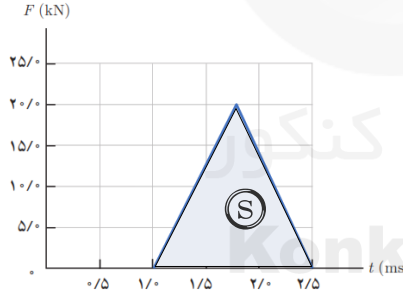
(الف) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a}$ $F_N - F_f - W = ma = 0 \rightarrow F_N = F_f + W$ با افزایش F_f، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می یابد. (ب) $F - F_s = ma = 0 \rightarrow F = F_s$ تغییر نمی کند. (پ) $f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N \rightarrow f_{s,\text{max}} = \mu_s (F_f + W)$ با افزایش F_f، $f_{s,\text{max}}$ مقدار افزایش می یابد. (ت) نیروی خالص وارد بر جسم در راستای X و Y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.	۴. در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی N به جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم F_2 که جعبه را به زمین می فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت های زیر چگونه تغییر می کنند؟ (الف) اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه (ب) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه (پ) اندازه پیشینه نیروی اصطکاک ایستایی (ت) نیروی خالص وارد بر جسم
(الف) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \rightarrow F = ma$ $\rightarrow F = (5/0 \text{ kg})(2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 10 \text{ N}$ (ب) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \rightarrow F - F_k = ma$ $\rightarrow F - \mu_k W = ma$ $F - (0/20)(5/0 \text{ kg})(9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = (5/0 \text{ kg})(2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ $\rightarrow F - (9/8 \text{ N}) = 10 \text{ N} \rightarrow F = 19/8 \text{ N}$	۱۰. می خواهیم به جسمی که جرم آن $5/0 \text{ kg}$ است، شتاب 2 m/s^2 بدهیم. در هر یک از حالت های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید. (الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند. (ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک $0/20$ به طرف راست حرکت کند، و شتابش نیز به طرف راست باشد. (پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند. (ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

(پ) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \rightarrow F - W = ma \rightarrow F - mg = ma$ $F - (\Delta / \circ \text{kg})(9 / 8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = (\Delta / \circ \text{kg})(2 / \circ \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ $\rightarrow F - (49 \text{ N}) = 10 \text{ N} \rightarrow F = 59 \text{ N}$ (ت) $W - F = ma \rightarrow mg - F = ma$ $(\Delta / \circ \text{kg})(9 / 8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) - F = (\Delta / \circ \text{kg})(2 / \circ \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ $\rightarrow (49 \text{ N}) - F = 10 \text{ N} \rightarrow F = 39 \text{ N}$	
(الف) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k F_N = ma$ $-\mu_k mg = ma \rightarrow a = -\mu_k g$ $a = -(0 / 2)(9 / 8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = -1 / 96 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ جسم متوقف شده است، بنابراین $V = 0$ است. $V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x$ $0 - (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 2(-1 / 96 \text{ N/kg})\Delta x \rightarrow \Delta x = 25 / 5 \text{ m}$	۲۹ ۱۱. قطعه چوبی را با سرعت افقی 10 m/s روی سطحی افقی پرتاب می کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح 0.20 است. الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می ایستد؟ ب) اگر از یک قطعه چوب دیگر استفاده کنیم که جرم آن دو برابر جرم قطعه چوب اول و ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح افقی با اولی یکسان باشد و با همان سرعت پرتاب شود، مسافت پیموده شده آن چند برابر می شود؟

(الف) $F - mg = 0 \rightarrow k\Delta L = mg$ $\rightarrow 20 \text{ (N/cm)} (L_1 - 12 \text{ cm}) = 2 \text{ kg} \times (9.8 \text{ N/kg})$ $\rightarrow L_1 = 12 / 9.8 \text{ cm}$ (ب) $F - mg = 0 \rightarrow k\Delta L = mg$ $\rightarrow 20 \text{ (N/cm)} (L_2 - 12 \text{ cm}) = 2 \text{ kg} \times (9.8 \text{ N/kg})$ $\rightarrow L_2 = 12 / 9.8 \text{ cm}$ (پ) $F - mg = -ma \rightarrow k\Delta L = m(g - a)$ $\rightarrow 20 \text{ (N/cm)} (L_3 - 12 \text{ cm}) = 2 \text{ kg} \times [(9.8 - 2) \text{ N/kg}]$ $\rightarrow L_3 = 12 / 7.8 \text{ cm}$ (ت) $F - mg = ma \rightarrow k\Delta L = m(g + a)$ $\rightarrow 20 \text{ (N/cm)} (L_4 - 12 \text{ cm}) = 2 \text{ kg} \times [(9.8 + 2) \text{ N/kg}]$ $\rightarrow L_4 = 13 / 9.8 \text{ cm}$	۱۱. وزنه ای به جرم 2 kg را به انتهای فنری به طول 12 cm که ثابت آن 20 N/cm است می بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می کنیم. طول فنر را در حالت های زیر محاسبه کنید. (الف) آسانسور ساکن است. (ب) آسانسور با سرعت ثابت 2 m/s رو به پایین در حرکت است. (پ) آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت کند. (ت) آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.
--	---

پاسخ پرسش های فصل دوم --- ۲-۱ و ۲-۲ - قوانین حرکت نیوتون و معرفی نیروهای خاص
آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

الف) زمان واکنش و تندی خودرو (ب) $\Delta x = vt \rightarrow 18m = v \times 0.6s \rightarrow v = 30m/s$ (پ) $x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t = \left(\frac{0 + 30m/s}{2}\right) \times 0.6s \rightarrow 9m$ (ت) $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 30m/s}{0.6s} \rightarrow a = -50m/s^2$ $F_{net} = ma \rightarrow F_{net} = 1500kg \times -5(N/kg) \rightarrow F_{net} = -9000N$	۱۱۱. برای یک راننده دانستن کل مسافت توقف خودرو اهمیت دارد. همان طور که شکل نشان می دهد کل مسافت توقف، دو قسمت دارد: مسافت واکنش (مسافتی که خودرو از لحظه دیدن مانع تا ترمز گرفتن طی می کند) و مسافت ترمز (مسافتی که خودرو از لحظه ترمز گرفتن تا توقف کامل طی می کند). الف) دو عامل مؤثر در مسافت واکنش را بنویسید. ب) زمان واکنش راننده ای ۰/۶۰s است. در طی این زمان، خودرو مسافت ۱۸m را طی می کند. با فرض ثابت بودن سرعت در این مدت، اندازه آن را حساب کنید. پ) اگر در این سرعت راننده ترمز کند و خودرو پس از ۵/۰s متوقف شود، مسافت ترمز و شتاب خودرو را حساب کنید. ت) وقتی خودرو ترمز می کند، نیروی خالص وارد بر آن چقدر است؟ جرم خودرو را ۱۵۰۰kg فرض کنید.
 الف) $T - f_k - f = ma = 0 \rightarrow T = f_k + f = 380N + 220N = 600N$ ب) $T' - f_k - f = ma \rightarrow T' = 2(N/kg) \times 1500kg + 600N = 3600N$	۱۱۲. یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم ۱۵۰۰kg را می کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری ۲۲۰N و ۳۸۰N است. الف) اگر سرعت خودرو ثابت بماند نیروی کشش طناب چقدر است؟ ب) اگر خودرو با شتاب ثابت ۲/۰m/s² به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟
 الف) ب) $mg - f_s = ma = 0 \rightarrow f_s = mg$ $\rightarrow f_s = 2/5kg \times 9/8N/kg = 24/5N$ پ) خیر - نیروی اصطکاک تغییری نمی کند. $F_N - F = 0 \rightarrow F = F_N$	۱۱۳. کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته ایم. الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید. ب) اگر جرم کتاب ۲/۵kg باشد، اندازه نیروی اصطکاک را به دست آورید. پ) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می یابد؟

	۲-۳ تکانه و قانون دوم نیوتن	
$\left. \begin{aligned} k &= \frac{1}{2}mv^2 \\ P &= mv \rightarrow v = \frac{P}{m} \end{aligned} \right\} \rightarrow k = \frac{1}{2}m\left(\frac{P}{m}\right)^2 \rightarrow k = \frac{P^2}{2m}$	تمرین ۲-۲ نشان دهید بین اندازه تکانه (p) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم m، رابطه $K = \frac{p^2}{2m}$ برقرار است.	۳۴
(الف) $\Delta P = m\Delta v = m(v_2 - v_1)$ $\Delta P = 0.28 \text{ kg} \times (-22 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s})$ $\Delta P = -10.36 \text{ kgm/s}$ (ب) $\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-10.36 \text{ kgm/s}}{0.06 \text{ s}} = -172.6 \text{ N}$ 	۲-۳ تکانه و قانون دوم نیوتن ۱۷. توبی به جرم 28 g با تندی 15 m/s به طور افقی به بازیکنی نزدیک می شود. بازیکن با مشت به توب ضربه می زند و باعث می شود توب با تندی 22 m/s در جهت مخالف برگردد. (الف) اندازه تغییر تکانه توب را محاسبه کنید. (ب) اگر مشت بازیکن 0.06 s با توب در تماس باشد، اندازه نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توب را به دست آورید.	۳۵
$S_{(F-t)} = \Delta P$ $S_{(F-t)} = \frac{1}{2}(2/5 \text{ s} - 1 \text{ s}) \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3 \text{ N}$ $S_{(F-t)} = \Delta P = 15 \text{ N.s}$ $\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{15 \text{ N.s}}{1/5 \times 10^{-3} \text{ s}} = 10000 \text{ N}$ 	۱۷. شکل زیر، منحنی نیروی خالص بر حسب زمان را برای توب بیسبالی که با چوب بیسبال به آن ضربه زده شده است، نشان می دهد. تغییر تکانه توب و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را به دست آورید. 	۳۶

۲-۴ نیروی گرانشی

فعالیت ۵-۲

ثابت گرانشی G را اولین بار هنری کاوندیش^۱ در سال ۱۷۹۸ اندازه گیری کرد. در مورد روش اندازه گیری G توسط هنری کاوندیش تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

ترازوی کاوندیش وسیله ای است که برای بررسی تجربی قانون جهانی گرانش نیوتن بکار می رود. نیوتن قانون گرانش خود بیان می کند که هر گاه دو ذره به جرم های m_1 و m_2 به فاصله r از یکدیگر قرار گیرند، این دو نیرو جاذبه ای بر یکدیگر وارد می کنند که این نیرو با حاصل ضرب اندازه دو جرم نسبت مستقیم و با مجذور فاصله بین آنها نسبت عکس دارد. اما این تناسب را می توان تعریف یک ثابت تناسب در تساوی تبدیل نمود. این ثابت را ثابت جهانی گرانش می گویند. برای تعیین مقدار ثابت جهانی گرانش که آن را با G نمایش می دهیم، باید نیروی جاذبه میان دو جرم را اندازه گیری کنیم.

قسمتهای مختلف ترازوی کاوندیش

دو گلوله به جرم m

دو گلوله کوچک هر یک جرم m ، به دو انتهای یک میله سبکی متصل می شوند. این میله، دمبل صلبی است که محورش افقی است و توسط یک رشته نازک قائم آویزان شده است.

دو گلوله بزرگ به جرم M

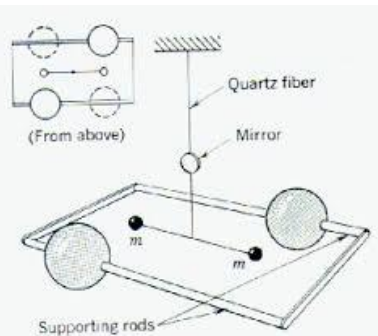
دو گلوله بزرگ هر کدام به جرم M ، که در نزدیک دو سر دمبل و در دو طرف مخالف قرار داده شده اند. این دو گلوله نیز بر روی یک میله افقی قرار گرفته اند و نقطه وسط این میله بر روی تکیه گاهی قرار گرفته است، به گونه ای که می تواند آزادانه بچرخد. نقطه وسط این میله درست در راستای مرکز دمبل و در زیر آن قرار دارد.

آینه کوچک

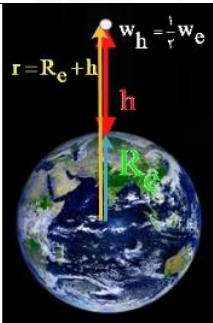
این آینه کوچک بر روی رشته نازک و کمی بالاتر از دمبل قرار دارد. از طریق یک چشمه نور، بر این آینه نور تابیده می شود، نور منعکس شده از آینه بر روی یک مقیاس شیشه ای می افتد و به این وسیله میزان انحراف آینه (یا زاویه چرخش) آن قابل اندازه گیری است.

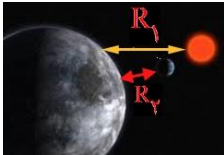
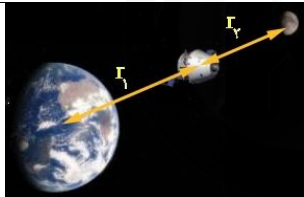
شرح کار ترازوی کاوندیش

هر گاه میله ای که دو جرم بزرگ m بر روی آن قرار گرفته اند، جرم های بزرگ M در نزدیکی جرم های کوچک m قرار گیرند، در این صورت بر اساس قانون جهانی گرانش نیوتن، بر گلوله های کوچک نیرو



جاذبه ای وارد می شود، این امر باعث چرخیدن دمبل و در نتیجه تاب خوردن رشته نازک و چرخش آینه می شود. با استفاده از شیشه مدرج می توان میزان انحراف آینه (زاویه α) را هنگام چرخش گلوله های کوچک اندازه گیری نمود. اندازه گیری G ثابت G به کمک روش انحراف بیشینه تعیین می شود، همان طور که در طرز ترازو گفته شود میله بر اثر گرانش گلوله های بزرگ حول نقطه آویز می چرخد. در حین چرخش با گشتاور نیروها مخالفت می کند، α زاویه پیچش رشته هنگام حرکت گلوله ها از موضعی به موضع دیگر با مشاهده انحراف باریکه بازتابیده از آینه کوچک متصل به رشته اندازه گیری شود (تصویر رشته لامپ توسط آینه متصل به m و m روی خط کش مدرج می افتد و در نتیجه هر گونه دوران m و m قابل اندازه گیری است). اگر جرم ها و فاصله میان آنها و نیز ثابت پیچش رشته معلوم باشد، می توانیم G را از روی زاویه پیچش اندازه گیری شده محاسبه کنیم. چون نیروی جاذبه کم است اگر بخواهیم پیچش قابل مشاهده ای داشته باشیم باید ثابت پیچش رشته فوق العاده کوچک باشد. در این ترازو جرم ها مسلماً ذره نیستند، بلکه اجسامی بزرگ هستند، اما چون این جرم ها کره های یکنواختی هستند از لحاظ گرانشی طوری عمل می کنند که گویی تمام جرم آنها در مرکزشان متمرکز شده است. چون G بسیار کوچک است نیروهای گرانشی میان اجسام بر روی سطح زمین فوق العاده کوچک هستند و می توان از آنها صرف نظر کرد.	
$\left. \begin{aligned} F &= G \frac{M_e m}{r^2} \\ F &= mg_h \end{aligned} \right\} \rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$ $\rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2} \xrightarrow{h=0} g = G \frac{GM_e}{R_e^2}$	تمرین ۲-۸ نشان دهید که شتاب گرانشی در سطح زمین از رابطه $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$ به دست می آید.
(الف) $\left. \begin{aligned} F &= G \frac{M_e m}{r^2} \\ F &= mg_h \end{aligned} \right\} \rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$ 	تمرین ۲-۹ تلسکوپ فضایی هابل در ارتفاع تقریبی ۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می چرخد. الف) شتاب گرانشی در این فاصله چقدر است؟ ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟

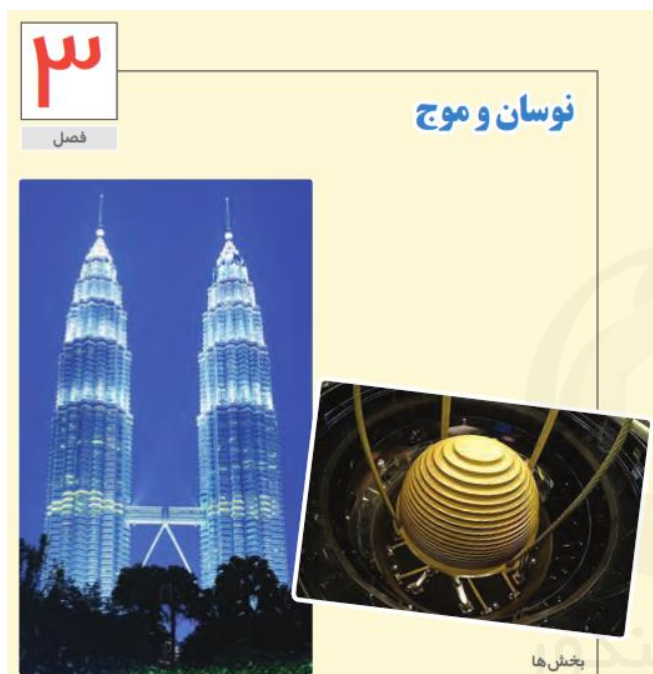
$g_h = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(64 \times 10^6 \text{ m} + 6 \times 10^6 \text{ m})^2} = 0/114 \times 10 \text{ m/s}^2 = 1/14 \text{ m/s}^2$ $\frac{w_h}{w_{R_e}} = \frac{G \frac{M_e}{r^2}}{G \frac{M_e}{R_e^2}} = \left(\frac{R_e}{r} \right)^2 \rightarrow \frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{6400 \text{ km}}{7000 \text{ km}} \right)^2 = 0/82 \quad (\text{ب})$	
$F = G \frac{M_e m}{r^2} \rightarrow 10^{-8} \text{ N} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 50 \text{ kg} \times m}{(2m)^2} \rightarrow m = 1199 \text{ kg}$	۴۰. ۱۸. دو جسم در فاصله 20 m از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $1/00 \times 10^{-8} \text{ N}$ جذب می کنند. اگر جرم یکی از اجسام 50 kg باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟
$\frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2$ $\rightarrow \sqrt{2} R_e = R_e + h \rightarrow h = (\sqrt{2} - 1) R_e = 0/41 R_e$ $F = G \frac{M_e m}{r^2}$ $F = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 250 \text{ kg} \times 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(36000 \times 10^3 \text{ m} + 6400 \times 10^3 \text{ m})^2}$ $F = 55/467 \text{ N}$ (الف)  (ب)	۴۱. ۱۹. (الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می رسد؟ (ب) اگر جرم ماهواره ای 250 kg باشد، وزن آن در ارتفاع 36000 کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟ ($M_e = 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}$ و $R_e = 6400 \text{ km}$)

(الف)  $g_{R_{e1}} = \frac{GM_s}{R_1^2} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 1/99 \times 10^{24} \text{ kg}}{(149/6 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m})^2}$ $g_{R_{e1}} = 5/93 \times 10^{-7} \text{ N/kg}$ (ب) $\left. \begin{aligned} F &= G \frac{M_e m}{r^2} \\ F &= mg_h \end{aligned} \right\} \rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$ $g_{R_{e2}} = \frac{GM_m}{R_2^2} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 7/36 \times 10^{22} \text{ kg}}{(3/84 \times 10^5 \times 10^3 \text{ m})^2} = 3/33 \times 10^{-5} \text{ N/kg}$	۴۲. الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟ ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟ $M_{\text{خورشید}} = 1/99 \times 10^{24} \text{ kg}$ و $M_{\text{ماه}} = 7/36 \times 10^{22} \text{ kg}$ فاصله زمین تا خورشید $= 149/6 \times 10^6 \text{ km}$ فاصله زمین تا ماه $= 3/84 \times 10^5 \text{ km}$
(الف)  $F_{em} = G \frac{M_e m}{r_1^2} \text{ \& } F_{mm} = G \frac{M_m m}{r_2^2}$ $F_{\text{net}} = G \frac{M_e m}{r_1^2} - G \frac{M_m m}{r_2^2} = \frac{Gm}{r} (M_e - M_m)$ $r_1 = r_2 = r = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \times 3/84 \times 10^5 \text{ km} = 1/92 \times 10^5 \text{ m}$ $F_{\text{net}} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 3 \times 10^4 \text{ kg}}{(1/92 \times 10^5 \text{ m})^2} (5/98 \times 10^{24} \text{ kg} - 7/36 \times 10^{22} \text{ kg})$ $F_{\text{net}} = 320/59 \text{ N}$ (ب) $\left. \begin{aligned} F_{\text{net}} &= G \frac{M_e m}{r_1^2} - G \frac{M_m m}{r_2^2} \\ r_1 + r_2 &= d \end{aligned} \right\} \rightarrow 0 = G \frac{M_e m}{r_1^2} - G \frac{M_m m}{r_2^2} \rightarrow \frac{M_e}{r_1^2} = \frac{M_m}{r_2^2}$	۴۳. الف) سفینه ای به جرم $3/0 \times 10^4 \text{ kg}$ در وسط فاصله بین زمین و ماه قرار دارد. نیروی گرانشی خالصی را که از طرف زمین و ماه به این سفینه در این مکان وارد می شود به دست آورید (از داده های مسئله های قبل استفاده کنید). ب) در چه فاصله ای از زمین، نیروی گرانشی ماه و زمین بر سفینه، یکدیگر را خنثی می کنند؟ $M_{\text{خورشید}} = 1/99 \times 10^{24} \text{ kg}$ و $M_{\text{ماه}} = 7/36 \times 10^{22} \text{ kg}$ فاصله زمین تا خورشید $= 149/6 \times 10^6 \text{ km}$ فاصله زمین تا ماه $= 3/84 \times 10^5 \text{ km}$

$\frac{M_e}{M_m} = \frac{r_1^3}{(d-r_1)^3} \rightarrow \frac{r_1}{(d-r_1)} = \sqrt{\frac{5/98 \times 10^{24} \text{ kg}}{7/36 \times 10^{22} \text{ kg}}} = 9$ $\rightarrow \frac{r_1}{d-r_1} = 9 \rightarrow r_1 = 9d - 9r_1 \rightarrow r_1 = 0/9d = 3/456 \times 10^8 \text{ m}$		
---	--	--



سایت کنکور
Konkur.in



راهنمای حل فصل ۳ فیزیک دوازدهم

رشته ریاضی و فیزیک

منطبق بر کتاب درسی



گروه فیزیک استان گیلان @Schoolphysics

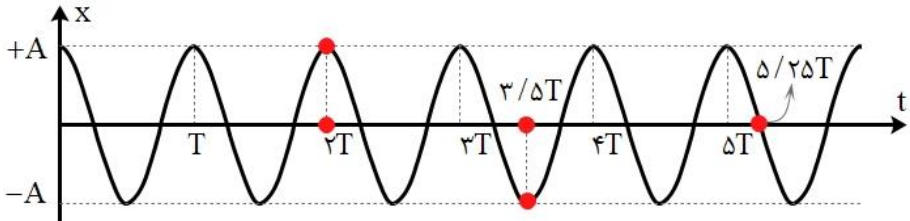
نوسان و موج			
صفحه pdf	صفحه کتاب درسی	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل	
۱	۶۲	۱-۳- نوسان دوره ای	
۱	۶۲	پرسش ۱-۲	۱
۱	۶۳	۲-۳ حرکت هماهنگ ساده	
۱	۶۴	تمرین ۱-۳	۲
۲	۶۴	تمرین ۲-۳	۳
۲	۶۵	فعالیت ۲-۳	۴
۳	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱	۵
۳	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲	۶
۳	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۳	۷
۴	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۴	۸
۴	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۵	۹
۵	۶۶	۳-۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	
۵	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۶	۱۰
۵	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۷	۱۱
۵	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۸	۱۲
۶	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۹	۱۳
۶	۶۸	۴-۳ تشدید	
۷-۶	۶۸	فعالیت ۳-۳	۱۴
۷	۶۹	تمرین ۳-۳	۱۵
۷	۶۹	پرسش ۲-۳	۱۶
۸	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۰	۱۷
۸	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۱	۱۸
۹	۶۹	۵-۳ موج و انواع آن	

۹	۷۰	پرسش ۳-۳	۱۹
۹	۷۰	۳-۶ مشخصه های موج	
۹	۷۳	پرسش ۴-۳	۲۰
۹	۷۴	تمرین ۴-۳	۲۱
۹-۱۰	۷۵	پرسش ۵-۳	۲۲
۱۰	۷۶	تمرین ۵-۳	۲۳
۱۰	۷۶	فعالیت ۴-۳	۲۴
۱۱	۷۷	فعالیت ۵-۳	۲۵
۱۲-۱۱	۷۹	پرسش ۶-۳	۲۶
۱۲	۷۹	فعالیت ۶-۳	۲۷
۱۳-۱۲	۸۰	تمرین ۶-۳	۲۸
۱۳	۸۱	تمرین ۷-۳	۲۹
۱۴-۱۳	۸۲	پرسش ۷-۳	۳۰
۱۴	۸۴	پرسش ۸-۳	۳۱
۱۴	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۲	۳۲
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۳	۳۳
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۴	۳۴
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۵	۳۵
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۶	۳۶
۱۶	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۷	۳۷
۱۶	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۸	۳۸
۱۶	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۹	۳۹
۱۶-۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۰	۴۰
۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۱	۴۱
۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۲	۴۲

۴۳	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۳	۸۷	۱۷
۴۴	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۴	۸۷	۱۸
۴۵	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۵	۸۸	۱۸
۴۶	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۶	۸۸	۱۸
۴۷	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۷	۸۸	۱۹
۴۸	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۸	۸۸	۱۹
۴۹	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۲۹	۸۸	۱۹
۵۰	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۳۰	۸۸	۲۰
۵۱	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۳۱	۸۸	۲۰
۵۲	پیش و مسئله ها آخر فصل – ۳۲	۸۸	۲۱

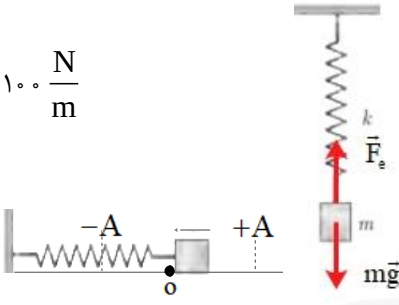


گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

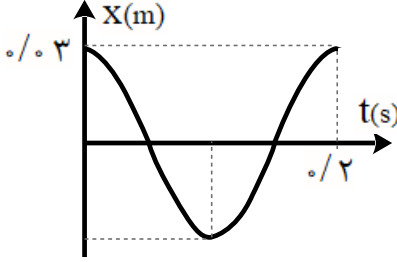
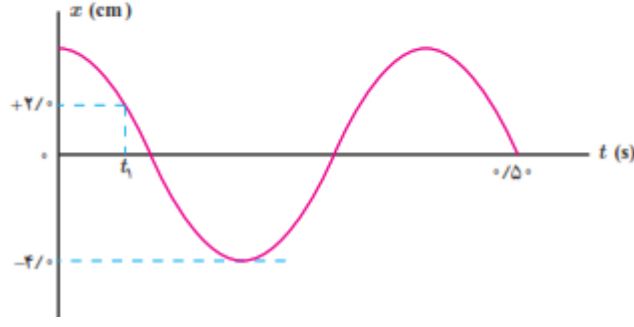
 در نزدیکی بالای سازه، جرم عظیمی (میراگر جرمی) وجود دارد که به وسیله کابل های فولادی معلق است و در صورت زلزله این جرم مثل پاندول برخلاف جهت حرکت ساختمان در حال جنبش فعالیت می کند و انرژی و تاثیر لرزشی توفان و زلزله را پراکنده می کند.	در طراحی و ساخت برج های بلند، توجه به قوانین فیزیکی نوسان و موج اهمیت زیادی دارد. در برخی از این برج ها آونگ های بسیار سنگینی (در حدود چند صد تن)، در طبقات بالایی نصب می کنند تا از نوسان های احتمالی برج کم کند. چگونه یک آونگ می تواند این نوسان ها را کاهش دهد؟
$T = \frac{1}{65} \text{ min} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.92 \text{ s}} = 1.08 \text{ Hz}$	۱-۳ نوسان دوره ای پرسش ۱-۳ بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۲-۳ چقدر است؟ دوره تناوب ضربان قلب این شخص $\frac{1}{65}$ دقیقه، یا ۰/۹۲ ثانیه است.  شکل ۳-۲ نمونه ای از نمودار الکترود قلب نگاره (نوار قلب) یک شخص
با توجه به نمودار پائین، نتایج زیر به دست می آید: (الف) در $t = 2.0 \cdot T$، ذره در $x = +A$ قرار دارد. (ب) در $t = 3.5 \cdot T$، ذره در $x = -A$ قرار دارد. (پ) در $t = 5.25 \cdot T$، ذره در $x = 0$ قرار دارد. 	۲-۳ حرکت هماهنگ ساده تمرین ۱-۳ ذره ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب T است. با فرض اینکه در $t=0 \text{ s}$ ذره در $x=A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x=-A$، $x=+A$، یا در $x=0$ خواهد بود؟ (الف) $t = 2.0 \cdot T$، (ب) $t = 3.5 \cdot T$، (پ) $t = 5.25 \cdot T$ (راهنمایی: برای پاسخ به این تمرین، ساده تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)

با توجه به آن چه در ریاضی خوانده ایم، داریم: $\cos \alpha = \cos x$ $x = 2k\pi \pm \alpha \quad k \in \mathbb{Z}$ بنابراین: $A \cos \omega t = A \cos \omega(t+T) \rightarrow \omega(t+T) = 2k\pi + \omega t$ $\omega t + \omega T = 2k\pi + \omega t \rightarrow \omega T = 2k\pi$ $\xrightarrow{k=1} \omega T = 2\pi \rightarrow \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$	تمرین ۲-۳ در حرکت هماهنگ ساده، مکان $x(t)$ باید پس از گذشت یک دوره تناوب برابر مقدار اولیه اش شود. یعنی اگر $x(t)$ مکان در زمان دلخواه t باشد، آن گاه نوسانگر باید در زمان $t+T$ دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین $A \cos \omega t = A \cos \omega(t+T)$. براین اساس نشان دهید $\omega = 2\pi/T$.
الف) جسمی با جرم مشخص (m) را به فنری با ثابت معلوم (m) آویزان می کنیم. پس از رسیدن به تعادل، جسم را کمی به پایین کشیده و رها می کنیم. مجموعه نوسان می کند. تعداد نوسان ها (N) در مدت t ثانیه را ثبت می کنیم. از رابطه $T = t/N$ دوره تناوب را بدست می آوریم. آزمایش را با وزنه های متفاوت تکرار می کنیم نتیجه می گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است. $(T \propto \sqrt{m})$ ب) آزمایش بالا را با یک وزنه به جرم مشخص (m) و فنرهای متفاوت انجام می دهیم و نتیجه می گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین و فنرهای متفاوت با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است. $(T \propto \frac{1}{\sqrt{k}})$	فعالیت ۲-۳ با انتخاب وزنه ها و فنرهای مختلف، با جرم ها و ثابت فنرهای معلوم و مناسب، در آرایشی مطابق شکل، و با اندازه گیری زمان تعداد مشخصی نوسان کامل، و سپس محاسبه دوره تناوب T برای هر سامانه جرم - فنر، به طور تجربی نشان دهید که: الف) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین ولی وزنه های متفاوت، با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است $(T \propto \sqrt{m})$. ب) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است $(T \propto 1/\sqrt{k})$. 

گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

	۱-۳ و ۲-۳ نوسان دوره ای و حرکت هماهنگ ساده	
$mg = 20 \text{ N}, x = 0.2 \text{ m}$ $F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{20 \text{ N}}{0.2 \text{ m}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $mg = \Delta N \Rightarrow m = \frac{\Delta N}{9.8 (\text{N/kg})} \approx 0.4 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{0.4}{100}} \approx 0.44 \text{ s}$ 	۱. یک وزنه ۲۰ N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰ cm کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنه ۵۰ N متصل است روی میز بدون اصطکاک به نوسان درمی‌آوریم. دوره تناوب این نوسان چقدر است؟	۵
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{m+2}{m}}$ $\Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{m+2}{m} \Rightarrow 9m - 4m = 8 \Rightarrow m = \frac{8}{5} \text{ kg} \Rightarrow m = 1.6 \text{ kg}$	۲. هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب ۲/۰ s نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم ۲/۰ kg افزایش یابد، دوره تناوب ۳/۰ s می‌شود. مقدار m چقدر است؟	۶
$m = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{400 \text{ kg}}{2 \times 10^4 (\text{N/m})}} = 0.89 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.89 \text{ s}} \approx 1.12 \text{ Hz}$ $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^4 (\text{N/m})}{400 \text{ kg}}} = 70.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	۳. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن ۱۶۰۰ kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت ۲/۰۰ × ۱۰⁴ 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.	۷

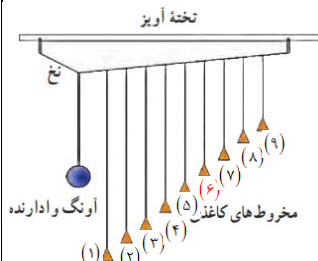
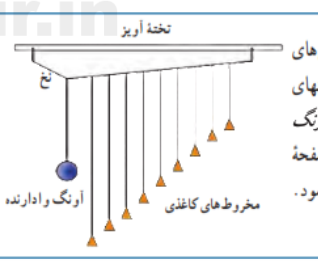
گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

$A = 3 \times 10^{-2} = 0.03 \text{ m}, f = 5 \text{ Hz}, T = 0.2 \text{ s}$ $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 5 (\text{Hz}) = 10\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$ $x = (0.03 \text{ m}) \cos 10\pi t$ $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \text{ Hz}} = 0.2 \text{ s}$ 	۸. دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $3/0 \times 10^{-2} \text{ m}$ و بسامد آن $5/0 \text{ Hz}$ هرتز است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان - زمان آن را در یک دوره رسم کنید.	۸
(الف) $\frac{\Delta T}{T} = 0.05 \Rightarrow T = 0.4 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4 \text{ s}} = 5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ $x = A \cos \omega t \Rightarrow x = (0.04 \text{ m}) \cos 5\pi t$ (ب) $x = A \cos \omega t \Rightarrow \frac{x}{A} = \cos \omega t \Rightarrow \frac{2}{4} = \cos 5\pi t_1 \Rightarrow \frac{1}{2} = \cos 5\pi t_1$ $\cos \frac{\pi}{3} = \cos 5\pi t_1 \Rightarrow \frac{\pi}{3} = 5\pi t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{15} \text{ s}$ (پ) $F = ma, F = kx \Rightarrow ma = kx $ $\left(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 \right)$ $\Rightarrow ma = m\omega^2 x \Rightarrow a = \omega^2 x = 25\pi^2 \times 0.02 \approx 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	۹. نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است: الف) معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید. ب) مقدار t_1 را به دست آورید. پ) اندازه شتاب نوسانگر را در لحظه t_1 محاسبه کنید. 	۹

گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

	۳-۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	
$E = \frac{1}{2} k A^2, E = K + U$ $\frac{1}{2} k A^2 = K + U$ $\frac{1}{2} \times (74 \text{ N/m}) \times (8 \times 10^{-2} \text{ m})^2 = K + (8 \times 10^{-2} \text{ J}) \Rightarrow K = 15/68 \times 10^{-2} \text{ J}$	۷. دامنه نوسان وزنه ای که به یک فنر با ثابت فنر ۷۴ N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می کند، برابر با ۸ cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه ای از مسیر نوسان، $8 \times 10^{-2} \text{ J}$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم پوشی شود.)	۱۰
$m = 1 \text{ kg}, k = 600 \text{ N/m}, A = 0.09 \text{ m}$ $v_{\max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.09 \text{ m} \times \sqrt{\frac{600 \text{ N/m}}{1 \text{ kg}}} = 2/2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $U = E - K = \frac{1}{2} k A^2 - \frac{1}{2} m v^2$ $\Rightarrow U = \frac{1}{2} \times (600 \text{ N/m}) \times (0.09 \text{ m})^2 - \frac{1}{2} \times (1 \text{ kg}) \times (2/2 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 1/15 \text{ J}$	۸. جسمی به جرم ۱ kg به فنری افقی با ثابت ۶۰۰ N/cm متصل است. فنر به اندازه ۹ cm فشرده و سپس رها می شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می کند. با چشم پوشی از اصطکاک الف) دامنه نوسان و تندی بیشینه جسم چقدر است؟ ب) وقتی تندی جسم ۱/۶ m/s است، انرژی پتانسیل کنسانی آن چقدر است؟	۱۱
$\omega = 2\pi \text{ rad/s} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi(\text{rad})}{2\pi \text{ rad/s}} = 0.1 \text{ s}$ $t = \frac{T}{4} = \frac{0.1 \text{ s}}{4} = 0.025 \text{ s}$ $t_r = \frac{T}{2} = \frac{0.1 \text{ s}}{2} = 0.05 \text{ s}$ $E = k + u \rightarrow E = 2k \rightarrow \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 2 \frac{1}{2} m V^2 \rightarrow V = \frac{\sqrt{2}}{2} \omega A$ $V = \frac{\sqrt{2}}{2} \omega A \xrightarrow{A=0.05 \text{ m}} V = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \times 0.05 \text{ m} \rightarrow v = 0.5\pi\sqrt{2} \text{ m/s}$	۸. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = (0.05 \text{ m}) \cos 2\pi t$ است. الف) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می رسد؟ ب) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می رسد؟ پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟	۱۲

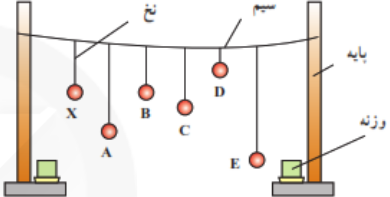
گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

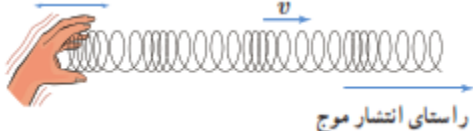
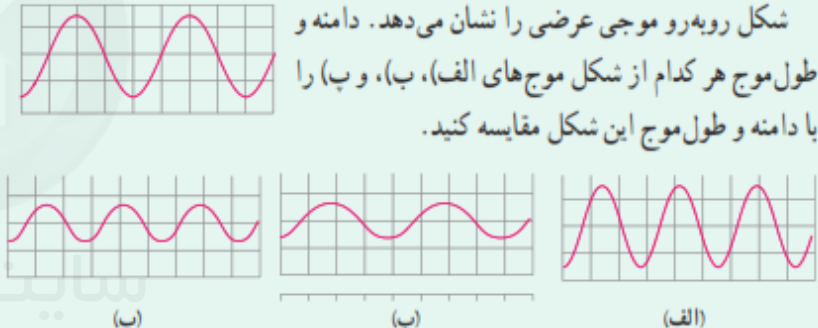
(الف) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_{\text{Ostova}}}{T_{\text{Tehran}}} = \frac{\sqrt{g_{\text{Tehran}}}}{\sqrt{g_{\text{Ostova}}}} = \frac{\sqrt{9/8 \frac{m}{s^2}}}{\sqrt{9/78 \frac{m}{s^2}}} = 1/001$ زمان دوره تناوب استوا (T_{Ostova}) بیشتر از زمان دوره تناوب تهران (T_{Tehran}) است. در نتیجه آونگ استوا کندتر حرکت می کند. $T_{\text{Ostova}} = 1/001 T_{\text{Tehran}}$ $\Delta T = T_{\text{Ostova}} - T_{\text{Tehran}} = 0/001 T_{\text{Tehran}} = 0/001 \times 24h$ $\Delta T = 0/001 \times 86400s = 86/4s$ و به اندازه $86/4s$ در استوا ساعت عقب می افتد. (ب) با افزایش دما، طول افزایش می یابد. پس $L_2 > L_1$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{L_2}}{\sqrt{L_1}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} > 1$ با توجه به اینکه دوره ی تناوب بعد از افزایش دما، عددی بزرگ تر از یک می باشد، لذا آونگ کندتر و ساعت عقب می افتد.	۴. الف) ساعتی آونگ دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه ای در استوا برده شود، عقب می افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلو افتادن در یک شبانه روز چقدر است؟ ($g_{\text{استوا}} = 9/78 \text{ m/s}^2$ و $g_{\text{تهران}} = 9/8 \text{ m/s}^2$) ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ دار جلو می افتد یا عقب؟	۱۳
وقتی آونگ وادارنده را به نوسان در می آوریم، باعث حرکت نخ آویز شده و در نتیجه سایر آونگ ها نوسان می کنند. می دانیم بسامد طبیعی آونگ از رابطه $f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد واداشته آونگ از رابطه $f_d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ به دست می آید. 	۴-۳ تشدید فعالیت ۳-۳ آونگ های پارتون؟ یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ ها روی نخ سوار شده اند که هر دو انتهای آن توسط گیره هایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده گفته می شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ ها می شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآوردید و آنچه را مشاهده می کنید توضیح دهید. 	۱۴

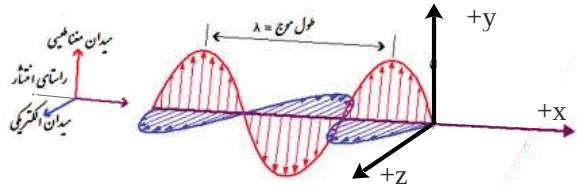
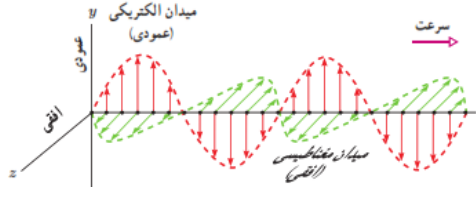
گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

با توجه به شکل، طول آونگ ۶، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ ها شروع به نوسان می کنند. اما دامنه ی نوسان های آونگ ۶، به تدریج زیاد می شود زیرا $f_d = f_0$ است. بنابراین در آونگ ۶، تشدید صورت می گیرد.	
با توجه به شکل، طول آونگ ۶، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ ها شروع به نوسان می کنند. اما دامنه ی نوسان های آونگ ۶، به تدریج زیاد می شود زیرا $f_d = f_0$ است. بنابراین در آونگ ۶، تشدید صورت می گیرد. $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \begin{cases} L_1 = 0.4 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_1}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{0.4 \text{ m}}} = 4.94 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_2 = 0.8 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_2}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{0.8}} = 3.5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_3 = 1.2 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_3}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{1.2}} = 2.85 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_4 = 2.8 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_4}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{2.8}} = 1.87 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_5 = 3.5 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_5}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{3.5}} = 1.67 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{cases}$ در موارد فوق آونگ هایی که بسامد زاویه ای آن ها در محدوده ی بسامد نوسانگر اصلی باشد، با دامنه ی بزرگتری نوسان می کنند.	تمرین ۳-۳ طول تعدادی آونگ ساده که از میله ای افقی آویزان اند، عبارت اند از، 0.4 m، 0.8 m، 1.2 m، 2.8 m، 3.5 m. فرض کنید میله دستخوش نوسان هایی افقی با بسامد زاویه ای در گستره 2.0 rad/s تا 4.0 rad/s بشود. کدام آونگ ها با دامنه ی بزرگتری به نوسان در می آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می دهد، اما دامنه نوسان در نزدیک این بسامد همچنان بزرگ است).
هر زلزله از تعداد زیادی نوسان های پشت سر هم با بسامدهای متفاوت تشکیل شده است. امواج زلزله از کانون زمین لرزه به سطح زمین رسیده و با تغییر دامنه موج به امواج سطحی تبدیل شده که قدرت تخریبی زیادی دارد. در هر زلزله محدوده ای از فرکانس وجود دارد که در آن تعداد زیادتری نوسان وجود دارد. در این زمین لرزه، بسامد زلزله با بسامد ساختمان های نیمه بلند یکسان بوده و به همین دلیل پدیده ی تشدید در ساختمان های نیمه بلند اتفاق افتاد. اگر چه در ساختمان های کوتاه تر و بلندتر، نوسان و لرزش داشت ولی تشدید اتفاق نیفتاد و به همین علت، تخریبی در آن ها صورت نگرفت.	پرسش ۲-۲ در پی زمین لرزه عظیمی (به بزرگی ۸/۱ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان های نیمه بلند فرو ریختند، ولی ساختمان های کوتاه تر و بلندتر پابرجا ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید.   (الف) ساختمان های کوتاه و (ب) ساختمان های بلند، در زمین لرزه مکزیکوسیتی بر جای ماندند.

گروه فیزیک استان گیلان پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش های ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ - نوسان دوره ای، حرکت هماهنگ ساده، انرژی و تشدید تهیه و تنظیم توسط همکاران: آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

با هر بار راه رفتن و چرخش بدن افراد روی پل، مقداری انرژی از افراد به پل منتقل می شود. که با برابر بودن بسامد چرخش بدن افراد و بسامد طبیعی پل پدیده تشدید رخ داده و بر دامنه نوسان پل افزوده شده و پل به لرزش در می آید.	۳-۴ تشدید I. هر فرد معمولاً با چرخش اندک بدنش به چپ و راست، راه می رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمین زیر پایش وارد می کند. این نیروها بسامدی در حدود 5 Hz دارند. لرزش شدید پل هوایی میلینیوم^۱ در آغاز هزاره جدید را به عبور منظم گروهی از افراد از این پل ربط داده اند. چگونه ممکن است نوسان های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشند؟	۱۷
با به نوسان در آمدن آونگ X بقیه آونگ ها نیز به نوسان در می آیند ولی بعد از مدتی آونگی که با آونگ X هم طول است با دامنه بیشتری به نوسان در می آید. زیرا دوره و بسامد آونگ های هم طول X و B باعث پدید تشدید شده و با دامنه بیشتر به نوسان خود ادامه می دهد.	II. مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته ایم. توضیح دهید با به نوسان در آوردن آونگ X، آونگ های دیگر چگونه نوسان می کنند؟ 	۱۸

با ایجاد یک تپ طولی در فنر، کشیدگی باعث وارد آمدن نیرو به بخش های مجاور می شود و در نتیجه در آن تغییر شکل بوجود آمده و شروع به حرکت و نوسان می کند. همچنین تغییر شکل فنر باعث ذخیره انرژی در فنر شده و حرکت فنر به معنی وجود انرژی جنبشی در بخش های مختلف فنر است. 	۳-۵ موج و انواع آن پرسش ۳-۲ همان طور که گفتیم یکی از ویژگی های موج پیش رونده انتقال انرژی از یک نقطه به نقطه دیگر، در جهت انتشار موج است. با در نظر گرفتن یک تپ طولی در یک فنر بلند کشیده شده، این ویژگی را توضیح دهید.	۱۹
الف) دامنه ها برابر و $\lambda < \lambda_{\text{الف}}$ ب) $\lambda = \lambda_{\text{ب}}$ و $A_{\text{ب}} < A$ پ) $\lambda < \lambda_{\text{پ}}$ و $A_{\text{پ}} < A$	۳-۶ مشخصه های موج پرسش ۴-۳ شکل رویه رو موجی عرضی را نشان می دهد. دامنه و طول موج هر کدام از شکل موج های الف)، ب)، و پ) را با دامنه و طول موج این شکل مقایسه کنید. 	۲۰
$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow \begin{cases} V = \sqrt{\frac{226N \times 0.628m}{0.208 \times 10^{-3} kg}} = 826.04 m/s \\ V = \sqrt{\frac{226N \times 0.628m}{3.32 \times 10^{-3} kg}} = 206.75 m/s \end{cases}$	تمرین ۴-۳ در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت $0.628m$ است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار $2.08g$ و برای نواختن پایین ترین بسامد، جرم تار $3.32g$ است. تارها تحت کششی برابر $226N$ قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟ 	۲۱
راستای انتشار عمود بر راستای میدان الکتریکی و مغناطیسی است. و در خلاف جهت محور X می باشد.	پرسش ۵-۳ در یک لحظه خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه ای از فضا در جهت z و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت y است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (جهت های x, y, z و z را مانند شکل ۳-۲ در نظر بگیرید.)	۲۲

	 شکل ۱۳-۱۱ یک تصویر لحظه ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.
$L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow \lambda = 4 \times 8 / 5 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$ $f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.34 \text{ m}} = 8.82 \times 10^8 \text{ Hz}$	تمرین ۵-۳  طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی است. اگر طول چنین آنتنی تقریباً برابر 8 cm باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می کند تعیین کنید.
صوت یک موج مکانیکی است که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد و در خلا منتشر نمی شود. ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار خود، الزاماً به محیط مادی نیاز ندارند و در خلا نیز منتشر می شوند.	فعالیت ۴-۳  مطابق شکل رویه رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظه تخلیه هوای شیشه ای آویزان کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به کار افتادن پمپ تخلیه هوا، صدا به تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می شود، در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می رسند. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

فعالیت ۵-۳

در مورد نواحی اصلی طیف امواج الکترومغناطیسی، چگونگی تولید و کاربردهای آنها تحقیق کنید.

۲۵

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی های خاص و کاربرد
پرتو گاما (γ) $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$	هسته مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شماتر گز گایگر-مولر و فیلم عکاسی	فوتون های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت های سرطانی را از بین می برد، برای پیمایش کردن ترک در فلزات، برای ضد عفونی کردن تجهیزات و وسایل
پرتوی ایکس (X) $10^{-4} \text{ pm} = 10^{-13} \text{ m}$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحه فلورسان	فوتون های بسیار پر انرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعه ساختار بلورها، معالجه بیماری های پوستی، استفاده در پرتو درمانی
فرا بنفش (UV) $10^{-9} \text{ m} = 10^{-9} \text{ m}$	خورشید، جسم های خیلی داغ، جرقه الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی ها: توسط نشیبه جذب می شود، سبب بسیاری از واکنش های شیمیایی می شود، باخته های زنده را از بین می برد. کاربرد: لامپ های UV در پزشکی
نور مرئی $400 \text{ nm} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ (سبز)	خورشید، جسم های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی ها: در دین اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می گیرد.
فروسرخ (IR) $10^{-6} \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$	خورشید، جسم های گرم و داغ	فیلم های مخصوص عکاسی	ویژگی: هنگامی که جذب می شود، پوست را گرم می کند. کاربرد: برای گرم کردن، برای فیلم برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره ها
رادیویی $1 \text{ m} (\text{VHF})$	اجاق های مایکروویو، آنتن های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آنتن گیری، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و گشتی

پرسش ۶-۳

الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیافازون را توضیح دهید.

ب) به نظر شما چه سازوکاری موجب صدای وزوز حشرات هنگام پرواز می شود؟

۲۶

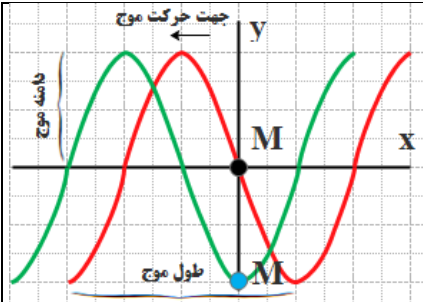
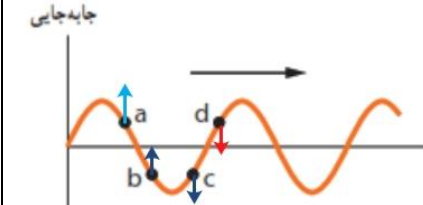
الف) دیافازون از یک فلزی دوشاخه ای درست می شود که انتهای آنها بر هم کوپل می شود اگر ضربه ای به یکی از شاخه ها بزنیم هوای داخل آنرا متراکم می کند و چون ته دیافازون کوپل شده (بسته) است، دیافازون بصورت یک لوله صوتی بسته عمل می کند و فیزیک امواج در رفت و برگشت به صورت امواج ساکن ظاهر می شوند که در حالت تشدید نوسانات صدای صوت آنرا می شنویم.

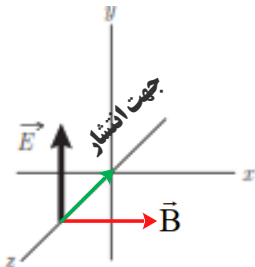
البته هامورنیک های غیر از صوت اصلی با بقیه تداخل می کنند و ما صوت مرکبی را می شنویم. اهمیت دیافازون در این است که ارتعاشات آن صدای خالص تولید می کند (صدای خالص آن است که ارتعاشات آن با تابع سینوسی نشان داده شود)، به علاوه فرکانس آن همیشه ثابت می ماند. از این رو دیافازون را می توان آلت دقیقی برای نت های موسیقی دانست و صحت صداها و نت های مختلف را با آن کنترل نمود. چنانچه ارتعاش دیافازون را با وسایل الکتریکی پایا سازیم، می تواند برای کنترل مدارهای الکتریکی بکار رود. از ثابت ماندن فرکانس دیافازون برای تعیین اجزا زمان استفاده می نمایند و اگر دیافازون را با دقت کامل ساخته باشند می توان با دقتی در حدود یک ده هزارم ثانیه اجزا زمان را اندازه

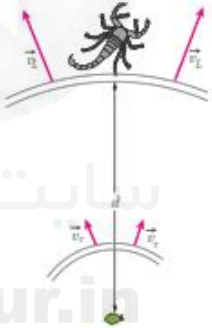
گرفت. امروزه بواسطه ترقی صنعت، ساختن و استعمال این قبیل دیپازون ها امری عادی است و چنانچه در انتخاب فلز دقت به عمل آید و سایر احتیاطات نیز لحاظ گردد، دقت دیپازون تا یک میلیونیم ثانیه می رسد. دیپازون وسیله ای فلزیست دارای دو شاخه که انتهای آنها به یک پایه مشترک وصل شده است. با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه ها هوای داخل آن متراکم می شود و از آنجا که نه دیپازون بسته است، این پدیده باعث به وجود آمدن امواج ساکن می شود که صدای آن قابل شنیدن است. بسامد هر دیپازون ثابت است و به پدیده تشدید مربوط است. دیپازون در شنوایی سنجی کاربردهای مختلفی از مقایسه شنوایی، تشخیص و تمایز مشکلات حسی و عصبی و تایید گپ دارد. ب) حشرات هنگام پرواز بال های خود را حرکت می دهند که با حرکت بال هایشان هوای اطراف را منبسط و منقبض کرده و صوت ایجاد می شود. پشه ها و مگس ها برخلاف بقیه حشرات تنها دو بال دارند و بقیه حشرات ۴ بال دارند. گفتنی است، در پشه ها و مگس ها ۲ تا ۴ بال به صورت اندام های کوچکی درآمده اند که دمبل نامیده می شود و هنگام پرواز به بال ها می خورند و این صدای ویز ویز یا سوت هم نتیجه همین برخورد است. دمبل ها به پرواز این حشرات کمک های زیادی می کنند و باعث افزایش تعادل و قدرت مانور زیاد حشرات می شود.	
چطور تندی/ سرعت صدا در هوا را اندازه گیری می کنند؟ یک نفر تفنگ خود را آتش می کند. شخصی دیگر که در سمت دیگر و در ۱۶۰۰ متری او ایستاده است، ۵ ثانیه بعد صدای تیر را می شنود. بنابراین، موج صدا در هر ۵ ثانیه، ۱۶۰۰ متر راه می پیماید. پس: سرعت صوت در هر ثانیه، ۳۲۰ متر است. چطور تندی/ سرعت صدا را در آب اندازه گیری می کنند؟ سرعت صوت را در زیر آب، با فرستادن موج های صوتی از یک قایق به قایق دیگر اندازه می گیرند. سرعت صوت در آب، حدود ۱۴۶۰ متر در ثانیه است. برگرفته از: کتاب: صوت نوشته: جی. استفنسن	نکته ۲-۶ اندازه گیری تندی صوت: یک روش ساده برای اندازه گیری تندی صوت به این ترتیب است: دو میکروفون را مطابق شکل به یک زمان سنج حساس متصل کنید. این زمان سنج می تواند بازه های زمانی را با دقت میلی ثانیه اندازه گیری کند. وقتی چکش را به صفحه فلزی بکوبیم، امواج صوتی که به سمت دو میکروفون روانه می شوند، نخست میکروفون نزدیک تر و سپس میکروفون دور تر را متأثر می سازند. اختلاف فاصله میکروفون ها از محل برخورد چکش با صفحه فلزی را اندازه می گیریم. با استفاده از زمان سنج می توانیم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را ثبت کنیم. اکنون با استفاده از رابطه $v = \Delta x / \Delta t$ می توانیم تندی صوت را در هوا بیابیم. در صورتی که این اسباب را در مدرسه دارید با استفاده از آن، تندی صوت را در هوا اندازه بگیرید. 
اگر تندی صوت در هوا V_a و اگر تندی صوت در میله V_b $\Delta T = \frac{\Delta x}{V_a} - \frac{\Delta x}{V_b} = \frac{(V_b - V_a)\Delta x}{V_a V_b} \rightarrow \Delta x = \frac{V_a V_b}{V_b - V_a} \Delta t$	تمرین ۳-۶ شخصی با چکش به انتهای میله باریک بلندی ضربه ای می زند. تندی صوت در این میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی $1/42$ s می شنود. اگر تندی صوت در هوا 340 m/s باشد، طول میله چقدر است؟

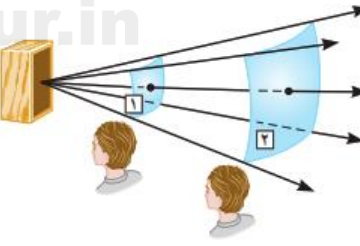
$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a (15v_a)}{15v_a - v_a} \Delta t = \frac{15v_a}{14v_a} \Delta t = \frac{15 \times 340 \text{ m/s}}{14} \times 0.12 \text{ s} = 43.7 \text{ m}$	
$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_1 - I_0)$ $\beta_2 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_0)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_1) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{100 I_1}{I_1}\right) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(100) = (10 \text{ dB})(2) = 20 \text{ dB}$	تمرین ۳-۷ با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می رسد 10^0 برابر می شود. تراز شدت صوتی که می شنویم چند دسی بل افزایش یافته است؟
الف) تندی چشمه ها به ترتیب از شکل (الف) تا شکل (ت) افزایش می یابند ب) در شکل های (الف) تا (پ) تندی چشمه ها کوچکتر از تندی صوت است ولی در شکل (ت) این تندی بیشتر از تندی صوت می شود. شکل ها را به ترتیب بررسی می کنیم. ساده تر آن است که فرض کنیم شکل ها ۹۰ پاد ساعتگرد چرخیده اند. در این صورت به جای تحلیل مسئله از دید ناظر پایین شکل، مسئله را از دید ناظر سمت راست بررسی می کنیم. در شکل (الف)، یک چشمه صوت ساکن امواج کروی گسیل می کند. که فاصله شعاعی بین جبهه های موج یکسان است. در شکل های (ب) و (پ) چشمه صوت به سمت راست حرکت کرده است. تنها تفاوت شکل های (ب) و (پ) در این است که تندی چشمه صوت در (ب) بیشتر از این تندی در (ب) است و بدین ترتیب ازدحام جبهه های موج در جلوی چشمه گسیلنده شکل (پ) بیشتر از شکل (ب) است. ناظری که در سمت راست چشمه ها قرار گرفته است در واحد زمان جبهه های موج بیشتری را از (پ) نسبت به (ب) دریافت می کند و بنابراین بسامدی که می شنود نیز	پرسش ۳-۷ در هر ردیف شکل روبه رو، جبهه های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می بینید. الف) تندی چشمه ها را با هم مقایسه کنید. ب) تندی هر چشمه را با تندی صوت مقایسه کنید. (الف) (ب) (ب) (ت)

بالا تر است. با این حال در هر دوی این شکل ها تندی چشمه صوت کمتر از تندی صوت است. اما در شکل (ت) چشمه صوت با تندی ای بزرگ تر از تندی صوت به سمت راست حرکت می کنند، زیرا سریع تر از جبهه های موج در حرکت است. در این شکل ها به رنگ های به کار گرفته شده زرد و قرمز توجه کنید. در شکل (ت) که چشمه صوت با تندی بزرگ تر از جبهه های موج ایجاد شده حرکت می کند، منحنی های قرمز از زرد بیرون زده اند و مخروطی ایجاد شده است که به آن مخروط ماخ می گویند. در چنین وضعیت های دیگر معادله هایی که برای اثر دوپلر ارائه می شوند به کار نمی آیند.	
چون چشمه نور از آشکارساز دور شده است، با افزایش طول موج، بسامد کمتر می شود در نتیجه آشکارساز با بسامد کمتر از f_0 را دریافت می کند و $f < f_0$ می شود.	بخش ۳-۸ شکل زیر چشمه نوری را نشان می دهد که در حال حرکت به طرف راست است. چشمه، نوری با بسامد f را گسیل می کند. بسامد نوری که آشکارساز ساکن دریافت می کند بیشتر از f است یا کمتر؟ 
	۳-۵ و ۳-۶ موج و انواع آن، و مشخصه های موج
الف) تندی موج تغییر نمی کند. ب) بسامد موج به چشمه موج بستگی دارد پس تغییر نمی کند. طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با افزایش کشش ریسمان، تندی موج افزایش می یابد. طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$ با افزایش تندی موج، طول موج نیز افزایش می یابد.	۳۲ ۱۳. یک نوسان ساز موج هایی دوره ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می کند. الف) با افزایش بسامد نوسان ساز کدام یک از کمیت های زیر تغییر نمی کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج. ب) حال اگر به جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هر یک از کمیت های زیر چه تغییری می کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج.

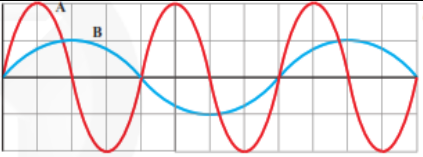
 (الف) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 50 \text{ cm} = \frac{10 \text{ cm/s}}{f} \rightarrow f = 2 \text{ Hz}$ $L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow L = \frac{50 \text{ cm}}{4} = 12.5 \text{ cm}$ (ب) (پ)	۳۳. شکل زیر یک تصویر لحظه ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می دهد. موج به سمت چپ حرکت می کند. الف) با رسم این موج در زمان $T/4$ بعد، نشان دهید جزء M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنه موج و طول موج را نشان دهید. ب) اگر طول موج 50 cm و تندی موج 10 cm/s باشد، بسامد موج را به دست آورید. پ) تعیین کنید موج در مدت $T/4$ چه مسافتی را پیموده است؟
$\lambda = \Delta x = 40 \text{ cm}$ $A = \Delta y = 15 \text{ cm}$ $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 40 \times 10^{-2} \text{ m} = \frac{V}{8 \text{ Hz}} \rightarrow V = 3.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $T = \frac{1}{f} \rightarrow T = \frac{1}{8} \text{ s} = 0.125 \text{ s}$	۳۴. در نمودار جابه جایی - مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta x = 40 \text{ cm}$ و $\Delta y = 15 \text{ cm}$ است. اگر بسامد نوسان های چشمه 8 Hz باشد، طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟
تندی انتشار موج (V) به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد و از رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می آید. هر ذره نیز با انتشار موج در محیط با تندی (V ذره) نوسان می کند که در نقاط مختلف متغیر است. در شکل داده شده V ذره بر V موج عمود است.	۳۵. شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می دهد که با تندی v به سمت راست حرکت می کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده ریسمان v_r است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.
	۳۶. شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده ای حرکت می کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده اند. در این لحظه هر یک از این چهار جزء بالا می روند یا پایین؟

$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{M}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ $\rightarrow V = \sqrt{\frac{156 \text{ N}}{(\gamma / 8 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}) \times 0.5 \times 10^{-6}}} = 200 \text{ m/s}$	۳۷. سیمی با چگالی $7/8 \text{ g/cm}^3$ و سطح مقطع 50 mm^2 بین دو نقطه با نیروی 156 N کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.																		
(الف) <table border="1"> <tr> <td>پرتوهای</td><td>پرتوهای</td><td>فرابنفش</td><td>نور مرئی</td><td>فروسرخ</td><td>رادیویی</td></tr> <tr> <td>γ</td><td>X</td><td>P</td><td>Q</td><td>R</td><td>S</td></tr> <tr> <td colspan="6"> طول موج افزایش می یابد بسامد کاهش می یابد </td></tr> </table> (ب) سرعت ثابت می ماند. طول موج افزایش می یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می یابد.	پرتوهای	پرتوهای	فرابنفش	نور مرئی	فروسرخ	رادیویی	γ	X	P	Q	R	S	طول موج افزایش می یابد بسامد کاهش می یابد						۳۸. ۱۸. شکل زیر طیف موج های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می دهد. (الف) نام قسمت هایی از طیف را که با حروف علامت گذاری شده اند، بنویسید. (ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه های موج افزایش یا کاهش می یابد و کدام ثابت می ماند؟
پرتوهای	پرتوهای	فرابنفش	نور مرئی	فروسرخ	رادیویی														
γ	X	P	Q	R	S														
طول موج افزایش می یابد بسامد کاهش می یابد																			
	۳۹. ۱۹. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه ای معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.																		
(الف) $f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6/20 \times 10^{-7}} = 4/8 \times 10^{14} \text{ Hz}$	۴۰. ۲۰. (الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $6/20 \times 10^{-7} \text{ m}$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟ (ب) بسامد نور قرمز در حدود $4/3 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $3/0 \times 10^8 \text{ m/s}$ و در آب $2/25 \times 10^8 \text{ m/s}$ فرض کنید.)																		

(ب) $\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow \lambda_o = \frac{3/0 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4/30 \times 10^{14} s} = 6/9 \times 10^{-7} m$ $\lambda = \frac{2/25 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4/30 \times 10^{14} s} = 5/2 \times 10^{-7} m$	
الف) فاصله بین دو تراکم متوالی (یا دو انبساط متوالی) λ است. $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{100 \frac{m}{s}}{10 \text{ Hz}} = 10 m$ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی $\lambda/2$ است. $\frac{\lambda}{2} = 5 m$	۴۱. چشمه موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن 10 m/s است، نوسان هایی طولی ایجاد می کند. اگر دامنه نوسان ها 4 cm باشد، الف) فاصله بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟
$V_L > V_T \rightarrow (\Delta t)_L < (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L ; (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow 4/0 \times 10^{-3} s = \frac{d}{50 \frac{m}{s}} - \frac{d}{150 \frac{m}{s}} = \frac{2d}{150 \frac{m}{s}}$ $d = \frac{150 \times 4/0 \times 10^{-3} m}{2} = 0/3 m = 30 \text{ cm}$	۴۲. عقرب های ماسه ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می شود، احساس می کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می شوند، بر دو نوع اند: امواج عرضی با تندی $v_T = 50 \text{ m/s}$ و امواج طولی با تندی $v_L = 150 \text{ m/s}$. عقرب ماسه ای می تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک ترین پای خود، فاصله خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t = 4/0 \text{ ms}$ باشد، طعمه در چه فاصله ای از عقرب قرار دارد؟ 
دمای هوا تندی انتشار صوت در محیط علاوه بر جنس محیط به دمای محیط نیز بستگی دارد. اما شکل موج، دامنه موج، بسامد موج که از مشخصات چشمه موج هستند، بر تندی صوت تاثیر ندارند.	۴۳. توضیح دهید کدام یک از عامل های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است. الف) شکل موج ب) دامنه موج ب) بسامد موج ت) دمای هوا

(الف) $\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = 2(3/14)(6/7 \times 10^6 \text{ Hz}) = 42/07 \times 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 4/2 \times 10^7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ (ب) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6/7 \times 10^6 \text{ Hz}} \rightarrow \lambda = 2/24 \times 10^{-4} \text{ m}$	۴۴ ۱۴۳. در سونوگرافی معمولاً از کاوای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی^۱ برای تشخیص پزشکی استفاده می شود که دقیقاً روی ناحیه موردنظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می شود. این کاوه در بسامد ۶/۷MHz عمل می کند. الف) بسامد زاویه ای در این کاوه نوسان چقدر است؟ ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن ۱۵۰۰ m/s باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟ 
(الف) هو^۱ > V_{فلز} t'_{فلز} < t_{هو} $\Delta t = t - t' \rightarrow \Delta t = \frac{L}{V} - \frac{L}{V'} \rightarrow \Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'}$ (ب) $\Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'} \rightarrow 1/00 \text{ s} = \frac{L(5941 - 340)}{340 \times 5941} \rightarrow 1/00 \text{ s} = \frac{5601L}{2019940}$ $\rightarrow L = 360/6 \text{ m}$	۴۵ ۱۴۴. تندی صوت در یک فلز خاص، برابر v_{فلز} است. به یک سر لوله توخالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربه محکمی می زنیم. شنونده ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیواره لوله می گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می کند. الف) اگر تندی صوت در هوا v_{هو} باشد، بازه زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ ب) اگر Δt = ۱/۰۰ s و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ (v_{هو} = ۳۴۰ m/s)
$I_1 = \frac{\bar{P}}{A_1} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{4 \text{ m}^2} = 3 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ $I_2 = \frac{\bar{P}}{A_2} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{12 \text{ m}^2} = 1 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می کند.	۴۶ ۱۴۵. موجی صوتی با توان ۱/۲ × ۱۰^{-۴} W عمود بر جهت انتشار از دو صفحه فرضی (شکل ۲۶-۳) می گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه ها به ترتیب A_۱ = ۴/۰ m^۲ و A_۲ = ۱۲ m^۲ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحه دوم، صدا را آهسته تر می شنود. 

$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{10^{-2} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) = 10 \text{ dB}$	۴۷. ۱۷. شدت صدای حاصل از یک مته سنگ شکن در فاصله 10 m از آن 10^{-2} W/m^2 است. تراز شدت صوتی آن بر حسب dB چقدر می شود؟
$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow 28 \text{ dB} = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right)$ $\rightarrow 2/8 = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) \rightarrow \frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10^{2/8}$ $\rightarrow I_1 = 10^{2/8} \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 10^{-9/2} \text{ W/m}^2 = 10^{-10} \times 10^{1/8} \text{ W/m}^2$ $I_1 = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ یا $\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow I_1 = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{\beta_1}{10 \text{ dB}}\right)}$ $\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow I_1 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{28 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ $\beta_r = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_r}{I_0}\right) \rightarrow I_r = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{92 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 1/58 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$	۴۸. ۱۸. اگر به مدت 10 دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت 120 dB باشیم، آستانه شنوایی به طور موقت از 20 dB به 28 dB افزایش می یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت 10 سال در معرض صدایی با تراز شدت 92 dB قرار گیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به 28 dB افزایش می یابد. شدت های صوت مربوط به 28 dB و 92 dB چقدر است؟ (راهنمایی: برای پاسخ دادن لازم است از ماشین حساب مناسب استفاده کنید.)
$\beta_r - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_r}{I_1}\right) \rightarrow \frac{I_r}{I_1} = 10^{\left(\frac{\Delta \beta}{10 \text{ dB}}\right)} = 10^{\left(\frac{5 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 10^{1/2} = 3/16$	۴۹. ۱۹. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 90 \text{ dB}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_r = 95 \text{ dB}$ ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (بر حسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_r هستند. نسبت I_r/I_1 را تعیین کنید.

$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} \rightarrow \frac{I_1}{I_r} = \frac{\frac{\bar{P}}{4\pi r_1^2}}{\frac{\bar{P}}{4\pi r_r^2}} = \frac{r_r^2}{r_1^2} = \left(\frac{160\text{m}}{640\text{m}}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2$ $\frac{I_1}{I_r} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \rightarrow I_r = 16I_1 = 16 \times 0.1\text{W/m}^2 = 1.6\text{W/m}^2$	۵۰. ۱۱۱. در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می شود. فرض کنید صوت به طور یکنواخت در تمام جهات ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I = 0.1\text{W/m}^2$ به شنونده ای برسد که به فاصله $r_1 = 640\text{m}$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده ای که در فاصله $r_r = 160\text{m}$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می رسد؟
بر طبق شکل $\lambda_B = 2\lambda_A$ ، $A_A = 2A_B$ $V_A = V_B \rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$ $\left. \begin{aligned} E &= 2\pi^2 m A^2 f^2 \\ I &= \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} = \frac{E}{4\pi r^2 t} \end{aligned} \right\} \rightarrow I = \frac{2\pi^2 m A^2 f^2}{4\pi r^2}$ $\frac{I_B}{I_A} = \frac{A_B^2 f_B^2}{A_A^2 f_A^2} = \frac{A_B^2 f_B^2}{(2A_B)^2 (2f_B)^2} = \frac{1}{16} \rightarrow I_A = 16I_B$	۵۱. ۱۱۱. نمودار جابه جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده اند، به صورت زیر است. دامنه، طول موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید. 

۵۲

۳۳. شکل زیر جهت های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت های مختلف نشان می دهد.

چشمه	ناظر (شنونده)	
•	•	(الف)
• →	•	(ب)
← •	•	(پ)
•	• →	(ت)
•	← •	(ث)

بسامدی را که ناظر در حالت های مختلف می شنود با حالت الف مقایسه کنید.

اگر چشمه به طرف ناظر حرکت کند (حالت ب)، تجمع جبهه های موج در جلوی آن بیشتر خواهد شد. بنابراین ناظر ساکن رو به روی آن طول موج کوتاه تری نسبت به وضعیتی که چشمه، ساکن بود اندازه می گیرد که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است.

چشمه به ناظر نزدیک می شود.
 $f_{\text{الف}} > f_{\text{ب}}$

با دور شدن چشمه، از بسامدی که ناظر اندازه می گیرد کم می شود و بنابراین در حالت (پ) کاهش بسامد داریم

چشمه از ناظر دور می شود.
 $f_{\text{الف}} > f_{\text{پ}}$

در حالت (ت) از چشمه دور شود به معنی کاهش بسامد خواهد بود.

ناظر از چشمه دور می شود.
 $f_{\text{الف}} > f_{\text{ت}}$

در حالت (ث) ناظر به هدف چشمه حرکت کند با جبهه های موج بیشتری مواجه می شود که به معنی افزایش بسامد است.

ناظر به چشمه نزدیک می شود.
 $f_{\text{الف}} > f_{\text{ث}}$