@physicsjeiroodi

راهنمای حل

فصل۱ فیزیک دوازدهم رشته علوم تجربی منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان

https://t.me/Schoolphysics

گروه فیزیک استان گیلان

@physicsjeiroodi

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

@physicsjeiroodi

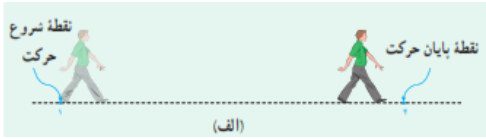
۲۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۵	۲۴	۱۷
۳۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۶	۲۵	۱۸
۳۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۷	۲۵	۱۸
	۱–۳ حرکت با شتاب ثابت		
۳۲	تمرین ۱–۸	۱۶	۱۹
۳۳	فعالیت ۱–۲	۱۶	۱۹
۳۴	تمرین ۱–۹	۱۸	۲۰
۳۵	پرسش ۱–۷	۲۱	۲۰
۳۶	تمرین ۱–۱۰	۲۱	۲۱
۳۷	تمرین ۱–۱۱	۲۱	۲۲–۲۱
۳۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۸	۲۵	۲۲
۳۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۹	۲۵	۲۳
۴۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۰	۲۵	۲۴
۴۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۱	۲۵	۲۴
۴۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل–۲۲	۲۶	۲۵

@physicsjeiroodi

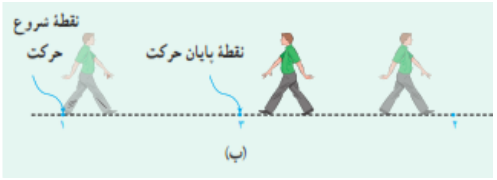
۱

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.

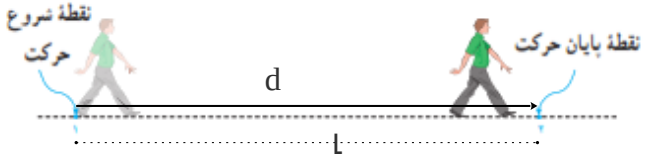


۲ـ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.



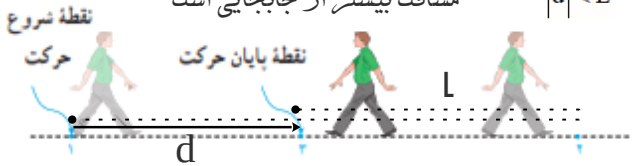
۳ـ شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۱ مسافت و جابجایی بعلت عدم تغییر جهت برابر است



۲ مسافت و جابجایی بعلت تغییر جهت برابرنیست. و اندازه

۳ مسافت بیشتر از جابجایی است $|\vec{d}| < L$

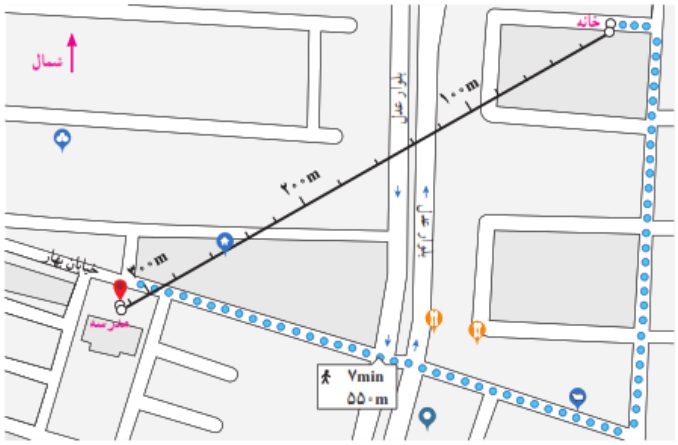


مسافت و جابجایی بعلت تغییر جهت برابرنیست. و اندازه مسافت بیشتر از جابجایی است $|\vec{d}| < L$

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

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

@physicsjeiroodi

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.

@physicsjeiroodi

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 می‌کنند

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-2/0\,m)\vec{i}$	$(6/4\,m)\vec{i}$			
متحرک B		$(-2/5\,m)\vec{i}$	$(-5/6\,m)\vec{i}$		
متحرک C	$(2/0\,m)\vec{i}$	$(8/6\,m)\vec{i}$			
متحرک D	$(-1/4\,m)\vec{i}$			$(2/4\,m/s)\vec{i}$	

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$-2\,m\vec{i}$	$6/4\,m\vec{i}$	$8/4\,m\vec{i}$	$2/1\,m/s\vec{i}$	محور X
متحرک B	$3/1\,m\vec{i}$	$-2/5\,m\vec{i}$	$-5/6\,m\vec{i}$	$-1/4\,m/s\vec{i}$	خلاف محور X
متحرک C	$2\,m\vec{i}$	$8/6\,m\vec{i}$	$6/6\,m\vec{i}$	$1/65\,m/s\vec{i}$	محور X
متحرک D	$-1/4\,m\vec{i}$	$8/2\,m\vec{i}$	$9/6\,m\vec{i}$	$2/4\,m/s\vec{i}$	محور X

متحرک A

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_2-\vec{d}_1=6/4\,m\vec{i}-(-2\,m\vec{i})=8/4\,m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{8/4\,m\vec{i}}{4\,s}=2/1\frac{m}{s}\vec{i}$$

متحرک B

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_2-\vec{d}_1\rightarrow -5/6\,m\vec{i}=-2/5\,m\vec{i}-\vec{d}_1$$

$$\rightarrow\vec{d}_1=3/1\,m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{-5/6\,m\vec{i}}{4\,s}=-1/4\frac{m}{s}\vec{i}$$

متحرک C

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_2-\vec{d}_1=8/6\,m\vec{i}-(2\,m\vec{i})=6/6\,m\vec{i}$$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}=\frac{6/6\,m\vec{i}}{4\,s}=1/65\frac{m}{s}\vec{i}$$

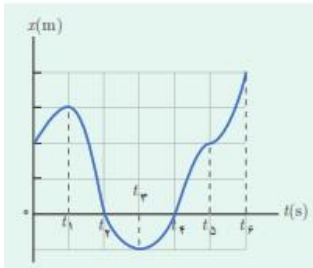
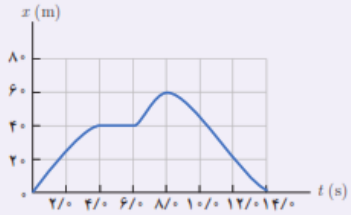
متحرک D

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{d}}{\Delta t}\rightarrow 2/4\,m/s\vec{i}=\frac{\Delta\vec{d}}{4\,s}\rightarrow\Delta\vec{d}=9/6\,m\vec{i}$$

$$\Delta\vec{d}=\vec{d}_2-\vec{d}_1\rightarrow 9/6\,m\vec{i}=\vec{d}_2-(-1/4\,m\vec{i})=$$

$$\rightarrow\vec{d}_2=8/2\,m\vec{i}$$

@physicsjeiroodi

۵	**پرسش ۱ـ۳** با توجه به نمودار مکان ـ 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 ـ 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 ۰/۰ s تا ۲/۰ s، ۴/۰ s تا ۶/۰ s، ۲/۰ s تا ۵/۰ s، ۸/۰ s تا ۱۴/۰ s، ۰/۰ s تا ۱۴/۰ s 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) $s_{av} = \frac{L}{\Delta t}$ تندی متوسط　$\Delta t = t_f - t_i$ بازه زمانی $s_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۲s} = ۱۰ \frac{m}{s}$　$\Delta t_۱ = ۲s - ۰s$ $s_{av} = \frac{۰}{۲} = ۰ \frac{m}{s}$　$\Delta t_۲ = ۶s - ۴s$ $s_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۳s} = ۶/۶۶ \frac{m}{s}$　$\Delta t_۳ = ۵s - ۲s$ $s_{av} = \frac{۶۰m}{۶s} = ۱۰ \frac{m}{s}$　$\Delta t_۴ = ۱۴s - ۸s$ $s_{av} = \frac{۱۲۰m}{۱۴s} = ۸/۵۷ \frac{m}{s}$　$\Delta t_۵ = ۱۴s - ۰s$

@physicsjeiroodi

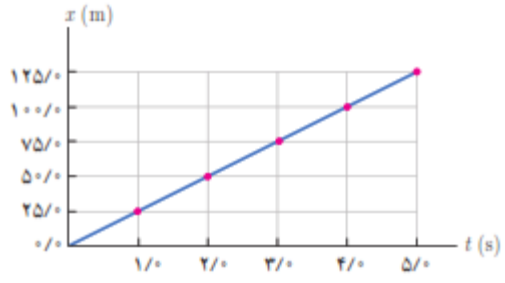
بازه زمانی $\Delta t = t_f - t_i$	سرعت متوسط $V_{av} = \frac{d}{\Delta t}$
$\Delta t_۱ = ۲s - ۰s$	$V_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۲s} = ۱۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_۲ = ۶s - ۴s$	$v_{av} = \frac{۴۰-۴۰}{۲} = ۰ \frac{m}{s}$
$\Delta t_۳ = ۵s - ۲s$	$V_{av} = \frac{\approx ۲۰m}{۳s} = ۶/۶۶ \frac{m}{s}$
$\Delta t_۴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

۷

پرسش ۱ـ۴

از روی نمودار مکان ـ 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



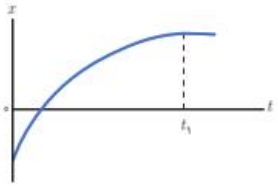
۸

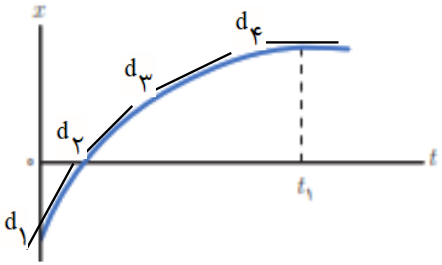
پرسش ۱ـ۵

شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.

الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ $t_۱$ سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظهٔ $t_۱$ خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟



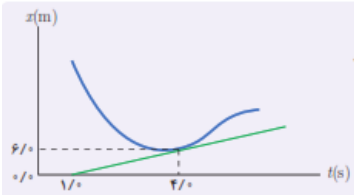
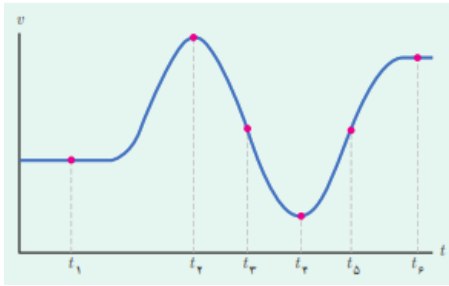
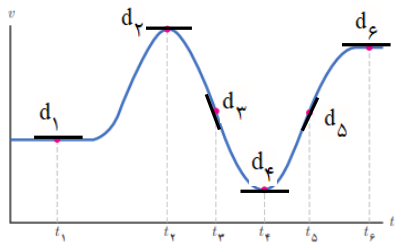
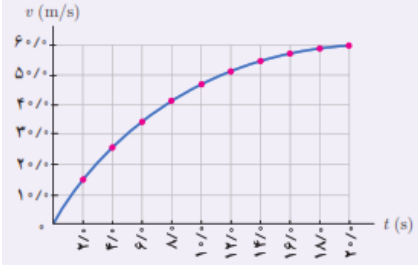
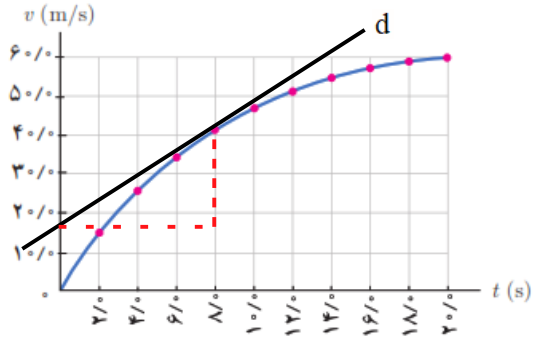


شیب خط $d_۴$ < شیب خط $d_۳$

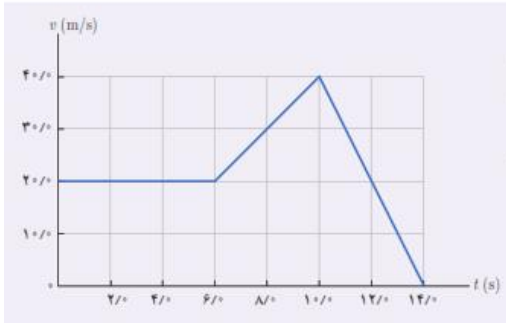
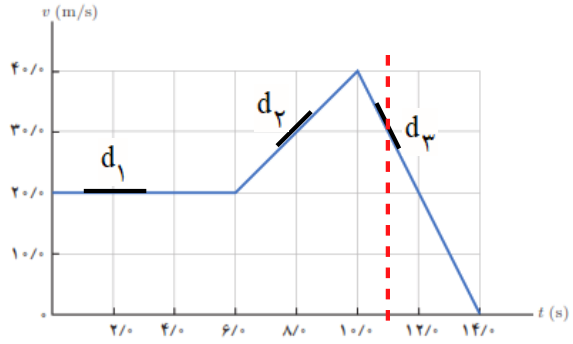
شیب خط $d_۳$ < شیب خط $d_۲$

$V_۱ > V_۲ > V_۳ > V_۴$

@physicsjeiroodi

		شیب خط $d_۱$ > شیب خط $d_۲$ الف) سرعت متحرک رو به کاهش است. ب) در لحظه ی $t_۱$ شیب خط موازی محور زمان است و سرعت برابر صفر می شود.
۹	**تمرین ۱ـ۳** شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ 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 = $\frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۶m - ۰}{۴s - ۱s} = ۲\,\frac{m}{s}$
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 $t_۱$، $t_۲$، ... و $t_۶$ تعیین کنید. 	شیب $d_۳$ در لحظه $t_۳$ در نمودار V-t منفی است در نتیجه شتاب منفی است. شیب $d_۵$ در لحظه $t_۵$ در نمودار V-t مثبت است در نتیجه شتاب مثبت است. شیب $d_۱$، $d_۲$، $d_۴$ و $d_۶$ در لحظه های $t_۱$، $t_۲$، $t_۴$ و $t_۶$ 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 $۰/۰\,s$ تا $۲۰/۰\,s$ مطابق شکل روبه‌رو است. الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟ ب) شتاب خودرو را در لحظهٔ $t = ۸/۰\,s$ به‌دست آورید. 	 الف) $a_{av} = \frac{V_۲ - V_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۶۰(m/s) - ۰}{۲۰s - ۰} = ۳\,\frac{m}{s^۲}$

@physicsjeiroodi

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 می-باشد. $a_۲ = a_{av} = \frac{V_۴ - V_۳}{t_۴ - t_۳} = \frac{۰ - ۴۰(m/s)}{۱۴s - ۱۰s} = -۱۰ \frac{m}{s^۲}$ 	ب) شیب خط مماس در لحظه ۸s در نمودار V-t = a $\frac{V_۲ - V_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{(\approx ۴۰m/s) - \approx (۱۶m/s)}{۸s - ۰s} = \frac{۲۴(m/s)}{۸s} = ۳ \frac{m}{s^۲}$

@physicsjeiroodi

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)

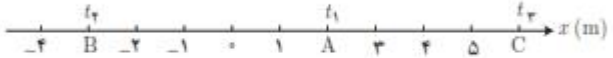
$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۸۸km}{\frac{۴}{۳}h} = ۶۶\frac{km}{h} \qquad V_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{۶۰km}{\frac{۴}{۳}h} = ۴۵\frac{km}{h}$$

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

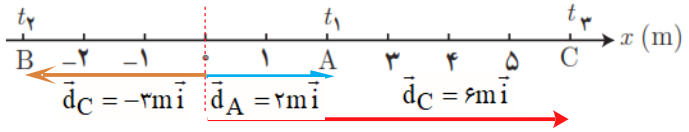
۲. متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ $t_۱$ در نقطهٔ A، در لحظهٔ $t_۲$ در نقطهٔ B و در لحظهٔ $t_۳$ در نقطهٔ C قرار دارد.



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

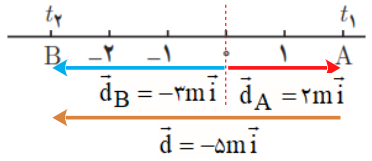
ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، $t_۲$ تا $t_۳$ و $t_۱$ تا $t_۳$ به‌دست آورید.

الف)

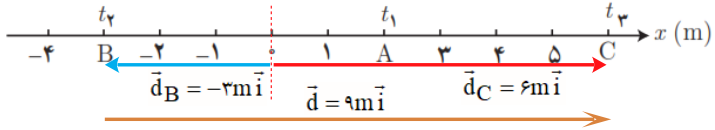


ب)

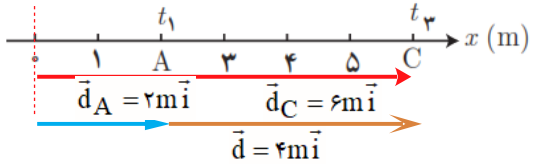
$t_۲ - t_۱$: $\vec{d} = \vec{d}_B - \vec{d}_A = -۳m\vec{i} - ۲m\vec{i} = -۵m\vec{i}$



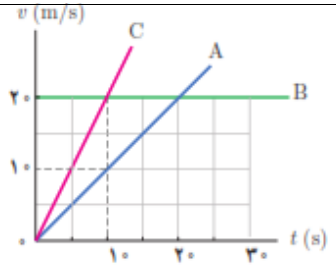
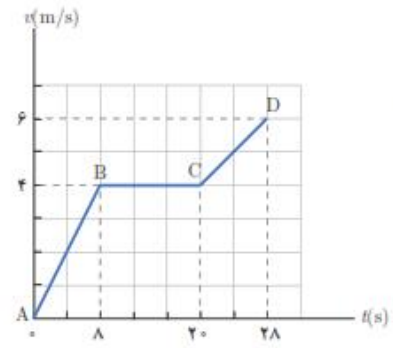
$t_۳ - t_۲$: $\vec{d} = \vec{d}_C - \vec{d}_B = ۶m\vec{i} - (-۳m)\vec{i} = ۹m\vec{i}$



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



@physicsjeiroodi

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) $\Delta X = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ + \Delta x_۳$ $\Delta X = v_{av۱}\Delta t_{AB} + v_{av۲}\Delta t_{AB} + v_{av۳}\Delta t_{AB}$ $\Delta X = ۸s \times ۲m/s + ۴m/s \times ۱۲s + ۵m/s \times ۸s$ $= ۱۰۴m$

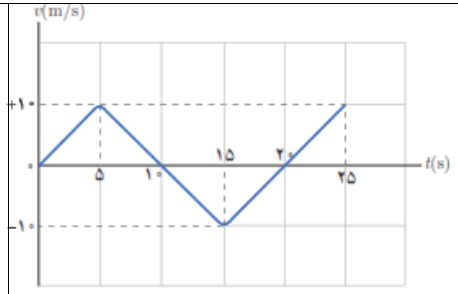
@physicsjeiroodi

۱۷

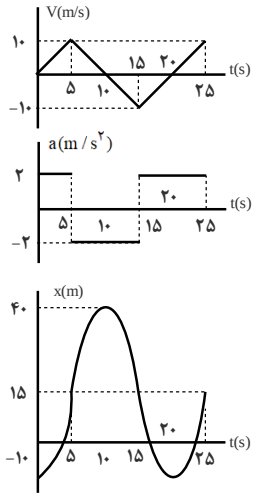
نمودار سرعت ــ زمان متحرکی مطابق شکل زیر است.

الف) نمودار شتاب ــ زمان این متحرک را رسم کنید.

ب) اگر $x_0 = -10\,m$ باشد نمودار مکان ــ 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

شکل زیر نمودار مکان ــ زمان حرکت یک دوندهٔ دوی نیمه‌استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می‌دهد.

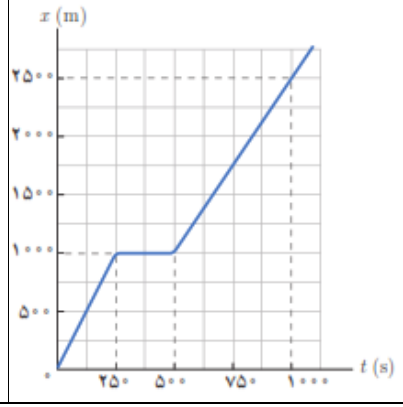
الف) در کدام بازهٔ زمانی دونده سریع‌تر دویده است؟

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.

$$V_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(1000-1000)m}{250s} = 0\,\frac{m}{s}$$

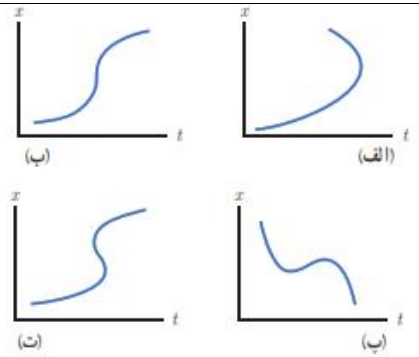
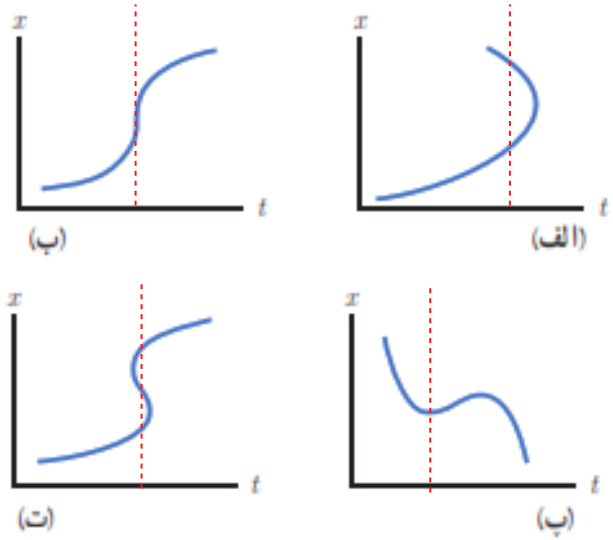
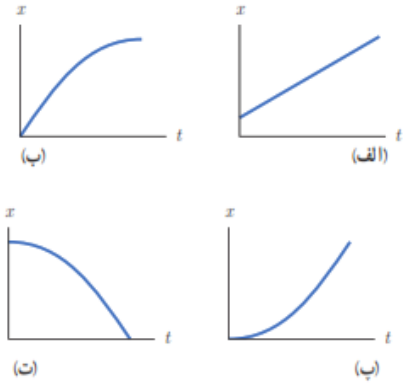
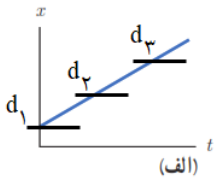
پ)

$$V_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000m}{250s} = 4\,\frac{m}{s}$$

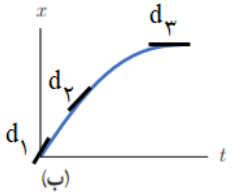
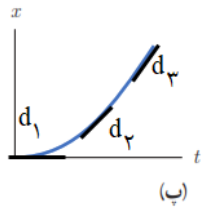
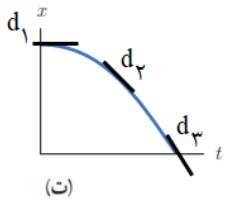
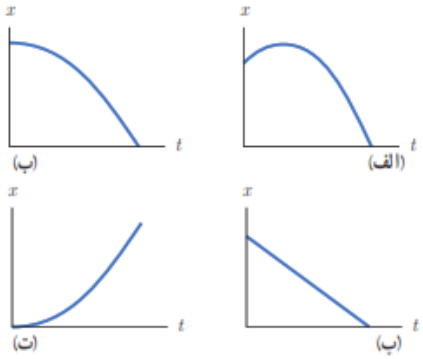
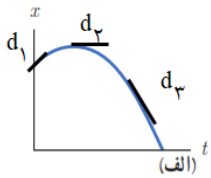
ت)

$$V_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500-1000)m}{500s} = 3\,\frac{m}{s}$$

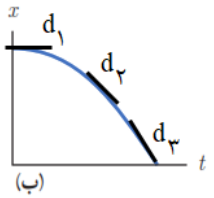
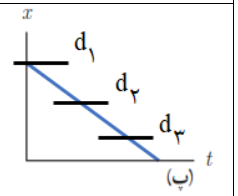
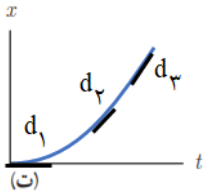
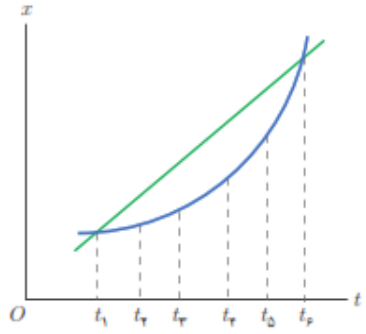
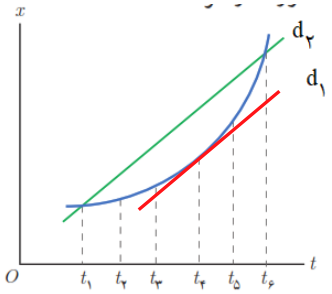
@physicsjeiroodi

		ث) $V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{(۲۵۰\circ-\circ)m}{۱۰۰\circ s}=۲/۵\frac{m}{s}$
۱۹	**ب.** 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	**ب.** 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.

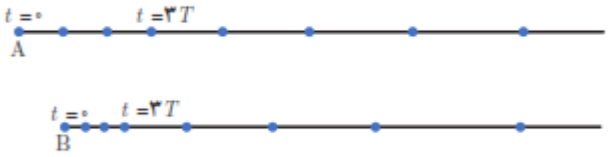
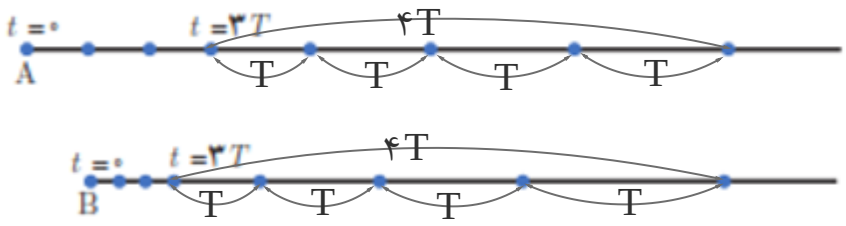
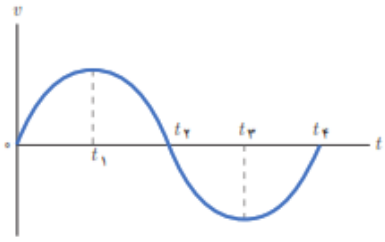
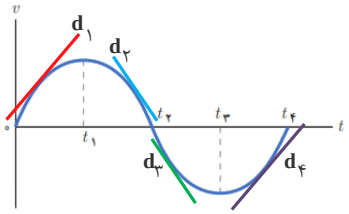
@physicsjeiroodi

			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

@physicsjeiroodi

		افزایش می یابد. در این بازه شتاب در خلاف جهت محور x می باشد.  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

@physicsjeiroodi

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) 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 $t=۰\,s$ و $t=۲\,s$ 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. 	دربازه 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 دربازه 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.

@physicsjeiroodi

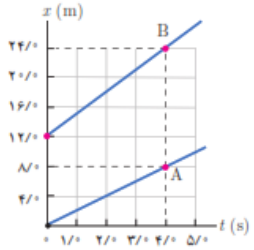
@physicsjeiroodi

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 $V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۸(m) - ۰}{۴s} = ۲\frac{m}{s}$

$$x = vt + x_۰ \rightarrow \begin{cases} x_B = ۳t + ۱۲ \\ x_A = ۲t + ۰ \end{cases}$$

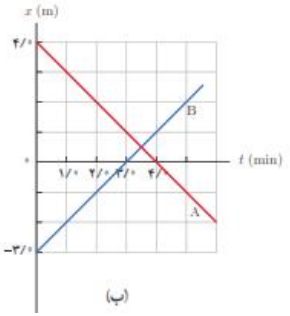
۲۷

تمرین ۱ـ۷

شکل الف، مکان دو کفش‌دوزک A و B را که در راستای محور x حرکت می‌کنند در لحظهٔ $t = ۰s$ 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.

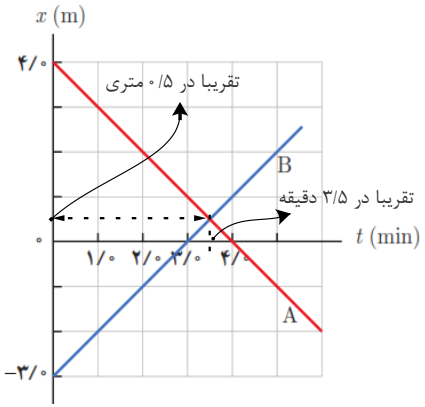
ب) با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان، زمان و مکان هم‌رسی کفش‌دوزک‌ها را پیدا کنید.



(ب)

(الف)

الف)



ب)

$$V_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰(m) - ۴(m)}{۴\,min} = -۱\frac{m}{min}$$

$$V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰\,m - (-۳)\,m}{۳\,min} = ۱\frac{m}{min}$$

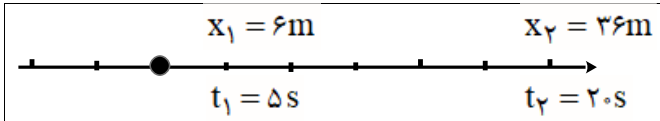
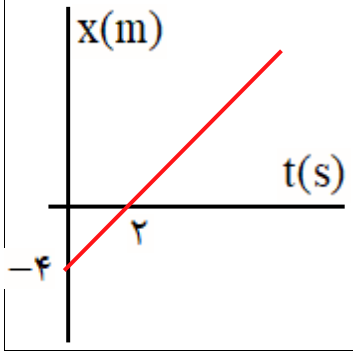
$$x = vt + x_۰ \rightarrow \begin{cases} x_A = -۱(m/min)t + ۴m \\ x_B = ۱(m/min)t - ۳m \end{cases}$$

$$x_A = x_B \rightarrow -۱(m/min)t + ۴m = ۱(m/min)t - ۳m \rightarrow$$

$$۲t = ۷\,min \rightarrow t = ۳/۵\,min$$

$$x_A = -۱(m/min) \times ۳/۵\,min + ۴m = ۰/۵m$$

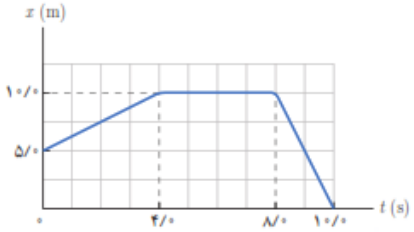
@physicsjeiroodi

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

@physicsjeiroodi

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)

$$d = (\text{۱۰m} - \text{۵m})_{\Delta t_۱ = ۴s} + (\text{۱۰m} - \text{۱۰m})_{\Delta t_۲ = ۴s} + (\text{۰m} - \text{۱۰m})_{\Delta t_۳ = ۲s} = -\text{۵m}$$

$$s = \left|(\text{۱۰m} - \text{۵m})_{\Delta t_۱ = ۴s}\right| + \left|(\text{۱۰m} - \text{۱۰m})_{\Delta t_۲ = ۴s}\right| + \left|(\text{۰m} - \text{۱۰m})_{\Delta t_۳ = ۲s}\right| = \text{۱۵m}$$

ب)

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

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

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

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

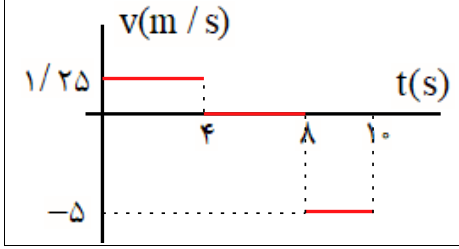
پ)

$$x_۱ = v_۱ t + x_۰ \rightarrow x_۱ = \text{۱/۲۵}(\frac{m}{s})t + \text{۵m}$$

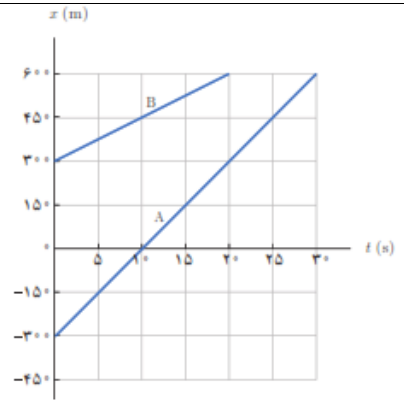
$$x_۲ = v_۲ t + x_۱ \rightarrow x_۲ = \text{۰}(\frac{m}{s})t + \text{۱۰m} = \text{۱۰m}$$

$$x_۳ = v_۳ t + x_۲ \rightarrow x_۳ = -\text{۵}(\frac{m}{s})t' + \text{۱۰m}$$

ت)



@physicsjeiroodi

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. $\Delta t = \frac{۰/۲۴s}{۲} = ۰/۱۲s$ $\Delta x = v\Delta t = ۳ \times ۱۰^۸(\frac{m}{s}) \times ۰/۱۲s = ۳/۶ \times ۱۰^۷ m$

@physicsjeiroodi

@physicsjeiroodi

۳۲

تمرین ۱ـ۸

معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند در SI به‌صورت $v=-۱/۸t+۲/۲$ است.

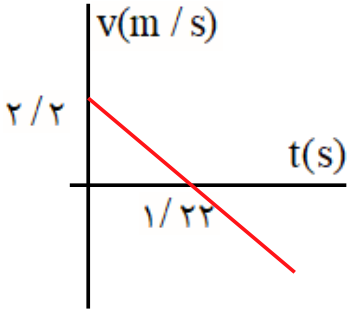
الف) سرعت متحرک در لحظهٔ $t=۴/۰s$ چقدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا $t=۴/۰s$ چقدر است؟ پ) نمودار سرعت ـ زمان این متحرک را رسم کنید.

$$v=-۱/۸(m/s)\times ۴s+۲/۲(m/s)=-۵(m/s)$$

$$\left.\begin{array}{l} t=۰\rightarrow v_{۰}=۲/۲(m/s) \\ t=۴s\rightarrow v=-۵(m/s) \end{array}\right\}\rightarrow v_{av}=\frac{v+v_{۰}}{۲}$$

$$v_{av}=\frac{-۵(m/s)+۲/۲(m/s)}{۲}=-۱/۴(m/s)$$

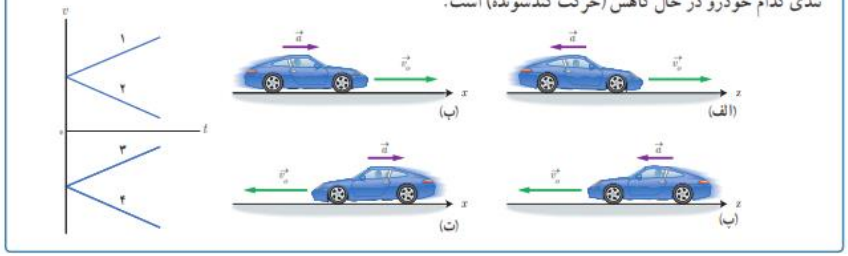
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\rightarrow \Delta x=-۱/۴(m/s)\times ۴s=-۵/۶m$$



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.



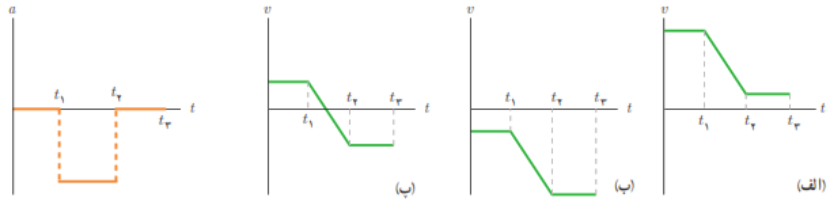
الف) تندی متحرک شکل الف در حال کاهش است. $\left.\begin{array}{l} v>۰ \\ a<۰ \end{array}\right\}\rightarrow (۲)$

ب) تندی متحرک شکل ب در حال افزایش است. $\left.\begin{array}{l} v>۰ \\ a>۰ \end{array}\right\}\rightarrow (۱)$

پ) تندی متحرک شکل پ در حال افزایش است. $\left.\begin{array}{l} v<۰ \\ a<۰ \end{array}\right\}\rightarrow (۴)$

ت) تندی متحرک شکل ت در حال کاهش است. $\left.\begin{array}{l} v<۰ \\ a>۰ \end{array}\right\}\rightarrow (۳)$

@physicsjeiroodi

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.

@physicsjeiroodi

۳۶

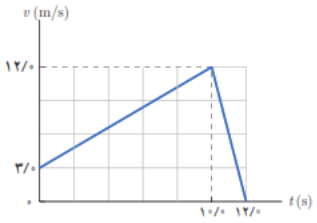
تمرین ۱ـ۱۰

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.

$$s = s_1 + s_2 =$$

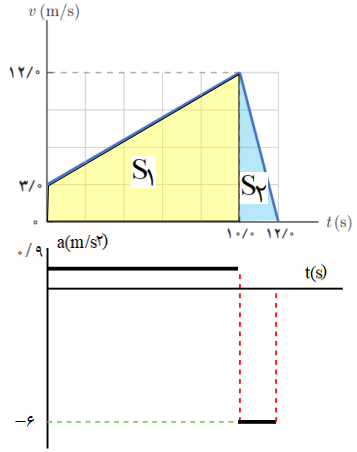
$$= \left(\frac{۳(m/s)+۱۲(m/s)}{۲}\right)\times ۱۰s + \frac{۱}{۲}\times ۱۲(m/s)\times ۲s$$

$$= ۸۷m$$

ب) $\Delta x = s = ۸۷m$

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

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



۳۷

تمرین ۱ـ۱۱

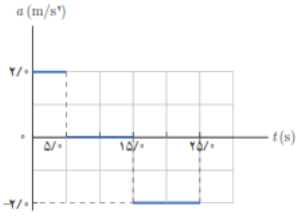
شکل مقابل نمودار شتاب ـ زمان یک ماشین اسباب بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با فرض $x_0 = ۰$ و $v_0 = ۰$، در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۵/۰s،

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) $v = at + v_0$

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

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

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

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

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

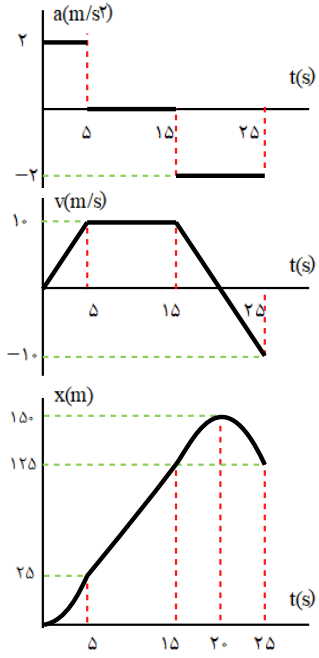
مکان ماشین را ابتدا در لحظه ی که سرعت صفر است را بدست می آوریم.

$$v = at + v_0$$

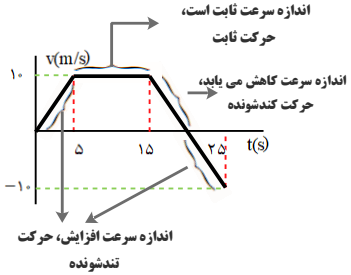
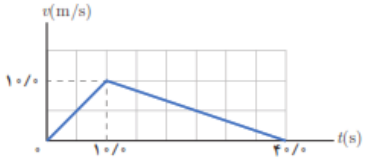
$$-۲(m/s^۲)\Delta t + ۱۰m/s = ۰ \rightarrow \Delta t = ۵s$$

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

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



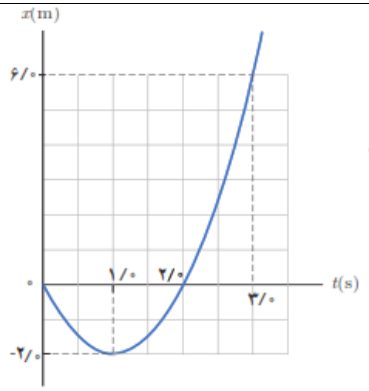
@physicsjeiroodi

		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؟  	$a_۱=\frac{۱۰m/s}{۱۰s}=۱m/s^۲$ $\xrightarrow{\Delta t=۵s} v_۱=a_۱t+v_۰=۱m/s^۲\times ۵s=۵m/s$ $v_{۱av}=\frac{v_۱+v_۲}{۲}=\frac{۵m/s+۰}{۲}=۲/۵m/s$ $a_۲=\frac{۰-۱۰m/s}{۴۰s-۱۰s}=\frac{-۱}{۳}m/s^۲$ $\begin{cases}\xrightarrow{\Delta t=۱۵s} v_۲=a_۲\Delta t+v_۱=\frac{-۱}{۳}m/s^۲\times ۱۵s+۱۰m/s=۵m/s\\ v_{۲av}=\frac{v_۳+v_۲}{۲}=\frac{۵m/s+۰}{۲}=۲/۵m/s\end{cases}$ $\frac{V_{۱av}}{V_{۲av}}=۱$

@physicsjeiroodi

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 $t=۳/۰s$ پیدا کنید.

پ) 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.

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

$$v_۰=-۴m/s$$

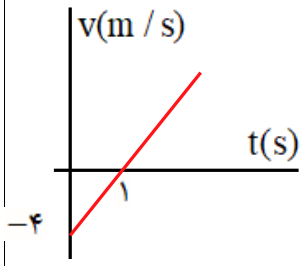
$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\rightarrow x=۲t^۲-۴t$$

پ)

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

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

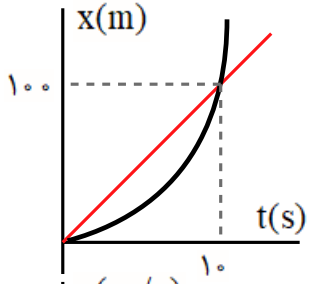
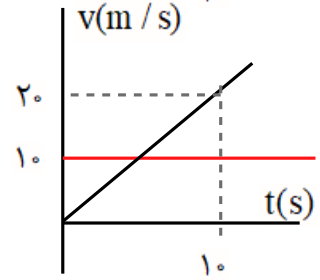
ت)



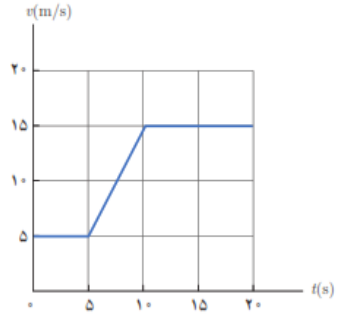
$$v=at+v_۰\rightarrow v=۴t-۴$$

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

@physicsjeiroodi

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) 

@physicsjeiroodi

۴۲	**۳۳.** 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 $t=۳s$ ، $t=۸s$ ، $t=۱۱s$ 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 $t_۱=۱۱s$ تا $t_۲=۲۰s$ خودرو چقدر جابه‌جا شده است؟ ت) سرعت متوسط خودرو در بازه‌های $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۱s$ و $t_۱=۱۱s$ تا $t_۲=۲۰s$ را به‌دست آورید. 	الف) شتاب در لحظات $t=۱۵s, t=۱۱s, t=۳s$ بعلت ثابت بودن سرعت، برابر صفر است. $t=۸s \rightarrow a=\frac{۱۵(m/s)-۵(m/s)}{۱۰s-۵s}=۲\left(m/s^۲\right)$ ب) $a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱} \rightarrow a_{av}=\frac{۱۵(m/s)-۵(m/s)}{۲۰s-۰s}=۰/۵\left(m/s^۲\right)$ 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) $\left.\begin{matrix}t_۱=۵s\\t_۲=۱۱s\end{matrix}\right\} \rightarrow v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۶۵m}{۱۱s-۵s}=۱۰/۸۳m/s$ $\left.\begin{matrix}t_۲=۱۱s\\t_۳=۲۰s\end{matrix}\right\} \rightarrow \left.\begin{matrix}t_۱=۵s\\t_۲=۱۱s\end{matrix}\right\} \rightarrow v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۱۳۵m}{۲۰s-۱۱s}=۱۵m$

@physicsjeiroodi

راهنمای حل

فصل ۲ فیزیک دوازدهم
رشته علوم تجربی
منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان

@Schoolphysics

گروه فیزیک استان گیلان

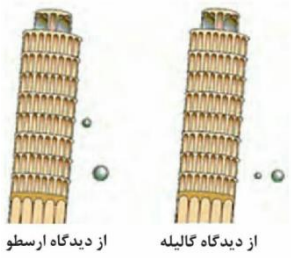
@physicsjeiroodi

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

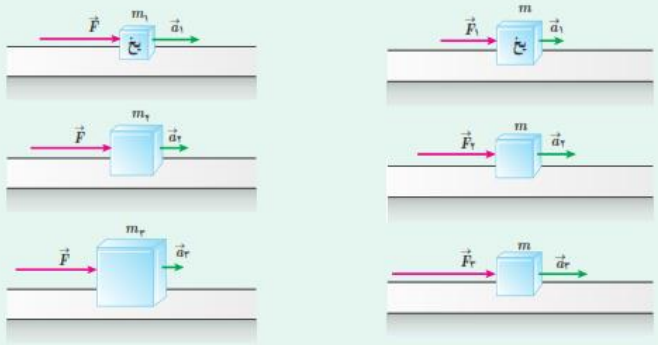
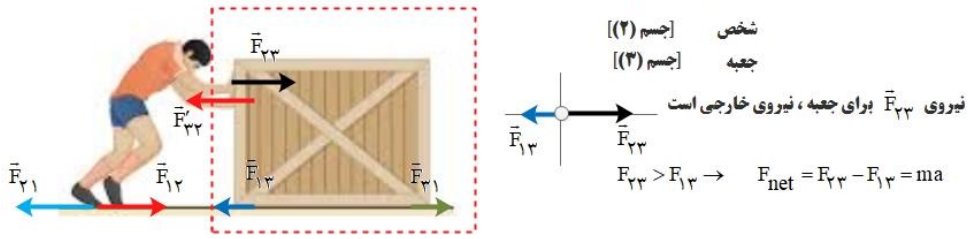
@physicsjeiroodi

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

@physicsjeiroodi

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.	گالیله درسال ۱۵۸۹ دستگاهی ساخت که ثابت می کرد که وقتی که دو جسم با اندازه و وزن های مختلف از یک ارتفاع رها می شوند، زمان رسیدن هر دو جسم به زمین یکسان است. این گفته با آنچه که انسان ها باور داشته اند و در آن زمان درس گرفته بودند، مغایرت داشت. ارسطو کسی بود که این نظریه را ارائه داده بود که اجسامی با وزن بیشترسریع تر از اجسام سبک تر به زمین می‌رسند. گالیله برای اثبات حرف خود یک توپ ۴۵۳ گرمی و یک توپ ۴۵۳۰ گرمی را از بالای برج پیزا رها کرد. جمعیت کثیری از انسان ها وجود داشتند که آزمایش گالیله و در نتیجه رسیدن همزمان این دو جسم در یک زمان را به چشم خود دیدند و شهادت دادند. با این آزمایش نظریه قبلی ارسطو رد شد.  **نمونه هایی از آزمایش های ذهنی گالیله که بهتر است در این زمینه دانش آموزان تحقیق کنند.** **قانون آونگ گالیله - قاصد آسمان - نظریه خورشید محور و زمین محور - آزماش گالیله و سطح شیبدار**

@physicsjeiroodi

۴	**پرسش ۲-۳** 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 ۲-۴** 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. **در شکل های سمت چپ:** با ثابت ماندن اندازه نیرو و افزایش جرم جسم، مقدار شتاب جسم کاهش می یابد.
۶	**پرسش ۲-۵** 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؟	سطح زمین [جسم (۱)] شخص [جسم (۲)] جعبه [جسم (۳)] نیروی $\vec{F}_{۲۳}$ برای جعبه، نیروی خارجی است $F_{۲۳} > F_{۱۳} \rightarrow \quad F_{net} = F_{۲۳} - F_{۱۳} = ma$  هنگامی‌که نیروی افقی که شخص به جعبه وارد می کند بیشتر از نیروی افقی که زمین به جعبه وارد کند، باشد. جعبه حرکت می کند.

@physicsjeiroodi

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. ($g_{\text{زمین}} = ۹/۸\text{N/kg}$ ، $g_{\text{ماه}} = ۱/۶\text{N/kg}$ ، $g_{\text{مریخ}} = ۳/۷\text{N/kg}$)

$$W=mg_{\text{زمین}} \rightarrow W_۱ = (۰/۱\,\text{kg})(۹/۸\,\tfrac{\text{N}}{\text{kg}}) = ۰/۹۸\,\text{N}$$

$$W=mg_{\text{ماه}} \rightarrow W_۲ = (۰/۱\,\text{kg})(۱/۶\,\tfrac{\text{N}}{\text{kg}}) = ۰/۱۶\,\text{N}$$

$$W=mg_{\text{مریخ}} \rightarrow W_۳ = (۰/۱\,\text{kg})(۳/۷\,\tfrac{\text{N}}{\text{kg}}) = ۰/۳۷\,\text{N}$$

$$W_۱ > W_۳ > W_۲$$

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.

$$a = g - \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D = ۰} a = g$$

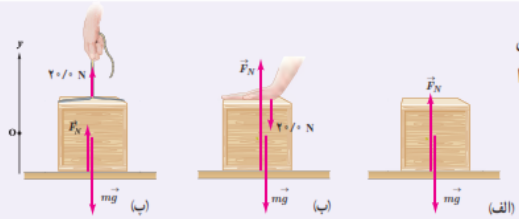
$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲g\Delta y \rightarrow V^۲ - ۰ = ۲gh \rightarrow V = \sqrt{۲gh}$$

با صرفنظر از مقاومت هوا، 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) $F_N = mg = ۴\text{kg} \times ۹/۸\text{N/kg} = ۳۹/۲\text{N}$

ب) $F_N = mg + F' = ۴\text{kg} \times ۹/۸\text{N/kg} + ۲۰\text{N} = ۵۹/۲\text{N}$

پ) $F_N + F' = mg \rightarrow F_N + ۲۰\text{N} = ۴\text{kg} \times ۹/۸\text{N/kg}$

$F_N = ۳۹/۲\text{N} - ۲۰\text{N} = ۱۹/۲\text{N}$

۱۰

پرسش ۲ـ۶

در مثال ۲ـ۶، در هر یک از حالت‌های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید.

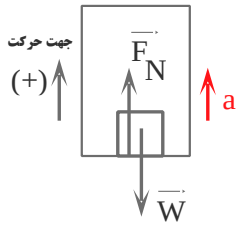
الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.

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)

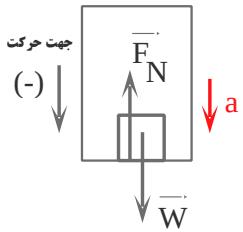
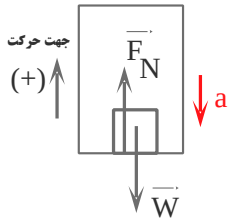
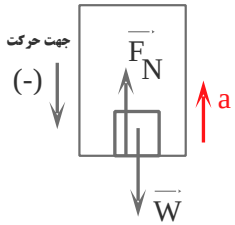


$F_N - mg = ma$

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

در این حالت ترازو، عددی بزرگ تر از اندازه ی وزن را نشان می دهد.

@physicsjeiroodi

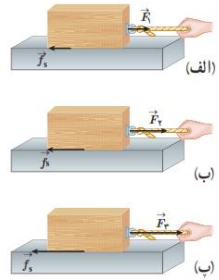
		ب)  $F_N - mg = -ma$ $\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$ در این حالت ترازو، عددی کوچکتری از اندازه ی وزن را نشان می دهد. پ)  $F_N - mg = -ma$ $\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$ در این حالت ترازو، عددی کوچکتری از اندازه ی وزن را نشان می دهد. ت)  $F_N - mg = ma$ $\rightarrow F_N = m(g+a) \rightarrow F_N > mg$ در این حالت ترازو، عددی بیشتر از اندازه ی وزن را نشان می دهد.
۱۱	**پرسش ۲–۷** 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.

@physicsjeiroodi

۱۲

تمرین ۲–۴

اگر در شکل ۲–۱۲، 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)

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

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

$$\rightarrow F_3 - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F_3 = f_{s,max} = 16N$$

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 ۲–۱: 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.

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

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

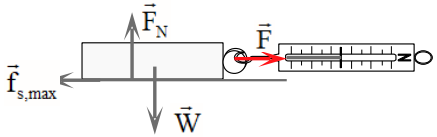
فعالیت ۲–۲

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

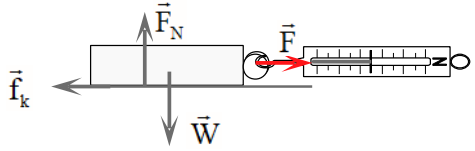
وسایل لازم: نیروسنج- قطعه های چوبی مختلف – ترازو

شرح آزمایش:

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



@physicsjeiroodi

		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: نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با مقدار نیروی عمودی از طرف سطح به جسم رابطه مستقیم دارد و با تقسیم این نیرو بر وزن عدد ثابتی بدست می آید.
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 می‌کشیم تا حرکت کند. در بازه زمانی که قطعه چوب با سرعت ثابت در حال حرکت است، اندازه ی نیروی که نیروسنج نشان می‌دهد 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 می‌کنیم. و سعی می کنیم با سرعت ثابت با نیروسنج قطعه چوب را بکشیم. عددی که نیروسنج نشان می‌دهد 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؟	$F - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$ $\rightarrow F = f_{s,max} = 0/6 \times 75kg \times 9/8N/kg = 441N$

@physicsjeiroodi

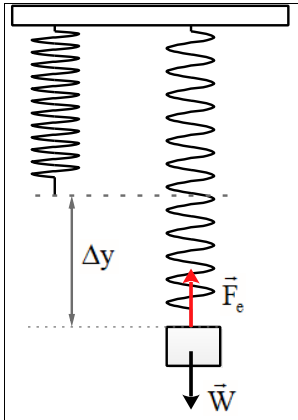
۱۷

فعالیت۲ـ۴

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 می‌کنیم. 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، وزنه‌ای با جرم مشخص آویزان می‌نمایم. 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.

$$F_e = w \rightarrow k\Delta y = mg \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta y}$$

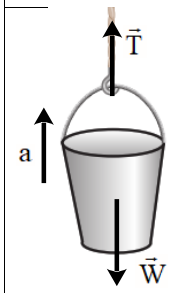
سپس در چندین نوبت فنرهای مختلف را مطابق شکل آزمایش کرده و هر بار با توجه به رابطه $k = \frac{mg}{\Delta y}$ مقدار K را بدست می آوریم.

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 می‌کشد. اگر شتاب رو به بالای سطل ۱/۲m/s² باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟



$$T - mg = ma$$

$$T - ۱۶kg \times ۹/۸N/kg = ۱۰۰kg \times ۱/۲N/kg$$

$$T = ۱۵۶/۸N + ۱۲۰N = ۱۷۶/۸N$$

@physicsjeiroodi

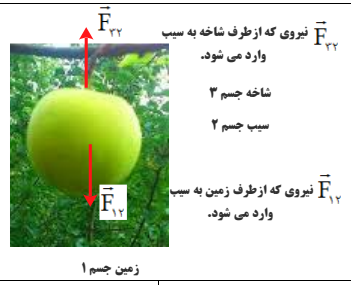
۲–۱ و ۲–۲ قوانین حرکت نیوتون و معرفی برخی از نیروهای خاص

۱۹

I. سیبی را در نظر بگیرید که به شاخهٔ درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می‌شود.

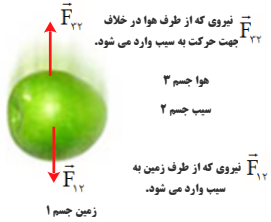
الف) با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جداشدن از درخت نشان دهید. ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می‌شود؟

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	واکنش
نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.
نیروی که از طرف هوا به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به هوا وارد می شود.

۲۰

II. 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.

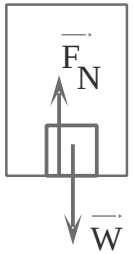
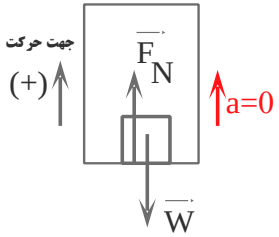
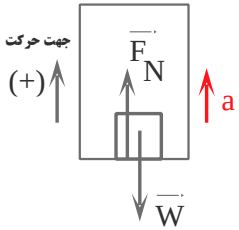
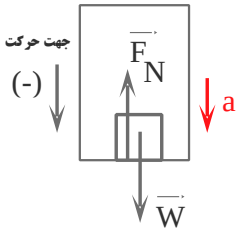
الف) علت این پدیده‌ها را توضیح دهید. ب) نقش کمربند ایمنی و کیسهٔ هوا در کم‌شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید.

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.

@physicsjeiroodi

		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=۹/۸۰N/kg) الف) آسانسور ساکن است. ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند. پ) آسانسور با شتاب ۱/۲m/s^2 به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. ت) آسانسور با شتاب ۱/۲m/s^2 به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.	الف) $F_N - mg = 0 \rightarrow F_N = mg$ $\rightarrow F_N = 50kg \times 9/8N/kg = 490N$  ب) $F_N - mg = ma = 0 \rightarrow F_N = mg$ $\rightarrow F_N = 50kg \times 9/8N/kg = 490N$  پ) $F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g+a)$ $F_N = 50kg(9/8N/kg + 1/2N/kg)$ $F_N = 550N$  ت) $F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g-a)$ $F_N = 50kg(9/8N/kg - 1/2N/kg)$ $F_N = 430N$ 

@physicsjeiroodi

۲۲

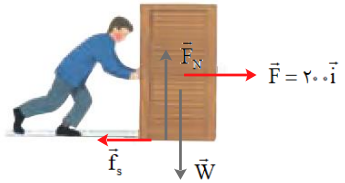
۴۸. در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی ۲۰۰N جسم ۹۰/۰ کیلوگرمی را هُل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی ۳۰۰N جسم را هُل می‌دهد، جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد.

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؟

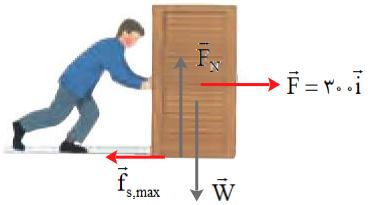
الف) جسم ساکن است.



$$F - f_s = ۰$$

$$\rightarrow f_s = F = ۲۰۰N$$

ب) جسم در آستانه حرکت است.

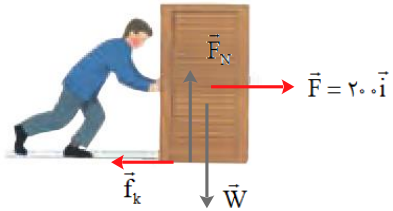


$$F - f_{s,max} = ۰$$

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

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

پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.



$$F - f_k = ma$$

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

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

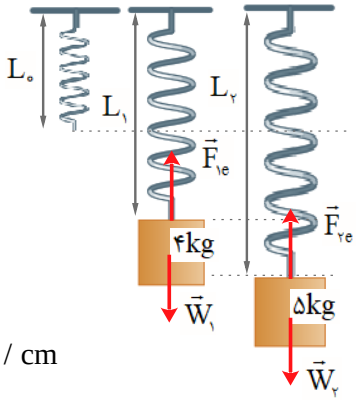
@physicsjeiroodi

۲۳

۲۳. 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

۲۴. 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. $\vec{f}'$

@physicsjeiroodi

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)

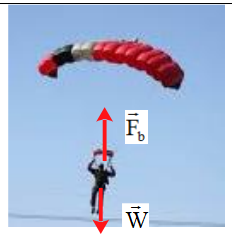
کنش	واکنش
نیروی که زمین به کشتی وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که کشتی به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به کشتی وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف کشتی به آب وارد می شود. $\vec{F}'_b$
نیروی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا به سطح کشتی وارد می شود. $\vec{f}$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

@physicsjeiroodi

ت)



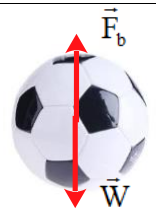
کنش	واکنش
نیروی که زمین به چترباز وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که چترباز به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا به چترباز وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف چترباز به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}_b'$

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. $\vec{f}'$

@physicsjeiroodi

ج)



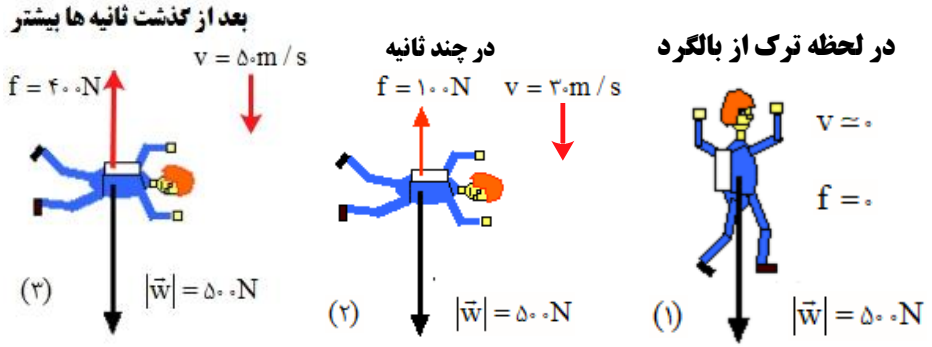
قبل از برخورد:

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:

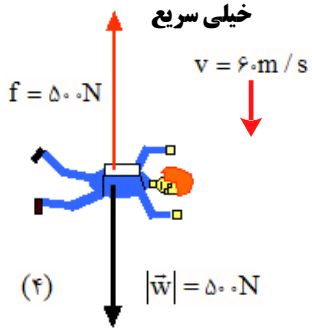
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا رو به پایین به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

@physicsjeiroodi

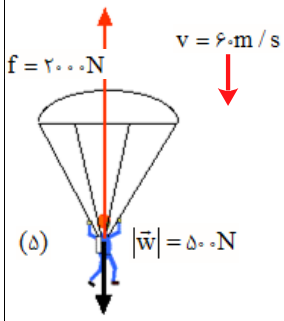
۲۵	**۷.** راننده خودرویی که با سرعت $72/0 km/h$ در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می کند و خودرو پس از طی مسافت $20/0 m$ متوقف می‌شود. الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟ ب) از لحظهٔ ترمز تا توقف کامل خودرو، چقدر طول می کشد؟ پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟ جرم خودرو را $1200 kg$ بگیرید.	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) $v = at + v_0 \rightarrow 0 = -10(m/s^2)t + 20 m/s \rightarrow t = 2s$ پ) $F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = -10(m/s^2) \times 1200 kg \rightarrow f_k = 12000 N$
۲۶	**۸.** چتربازی 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.

@physicsjeiroodi

خیلی سریع

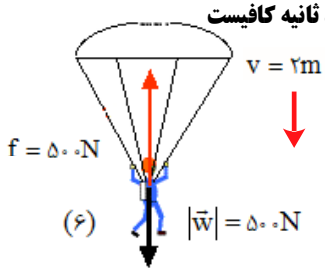


باز کرد چتر

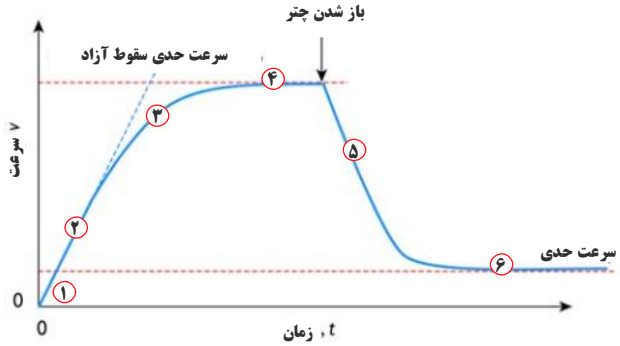


در این حالت چترباز چتر را باز می کند. که باعث افزایش نیروی مقاومت هوا خواهد شد.

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.



@physicsjeiroodi

۲۷

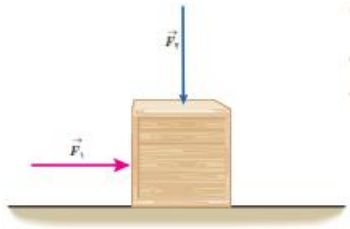
۹. در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی ۲۰/۰N بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_2$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

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

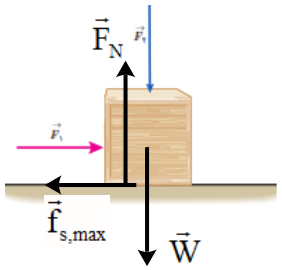


الف)

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

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

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.

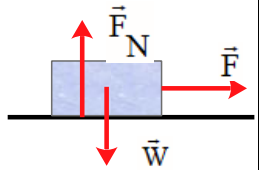
پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.

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

الف)

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

$$\rightarrow \quad F = (5/0\,kg)(2\frac{m}{s^2}) = 10\,N$$



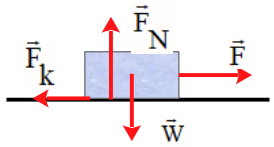
ب)

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

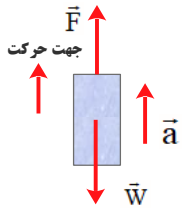
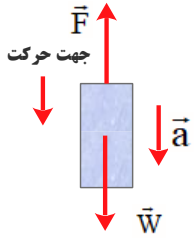
$$\rightarrow \quad F - \mu_k W = ma$$

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

$$\rightarrow \quad F - (9/8\,N) = 10\,N \quad \rightarrow \quad F = 19/8\,N$$



@physicsjeiroodi

		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. $V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x$ $0 - (10\frac{m}{s})^2 = 2(-1/96N/kg)\Delta x \rightarrow \Delta x = 25/51m$

@physicsjeiroodi

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.

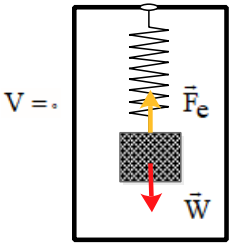
الف) آسانسور ساکن است.

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.

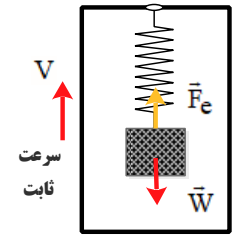
ت) آسانسور با شتاب ثابت ۰/۲m/s² از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.

الف)



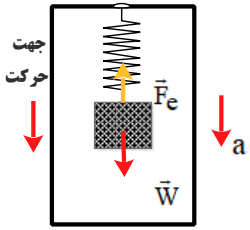
$$F-mg=۰\rightarrow k\Delta L=mg$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۱-۱۲cm)=۲kg\times(۹/۸N/kg)$$
$$\rightarrow L_۱=۱۲/۹۸cm$$

ب)



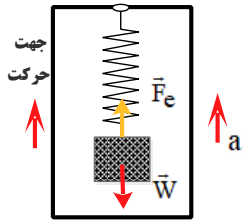
$$F-mg=۰\rightarrow k\Delta L=mg$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۲-۱۲cm)=۲kg\times(۹/۸N/kg)$$
$$\rightarrow L_۲=۱۲/۹۸cm$$

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)



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

@physicsjeiroodi

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؟

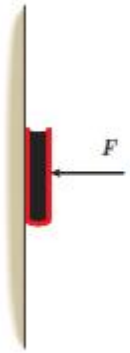
ب) اگر خودرو با شتاب ثابت ۲/۰m/s^۲ به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟

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.

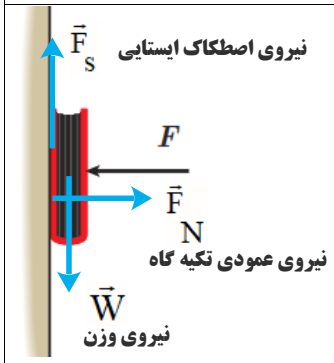


الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

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؟

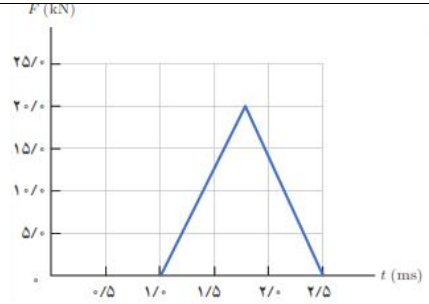
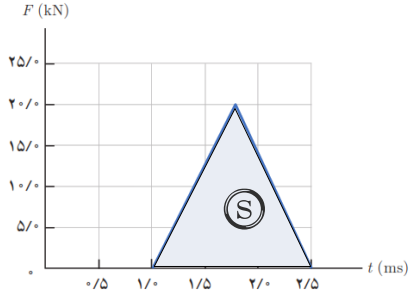
الف)



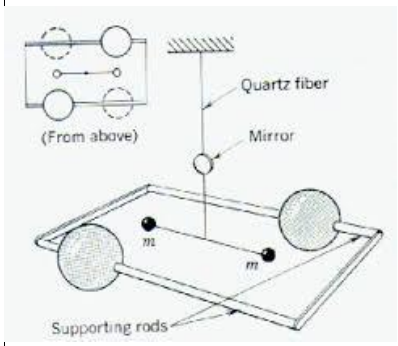
ب)
$$mg - f_s = ma = ۰ \rightarrow f_s = mg$$
$$\rightarrow f_s = ۲/۵kg \times ۹/۸N/kg = ۲۴/۵N$$

پ) خیر – نیروی اصطکاک تغییری نمی کند.
$$F_N - F = ۰ \rightarrow F = F_N$$

@physicsjeiroodi

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 ۰/۰۶۰۰s 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 پیسبالی که با جوب پیسبال به آن ضربه زده شده است، نشان می‌دهد. تغییر تکانهٔ توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را به دست آورید.  	$S_{(F-t)}=\Delta P$ $S_{(F-t)}=\frac{1}{2}(2/5s-1s)\times10^{-3}\times20\times10^{3}N$ $s_{(F-t)}=\Delta P=15N.s$ $\bar{F}=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{15N.s}{1/5\times10^{-3}s}=10000N$ 

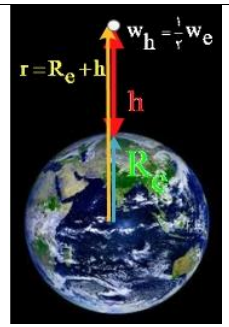
@physicsjeiroodi

	۲ـ۴ نیروی گرانشی	
۳۷	**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 و 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

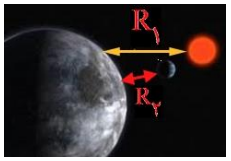
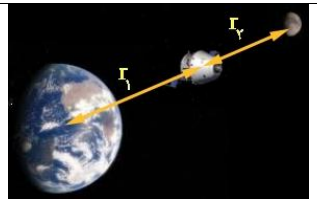
@physicsjeiroodi

		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.
۳۸	**تمرین ۲ــ ۸** نشان دهید که شتاب گرانشی در سطح زمین از رابطهٔ $g=G\frac{M_e}{R_e^2}$ به‌دست می‌آید.	$\left.\begin{matrix}F=G\frac{M_em}{r^2}\\F=mg_h\end{matrix}\right\}\rightarrow G\frac{M_em}{r^2}=mg_h\rightarrow g_h=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$ $\rightarrow g_h=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}\xrightarrow{h=0}g_0=G\frac{GM_e}{R_e^2}$
۳۹	**تمرین ۲ــ ۹** تلسکوپ فضایی هابل در ارتفاع تقریبی ۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. الف) شتاب گرانشی در این فاصله چقدر است؟ ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟	الف) $\left.\begin{matrix}F=G\frac{M_em}{r^2}\\F=mg_h\end{matrix}\right\}\rightarrow G\frac{M_em}{r^2}=mg_h\rightarrow g_h=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$

@physicsjeiroodi

		$g_h = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\,Nm^۲/kg^۲ \times ۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\,kg}{\left(۶۴\times۱۰^{۵}\,m + ۶\times۱۰^{۵}\,m\right)^۲} = ۰/۸۱۴\times۱۰\,m/s^۲ = ۸/۱۴\,m/s^۲$ ب) $\frac{w_h}{w_{R_e}} = \frac{G\frac{M_e}{r^۲}}{G\frac{M_e}{R_e^{\,۲}}} = \left(\frac{R_e}{r}\right)^۲ \rightarrow \frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{۶۴۰۰\,km}{۷۰۰۰\,km}\right)^۲ = ۰/۸۲$
۴۰	۱۸. دو جسم در فاصلهٔ ۲۰/۰m از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $۱/۰۰\times۱۰^{-۸}N$، جذب می‌کنند. اگر جرم یکی از اجسام ۵۰/۰kg باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟	$F = G\frac{M_e m}{r^۲} \rightarrow ۱۰^{-۸}N = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\,Nm^۲/kg^۲ \times ۵۰kg\times m}{(۲m)^۲} \rightarrow m = ۱۱۹۹kg$
۴۱	۱۹. الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می‌رسد؟ ب) اگر جرم ماهواره‌ای ۲۵۰kg باشد، وزن آن در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟ $(M_e = ۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}kg$ و $R_e = ۶۴۰۰km)$	الف)  $\frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \rightarrow \frac{۱}{۲} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲$ $\rightarrow \sqrt{۲}R_e = R_e + h \rightarrow h = (\sqrt{۲} - ۱)R_e = ۰/۴۱R_e$ ب) $F = G\frac{M_e m}{r^۲}$ $F = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\,Nm^۲/kg^۲ \times ۲۵۰kg\times ۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\,kg}{(۳۶۰۰۰\times۱۰^{۳}\,m + ۶۴۰۰\times۱۰^{۳}\,m)^۲}$ $F = ۵۵/۴۶۷N$

@physicsjeiroodi

۴۲	**۴۰.** الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟ ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟ $M_{ماه}=۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg$ و $M_{خورشید}=۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg$ فاصلهٔ زمین تا خورشید = $۱۴۹/۶\times۱۰^{۶}km$ فاصلهٔ زمین تا ماه= $۳/۸۴\times۱۰^{۵}km$	الف)  $g_{R_{e1}}=\frac{GM_s}{R_1^2}=\frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^2/kg^2\times۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg}{(۱۴۹/۶\times۱۰^{۶}\times۱۰^{۳}m)^2}$ $g_{R_{e1}}=۵/۹۳\times۱۰^{-۳}N/kg$ ب) $\left.\begin{array}{l}F=G\frac{M_em}{r^2}\\F=mg_h\end{array}\right\}\rightarrow G\frac{M_em}{r^2}=mg_h\rightarrow g_h=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$ $g_{R_{e2}}=\frac{GM_m}{R_2^2}=\frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^2/kg^2\times۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg}{(۳/۸۴\times۱۰^{۵}\times۱۰^{۳}m)^2}=۳/۳۳\times۱۰^{-۵}N/kg$
۴۳	**۴۱.** الف) سفینه‌ای به جرم $۳/۰۰\times۱۰^{۴}kg$ 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؟ $M_{ماه}=۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg$ و $M_{خورشید}=۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg$ فاصلهٔ زمین تا خورشید = $۱۴۹/۶\times۱۰^{۶}km$ فاصلهٔ زمین تا ماه= $۳/۸۴\times۱۰^{۵}km$	الف)  $F_{em}=G\frac{M_em}{r_1^2}$ & $F_{mm}=G\frac{M_mm}{r_2^2}$ $F_{net}=G\frac{M_em}{r_1^2}-G\frac{M_mm}{r_2^2}=\frac{Gm}{r}(M_e-M_m)$ $r_1=r_2=r=\frac{1}{2}d=\frac{1}{2}\times۳/۸۴\times۱۰^{۵}km=۱/۹۲\times۱۰^{۸}m$ $F_{net}=\frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}Nm^2/kg^2\times۳\times۱۰^{۴}kg}{(۱/۹۲\times۱۰^{۸}m)^2}(۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}kg-۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}kg)$ $F_{net}=۳۲۰/۵۹N$ ب) $\left.\begin{array}{l}F_{net}=G\frac{M_em}{r_1^2}-G\frac{M_mm}{r_2^2}\\r_1+r_2=d\end{array}\right\}\rightarrow ۰=G\frac{M_em}{r_1^2}-G\frac{M_mm}{r_2^2}\rightarrow\frac{M_e}{r_1^2}=\frac{M_m}{r_2^2}$

@physicsjeiroodi

$\frac{M_e}{M_m}=\frac{r_1^2}{(d-r_1)^2}\rightarrow\frac{r_1}{(d-r_1)}=\sqrt{\frac{5/98\times10^{24}kg}{7/36\times10^{22}kg}}=9$ $\rightarrow\frac{r_1}{d-r_1}=9\rightarrow r_1=9d-9r_1\rightarrow r_1=0/9d=3/456\times10^{8}m$		

@physicsjeiroodi

راهنمای حل فصل ۳ فیزیک دوازدهم

رشته علوم و تجربی

منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان@Schoolphysics

@physicsjeiroodi

نوسان و موج			
	فعالیت / پرسش/تمرین / مسائل	صفحه کتاب درسی	صفحه pdf
	۳–۱ – نوسان دوره ای	۵۳	۱
۱	پرسش۳–۱	۵۴	۱
	۳–۲ حرکت هماهنگ ساده	۵۵	۱
۲	تمرین ۳–۱	۵۶	۱
۳	تمرین ۳–۲	۵۶	۲–۱
۴	فعالیت ۳–۲	۵۷	۲
۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱	۸۹	۲
۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲	۸۹	۳
۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳	۸۹	۳
۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴	۸۹	۳
۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۵	۸۹	۴
	۳–۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	۶۶	۴
۱۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۶	۸۹	۴
۱۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۷	۸۹	۵
۱۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۸	۸۹	۵
۱۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۹	۸۹	۶–۵
	۳–۴ تشدید	۶۰	۶
۱۴	فعالیت ۳–۳	۶۰	۶
۱۵	تمرین ۳–۳	۶۱	۷
۱۶	پرسش ۳–۲	۶۱	۷
۱۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۰	۸۹	۸
۱۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۱	۹۰	۸

@physicsjeiroodi

	۳–۵ موج و انواع آن	۶۱	۹
۱۹	پرسش ۳–۳	۶۲	۹
	۳–۶ مشخصه‌های موج	۶۲	
۲۰	پرسش ۳–۴	۶۵	۹
۲۱	تمرین ۳–۴	۶۶	۹
۲۲	پرسش ۳–۵	۶۷	۹–۱۰
۲۳	تمرین ۳–۵	۶۸	۱۰
۲۴	فعالیت ۳–۴	۶۸	۱۰
۲۵	فعالیت ۳–۵	۶۹	۱۱
۲۶	پرسش ۳–۶	۷۱	۱۱
۲۷	فعالیت ۳–۶	۷۱	۱۲
۲۸	تمرین ۳–۶	۷۲	۱۲–۱۳
۲۹	تمرین ۳–۷	۷۳	۱۳
۳۰	پرسش ۳–۷	۷۵	۱۳–۱۴
	۳ـ۵ و ۳ـ۶ موج و انواع آن، و مشخصه‌های موج		
۳۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۲	۹۰	۱۴
۳۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۳	۹۰	۱۴
۳۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۴	۹۰	۱۵
۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۵	۹۰	۱۵
۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۶	۹۰	۱۵
۳۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۷	۹۰	۱۵
۳۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۸	۹۱	۱۵–۱۶
۳۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۹	۹۱	۱۶
۳۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۰	۹۱	۱۶
۴۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۱	۹۱	۱۶

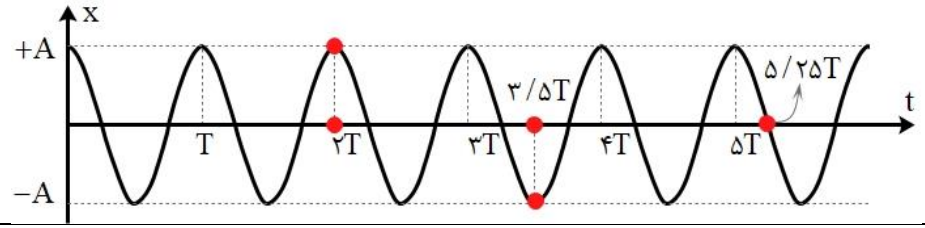
@physicsjeiroodi

۴۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۲	۹۱	۱۷
۴۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۳	۹۱	۱۷
۴۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۴	۹۱	۱۷
۴۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۵	۹۲	۱۸
۴۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۶	۹۲	۱۸
۴۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۷	۹۲	۱۸
۴۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۸	۹۲	۱۹
۴۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۹	۹۲	۱۹
۴۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۰	۹۲	۲۰
۵۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۱	۹۲	۲۰
۵۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۲	۹۲	۲۱
	۳–۷ بازتاب موج	۷۶	
۵۲	فعالیت ۳–۷	۷۸	۲۲
۵۳	فعالیت ۳–۸	۷۸	۲۳–۲۲
۵۴	فعالیت ۳–۹	۷۹	۲۳
۵۵	تمرین ۳–۸	۷۹	۲۳
۵۶	فعالیت ۳–۱۰	۸۰	۲۳
	۳ـ۷ بازتاب موج		
۵۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۳	۹۳	۲۴
۵۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۴	۹۳	۲۴
۵۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۵	۹۳	۲۴
۶۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۶	۹۳	۲۵
	۳–۸ شکست موج	۸۱	
۶۱	پرسش ۳–۸	۸۲	۲۶
۶۲	تمرین ۳–۹	۸۳	۲۶

@physicsjeiroodi

۶۳	تمرین ۳–۱۰	۸۴	۲۶
۶۴	پرسش ۳–۹	۸۴	۲۷
۶۵	پرسش ۳–۱۰	۸۶	۲۷
۶۶	فعالیت ۳–۱۱	۸۶	۲۸–۲۷
۶۷	تمرین ۳–۱۱	۸۸	۲۸
	۳ـ۸ شکست موج		
۶۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۷	۹۳	۲۸
۶۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۸	۹۳	۲۹
۷۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳۹	۹۳	۲۹
۷۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۰	۹۳	۲۹
۷۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۱	۹۴	۳۰
۷۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۲	۹۴	۳۰
۷۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۳	۹۴	۳۱
۷۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۴	۹۴	۳۱
۷۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۵	۹۴	۳۲–۳۱
۷۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴۶	۹۴	۳۲

@physicsjeiroodi

	۳ـ۱ نوسان دوره‌ای	
۱	**پرسش ۳ـ۱** بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۳ـ۲ چقدر است؟ دورهٔ تناوب ضربان قلب این شخص $\frac{۱}{۶۵}$ دقیقه، یا ۰/۹۲ ثانیه است. شکل ۳ـ۲ نمونه‌ای از نمودار الکتروقلب نگار[۱] (نوار قلب) یک شخص[۲]	$T=\frac{۱}{۶۵}\,min \rightarrow f=\frac{۱}{T}=\frac{۱}{۰/۹۲\,s}=۱/۰۸\,Hz$
	۳ـ۲ حرکت هماهنگ ساده	
۲	**تمرین ۳ـ۱** 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 $\omega=۲\pi/T$.	با توجه به آن چه در ریاضی خوانده ایم، داریم: $\cos\alpha=\cos x$ $x=۲k\pi\pm\alpha \qquad k\in\mathbb{Z}$ بنابراین:

@physicsjeiroodi

$$A\cos\omega t = A\cos\omega(t+T) \rightarrow \omega(t+T) = 2k\pi + \omega t$$

$$\omega t + \omega T = 2k\pi + \omega t \rightarrow \omega T = 2k\pi$$

$$\xrightarrow{k=1} \omega T = 2\pi \rightarrow \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$$

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.

$$\left(T\alpha\frac{1}{\sqrt{k}}\right)$$

۵

۳ـ۱ و ۳ـ۲ نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده

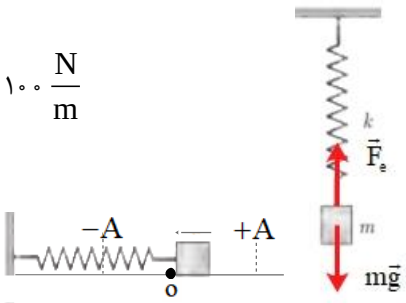
ا. یک وزنهٔ ۲۰N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰cm کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنهٔ ۵/۰N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان درمی‌آوریم. دورهٔ تناوب این نوسان چقدر است؟

$$mg = 20N, x = 0/2m$$

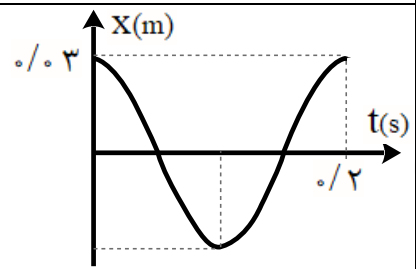
$$F_{net} = 0 \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{20N}{0/2m} = 100\frac{N}{m}$$

$$mg = 5N \Rightarrow m = \frac{5N}{9/8(N/kg)} \simeq 0/5kg$$

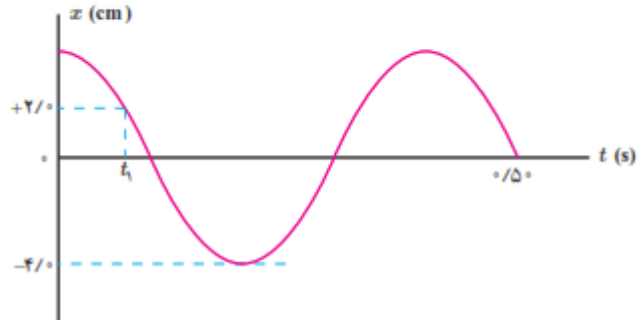
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\times 3/14\sqrt{\frac{0/5}{100}} \simeq 0/44s$$



@physicsjeiroodi

۶	**۶.** 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	**۷.** جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن $۱۶۰۰kg$ است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $۲/۰۰\times۱۰^{۴}N/m$ 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.	$m=\frac{۱۶۰۰}{۴}=۴۰۰kg$ $T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\times۳/۱۴\sqrt{\frac{۴۰۰kg}{۲\times۱۰^{۴}(N/m)}}=۰/۸۹s$ $f=\frac{۱}{T}=\frac{۱}{۰/۸۹s}\simeq۱/۱۲Hz$ $\omega=\sqrt{\frac{m}{k}}=\sqrt{\frac{۲\times۱۰^{۴}(N/m)}{۴۰۰kg}}=۷/۰۷\frac{rad}{s}$
۸	**۸.** دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $۳/۰\times۱۰^{-۲}m$ و بسامد آن $۵/۰Hz$ هرتز است. معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان ــ زمان آن را در یک دوره رسم کنید.	$A=۳\times۱۰^{-۲}=۰/۰۳m\quad,f=۵Hz\,,T=۰/۲s$ $\omega=۲\pi f=۲\pi\times۵(Hz)=۱۰\pi\left(\frac{rad}{s}\right)$ $x=(۰/۰۳m)\cos۱۰\pi t$ $T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۵Hz}=۰/۲s$ 

@physicsjeiroodi

۹	۵. نمودار مکان ــ زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است : الف) معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید. ب) مقدار t_1 را به‌دست آورید. پ) اندازهٔ شتاب نوسانگر را در لحظهٔ t_1 محاسبه کنید.  	الف) $A = ۰/۰۴\,m$ $\frac{۵T}{۴} = ۰/۵\,s \Rightarrow T = ۰/۴\,s \rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۴\,s} = ۵\pi\,\frac{rad}{s}$ $x = A\cos\omega t \Rightarrow x = (۰/۰۴\,m)\cos ۵\pi t$ ب) $A = ۰/۰۴\,m$ $x = A\cos\omega t \Rightarrow \frac{x}{A} = \cos\omega t \Rightarrow \frac{۲}{۴} = \cos ۵\pi t_1 \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \cos ۵\pi t_1$ $\cos\frac{\pi}{۳} = \cos ۵\pi t_1 \Rightarrow \frac{\pi}{۳} = ۵\pi t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{۱}{۱۵}\,s$ پ) $F = ma \quad , \lvert F\rvert = kx \Rightarrow ma = \lvert kx\rvert$ $(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^۲)$ $\Rightarrow ma = \lvert m\omega^۲ x\rvert \quad \Rightarrow a = \lvert\omega^۲ x\rvert = ۲۵\pi^۲ \times ۰/۰۲ \simeq ۵\,\frac{m}{s^۲}$
	۳ــ۳ 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، $۸/۰\times ۱۰^{-۲}\,J$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)	$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \quad , E = K + U$ $\frac{۱}{۲}kA^۲ = K + U$ $\frac{۱}{۲}\times(۷۴\,N/m)\times(۸\times ۱۰^{-۲}\,m)^۲ = K + (۸\times ۱۰^{-۲}\,J) \Rightarrow K = ۱۵/۶۸\times ۱۰^{-۲}\,J$

@physicsjeiroodi

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 $x=(۰/۰۵۰m)\cos ۲۰\pi t$ 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 جلوافتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟ ($g_{تهران}=۹/۸۰m/s^{۲}$ و $g_{استوا}=۹/۷۸m/s^{۲}$) 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.

@physicsjeiroodi

$T_{Ostova} = ۱/۰۰۱\, T_{Tehran}$

$\Delta T = T_{Ostova} - T_{Tehran} = ۰/۰۰۱ T_{Tehran} = ۰/۰۰۱ \times ۲۴h$

$\Delta T = ۰/۰۰۱ \times ۸۶۴۰۰s = ۸۶/۴s$

و به اندازه ۸۶/۴ s در استوا ساعت عقب می‌افتد.

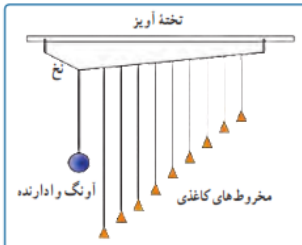
ب) با افزایش دما، طول افزایش می‌یابد. پس $L_۲ \rangle L_۱$

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \frac{\sqrt{L_۲}}{\sqrt{L_۱}} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \rangle ۱$$

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

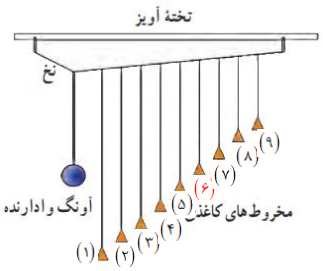
فعالیت ۳-۳



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 می کنید توضیح دهید.

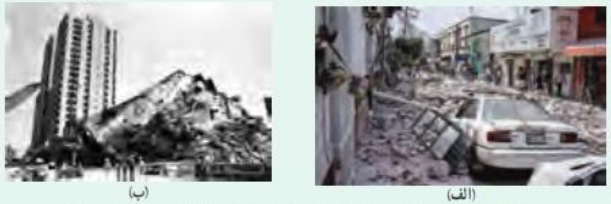
۱۴

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.

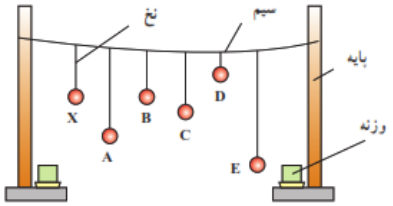


با توجه به شکل، طول آونگ ۶، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ ها شروع به نوسان می‌کنند. اما دامنه‌ی نوسان های آونگ ۶، به تدریج زیاد می‌شود زیرا $f_d = f_o$ است. بنابراین در آونگ ۶، تشدید صورت می‌گیرد.

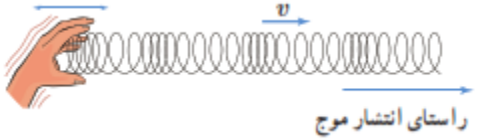
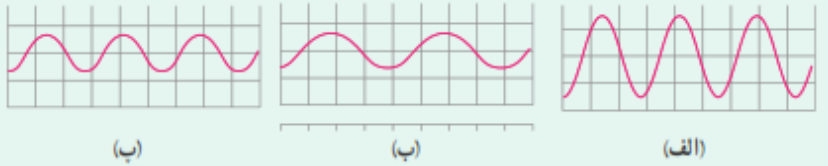
@physicsjeiroodi

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 بابرجا 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.

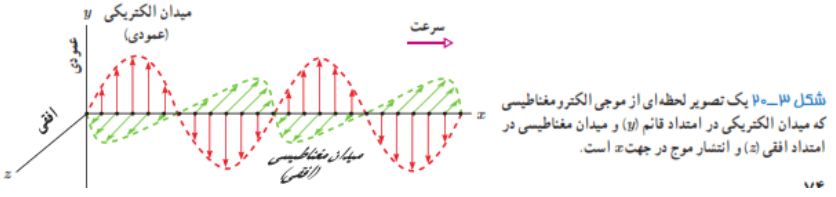
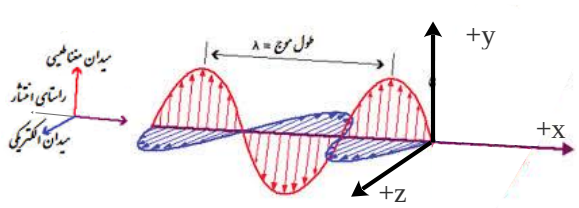
@physicsjeiroodi

	۳ـ۴ تشدید	
۱۷	۱۰. 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	۱۱. 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.

@physicsjeiroodi

	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.

@physicsjeiroodi

	 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.	
۲۳	**تمرین ۳-۵** طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{4}$ طول‌موج دریافتی است. اگر طول جنین آنتنی تقریباً برابر ۸/۵cm باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید.	$L=\frac{\lambda}{4}\rightarrow\lambda=4\times8/5\,cm=34\,cm$ $f=\frac{c}{\lambda}\rightarrow f=\frac{3\times10^{8}\,m/s}{0/34m}=8/82\times10^{8}\,Hz$
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.

@physicsjeiroodi

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 از بین 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.

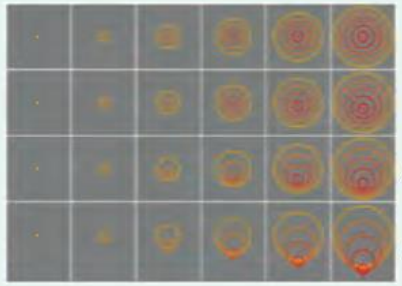
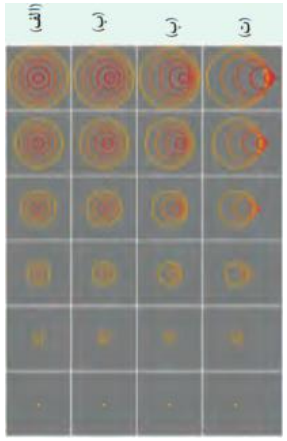
البته هامورنیـــک‌های غیـر از صـوت اصلی با بقیه تداخل می‌کنند و ما صوت مرکبی را می‌شنویم.

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

@physicsjeiroodi

		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. پشه‌ها و مگس ها برخلاف بقیه حشرات تنها دو بال دارند و بقیه حشرات ۴ بال دارند. گفتنی است، در پشه‌ها 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 بر ثانیه 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 بر 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 $\Delta T=\frac{\Delta x}{v_a}-\frac{\Delta x}{v_b}=\frac{(v_b-v_a)\Delta x}{v_a v_b}\rightarrow \Delta x=\frac{v_a v_b}{v_b-v_a}\Delta t$

@physicsjeiroodi

		$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a(15v_a)}{15v_a - v_a}\Delta t = \frac{15v_a}{14v_a}\Delta t = \frac{15\times 340 m/s}{14}\times 0/12 s = 43/7 m$
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؟	$\beta_1 = (10dB)\log(\frac{I_1}{I_0}) = (10dB)\log(I_1 - I_0)$ $\beta_2 = (10dB)\log(\frac{I_2}{I_0}) = (10dB)\log(I_2 - I_0)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(I_2 - I_1) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(\frac{I_2}{I_1})$ $\beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(\frac{100I_1}{I_1}) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(100) = (10dB)(2) = 20dB$
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

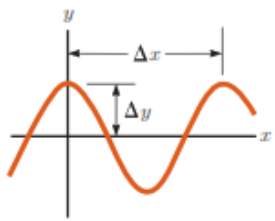
@physicsjeiroodi

		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.
	۳-۵ و ۳-۶ موج و انواع آن، و مشخصه‌های موج	
۳۱	**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.
۳۲	**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 $T/4$ 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 ۵/۰cm و تندی موج ۱۰cm/s باشد، بسامد موج را به‌دست آورید. پ) تعیین کنید موج در مدت $T/4$ چه مسافتی را پیموده است?	الف) ب) $\lambda=\frac{V}{f} \rightarrow 5/0\,cm=\frac{10\,\frac{cm}{s}}{f} \rightarrow f=2\,Hz$ پ) $L=\frac{\lambda}{4} \rightarrow L=\frac{5\,cm}{4}=1/25\,cm$

@physicsjeiroodi

۳۳

۱۴. در نمودار جابه‌جایی ـ مکانِ موج 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؟



$$\lambda = \Delta x = ۴۰/۰\ cm$$

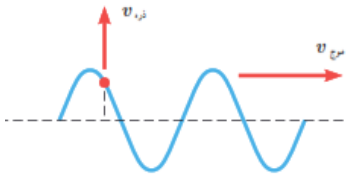
$$A = \Delta y = ۱۵/۰\ cm$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow ۴۰\times۱۰^{-۲}\ m = \frac{V}{۸\ Hz} \rightarrow V = ۳/۲\ \frac{m}{s}$$

$$T = \frac{۱}{f} \rightarrow T = \frac{۱}{۸}\ s = ۰/۱۲۵\ s$$

۳۴

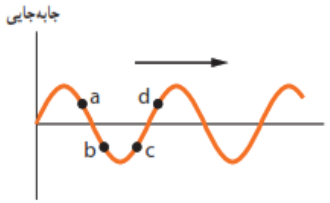
۱۵. شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی $v_{موج}$ به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندیِ ذرهٔ نشان داده شدهٔ ریسمان $v_{ذره}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.

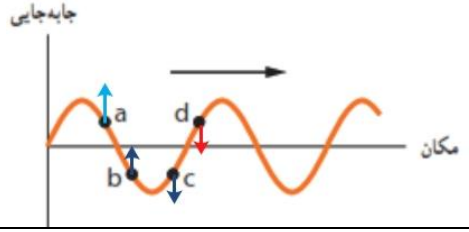


تندی انتشار موج (Vموج) به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد و از رابطه $V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید. هر ذره نیز با انتشار موج در محیط با تندی (Vذره) نوسان می‌کند که در نقاط مختلف متغیر است. در شکل داده شده Vذره بر Vموج عمود است.

۳۵

۱۷. 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؟





۳۶

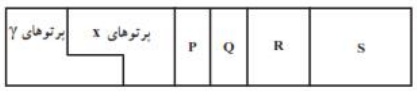
۱۷. سیمی با چگالی $۷/۸۰\,g/cm^۳$ و سطح مقطع $۰/۵۰\,mm^۲$ بین دو نقطه با نیروی $۱۵۶\ N$ کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.

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

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

۳۷

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



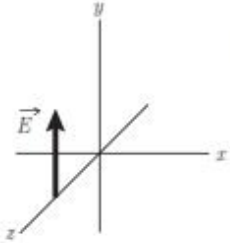
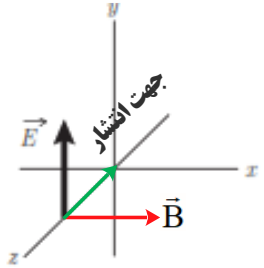
الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.

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

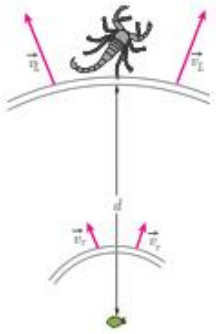
الف)

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

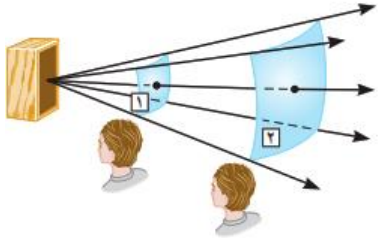
@physicsjeiroodi

		طول موج افزایش می یابد / **بسامد کاهش می یابد** ب) سرعت ثابت می‌ماند. طول موج افزایش می‌یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می‌یابد.
۳۸	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. 	
۳۹	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) $\lambda=\frac{C}{f} \rightarrow \lambda_{\circ}=\frac{۳/۰\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}}=۶/۹\times۱۰^{-۷}\ m$ $\lambda=\frac{۲/۲۵\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}}=۵/۲\times۱۰^{-۷}\ m$
۴۰	۲۱. 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 ۴/۰ 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. $\frac{\lambda}{۲}=۵\ m$

@physicsjeiroodi

۴۱	**۲۲.** عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند. 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؟ 	$V_L > V_T \rightarrow (\Delta t)_L < (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L \;;\; (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow ۴/۰\times۱۰^{-۳}\,s = \frac{d}{۵۰\frac{m}{s}} - \frac{d}{۱۵۰\frac{m}{s}} = \frac{۲d}{۱۵۰\frac{m}{s}}$ $d = \frac{۱۵۰\times۴/۰\times۱۰^{-۳}\,m}{۲} = ۰/۳\,m = ۳۰\,cm$
۴۲	**۲۳.** 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.
۴۳	**۲۴.** 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) $\omega = ۲\pi f \rightarrow \omega = ۲(۳/۱۴)(۶/۷\times۱۰^{۶}\,Hz) = ۴۲/۰۷\times۱۰^{۶}\,\frac{rad}{s} = ۴/۲\times۱۰^{۷}\,\frac{rad}{s}$ ب) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{۱۵۰۰\frac{m}{s}}{۶/۷\times۱۰^{۶}\,Hz} \rightarrow \lambda = ۲/۲۴\times۱۰^{-۴}\,m$

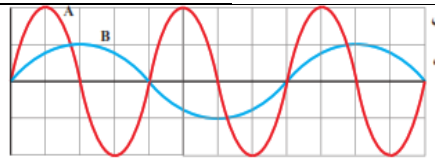
@physicsjeiroodi

۴۴	**۴۴.** 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 $\Delta t = ۱/۰۰\,s$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ $(v_{هوا} = ۳۴۰\,m/s)$	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) $\Delta t = \frac{L(V'-V)}{V \times V'} \rightarrow ۱/۰۰ = \frac{L(۵۹۴۱-۳۴۰)}{۳۴۰ \times ۵۹۴۱} \rightarrow ۱/۰۰ = \frac{۵۶۰۱L}{۲۰۱۹۹۴۰}$ $\rightarrow L = ۳۶۰/۶\,m$
۴۵	**۴۵.** موجی صوتی با توان $۱/۲\times۱۰^{-۴}W$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحهٔ فرضی (شکل ۳ـ۲۶) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به‌ترتیب $A_۱=۴/۰m^۲$ و $A_۲=۱۲m^۲$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحهٔ دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود. 	$I_۱ = \frac{\bar{P}}{A_۱} = \frac{۱/۲\times۱۰^{-۴}W}{۴m^۲} = ۳\times۱۰^{-۵}W/m^۲$ $I_۲ = \frac{\bar{P}}{A_۲} = \frac{۱/۲\times۱۰^{-۴}W}{۱۲m^۲} = ۱\times۱۰^{-۵}W/m^۲$ شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می کند.
۴۶	**۴۶.** 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؟	$\beta_۱ = (۱۰\,dB)\log(\frac{I}{I_۰}) = (۱۰\,dB)\log(\frac{۱۰^{-۲}W/m^۲}{۱۰^{-۱۲}W/m^۲}) = ۱۰^۲\,dB$

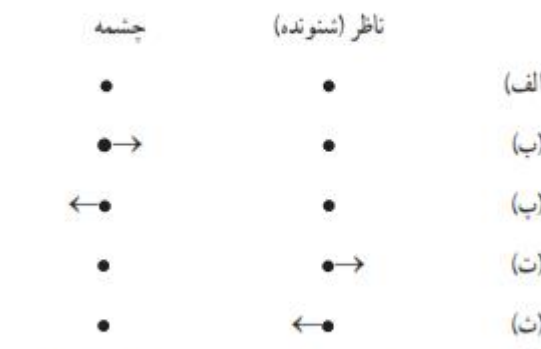
@physicsjeiroodi

۴۷	**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.)	$\beta_1=(10\,dB)\log(\frac{I_1}{I_0})\rightarrow 28\,dB=(10\,dB)\log(\frac{I_1}{10^{-12}\,W/m^2})$ $\rightarrow 2/8=\log(\frac{I_1}{10^{-12}\,W/m^2})\rightarrow \frac{I_1}{10^{-12}\,W/m^2}=10^{2/8}$ $\rightarrow I_1=10^{2/8}\times 10^{-12}\,W/m^2=10^{-9/2}\,W/m^2=10^{-10}\times 10^{0/8}\,W/m^2$ $I_1=6/31\times 10^{-10}\,W/m^2$ یا $\beta=(10\,dB)\log(\frac{I}{I_0})\rightarrow I=I_0 10^{\left(\frac{\beta}{10\,dB}\right)}$ $\beta_1=(10\,dB)\log(\frac{I_1}{I_0})\rightarrow I_1=10^{-12}\,W/m^2\times 10^{\left(\frac{28\,dB}{10\,dB}\right)}=6/31\times 10^{-10}\,W/m^2$ $\beta_2=(10\,dB)\log(\frac{I_2}{I_0})\rightarrow I_2=10^{-12}\,W/m^2\times 10^{\left(\frac{92\,dB}{10\,dB}\right)}=1/58\times 10^{-3}\,W/m^2$
۴۸	**۴۹.** یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت β_1=۹۰/۰dB و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت β_2=۹۵/۰dB ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. نسبت I_2/I_1 را تعیین کنید.	$\beta_2-\beta_1=(10\,dB)\log(\frac{I_2}{I_1})\rightarrow \frac{I_2}{I_1}=10^{\left(\frac{\Delta\beta}{10\,dB}\right)}=10^{\left(\frac{5\,dB}{10\,dB}\right)}=10^{0/5}=3/16$

@physicsjeiroodi

۴۹	**۳۰.** 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؟	$I=\frac{\bar{P}}{A}=\frac{\bar{P}}{۴\pi r^۲}\rightarrow \frac{I_۱}{I_۲}=\frac{\frac{\bar{P}}{۴\pi r_۱^۲}}{\frac{\bar{P}}{۴\pi r_۲^۲}}=\frac{r_۲^۲}{r_۱^۲}=\left(\frac{۱۶۰m}{۶۴۰m}\right)^۲=(\frac{۱}{۴})^۲$ $\frac{I_۱}{I_۲}=(\frac{۱}{۴})^۲\rightarrow I_۲=۱۶I_۱=۱۶\times ۰/۱W/m^۲=۱/۶W/m^۲$
۵۰	**۳۱.** 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 $A_A=۲A_B$ ، $\lambda_B=۲\lambda_A$ $V_A=V_B\rightarrow \frac{f_B}{f_A}=\frac{\frac{V_B}{\lambda_B}}{\frac{V_A}{\lambda_A}}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۲}$ $\left.\begin{array}{l}E=۲\pi^۲mA^۲f^۲\\ I=\frac{\bar{P}}{۴\pi r^۲}=\frac{E}{۴\pi r^۲t}\end{array}\right\}\rightarrow I=\frac{۲\pi mA^۲f^۲}{۴tr^۲}$ $\frac{I_B}{I_A}=\frac{A_B^۲f_B^۲}{A_A^۲f_A^۲}=\frac{A_B^۲f_B^۲}{(۲A_B)^۲(۲f_B)^۲}=\frac{۱}{۱۶}\rightarrow I_A=۱۶I_B$

@physicsjeiroodi

۵۱	**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. $f_{ث} > f_{الف}$

@physicsjeiroodi

۳ـ۷ بازتاب موج

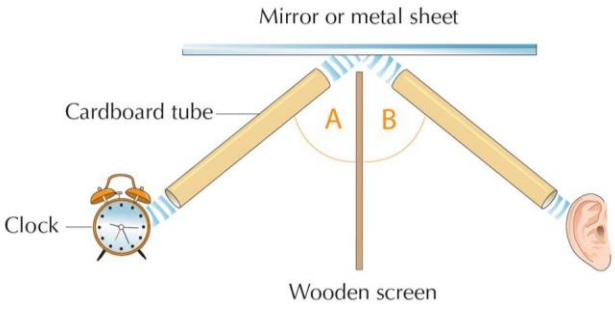
فعالیت ۳ـ۷

با اسباب نشان داده شده در شکل روبه‌رو، می‌توان زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش را در امواج صوتی اندازه‌گیری کرد. با استفاده از این اسباب، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی تحقیق کنید.

نمایشی از اسباب آزمایش بازتاب صوت

۵۲

این اسباب شامل دو لوله متصل به دو دهانه است که یکی نقش دهانه ورودی صدا و دیگری نقش گوشی را بازی می‌کند. با ایجاد صدا در دهانه ورودی، صوت پس از عبور از لوله اول، و بازتاب از یک دیواره سخت، با عبور از لوله دوم وارد دهانه گوشی می شود و ما آن را می‌شنویم، برای جلوگیری از انتشار مستقیم صوت از منبع به سمت شنونده، مانعی بر روی گیره های شکل نصب می شود. شنونده با حرکت لوله دوم، در زاویه مشخصی در می یابد که صدا با بیشترین بلندی به گوش او می‌رسد. اکنون اگر مکان لوله دوم ثابت شود، با وارسی زاویهٔ لوله اول یا مانع (خط عمود بر دیواره بازتابنده) و زاویهٔ لوله دوم با مانع، در می‌یابیم که بیشترین بلندی دریافتی به ازای برابر بودن زاویهٔ تابش و زاویه باز تابش حاصل می شود.



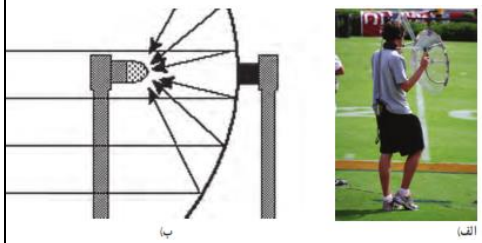
فعالیت ۳ـ۸

دربارهٔ میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف و دستگاه *لیتوتریپسی*[1] که از آن برای شکستن سنگ‌های کلیه، با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می‌شود تحقیق کنید.

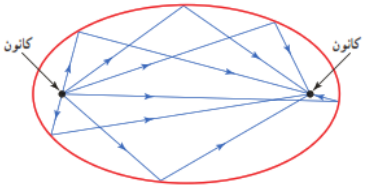
تصویری از یک میکروفون سهموی

۵۳

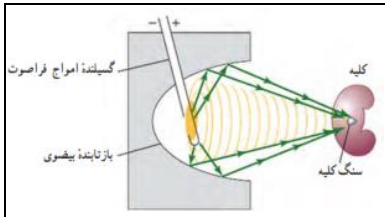
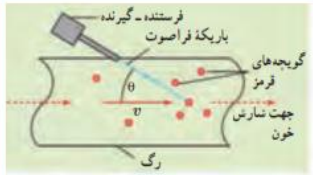
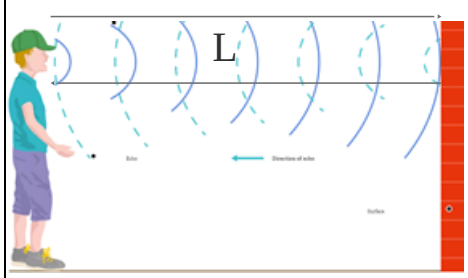
در میکروفون سهموی از یک سطح کار سهموی برای جمع و کانونی کردن امواج صوتی در یک گیرنده استفاده می شود. این میکروفون ها به همین دلیل، حساسیت بسیار زیادی به صداهایی دارند که موازی با محور سطح سهموی به این سطح می تابند. استفادهٔ مرسوم از این میکروفون ها در ثبت صداهای پرندگان دوردست، و صداهای میادین ورزشی (شکل الف)، و نیز استراق سمع است. شکل ب طرحی از چگونگی کار این دستگاه را نشان می‌دهد.



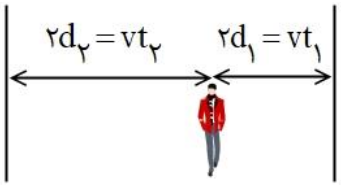
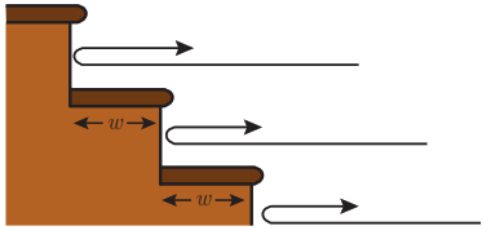
دستگاه لینو تریپسی از این ویژگی سطح بیضوی که در کانون دارد استفاده می کند. بنابراین اگر موج صوتی در یک کانون ایجاد شود، این موج پس از بازتاب از نقاط مختلف سطح، در کانون دیگر جمع می شود.



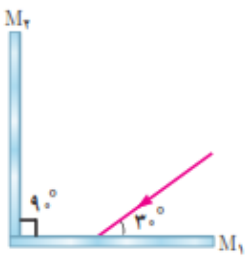
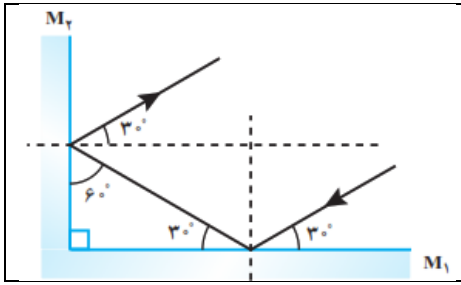
@physicsjeiroodi

		در دستگاه لیتو تریپسی، چشمه ای فراصوت در یک کانون بازتابندهٔ بیضوی ایجاد می کنند و محل بیمار را طوری تنظیم می کنند که سنگ کلیه او در محل کانون دوم سطح این بازتابنده باشد. شکل پ، طرحی از چگونگی کار این دستگاه را نشان می دهد. 
۵۴	**فعالیت ۳ـ۹** **اندازه‌گیری تندی شارش خون** : از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر می‌توان برای تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها استفاده کرد. در مورد چگونگی این فناوری تحقیق کنید. 	در اندازه‌گیری تندی شارش خون، امواج فراصوت (با بسامدی عموما بین ۲ تا ۱۰ مگاهرتز) به سمت یک رگ خونی گسیل می‌شود و با استفاده از تغییر بسامد باریکه موج فراصوتی بازتابیده از گویچه سرخ، که ناشی از اثر دوپلر است، تندی v ی آن به دست می آید.
۵۵	**نمرین ۳ـ۸** کمترین فاصلهٔ بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟ تندی صوت در هوا را $۳۴۰\,m/s$ در نظر بگیرید. **تأخیر زمانی صورت بازتابیده و صوت اولیه کمتر از ۰/۱s باشد، گوش انسان قادر به تمیز پژواک از صوت اولیه نخواهد بود. از اینجا می‌توان فاصله کمینه لازم بین چشمه صوت و سطح باز تاباننده را برای تمیز یک پژواک از صوت اولیه محاسبه کنیم.**  $x = ۲L = vt \rightarrow L = \frac{۱}{۲}vt = \frac{۱}{۲}(۳۴۰m/s)(۰/۱s) = ۱۷m$	
۵۶	**فعالیت ۳ـ۱۰** **رادار دوپلری** : از امواج الکترومغناطیسی نیز می‌توان برای مکان‌یابی پژواکی استفاده کرد. در این مورد و کاربرد آن به‌خصوص در تعیین تندی خودروها تحقیق کنید. (*راهنمایی:* اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی نیز برقرار است.) 	امواج میکرو موج یا فروسرخ در محدوده مشخصی گسیل می‌کنند. فاصله خودرو از فرستنده گسیلند، موج با اندازه‌گیری زمان بین گسیل و دریافت موج به دست می‌آید. تندی خودرو نیز از تغییر بسامد موج دریافتی نسبت به موج گسیل شده با استفاده از رابطه دوپلری که برای امواج الکترومغناطیسی به کار می‌آید، تعیین می‌شود

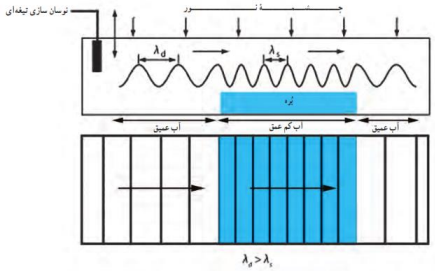
@physicsjeiroodi

	۳ـ۷ بازتاب موج	
۵۷	**س۳۵.** دانش‌آموزی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده است و فاصلهٔ او از صخرهٔ نزدیک‌تر ۲۴۰m است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۱/۵۰s و صدای پژواک دوم را ۱/۰۰s بعد از پژواک اول می‌شنود. الف) تندی صورت در هوا چقدر است؟ ب) فاصلهٔ بین دو صخره را بیابید.	الف) $2d_1 = vt_1 \rightarrow v = \frac{2d_1}{t_1} = \frac{480m}{1/5s} = 320m/s$ ب) $d_2 = \frac{vt_2}{2} = \frac{(320m/s)\times(2/5s)}{2} = 400m$  $d = d_1 + d_2 = 400m + 240m = 640m$
۵۸	**س۳۶.** اگر در فاصلهٔ مناسبی از یک رشته پلکان بلند بایستید و یک بار کف بزنید، پژواکی بیشتر از یک صدای برهم زدن دست می‌شنوید. نمونهٔ جالبی از این پدیده در برابر رشته پله‌های معبد قدیمی *کوکولکان*[1] در مکزیک رخ می‌دهد. این معبد از ۹۲ پلهٔ سنگی تشکیل شده است. در مورد چنین پژواکی توضیح دهید. تصویری از معبد کوکولکان	اگر فاصله از پلکان به حد کافی زیاد باشد، به طوری که بتوان مانند شکل زیر مسیر تپ‌های متوالی را تقریبا موازی در نظر گرفت، تقریبا بسامد ثابتی برای رشته تپ‌های متوالی درک می‌کنید.  $f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{v}{2w}$ این صدا به صورت رشته‌ای دوره‌ای از تپ‌ها باز می‌گردد و مانند یک نت نواخته شده درک می‌شود. بدیهی است اگر پهنای پله‌ها کوچک‌تر باشد، با توجه به اینکه $f\alpha\frac{1}{w}$ است، بسامد ادراک شده بیشتر می‌شود. مسیر تپ‌های متوالی که هر کدام از یک پله نشأت گرفته‌اند، موازی نیست و بسامد ثابتی را برای رشته تپ‌های متوالی درک نمی‌کنید؛ بلکه گستره‌ای از بسامدها را درک می‌کنید که به تدریج کم می‌شوند. به طوری که بسامد دریافتی از پله‌های پایینی (که تپ‌های بازتابیده از آنها را زودتر می‌شنویم) بیشتر از بسامد دریافتی از پله‌های بالایی است که تپ‌های بازتابیده از آنها را دیرتر می‌شنویم) و بدین ترتیب صدا را به صورت رشته‌ای دوره‌ای از تپ‌ها می‌شنوید.
۵۹	**س۳۷.** وقتی یک باریکهٔ لیزر را به دیوار کلاس می‌تابانیم، همهٔ دانش‌آموزان نقطهٔ رنگی ایجاد شده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن چیست؟	ناشی از بازتاب پخشنده است.

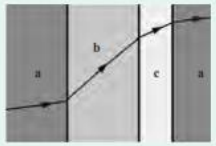
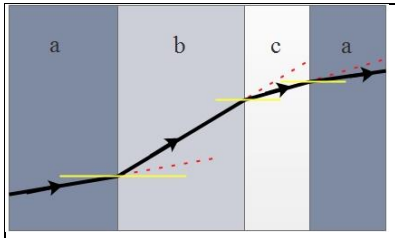
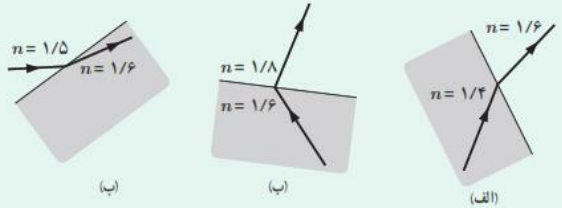
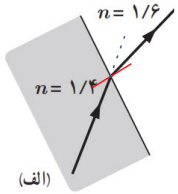
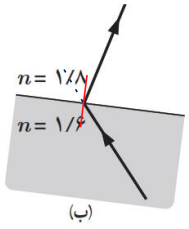
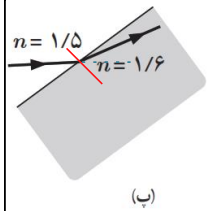
@physicsjeiroodi

۶۰	**۳۷.** در شکل زیر پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید. 	

@physicsjeiroodi

	۳ـ۸ شکست موج	
۶۱	**پرسش ۳ـ۸** اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد، تندی، و طول‌موجِ موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می‌کند؟	وقتی موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد موج عبوری تغییری نمی کند، زیرا بسامد توسط چشمه موج تعیین می‌شود، اما تندی در قسمت نازک طناب بیشتر است و بنابر رابطهٔ $\lambda = v/f$ در می یابیم طول موج عبوری بیشتر از طول موج موج فرودی می‌شود.
۶۲	**تمرین ۳ـ۹** در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد ۵/۰ Hz کار می‌کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به‌طوری که فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با ۱۰ cm می‌شود. اگر اکنون پرهٔ‌ای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔ کم‌عمقِ بالای پره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیهٔ کم‌عمق، ۰/۴۰ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق باشد، طول‌موج امواج در ناحیهٔ کم‌عمق چقدر می‌شود؟	وقتی جبهه‌های موج به مرز می‌رسند، بسامد موج تغییری نمی‌کند طول موج فرودی مربوط به ناحیه عمیق $\lambda_1 = \lambda_d$ = طول موج فرودی مربوط به ناحیه کم عمق $\lambda_2 = \lambda_s$ = $\lambda_d = 10cm$ ، $v_s = 0/4 v_d$ ،  $f = \frac{v_d}{\lambda_d} \rightarrow v_d = 10cm \times 5Hz = 50cm/s$ $f = \frac{v_s}{\lambda_s} = \frac{v_d}{\lambda_d} \rightarrow \lambda_s = \frac{v_s}{f} = \frac{0/4 v_d}{f}$ $= \frac{0/4 \times 50cm/s}{5Hz} = 4cm$
۶۳	**تمرین ۳ـ۱۰** در تمرین ۳ـ۹ با فرض اینکه زاویهٔ تابش امواج برابر ۳۰° باشد، زاویهٔ شکست چقدر می‌شود؟ **تمرین ۳ـ۹** در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد ۵/۰ Hz کار می‌کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به‌طوری که فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با ۱۰ cm می‌شود. اگر اکنون پرهٔ‌ای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔ کم‌عمقِ بالای پره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیهٔ کم‌عمق، ۰/۴۰ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق باشد، طول‌موج امواج در ناحیهٔ کم‌عمق چقدر می‌شود؟	فرض می‌کنیم $v_i = 0/4 v_d$ $v_d \sin\theta_r = v_i \sin\theta_i \rightarrow v_d \sin\theta_r = 0/4 v_d \times \sin(30^o)$ $\sin\theta_r = 0/2 \rightarrow \theta_r = 11/53^o$

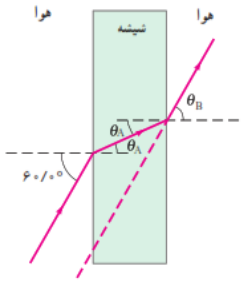
@physicsjeiroodi

۶۴	**پرسش ۳ـ۹** شکل روبه‌رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با عبور از محیط اولیهٔ a، از طریق محیط‌های b و c به محیط a بازمی‌گردد. این محیط‌ها را بر حسب تندی موج در آنها از بیشترین تا کمترین مرتب کنید. 	پس از رسم امتداد پرتو تابش (خطوط قرمز) و خطوط عمود بر سطح (خطوط زرد) بر خط جدایی محیط‌ها، را رسم می‌کنیم.  در محیط b پرتو نور از خط عمود دور می‌شود، بنابراین پرتو از محیطی که در آن تندی نور کمتر است وارد محیطی شده است که در آن تندی نور بیشتر است. ولی پس از آن، در محیط c، پرتو به خط عمود نزدیک می‌شود. بنابراین تندی نور در محیط c کمتر از تندی نور در محیط b است. و به همین ترتیب، تندی نور در محیط a کمتر از تندی نور در محیط c است. $v_b > v_c > v_a$
۶۵	**پرسش ۳ـ۱۰** کدام‌یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ 	در شکل (الف) پرتوی نور از محیطی با ضریب شکست کمتر وارد محیطی با ضریب شکست بیشتر شده است. و به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود که در شکل (الف) برقرار است و بنابراین شکل (الف) از لحاظ فیزیکی ممکن است  در شکل (ب) پرتو نور در سمتی درست شکسته نشده است، و امکان شکسته شدن در سویی وجود ندارد.  در شکل (پ) پرتو نور از خط عمود دور شده است در حالیکه هنگامیکه پرتو نور از محیطی با ضریب شکست کمتر به محیطی با ضریب شکست بیشتر شده باشد، پرتو نور به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود. 
۶۶	**فعالیت ۳ـ۱۱** **اندازه‌گیری ضریب شکست** : با توجه به مثال ۳ـ۱۱، آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغهٔ متوازی‌السطوح شفاف را اندازه گرفت.	یک تیغه متوازی السطوح را در نظر بگیرید و آن را روی کاغذ سفیدی قرار دهید، باریکه نوری را به وجهی از تیغه بتابانید به طوری که از وجه مقابل آن خارج شود. محل تیغه بر کاغذ را با رسم اضلاع آن بر روی کاغذ مشخص کنید. همچنین مسیر باریکه فرودی و باریکه خروجی از تیغه را روی کاغذ رسم کنید. برای رسم دقیق‌تر مسیر باریکه‌های فرودی و خروجی می‌توانید مطابق شکل الف کاغذ سفید را روی قطعه یونولیتی قرار دهید و مسیر باریکه‌ها را با فرو بردن سوزن‌هایی در آن مشخص کنید. اکنون تیغه را بردارید و با استفاده از یک خط‌کش، مسیر باریکه نور در درون تیغه را رسم کنید. بر روی مسیر باریکه‌های نور، پیکانه‌هایی رسم کنید تا جهت پرتوها مشخص شود. با استفاده از یک نقاله، خطوط

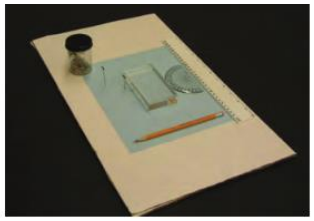
@physicsjeiroodi

مثال ۳ـ۱۱

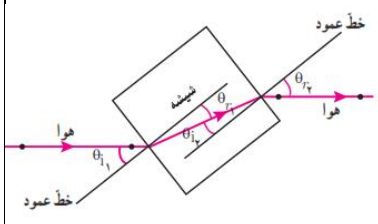
پرتوی نوری مطابق شکل، از هوا بر تیغهٔ شیشه‌ای متوازی‌السطوحی، با زاویهٔ تابش $۶۰/۰^\circ$ فرود می‌آید. الف) زاویهٔ شکست (θ_1) پرتو در شیشه چقدر است؟ ب) زاویه خروجی (θ_B) پرتو از شیشه چقدر است؟



عمود بر وجه‌های تیغه در محل ورود و خروج باریکه‌های نور را رسم کنید و زاویه‌های بین باریکه‌ها و خطوط عمود را اندازه بگیرید. شکل ب، طرحی از چنین ترسیمی را نشان می‌دهد. اکنون می‌توانیم با استفاده از قانون اسنل برای ورود باریکه از هوا به تیغه، ضریب شکست تیغه را به دست آوریم و یا اینکه ضریب شکست را با استفاده از قانون اسنل برای خروج باریکه از تیغه به هوا بیابیم.



الف) تصویری از اسباب آزمایش اندازه‌گیری ضریب شکست

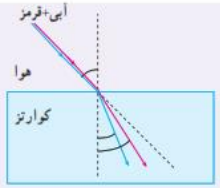


ب) نمودار پرتویی آزمایش توجه کنید θ_i زاویه تابش و θ_r زاویهٔ شکست و $\theta_{r_1} = \theta_{i_2}$ و $\theta_{r_2} = \theta_{i_1}$ است. بنابراین پرتوهای فرودی و خروجی باهم موازی‌اند

۶۷

تمرین ۳ـ۱۱

شکل روبه‌رو باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و آبی را نشان می‌دهد که از هوا و با زاویهٔ تابش ۴۵° بر سطح تیغهٔ تختی از کوارتز می‌تابد. زاویه‌های شکست برای این دو پرتو را محاسبه کنید. ضریب شکست نورهای قرمز و آبی در کوارتز به‌ترتیب برابرند با $n_{\text{قرمز}} = ۱/۴۵۹$ و $n_{\text{آبی}} = ۱/۴۶۷$.



قانون اسنل را به طور مجزا برای دو پرتوی قرمز و آبی می‌نویسیم.

برای پرتوی قرمز داریم

$$n_1 \sin\theta_1 = n_{2,\text{Red}} \sin\theta_{2,\text{Red}} \rightarrow \sin\theta_{2,\text{Red}} = \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1$$

$$\rightarrow \sin\theta_{2,\text{Red}} = \frac{1}{1/459}\sin 45^\circ \rightarrow \theta_{2,\text{Red}} = 28/8^\circ = 0/479$$

برای پرتوی آبی داریم

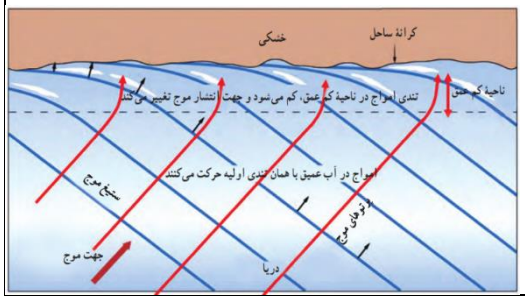
$$\sin\theta_{2,\text{Blue}} = \frac{1}{1/467}\sin 45^\circ \rightarrow \theta_{2,\text{Blue}} = 29^\circ = 0/477$$

۳ـ۸ شکست موج

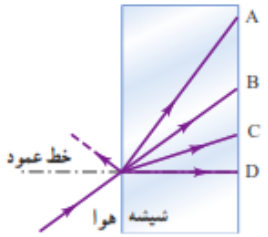
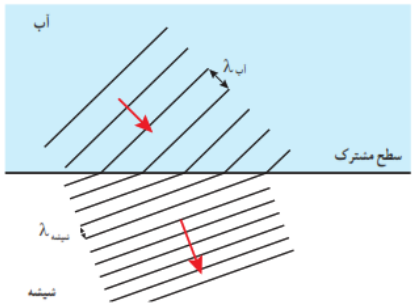
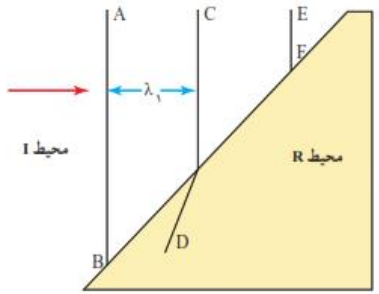
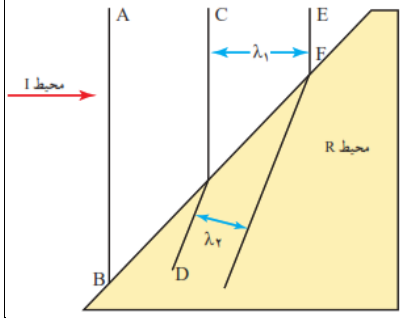
۶۸

۳۷. با رسم شکلی از جبهه‌های موج توضیح دهید چگونه جهت انتشار جبهه‌های موج با رسیدن به یک ساحل شیب‌دار، تغییر می‌کند.

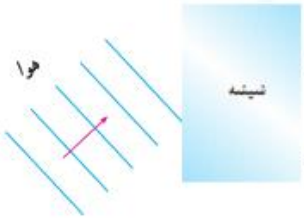
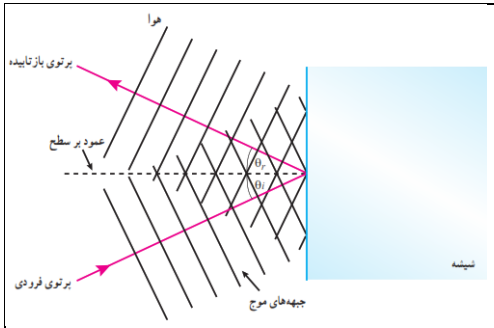
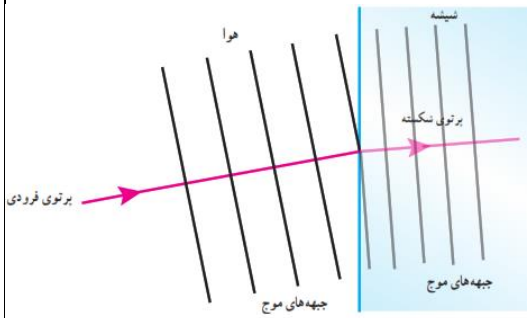
با نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیبدار و رسیدن جبهه های موج به ساحل که در آنجا عمق آب کم می‌شود، جهت انتشار موج تغییر می‌کند. به عبارتی، با ورود امواج از ناحیه عمیق به ناحیهٔ کم‌عمق، تندی آنها کم می‌شود.



@physicsjeiroodi

۶۹	**۶۸.** شکل زیر پرتویی را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتوی داخل شیشه را نشان دهد؟ 	شیشه ضریب شکست بزرگ تری نسبت به هوا دارد. پرتو شکسته شده در شیشه به خط عمود نزدیک می‌شود. بنابراین پرتوی A، نمی تواند درست باشد، زیرا پرتو از خط عمود دور شده است. اگر نور از شیشه وارد هوا می‌شد. این پرتو صحیح بود. پرتوی B در امتداد پرتوی فرودی است. پرتوی C پاسخ درستی است زیرا به سمت خط عمود کج شده است. پرتوی D نادرست است. توجه کنید که برای این پرتو، زاویه شکست $\theta_r = 0$ است
۷۰	**۶۹.** ضریب شکست آب ۱/۳ و ضریب شکست شیشه ۱/۵ است. اگر نوری به‌طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه‌های موج را در دو محیط نشان دهید.	مطابق شکل مقابل خواهیم داشت (البته در این شکل فاصلهٔ بین جبهه های موج در دو محیط به یک مقیاس نیست، ولی در هر حال $\lambda_{شیشه} < \lambda_{آب}$ است). 
۷۱	**۷۰.** شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند. الف) ادامهٔ جبههٔ موج EF را در محیط R رسم کنید. ب) توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیشتر است. پ) آیا با استفاده از این نمودار می‌توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟ 	الف) ادامه موج EF، پرتوی شکسته شده در محیط R است که باید موازی با D باشد. به عبارتی، پرتوهای شکسته باید موازی هم باشند. ب و پ) با عبور موج از محیطی به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند. بنابراین نسبت v / λ نابت می‌ماند و داریم $\frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2} \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ از روی شکل مقابل در می-یابیم که $\lambda_2 > \lambda_1$ و بنابراین $V_2 < V_1$ است. به عبارتی با دانستن فاصله بین جبهه‌های موج در دو محیط می‌توان درباره نسبت تندی موج در دو محیط اظهارنظر کرد. مثلا برای شکل مقابل در این مسئله، نسبت λ_1 به λ_2 تقریبا ۱/۶ می‌شود که همان نسبت V_1 به V_2 نیز هست. 

@physicsjeiroodi

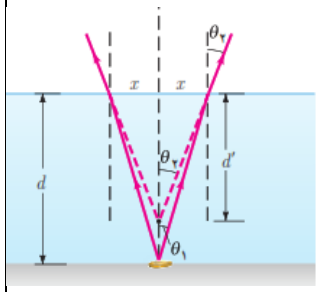
۷۲	**۴۱.** در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. الف) مشخصه‌های موج بازتابیده و موج شکست‌یافته را با موج فرودی مقایسه کنید. ب) جبهه‌های موج بازتابیده و شکست‌یافته را رسم کنید. 	الف) برای موج شکسته، به جز بسامد سایر مشخصه ها با موج فرودی متفاوت است. چرا که تندی و طول موج تغییر می‌کنند و این دو به ضریب شکست بستگی دارند. در حالی که برای موج بازتابیده، بسامد، طول موج و تندی با موج فرودی برابر است.  ب) امتداد پرتوها بر اثر شکست تفاوت پیدا می‌کند. پرتوی شکسته شده باید به خط عمود نزدیک شود. ابتدا پرتوی موج را رسم کرده و سپس جبهه‌های موج را به گونه‌ای رسم می‌کنیم که این پرتو عمود بر آنها باشد، در مورد جبهه‌های موج بازتابیده، چون در خود محیط بازتابیده می‌شوند، فاصله خطوط تغییر نمی‌کند و بنابراین برای موج بازتابیده شکلی مانند روبرو خواهیم داشت.  برای جبهه های موج شکست یافته نیز نخست یک پرتوی شکست یافته را رسم می‌کنیم و سپس جبهه های موج مربوط به آن را نشان می‌دهیم. که فاصله جبهه های موج در شیشه، کوتاه‌تر است.
۷۳	**۴۲.** طول‌موج نور قرمز لیزر هلیم ــ نئون در هوا حدود ۶۳۳nm است، ولی در زجاجیهٔ چشم ۴۷۴nm است. الف) بسامد این نور چقدر است؟ ب) ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟ پ) تندی این نور در زجاجیه را محاسبه کنید.	الف) $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_o} = \frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۶۳۳\times۱۰^{-۹}\,m} = ۴/۷۴\times۱۰^{۱۴}\,Hz$ ب) $n = \frac{\lambda_o}{\lambda} = \frac{۶۳۳\times۱۰^{-۹}\,m}{۴۷۴\times۱۰^{-۹}\,m} = ۱/۳۴$ پ) $V = \frac{c}{n} = \frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۱/۳۴} = ۲/۲۵\times۱۰^{۸}\,m/s$

@physicsjeiroodi

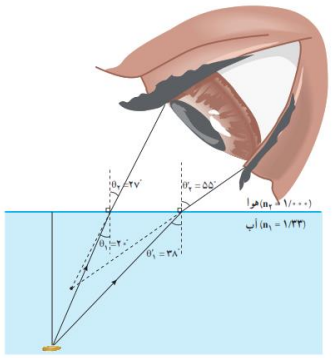
۷۴

۴۳. سکه‌ای را در گوشهٔ فنجانی خالی قرار دهید و طوری مقابل آن قرار گیرید که نتوانید سکه را ببینید. سپس بی‌آنکه سرتان را حرکت دهید به‌آرامی در فنجان آب بریزید، به‌طوری که آب ریختن شما موجب جابه‌جایی سکه نشود. با پرشدن فنجان، سکه را خواهید دید. با رسم پرتوها علت دیده شدن سکه را توضیح دهید.

اگر به طور قائم از بالا نگاه کنیم. پرتوی که از نقطه‌ای از سکه رسم نمائیم در زاویه کوچکی از خط عمود از سطح آب قرار می‌گیرد. به دلیل شکسته شدن پرتوها و ورود آنها از محیطی با ضریب شکست بیشتر به محیطی با ضریب شکست کمتر، پرتوها در محل خروج از سطح آب، از خط عمود دور می‌شوند و این طور به نظر می‌رسد که امتداد آنها در نقطه‌ای بالاتر از کف فنجان همدیگر را قطع می‌کنند (که با رسم خط چین‌هایی نشان داده شده است. همین باعث می‌شود عمق فنجان را کمتر ببینیم.

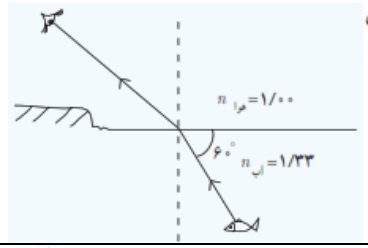


اگر کسی به طور مایل نگاه کند، افزون بر جابه‌جایی قائم، یک جابه‌جایی افقی نیز وجود دارد و همان طور که در شکل زیر برای داده‌هایی خاص نشان داده شده است. تصویر در هر دو امتداد قائم و افقی به ناظر نزدیک می شود. البته محل این تصویر یکتا نیست و هر چه پرتوهایی که به چشم ناظر می‌رسند افقی‌تر گردند، تصویر به ناظر نزدیک‌تر می‌گردد بیشترین آن برای پرتوهایی است که نزدیک به زاویه حد به سطح جدایی می‌تابند.



۷۵

۴۴. مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویهٔ 60° به مرز آب ــ هوا برخورد کرده است. زاویهٔ شکست این پرتو در هوا چقدر است؟

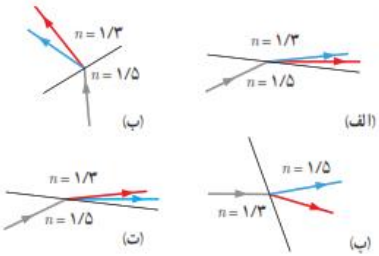


$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow \sin\theta_2 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{n_2} = \frac{(1/33)\sin 30^o}{1} = 0/665$$

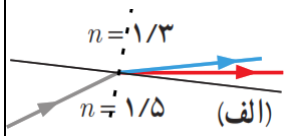
$$\rightarrow \theta_2 = 41/7^o$$

۷۶

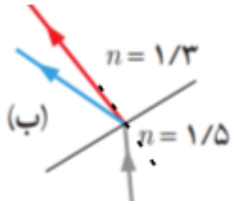
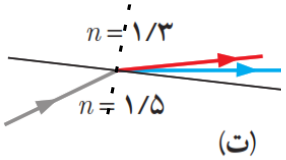
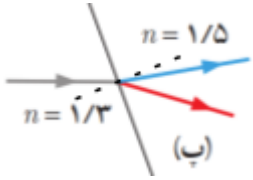
۴۵. در شکل‌های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است در سطح مشترک دو ماده شکست پیدا کرده‌اند. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



شکل (الف) پرتو شکسته شده از خط عمود دور شده است. و پرتوی آبی می‌بایست بیشتر از پرتوی قرمز شکست پیدا می‌کرد.



@physicsjeiroodi

		شکل (ب) پرتوی قرمز تقریبا در امتداد خط عمود و پرتوی آبی در سمت نادرست (چپ خط عمود) شکسته شده است.   شکل (ت) پرتو شکسته شده از خط عمود دور شده است. و پرتوی آبی بیشتر از پرتوی قرمز شکست پیدا کرده است. که گزینه‌ی درستی است.  شکل (پ) پرتوها در سمتی درست شکسته شده اند، ولی پرتوی آبی به خط عمود نزدیک شده‌اند. بنابراین کلیت این شکل نیز نادرست است.
۷۷	۴۷. دو دانش‌آموز به نور زرد نگاه می‌کنند. یکی از آنها نور زرد را ترکیب دو نور قرمز و سبز و دیگری آن را از یک نوع رنگ می‌داند. به نظر شما با چه تجربه‌ای می‌توان بین این دو نظر، یکی را انتخاب کرد؟	با استفاده از یک منشور به سادگی می‌توانیم بین این دو نظر، یکی را انتخاب کنیم. اگر نور زرد، ترکیبی باشد در منشور تجزیه می‌شود و می‌توانیم نورهای قرمز و سبز را مشاهده کنیم.

@physicsjeiroodi

راهنمای حل فصل ۴ فیزیک دوازدهم

رشته علوم تجربی

منطبق بر کتاب درسی

گروه فیزیک استان گیلان@Schoolphysics

@physicsjeiroodi

آشنایی با فیزیک اتمی و فیزیک هسته‌ای			
	فعالیت / پرسش/تمرین / مسائل	صفحه کتاب درسی	صفحه pdf
	۴–۱ اثرفوتوالکتریک	۹۶	۱
۱	تمرین ۴–۱	۹۹	۱
۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱	۱۲۲	۱
۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲	۱۲۲	۲
۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۳	۱۲۲	۲
۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۴	۱۲۲	۲
۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۵	۱۲۲	۳
۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۶	۱۲۲	۳
	۴–۲ طیف اتمی	۹۹	۴
۸	تمرین ۴–۲	۱۰۲	۴
	۴–۳ مدل اتم رادفورد ــ بور	۱۰۳	۵
۹	تمرین ۴–۳	۱۰۶	۴–۵
۱۰	پرسش ۴–۱	۱۰۹	۵
۱۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۷	۱۲۲	۵ –۶
۱۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۸	۱۲۲	۶
۱۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۹	۱۲۳	۷
۱۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۰	۱۲۳	۸
۱۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۱	۱۲۳	۹–۱۰
۱۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۲	۱۲۳	۱۰
	۴–۴ لیزر	۱۱۰	۱۱
۱۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۳	۱۲۳	۱۱
۱۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۴	۱۲۴	۱۲

@physicsjeiroodi

	۴–۵ ساختار هسته	۱۱۲	۱۳
۱۹	تمرین ۴–۴	۱۱۳	۱۳
۲۰	پرسش ۴–۲	۱۱۴	۱۳
۲۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۵	۱۲۴	۱۳ –۱۴
۲۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۶	۱۲۴	۱۴
۲۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۷	۱۲۴	۱۴
۲۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۸	۱۲۴	۱۴
	۴–۶ پرتوزایی طبیعی و نیم‌عمر	۱۱۵	۱۵
۲۵	پرسش ۴–۳	۱۱۶	۱۵
۲۶	تمرین ۴–۵	۱۱۸	۱۵
۲۷	تمرین ۴–۶	۱۱۹	۱۵
۲۸	تمرین ۴–۷	۱۲۱	۱۵
۲۹	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۱۹	۱۲۴	۱۶
۳۰	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۰	۱۲۴	۱۶
۳۱	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۱	۱۲۴	۱۶
۳۲	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۲	۱۲۴	۱۷
۳۳	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۳	۱۲۴	۱۷
۳۴	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۴	۱۲۵	۱۸
۳۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل– ۲۵	۱۲۵	۱۸

@physicsjeiroodi

	۴ـ۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون	
۱	**تمرین ۴ـ۱** نوری با طول موج ۲۴۰nm به سطحی از جنس فلز تنگستن می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌ها از آن می‌شود. الف) بسامد نور فرودی را پیدا کنید. ب) اگر توان چشمهٔ نور فرودی ۵۰W باشد، در هر دقیقه چه تعداد فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟ پ) اگر توان و در نتیجه شدت چشمهٔ نور فرودی به نصف کاهش پیدا کند، شمار فوتون‌های گسیل شده از چشمه در هر دقیقه چه تغییری می‌کند؟	الف) $f=\frac{c}{\lambda}=\frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۲۴۰\times۱۰^{-۹}\,m}=۱/۲۵\times۱۰^{۱۵}\,Hz$ ب) $E_T=nE=p.t\rightarrow n=\frac{p.t}{hc}\lambda=\frac{۵۰w\times۶۰s\times۲۴۰\times۱۰^{-۹}m}{۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,j.s\times۳\times۱۰^{۸}\,m/s}=۳/۶\times۱۰^{۲۱}$ پ) با کاهش توان و شدت نور، انرژی نصف می‌شود. در نتیجه شمار فوتون کاهش می‌یابد (نصف می‌شود).
	۴ـ۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون	
۲	ا. یک لامپ حاوی گاز کم‌فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول‌موج ۵۸۹nm گسیل می‌کند. الف) بسامد و انرژی فوتون‌های گسیلی را حساب کنید. انرژی را برحسب ژول و همچنین الکترون ولت بیان کنید. ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ ۵/۰W است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟	الف) $\lambda=\frac{c}{f}\rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۵۸۹\times۱۰^{-۹}\,m}=۵/۰۹\times۱۰^{۱۴}\ Hz$ $E=hf=\frac{hc}{\lambda}=\frac{۱۲۴۲\,nm.eV}{۵۸۹\,nm}=۲/۱۰۹\,eV$ $۱eV=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,j\rightarrow E=۲/۱۰۹\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,j=۳/۳۷۴\times۱۰^{-۱۹}\,j$ ب) $\left.\begin{matrix}E=pt\\E=nhf\end{matrix}\right\}\rightarrow pt=nhf\rightarrow$ $n=\frac{pt.\lambda}{hc}=\frac{۵w\times۶۰s\times۵۸۹\times۱۰^{-۹}m}{۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,j.s\times۳\times۱۰^{۸}\,m/s}=۸/۸۹\times۱۰^{۲۰}$

@physicsjeiroodi

۳	۳. توان باریکهٔ نور خروجی یک لیزر گازی هلیم نئون ۵/۰mW است. اگر توان ورودی این لیزر ۵۰/۰W باشد، الف) بازده لیزر را حساب کنید. ب) اگر طول‌موج باریکهٔ نور خروجی ۶۳۳nm باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.	الف) $\frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}}\times ۱۰۰ = \text{بازده}$ $= \frac{۵\times ۱۰^{-۳}\,W}{۵۰\,W}\times ۱۰۰ = \%\,۰/۰۱$ ب) $n = \frac{pt.\lambda}{hc} = \frac{۵\times ۱۰^{-۳}\,w\times ۱s\times ۶۳۳\times ۱۰^{-۹}\,m}{۶/۶۳\times ۱۰^{-۳۴}\,j.s\times ۳\times ۱۰^{۸}\,m/s} = ۱/۵۹\times ۱۰^{۱۶}$
۴	۴. یک لامپ رشته‌ای با توان ۱۰۰W از فاصلهٔ یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به‌طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازدهٔ لامپ ۵ درصد است (یعنی ۵W تابش مرئی گسیل می‌کند) و فقط ۱ درصد این تابش دارای طول‌موجی در حدود ۵۵۰nm است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول‌موج وارد مردمک‌های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را ۲/۰mm در نظر بگیرید.)	قطر مردمک $\frac{\pi D^{۲}}{۲}$ ← $A = ۲(\pi R^{۲})$ → سطح دو مردمک $\left.\begin{aligned} I &= \frac{P}{۴\pi r^{۲}} \\ E &= IAt \end{aligned}\right\} \rightarrow E = \frac{P}{۴\pi r^{۲}}\left(۲\pi R^{۲}\right)t = \frac{P}{۴r^{۲}}\left(D^{۲}\right)t$ $E = \frac{۰/۰۱\times ۵W\times (۲\times ۱۰^{-۳}\,m)^{۲}\times ۱s}{۴\times\left(۱۰^{۳}\,m\right)^{۲}} = ۲/۵\times ۱۰^{-۱۴}\ J$ انرژی که به ۲ مردمک می رسد. $E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} \rightarrow n = \frac{\lambda}{hc}E$ $n = \frac{۵۵۰\times ۱۰^{-۹}\,m}{۶/۶۳\times ۱۰^{-۳۴}\left(j.s\right)\times ۳\times ۱۰^{۸}\left(m/s\right)}\times ۲/۵\times ۱۰^{-۱۴}\,j \rightarrow n = ۶/۹\times ۱۰^{۴}$
۵	۵. شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود ۱۳۶۰W/m² است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر ۱m²، مقدار انرژی ۱۳۶۰J می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد مقداری زیادی از شدت آن، به علت جذب در جو و ابرها از دست می‌رود. اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به‌ازای هر متر مربع حدود ۳۰۰W/m² باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول‌موج متوسط فوتون‌ها را ۵۷۰nm فرض کنید.	$nhf = pt \rightarrow n = \frac{pt\lambda}{hc} = \frac{۳۰۰W/m^{۲}\times ۱s\times ۵۷۰\times ۱۰^{-۹}\,m}{۶/۶۳\times ۱۰^{-۳۴}\,j.s\times ۳\times ۱۰^{۸}\,m/s} = ۸/۶\times ۱۰^{۲۰}$

@physicsjeiroodi

۶	۶. الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟ ب) توضیح دهید نظریهٔ کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به‌صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفته شد چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟	الف) آزمایش نشان می‌دهد وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. به این پدیده‌ی فیزیکی، اثر فوتوالکتریک می‌نامند. ب) بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرآیند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود. اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) کمتر باشد، فوتون‌ها، حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. برای نوری که فوتون‌های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیده فوتوالکتریک هستند، افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون‌ها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود، در حالی که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.
۷	۷. توضیح دهید برای یک فلز معیّن، تغییر هر یک از کمیت‌های زیر چه تأثیری در نتیجهٔ اثر فوتوالکتریک دارد. الف) افزایش یا کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای کوچک‌تر از بسامد آستانه پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه	الف) اگر بسامد نور فرودی بیشتر از بسامد آستانه باشد پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد. $(f > f_o)$ اگر بسامد نور فرودی کمتراز بسامد آستانه باشد پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. $(f < f_o)$ ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامد کمتر از آستانه تاثیری در پدیده فوتوالکتریک ندارد. پ) در بسامدهای بزرگتر از بسامد آستانه، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد که با کاهش شدت نور فرودی تعداد الکترون‌های کمتری از سطح جدا می‌شوند و جریان کمتری به وجود می‌آید.

@physicsjeiroodi

۴-۲ طیف خطی

تمرین ۴-۲

طول‌موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن ($n'=۳$) را به‌دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گسترهٔ طول‌موج‌های الکترومغناطیسی واقع‌اند.

۸

اولین خط طیف اتم هیدروژن

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

$$\xrightarrow{n'=۳\ ,n=۴}\frac{۱}{\lambda_۱}=۰/۰۱۱\,nm^{-۱}\left(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}}\right)$$

$$=۰/۰۱۱\,nm^{-۱}\times\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶}\right)=\frac{۷۷}{۱۴۴۰۰}\,nm^{-۱}\rightarrow\lambda_۱=۱۸۷۰\,nm$$

دومین خط طیف اتم هیدروژن

$$\xrightarrow{n'=۳\ ,n=۵}\frac{۱}{\lambda_۲}=۰/۰۱۱\,nm^{-۱}\left(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{۵^{۲}}\right)$$

محدوده فروسرخ

$$=۰/۰۱۱\,nm^{-۱}\times\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۲۵}\right)=\frac{۱۶}{۲۲۵۰۰}\,nm^{-۱}\rightarrow\lambda_۲=۱۲۷۸\,nm$$

۴-۳ مدل اتم رادرفورد ـ بور

تمرین ۴-۳

شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

الف) کمترین طول‌موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این ترازها به‌دست می‌آید.

ب) اگر الکترون از تراز انرژی ۱/۵۱eV- به تراز پایه جهش کند طول‌موج فوتون گسیلی را پیدا کنید.

پ) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول‌موج ۶۶۰nm منجر شود؟ توجه کنید که این طول‌موج‌ها در گستره مرئی است.

۰eV
-۱/۵۱eV
-۳/۴۰eV
-۱۳/۶eV

۹

$$E_n=\frac{-۱۳/۶eV}{n^{۲}}\rightarrow n=\sqrt{\frac{-۱۳/۶eV}{E_n}}$$

$$\Delta E=\frac{hc}{\lambda}\rightarrow$$

$$\lambda=\frac{hc}{\Delta E}\rightarrow\begin{cases}\Delta E_{max}\rightarrow\lambda_{min}\\ \Delta E_{min}\rightarrow\lambda_{max}\end{cases}$$

۰eV — $n=\sqrt{\frac{-۱۳/۶eV}{۰}}=\infty$

-۱/۵۱eV — $n=\sqrt{\frac{-۱۳/۶eV}{-۱/۵۱eV}}=۳$

-۳/۴۰eV — $n=\sqrt{\frac{-۱۳/۶eV}{-۳/۴eV}}=۲$

-۱۳/۶eV — $n=\sqrt{\frac{-۱۳/۶eV}{-۱۳/۶eV}}=۱$

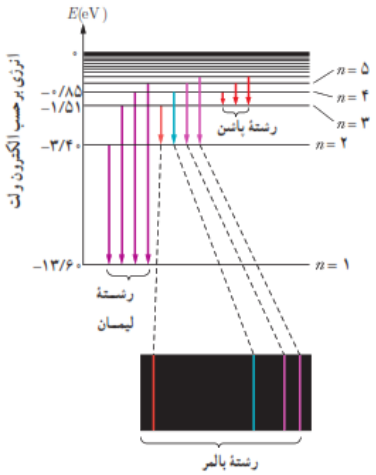
الف)

$$\lambda_{Min}=\frac{hc}{E_U-E_L}=\frac{۱۲۴۰\,nm.eV}{۰-(-۱۳/۶\,eV)}=۹۱/۲\,nm$$

@physicsjeiroodi

		ب) $\lambda = \frac{hc}{E_U - E_L} = \frac{۱۲۴۰\ nm.eV}{-۱/۵۱\ eV + ۱۳/۶\ eV} = ۱۰۲\ nm$ پ) $E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E_U + ۳/۴\ eV = \frac{۱۲۴۰\ nm.eV}{۶۶۰\ nm} = ۱/۸۷\ eV$ $E_U = ۱/۸۷\ eV - ۳/۴\ eV \simeq ۱/۵۱\ eV \rightarrow n = ۳$
۱۰	**پرسش ۴ـ۱** آیا معادلهٔ ۴ـ۶ برای فرایند جذب فوتون نیز برقرار است؟ (۴ـ۶) (معادلهٔ گسیل فوتون از اتم) $E_U - E_L = hf$	بله. در این حالت الکترون‌ها از تراز انرژی پایین‌تر به تراز انرژی بالاتر می‌روند. و اتم، فوتون‌هایی که دقیقا انرژی لازم برای گذار دارند را جذب می‌کنند. $\begin{cases} E_L = \frac{-۱۳/۶eV}{n_L^۲} \\ E_U = \frac{-۱۳/۶eV}{n_U^۲} \end{cases} \rightarrow E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow ۱۳/۶eV(\frac{-۱}{n_U^۲} + \frac{۱}{n_L^۲}) = \frac{hc}{\lambda}$ $(\frac{n_U^۲ - n_L^۲}{n_U^۲.n_L^۲})\lambda = \frac{hc}{۱۳/۶eV} \rightarrow \lambda_{Absorbing} = \left(\frac{hc}{۱۳/۶eV}\right)\left(\frac{n_U^۲.n_L^۲}{n_U^۲ - n_L^۲}\right) = \lambda_{Discharge}$
	۴ـ۲ و ۴ـ۳ طیف خطی و مدل اتم رادرفورد ـ بور	
۱۱	۷. الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید. ب) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد.	الف) برای یک جسم جامد، نظیر رشته‌ی داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول موج‌هاست. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است. حال آنکه گازهای کم فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آنها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج‌های معیّنی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند و طول موج‌های ایجاد شده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند. ب) برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم‌های هر گاز نظیر هیدروژن، هلیم، جیوه، سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده می‌شود. دو الکترود به نام‌های آند و کاتد در دو طرف این لامپ قرار دارد که به ترتیب به پایانه‌های مثبت و منفی یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا وصل‌اند. این ولتاژ بالا، سبب تخلیه‌ی الکتریکی در گاز می‌شود و اتم‌های

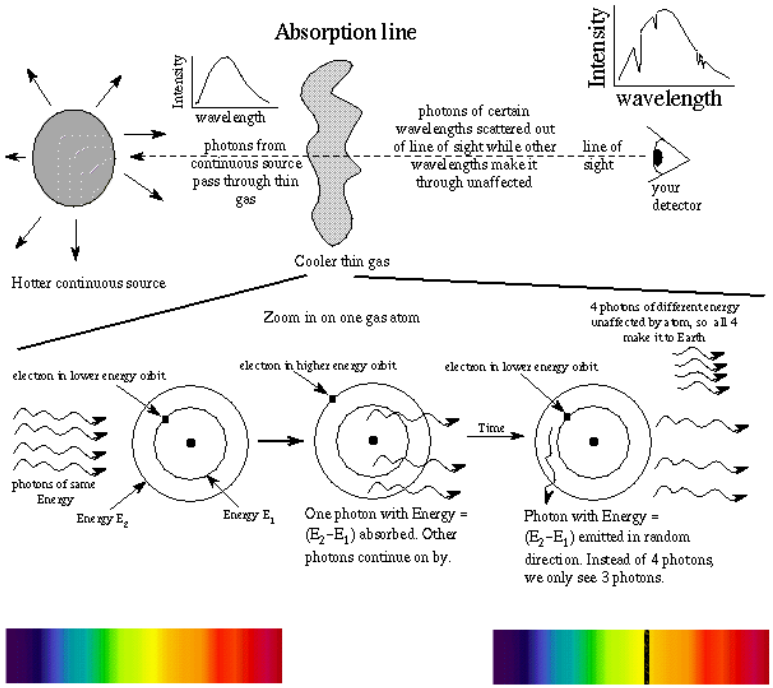
@physicsjeiroodi

		گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می‌کنند. آزمایش نشان می‌دهد که طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.
۱۲	**ا.** شکل زیر سه رشتهٔ طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می‌دهد که بر اساس مدل اتمی بور رسم شده است. الف) منظور از $n=۱$ و انرژی $-۱۳/۶۰\,eV$ چیست؟ ب) بر اساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را توضیح دهید. پ) اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول‌موج در هر رشته را، گسترهٔ طول‌موج‌های آن رشته می‌نامند. گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ لیمان ($n'=۱$) را پیدا کنید. 	**الف)** n عدد کوانتومی است که نشان دهنده شماره مدار مجاز الکترون به دور هسته است. و n=۱ پایین‌ترین تراز انرژی است که مربوط به مدار اول است که به آن حالت پایه گفته می شود. انرژی هر تراز به معنای مقدار انرژی است که الکترون با آن مقدار انرژی به هسته مقید است و برای جدا کردن الکترون باید به اندازه ی انرژی آن تراز به الکترون انرژی بدهیم تا از قید هسته رها شود و علامت منفی هم به همین دلیل است. ۱۳/۶ eV – انرژی الکترون در حالت پایه است که کمترین انرژی مجاز الکترون است. در مقابل بالاترین تراز $n=\infty$ است. که انرژی الکترون در این تراز صفر است، اگر الکترون در حالت سکون باشد. **ب)** مدارها و انرژی های الکترون ها در هر اتم کوانتیده‌اند. وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود. الکترون زمانی که از یک حالت مانا با انرژی بیشتر (E_U) به حالت مانا با انرژی کمتر (E_L) برود فوتون تابش می‌کند که انرژی فوتون تابشی برابر با اختلاف انرژی دو تراز است و چون ترازهای انرژی گسسته و دارای مقادیر معینی هستند لذا طیف خطی است. پ) $\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n_L^{۲}}-\frac{۱}{n_U^{۲}}\right)$
	$\lambda_{Min}=\frac{hc}{E_U-E_L}=\frac{۱۲۴۰\ nm.eV}{۰+۱۳/۶\ eV}=۹۰/۹۱\ nm$ $\lambda_{Max}=\frac{hc}{E_U-E_L}=\frac{۱۲۴۰\ nm.eV}{-۳/۴eV+۱۳/۶\ eV}=۱۲۱/۲\ nm$	$\xrightarrow{n_L=۱,n_U=\infty}\frac{۱}{\lambda_{min}}=۰/۰۱۱nm^{-۱}\left(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{\infty^{۲}}\right)\rightarrow\lambda_{min}=۹۰/۹\ nm$ $\xrightarrow{n_L=۱,n_U=۲}\frac{۱}{\lambda_{min}}=۰/۰۱۱nm^{-۱}\left(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{۲^{۲}}\right)\rightarrow\lambda_{max}=۱۲۱/۲\ nm$
		$\lambda_{Min}\le$ گستره طول موج $\le\lambda_{Max}\rightarrow$ ۹۰/۹۱nm ≤ گستره طول موج ≤۱۲۱/۲ nm

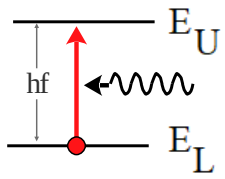
@physicsjeiroodi

۱۳

۹. الف) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.
ب) با استفاده از مدل بور، چگونه می‌توانید خط‌های تاریک در طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی را توجیه کنید؟
پ) وقتی که نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود، تابش مرئی از خود گسیل می‌کنند. این پدیدهٔ فیزیکی نمونه‌ای از فلوئورسانی است. آزمایش نشان می‌دهد در پدیدهٔ فلوئورسانی طول‌موج‌های گسیل‌یافته معمولاً برابر همان طول‌موج نور فرودی یا بزرگ‌تر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل بور می‌توانید تبیین کنید؟

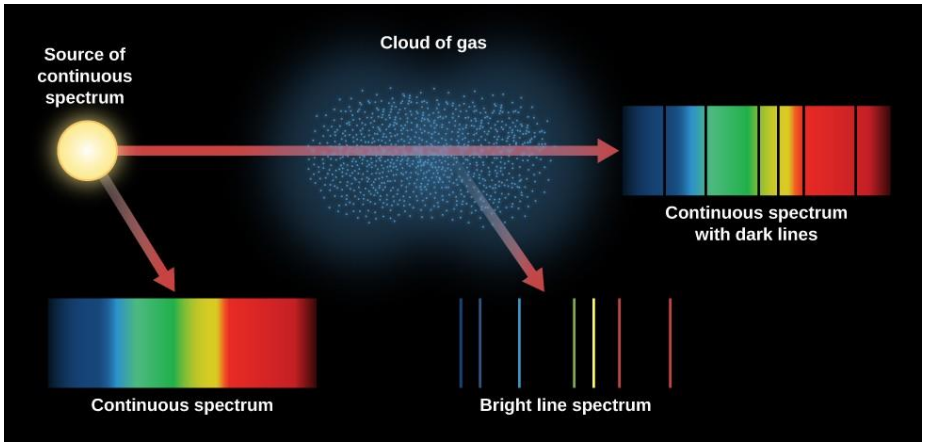


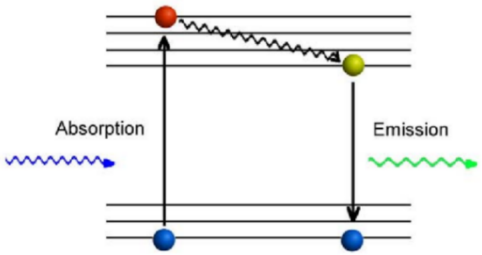
الف)



الکترون‌های که از ترازهای انرژی پایین‌تربا جذب فوتون به ترازهای انرژی بالاتر می‌روند. در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می کند.

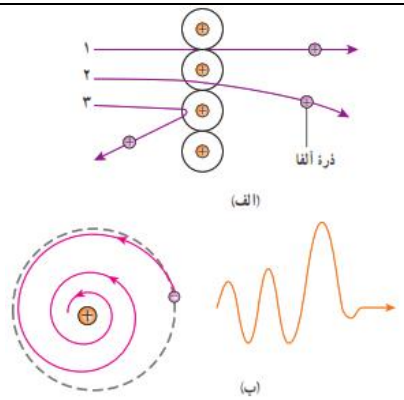
ب) وقتی نور سفیدی را به گاز هیدروژن رقیق می‌تابانیم الکترون‌های گاز بعضی از فوتون‌های نور فرودی را جذب کرده و به ترازهای بالاتر می‌روند. اگر نور خروجی از گاز را از منشور عبور دهیم یک دسته خط‌های جذبی تاریک در طیف پیوسته مشاهده می‌کنید.





پ) برای برانگیخته شدن اتم‌های بسیاری از مواد که به آن، نور فرابنفش بتابانیم. هنگام بازگشت به حالت پایه، نور مرئی گسیل می‌کنند. در این نوع مواد فوتون فرابنفش اتم را برانگیخته می‌سازد و الکترون به چند تراز انرژی بالاتر می‌رود و در برگشت با پرش‌های کوتاه‌تر و پله پله به تراز پایین-تر می‌رود و فوتون‌های کم انرژی‌تری گسیل می‌کند که بعضی از آنها در ناحیه مرئی است.

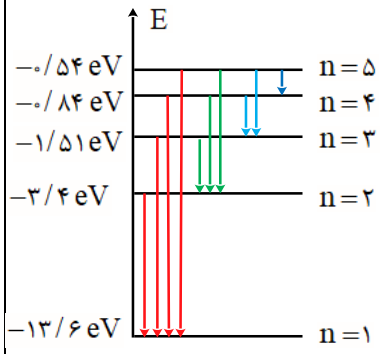
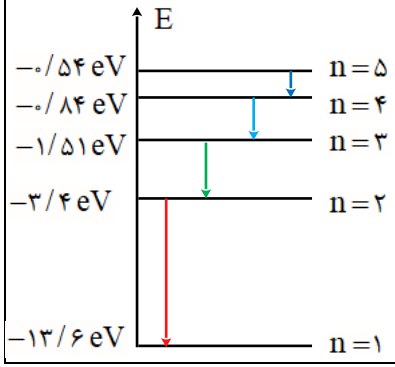
@physicsjeiroodi

۱۴	۱۰. مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقهٔ نازک طلا به‌دست آمده بود (شکل الف). الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند. ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذرهٔ ۳ منحرف می‌شوند. این امر چه نکته‌ای را دربارهٔ ساختار اتم طلا نشان می‌دهد؟ پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحهٔ بسیار نازک طلا استفاده کرده بود؟ ت) شکل ب، به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟ در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟  	**الف)** ذرات آلفا دارای بار مثبت‌اند. که تعداد زیادی از این ذرات از فضای خالی اتم عبور می‌کنند و یا در انحراف بسیار کمی در اثر نیروی دافعه از کنار هسته‌ی اتم می‌گذرند. که نشان می‌دهد بیشتر حجم ماده (اتم‌ها) از فضای خالی تشکیل شده است. **ب)** تعداد بسیار کمی از ذرات آلفا به مرکز اتم برخورد می‌نمایند و به سمت عقب باز می‌گردند. که نشان می‌دهد که توسط یک مرکز بسیار چگال و دارای بار مثبت منحرف شده باشند که حجم آن در مقایسه با حجم اتم بسیار کم است. **پ)** رادفور به دنبال ورقه‌ی نازک و فلزی سنگین بود. ۱- ورق طلا را می‌توان براحتی، به ورقه‌ی بسیار نازکی تبدیل کرد. شکل دادن و نازک کردن طلا از همه فلزات، آسانتر می‌باشد. در نتیجه رادفور، ورقه‌ی طلا را برای آزمایش خود برگزید. ۲- رادرفورد بدنبال یک فلز سنگین بود که تعداد الکترون‌های زیادی داشته باشد. می‌خواست میزان پراکندگی ذرات آلفا را در اتم سنگین با تعداد الکترون‌های زیاد بررسی نماید. دلیل انتخاب پرتو آلفا هم باردار بودن و سنگین بودن ذره آلفا بود. سنگین بودن پرتو باعث می‌شد تا به آسانی از مسیر خود منحرف نشود. **ت)** اگر فرض کنیم الکترون به دور هسته در گردش باشد، حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است. و سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن، با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچک‌تر و بسامد حرکت آن به تدریج بیشتر شود. به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی‌در پی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد. و تنها طیف گسیلی پیوسته خواهیم داشت. و این در شرایطی است که طیف خطی گسیل شده توسط اتم ها نیز جور در نمی‌آمد. در مدل بور که برای اتم هیدروژن ارائه شد. الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا بر خلاف نظریهٔ الکترومغناطیسی کلاسیک تابشی نمی‌کند و همچنین از یک حد معین با شعاع مشخص به هسته نزدیک‌تر نمی‌شود.

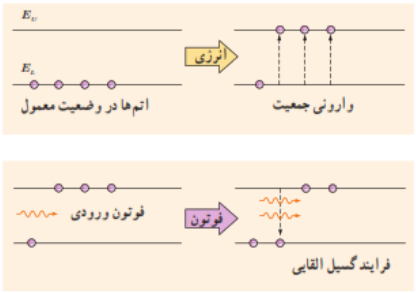
@physicsjeiroodi

۱۵	II. با استفاده از رابطهٔ بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، الف) اختلاف انرژی $\Delta E(n_U \to n_L)= E_U - E_L$ را حساب کنید. ب) نشان دهید که : $\Delta E(۴\to۲) = \Delta E(۴\to۳) + \Delta E(۳\to۲)$ $\Delta E(۴\to۱) = \Delta E(۴\to۲) + \Delta E(۲\to۱)$	الف) $\left.\begin{aligned} E_U &= -\frac{۱۳/۶\ eV}{n_U^۲} \\ E_L &= -\frac{۱۳/۶\ eV}{n_L^۲} \end{aligned}\right\} \to \Delta E_{(n_U\to n_L)} = E_U - E_L = -\frac{۱۳/۶\ eV}{n_U^۲} - (-\frac{۱۳/۶\ eV}{n_L^۲})$ $\Delta E_{(n_U\to n_L)} = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲})$ ب) $\Delta E_{(۴\to۲)} = \Delta E_{(۴\to۳)} + \Delta E_{(۳\to۲)}$ $\Delta E_{(۴\to۲)} = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶})$ $\Delta E_{(۴\to۳)} + \Delta E_{(۳\to۲)} = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) + ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲})$ $= ۱۳/۶\ eV[(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) + (\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹})] = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶})$ $\Delta E_{(۴\to۲)} = E_۴ - E_۲$ $\Delta E_{(۴\to۳)} + \Delta E_{(۳\to۲)} = E_۴ - E_۳ + E_۳ - E_۲ = E_۴ - E_۲$ $\Delta E_{(۴\to۱)} = \Delta E_{(۴\to۲)} + \Delta E_{(۲\to۱)}$ $\Delta E_{(۴\to۱)} = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶})$ $\Delta E_{(۴\to۲)} + \Delta E_{(۲\to۱)} = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) + ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۲^۲})$ $= ۱۳/۶\ eV[(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}) + (\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴})] = ۱۳/۶\ eV(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶})$

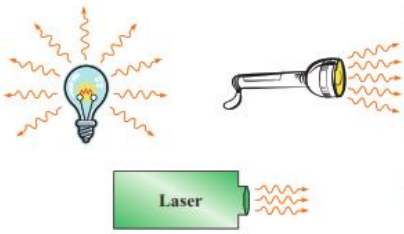
@physicsjeiroodi

		$\Delta E_{(۴\to۱)} = E_۴ - E_۱$ $\Delta E_{(۴\to۲)} + \Delta E_{(۲\to۱)} = E_۴ - E_۲ + E_۲ - E_۱ = E_۴ - E_۱$
۱۶	۱۲. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = ۵$ قرار دارد. الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه برود، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟ ب) فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = ۱$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟	الف) ۱۰ فوتون تعداد فوتون‌ها $= \frac{n(n-۱)}{۲} = \frac{۵\times۴}{۲} = ۱۰$  ب) ۴ فوتون تعداد فوتون‌ها با انرژی‌های متفاوت $= n - ۱ = ۵ - ۱ = ۴$ 

@physicsjeiroodi

	۴-۴ لیزر	
۱۷	۱۳. شکل زیر فرایند ایجاد باریکهٔ لیزر را به‌طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. الف) منظور از عبارت «اتم‌ها در وضعیت معمول» چیست؟ ب) نقش انرژی داده‌شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می‌شود؟ پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟ ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا فرایند گسیل القایی انجام شود؟ ث) فوتون‌هایی که بر اثر فرایند گسیل القایی و جهش الکترون‌ها به تراز پایین‌تر ایجاد می‌شوند چه ویژگی‌های مشترکی دارند؟ 	**الف)** وقتی اتم‌ها (الکترون‌ها) در حالت پایه باشند و برانگیخته نشده‌اند به این حالت می‌گوییم اتم در وضعیت معمول است. **ب)** با تابش فوتون‌هایی که انرژی آنها برابر اختلاف انرژی دو تراز E_L و E_U $(E_U - E_L = hf)$ است. الکترون از تراز E_L به تراز E_U برانگیخته می‌شوند و این عمل آنقدر تکرار می‌شود تا حالت پایه با این فرایند تخلیه و جمعیت تراز بالاتر خیلی زیاد شود و وارونی جمعیت پیش می‌آید. **انرژی توسط** پمپ لیزر تامین می‌شود که می‌تواند به صورت‌های مختلف باشد. گاهی توسط برق تامین می‌شود و گاهی درخش‌های شدید نور و یا انرژی به روش ایجاد میدان الکتریکی قوی تحت ولتاژ تامین می گردد. **پ)** وارونی جمعیت در یک محیط لیزر مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیخته‌ی معمولی باقی می‌ماند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. **ت)** اگر فوتونی با انرژی ورودی $(E_U - E_L = hf)$ به اتم برانگیخته وارد شود، گسیل القایی رخ می‌دهد. **ث)** گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد. اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. دوم اینکه فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون هایی که باریکه‌ی لیزری را ایجاد می‌کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.

@physicsjeiroodi

۱۸	۱۱۴. در شکل زیر نحوهٔ گسیل فوتون‌ها از سه چشمهٔ نور شامل لامپ رشته‌ای، چراغ قوه با لامپ رشته‌ای و لیزر با یکدیگر مقایسه شده است. الف) با توجه به آنچه در این فصل فراگرفتید تفاوت فوتون‌های گسیل‌شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید. ب) چرا توصیهٔ جدی می‌شود که هیچ‌گاه به طور مستقیم به باریکهٔ نور ایجادشده توسط لیزر نگاه نکنید؟ 	الف) فوتون‌های خروجی از یک لامپ رشته‌ای، در تمام جهت‌ها گسیل و پراکنده می‌شوند. و برای ایجاد فوتون‌های لامپ رشته‌ای و چراغ قوه به فرایند گسیل القایی نیازی نیست بلکه گسیل خود به خود رخ می‌دهد و فوتون‌های گسیل شده، موازی، هم‌فاز و هم بسامد نیستند. با قراردادن یک عدسی در جلوی لامپ چراغ قوه، از پراکنده شده فوتون‌ها، جلوگیری می‌کنند. فوتون‌های خروجی نسبت به لامپ در جهت‌های محدودتر گسیل می‌شوند. فوتون‌های گسیل شده، موازی، غیر-هم‌فاز و با بسامدهای مختلف گسیل می‌کنند. در لیزر فوتون‌ها در فرآیند گسیل القایی ایجاد شده و باریکه‌ای از لیزر را داریم که این باریکه از فوتون-هایی که همگی هم جهت، هم فاز و هم انرژی‌اند ایجاد می‌شود. ب) نور لیزر دارای تعداد زیادی فوتون‌های هم‌فاز، هم بسامد و هم جهت می‌باشند لذا دارای انرژی بسیار زیاد و قدرت نفوذپذیری بالایی دارند. اگر وارد چشم شوند می‌توانند باعث صدمه زدن به چشم شوند.

@physicsjeiroodi

۴ـ۵ ساختار هسته

۱۹

تمرین ۴ـ۴

با توجه به آنچه تاکنون دیدید و همچنین با استفاده از جدول تناوبی عناصر، که در پیوست کتاب آمده است، نماد هسته را در هر یک از موارد زیر تعیین کنید.

الف) ایزوتوپ فلوئور (F) با عدد نوترونی ۱۰ ب) ایزوتوپ قلع (Sn) با عدد نوترونی ۶۶

الف) $\left.\begin{matrix} z=۹ \\ N=۱۰ \end{matrix}\right\} \rightarrow A=z+N=۹+۱۰=۱۹$ ، ${}^{۱۹}_{۹}F_{۱۰}$

ب) $\left.\begin{matrix} z=۵۰ \\ N=۴۶ \end{matrix}\right\} \rightarrow A=z+N=۵۰+۶۶=۱۱۶$ ، ${}^{۱۱۶}_{۵۰}Sn_{۶۶}$

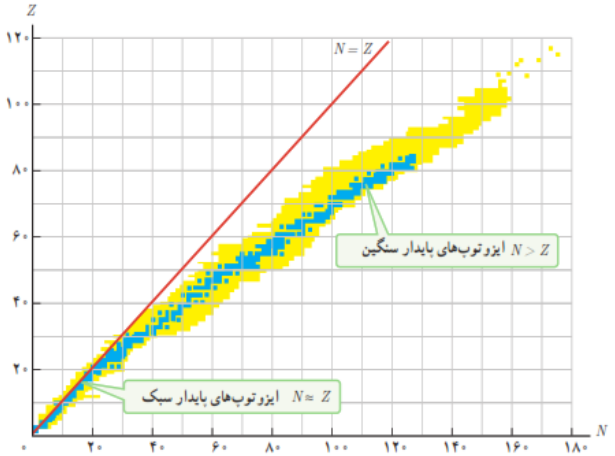
۲۰

پرسش ۴ـ۲

هر نقطهٔ آبی رنگ در نمودار شکل ۴ـ۲۲ نشان‌دهندهٔ یک هستهٔ پایدار است. با توجه به این نمودار به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون (N/Z) برای هسته‌های پایدار مختلف ثابت است یا متفاوت؟ توضیح دهید.

ب) ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر را چگونه می‌توان با استفاده از این نمودار تشخیص داد؟



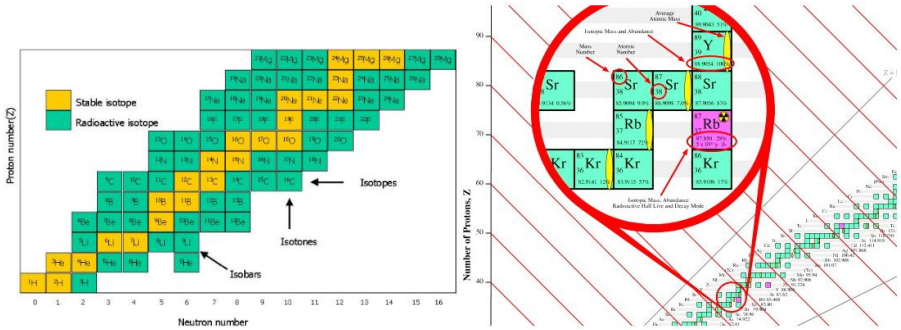
شکل ۴ـ۲۲ نمودار تغییرات Z برحسب N برای هسته‌های پایدار و پرتوزا. هر نقطهٔ آبی رنگ نشان‌دهندهٔ یک هستهٔ پایدار است. نقاط زرد رنگ هسته‌های پرتوزای شناخته شده را نشان می‌دهند.

الف) متفاوت است.

با افزایش عدد اتمی، هسته های پایدار از خط $N=Z$ فاصله می گیرند و به طرف پایین خط پراکنده می‌شوند. یعنی تعداد نوترون های آنها نسبت به پروتون های آنها زیاد می‌شود

ب) ایزوتوپ یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد نوترونی متفاوتی دارد.

اگر خطی عمود بر محور Z رسم کنیم. این خط چند نقطه آبی رنگ را قطع کند. این نقطه‌ها نمایانگر هسته‌هایی با عدد اتمی یکسان و عدد نوترونی متفاوت است.



۴ـ۵ ساختار هسته

۲۱

مرتبهٔ بزرگی تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان تنگ هم در یک توپ تنیس به شعاع ۳/۲cm جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبهٔ بزرگی جرم این توپ چقدر است؟

(مرتبهٔ بزرگی شعاع و جرم نوترون را به‌ترتیب $۱۰^{-۱۵}m$ و $۱۰^{-۲۷}kg$ در نظر بگیرید.)

حجم در توپ $V=\frac{۴}{۳}\pi r^{۳}=\frac{۴}{۳}\times ۳/۱۴\times(۳/۲\times ۱۰^{-۲}m)^{۳}=۱/۳۷\times ۱۰^{-۴}m^{۳}$

حجم نوترون در توپ $V'=\frac{۴}{۳}\pi r'^{۳}=\frac{۴}{۳}\times ۳/۱۴\times(۱۰^{-۱۵}m)^{۳}=۱/۴\times ۱۰^{-۴۵}m^{۳}$

تعداد نوترون در توپ $N=\frac{V}{V'}=\frac{۱/۳۷\times ۱۰^{-۴}m^{۳}}{۱/۴\times ۱۰^{-۴۵}m^{۳}}\simeq ۱۰^{۴۱}$

@physicsjeiroodi

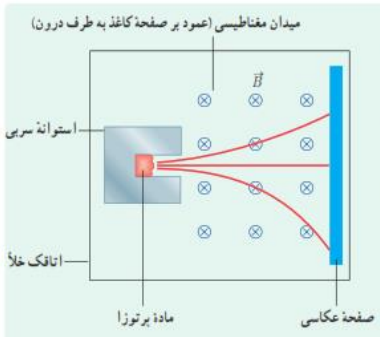
		$m = N \times m' = ۱۰^{۴۱} \times ۱۰^{-۲۷} = ۱۰^{۱۴} kg$ جرم توپ
۲۲	**۱۷.** برای $^{۲۰۸}_{۸۲}Pb$ مطلوب است : الف) تعداد نوکلئون‌ها ب) تعداد نوترون‌ها پ) بار الکتریکی خالص هسته	الف) $^{۲۰۸}_{۸۲}Pb \rightarrow A = ۲۰۸$ ب) $^{۲۰۸}_{۸۲}Pb \rightarrow N = A - z = ۲۰۸ - ۸۲ = ۱۲۶$ پ) $q = +۸۲e = +۸۲ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} c = ۱/۳۱۲ \times ۱۰^{-۱۷} c$ هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است. که نوترون بار ندارد. و بار پروتون مثبت است. پس بار الکتریکی خالص هسته مثبت است.
۲۳	**۱۷.** در هر یک از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می‌دهد و در هستهٔ هر یک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید. الف) $^{۱۹۵}_{۷۸}X$ ب) $^{۳۲}_{۱۶}X$ پ) $^{۶۱}_{۲۹}X$	الف) $^{۱۹۵}_{۷۸}X = {}^{۱۹۵}_{۷۸}Pt \rightarrow N = ۱۹۵ - ۷۸ = ۱۱۷$ ب) $^{۳۲}_{۱۶}X = {}^{۳۲}_{۱۶}S \rightarrow N = ۳۲ - ۱۶ = ۱۶$ پ) $^{۶۱}_{۲۹}X = {}^{۶۱}_{۲۹}Cu \rightarrow N = ۶۱ - ۲۹ = ۳۲$
۲۴	**۱۸.** آیا می‌توان ایزوتوپ $^{۶۱}_{۲۵}X$ را با روش شیمیایی از ایزوتوپ $^{۵۹}_{۲۵}X$ جدا کرد؟ از ایزوتوپ $^{۶۱}_{۲۶}Y$ چطور؟ پاسخ خود را توضیح دهید.	ایزوتوپ $^{۶۱}_{۲۵}X$ و $^{۵۹}_{۲۵}X$ دارای عدد اتمی یکسان‌اند پس خواص شیمیایی یکسانی دارد. پس با روش شیمیایی نمی‌توان این دو ایزوتوپ را جدا کرد. این دو ایزوتوپ دارای خواص فیزیکی متفاوت مانند عدد جرمی و عدد نوترونی متفاوت می‌باشند. ولی ایزوتوپ $^{۶۱}_{۲۵}X$ و $^{۶۱}_{۲۶}y$ را می‌توان به روش شیمیایی جدا کرد. زیرا عدد اتمی و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

@physicsjeiroodi

۴–۶ پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر

۲۵

پرسش ۴–۳



شکل روبه‌رو طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزایی طبیعی را مشاهده کرد و به تفاوت بار و جرم پرتوها از یکدیگر پی برد. قطعه‌ای از مادهٔ پرتوزا را در ته حفرهٔ باریکی در یک استوانهٔ سربی قرار می‌دهند. استوانه را درون اتاقکی می‌گذارند و هوای درون آن را تخلیه می‌کنند. سپس یک صفحهٔ عکاسی مقابل حفره قرار می‌دهند و میدان مغناطیسی یکنواختی درون اتاقک برقرار می‌کنند. خطوط قرمزرنگ، مسیر حرکت پرتوها را نشان می‌دهد. نوع بار پرتوها را با هم مقایسه کنید.

با توجه به قانون دست راست می‌توان تعیین کرد.

پرتوی بالایی: از قانون دست راست پیروی می‌کند. پس بتا مثبت (β^+) است.

پرتوی وسط: در میدان مغناطیسی منحرف نشده است و بار الکتریکی ندارد.

پرتوی پایین: از قانون دست راست پیروی نکرده و برعکس است. پس بتا منفی (β^-) است.

۲۶

تمرین ۴–۵

لوتتیم ($^{176}_{71}Lu$) عنصر پرتوزایی است که با گسیل بتای منفی، واپاشی می‌کند. معادلهٔ این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می‌شود تعیین کنید.

$$^{176}_{71}Lu \rightarrow {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{A'}_{z'}Y$$

$$\left.\begin{array}{l} 176 = A' + 0 \rightarrow A' = 176 \\ 71 = z' - 1 \rightarrow z' = 72 \end{array}\right\} \rightarrow {}^{176}_{72}Hf$$

۲۷

تمرین ۴–۶

ایزوتوپ ($^{15}_{8}O$) با گسیل پوزیترون، واپاشی می‌کند. معادلهٔ این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می‌شود تعیین کنید.

$$^{15}_{8}O \rightarrow {}^{0}_{+1}e^{+} + {}^{A'}_{z'}Y$$

$$\left.\begin{array}{l} 15 = A' + 0 \rightarrow A' = 15 \\ 8 = z' + 1 \rightarrow z' = 7 \end{array}\right\} \rightarrow {}^{15}_{7}N$$

۲۸

تمرین ۴–۷

پس از گذشت ۹ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{1}{8}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه‌عمر (برحسب روز) ماده چقدر است؟

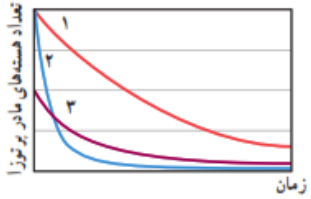
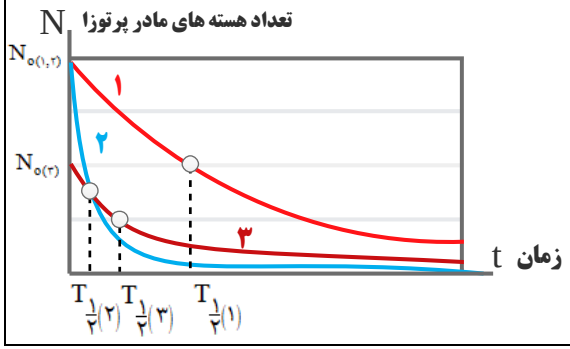
$$N = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow \frac{1}{8}N_0 = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow 2^n = 8 = 2^3 \rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow 3 = \frac{9(day)}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 3(day)$$

@physicsjeiroodi

	۴–۶ پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر	
۲۹	**۱۹.** جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهندهٔ یک یا چند ذرهٔ α ، β^+ یا β^- است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید. $^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + \ldots$ $^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + \ldots$ $^{231}_{90}Th^{*} \rightarrow {}^{231}_{90}Th + \ldots$ $^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + \ldots$	تولید اشعه β^- ، الکترون زا تولید اشعه β^+ ، ۳ تا پوزیترون تولید اشعه γ ، تولید اشعه β^+ ، ۱ پوزیترون $^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}X$ $^{11}_{6}c \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}X \quad \Rightarrow {}^{0}_{+1}X \leftrightarrow 3\left({}^{0}_{-1}e\right)$ $^{231}_{90}Th^{*} \rightarrow {}^{231}_{90}Th + {}^{0}_{0}X$ $^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}Bi + {}^{0}_{+1}X$
۳۰	**۲۰.** هستهٔ دختر به‌دست‌آمده از هر یک از واپاشی‌های زیر را به‌صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید. الف) $^{242}_{94}Pu$ واپاشی α انجام دهد. ب) سدیم $^{24}_{11}Na$ واپاشی β^- انجام دهد. پ) نیتروژن $^{13}_{7}N$ واپاشی β^- انجام دهد. ت) $^{15}_{8}O$ واپاشی β^+ انجام دهد.	الف) **اورانیوم** $^{242}_{94}Pu \rightarrow (^{4}_{2}He,\alpha) + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{238}_{92}U$ $A = 242 - 4 = 238 \quad \& \quad Z = 94 - 2 = 92$ ب) **منیزیم** $^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{24}_{12}Mg$ $A = 24 - 0 = 24 \quad \& \quad Z = 11 + 1 = 12$ پ) **اکسیژن** $^{13}_{7}N \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{13}_{8}O$ $A = 13 - 0 = 13 \quad \& \quad Z = 7 + 1 = 8$ ت) **نیتروژن** $^{15}_{8}O \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{15}_{7}N$ $A = 15 - 0 = 15 \quad \& \quad Z = 8 - 1 = 7$
۳۱	**۲۱.** سرب $^{207}_{82}Pb$ هستهٔ دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هستهٔ مادر را به‌صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.	**پلونیم** $^{A}_{Z}Y \rightarrow {}^{207}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$ $\begin{cases} A = 4 + 207 \rightarrow A = 211 \\ z = 2 + 82 \rightarrow z = 84 \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}Y = {}^{211}_{84}Y = {}^{211}_{84}Po$ **تالیم** $^{A}_{Z}Y \rightarrow {}^{207}_{82}Pb + {}^{0}_{-1}e$ $\begin{cases} A = 207 + 0 \rightarrow A = 207 \\ z = 82 - 1 \rightarrow z = 81 \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}Y = {}^{207}_{81}Y = {}^{207}_{81}T$

@physicsjeiroodi

۳۲	**۳۲.** نپتونیم $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β، α و α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هستهٔ نهایی چقدر است؟	$^{۲۳۷}_{۹۳}Np \to ۳\alpha + \beta + {}^{A}_{Z}X \Rightarrow {}^{۲۳۷}_{۹۳}Np \to ۳{}^{۴}_{۲}He + {}^{۰}_{-۱}e + {}^{A}_{Z}X$ $\begin{cases} ۲۳۷ = ۱۲ + ۰ + A \to A = ۲۲۵ \\ ۹۳ = ۶ - ۱ + z \to z = ۸۸ \end{cases}$
۳۳	**۳۳.** شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید. 	زمان نیمه‌عمر، زمانی است که تعداد هسته های اولیه (N_o) نصف می‌شود. با توجه به نمودار و تعیین نیمه عمر سه نمودار می توان نتیجه گرفت. $T_{\frac{۱}{۲}(۲)} < T_{\frac{۱}{۲}(۳)} < T_{\frac{۱}{۲}(۱)}$ 

@physicsjeiroodi

۳۴	**۳۴.** هنگامی‌که نیتروژن جوّ زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از جنس پروتون، ذره‌های α و الکترون هستند) بمباران می‌شود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه‌های فوقانی جو تولید می‌شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به‌طور طبیعی در جو وجود دارد درهم می‌آمیزد. بررسی‌ها نشان داده است که به‌ازای هر ۱۰۰۰۰ میلیارد اتم پایدار کربن ۱۲، تقریباً یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جوّ می‌شود. اتم‌های کربن جوّی از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس، به‌نحو کاتوره‌ای مکان خود را عوض می‌کنند و به بدن جانداران منتقل می‌شوند. به‌طوری‌که اتم‌های کربن هر موجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ است. وقتی موجود زنده‌ای می‌میرد، مقدار کربن پرتوزای به تله افتاده در موجود غیرزنده، با نیمه‌عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می‌گذارد. کربن ۱۴ موجود در یک نمونهٔ زغال قدیمی، ۱/۵۶ درصد (معادل $\frac{۱}{۶۴}$) مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی است که تازه تولید شده است. سن تقریبی این زغال قدیمی چقدر است؟	$\frac{N}{N_o}=\frac{۱}{۲^n}=\%۱/۵۶=\frac{۱}{۶۴}=\frac{۱}{۲^۶}\rightarrow n=۶$ $n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\rightarrow ۶=\frac{t}{۵۷۳۰(Year)}\rightarrow t=۳۴۳۸۰(Year)$
۳۵	**۳۵.** نیمه‌عمر بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت چهار ساعت، چه کسری از مادهٔ اولیه، در نمونه‌ای از این بیسموت، باقی می‌ماند؟	$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\rightarrow n=\frac{۴h}{۱h}\rightarrow n=۴$ $N=\frac{N_۰}{۲^n}=\frac{N_۰}{۲^۴}=\frac{N_۰}{۱۶}$