مجموعه گام به گام پایه دوازدهم

دیجی کنکور، رسانه دانش آموزان موفق

ورود سایت دیجی کنکور

برای دریافت گام به گام های دیگر **کلیک کنید**

دیجی کنکور
DigiKonkur.com

نیاز به
برنامه ریزی
داری؟

آیا می دونستی؟

دیجی کنکور ناشر محبوب ترین و دقیق ترین برنامه ریزی تحصیلی
ویژه پایه دهم است

۰۲۱-۲۸۴۲۲۴۱۰

راهنمای حل فصل ۱ فیزیک دوازدهم

پاسخ منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان

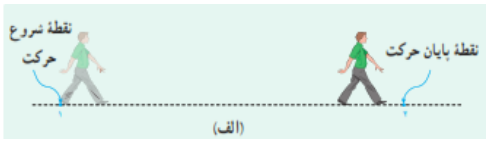
	فعالیت / پرسش/تمرین / مسائل	صفحه کتاب درسی	صفحه pdf
	۱–۱ – حرکت شناسی		
۱	پرسش ۱–۱	۲	۱
۲	فعالیت ۱–۱	۳	۲
۳	پرسش ۱–۲	۴	۲
۴	تمرین ۱–۱	۵	۳
۵	پرسش ۱–۳	۸	۴
۶	تمرین ۱–۲	۹	۴
۷	پرسش ۱–۴	۹	۵
۸	پرسش ۱–۵	۱۰	۵
۹	تمرین ۱–۳	۱۰	۵
۱۰	پرسش ۱–۶	۱۲	۶
۱۱	تمرین ۱–۴	۱۲	۶
۱۲	تمرین ۱–۵	۱۳	۷
۱۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱	۲۵	۸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

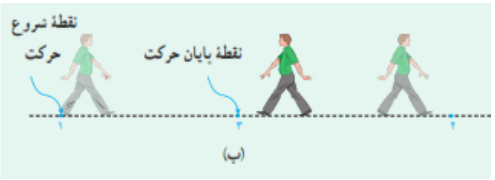
۱

پرسش ۱ـ۱

۱ـ 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 اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

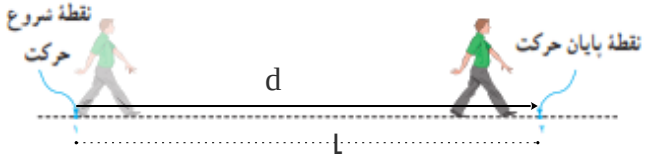


۲ـ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

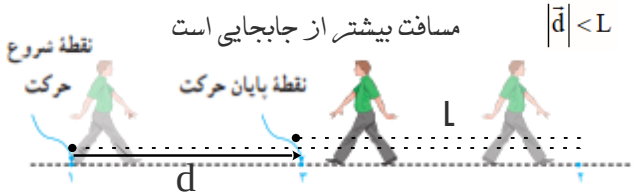


۳ـ شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

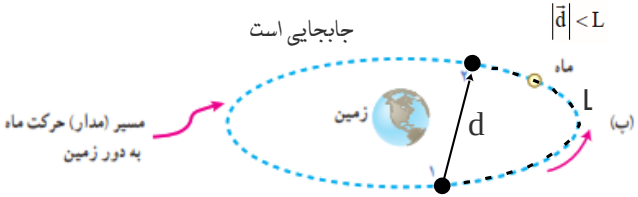
۱ مسافت و جابجایی بعلت عدم تغییر جهت برابر است



۲ مسافت و جابجایی بعلت تغییر جهت برابرنیست. و اندازه

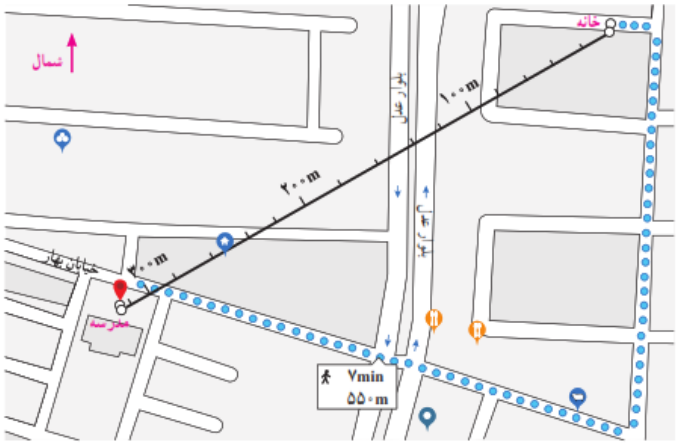


۳ مسافت و جابجایی بعلت تغییر جهت برابرنیست. و اندازه مسافت بیشتر از جابجایی است $|\vec{d}| < L$



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

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

۲	**فعالیت ۱ـ۱** همانند شکل روبه‌رو و به کمک یک نرم‌افزار نقشه‌یاب (مانند google map)، مکان خانه و مدرسه‌تان را مشخص کنید. سپس مسافت و اندازهٔ بردار جابه‌جایی خانه تا مدرسه را تعیین کنید.  	در این فعالیت دانش آموز به کمک فناوری و نرم افزارهای کاربردی به اهمیت استفاده از علم در زندگی پی می برد. مسافت $= L = ۵۵۰\,m$ جابجایی $= \left\|\vec{d}\right\| \approx ۳۲۰\,m$
۳	**پرسش ۱ـ۲** در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟ برای پاسخ خود می‌توانید به شکل‌های پرسش ۱ـ۱ نیز توجه کنید.	با توجه به دو رابطه تندی متوسط $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ و سرعت متوسط $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$، زمانی با هم برابر خواهند بود که متحرک بر روی خط راست حرکت کند دارای اندازه بردار جابجایی و مسافت برابر باشد.

۴

تمرین ۱ـ۱

جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان ۴/۰s فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می کنند

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

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$-۲\,m\vec{i}$	$۶/۴m\vec{i}$	$۸/۴m\vec{i}$	$۲/۱m/s\vec{i}$	محور X
متحرک B	$۳/۱m\vec{i}$	$-۲/۵m\vec{i}$	$-۵/۶m\vec{i}$	$-۱/۴m/s\vec{i}$	خلاف محور X
متحرک C	$۲m\vec{i}$	$۸/۶m\vec{i}$	$۶/۶m\vec{i}$	$۱/۶۵m/s\vec{i}$	محور X
متحرک D	$-۱/۴m\vec{i}$	$۸/۲m\vec{i}$	$۹/۶m\vec{i}$	$۲/۴m/s\vec{i}$	محور X

متحرک A

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱=۶/۴m\vec{i}-(-۲m\vec{i})=۸/۴m\vec{i}$$

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

متحرک B

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱\rightarrow -۵/۶m\vec{i}=-۲/۵m\vec{i}-\vec{d}_۱$$

$$\rightarrow \vec{d}_۱=۳/۱m\vec{i}$$

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

متحرک C

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱=۸/۶m\vec{i}-(۲m\vec{i})=۶/۶m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{۶/۶m\vec{i}}{۴s}=۱/۶۵\frac{m}{s}\vec{i}$$

متحرک D

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}\rightarrow ۲/۴m/s\vec{i}=\frac{\Delta\vec{d}}{۴s}\rightarrow\Delta\vec{d}=۹/۶m\vec{i}$$

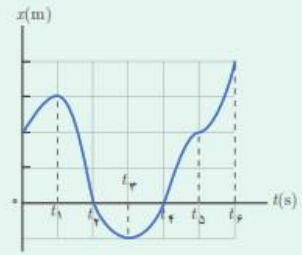
$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_۲-\vec{d}_۱\rightarrow ۹/۶m\vec{i}=\vec{d}_۲-(-۱/۴m\vec{i})=$$

$$\rightarrow \vec{d}_۲=۸/۲m\vec{i}$$

۵

پرسش ۱ـ۳

با توجه به نمودار مکان ــ زمان شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :



الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

ث) جابه‌جایی کل در جهت محور x است یا خلاف آن؟

الف) در زمان های t_2 و t_4

ب) در بازه (صفر تا t_1) و (t_2 تا t_3) و (t_4 تا t_6)

پ) در بازه (t_1 تا t_2) و (t_3 تا t_4)

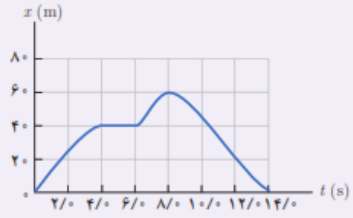
ت) دو بار - t_1 و t_3

ث) در جهت محور x

۶

تمرین ۱ـ۲

شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.



الف) در کدام لحظه‌ای دوچرخه‌سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

ب) در کدام بازه‌های زمانی دوچرخه‌سوار در جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در کدام بازهٔ زمانی دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

ت) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه‌سوار ساکن است؟

ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۲/۰s تا ۴/۰s، ۴/۰s تا ۶/۰s، ۶/۰s تا ۸/۰s، ۸/۰s تا ۱۲/۰s، ۱۲/۰s تا ۱۴/۰s حساب کنید.

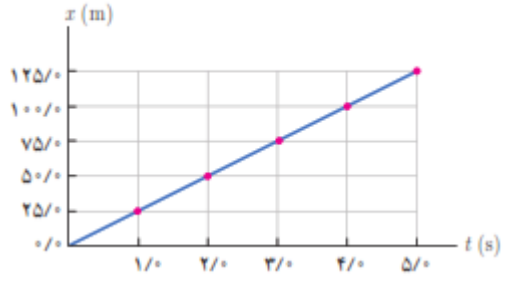
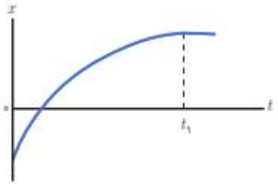
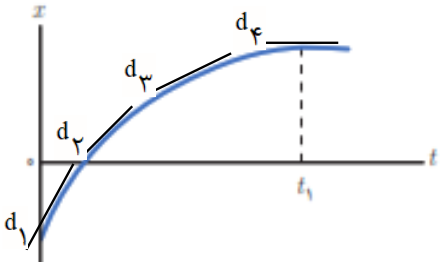
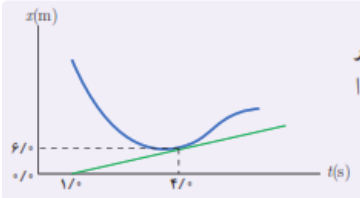
الف) در لحظه ۸ s ب) در بازه صفر تا ۴s و ۶s تا ۸s پ) دربازه ۸s تا ۱۴s

ت) ۴s تا ۶s

ث)

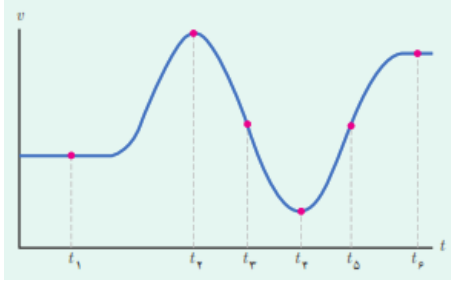
تندی متوسط $s_{av}=\frac{L}{\Delta t}$	بازه زمانی $\Delta t=t_f-t_i$
$s_{av}=\frac{\approx ۲۰m}{۲s}=۱۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۱=۲s-۰s$
$s_{av}=\frac{۰}{۲}=۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۲=۶s-۴s$
$s_{av}=\frac{\approx ۲۰m}{۳s}=۶/۶۶\frac{m}{s}$	$\Delta t_۳=۵s-۲s$
$s_{av}=\frac{۶۰m}{۶s}=۱۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۴=۱۴s-۸s$
$s_{av}=\frac{۱۲۰m}{۱۴s}=۸/۵۷\frac{m}{s}$	$\Delta t_۵=۱۴s-۰s$

سرعت متوسط $V_{av}=\frac{d}{\Delta t}$	بازه زمانی $\Delta t=t_f-t_i$
$V_{av}=\frac{\approx ۲۰m}{۲s}=۱۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۱=۲s-۰s$
$V_{av}=\frac{۴۰-۴۰}{۲}=۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۲=۶s-۴s$
$V_{av}=\frac{\approx ۲۰m}{۳s}=۶/۶۶\frac{m}{s}$	$\Delta t_۳=۵s-۲s$
$V_{av}=\frac{-۶۰m}{۶s}=-۱۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۴=۱۴s-۸s$
$V_{av}=\frac{۰m}{۱۴s}=۰\frac{m}{s}$	$\Delta t_۵=۱۴s-۰s$

۷	**پرسش ۱ـ۴** از روی نمودار مکان ــ زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.	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 
۸	**پرسش ۱ـ۵** شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟ ب) اگر در لحظهٔ t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟ 	 شیب خط d_4 > شیب خط d_3 شیب خط d_3 < شیب خط d_2 شیب خط d_2 < شیب خط d_1 $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$ الف) سرعت متحرک رو به کاهش است. ب) در لحظه ی t_1 شیب خط موازی محور زمان است و سرعت برابر صفر می شود.
۹	**تمرین ۱ـ۳** شکل روبه‌رو نمودار مکان ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ $t = ۴/۰\,s$، رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید. 	شیب خط مماس در لحظه ۴s = V = $\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{۶m - ۰}{۴s - ۱s} = ۲\ \frac{m}{s}$

۱۰

پرسش ۱ـ۶

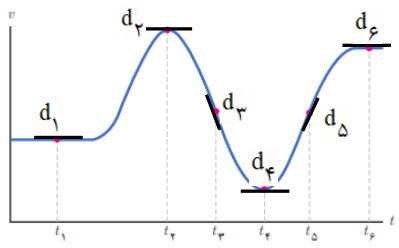


شکل روبه‌رو نمودار سرعت ـ زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه‌سوار را در هر یک از لحظه‌های t_1، t_2، ... و t_6 تعیین کنید.

شیب d_3 در لحظه t_3 در نمودار V-t منفی است در نتیجه شتاب منفی است.

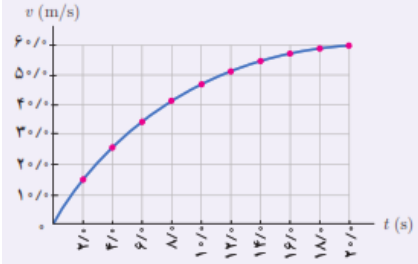
شیب d_5 در لحظه t_5 در نمودار V-t مثبت است در نتیجه شتاب مثبت است.

شیب d_1، d_2، d_4 و d_6 در لحظه های t_1، t_2، t_4 و t_6 در نمودار V-t ، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.



۱۱

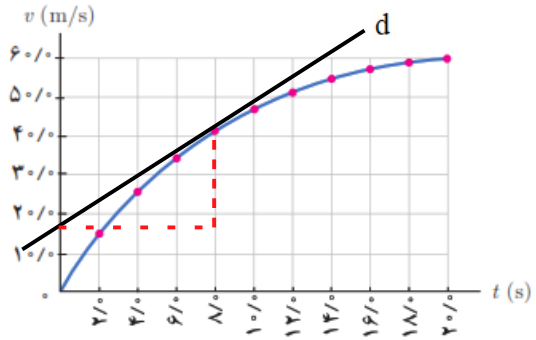
تمرین ۱ـ۴



نمودار سرعت ـ زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی ۰/۰s تا ۲۰/۰s مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در لحظهٔ $t = 8/0\,s$ به‌دست آورید.



الف)

$$a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{60(m/s) - 0}{20s - 0} = 3\frac{m}{s^2}$$

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

$$\frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{(\approx 40m/s) - \approx (16m/s)}{8s - 0s} = \frac{24(m/s)}{8s} = 3\frac{m}{s^2}$$

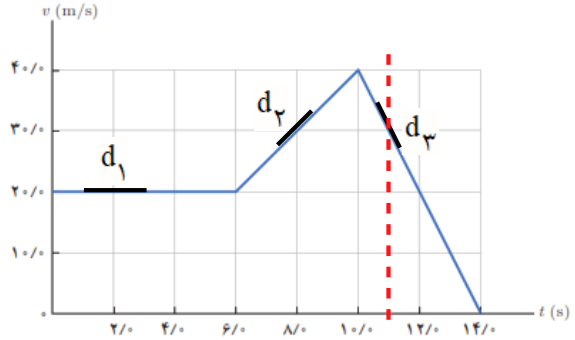
۱۲

تمرین ۱ـ۵

نمودار سرعت ـ زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۴/۰s مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t = ۲/۰s$، $t = ۸/۰s$ و $t = ۱۱/۰s$ به‌دست آورید.



الف)

$$a_{av} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{۰ - ۲۰(m/s)}{۱۴s - ۰} = -۱/۴ \frac{m}{s^۲}$$

ب)

شیب $d_۱$ در لحظه های $t = ۲S$ در نمودار V-t، موازی محور زمان است در نتیجه شتاب صفر است.

شیب $d_۲$ در بازه زمانی ۶s تا ۱۰s در نمودار V-t، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت است.

$$a_۱ = a_{av} = \frac{V_۲ - V_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۴۰(m/s) - ۲۰(m/s)}{۱۰s - ۶s} = ۵ \frac{m}{s^۲}$$

شیب $d_۳$ دربازه زمانی ۱۰s تا ۱۴s در نمودار V-t، ثابت است در نتیجه شتاب ثابت می‌باشد.

$$a_۲ = a_{av} = \frac{V_۴ - V_۳}{t_۴ - t_۳} = \frac{۰ - ۴۰(m/s)}{۱۴s - ۱۰s} = -۱۰ \frac{m}{s^۲}$$

۱۳

۱. با توجه به داده‌های نقشهٔ شکل زیر،
الف) تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.
ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟
پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط می‌توانست تقریباً با یکدیگر برابر باشد؟

الف)

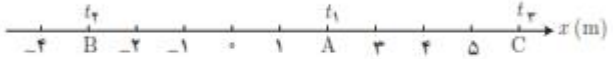
$$V_{av}=\frac{d}{\Delta t}=\frac{۶۰km}{\frac{۴}{۳}h}=۴۵\frac{km}{h} \qquad s_{av}=\frac{L}{\Delta t}=\frac{۸۸km}{\frac{۴}{۳}h}=۶۶\frac{km}{h}$$

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 تقریبا با هم برابرند .

۱۴

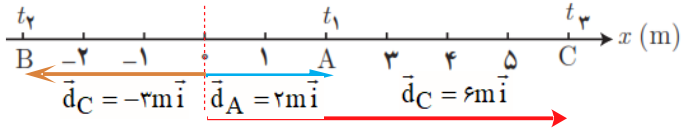
۲. متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ $t_۱$ در نقطهٔ A، در لحظهٔ $t_۲$ در نقطهٔ B و در لحظهٔ $t_۳$ در نقطهٔ C قرار دارد.



الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.

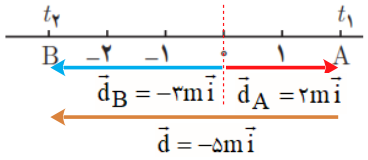
ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، $t_۲$ تا $t_۳$ و $t_۱$ تا $t_۳$ به‌دست آورید.

الف)

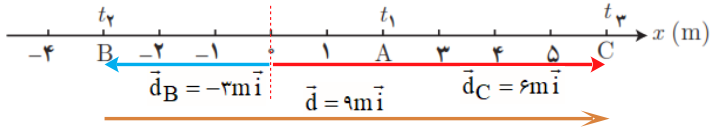


ب)

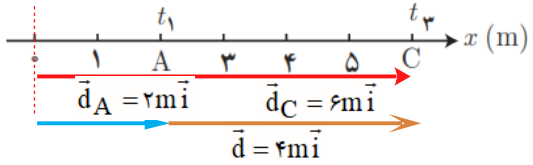
$t_۲-t_۱$: $\vec{d}=\vec{d}_B-\vec{d}_A=-۳m\vec{i}-۲m\vec{i}=-۵m\vec{i}$

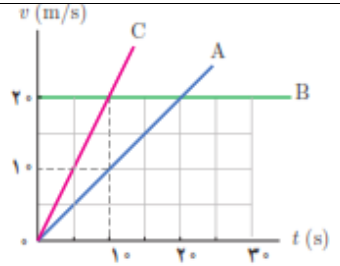
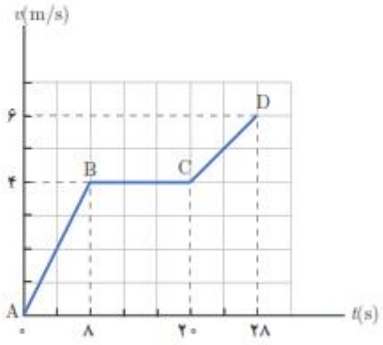


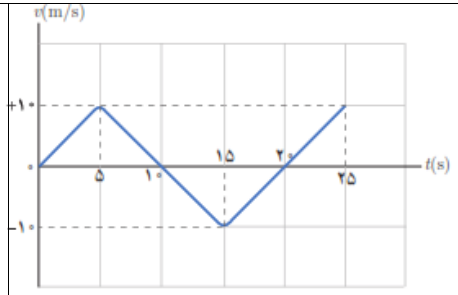
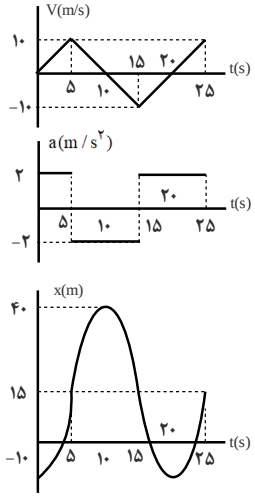
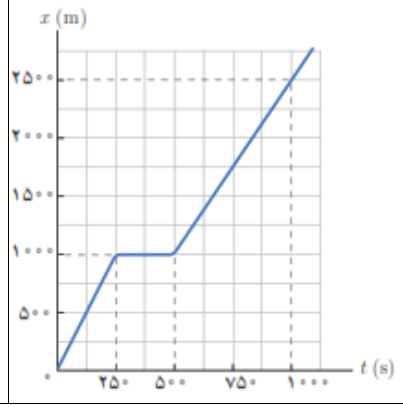
$t_۳-t_۲$: $\vec{d}=\vec{d}_C-\vec{d}_B=۶m\vec{i}-(-۳m)\vec{i}=۹m\vec{i}$

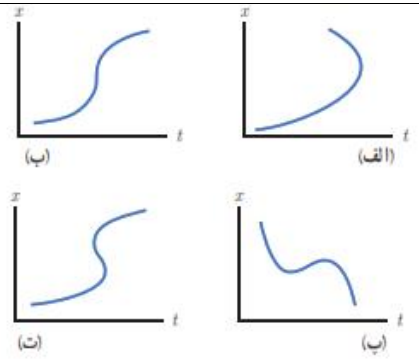
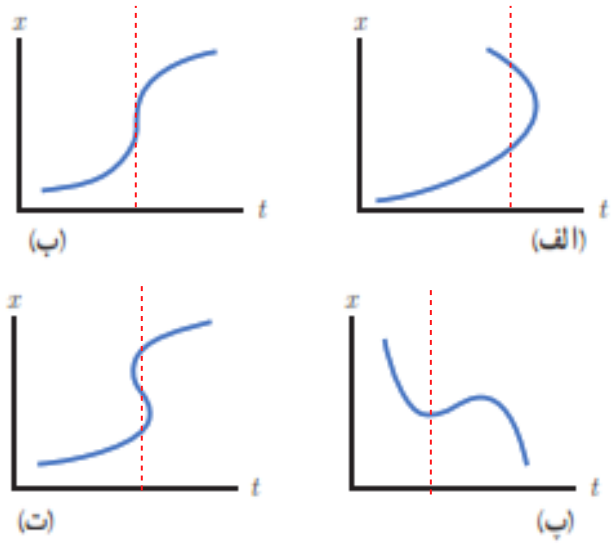
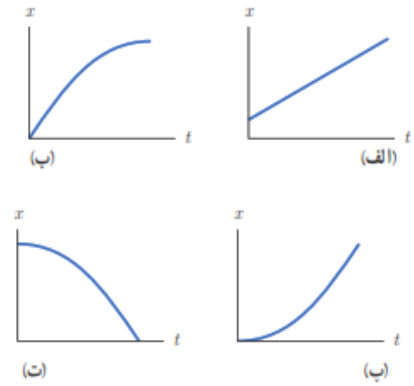
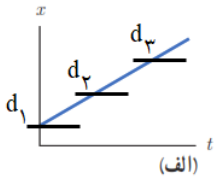


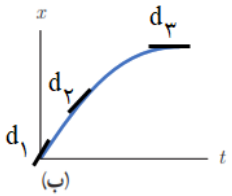
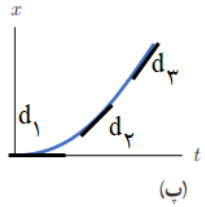
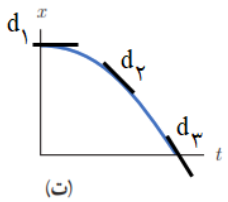
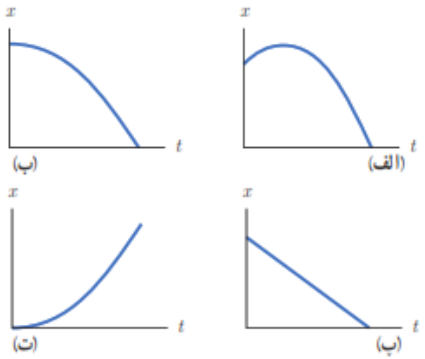
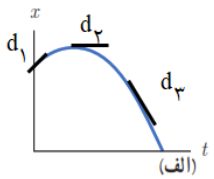
$t_۳-t_۱$: $\vec{d}=\vec{d}_C-\vec{d}_A=۶m\vec{i}-۲m\vec{i}=۴m\vec{i}$

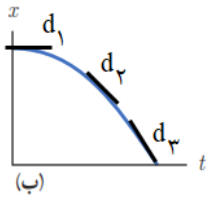
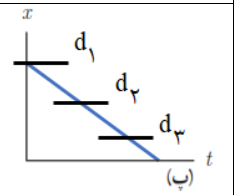
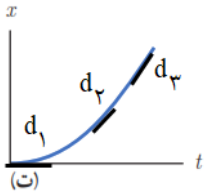
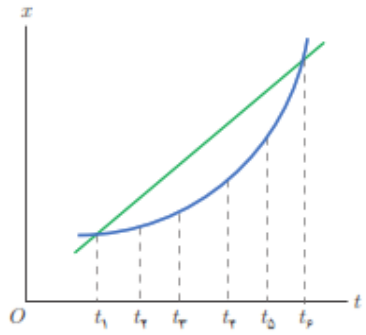
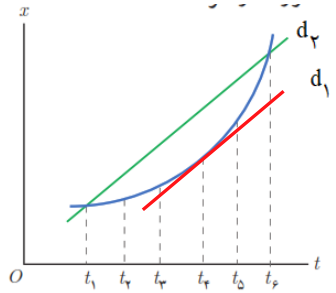


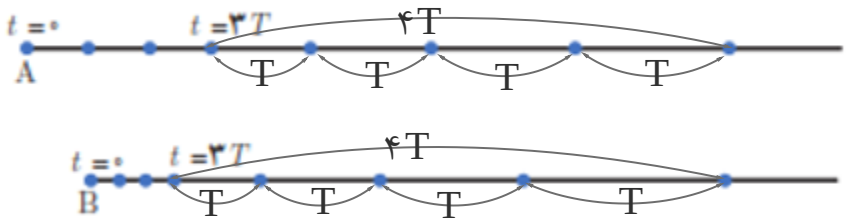
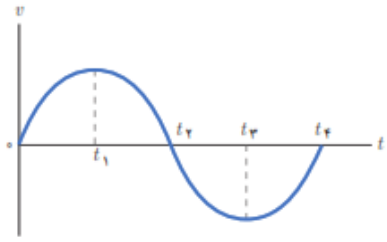
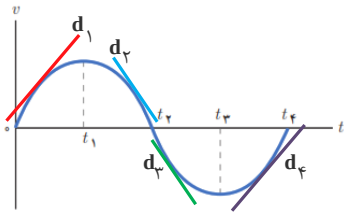
۱۵	**۳.** در شکل زیر نمودار سرعت ـ زمان سه متحرک نشان داده شده است. الف) شتاب سه متحرک را به طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید. ب) شتاب هر متحرک را به دست آورید. پ) در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰s جابه‌جایی این سه متحرک را پیدا کنید.  بنظر می آید قسمت پ تمرین متناسب بخش حرکت شناسی نیست. و با مباحث بخش شتاب ثابت حل می شود.	الف) شیب خط متحرک C بیشتر از شیب خط متحرک A و شیب خط متحرک B، موازی با محور زمان است. در نتیجه $a_C > a_A > a_B$ $a_B = ۰$ شیب خط متحرک A $a_A = \frac{۱۰m/s - ۰}{۱۰s - ۰} = ۱\frac{m}{s^۲}$ شیب خط متحرک C $a_A = \frac{۲۰m/s - ۰}{۱۰s - ۰} = ۲\frac{m}{s^۲}$ $\Delta X_A = v_{av}\Delta t = ۵\frac{m}{s} \times ۱۰s = ۵۰m$ $\Delta X_B = v_{av}\Delta t = ۲۰\frac{m}{s} \times ۱۰s = ۲۰۰m$ $\Delta X_C = v_{av}\Delta t = ۱۰\frac{m}{s} \times ۱۰s = ۱۰۰m$
۱۶	**۴.** شکل زیر نمودار سرعت ـ زمان متحرکی را که در امتداد محور x حرکت می‌کند در مدت ۲۸ ثانیه نشان می‌دهد. الف) شتاب در هر یک از مرحله‌های AB، BC و CD چقدر است؟ ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۸ ثانیه چقدر است؟ پ) جابه‌جایی متحرک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.  بنظر می آید قسمت پ تمرین متناسب بخش حرکت شناسی نیست. و با مباحث بخش شتاب ثابت حل می شود.	الف) $a_{AB} = a_{av} = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A} = \frac{۴m/s - ۰}{۸s - ۰} = ۰/۵\frac{m}{s^۲}$ $a_{CB} = a_{av} = \frac{V_C - V_B}{t_C - t_B} = \frac{۴m/s - ۴m/s}{۲۰s - ۸s} = ۰\frac{m}{s^۲}$ $a_{DC} = a_{av} = \frac{V_D - V_C}{t_D - t_C} = \frac{۶m/s - ۴m/s}{۲۸s - ۲۰s} = ۰/۲۵\frac{m}{s^۲}$ ب) $a_{av} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A} = \frac{۶m/s - ۰}{۲۸s - ۰} = ۰/۲۱\frac{m}{s^۲}$ پ) $\Delta X = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ + \Delta x_۳$ $\Delta X = v_{av۱}\Delta t_{AB} + v_{av۲}\Delta t_{AB} + v_{av۳}\Delta t_{AB}$ $\Delta X = ۸s \times ۲m/s + ۴m/s \times ۱۲s + ۵m/s \times ۸s$ $= ۱۰۴m$

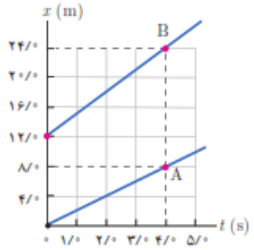
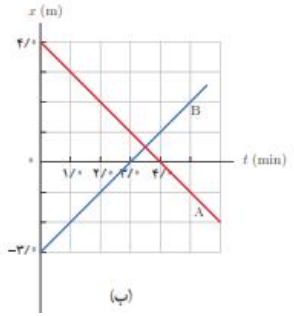
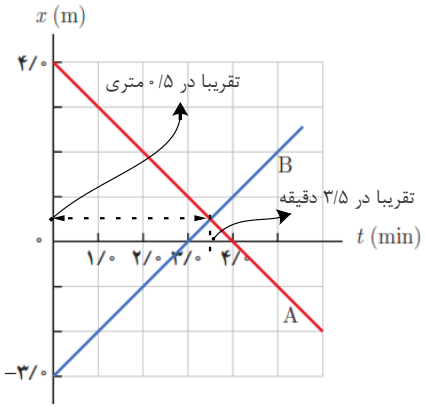
۱۷	۴. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. الف) نمودار شتاب ـ زمان این متحرک را رسم کنید. ب) اگر $x_0 = -10\,m$ باشد نمودار مکان ـ زمان متحرک را رسم کنید.  بنظر می آید قسمت ب تمرین متناسب بخش حرکت شناسی نیست. و با مباحث بخش شتاب ثابت حل می شود.	$a_1 = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{10\,m/s - 0}{5s - 0} = 2\frac{m}{s^2}$ $a_2 = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10\,m/s - 10\,m/s}{15s - 5s} = -2\frac{m}{s^2}$ $a_3 = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10\,m/s - 10\,m/s}{25s - 15s} = 2\frac{m}{s^2}$ $x_1 = (\frac{0 + 10\,m/s}{2})5s - 10m = 15m$ $x_2 = (\frac{0 + 10\,m/s}{2})5s + 15m = 40m$ $x_3 = (\frac{0 - 10\,m/s}{2})5s + 40m = 15m$ $x_4 = (\frac{0 - 10\,m/s}{2})5s + 15m = -10m$ $x_5 = (\frac{0 + 10\,m/s}{2})5s - 10m = 15m$ 
۱۸	۷. شکل زیر نمودار مکان ـ زمان حرکت یک دوندهٔ دوی نیمه‌استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می‌دهد. الف) در کدام بازهٔ زمانی دونده سریع‌تر دویده است؟ ب) در کدام بازهٔ زمانی، دونده ایستاده است؟ پ) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۲۵۰s حساب کنید. ت) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی ۵۰۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید. ث) سرعت متوسط دونده را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۱۰۰۰s حساب کنید.  	الف) در بازه زمانی صفر تا ۲۵۰ s دونده سریعتر دویده شیب خط دربازه زمانی صفر تا ۲۵۰ s بیشتر از شیب خط دربازه زمانی ۵۰۰ s تا ۱۰۰۰ s می باشد. ب) در بازه زمانی ۲۵۰ s تا ۵۰۰ s دونده ایستاده. $V_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(1000-1000)m}{250s} = 0\frac{m}{s}$ پ) $V_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000m}{250s} = 4\frac{m}{s}$ ت) $V_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500-1000)m}{500s} = 3\frac{m}{s}$

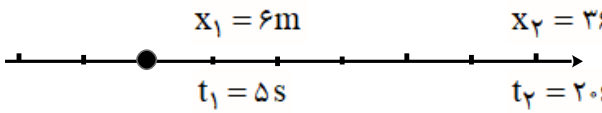
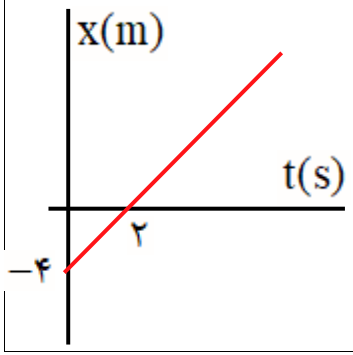
		ث) $V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{(۲۵۰-۰)m}{۱۰۰s}=۲/۵\frac{m}{s}$
۱۹	ت. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان ـ زمان شکل زیر می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار $x-t$ یک متحرک باشد. 	پ در شکل های الف ، ب و ت نشان میدهد که یک لحظه متحرک در دو مکان است و در شکل ب برای یک لحظه، جابجایی رخ داده 
۲۰	ث. توضیح دهید از نمودارهای مکان ـ زمان شکل زیر کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به‌تدریج بر تندی آن افزوده شده است. 	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 لحظه‌ی t=۰ 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.

			شیب خط مماس بر نمودار ب در لحظه t=۰ با محور دارای مقدار می باشد. این شیب رفته رفته کم شده تا موازی با محور زمان می‌رسد. در نتیجه در لحظه t=۰ دارای تندی است. و با گذشت زمان کم و صفر می شود.
			شیب خط مماس بر نمودار پ در لحظه t=۰ 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.
			شیب خط مماس بر نمودار ت در لحظه t=۰ 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.
۲۱	۹. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان ــ زمان نشان داده شده، حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که سرعت اولیهٔ آن در جهت محور x و شتاب آن بر خلاف جهت محور x است.		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=۰ 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

			شیب خط مماس بر نمودار ب در لحظه t=۰ با محور زمان موازی است و سرعت اولیه صفر می باشد. سپس شیب خط مماس برنمودار x-t منفی و در حال افزایش می باشد، در این بازه شتاب در خلاف جهت محور x می باشد.
			شیب خط در نمودار پ ثابت و منفی است. در نتیجه سرعت ثابت است. و شتاب صفر است.
			شیب خط مماس بر نمودار ت در لحظه t=۰ 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.
۲۲	۱۰. شکل زیر نمودار مکان ــ زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حرکت‌اند. الف) در چه لحظه‌هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟ ب) در چه لحظه‌ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟ پ) سرعت متوسط دو خودرو را در بازهٔ زمانی t_1 تا t_6 با هم مقایسه کنید. 	الف) در لحظه ی t_1 و t_6 از کنار یکدیگر می گذرند. ب) در لحظه ی t_4 که شیب برابر دارند تندی دو خودرو یکسان است. پ) در بازه ی t_1 و t_6 سرعت متوسط دو خودرو بعلت داشتن شیب برابر، مساویند 	

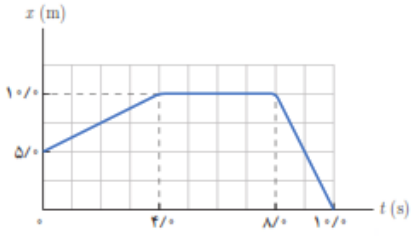
۲۳	**۱۱.** هر یک از شکل‌های زیر مکان یک خودرو را در لحظه‌های $t=۰$، $t=T$، $t=۲T$، ... و $t=۷T$ نشان می‌دهد. هر دو خودرو در لحظهٔ $t=۳T$ شتاب می‌گیرند. توضیح دهید، الف) سرعت اولیهٔ کدام خودرو بیشتر است. ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است. پ) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد.	 الف) سرعت اولیه خودروی A بیشتر است. در بازه زمانی برابر، جابجایی بیشتری را متحرک A طی کرده است. ب) سرعت نهایی خودروی B بیشتر است. جابجایی متحرک B در زمان برابر بیشتر از متحرک A می باشد. از آنجائیکه سرعت متحرک B در لحظه ۳T کمتر از متحرک A در این لحظه است، در نتیجه متحرک B سرعت نهایی بیشتری دارد. پ) تغییرات شتاب خودروی B بیشتر از شتاب خودرو A است. تغییرات سرعت متحرک B در بازه ۴T بیشتر از تغییرات سرعت متحرک A در این بازه زمانی است در نتیجه شتاب متحرک B بیشتر از A است.
۲۴	**۱۲.** معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x=t^۳-۳t^۲+۴$ است. الف) مکان متحرک را در $t=۰s$ و $t=۲s$ به‌دست آورید. ب) سرعت متوسط جسم را در بازهٔ زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.	$x = t^۳ - ۲t^۲ + ۴$ الف) $t = ۰s \rightarrow x_۱ = ۴m$ $t = ۲s \rightarrow x_۲ = ۸m - ۱۲m + ۴m = ۰$ ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰ - ۴m}{۲s - ۰} = -۲\frac{m}{s}$
۲۵	**۱۳.** نمودار سرعت ــ زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. تعیین کنید در کدام بازه‌های زمانی بردار شتاب در جهت محور x و در کدام بازه‌های زمانی در خلاف جهت محور x است.  	در بازه زمانی (۰ تا $t_۱$) و ($t_۳$ تا $t_۴$) شیب خط $d_۱$ و $d_۴$ نمودار v-t، مثبت است در نتیجه بردار شتاب در جهت محور x است.  و در بازه زمانی ($t_۱$ تا $t_۲$) و ($t_۲$ تا $t_۳$) شیب $d_۲$ و $d_۳$ نمودار v-t، منفی است. در نتیجه بردار شتاب در خلاف جهت محور x است.

۲۶	**تمرین ۱ـ۶** شکل مقابل نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کنند. سرعت هر متحرک را پیدا کنید و معادلهٔ مکان ـ زمان آنها را بنویسید. 	شیب خط متحرک B $V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۴\,m - ۱۲\,m}{۴\,s} = ۳\frac{m}{s}$ شیب خط متحرک A $V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۸(m) - ۰}{۴s} = ۲\frac{m}{s}$ $x = vt + x_۰ \rightarrow \begin{cases} x_B = ۳t + ۱۲ \\ x_A = ۲t + ۰ \end{cases}$
۲۷	**تمرین ۱ـ۷** شکل الف، مکان دو کفش‌دوزک A و B را که در راستای محور x حرکت می‌کنند در لحظهٔ $t = ۰\,s$ نشان می‌دهد. نمودار مکان ـ زمان این کفش‌دوزک‌ها در شکل ب رسم شده است. الف) از روی نمودار به‌طور تقریبی تعیین کنید کفش‌دوزک‌ها در چه لحظه و در چه مکانی به یکدیگر می‌رسند. ب) با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان، زمان و مکان هم‌رسی کفش‌دوزک‌ها را پیدا کنید.  (ب) (الف)	الف)  ب) $V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰(m) - ۴(m)}{۴\,min} = -۱\frac{m}{min}$ $V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰\,m - (-۳)\,m}{۳\,min} = ۱\frac{m}{min}$ $x = vt + x_۰ \rightarrow \begin{cases} x_A = -۱(m/min)t + ۴m \\ x_B = ۱(m/min)t - ۳m \end{cases}$ $x_A = x_B \rightarrow -۱(m/min)t + ۴m = ۱(m/min)t - ۳m \rightarrow$ $۲t = ۷\,min \rightarrow t = ۳/۵\,min$ $x_A = -۱(m/min) \times ۳/۵\,min + ۴m = ۰/۵m$

۲۸	**۱۱۴.** جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظهٔ $t_۱=۵/۰\,s$ در مکان $x_۱=۶/۰\,m$ و در لحظهٔ $t_۲=۲۰/۰\,s$ در مکان $x_۲=۳۶/۰\,m$ باشد، الف) معادلهٔ مکان ــ زمان جسم را بنویسید. ب) نمودار مکان ــ زمان جسم را رسم کنید.	الف)  $v_{۲۱} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۳۶m - ۶m}{۲۰s - ۵s} = ۲\frac{m}{s}$ $v_{۲۱} = v_{۱۰} = \frac{x_۱ - x_۰}{t_۱ - t_۰} \rightarrow ۲\frac{m}{s} = \frac{۶m - x_۰}{۵s - ۰s}$ $\rightarrow x_۰ = -۱۰m + ۶m = -۴m$ $x = vt + x_۰ \rightarrow x = ۲(m/s)t - ۴m$ ب) 

۲۹

۱۵. شکل زیر نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند.



الف) جابه‌جایی و مسافت پیموده شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۴/۰s، ۴/۰s تا ۸/۰s، ۸/۰s تا ۱۰/۰s و همچنین در کل زمان حرکت به‌دست آورید.

پ) معادلهٔ حرکت متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۴/۰s، ۴/۰s تا ۸/۰s، و ۸/۰s تا ۱۰/۰s بنویسید.

ت) نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید.

الف)

$$d = (۱۰m - ۵m) + (۱۰m - ۱۰m) + (۰m - ۱۰m) = -۵m \quad (\Delta t_۱ = ۴s,\ \Delta t_۲ = ۴s,\ \Delta t_۳ = ۲s)$$

$$s = \left|(۱۰m - ۵m)\right| + \left|(۱۰m - ۱۰m)\right| + \left|(۰m - ۱۰m)\right| = ۱۵m$$

ب)

$$v_{۱av} = \frac{\Delta x_۱}{\Delta t_۱} = \frac{۱۰m - ۵m}{۴s - ۰} = ۱/۲۵\frac{m}{s}$$

$$v_{۲av} = \frac{\Delta x_۲}{\Delta t_۲} = \frac{۱۰m - ۱۰m}{۸s - ۴s} = ۰\frac{m}{s}$$

$$v_{۳av} = \frac{\Delta x_۳}{\Delta t_۳} = \frac{۰m - ۱۰m}{۱۰s - ۸s} = -۵\frac{m}{s}$$

$$v_{۴av} = \frac{\Delta x_۴}{\Delta t_۴} = \frac{۰m - ۵m}{۱۰s - ۰} = -۰/۵\frac{m}{s}$$

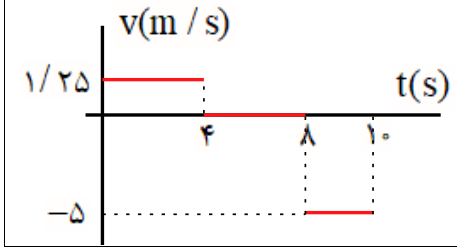
پ)

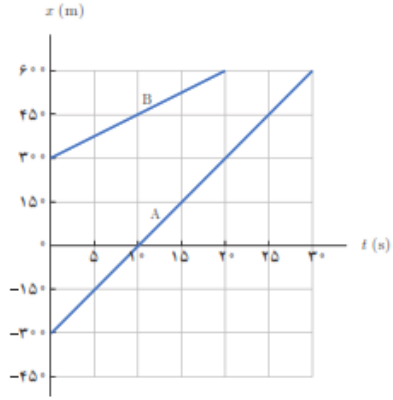
$$x_۱ = v_۱t + x_۰ \rightarrow x_۱ = ۱/۲۵(\frac{m}{s})t + ۵m$$

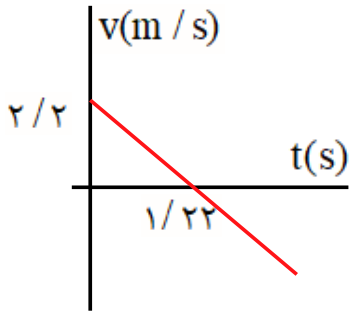
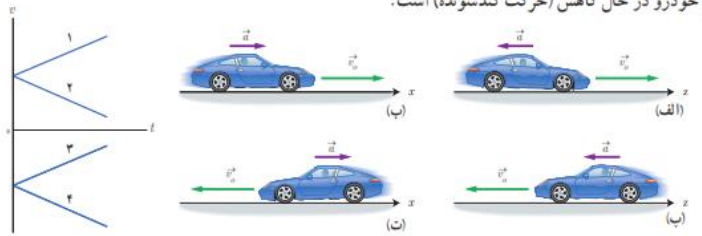
$$x_۲ = v_۲t + x_۱ \rightarrow x_۲ = ۰(\frac{m}{s})t + ۱۰m = ۱۰m$$

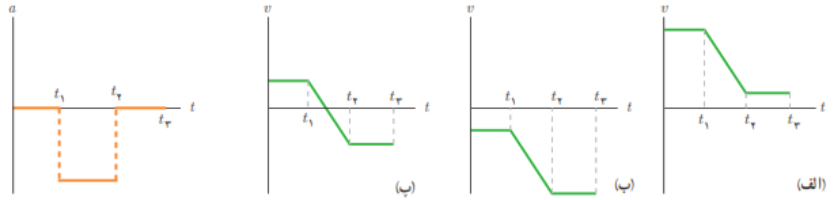
$$x_۳ = v_۳t + x_۲ \rightarrow x_۳ = -۵(\frac{m}{s})t' + ۱۰m$$

ت)



۳۰	**IV.** شکل زیر نمودار مکان ـ زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کنند. الف) معادلهٔ حرکت هر یک از آنها را بنویسید. ب) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه زمان و مکانی به هم می‌رسند؟	 الف) $x_B = (m = v_B)t + x_{\circ B} \rightarrow x_B = (m = \frac{x_{۲B} - x_{۱B}}{t_{۲B} - t_{۱B}})t + x_{\circ B}$ $x_B = (\frac{۶۰۰m - ۳۰۰m}{۲۰s - ۰})t + ۳۰۰m \rightarrow x_B = ۱۵(\frac{m}{s})t + ۳۰۰m$ $x_A = (m = v_A)t + x_{\circ A} \rightarrow x_A = (m = \frac{x_{۲A} - x_{۱A}}{t_{۲A} - t_{۱A}})t + x_{\circ A}$ $x_A = (\frac{۰m - (-۳۰۰m)}{۱۰s - ۰})t - ۳۰۰m \rightarrow x_A = ۳۰(\frac{m}{s})t - ۳۰۰m$ ب) $x_A = x_B$ $۳۰(\frac{m}{s})t - ۳۰۰m = ۱۵(\frac{m}{s})t + ۳۰۰m$ $\rightarrow ۱۵(\frac{m}{s})t = ۶۰۰m \rightarrow t = ۴۰s$ $x_A = ۳۰(\frac{m}{s}) \times ۴۰s - ۳۰۰m = ۹۰۰m$
۳۱	**IV.** دانستن محل قرارگیری یک ماهواره در مأموریت‌های فضایی و اطمینان از اینکه ماهواره در مدار پیش‌بینی شده قرار گرفته، یکی از مأموریت‌های کارشناسان فضایی است. بدین منظور تَپ‌های الکترومغناطیسی را که با سرعت نور در فضا حرکت می‌کنند، به طرف ماهوارهٔ موردنظر می‌فرستند و بازتاب آن توسط ایستگاه زمینی دریافت می‌شود. اگر زمان رفت و برگشت یک تپ ۰/۲۴ ثانیه باشد، فاصلهٔ ماهواره از ایستگاه زمینی، تقریباً چقدر است؟	سرعت نور $۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$ است. $\Delta t = \frac{۰/۲۴s}{۲} = ۰/۱۲s$ $\Delta x = v\Delta t = ۳ \times ۱۰^۸(\frac{m}{s}) \times ۰/۱۲s = ۳/۶ \times ۱۰^۷ m$

۳۲	**تمرین ۱ـ۸** معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند در SI به‌صورت $v=-۱/۸t+۲/۲$ است. الف) سرعت متحرک در لحظهٔ $t=۴/۰s$ چقدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا $t=۴/۰s$ چقدر است؟ پ) نمودار سرعت ـ زمان این متحرک را رسم کنید.	$v=-۱/۸(m/s)\times ۴s+۲/۲(m/s)=-۵(m/s)$ $\left.\begin{matrix}t=۰\rightarrow v_۰=۲/۲(m/s)\\ t=۴s\rightarrow v=-۵(m/s)\end{matrix}\right\}\rightarrow v_{av}=\frac{v+v_۰}{۲}$ $v_{av}=\frac{-۵(m/s)+۲/۲(m/s)}{۲}=-۱/۴(m/s)$ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\rightarrow \Delta x=-۱/۴(m/s)\times ۴s=-۵/۶m$ 
۳۳	**فعالیت ۱ـ۲** در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام‌یک از نمودارهای $v-t$ توصیف می‌شود؟ همچنین توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کُندشونده) است. 	الف) تندی متحرک شکل الف در حال کاهش است. $\left.\begin{matrix}v>۰\\ a<۰\end{matrix}\right\}\rightarrow (۲)$ ب) تندی متحرک شکل ب در حال افزایش است. $\left.\begin{matrix}v>۰\\ a>۰\end{matrix}\right\}\rightarrow (۱)$ پ) تندی متحرک شکل پ در حال افزایش است. $\left.\begin{matrix}v<۰\\ a<۰\end{matrix}\right\}\rightarrow (۴)$ ت) تندی متحرک شکل ت در حال کاهش است. $\left.\begin{matrix}v<۰\\ a>۰\end{matrix}\right\}\rightarrow (۳)$

۳۴	**تمرین ۱ـ۹** خودرویی با سرعت ۱۸/۰km/h در امتداد مسیری مستقیم از چهارراهی می‌گذرد تندی آن با شتاب ۱/۰m/s² افزایش می‌یابد. سرعت خودرو پس از ۳۰۰m جابه‌جایی چقدر است؟	$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\rightarrow ۳۰۰m=\frac{۱}{۲}\times ۱(m/s^۲)t^۲+۵(m/s)t$ $۶۰۰s^۲=t^۲+۱۰st\rightarrow (t-۲۰s)(t+۳۰s)=۰\rightarrow t=۲۰s$ $v=at+v_۰=۱m/s^۲\times ۲۰s+۵m/s=۲۵m/s$ راه دیگر، پس از مطالعه قسمت بعدی کتاب $v_۰=۱۸km/h=۱۸\times\frac{m}{۳/۶s}=۵m/s$ $v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\rightarrow v^۲-(۵m/s)^۲=۲\times ۱m/s^۲\times ۳۰۰m$ $v=\sqrt{۶۲۵(m^۲/s^۲)}=۲۵m/s$
۳۵	**پرسش ۱ـ۷** نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. توضیح دهید چگونه هر یک از نمودارهای سرعت ـ زمان شکل‌های الف، ب و پ می‌تواند متناظر با این نمودار شتاب ـ زمان باشد.  	در تمام شکل های الف، ب و پ دربازه صفر تا $t_۱$ سرعت ثابت است و شتاب صفر است. در تمام شکل های الف، ب و پ دربازه $t_۱$ تا $t_۲$ سرعت با زمان تغییر می کند و شیب خط منفی می باشد و شتاب منفی است. در تمام شکل ها الف، ب و پ دربازه $t_۲$ تا $t_۳$ سرعت ثابت است و شتاب صفر است.

۳۶

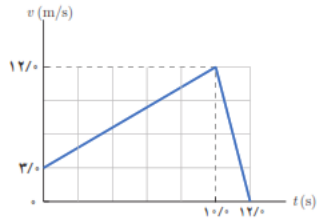
تمرین ۱ـ۱۰

آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می‌دود. نمودار سرعت ـ زمان آهو در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۲/۰s مطابق شکل است. در این بازهٔ زمانی

الف) مسافت کل پیموده شده توسط آهو را به‌دست آورید.

ب) جابه‌جایی آهو را پیدا کنید.

پ) نمودار شتاب ـ زمان آهو را رسم کنید.



الف) جهت حرکت تغییر نکرده لذا مسافت و جابجایی برابر است.

$$s = s_1 + s_2 =$$

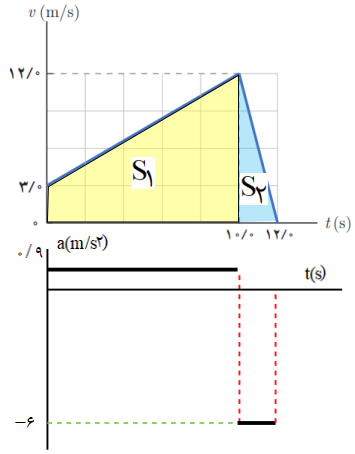
$$= \left(\frac{۳(m/s)+۱۲(m/s)}{۲}\right)\times ۱۰s + \frac{۱}{۲}\times ۱۲(m/s)\times ۲s$$

$$= ۸۷m$$

ب) $\Delta x = s = ۸۷m$

پ) $a_1 = \frac{۱۲(m/s)-۳(m/s)}{۱۰s} = ۰/۹m/s^۲$

$$a_2 = \frac{۰-۱۲(m/s)}{۲s} = -۶m/s^۲$$



۳۷

تمرین ۱ـ۱۱

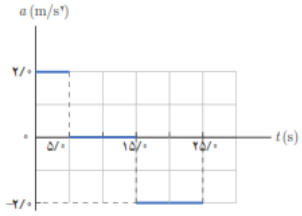
شکل مقابل نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با فرض $x_0 = ۰$ و $v_0 = ۰$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰s،

الف) نمودارهای سرعت ـ زمان و مکان ـ زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت ـ زمان، مشخص کنید در کدام یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.



الف)

$$v = at + v_0$$

$$\Delta t_1 = ۵s \rightarrow v_1 = ۲\left(m/s^۲\right)\times ۵s + ۰ = ۱۰(m/s)$$

$$\Delta t_2 = ۱۰s \rightarrow v_2 = v_1 = ۱۰(m/s)$$

$$\Delta t_3 = ۱۰s \rightarrow v_3 = -۲\left(m/s^۲\right)\times ۱۰s + ۱۰ = -۱۰(m/s)$$

$$\Delta t_1 = ۵s \rightarrow x_1 = \left(\frac{۰+۱۰m/s}{۲}\right)۵s + ۰m = ۲۵m$$

$$\Delta t_2 = ۱۰s \rightarrow x_2 = ۱۰m/s\times ۱۰s + ۲۵m = ۱۲۵m$$

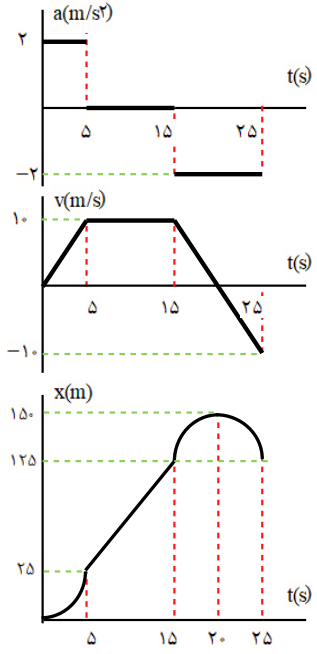
مکان ماشین را ابتدا در لحظه ی که سرعت صفر است را بدست می آوریم.

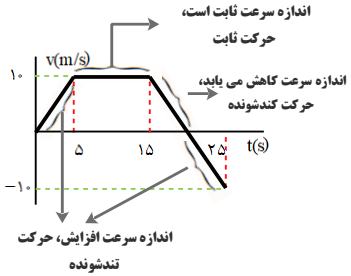
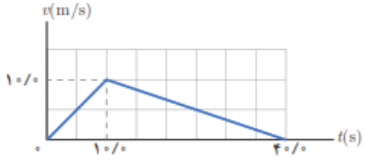
$$v = at + v_0$$

$$-۲(m/s^۲)\Delta t + ۱۰m/s = ۰ \rightarrow \Delta t = ۵s$$

$$\Delta t_3 = ۵s \rightarrow x_3 = \left(\frac{۰+۱۰m/s}{۲}\right)۵s + ۱۲۵m = ۱۵۰m$$

$$\Delta t_4 = ۵s \rightarrow x_4 = \left(\frac{۰-۱۰m/s}{۲}\right)۵s + ۱۵۰m = ۱۲۵m$$



		ب)  پ) با کمک نمودار v-t می توان بدست آورد. $a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{-۱۰(m/s)-۰}{۲۵s-۰}=-۰/۴m/s^۲$ ت) با کمک نمودار x-t می توان بدست آورد. $\Delta x=x_۴-x_۰=۱۲۵m-۰=۱۲۵m$
۳۸	**۱۸.** نمودار $v-t$ متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۰/۰s تا ۵/۰s چند برابر سرعت متوسط آن در بازهٔ زمانی ۲۵/۰s تا ۴۰/۰s است؟  	$a_۱=\frac{۱۰m/s}{۱۰s}=۱m/s^۲$ $\xrightarrow{\Delta t=۵s} v_۱=a_۱t+v_۰=۱m/s^۲\times۵s=۵m/s$ $v_{۱av}=\frac{v_۱+v_۲}{۲}=\frac{۵m/s+۰}{۲}=۲/۵m/s$ $a_۲=\frac{۰-۱۰m/s}{۴۰s-۱۰s}=\frac{-۱}{۳}m/s^۲$ $\begin{cases}\xrightarrow{\Delta t=۱۵s} v_۲=a_۲t+v_۰=\frac{-۱}{۳}m/s^۲\times۱۵s+۱۰m/s=۵m/s\\ v_{۲av}=\frac{v_۳+v_۲}{۲}=\frac{۵m/s+۰}{۲}=۲/۵m/s\end{cases}$ $\frac{V_{۱av}}{V_{۲av}}=۱$

۳۹

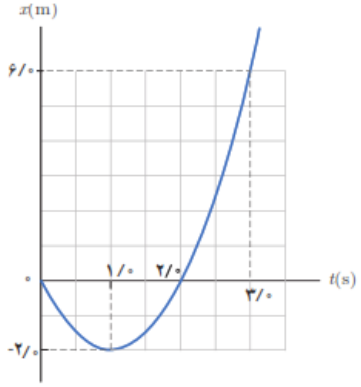
۱۹. شکل زیر نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x با شتاب ثابت در حرکت است.

الف) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۳/۰ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

ب) معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک را بنویسید.

پ) سرعت متحرک را در لحظهٔ $t=۳/۰\,s$ پیدا کنید.

ت) نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید.



الف)

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۶m-۰}{۳s-۰}=۲m/s$$

ب)

$$v=at+v_۰ \rightarrow t=۱s \rightarrow ۰=a(s)+v_۰ \rightarrow v_۰=-a(s) \qquad (۱)$$

با

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰$$

$$t=۳s \rightarrow ۶m=\frac{۱}{۲}a(۳s)^۲+v_۰۳s+۰ \rightarrow ۳a(s^۲)+۲v_۰(s)=۴m \qquad (۲)$$

جاگذاری رابطه ۱ در رابطه ۲ خواهیم داشت.

$$(۱)\,\&\,(۲) \rightarrow ۳a(s^۲)+۲\times -a(s)(s)=۴m \rightarrow a=۴m/s^۲$$

$$v_۰=-۴m/s$$

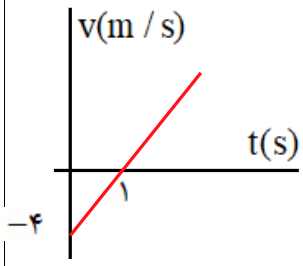
$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰ \rightarrow x=۲t^۲-۴t$$

پ)

$$v=at+v_۰ \rightarrow v=۴(m/s^۲)t-۴m/s$$

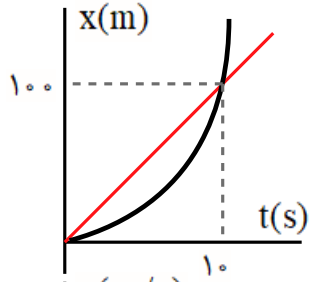
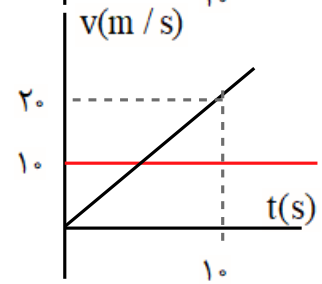
$$\rightarrow v=۴(m/s^۲)\times ۳s-۴m/s=۸m/s$$

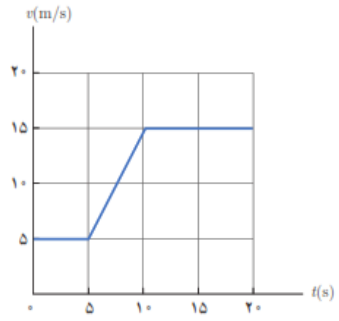
ت)

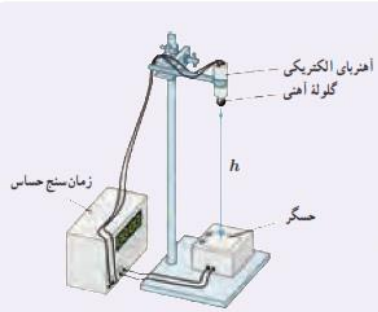


$$v=at+v_۰ \rightarrow v=۴t-۴$$

$$\begin{cases} v=۰ \rightarrow t=۱s \\ t=۰ \rightarrow v=-۴m/s \end{cases}$$

۴۰	**۴۰.** متحرکی در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x=+۱۰\,m$ سرعت متحرک $+۴\,m/s$ و در مکان $x=+۱۹\,m$ سرعت متحرک $+۱۸\,km/h$ است. الف) شتاب حرکت آن چقدر است؟ ب) پس از چه مدتی سرعت متحرک از $+۴\,m/s$ به سرعت $+۱۸\,km/h$ می‌رسد؟	الف) $v_۲^۲-v_۱^۲=۲a\Delta x\rightarrow ۲۵(m/s)^۲-۱۶(m/s)^۲=۲a(۱۹m-۱۰m)$ $a=۰/۵\,m/s^۲$ ب) $v_۲=a\Delta t+v_۱\rightarrow ۵(m/s)=۰/۵(m/s^۲)\Delta t+۴(m/s)$ $\Delta t=۲s$
۴۱	**۴۱.** خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب $۲\,m/s^۲$ شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت $۳۶\,km/h$ از آن سبقت می‌گیرد. الف) در چه لحظه و در چه مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟ ب) نمودار مکان ــ زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید. پ) نمودار سرعت ــ زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.	الف) $\begin{cases}x_۱=\frac{۱}{۲}at^۲=t^۲\\ x_۲=vt=۱۰t\end{cases}\rightarrow x_۱=x_۲\rightarrow t^۲=۱۰t\rightarrow t=۱۰s$ $x_۱=t^۲=۱۰۰m$ ب)  پ) 

۴۲	**۴۲.** شکل نشان داده شده نمودار سرعت ـ زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند. الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه‌های $t=۳s$ ، $t=۸s$ و $t=۱۱s$ و $t=۱۵s$ به‌دست آورید. ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱=۰s$ تا $t_۲=۲۰s$ را به‌دست آورید. پ) در هر یک از بازه‌های زمانی $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۱s$ و $t_۳=۱۱s$ تا $t_۴=۲۰s$ خودرو چقدر جابه‌جا شده است؟ ت) سرعت متوسط خودرو در بازه‌های $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۱s$ و $t_۳=۱۱s$ تا $t_۴=۲۰s$ را به‌دست آورید. 	الف) شتاب در لحظات $t=۱۵s, t=۱۱s, t=۳s$ بعلت ثابت بودن سرعت، برابر صفر است. $t=۸s \rightarrow a=\frac{۱۵(m/s)-۵(m/s)}{۱۰s-۵s}=۲(m/s^۲)$ ب) $a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱} \rightarrow a_{av}=\frac{۱۵(m/s)-۵(m/s)}{۲۰s-۰s}=۰/۵(m/s^۲)$ پ) $\left.\begin{matrix}t_۱=۵s\\t_۲=۱۱s\end{matrix}\right\} \rightarrow \Delta x=s_۱+s_۲=\frac{(۵m/s+۱۵m/s)\times ۵s}{۲}+۱s\times ۱۵m/s=۶۵m$ $\left.\begin{matrix}t_۲=۱۱s\\t_۳=۲۰s\end{matrix}\right\} \rightarrow \Delta x=s_۳=۹s\times ۱۵m/s=۱۳۵m$ ت) $\left.\begin{matrix}t_۱=۵s\\t_۲=۱۱s\end{matrix}\right\} \rightarrow v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۶۵m}{۱۱s-۵s}=۱۰/۸۳m/s$ $\left.\begin{matrix}t_۲=۱۱s\\t_۳=۲۰s\end{matrix}\right\} \rightarrow \left.\begin{matrix}t_۱=۵s\\t_۲=۱۱s\end{matrix}\right\} \rightarrow v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۱۳۵m}{۲۰s-۱۱s}=۱۵m$

۴۳	**تمرین ۱ـ۱۲** شکل مقابل اسباب انجام آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت. الف) به نظر شما این وسیلهٔ آزمایش چگونه کار می‌کند؟ ب) در یک آزمایش نوعی، داده‌های زیر به‌دست آمده است : $t = ۰/۲۳۰s$ و $h = ۰/۲۷m$ با توجه به این داده‌ها، اندازهٔ شتاب گرانش در محل آزمایش چقدر به‌دست می‌آید؟ (اشاره : اگر وسایل مشابهی در آزمایشگاه مدرسه دارید، شتاب گرانش محل خود را به کمک آن اندازه‌گیری کنید.)  	الف) با رها شدن گلوله، زمان سنج دستگاه شروع به حرکت می‌کندو زمانیکه به حسگر برخود 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. $g = \frac{۲h}{t^۲}$ ب) $y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ \rightarrow -۰/۲۷m = -\frac{۱}{۲}g(۰/۲۳s)^۲ \rightarrow g = ۱۰/۲(m/s^۲)$
۴۴	**تمرین ۱ـ۱۳** شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که ابتدا سنگی را از بالای پلی به داخل رودخانه‌ای رها کرده است. وقتی سنگ مسافت ۴/۰m را طی می‌کند سنگ دیگری دوباره از همان ارتفاع توسط شخص رها می‌شود. توضیح دهید آیا با گذشت زمان و تا قبل از برخورد سنگ اول به سطح آب رودخانه، فاصلهٔ بین دو سنگ کاهش یا افزایش می‌یابد یا تغییری نمی‌کند. 	افزایش می یابد. با گذشت زمان، سرعت سنگ افزایش می یابد. فاصله دو سنگ بعلت افزایش سرعت بیشتر سنگ اولی بیشتر می شود
۴۵	**سؤ.** گلوله‌ای را باید از چه ارتفاعی رها کنیم تا پس از ۴/۰ ثانیه به زمین برسد؟ سرعت گلوله در نیمهٔ راه و همچنین در لحظهٔ برخورد به زمین چقدر است؟ مقاومت هوا را نادیده بگیرید.	$y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ = -\frac{۱}{۲} \times ۹/۸(m/s^۲) \times (۴s)^۲ = -۷۸/۴m$ $y_۱ = \frac{y}{۲} = -۳۴/۲m \rightarrow v_۱ = -\sqrt{۲gy_۱}$ $= -\sqrt{۲ \times ۹/۸(m/s^۲) \times ۳۴/۲m} = -۲۷/۷(m/s)$ $v_۲ = \sqrt{۲gy_۲} = \sqrt{۲ \times ۹/۸(m/s^۲) \times ۷۸/۴m} = -۳۹/۲(m/s)$

۴۶ **۴۶.** الف) گلولهٔ A را در شرایط خلأ از ارتفاع h و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. سه ثانیه بعد گلولهٔ B را از ارتفاع $h/۴$ و بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. نسبت سرعت گلولهٔ A به سرعت گلولهٔ B در لحظهٔ 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)

$$\frac{v_A}{v_B}=\frac{\sqrt{۲gy}}{\sqrt{۲g\frac{y}{۴}}}=۲$$

ب)

$$\left.\begin{aligned} y_A=\frac{۱}{۲}gt_A^{۲} \xrightarrow{t_A=t} y_A=\frac{۱}{۲}gt^{۲} \\ y_B=\frac{۱}{۲}gt_B^{۲} \xrightarrow{t_B=t-۳} y_B=\frac{۱}{۲}g(t-۳)^{۲} \end{aligned}\right\} \rightarrow \frac{۱}{۲}gt^{۲}=۴\times\frac{۱}{۲}g(t-۳)^{۲}$$

$$t_A=t=۶s \quad \& \quad t_B=۳s$$

$$h_A=\frac{۱}{۲}gt^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۹/۸(m/s^{۲})\times(۶s)^{۲}=۱۷۶/۴m$$

۴۷ **۴۷.** سنگی از بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ به طرف زمین رها می‌شود.

الف) اگر سنگ در ۲ ثانیهٔ آخر حرکت خود ۶۰ متر را طی کند، ارتفاع ساختمان چند متر است؟

ب) سرعت سنگ درست پیش از برخورد به زمین چقدر است؟

الف)

$$\Delta y=y_۱-y_۲ \rightarrow -۶۰m=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}-(-\frac{۱}{۲}g(t-۲s)^{۲})$$

$$-۶۰m=-\frac{۱}{۲}\times ۹/۸(m/s^{۲})t^{۲}-(-\frac{۱}{۲}\times ۹/۸(m/s^{۲})(t-۲s)^{۲})$$

$y_۱$: t — $y_۲$: $t_۲=t-۲$ — $\Delta t=۲s$ — $\Delta y=۶۰m$

$$\rightarrow -۱۲s^{۲}=-۴/۹t^{۲}+۴/۹t^{۲}-۲\times ۲(s)t-۴s^{۲} \rightarrow t=۴/۰۶s$$

$$y=-\frac{۱}{۲}gt^{۲}=-\frac{۱}{۲}\times ۹/۸(m/s^{۲})\times(۴/۰۶s)^{۲}=-۸۰/۷۶m$$

ب)

$$v=-gt=-۹/۸(m/s^{۲})\times ۴/۰۶s=-۳۹/۷۹m/s$$

راهنمای حل فصل ۲ فیزیک دوازدهم
رشته ریاضی و فیزیک

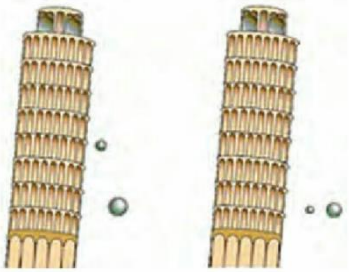
منطبق بر کتاب درسی

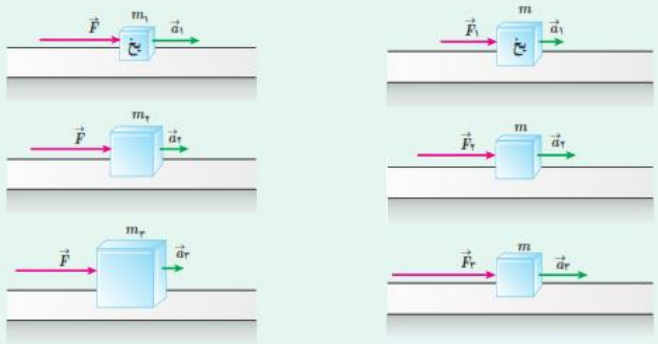
https://t.me/Schoolphysics

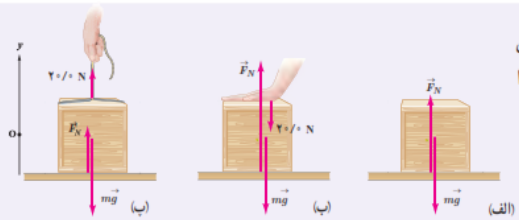
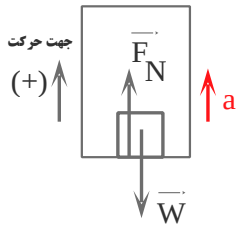
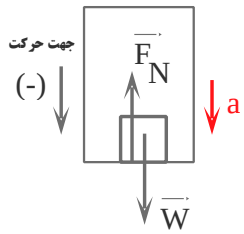
گروه فیزیک استان گیلان

دینامیک و حرکت دایره ای			
	فعالیت / پرسش/تمرین / مسائل	صفحه کتاب درسی	صفحه pdf
	۲–۱ – قوانین حرکت نیوتون		
۱	پرسش ۲–۱	۳۱	۱
۲	پرسش ۲–۲	۳۱	۱
۳	فعالیت ۲–۱	۳۱	۱
۴	پرسش ۲–۳	۳۲	۲
۵	پرسش ۲–۴	۳۲	۲
۶	پرسش ۲–۵	۳۵	۲
	۲–۲ معرفی برخی از نیروهای خاص	۳۵	
۷	تمرین ۲–۱	۳۶	۲
۸	تمرین ۲–۲	۳۷	۳
۹	تمرین ۲–۳	۳۸	۳
۱۰	پرسش ۲–۶	۳۹	۴–۳
۱۱	پرسش ۲–۷	۴۰	۴
۱۲	تمرین ۲–۴	۴۱	۴
۱۳	آزمایش ۲–۱	۴۱	۵
۱۴	فعالیت ۲–۲	۴۲	۶–۵
۱۵	فعالیت ۲–۳	۴۲	۶
۱۶	تمرین ۲–۵	۴۳	۶
۱۷	فعالیت ۲–۴	۴۳	۷–۶
۱۸	تمرین ۲–۶	۴۵	۷
۱۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱	۵۷	۸–۷
۲۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲	۵۷	۸
۲۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳	۵۷	۹
۲۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴	۵۷	۱۰
۲۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۵	۵۷	۱۱
۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۶	۵۷	۱۴–۱۳–۱۲–۱۱
۲۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۷	۵۷	۱۵
۲۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۸	۵۸	۱۶–۱۵
۲۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۹	۵۸	۱۷
۲۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۰	۵۸	۱۸–۱۷

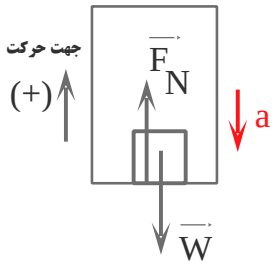
۲۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۱	۵۸	۱۸
۳۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۲	۵۸	۱۹
۳۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۳	۵۸	۲۰
۳۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۴	۵۸	۲۰
۳۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۵	۵۸	۲۰
	۲–۳ تکانه و قانون دوم نیوتون	۴۶	
۳۴	تمرین ۲–۷	۴۷	۲۱
۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۶	۵۹	۲۱
۳۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۷	۵۹	۲۱
	۲–۴ حرکت دایره ای یکنواخت		
۳۷	پرسش ۲–۸	۴۹	۲۲
۳۸	پرسش ۲–۹	۴۹	۲۲
۳۹	تمرین ۲–۸	۵۱	۲۲
۴۰	پرسش ۲–۱۰	۵۱	۲۲
۴۱	تمرین ۲–۹	۵۲	۲۳
۴۲	تمرین ۲–۱۰	۵۳	۲۳
۴۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۸	۵۹	۲۳
۴۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۹	۵۹	۲۴
	۲–۵ نیروی گرانشی	۵۳	
۴۵	فعالیت ۲–۵	۵۴	۲۶–۲۵
۴۶	تمرین ۲–۱۱	۵۶	۲۶
۴۷	پرسش ۲–۱۱	۵۶	۲۷
۴۸	تمرین ۲–۱۲	۵۶	۲۷
۴۹	تمرین ۲–۱۳	۵۶	۲۸–۲۷
۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۰	۵۹	۲۸
۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۱	۵۹ – ۶۰	۲۸
۵۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۲	۶۰	۲۹–۲۸
۵۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۳	۶۰	۲۹
۵۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۴	۶۰	۳۰–۲۹

۱	**پرسش ۲–۱** در شکل روبه‌رو یک کشتی در حال حرکت را می‌بینید که نیروهای وارد بر آن متوازن‌اند. کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده‌اند؟ 	نیروی شناوری و نیروی وزن اثر یکدیگر را خنثی می کنند. نیروی پیشران و نیروی مقاومت اثر یکدیگر را خنثی می کنند.
۲	**پرسش ۲–۲** در فیلمی علمی ــ 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 می‌افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کُند می‌شود و می‌ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.	خیر ـ 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.
۳	**فعالیت ۲–۱** دربارهٔ آزمایش ذهنی گالیله تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید.	**نمونه هایی از آزمایش های ذهنی گالیله** **قانون آونگ گالیله – سقوط اجسام به وزن آنها بستگی ندارد – قاصد آسمان –** **نظریه خورشید محور و زمین محور – آزماش گالیله و سطح شیبدار** ****** اجسام به وزن آنها بستگی ندارد** گالیله بر این باور بود که آزمایش های تجربی برای کشف قوانین طبیعت بر باورهای ذهنی و استدلال های منطقی برتری دارند. او به بالای برج مشهور و کج پیزا رفت و دو جسم با جرم های مختلف را رها کرد و نشان داد در غیاب مقاومت هوا آن دو با هم سقوط خواهند کرد.  از دیدگاه ارسطو از دیدگاه گالیله

۴	**پرسش ۲ـ۳** الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟ ب) چرا در شکل ب، اگر به‌آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می‌شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می‌شود؟ (ب)　(الف)	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.
۵	**پرسش ۲ـ۴** در شکل‌های زیر، قطعه‌یخ‌ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. استنباط خود را از این شکل‌ها بیان کنید. 	**در سه شکل سمت راست:** با ثابت ماندن اندازه جرم جسم و با افزایش نیرو، مقدار شتاب جسم افزایش می یابد. یعنی نیرو با شتاب متناسب است. **در شکل های سمت چپ:** با ثابت ماندن اندازه نیرو و افزایش جرم جسم، مقدار شتاب جسم کاهش می یابد. یعنی شتاب جسم با جرم آن نسبت وارون دارد.
۶	**پرسش ۲ـ۵** شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند هم‌اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می‌کند؟	چون جرم جعبه از جرم شخص کمتر است و نیرو برای حرکت دادن آن مناسب است.
	۲ـ۲ معرفی برخی از نیروهای خاص	
۷	**تمرین ۲ـ۱** الف) وزن قطعه‌ای طلا به جرم ۱۰۰ گرم را روی سطح زمین به‌دست 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 به‌دست آورید و با هم مقایسه کنید. ($g_{زمین}=۹/۸N/kg$, $g_{ماه}=۱/۶N/kg$, $g_{مریخ}=۳/۷N/kg$)	$W=mg_{زمین} \rightarrow W_۱=(۰/۱\,kg)(۹/۸\,N/kg)=۰/۹۸\,N$ $W=mg_{ماه} \rightarrow W_۲=(۰/۱\,kg)(۱/۶\,N/kg)=۰/۱۶\,N$ $W=mg_{مریخ} \rightarrow W_۳=(۰/۱\,kg)(۳/۷\,N/kg)=۰/۳۷\,N$ $W_۱ > W_۳ > W_۲$

۸	**مثال ۲ـ۵** دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_۲ = ۲m_۱$) از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان 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 ۲ـ۲** اگر در مثال ۲ـ۵ از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، سرعت برخورد گوی‌ها با زمین را با هم مقایسه کنید.	$a = g - \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D = ۰} a = g$ $V^۲ - V_۰^۲ = ۲g\Delta y \rightarrow V^۲ - ۰ = ۲gh \rightarrow V = \sqrt{۲gh}$ سرعت برخورد گلوله ها با زمین به جرم گلوله ها وابسته نیست. $V_۱ = V_۲$
۹	**تمرین ۲ـ۳** همانند شکل، جعبه‌ای به جرم ۴/۰kg روی میزی افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح را در حالت‌های نشان داده شده به‌دست آورید.  	الف) $F_N = mg = ۴kg \times ۹/۸N/kg = ۳۹/۲N$ ب) $F_N = mg + F' = ۴kg \times ۹/۸N/kg + ۲۰N = ۵۹/۲N$ پ) $F_N + F' = mg \rightarrow F_N + ۲۰N = ۴kg \times ۹/۸N/kg$ $F_N = ۳۹/۲N - ۲۰N = ۱۹/۲N$
۱۰	**پرسش ۲ـ۶** در مثال ۲ـ۶، 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.	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. 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)

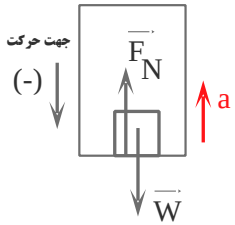


$$F_N - mg = -ma$$

$$\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$$

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.

۱۱

پرسش ۲ـ۷

الف) بر اساس قانون سوم نیوتون و آنچه از اصطکاک آموختید، توضیح دهید راه رفتن با شروع از حالت سکون چگونه انجام می‌شود؟
ب) چرا راه رفتن روی یک سطح شُر مانند سطح یخ به‌سختی ممکن است؟

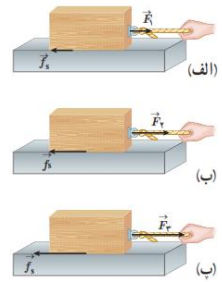
الف) وقتی ما شروع به حرکت می کنیم. پاهایمان نیروی به سمت عقب وارد می کند. طبق قانون سوم نیوتن، نیروی هم اندازه و در خلاف جهت بر آن وارد می شود که اصطکاک نام دارد و سبب می شود که به سمت جلو حرکت کنیم.

ب) زیرا ناهمواری ها کم تر می باشد که در نتیجه اصطکاک بین فرد و زمین کم شده و سبب سرخوردن می شود و راه رفتن دشوار می گردد.

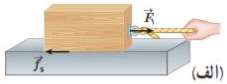
۱۲

تمرین ۲ـ۴

اگر در شکل ۲ـ۱۲، جرم جسم ۴/۰kg و بزرگی نیروها F_1=۴/۰N ، F_2=۸/۰N و F_3=۱۶/۰N باشد،
الف) بزرگی نیروهای اصطکاک ایستایی در هر حالت چقدر است؟
ب) ضریب اصطکاک ایستایی را پیدا کنید.

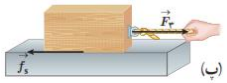


الف)



$$\rightarrow F_1 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_1 = f_s = 4N$$

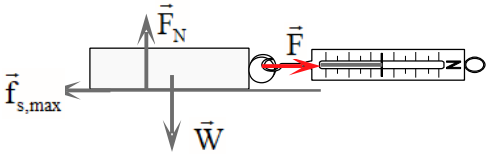
$$\rightarrow F_2 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_2 = f_s = 8N$$



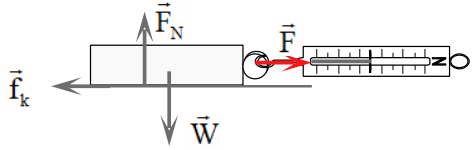
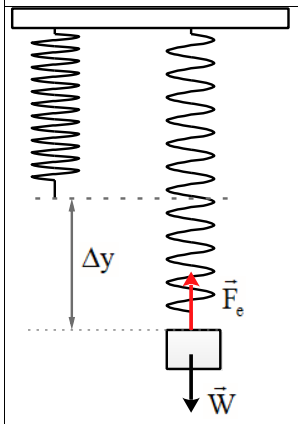
$$\rightarrow F_3 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_3 = f_s = 16N$$

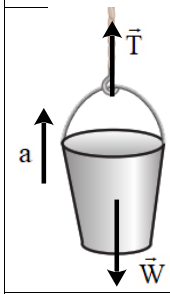
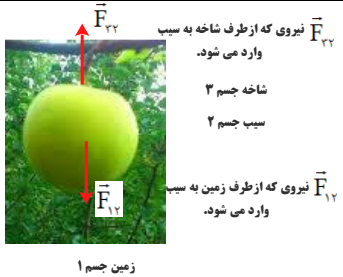
ب)

$$f_{s,max} = \mu_s N \rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg} = \frac{16N}{4kg \times 9/8(N/kg)} = 0/40$$

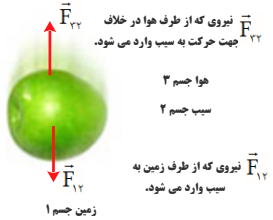
۱۳	**آزمایش ۲ـ۱: اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم** وسایل لازم : نیروسنج، قطعهٔ چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو، خط‌کش شرح آزمایش : ۱ـ مکعب چوبی را از طرف وجه بزرگ آن، روی سطح افقی میز قرار دهید. ۲ـ نیروسنج را مانند شکل به مکعب چوبی وصل کنید و سر دیگر نیروسنج را با دست بگیرید و به‌طور افقی بکشید. ۳ـ نیروی دستتان را به‌آرامی افزایش دهید تا جایی که مکعب چوبی در آستانهٔ لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی را که نیروسنج نشان می‌دهد، در جدول یادداشت کنید (برای اینکه دقت شما افزایش یابد لازم است آزمایش را چند بار تکرار کنید). ۴ـ اکنون مکعب چوبی را از طرف وجه کوچک‌تر روی سطح قرار دهید و مراحل ۲ و ۳ را تکرار کنید. ۵ـ با اندازه‌گیری جرم مکعب چوبی و استفاده از رابطهٔ ۲ـ۴ مقدار μ_s را در هر آزمایش محاسبه و در جدول یادداشت کنید. همراه با اعضای گروه خود، نتیجه‌های به‌دست آمده را تفسیر کنید.	ضریب اصطکاک ایستایی تغییر نمی کند. زیرا ضریب اصطکاک به اندازه ی مساحت سطح تماس جسم بستگی ندارد.
۱۴	**فعالیت ۲ـ۲** آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s,max}$ متناسب با F_N است.	**وسایل لازم:** نیروسنج- قطعه های چوبی مختلف – ترازو **شرح آزمایش:**  ۱- مکعب چوبی را از یک وجه روی سطح افقی قرار دهید. 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 می‌شود. 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:

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

		نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با مقدار وزن جسم رابطه مستقیم دارد و با تقسیم این نیرو بر وزن عدد ثابتی بدست می آید.
۱۵	**فعالیت ۲ـ۳** 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 به‌دست آورید. ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.	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 نیرو سنج 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 تقریبا برابر حالت قبل می باشد. نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.
۱۶	**تمرین ۲ـ۵** در مثال قبل اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین ۰/۶۰۰ و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به‌حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟	$F - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$ $\rightarrow F = f_{s,max} = 0/6 \times 75kg \times 9/8N/kg = 441N$
۱۷	**فعالیت ۲ـ۴** تعدادی فنر متفاوت تهیه کنید. الف) سختی آنها را مقایسه کنید. ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت هر فنر را به‌دست آورید.	 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 خط‌کش، 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 $k=\frac{mg}{\Delta y}$ مقدار K را بدست می آوریم. 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.
۱۸	**تمرین ۲ـ۶** کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم ۱۶/۰kg را با طناب سبکی به طرف بالا می کشد. اگر شتاب رو به بالای سطل ۱/۲ m/s² باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟	 $T-mg=ma$ $T-۱۶kg\times۹/۸N/kg=۱۰۰kg\times۱/۲N/kg$ $T=۱۵۶/۸N+۱۲۰N=۱۷۶/۸N$
۱۹	**۲ـ۱ و ۲ـ۲ قوانین حرکت نیوتون و معرفی برخی از نیروهای خاص** ۱. سیبی را در نظر بگیرید که به شاخهٔ درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می‌شود. 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 می‌شود؟	الف) 

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.

		ب)  **کنش**: نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود. **واکنش**: نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود. **کنش**: نیروی که از طرف هوا به سیب وارد می شود. **واکنش**: نیروی که از طرف سیب به هوا وارد می شود.
۲۰	۲. وقتی در خودروی ساکنی نشسته‌اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به صندلی فشرده می‌شوید. همچنین اگر در خودروی در حال حرکتی نشسته باشید، در توقف ناگهانی به جلو پرتاب می‌شوید. الف) علت این پدیده‌ها را توضیح دهید. ب) نقش کمربند ایمنی و کیسهٔ هوا در کم‌شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید. 	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. ب) در هنگام توقف یا ترمز ناگهانی اتومبیل، سرنشین بنا بر خاصیت لختی در مسیرحرکت 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.

۲۱

۳. دانش‌آموزی به جرم $۵۰/۰\ kg$ روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر یک از حالت‌های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ $(g=۹/۸۰ N/kg)$

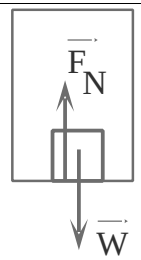
الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

پ) آسانسور با شتاب $۱/۲ m/s^۲$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند.

ت) آسانسور با شتاب $۱/۲ m/s^۲$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.

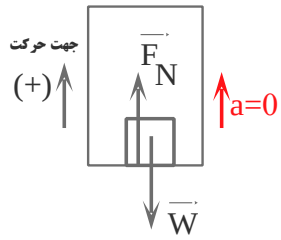
الف)



$F_N - mg = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰kg \times ۹/۸N/kg = ۴۹۰N$

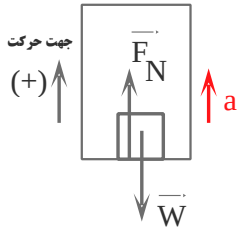
ب)



$F_N - mg = ma = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰kg \times ۹/۸N/kg = ۴۹۰N$

پ)

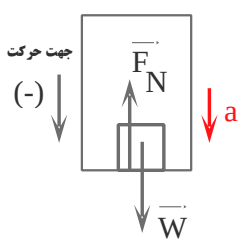


$F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g+a)$

$F_N = ۵۰kg(۹/۸N/kg + ۱/۲N/kg)$

$F_N = ۵۵۰N$

ت)



$F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g-a)$

$F_N = ۵۰kg(۹/۸N/kg - ۱/۲N/kg)$

$F_N = ۴۳۰N$

۲۲

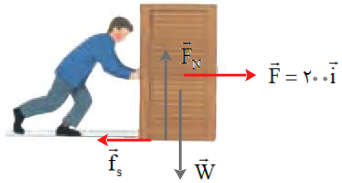
۴۸. در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی ۲۰۰N جسم ۹۰/۰ کیلوگرمی را هُل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی ۳۰۰N جسم را هُل می‌دهد، جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد.

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 ۲۰۰N جسم را هُل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم ۰/۲۰ باشد، شتاب حرکت جسم چقدر خواهد شد؟

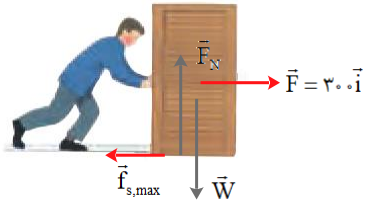
الف) جسم ساکن است.



$$F - f_s = ۰$$

$$\rightarrow f_s = F = ۲۰۰N$$

ب) جسم در آستانه حرکت است.

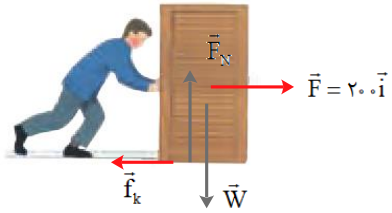


$$F - f_{s,max} = ۰$$

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

$$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{۳۰۰N}{۹۰kg \times ۹/۸N/kg} = ۰/۳۴$$

پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.



$$F - f_k = ma$$

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

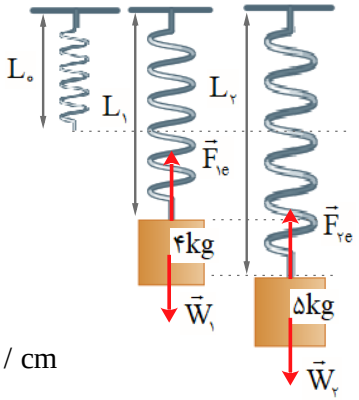
$$۲۰۰N - ۰/۲ \times ۵۰kg \times ۹/۸N/kg = ۵۰(kg)a \rightarrow a = ۲/۰۴N/kg$$

۲۳

۴. در شکل روبه‌رو وقتی وزنهٔ $۴/۰\ kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۴/۰\ cm$ می‌شود، و وقتی وزنهٔ $۵/۰\ kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۵/۰\ cm$ می‌شود.

الف) ثابت فنر چقدر است؟ ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتی‌متر است؟

الف)



$$F_{۱e} = m_۱g \rightarrow k(L_۱ - L_۰) = m_۱g \quad (۱)$$

$$F_{۲e} = m_۲g \rightarrow k(L_۲ - L_۰) = m_۲g \quad (۲)$$

$$(m_۲ - m_۱)g = k(L_۲ - L_۱)$$

$$\rightarrow k = \frac{(m_۲ - m_۱)g}{(L_۲ - L_۱)}$$

$$\rightarrow k = \frac{(۵kg - ۴kg) \times ۹/۸N/kg}{(۱۵cm - ۱۴cm)} = ۹/۸N/cm$$

ب)

$$k(L_۱ - L_۰) = m_۱g \rightarrow ۹/۸(N/cm)(۱۴cm - L_۰) = ۴kg \times ۹/۸N/kg \rightarrow L_۰ = ۱۰\,cm$$

۲۴

۷. در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است.

ب) کشتی‌ای 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) توپی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.

الف)

کنش	واکنش
نیروی که زمین به خودرو وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که خودرو به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی عمودی تکیه گاه سطح جاده به خودرو وارد می کند. $\vec{F}_N$	نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می کند. $\vec{F}'_N$
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می شود. $\vec{f}_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می شود. $\vec{f}'_k$
نیروی که از مولکول های هوا به خودرو در خلاف جهت حرکت وارد می شود. $\vec{f}$	نیروی که از طرف خودرو به مولکول های هوا در جهت حرکت وارد می شود. $\vec{f}'$

۷. در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است.

ب) کشتی‌ای 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) توپی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.

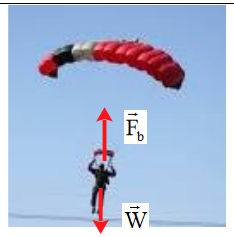
ب)

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

پ)

کنش	واکنش
نیروی که زمین به قایق وارد می کند. $\vec{w}$	نیروی که قایق به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به قایق وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف قایق به آب وارد می شود. $\vec{F}'_b$
نیروی موازی در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا به سطح قایق وارد می شود. $\vec{f}$	نیروی که در جهت حرکت قایق به آب و مولکول های هوا 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 می‌کند. $\vec{F}'$

ت)

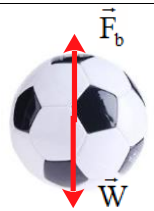


کنش	واکنش
نیروی که زمین به چترباز وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که چترباز به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا به چترباز وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف چترباز به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

ت)

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

ج)

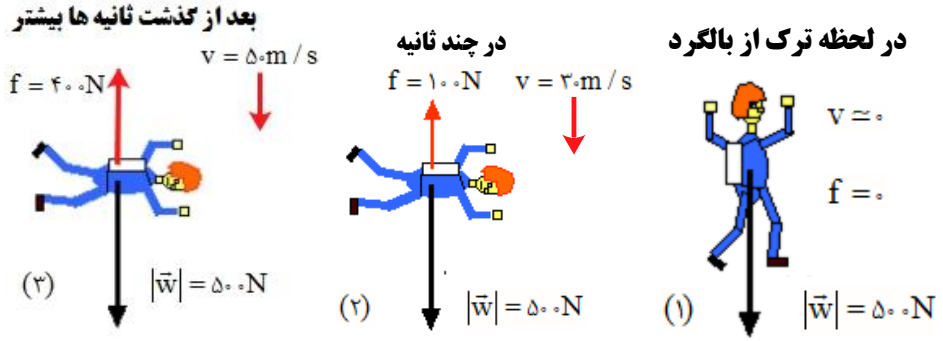


قبل از برخورد:

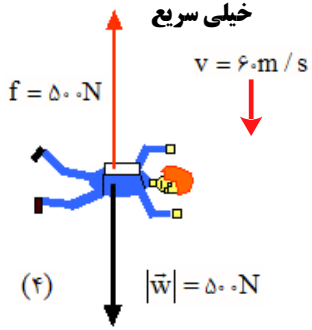
کنش	واکنش
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

بعد از برخورد:

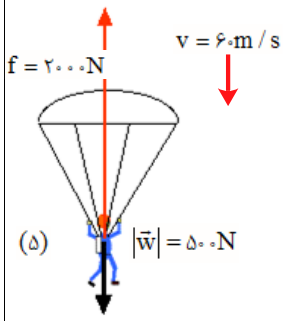
کنش	واکنش
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا رو به پایین به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

۲۵	**۷.** راننده خودرویی که با سرعت $72/0 km/h$ در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می‌کند و خودرو پس از طی مسافت $20/0 m$ متوقف می‌شود. الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟ ب) از لحظهٔ ترمز تا توقف کامل خودرو، چقدر طول می‌کشد؟ پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟	الف) $v_0 = 72 km/h = 72 \div 3/6 m/s = 20 m/s$ $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow 0^2 - (20 m/s)^2 = 2a \times 20 m$ $a = -\frac{400}{40} m/s^2 = -10 m/s^2$ ب) $v = at + v_0 \rightarrow 0 = -10(m/s^2)t + 20 m/s \rightarrow\rightarrow t = 2s$ پ) $F - f_k = ma \rightarrow \not{K} - f_k = -10(m/s^2)m \rightarrow f_k = -10m(N)$
۲۶	**۸.** جتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند. حرکت چترباز را از لحظهٔ پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن بر حسب زمان رسم کنید.	فرض می کنیم شخصی به وزن $500\ N$ از بالگرد به بیرون می پرد. بعد از پریدن چترباز، سرعت اولیه آن بسیار نا چیز است و تندی و مقاومت هوا افزایش می یابد.  پس از مدتی مقاومت هوا با وزن چترباز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می شود و چترباز با تندی ثابتی به طرف زمین حرکت می کند.

خیلی سریع

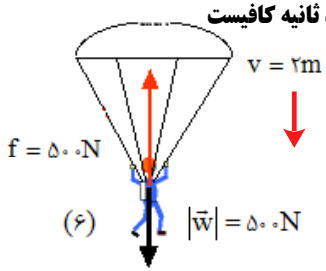


باز کرد چتر

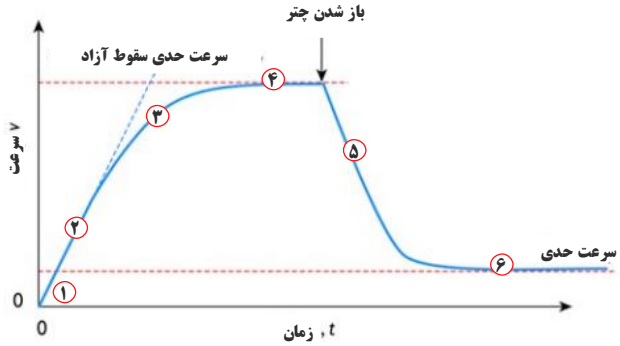


در این حالت چترباز چتر را باز می کند. که باعث افزایش نیروی مقاومت هوا خواهد شد.

چند ثانیه کافیست



در نهایت نیروی مقاومت کاهش یافته و برابر سرعت وزن خواهد شد و جسم با تندی کم تر به زمین می رسد.



۲۷

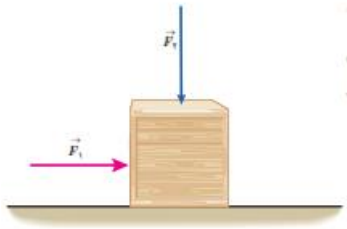
۹. در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی ۲/۰N بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_2$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

الف) اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

ب) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

پ) اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی

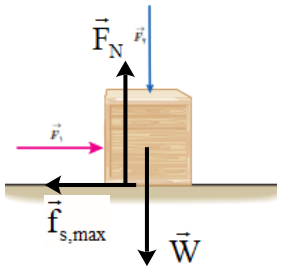
ت) نیروی خالص وارد بر جسم



الف)

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

$$F_N - F_2 - W = ma = 0 \quad \rightarrow \quad F_N = F_2 + W$$



با افزایش F_2، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می یابد.

ب)

$$F_1 - F_s = ma = 0 \quad \rightarrow \quad F_1 = F_s$$

تغییر نمی کند.

پ)

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \quad \rightarrow \quad f_{s,max} = \mu_s (F_2 + W)$$

با افزایش F_2، $f_{s,max}$ مقدار افزایش می یابد.

ت) نیروی خالص وارد برجسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

۲۸

۱۰. می‌خواهیم به جسمی که جرم آن ۵/۰ kg است، شتاب ۲/۰ m/s^2 بدهیم. در هر یک از حالت‌های 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 ۰/۲۰ به طرف راست حرکت کند، و شتابش نیز به طرف راست باشد.

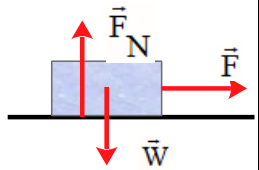
پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.

ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

الف)

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \quad \rightarrow \quad F = ma$$

$$\rightarrow \quad F = (0/5\,kg)(2\,\frac{m}{s^2}) = 1\,N$$



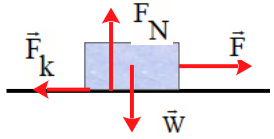
ب)

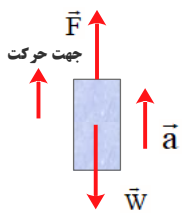
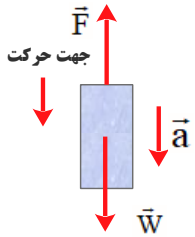
$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \quad \rightarrow \quad F - F_k = ma$$

$$\rightarrow \quad F - \mu_k W = ma$$

$$F - (0/20)(5/0\,kg)(9/8\,\frac{N}{kg}) = (5/0\,kg)(2/0\,\frac{m}{s^2})$$

$$\rightarrow \quad F - (9/8\,N) = 1\,N \quad \rightarrow \quad F = 19/8\,N$$



		پ)  $\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F - W = ma \rightarrow F - mg = ma$ $F - (5/0\,kg)(9/8\frac{N}{kg}) = (5/0\,kg)(2/0\frac{m}{s^2})$ $\rightarrow F - (49\,N) = 10\,N \rightarrow F = 59\,N$ ت)  $W - F = ma \rightarrow mg - F = ma$ $(5/0\,kg)(9/8\frac{N}{kg}) - F = (5/0\,kg)(2/0\frac{m}{s^2})$ $\rightarrow (49\,N) - F = 10\,N \rightarrow F = 39\,N$
۲۹	**II.** قطعه‌چوبی را با سرعت افقی ۱۰/۰m/s روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح ۰/۲۰ است. الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟ ب) اگر از یک قطعه‌چوب دیگر استفاده کنیم که جرم آن دو برابر جرم قطعه‌چوب اول و ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح افقی با اولی یکسان باشد و با همان سرعت پرتاب شود، مسافت پیموده شدهٔ آن چند برابر می‌شود؟	الف) $\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k F_N = ma$ $-\mu_k mg = ma \rightarrow a = -\mu_k g$ $a = -(0/2)(9/8\frac{N}{kg}) = -1/96\frac{N}{kg}$ جسم متوقف شده است، بنابراین $V = 0$ است. $V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x$ $0 - (10\frac{m}{s})^2 = 2(-1/96N/kg)\Delta x \rightarrow \Delta x = 25/51m$

۳۰

۱۲. وزنه‌ای به جرم ۰/۲ kg را به انتهای فنری به طول ۱۲cm که ثابت آن ۲۰N/cm است می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. طول فنر را در حالت‌های زیر محاسبه کنید.

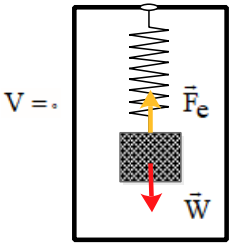
الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت ۰/۲m/s رو به پایین در حرکت است.

پ) آسانسور با شتاب ثابت ۰/۲m/s² از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت کند.

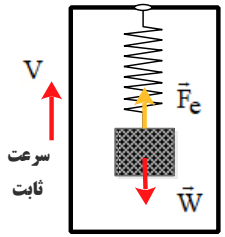
ت) آسانسور با شتاب ثابت ۰/۲m/s² از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.

الف)



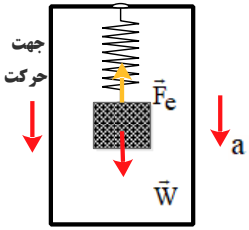
$$F-mg=۰\rightarrow k\Delta L=mg$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۱-۱۲cm)=۲kg\times(۹/۸N/kg)$$
$$\rightarrow L_۱=۱۲/۹۸cm$$

ب)



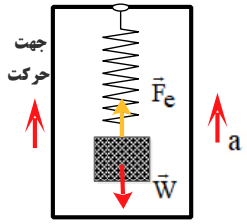
$$F-mg=۰\rightarrow k\Delta L=mg$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۲-۱۲cm)=۲kg\times(۹/۸N/kg)$$
$$\rightarrow L_۲=۱۲/۹۸cm$$

پ)



$$F-mg=-ma\rightarrow k\Delta L=m(g-a)$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۳-۱۲cm)=۲kg\times[(۹/۸-۲)N/kg]$$
$$\rightarrow L_۳=۱۲/۷۸\,cm$$

ت)



$$F-mg=ma\rightarrow k\Delta L=m(g+a)$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۴-۱۲cm)=۲kg\times[(۹/۸+۲)N/kg]$$
$$\rightarrow L_۴=۱۳/۱۸\,cm$$

۳۱

۱۳. برای یک راننده دانستن کل مسافت توقف خودرو اهمیت دارد. همان‌طور که شکل نشان می‌دهد کل مسافت توقف، دو قسمت دارد؛ مسافت واکنش (مسافتی که خودرو از لحظهٔ دیدن مانع تا ترمزگرفتن طی می‌کند) و مسافت ترمز (مسافتی که خودرو از لحظه ترمزگرفتن تا توقف کامل طی می‌کند).

الف) دو عامل مؤثر در مسافت واکنش را بنویسید.

ب) زمان واکنش راننده‌ای ۰/۶۰s است. در طی این زمان، خودرو مسافت ۱۸m را طی می‌کند. با فرض ثابت بودن سرعت در این مدت، اندازهٔ 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 می‌کند، نیروی خالص وارد بر آن چقدر است؟ جرم خودرو را ۱۵۰۰kg فرض کنید.

الف) زمان واکنش و تندی خودرو

ب)

$$\Delta x = vt \rightarrow ۱۸m = v \times ۰/۶s \rightarrow v = ۳۰m/s$$

پ)

$$x = (\frac{v + v_۰}{۲})t = (\frac{۰ + ۳۰m/s}{۲}) \times ۵s \rightarrow ۷۵m$$

$$a = \frac{v - v_۰}{t} = \frac{۰ - ۳۰m/s}{۵s} \rightarrow a = ۶m/s$$

ت)

$$F_{net} = ma \rightarrow F_{net} = ۱۵۰۰kg \times -۶(N/kg) \rightarrow F_{net} = -۹۰۰۰N$$

۳۲

۱۴. یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم ۱۵۰۰kg را می‌کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری ۲۲۰N و ۳۸۰N است.

الف) اگر سرعت خودرو ثابت باشد 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)

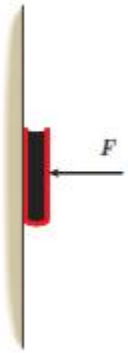
$$T - f_k - f = ma = ۰ \rightarrow T = f_k + f = ۳۸۰N + ۲۲۰N = ۶۰۰N$$

ب)

$$T' - f_k - f = ma \rightarrow T' = ۲(N/kg) \times ۱۵۰۰kg + ۶۰۰N = ۳۶۰۰N$$

۳۳

۱۵. کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.

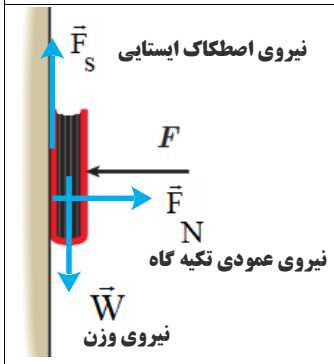


الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب ۲/۵kg باشد، اندازهٔ نیروی اصطکاک را به دست آورید.

پ) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می‌یابد؟

الف)

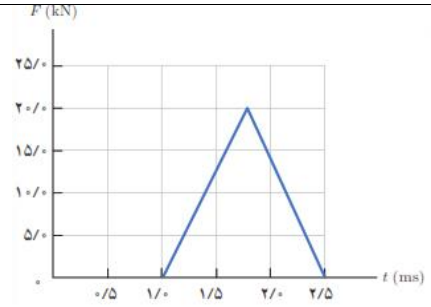
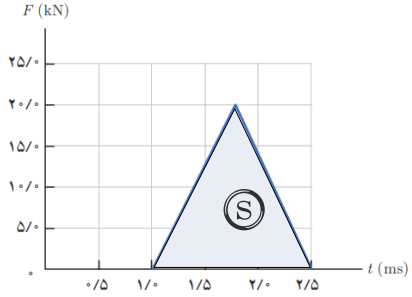


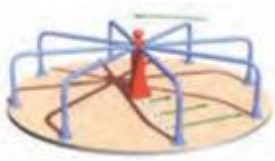
ب)

$$mg - f_s = ma = ۰ \rightarrow f_s = mg$$
$$\rightarrow f_s = ۲/۵kg \times ۹/۸N/kg = ۲۴/۵N$$

پ) خیر – نیروی اصطکاک تغییری نمی کند.

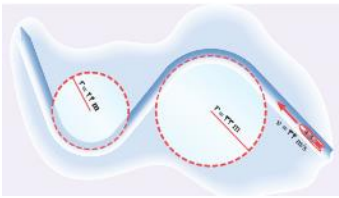
$$F_N - F = ۰ \rightarrow F = F_N$$

۳۴	**۲ـ۳ تکانه و قانون دوم نیوتون** **تمرین ۲ـ۷** نشان دهید بین اندازهٔ تکانه (p) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم m، رابطهٔ $K=\frac{p^2}{2m}$ برقرار است.	$k=\frac{1}{2}mv^2$ $P=mv\rightarrow v=\frac{P}{m}$ $\rightarrow k=\frac{1}{2}m\left(\frac{P}{m}\right)^2\rightarrow k=\frac{P^2}{2m}$
۳۵	**۲ـ۳ تکانه و قانون دوم نیوتون** **۱۷.** توپی به جرم ۲۸۰g با تندی ۱۵/۰m/s به‌طور افقی به بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی ۲۲/۰m/s در جهت مخالف برگردد. الف) اندازهٔ تغییر تکانهٔ توپ را محاسبه کنید. ب) اگر مشت بازیکن ۰/۰۶۰s با توپ در تماس باشد، اندازهٔ نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ را به دست آورید.	الف) $\Delta P=m\Delta v=m(v_2-v_1)$ $\Delta P=0/28kg\times(-22m/s-15m/s)$ $\Delta P=-10/36kgm/s$ ب) $\bar{F}=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{-10/36kgm/s}{0/06s}=-172/6N$
۳۶	**۱۷.** شکل زیر، منحنی نیروی خالص برحسب زمان را برای توپ بیسبالی که با چوب بیسبال به آن ضربه زده شده است، نشان می‌دهد. تغییر تکانهٔ توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را به دست آورید.  	$S_{(F-t)}=\Delta P$ $S_{(F-t)}=\frac{1}{2}(2/5s-1s)\times10^{-3}\times20\times10^3N$ $s_{(F-t)}=\Delta P=15N.s$ $\bar{F}=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{15N.s}{1/5\times10^{-3}s}=10000N$ 

	۲ـ۴ حرکت دایره‌ای یکنواخت	
۳۷	**پرسش ۲ـ۸** چرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت، ذره در بازه‌های زمانی برابر، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند؟	زیرا در حرکت دایره ای یکنواخت، تندی متحرک در بازه های زمانی برابر، ثابت است. پس مسافت های یکسانی را طی می کند.
۳۸	**پرسش ۲ـ۹** دورهٔ عقربهٔ ثانیه‌شمار، دقیقه‌شمار و ساعت‌شمار یک ساعت عقربه‌ای چیست؟ 	$T_{\text{ثانیه}} = ۶۰\ S$ $T_{\text{دقیقه}} = ۱\ h = ۶۰\ min = ۳۶۰۰\ S$ $T_{\text{ساعت}} = ۱۲h = ۷۲۰\ min = ۴۳۲۰۰\ S$
۳۹	**مثال ۲ـ۱۵** یک دیسک‌گردان در شهربازی را درنظر بگیرید که توسط یک موتور الکتریکی در هر دقیقه ۵/۰۰ دور می‌چرخد. فرض کنید افرادی در فاصله‌های ۱/۰m، ۲/۰m و ۳/۰m از مرکز آن قرار دارند. تندی این افراد را به‌دست بیاورید و با هم مقایسه کنید.  **تمرین ۲ـ۸** مسافتی را که هر یک از افراد در مثال بالا در مدت ۳/۰s طی کرده‌اند محاسبه کنید.	 $T = \frac{t}{N} = \frac{۱min}{۵} = \frac{۶۰s}{۵} = ۱۲s$ $N' = \frac{t}{T} = \frac{۳s}{۱۲s} = \frac{۱}{۴}$ مسافت طی شده $= \frac{۱}{۴}(۲\pi r)$ مسافت قرد شماره (۱) $r_۱ = ۱m \rightarrow L_۱ = \frac{۱}{۲}\pi r_۱ = \frac{۱}{۲} \times ۳/۱۴ \times ۱m = ۱/۵۷m$ مسافت قرد شماره (۲) $r_۲ = ۱m \rightarrow L_۲ = \frac{۱}{۲}\pi r_۲ = \frac{۱}{۲} \times ۳/۱۴ \times ۲m = ۳/۱۴m$ مسافت قرد شماره (۳) $r_۳ = ۳m \rightarrow L_۳ = \frac{۱}{۲}\pi r_۳ = \frac{۱}{۲} \times ۳/۱۴ \times ۳m = ۴/۷۱m$
۴۰	**پرسش ۲ـ۱۰** نشان دهید در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب مرکزگرا از رابطهٔ $a_c = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$ نیز به‌دست می‌آید که در آن T و r به ترتیب دورهٔ تناوب و شعاع دایره است. شکل ۲ـ۲۲	$\left.\begin{array}{l} v = \frac{۲\pi r}{T} \\ a = \frac{v^۲}{r} \end{array}\right\} \rightarrow a = \frac{۱}{r}(\frac{۲\pi r}{T})^۲ = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$

۴۱

تمرین ۲ـ۹



شکل روبه‌رو مسیر حرکت سورتمه‌ای را در مسابقهٔ المپیک زمستانی نشان می‌دهد. سورتمه روی یک سطح افقی در حال حرکت است. اگر تندی حرکت سورتمه در کل مسیر ۳۴m/s باشد، شتاب مرکزگرای آن را در هر یک از پیچ‌ها به‌دست آورید.

$$r_۱ = ۳۳m \rightarrow a = \frac{v^۲}{r_۲} = \frac{(۳۴m/s)^۲}{۳۳m} = ۳۵/۰۳\ m/s^۲$$

$$r_۲ = ۲۴m \rightarrow a = \frac{v^۲}{r_۲} = \frac{(۳۴m/s)^۲}{۲۴m} = ۴۸/۱۶\ m/s^۲$$

۴۲

تمرین ۲ـ۱۰

خودرویی به جرم ۱۵۰۰ kg را در نظر بگیرید که می‌خواهد در یک پیچ مسطح افقی به شعاع ۵۰/۰m بدون آنکه بلغزد، دور بزند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده ۱/۰ باشد، حداکثر تندی خودرو چقدر می‌تواند باشد؟ (راهنمایی : با اینکه خودرو می‌خواهد یک‌چهارم دایره را طی کند، می‌توانیم خودرو را به‌صورت یک ذره در نظر بگیریم که در یک‌چهارم دایره، حرکت دایره‌ای یکنواخت دارد. در راستای عمود بر سطح، نیروی وزن و نیروی عمودی سطح بر خودرو وارد می‌شود و نیروی اصطکاک ایستایی که عمود بر راستای حرکت است، مانع از لغزش خودرو شده و به طرف مرکز پیچ، بر خودرو وارد می‌شود. این نیرو شتاب مرکزگرای لازم را برای دور زدن تأمین می‌کند.)

$$F_y = ۰ \rightarrow N - mg = ۰ \rightarrow N = mg$$

$$\left.\begin{array}{l} F = f_s = \mu_s N = \mu_s mg \\ F = m\dfrac{v^۲}{r} \end{array}\right\} \rightarrow \mu_s \cancel{m} g = \cancel{m}\frac{v^۲}{r} \rightarrow v^۲ = \mu_s rg$$

$$v = \sqrt{\mu_s rg} \rightarrow v = \sqrt{۱ \times ۵۰m \times ۹/۸m/s^۲} = ۲۲/۱۳\ m/s$$

۴۳

۱۸. پره‌های یک بالگرد در هر دقیقه، ۱۰۰۰ دور می‌چرخند. طول پره‌ها را ۴/۰m فرض کنید و کمیت‌های زیر را برای پره‌ها محاسبه کنید.

الف) دورهٔ تناوب پره‌ها

ب) تندی در وسط و نوک پره‌ها

پ) شتاب مرکز گرا در وسط و نوک پره‌ها

الف)

$$T = \frac{t}{N} = \frac{۶۰s}{۱۰۰۰} = ۰/۰۶s$$

ب)

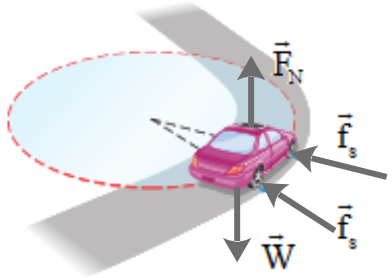
$$r_۱ = ۲m \rightarrow v_۱ = \frac{۲\pi r_۱}{T} = \frac{۲ \times ۳/۱۴ \times ۲m}{۰/۰۶s} = ۲۰۹/۲۳\ m/s$$

$$r_۲ = ۴m \rightarrow v_۲ = \frac{۲\pi r_۲}{T} = \frac{۲ \times ۳/۱۴ \times ۴m}{۰/۰۶s} = ۴۱۸/۶۶\ m/s$$

پ)

$$r_۱ = ۲m \rightarrow a_۲ = \frac{v_۱^۲}{r_۱} = \frac{(۲۰۹/۲۳m/s)^۲}{۲m} = ۲۱۹۰۹/۵۲\ m/s^۲$$

$$r_۲ = ۴m \rightarrow a_۲ = \frac{v_۲^۲}{r_۲} = \frac{(۴۱۸/۶۶m/s)^۲}{۴m} = ۴۳۸۱۹/۰۴\ m/s^۲$$

۴۴	**۱۹.** حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با تندی ۵۴ km/h پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن ۵۰ m است، دور بزند؟		$v = ۵۴\frac{km}{h} = ۵۴ \times \frac{۱}{۳/۶}\frac{m}{s} = ۱۵ m/s$ $\left.\begin{array}{l} f_s = \mu_s N = \mu_s mg \\ F = m\frac{v^۲}{r} \end{array}\right\} \rightarrow \mu_s \cancel{m} g = \cancel{m}\frac{v^۲}{r}$ $\rightarrow \mu_s = \frac{v^۲}{rg} = \frac{(۱۵ m/s)^۲}{۹/۸(m/s^۲) \times ۵۰ m} \simeq ۰/۴۶$

۲ـ۵ نیروی گرانشی

۴۵

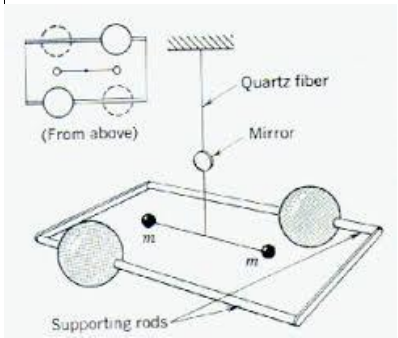
فعالیت۲ـ۵

ثابت گرانشی G را اولین بار هنری کاوندیش[۲] در سال ۱۷۹۸ اندازه‌گیری کرد. در مورد روش اندازه‌گیری G توسط هنری‌کاوندیش تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

ترازوی کاوندیش وسیله‌ای است که برای بررسی تجربی قانون جهانی گرانش نیوتن بکار می‌رود. نیوتن قانون گرانش خود بیان می‌کند که هر گاه دو ذره به جرم‌های m_1 , m_2 به فاصله r از یکدیگر قرار گیرند، این دو نیرو جاذبه‌ای بر یکدیگر وارد می‌کنند که این نیرو با حاصل ضرب اندازه دو جرم نسبت مستقیم و با مجذور فاصله بین آنها نسبت عکس دارد. اما این تناسب را می‌توان تعریف یک ثابت تناسب در تساوی تبدیل نمود. این ثابت را ثابت جهانی گرانش می‌گویند. برای تعیین مقدار ثابت جهانی گرانش که ان را با G نمایش میدهیم، 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 می‌شوند. 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 شده‌اند. این دو گلوله نیز بر روی یک میله افقی قرار گرفته‌اند و نقطه وسط این میله بر روی تکیه گاهی قرار گرفته است، به گونه‌ای که می‌تواند آزادانه بچرخد. نقطه وسط این میله درست در راستای مرکز دمبل و در زیر آن قرار دارد.

آینه کوچک

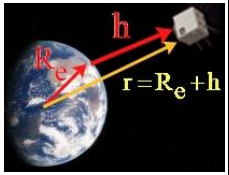
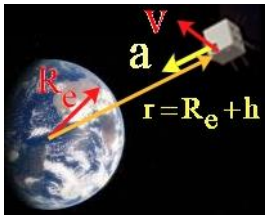
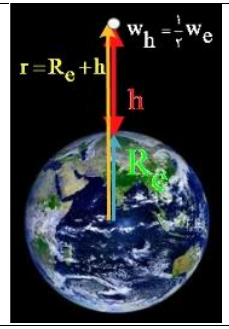
این آینه کوچک بر روی رشته نازک و کمی بالاتر از دمبل قرار دارد. از طریق یک چشمه نور، بر این آینه نور تابیده می‌شود، نور منعکس شده از آینه بر روی یک مقیاس شیشه‌ای می‌افتد و به این وسیله میزان انحراف آینه (یا زاویه چرخش) آن قابل اندازه گیری است.

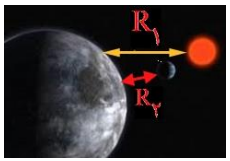
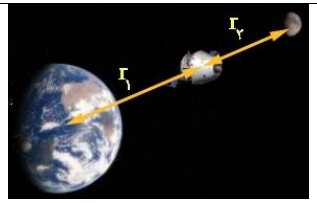
شرح کار ترازوی کاوندیش

هر گاه میله‌ای که دو جرم بزرگ m بر روی آن قرار گرفته‌اند، جرمهای بزرگ M در نزدیکی جرمهای کوچک m قرار گیرند، در این صورت بر اساس قانون جهانی گرانش نیوتن، بر گلوله‌های کوچک نیرو

		جاذبه‌ای وارد می‌شود، این امر باعث چرخیدن دمبل و در نتیجه تاب خوردن رشته نازک و چرخش آینه می‌شود. با استفاده از شیشه مدرج می‌توان میزان انحراف آینه (زاویه α) را هنگام چرخش گلوله‌های کوچک اندازه گیری نمود. **اندازه گیری G** ثابت G به کمک روش انحراف بیشینه تعیین می شود، همانطور که در طرز ترازو گفته شود میله بر اثر گرانش گلوله‌های بزرگ حول نقطه آویز می‌چرخد. در حین چرخش با گشتاور نیروها مخالفت می‌کند، α زاویه پیچش رشته هنگام حرکت گلوله‌ها 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 می‌افتد و در نتیجه هر گونه دوران m و m قابل اندازه گیری است). اگر جرمها و فاصله میان آنها و نیز ثابت پیچش رشته معلوم باشد، می‌توانیم G را از روی زاویه پیچش اندازه گیری شده محاسبه کنیم. چون نیروی جاذبه کم است اگر بخواهیم پیچش قابل مشاهده‌ای داشته باشیم باید ثابت پیچش رشته فوق العاده کوچک باشد. در این ترازو جرمها مسلما ذره نیستند، بلکه اجسامی بزرگ هستند، اما چون این جرمها کره‌های یکنواختی هستند از لحاظ گرانشی طوری عمل می‌کنند 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 می‌توان از آنها صرفنظر کرد.
۴۶	**تمرین ۲ـ۱۱** مدار همگام با زمین[1] و ماهواره‌های مخابراتی: از دیدگاه مخابراتی، باقی ماندن ماهواره در یک محل نسبت به مکانی در روی زمین (مثلاً بالای ایران) امتیاز محسوب می‌شود. این در صورتی رخ می‌دهد که دورهٔ گردش ماهواره به دور زمین با مدت زمان یک دور چرخش زمین به دور خودش، یعنی ۲۴/۰ h یکسان باشد. الف) در چه فاصله‌ای از زمین می‌توان این مدار همگام با زمین را یافت؟ ب) تندی مداری این ماهواره چقدر است؟ 	الف) $\left.\begin{aligned} F &= G\frac{M_e m}{r^2} \\ F &= \frac{mV^2}{r} \end{aligned}\right\} \rightarrow r^3 = \frac{GM_e T^2}{4\pi^2}$ $r^3 = \frac{(6/67\times10^{-11}\,N.m^2/kg^2)(5/98\times10^{24}\,kg)(86400\,s)^2}{4\times(3/14)^2}$ $\rightarrow r = 42/26\times10^6\,m$ ب) $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\times3/14\times42/26\times10^6\,m}{86400\,s} = 3000\,m/s$

۴۷	**پرسش ۲ـ۱۱** نشان دهید مربع دورهٔ گردش ماهواره‌ها به دور زمین متناسب با مکعب فاصلهٔ ماهواره از مرکز زمین است.	$\left.\begin{array}{l} F = G\frac{M_e m}{r^2} \\ F = \frac{mV^2}{r} \end{array}\right\} \rightarrow G\frac{M_e m}{r^2} = \frac{m\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} \rightarrow G\frac{M_e}{r^2} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \rightarrow$ $T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_e}\right) r^3 \rightarrow T^2 \alpha r^3$
۴۸	**تمرین ۲ـ۱۲** نشان دهید شتاب گرانشی روی زمین برابر است با : $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$	$\left.\begin{array}{l} F = G\frac{M_e m}{r^2} \\ F = mg_h \end{array}\right\} \rightarrow G\frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2}$ $\rightarrow g_H = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2} \xrightarrow{h=0} g_0 = G\frac{GM_e}{R_e^2}$
۴۹	**تمرین ۲ـ۱۳** تلسکوپ فضایی هابل با تندی $7560\ m/s$ گرد زمین می‌چرخد. الف) فاصلهٔ این تلسکوپ از سطح زمین چند کیلومتر است؟ ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟ پ) دورهٔ تناوب این تلسکوپ را پیدا کنید. ($R_e = 6380\ km$)	الف) $\left.\begin{array}{l} F = G\frac{M_e m}{r^2} \\ F = \frac{mV^2}{r} \end{array}\right\} \rightarrow G\frac{M_e m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow v^2 = G\frac{M_e}{r}$ $\rightarrow (7560 m/s)^2 = \frac{6/67\times10^{-11} Nm^2/kg^2 \times 5/98\times10^{24} kg}{r}$ $r = 6979000 m = 6979\ km$ $\rightarrow h = r - R_e \rightarrow h = 6979km - 6380km = 599km$ ب) $\frac{w_h}{w_{R_e}} = \frac{G\frac{M_e}{r^2}}{G\frac{M_e}{R_e^2}} = \left(\frac{R_e}{r}\right)^2 \rightarrow \frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{6380km}{6979km}\right)^2 = 0/8357$

		پ) $T=\frac{2\pi r}{v}\rightarrow T=\frac{2\times 3/14\times 6979000m}{7560m/s}=5797/37\,s$
۵۰	۲۰. دو جسم در فاصلهٔ $0/20m$ از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $1/00\times10^{-8}N$، جذب می‌کنند. اگر جرم یکی از اجسام $0/50kg$ باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟	$F=G\frac{M_e m}{r^2}\rightarrow 10^{-8}N=\frac{6/67\times10^{-11}Nm^2/kg^2\times50kg\times m}{(2m)^2}\rightarrow m=1199kg$
۵۱	۲۱. ماهواره‌ای به جرم $600kg$ در مداری دایره‌ای به ارتفاع ۲۸۰۰ کیلومتر از سطح زمین، به دور آن می‌چرخد. الف) نیروی گرانشی وارد بر ماهواره ب) شتاب ماهواره پ) تندی ماهواره ت) دورهٔ تناوب ماهواره را در این ارتفاع به‌دست آورید. $(M_e=5/98\times10^{24}kg$ و $R_e=6400km)$	الف)  $F=G\frac{M_e m}{r^2}$ $F=\frac{6/67\times10^{-11}Nm^2/kg^2\times600kg\times5/98\times10^{24}kg}{(2800\times10^3m+6400\times10^3m)^2}$ $F=2827/5N$ ب)  $F=ma\rightarrow 2827/5N=600kg\times a\rightarrow a=4/71\,m/s^2$ پ) $a=\frac{v^2}{r}\rightarrow v=\sqrt{4/71(m/s^2)\times9200\times10^3m}$ $a=6584/45m/s$ ت) $T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\times3/14\times9200\times10^3m}{6584/45\,m/s}=8774/61s$
۵۲	۲۲. الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می‌رسد؟ ب) اگر جرم ماهواره‌ای $250kg$ باشد، وزن آن در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟	الف)  $\frac{w_h}{w_{R_e}}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2\rightarrow\frac{1}{2}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$ $\rightarrow\sqrt{2}R_e=R_e+h\rightarrow h=(\sqrt{2}-1)R_e=0/41R_e$

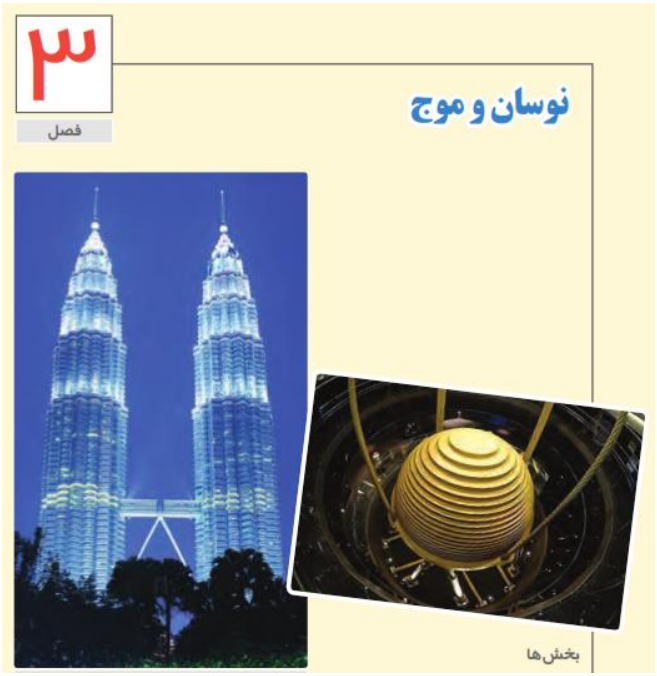
		ب) $F = G\frac{M_e m}{r^۲}$ $F = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^۲/kg^۲\times۲۵۰kg\times۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}kg}{(۳۶۰۰۰\times۱۰^۳m+۶۴۰۰\times۱۰^۳m)^۲}$ $F = ۵۵/۴۶۷N$
۵۳	**۲۳.** الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟ ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟ $M_{خورشید}=۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg$ و $M_{ماه}=۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg$ فاصلهٔ زمین تا خورشید = $۱۴۹/۶\times۱۰^۶km$ فاصلهٔ زمین تا ماه= $۳/۸۴\times۱۰^۵km$	الف)  $g_{R_{e۱}} = \frac{GM_s}{R_۱^۲} = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^۲/kg^۲\times۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg}{(۱۴۹/۶\times۱۰^۶\times۱۰^۳m)^۲}$ $g_{R_{e۱}} = ۵/۹۳\times۱۰^{-۳}N/kg$ ب) $g_{R_{e۲}} = \frac{GM_m}{R_۲^۲} = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^۲/kg^۲\times۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg}{(۳/۸۴\times۱۰^۵\times۱۰^۳m)^۲} = ۳/۳۳\times۱۰^{-۵}N/kg$
۵۴	**۲۴.** الف) سفینه‌ای به جرم $۳/۰۰\times۱۰^۴kg$ در وسط فاصلهٔ بین زمین و ماه قرار دارد. نیروی گرانشی خالصی را که از طرف زمین و ماه به این سفینه در این مکان وارد می‌شود به‌دست آورید (از داده‌های مسئله‌های قبل استفاده کنید). ب) در چه فاصله‌ای از زمین، نیروی گرانشی ماه و زمین بر سفینه، یکدیگر را خنثی می‌کنند؟ $M_{خورشید}=۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg$ و $M_{ماه}=۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg$ فاصلهٔ زمین تا خورشید = $۱۴۹/۶\times۱۰^۶km$ فاصلهٔ زمین تا ماه= $۳/۸۴\times۱۰^۵km$	الف)  $F_{em} = G\frac{M_e m}{r_۱^۲}$ & $F_{mm} = G\frac{M_m m}{r_۲^۲}$ $F_{net} = G\frac{M_e m}{r_۱^۲} - G\frac{M_m m}{r_۲^۲} = \frac{Gm}{r}(M_e - M_m)$ $r_۱ = r_۲ = r = \frac{۱}{۲}d = \frac{۱}{۲}\times۳/۸۴\times۱۰^۵km = ۱/۹۲\times۱۰^۸m$ $F_{net} = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^۲/kg^۲\times۳\times۱۰^۴kg}{(۱/۹۲\times۱۰^۸m)^۲}(۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}kg - ۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg)$ $F_{net} = ۳۲۰/۵۹N$

ب)

$$\left.\begin{array}{l} F_{net} = G\dfrac{M_e m}{r_1^2} - G\dfrac{M_m m}{r_2^2} \\ r_1 + r_2 = d \end{array}\right\} \rightarrow 0 = G\dfrac{M_e m}{r_1^2} - G\dfrac{M_m m}{r_2^2} \rightarrow \dfrac{M_e}{r_1^2} = \dfrac{M_m}{r_2^2}$$

$$\dfrac{M_e}{M_m} = \dfrac{r_1^2}{(d-r_1)^2} \rightarrow \dfrac{r_1}{(d-r_1)} = \sqrt{\dfrac{5/98\times10^{24}\,kg}{7/36\times10^{22}\,kg}} = 9$$

$$\rightarrow \dfrac{r_1}{d-r_1} = 9 \rightarrow r_1 = 9d - 9r_1 \rightarrow r_1 = 0/9d = 3/456\times10^{8}\,m$$



راهنمای حل فصل ۳ فیزیک دوازدهم

رشته ریاضی و فیزیک

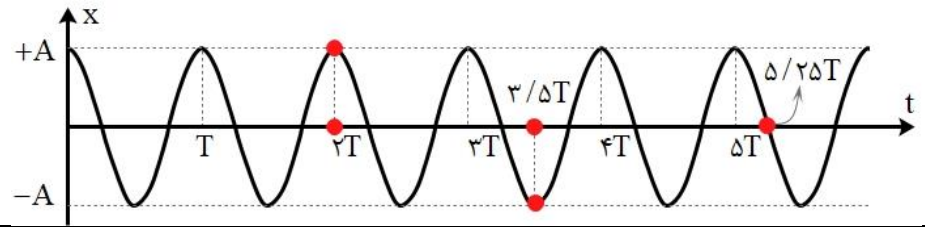
منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان@Schoolphysics

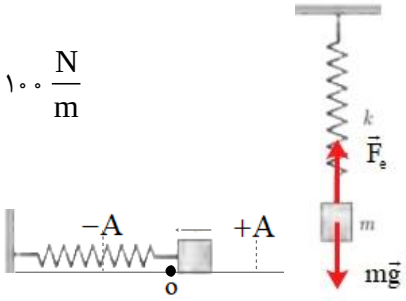
نوسان و موج			
	فعالیت / پرسش/تمرین / مسائل	صفحه کتاب درسی	صفحه pdf
	۳–۱ – نوسان دوره ای	۶۲	۱
۱	پرسش ۲–۱	۶۲	۱
	۳–۲ حرکت هماهنگ ساده	۶۳	۱
۲	تمرین ۳–۱	۶۴	۱
۳	تمرین ۳–۲	۶۴	۲
۴	فعالیت ۳–۲	۶۵	۲
۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱	۸۵	۳
۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲	۸۵	۳
۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳	۸۵	۳
۸	پرسش و مسئله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

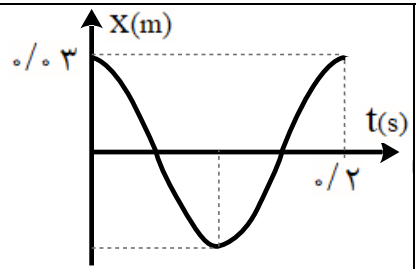
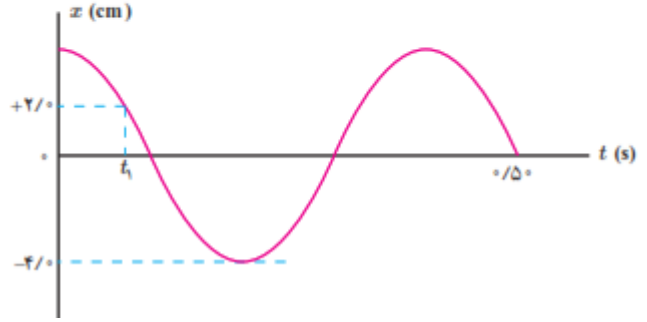
۱۹	پرسش ۳–۳	۷۰	۹
	۳–۶ مشخصه های موج	۷۰	۹
۲۰	پرسش ۳–۴	۷۳	۹
۲۱	تمرین ۳–۴	۷۴	۹
۲۲	پرسش ۳–۵	۷۵	۹–۱۰
۲۳	تمرین ۳–۵	۷۶	۱۰
۲۴	فعالیت ۳–۴	۷۶	۱۰
۲۵	فعالیت ۳–۵	۷۷	۱۱
۲۶	پرسش ۳–۶	۷۹	۱۱–۱۲
۲۷	فعالیت ۳–۶	۷۹	۱۲
۲۸	تمرین ۳–۶	۸۰	۱۲–۱۳
۲۹	تمرین ۳–۷	۸۱	۱۳
۳۰	پرسش ۳–۷	۸۲	۱۳–۱۴
۳۱	پرسش ۳–۸	۸۴	۱۴
۳۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل–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

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

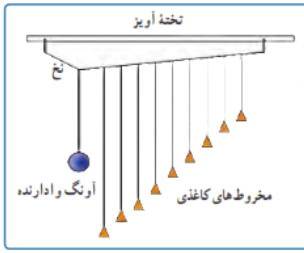
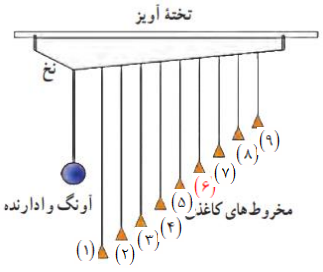
	در طراحی و ساخت برج‌های بلند، توجه به قوانین فیزیکی نوسان و موج اهمیت زیادی دارد. در برخی از این برج‌ها آونگ‌های بسیار سنگینی (در حدود چند صد تُن)، در طبقات بالایی نصب می‌کنند تا از نوسان‌های احتمالی برج کم کند. چگونه یک آونگ می‌تواند این نوسان‌ها را کاهش دهد؟	در نزدیکی بالای سازه، جرم عظیمی (میراگر جرمی) وجود دارد که به وسیله کابل‌های فولادی معلق است و در صورت زلزله این جرم مثل پاندول برخلاف جهت حرکت ساختمان در حال جنبش فعالیت می‌کند و انرژی و تاثیر لرزشی توفان و زلزله را پراکنده می‌کند.
	۳–۱ نوسان دوره‌ای	
۱	**پرسش ۳–۱** بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۳–۲ چقدر است؟ دورهٔ تناوب ضربان قلب این شخص $\frac{۱}{۶۵}$ دقیقه، یا ۰/۹۲ ثانیه است. شکل ۳–۲ نمونه‌ای از نمودار الکتروقلب نگار[1] (نوار قلب) یک شخص[2]	$T=\frac{۱}{۶۵}\ min \rightarrow f=\frac{۱}{T}=\frac{۱}{۰/۹۲\ s}=۱/۰۸\ Hz$
	۳–۲ حرکت هماهنگ ساده	
۲	**تمرین ۳–۱** ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دورهٔ تناوب T است. با فرض اینکه در $t=۰s$ ذره در $x=+A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x=-A$، در $x=+A$، یا در $x=۰$ خواهد بود؟ الف) $t=۲/۰۰T$، ب) $t=۳/۵۰T$، پ) $t=۵/۲۵T$ (*راهنمایی*: برای پاسخ به این تمرین، ساده‌تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)	با توجه به نمودار پائین، نتایج زیر به دست می‌آید: الف) در $t=۲/۰۰\ T$، ذره در $x=+A$ قرار دارد. ب) در $t=۳/۵۰\ T$، ذره در $x=-A$ قرار دارد. پ) در $t=۵/۲۵\ T$، ذره در $x=۰$ قرار دارد. 

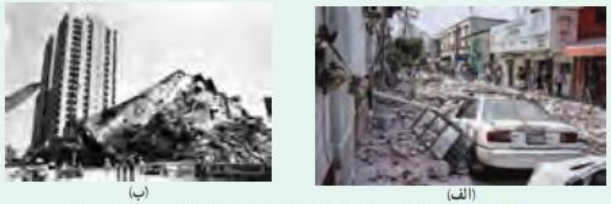
۳	**تمرین ۳ـ۲** در حرکت هماهنگ ساده، مکان $x(t)$ باید پس از گذشت یک دورهٔ تناوب برابر مقدار اولیه‌اش شود. یعنی اگر $x(t)$ مکان در زمان دلخواه t باشد، آن‌گاه نوسانگر باید در زمان $t+T$ دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین $A\cos\omega t = A\cos\omega(t+T)$. براین اساس نشان دهید $\omega = 2\pi/T$.	با توجه به آن چه در ریاضی خوانده ایم، داریم: $\cos\alpha = \cos x$ $x = 2k\pi \pm \alpha \qquad k \in \mathbb{Z}$ بنابراین: $A\cos\omega t = A\cos\omega(t+T) \rightarrow \omega(t+T) = 2k\pi + \omega t$ $\omega t + \omega T = 2k\pi + \omega t \rightarrow \omega T = 2k\pi$ $\xrightarrow{k=1} \omega T = 2\pi \rightarrow \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$
۴	**فعالیت ۳ـ۲** با انتخاب وزنه‌ها و فنرهای مختلف، با جرم‌ها و ثابت فنرهای معلوم و مناسب، در آرایشی مطابق شکل، و با اندازه‌گیری زمان تعداد مشخصی نوسان کامل، و سپس محاسبهٔ دورهٔ تناوب T برای هر سامانهٔ جرم ـ فنر، به‌طور تجربی نشان دهید که : الف) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ـ فنر با یک فنر معیّن ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است ($T \propto \sqrt{m}$). ب) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ـ فنر با یک وزنهٔ معیّن ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است ($T \propto 1/\sqrt{k}$).	**الف)** جسمی با جرم مشخص (m) را به فنری با ثابت معلوم (m) آویزان می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، جسم را کمی به پایین کشیده و رها می‌کنیم. 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 می‌آوریم. آزمایش را با وزنه های متفاوت تکرار می‌کنیم نتیجه می‌گیریم که دوره تناوب سامانه جرم – فنر با یک فنر معین با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است. $\left(T\alpha\sqrt{m}\right)$ **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. $\left(T\alpha\frac{1}{\sqrt{k}}\right)$

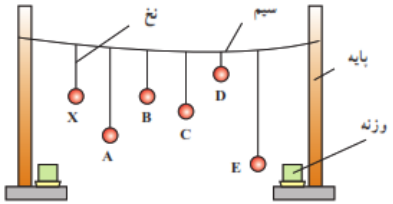
	۳–۱ و ۳–۲ نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده	
۵	ا. یک وزنهٔ ۲۰N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰cm کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنهٔ ۵/۰N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان درمی‌آوریم. دورهٔ تناوب این نوسان چقدر است؟	$mg = ۲۰N , x = ۰/۲m$ $F_{net} = ۰ \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{۲۰N}{۰/۲m} = ۱۰۰\frac{N}{m}$ $mg = ۵N \Rightarrow m = \frac{۵N}{۹/۸(N/kg)} \simeq ۰/۵kg$ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\times ۳/۱۴\sqrt{\frac{۰/۵}{۱۰۰}} \simeq ۰/۴۴s$ 
۶	ب. هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دورهٔ تناوب ۲/۰s نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم ۲/۰kg افزایش یابد، دورهٔ تناوب ۳/۰s می‌شود. مقدار m چقدر است؟	$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}} \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m+۲}{m}}$ $\Rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{m+۲}{m} \Rightarrow ۹m - ۴m = ۸ \Rightarrow m = \frac{۸}{۵}kg \Rightarrow m = ۱/۶kg$
۷	ج. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن ۱۶۰۰kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $۲/۰۰\times ۱۰^{۴}N/m$ سوار شده است. دورهٔ 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.	$m = \frac{۱۶۰۰}{۴} = ۴۰۰kg$ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\times ۳/۱۴\sqrt{\frac{۴۰۰kg}{۲\times ۱۰^{۴}(N/m)}} = ۰/۸۹s$ $f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۸۹s} \simeq ۱/۱۲Hz$ $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{۲\times ۱۰^{۴}(N/m)}{۴۰۰kg}} = ۷/۰۷\frac{rad}{s}$

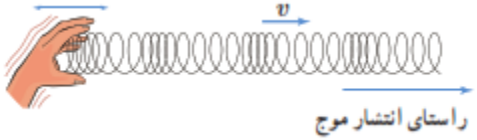
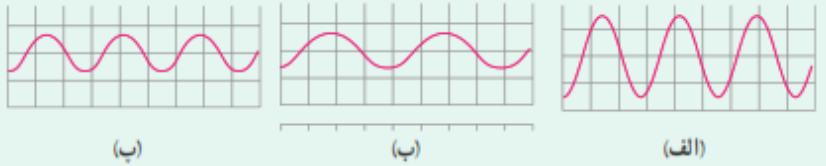
۸	۴. دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $۳/۰\times۱۰^{-۲}\,m$ و بسامد آن $۵/۰\,Hz$ هرتز است. معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان ــ زمان آن را در یک دوره رسم کنید.	$A=۳\times۱۰^{-۲}=۰/۰۳\,m \quad ,f=۵\,Hz\,,T=۰/۲\,s$ $\omega=۲\pi f=۲\pi\times۵(Hz)=۱۰\pi\left(\frac{rad}{s}\right)$ $x=(۰/۰۳\,m)\cos۱۰\pi t$ $T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۵\,Hz}=۰/۲\,s$ 
۹	۵. نمودار مکان ــ زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است : الف) معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید. ب) مقدار $t_۱$ را به‌دست آورید. پ) اندازهٔ شتاب نوسانگر را در لحظهٔ $t_۱$ محاسبه کنید. 	الف) $A=۰/۰۴\,m$ $\frac{۵T}{۴}=۰/۵\,s \Rightarrow T=۰/۴\,s\rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۴\,s}=۵\pi\frac{rad}{s}$ $x=A\cos\omega t\Rightarrow x=(۰/۰۴\,m)\cos۵\pi t$ ب) $A=۰/۰۴\,m$ $x=A\cos\omega t\Rightarrow\frac{x}{A}=\cos\omega t\Rightarrow\frac{۲}{۴}=\cos۵\pi t_۱\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\cos۵\pi t_۱$ $\cos\frac{\pi}{۳}=\cos۵\pi t_۱\Rightarrow\frac{\pi}{۳}=۵\pi t_۱\Rightarrow t_۱=\frac{۱}{۱۵}s$ پ) $F=ma \quad ,|F|=kx\Rightarrow ma=|kx|$ $(\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow k=m\omega^۲)$ $\Rightarrow ma=|m\omega^۲x| \quad \Rightarrow a=|\omega^۲x|=۲۵\pi^۲\times۰/۰۲\simeq۵\frac{m}{s^۲}$

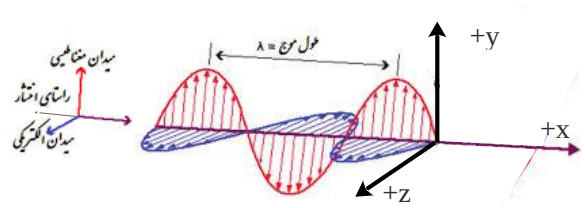
	۳ـ۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	
۱۰	**۷.** دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر ۷۴N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با ۸/۰cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، $۸/۰\times۱۰^{-۲}\,J$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)	$E=\frac{۱}{۲}kA^{۲}\quad ,E=K+U$ $\frac{۱}{۲}kA^{۲}=K+U$ $\frac{۱}{۲}\times(۷۴N/m)\times(۸\times۱۰^{-۲}m)^{۲}=K+(۸\times۱۰^{-۲}J)\Rightarrow K=۱۵/۶۸\times۱۰^{-۲}J$
۱۱	**۷.** جسمی به جرم ۱/۰kg به فنری افقی با ثابت ۶/۰N/cm متصل است. فنر به اندازهٔ ۹/۰cm فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم‌پوشی از اصطکاک الف) دامنهٔ نوسان و تندی بیشینهٔ جسم چقدر است؟ ب) وقتی تندی جسم ۱/۶m/s است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟	الف) $m=۱kg,\quad k=۶۰N/m,\quad A=۰/۰۹m$ $v_{max}=A\omega=A\sqrt{\frac{k}{m}}=۰/۰۹m\times\sqrt{\frac{۶۰N/m}{۱kg}}=۲/۲\frac{m}{s}$ ب) $U=E-K=\frac{۱}{۲}kA^{۲}-\frac{۱}{۲}mv^{۲}$ $\Rightarrow U=\frac{۱}{۲}\times(۶۰N/m)\times(۰/۰۹m)^{۲}-\frac{۱}{۲}\times(۱kg)\times(۱/۶m/s)^{۲}\Rightarrow U=۱/۱۵J$
۱۲	**۸.** معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x=(۰/۰۵۰m)\cos۲۰\pi t$ است. الف) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟ ب) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می‌رسد؟ پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟	الف) $\omega=۲۰\pi rad/s\rightarrow T=\frac{۲\pi}{\omega}=\frac{۲\pi(rad)}{۲۰\pi rad/s}=۰/۱s$ $t=\frac{T}{۴}=\frac{۰/۱s}{۴}=۰/۰۲۵s$ ب) $t_{۲}=\frac{T}{۲}=\frac{۰/۱s}{۲}=۰/۰۵s$ پ) $E=k+u\rightarrow E=۲k\rightarrow\frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}=۲\frac{۱}{۲}mV^{۲}\rightarrow V=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\omega A$ $V=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\omega A\xrightarrow{A=۰/۰۵m}V=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\left(۲۰\pi\frac{rad}{s}\right)\times۰/۰۵m\rightarrow v=۰/۵\pi\sqrt{۲}\,m/s$

۱۳	۹. الف) ساعتی آونگ‌دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلو افتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟ ($g_{\text{استوا}} = ۹/۷۸ \text{m/s}^۲$ و $g_{\text{تهران}} = ۹/۸۰ \text{m/s}^۲$) ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ‌دار جلو می‌افتد یا عقب؟	الف) $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_{Ostova}}{T_{Tehran}} = \frac{\sqrt{g_{Tehran}}}{\sqrt{g_{Ostova}}} = \frac{\sqrt{۹/۸ \frac{m}{s^۲}}}{\sqrt{۹/۷۸ \frac{m}{s^۲}}} = ۱/۰۰۱$ زمان دوره تناوب استوا (T_{Ostova}) بیشتر از زمان دوره تناوب تهران (T_{Tehran}) است. در نتیجه آونگ استوا کندتر حرکت می‌کند. $T_{Ostova} = ۱/۰۰۱ T_{Tehran}$ $\Delta T = T_{Ostova} - T_{Tehran} = ۰/۰۰۱ T_{Tehran} = ۰/۰۰۱ \times ۲۴h$ $\Delta T = ۰/۰۰۱ \times ۸۶۴۰۰s = ۸۶/۴s$ و به اندازه ۸۶/۴ s در استوا ساعت عقب می‌افتد. ب) با افزایش دما، طول افزایش می‌یابد. پس $L_۲ > L_۱$ $\frac{T_۲}{T_۱} = \frac{\sqrt{L_۲}}{\sqrt{L_۱}} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} > ۱$ با توجه به اینکه دوره‌ی تناوب بعد از افزایش دما، عددی بزرگ‌تر از یک می‌باشد، لذا آونگ کندتر و ساعت عقب می‌افتد.
	۳-۴ تشدید	
۱۴	**فعالیت ۳-۳** **آونگ‌های بارتون**[۲] : یک آونگ با وزنهٔ سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول‌های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ‌ها روی نخی سوار شده‌اند که هر دو انتهای آن توسط گیره‌هایی به تختهٔ آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً *آونگ وادارنده*[۳] گفته می‌شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحهٔ عمود بر صفحهٔ شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ‌ها می‌شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآورید و آنچه را مشاهده می‌کنید توضیح دهید. 	وقتی آونگ وادارنده را به نوسان در می‌آوریم، باعث حرکت نخ آویز شده و در نتیجه سایر آونگ ها نوسان می‌کنند. می‌دانیم بسامد طبیعی آونگ از رابطه $f_o = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد واداشته آونگ از رابطه $f_d = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ به دست می‌آید. 

		با توجه به شکل، طول آونگ ۶، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ ها شروع به نوسان می‌کنند. اما دامنه‌ی نوسان های آونگ ۶، به تدریج زیاد می‌شود زیرا $f_d = f_o$ است. بنابراین در آونگ ۶، تشدید صورت می‌گیرد.
۱۵	**تمرین ۳-۳** طول تعدادی آونگ ساده که از میله‌ای افقی آویزان‌اند، عبارت‌اند از، ۰/۴۰m ، ۰/۸۰m ، ۱/۲m ، ۲/۸m ، ۳/۵m. فرض کنید میله دستخوش نوسان‌هایی افقی با بسامد زاویه‌ای در گسترهٔ ۲/۰rad/s تا ۴/۰rad/s بشود. کدام آونگ‌ها با دامنهٔ بزرگ‌تری به نوسان درمی‌آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می‌دهد، اما دامنهٔ نوسان در نزدیک این بسامد همچنان بزرگ است).	$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \begin{cases} L_1 = 0/4\,m \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_1}} = \omega = \sqrt{\frac{9/8(m/s^2)}{0/4m}} = 4/94\,\frac{rad}{s} \\ L_2 = 0/8\,m \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_2}} = \omega = \sqrt{\frac{9/8(m/s^2)}{0/8}} = 3/5\,\frac{rad}{s} \\ L_3 = 1/2\,m \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_3}} = \omega = \sqrt{\frac{9/8(m/s^2)}{1/2m}} = 2/85\,\frac{rad}{s} \\ L_4 = 2/8\,m \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_4}} = \omega = \sqrt{\frac{9/8(m/s^2)}{2/8m}} = 1/87\,\frac{rad}{s} \\ L_5 = 3/5\,m \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_5}} = \omega = \sqrt{\frac{9/8(m/s^2)}{3/5m}} = 1/67\,\frac{rad}{s} \end{cases}$ در موارد فوق آونگ هایی که بسامد زاویه‌ای آن ها در محدوده‌ی بسامد نوسانگر اصلی باشد، با دامنه‌ی بزرگتری نوسان می‌کنند.
۱۶	**پرسش ۳-۲** در پی زمین‌لرزهٔ عظیمی (به بزرگی ۸/۱ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان‌های نیمه‌بلند فرو ریختند، ولی ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر برجا ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید.  (ب) (الف) الف) ساختمان‌های کوتاه و ب) ساختمان‌های بلند، در زمین‌لرزهٔ مکزیکوسیتی بر جای ماندند.	هر زلزله از تعداد زیادی نوسان‌های 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 محدوده‌ای 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 ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر، نوسان و لرزش داشت ولی تشدید اتفاق نیفتاد و به همین علت، تخریبی در آن‌ها صورت نگرفت.

	۳ـ۴ تشدید	
۱۷	*I.* هر فرد معمولاً با چرخشِ اندک بدنش به چپ و راست، راه می‌رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمینِ زیر پایش وارد می‌کند. این نیروها بسامدی در حدود ۰/۵Hz دارند. لرزش شدید پل هوایی میلینیوم[1] در آغاز هزارهٔ جدید را به عبور منظم گروهی از افراد از این پل ربط داده‌اند. چگونه ممکن است نوسان‌های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشد؟	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 می‌آید.
۱۸	*II.* مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. توضیح دهید با به نوسان درآوردن آونگ X، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می کنند؟ 	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.

	۳-۵ موج و انواع آن	
۱۹	**پرسش ۳-۳** همان‌طور که گفتیم یکی از ویژگی‌های موج پیش‌رونده انتقال انرژی از یک نقطه به نقطهٔ دیگر، در جهت انتشار موج است. با در نظر گرفتن یک تپ طولی در یک فنر بلندِ کشیده شده، این ویژگی را توضیح دهید.	با ایجاد یک تپ طولی در فنر، کشیدگی باعث وارد آمدن نیرو به بخش های مجاور می‌شود و در نتیجه در آن تغییر شکل بوجود آمده و شروع به حرکت و نوسان می‌کند. همچنین تغییر شکل فنر باعث ذخیره انرژی در فنر شده و حرکت فنر به معنی وجود انرژی جنبشی در بخش های مختلف فنر است. 
	۳-۶ مشخصه‌های موج	
۲۰	**پرسش ۳-۴** شکل روبه‌رو موجی عرضی را نشان می‌دهد. دامنه و طول‌موج هر کدام از شکل موج‌های الف)، ب)، و پ) را با دامنه و طول‌موج این شکل مقایسه کنید.  	الف) دامنه ها برابر و $\lambda_{الف} < \lambda$ ب) $\lambda_{ب} = \lambda$ و $A_{ب} < A$ پ) $\lambda_{پ} < \lambda$ و $A_{پ} < A$
۲۱	**تمرین ۳-۴** در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شُل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می‌کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت ۰/۶۲۸m است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار ۰/۲۰۸g و برای نواختن پایین‌ترین بسامد، جرم تار ۳/۳۲g است. تارها تحت کششی برابر ۲۲۶N قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟	$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow \begin{cases} V = \sqrt{\frac{۲۲۶N \times ۰/۶۲۸m}{۰/۲۰۸ \times ۱۰^{-۳} kg}} = ۸۲۶/۰۴ m/s \\ V = \sqrt{\frac{۲۲۶N \times ۰/۶۲۸m}{۳/۳۲ \times ۱۰^{-۳} kg}} = ۲۰۶/۷۵ m/s \end{cases}$
۲۲	**پرسش ۳-۵** در یک لحظهٔ خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت $+z$ و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت $+y$ است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (جهت‌های $+x$، $+y$ و $+z$ را مانند شکل ۳-۲۰ در نظر بگیرید.)	راستای انتشار عمود بر راستای میدان الکتریکی و مغناطیسی است. و در خلاف جهت محور x می‌باشد.

	شکل ۳-۲۰ یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است. ۷۴	
۲۳	**تمرین ۳-۵** طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{۱}{۴}$ طول‌موج دریافتی است. اگر طول جنین آنتنی تقریباً برابر ۸/۵cm باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید.	$L=\frac{\lambda}{۴}\rightarrow \lambda=۴\times ۸/۵\,cm=۳۴\,cm$ $f=\frac{c}{\lambda}\rightarrow f=\frac{۳\times ۱۰^{۸}\,m/s}{۰/۳۴m}=۸/۸۲\times ۱۰^{۸}\,Hz$
۲۴	**فعالیت ۳-۴** مطابق شکل روبه‌رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظهٔ تخلیهٔ هوای شیشه‌ای آویزان کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به‌کار افتادن پمپ تخلیهٔ هوا، صدا به‌تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می‌شود، در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می‌رسند. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟	صوت یک موج مکانیکی است که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد و در خلا منتشر نمی‌شود. ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار خود، الزاما به محیط مادی نیاز ندارند و در خلا نیز منتشر می‌شوند.

۲۵

فعالیت ۳-۵

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

نام و حدود طول موج	جسمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی‌های خاص و کاربرد
پرتو گاما (γ) $1pm = 10^{-12}m$	هستهٔ مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شمارش‌گر گایگر-مولر و فیلم عکاسی	فوتون‌های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت‌های سرطانی را ازبین می‌برد، برای یدنا کردن ترک در فلزات، برای ضدعفونی کردن تجهیزات و وسایل
پرتوی ایکس (X) $100pm = 10^{-10}m$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحهٔ فلوئورسان	فوتون‌های بسیار پرانرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعهٔ ساختار بلورها، معالجهٔ بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتودرمانی
فرابنفش (UV) $10nm = 10^{-8}m$	خورشید، جسم‌های خیلی داغ، جرقهٔ الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: توسط شیشه جذب می‌شود، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود، یاخته‌های زنده را از بین می‌برد. کاربرد: لامپ‌های UV در پزشکی
نور مرئی $0/6\mu m = 6 \times 10^{-7}m$ (سبز)	خورشید، جسم‌های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: در دیدن اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم‌های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
فروسرخ (IR) $100\mu m = 10^{-4}m$	خورشید، جسم‌های گرم و داغ	فیلم‌های مخصوص عکاسی	ویژگی: هنگامی که جذب می‌شود، پوست را گرم می‌کند. کاربرد: برای گرم کردن، برای فیلم‌برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره‌ها
رادیویی ۳m (VHF)	اجاق‌های مایکروویو، آنن‌های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آشپزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و کشتی

۲۶

پرسش ۳-۶

الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید.

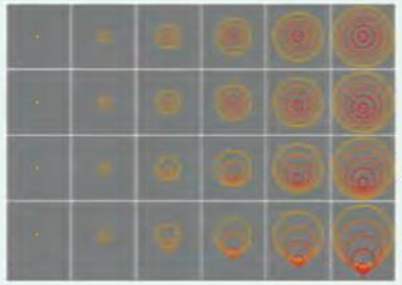
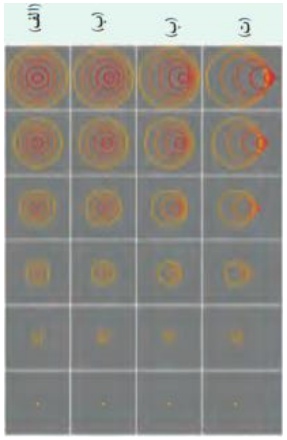
ب) به نظر شما چه سازوکاری موجب صدای وزوزِ حشرات هنگام پرواز می‌شود؟

الف) دیاپازون از یک فلزی دوشاخه‌ای درست می‌شود که انتهای آنها بر هم کوپل می‌شود اگر ضربه‌ای به یکی از شاخه‌ها بزنیم هوای داخل آنرا متراکم می‌کند و چون ته دیاپازون کوپل شده (بسته) است، دیاپازون بصورت یک لوله صوتی بسته عمل می‌کند و فیزیک امواج در رفت و برگشت به صورت امواج ساکن ظاهر می‌شوند که در حالت تشدید نوسانات صدای صوت آنـرا می‌شنویم.

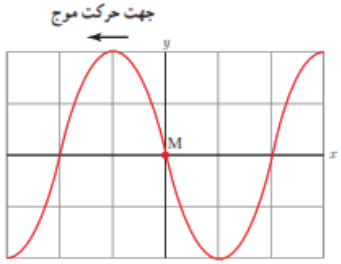
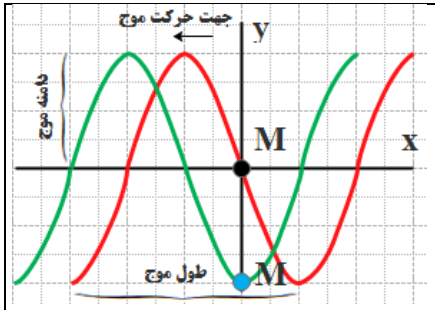
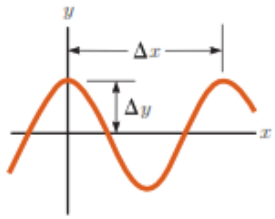
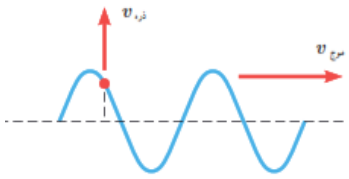
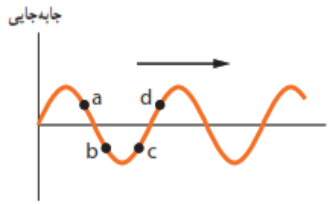
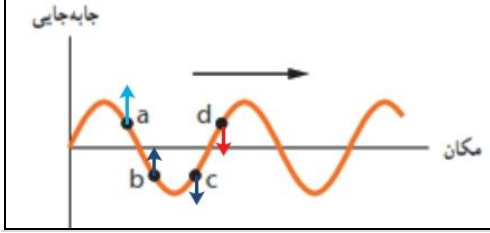
البته هامورنیـــک‌های غیـر از صـوت اصلی با بقیه تداخل می‌کنند و ما صوت مرکبی را می‌شنویم.

اهمیت دیاپازون در این است که ارتعاشات آن صدای خالص تولید می‌کند (صدای خالص آن است که ارتعاشات آن با تابع سینوسی نشان داده شود)، به علاوه فرکانس آن همیشه ثابت می‌ماند. از این رو دیاپازون را می‌توان آلت دقیقی برای نت‌های موسیقی دانست و صحت صداها و نت‌های مختلف را با آن کنترل نمود. چنانچه ارتعاش دیاپازون را با وسایل الکتریکی پایا سازیم، می‌تواند برای کنترل مدارهای الکتریکی بکار رود. از ثابت ماندن فرکانس دیاپازون برای تعیین اجزا زمان استفاده می‌نمایند و اگر دیاپازون را با دقت کامل ساخته باشند می‌توان با دقتی در حدود یک ده هزارم ثانیه اجزا زمان را اندازه

		گرفت. امروزه بواسطه ترقی صنعت، ساختن و استعمال این قبیل دیاپازون‌ها امری عادی است و چنانچه در انتخاب فلز دقت به عمل آید و سایر احتیاطات نیز لحاظ گردد، دقت دیاپازون تا یک میلیونیم ثانیه می‌رسد. دیاپازون وسیله‌ای فلزیست دارای دو شاخه که انتهای آنها به یک پایه مشترک وصل شده است. با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه‌ها هوای داخل آن متراکم می‌شود و از آنجا که نه دیاپازون بسته است، این پدیده باعث به وجود آمدن امواج ساکن می‌شود که صدای آن قابل شنیدن است. بسامد هر دیاپازون ثابت است و به پدیده تشدید مربوط است. دیاپازون در شنوایی سنجی کاربردهای مختلفی از مقایسه شنوایی, تشخیص و تمایز مشکلات حسی و عصبی و تایید گپ دارد. ب) حشرات هنگام پرواز بال‌های خود را حرکت می‌دهند که با حرکت بال‌هایشان هوای اطراف را منبسط و منقبض کرده و صوت ایجاد می‌شود. پشه ها و مگس ها برخلاف بقیه حشرات تنها دو بال دارند و بقیه حشرات ۴ بال دارند. گفتنی است، در پشه ها و مگس‌ها ۲ تا از ۴ بال به صورت اندام‌های کوچکی درآمده‌اند که دمبل نامیده می‌شود و هنگام پرواز به بال‌ها می‌خورند و این صدای ویز ویز یا سوت هم نتیجه همین برخورد است. دمبل‌ها به پرواز این حشرات کمک‌های زیادی می‌کنند و باعث افزایش تعادل و قدرت مانور زیاد حشرات می‌شود.
۲۷	**فعالیت ۳-۶** **اندازه‌گیری تندی صوت**: یک روش ساده برای اندازه‌گیری تندی صوت به این ترتیب است: دو میکروفون را مطابق شکل به یک زمان‌سنج حساس[1] متصل کنید. این زمان‌سنج می‌تواند بازه‌های زمانی را با دقت میلی‌ثانیه اندازه‌گیری کند. وقتی چکش را به صفحهٔ فلزی بکوبیم، امواج صوتی که به سمت دو میکروفون روانه می‌شوند، نخست میکروفون نزدیک‌تر و سپس میکروفون دورتر را متأثر می‌سازند. اختلاف فاصلهٔ میکروفون‌ها از محل برخورد چکش با صفحهٔ فلزی را اندازه می‌گیریم. با استفاده از زمان‌سنج می‌توانیم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را ثبت کنیم. اکنون با استفاده از رابطهٔ $v=\Delta x/\Delta t$ می‌توانیم تندی صوت را در هوا بیابیم. درصورتی که این اسباب را در مدرسه دارید با استفاده از آن، تندی صوت را در هوا اندازه بگیرید. 	چطور تندی/ سرعت صدا در هوا را اندازه‌گیری می‌کنند؟ یک نفر تفنگ خود را آتش می‌کند. شخصی دیگر که در سمت دیگر و در ۱۶۰۰ متری او ایستاده است، ۵ ثانیه بعد صدای تیر را می‌شنود. بنابراین، موج صدا در هر ۵ ثانیه، ۱۶۰۰ متر راه می‌پیماید. پس: سرعت صوت در هر ثانیه، ۳۳۰ متر است. چطور تندی/ سرعت صدا را در آب اندازه‌گیری می‌کنند؟ سرعت صوت را در زیر آب، با فرستادن موج‌های صوتی از یک قایق به قایق دیگر اندازه می‌گیرند. سرعت صوت در آب، حدود ۱۴۶۰ متر در ثانیه است. برگرفته از: کتاب: صوت نوشته: جی. استفنسن
۲۸	**تمرین ۳-۶** شخصی با چکّش به انتهای میلهٔ باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. 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 می‌آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی ۰/۱۲s می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰m/s باشد، طول میله چقدر است؟	اگر تندی صوت در هوا V_a و اگر تندی صوت در میله V_b $\Delta T=\frac{\Delta x}{v_a}-\frac{\Delta x}{v_b}=\frac{(v_b-v_a)\Delta x}{v_a v_b}\rightarrow \Delta x=\frac{v_a v_b}{v_b-v_a}\Delta t$

		$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a(۱۵v_a)}{۱۵v_a - v_a}\Delta t = \frac{۱۵v_a}{۱۴v_a}\Delta t = \frac{۱۵\times ۳۴۰ m/s}{۱۴}\times ۰/۱۲s = ۴۳/۷m$
۲۹	**تمرین ۳-۷** با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی‌بل افزایش یافته است؟	$\beta_۱ = (۱۰dB)\log(\frac{I_۱}{I_۰}) = (۱۰dB)\log(I_۱ - I_۰)$ $\beta_۲ = (۱۰dB)\log(\frac{I_۲}{I_۰}) = (۱۰dB)\log(I_۲ - I_۰)$ $\beta_۲ - \beta_۱ = (۱۰dB)\log(I_۲ - I_۱) \rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = (۱۰dB)\log(\frac{I_۲}{I_۱})$ $\beta_۲ - \beta_۱ = (۱۰dB)\log(\frac{۱۰۰I_۱}{I_۱}) \rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = (۱۰dB)\log(۱۰۰) = (۱۰dB)(۲) = ۲۰dB$
۳۰	**پرسش ۳-۷** در هر ردیف شکل روبه‌رو، جبهه‌های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می‌بینید. الف) تندی چشمه‌ها را با هم مقایسه کنید. ب) تندی هر چشمه را با تندی صوت مقایسه کنید.  	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 پادساعتگرد 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) پیشتر از این تندی در (ب) است و بدین ترتیب ازدحام جبهه های موج در جلوی چشمه گسیلندهٔ 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

		بالاتر 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.
۳۱	**پرسش ۳ـ۸** شکل زیر چشمهٔ نوری را نشان می‌دهد که در حال حرکت به‌طرف راست است. چشمه، نوری با بسامد f را گسیل می‌کند. بسامد نوری که آشکارساز ساکن دریافت می‌کند بیشتر از f است یا کمتر؟ 	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.
	۳ـ۵ و ۳ـ۶ موج و انواع آن، و مشخصه‌های موج	
۳۲	**۱۲.** یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند. الف) با افزایش بسامد نوسان‌ساز کدام‌یک از کمیت‌های زیر تغییر نمی‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول‌موج موج. ب) حال اگر به جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول‌موج موج.	الف) تندی موج تغییر نمی‌کند. ب) بسامد موج به چشمه موج بستگی دارد پس تغییر نمی‌کند. طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با افزایش کشش ریسمان، تندی موج افزایش می‌یابد. طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$ با افزایش تندی موج، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

۳۳	**۱۳.** شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند. الف) با رسم این موج در زمان $T/۴$ بعد، نشان دهید جزء M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنهٔ موج و طول‌موج را نشان دهید. ب) اگر طول‌موج $۵/۰\,cm$ و تندی موج $۱۰\,cm/s$ باشد، بسامد موج را به‌دست آورید. پ) تعیین کنید موج در مدت $T/۴$ چه مسافتی را پیموده است؟ 	الف)  ب) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow ۵/۰\,cm = \frac{۱۰\,\frac{cm}{s}}{f} \rightarrow f = ۲\,Hz$ پ) $L = \frac{\lambda}{۴} \rightarrow L = \frac{۵\,cm}{۴} = ۱/۲۵\,cm$
۳۴	**۱۴.** در نمودار جابه‌جایی ـ مکانِ موجِ عرضیِ شکل زیر $\Delta x = ۴۰/۰\,cm$ و $\Delta y = ۱۵/۰\,cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه $۸/۰۰\,Hz$ باشد، طول‌موج، دامنه، تندی و دورهٔ تناوب موج چقدر است؟ 	$\lambda = \Delta x = ۴۰/۰\,cm$ $A = \Delta y = ۱۵/۰\,cm$ $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow ۴۰\times۱۰^{-۲}\,m = \frac{V}{۸\,Hz} \rightarrow V = ۳/۲\,\frac{m}{s}$ $T = \frac{۱}{f} \rightarrow T = \frac{۱}{۸}\,s = ۰/۱۲۵\,s$
۳۵	**۱۵.** شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی $v_{موج}$ به سمت راست حرکت می‌کند، درحالی که تندیِ ذرهٔ نشان داده شدهٔ ریسمان $v_{ذره}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید. 	تندی انتشار موج (Vموج) به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد و از رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید. هر ذره نیز با انتشار موج در محیط با تندی (Vذره) نوسان می‌کند که در نقاط مختلف متغیر است. در شکل داده شده Vذره بر Vموج عمود است.
۳۶	**۱۶.** شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. در این لحظه هر یک از این چهار جزء بالا می‌روند یا پایین؟ 	

۳۷

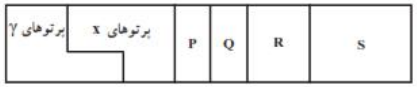
۱۷. سیمی با چگالی $۷/۸۰ g/cm^۳$ و سطح مقطع $۰/۵۰ mm^۲$ بین دو نقطه با نیروی $۱۵۶ N$ کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow V=\sqrt{\frac{FL}{M}} \rightarrow V=\sqrt{\frac{FL}{\rho V}}=\sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\rightarrow V=\sqrt{\frac{۱۵۶\ N}{(۷/۸\times۱۰^{۳}\ \frac{Kg}{m^{۳}})\times۰/۵۰\times۱۰^{-۶}}}=۲۰۰\ m/s$$

۳۸

۱۸. شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد.



الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.

ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟

الف)

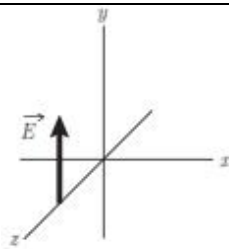
رادیویی	فروسرخ	نور مرئی	فرابنفش	پرتوهای	پرتوهای
S	R	Q	P	X	γ

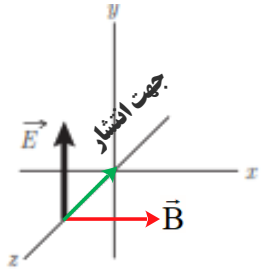
$$\frac{\textbf{طول موج افزایش می یابد}}{\textbf{بسامد کاهش می یابد}}$$

ب) سرعت ثابت می‌ماند. طول موج افزایش می‌یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می‌یابد.

۳۹

۱۹. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معیّن و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.





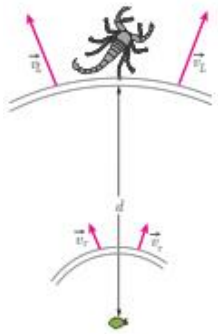
۴۰

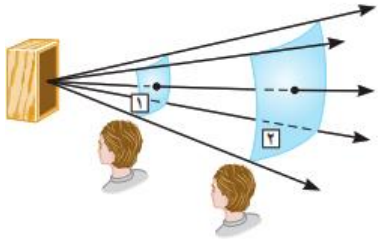
۲۰. الف) طول‌موج نور نارنجی در هوا حدود $۶/۲۰\times۱۰^{-۷}\ m$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟

ب) بسامد نور قرمز در حدود $۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}\ Hz$ است. طول‌موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $۳/۰\times۱۰^{۸}\ m/s$ و در آب $۲/۲۵\times۱۰^{۸}\ m/s$ فرض کنید.)

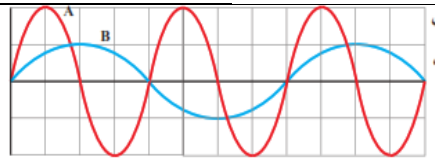
الف)

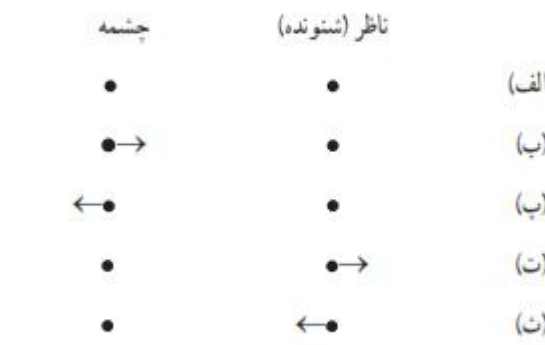
$$f=\frac{C}{\lambda} \rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۶/۲۰\times۱۰^{-۷}}=۴/۸\times۱۰^{۱۴}\ Hz$$

		ب) $\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow \lambda_{\circ} = \frac{۳/۰\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}} = ۶/۹\times۱۰^{-۷}\ m$ $\lambda = \frac{۲/۲۵\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}} = ۵/۲\times۱۰^{-۷}\ m$
۴۱	**۴۱.** چشمهٔ موجی با بسامد ۱۰ Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن ۱۰۰ m/s است، نوسان هایی طولی ایجاد می کند. اگر دامنهٔ نوسان‌ها ۰/۴ cm باشد، الف) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟ ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟	الف) فاصله بین دو تراکم متوالی (یا دو انبساط متوالی) λ است. $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{۱۰۰\ \frac{m}{s}}{۱۰\ Hz} = ۱۰\ m$ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی $\lambda/۲$ است. $\frac{\lambda}{۲} = ۵\ m$
۴۲	**۴۲.** عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند : امواج عرضی با تندی $v_T = ۵۰\ m/s$ و امواج طولی با تندی $v_L = ۱۵۰\ m/s$. عقرب ماسه‌ای می‌تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک‌ترین پای خود، فاصلهٔ خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t = ۴/۰\ ms$ باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟ 	$V_L \rangle V_T \rightarrow (\Delta t)_L \langle (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L \ ; \ (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow ۴/۰\times۱۰^{-۳}\ s = \frac{d}{۵۰\ \frac{m}{s}} - \frac{d}{۱۵۰\ \frac{m}{s}} = \frac{۲d}{۱۵۰\ \frac{m}{s}}$ $d = \frac{۱۵۰\times۴/۰\times۱۰^{-۳}\ m}{۲} = ۰/۳\ m = ۳۰\ cm$
۴۳	**۴۳.** توضیح دهید کدام یک از عامل های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است. الف) شکل موج ب) دامنهٔ موج پ) بسامد موج ت) دمای هوا	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.

۴۴	**۴۴.** در سونوگرافی معمولاً از کاوه‌ای[۱] دستی موسوم به *تراگذار فراصوتی*[۲] برای تشخیص پزشکی استفاده می‌شود که دقیقاً روی ناحیهٔ موردنظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد ۶/۷MHz عمل می‌کند. الف) بسامد زاویه‌ای در این کاوهٔ نوسان چقدر است؟ ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن ۱۵۰۰m/s باشد، طول‌موج این موج در این بافت چقدر است؟	الف) $\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = 2(3/14)(6/7\times10^{6}\,Hz) = 42/07\times10^{6}\,\frac{rad}{s} = 4/2\times10^{7}\,\frac{rad}{s}$ ب) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{1500\,\frac{m}{s}}{6/7\times10^{6}\,Hz} \rightarrow \lambda = 2/24\times10^{-4}\,m$
۴۵	**۴۵.** تندی صوت در یک فلز خاص، برابر $v_{فلز}$ است. به یک سر لولهٔ توخالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربهٔ محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیوارهٔ لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می‌کند. الف) اگر تندی صوت در هوا $v_{هوا}$ باشد، بازهٔ زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ ب) اگر $\Delta t = 1/00\,s$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ $(v_{هوا} = 340\,m/s)$	الف) $V'_{فلز} > V_{هوا}$ $t'_{فلز} < t_{هوا}$ $\Delta t = t - t' \rightarrow \Delta t = \frac{L}{V} - \frac{L}{V'} \rightarrow \Delta t = \frac{L(V'-V)}{V\times V'}$ ب) $\Delta t = \frac{L(V'-V)}{V\times V'} \rightarrow 1/00\,s = \frac{L(5941-340)}{340\times5941} \rightarrow 1/00\,s = \frac{5601L}{2019940}$ $\rightarrow L = 360/6\,m$
۴۶	**۴۶.** موجی صوتی با توان $1/2\times10^{-4}W$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحهٔ فرضی (شکل ۳ـ۲۶) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به‌ترتیب $A_1=4/0\,m^2$ و $A_2=12\,m^2$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحهٔ دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود. 	$I_1 = \frac{\bar{P}}{A_1} = \frac{1/2\times10^{-4}W}{4m^2} = 3\times10^{-5}\,W/m^2$ $I_2 = \frac{\bar{P}}{A_2} = \frac{1/2\times10^{-4}W}{12m^2} = 1\times10^{-5}\,W/m^2$ شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می کند.

۴۷	**۴۷.** شدت صدای حاصل از یک متهٔ سنگ‌شکن در فاصلهٔ ۱۰/۰m از آن $۱/۰\times۱۰^{-۲}W/m^۲$ است. تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می‌شود؟	$\beta_۱=(۱۰dB)\log(\frac{I}{I_۰})=(۱۰dB)\log(\frac{۱۰^{-۲}W/m^۲}{۱۰^{-۱۲}W/m^۲})=۱۰^۲\,dB$
۴۸	**۴۸.** اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰dB باشیم، آستانهٔ شنوایی به‌طور موقت از ۰dB به ۲۸dB افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به‌طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت ۹۲dB قرار گیریم، آستانهٔ شنوایی به‌طور دائم به ۲۸dB افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به ۲۸dB و ۹۲dB چقدر است؟ (راهنمایی : برای پاسخ دادن لازم است از ماشین‌حساب مناسب استفاده کنید.)	$\beta_۱=(۱۰dB)\log(\frac{I_۱}{I_۰})\rightarrow ۲۸dB=(۱۰dB)\log(\frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}W/m^۲})$ $\rightarrow ۲/۸=\log(\frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}W/m^۲})\rightarrow \frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}W/m^۲}=۱۰^{۲/۸}$ $\rightarrow I_۱=۱۰^{۲/۸}\times۱۰^{-۱۲}W/m^۲=۱۰^{-۹/۲}W/m^۲=۱۰^{-۱۰}\times۱۰^{۰/۸}W/m^۲$ $I_۱=۶/۳۱\times۱۰^{-۱۰}W/m^۲$ یا $\beta=(۱۰dB)\log(\frac{I}{I_۰})\rightarrow I=I_۰۱۰^{\left(\frac{\beta}{۱۰dB}\right)}$ $\beta_۱=(۱۰dB)\log(\frac{I_۱}{I_۰})\rightarrow I_۱=۱۰^{-۱۲}W/m^۲\times۱۰^{\left(\frac{۲۸dB}{۱۰dB}\right)}=۶/۳۱\times۱۰^{-۱۰}W/m^۲$ $\beta_۲=(۱۰dB)\log(\frac{I_۲}{I_۰})\rightarrow I_۲=۱۰^{-۱۲}W/m^۲\times۱۰^{\left(\frac{۹۲dB}{۱۰dB}\right)}=۱/۵۸\times۱۰^{-۳}W/m^۲$
۴۹	**۴۹.** یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_۱$=۹۰/۰dB و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_۲$=۹۵/۰dB ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب $W/m^۲$) به ترتیب $I_۱$ و $I_۲$ هستند. نسبت $I_۲/I_۱$ را تعیین کنید.	$\beta_۲-\beta_۱=(۱۰dB)\log(\frac{I_۲}{I_۱})\quad\rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰^{\left(\frac{\Delta\beta}{۱۰dB}\right)}=۱۰^{\left(\frac{۵dB}{۱۰dB}\right)}=۱۰^{۰/۵}=۳/۱۶$

۵۰	**س۳.** در یک آتش‌بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به‌طور یکنواخت در تمام جهت‌ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم‌پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I=۰/۱۰\,W/m^۲$ به شنونده‌ای برسد که به فاصلهٔ $r_۱=۶۴۰\,m$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۲=۱۶۰\,m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟	$I=\frac{\bar{P}}{A}=\frac{\bar{P}}{۴\pi r^۲}\rightarrow \frac{I_۱}{I_۲}=\frac{\frac{\bar{P}}{۴\pi r_۱^۲}}{\frac{\bar{P}}{۴\pi r_۲^۲}}=\frac{r_۲^۲}{r_۱^۲}=\left(\frac{۱۶۰m}{۶۴۰m}\right)^۲=(\frac{۱}{۴})^۲$ $\frac{I_۱}{I_۲}=(\frac{۱}{۴})^۲\rightarrow I_۲=۱۶I_۱=۱۶\times ۰/۱W/m^۲=۱/۶W/m^۲$
۵۱	**س۴.** نمودار جابه‌جایی ـ مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت زیر است. دامنه، طول‌موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید. 	بر طبق شکل $A_A=۲A_B$ ، $\lambda_B=۲\lambda_A$ $V_A=V_B\rightarrow \frac{f_B}{f_A}=\frac{\frac{V_B}{\lambda_B}}{\frac{V_A}{\lambda_A}}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۲}$ $\left.\begin{array}{l}E=۲\pi^۲mA^۲f^۲\\ I=\frac{\bar{P}}{۴\pi r^۲}=\frac{E}{۴\pi r^۲t}\end{array}\right\}\rightarrow I=\frac{۲\pi mA^۲f^۲}{۴tr^۲}$ $\frac{I_B}{I_A}=\frac{A_B^۲f_B^۲}{A_A^۲f_A^۲}=\frac{A_B^۲f_B^۲}{(۲A_B)^۲(۲f_B)^۲}=\frac{۱}{۱۶}\rightarrow I_A=۱۶I_B$

۵۲	**۳۴.** شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.  بسامدی را که ناظر در حالت‌های مختلف می‌شنود 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 کوتاه‌تری نسبت به وضعیتی که چشمه، ساکن بود اندازه می گیرد که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. چشمه به ناظر نزدیک می‌شود. $f_{ب} > f_{الف}$ با دور شدن چشمه، از بسامدی که ناظر اندازه می‌گیرد کم می شود و بنابراین در حالت (پ) کاهش بسامد داریم چشمه از ناظر دور می‌شود. $f_{پ} > f_{الف}$ در حالت (ت) از چشمه دور شود به معنی کاهش بسامد خواهد بود. ناظر از چشمه دور می‌شود. $f_{ت} > f_{الف}$ در حالت (ث) ناظر به هدف چشمه حرکت کند با جبهه‌های موج پیشتری مواجه می‌شود که به معنی افزایش بسامد است. ناظر به چشمه نزدیک می‌شود. $f_{ث} > f_{الف}$

کنکوری ها
یازدهمی ها
دهمی ها

کانال تلگرام دیجی کنکور

یک کانال جامع به جای همه اپ ها و کانال های دیگر

- برنامه ریزی روزانه
- دوره های مشاوره ای
- فیلم های کنکوری
- نمونه سوالات امتحانی
- جزوات درسی
- پادکست های انگیزشی

و هر چیزی که نیاز داری و نداری ...
همه خدمات این کانال همیشه رایگان است

برای عضویت اینجا کلیک کنید

DGKonkur

سلام
من در پشتیبانی دیجی کنکور
تمام طول روز پاسخگو
سوالات شما هستم...
021-28422410