کارنامه خرد

برای رسیدن به یک ۲۰ خوب

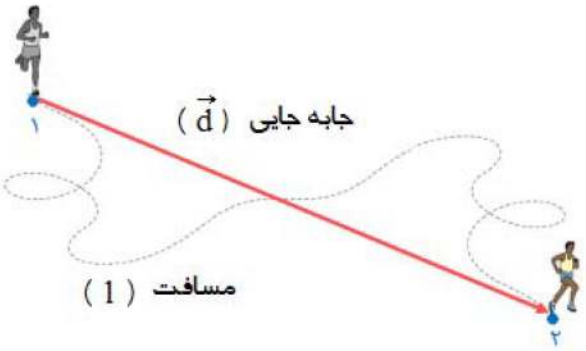
فیزیک ۳

مدرس: مهندس مهدی باباخانی

جمعبندی ۱۴۰۲

فصل اول

حرکت در راستای خط راست



بردار جابه جایی($\vec{d}$): برداری است که ابتدای حرکت را به انتهای حرکت وصل می کند.

مسافت (l): کلیه نقاط پیموده توسط متحرک (مسیر حرکت) مسافت نامیده می شود.

نکته۱- در حرکت **روی خط راست** فرض برای این است که متحرک روی محور x یا y حرکت می کند وجابه جایی را با Δx یا Δy نمایش می دهند:

$$\Delta x = x_۲ - x_۱$$

$x_۱$: مکان اولیه

$x_۲$: مکان ثانویه

Δx: جابه جایی

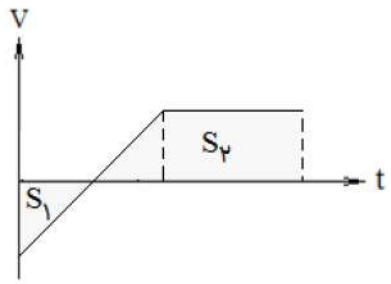
نکته۲- در حرکت *روی خط راست* ، مسافت را می توان مجموع قدر مطلق جابه جایی های هر قسمت از حرکت توصیف کرد:

$$l = \left|\Delta x_۱\right| + \left|\Delta x_۲\right| + \ldots$$

نکته۳- جابه جایی یک کمیت برداری و مسافت یک کمیت نرده ای است.

نکته٤- جابه جایی هم جهت با جهت حرکت است و درصورتی که حرکت روی خط راست باشد می تواند مثبت یا منفی باشد، اما مسافت همواره مثبت است.

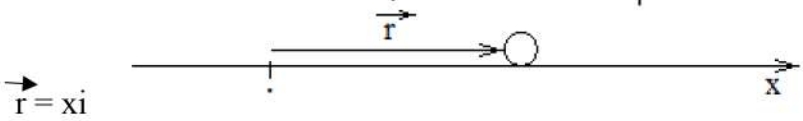
نکته۵- با استفاده از مساحت زیر نمودار سرعت- زمان نیز می توان مسافت وجابه جایی را به دست آورد:



$$\Delta x = S_۱ + S_۲ + \ldots$$

$$l = |S_۱| + |S_۲| + \ldots$$

بردار مکان: برداری است که مبدأ مختصات را به مکان جسم متصل می کند، به طور مثال در حرکت روی خط راست بردار مکان به صورت زیر است:



تندی متوسط(S_{av}): مسافت طی شده در واحد زمان تندی متوسط نامیده می شود:

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

تندی لحظه ای: تندی متحرک در هر لحظه از زمان یا در هر نقطه از مسیر را، تندی لحظه ای می نامند.

سرعت متوسط(V_{av}): جابه جایی انجام شده در واحد زمان است و روابط زیر برای آن برقرار است:

$$V_{av} = \frac{d}{\Delta t}$$

۱- اگر متحرک روی خط راست حرکت نکند:

۲- اگر متحرک روی خط راست یک جابه جایی معین انجام دهد:

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱}$$

x: مکان

Δx: جابه جایی

t: لحظه

Δt: مدت یا بازه ی زمانی

۳- اگر متحرک روی خط راست چند جابه جایی متوالی انجام دهد:

$$V_{av} = \frac{\Delta x_۱ + \Delta x_۲ + \ldots}{\Delta t_۱ + \Delta t_۲ + \ldots}$$

سرعت لحظه ای: همان تندی لحظه ای است با این تفاوت که باید جهت حرکت متحرک را نیز تعیین کنیم(در حقیقت سرعت لحظه ای ، سرعت متحرک در هر لحظه است)

نکته۱- تندی متوسط ولحظه ای کمیتهای نرده ای و سرعت متوسط و لحظه ای کمیتهای برداری هستند.

نکته۲- سرعت متوسط هم جهت با جابه جایی متحرک است.

نکته۳- یکای SI سرعت متوسط $\frac{m}{s}$ است و در صورتی که سرعت متوسط $\frac{km}{h}$ باشد به صورت زیر آن را تبدیل نمایید:

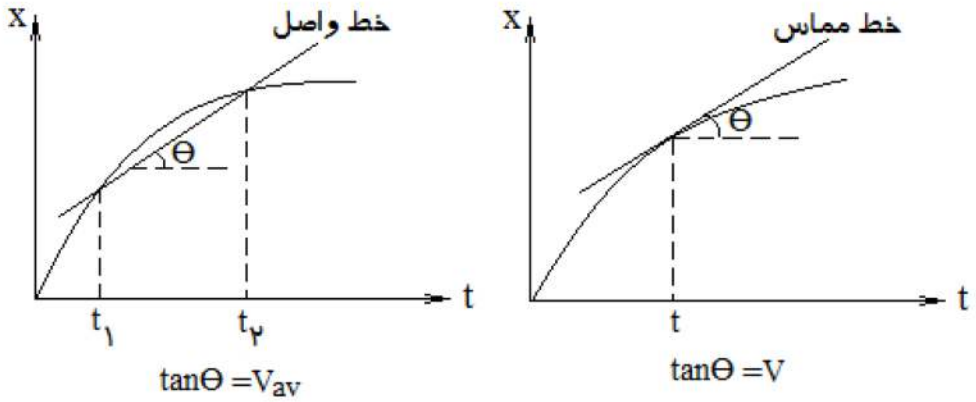
$$\frac{km}{h} \xrightarrow{\times \frac{۱۰}{۳۶}} \frac{m}{s}$$

نکته٤-کلمه«سرعت» و کلمه«تندی» به تنهایی در سؤالات به ترتیب به معنای سرعت لحظه ای وتندی لحظه ای است.

نکته۵- بردار سرعت متحرک همواره مماس بر مسیر است ودر حرکت بر خط راست بردار سرعت در جهت حرکت آن است و به عبارت دیگردر حرکت بر خط راست علامت سرعت نشانه ی جهت حرکت متحرک است.

نکته۶- در حرکت روی خط راست اگر سرعت ثابت باشد سرعت لحظه ای و متوسط برابرند.

تعیین سرعت متوسط و لحظه ای با کمک نمودار مکان–زمان:

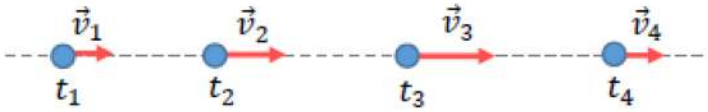


۱- شیب خط واصل بین دو نقطه در نمودار مکان- زمان برابر سرعت متوسط است.

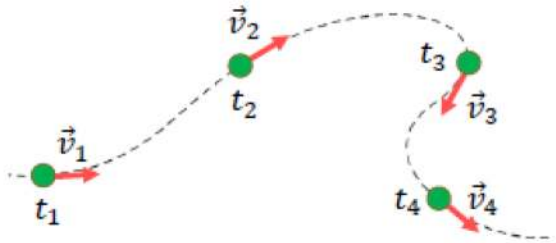
۲- شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در هر لحظه برابر سرعت لحظه ای است.

حرکت شتابدار: هر گاه حرکتی تغییر در **اندازه** یا **جهت** سرعت داشته باشد شتابدار است ، بنابراین حرکت شتابدار یکی از سه وضعیت زیر است:

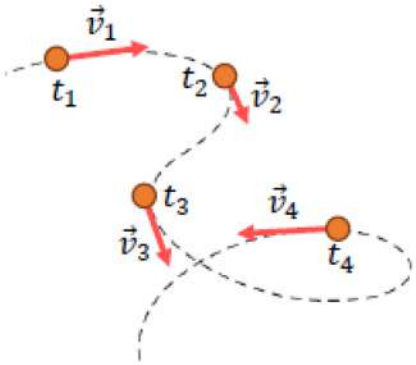
۱- **اندازه** بردارسرعت(تندی) تغییر می کند:



۲- اندازه بردار سرعت(تندی) ثابت است اما **جهت** آن تغییر می کند:



۳- هم **اندازه** ی بردار سرعت و هم **جهت** آن تغییر می کند:



شتاب متوسط: تغییرات سرعت در واحد زمان شتاب متوسط است که به صورت زیر محاسبه می شود:

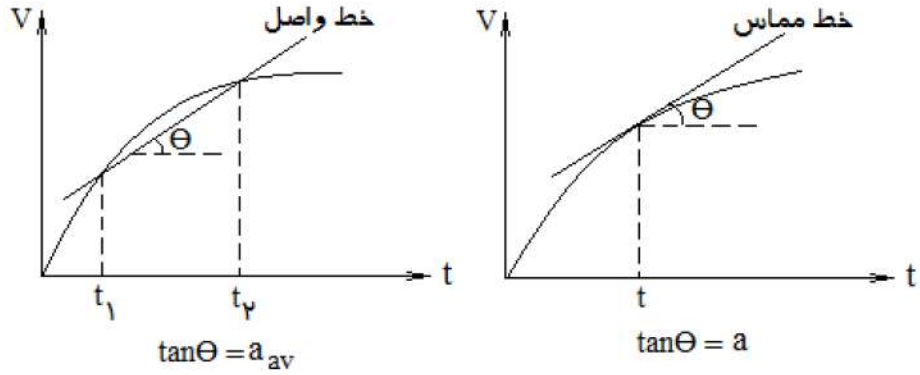
۱- در حرکت های غیر خط راست:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_۲ - \vec{v}_۱}{t_۲ - t_۱}$$

۲- در حرکت بر روی خط راست:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱}$$

تعیین شتاب متوسط و لحظه ای با کمک نمودار سرعت-زمان:



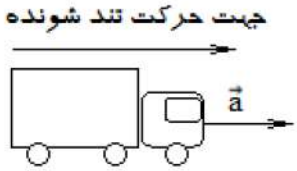
۱- شیب خط واصل بین دو نقطه در نمودار سرعت- زمان برابر شتاب متوسط است.

۲- شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه برابر شتاب لحظه ای است.

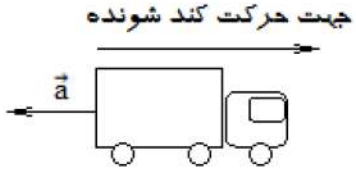
نکته۱- جهت شتاب متحرک هم جهت با بردار تغییرات سرعت متحرک (ΔV) است.

نکته۲- با توجه به نکته فوق می توان ثابت کرد در حرکت بر روی خط راست جهت بردار شتاب را می توان به صورت زیر تعیین نمود:

۱- در حرکت تند شونده ،شتاب حرکت هم جهت با جهت حرکت (بردار سرعت) است:



۲- در حرکت کند شونده، شتاب حرکت خلاف جهت حرکت (بردارسرعت) است:



حرکت یکنواخت: اگر اندازه ی سرعت متحرک(تندی) ثابت باشد و تغییر نکند آن را حرکت یکنواخت می گویند.

انواع حرکت یکنواخت:

۱- حرکت یکنواخت روی خط راست: در این حرکت، متحرک با تندی ثابت بر مسیر مستقیم و بدون تغییر جهت حرکت می کند.(این حرکت بدون شتاب است چون اندازه و جهت سرعت ثابت است)

۲- حرکت دایره ای یکنواخت: در این حرکت، متحرک با تندی ثابت در مسیر دایره ای حرکت می کند.(این حرکت شتاب دار است زیرا با وجود آنکه اندازه ی سرعت ثابت است، جهت بردار سرعت تغییر می کند)

معادله ی حرکت یکنواخت روی خط راست:

x_o: مکان اولیه(مکان در t=۰)

$$x=vt+x_o$$

x: مکان ثانویه(مکان در لحظه ی t)

V:سرعت

نکته۱- همانطور که گفته شد در این حرکت a=۰ است.

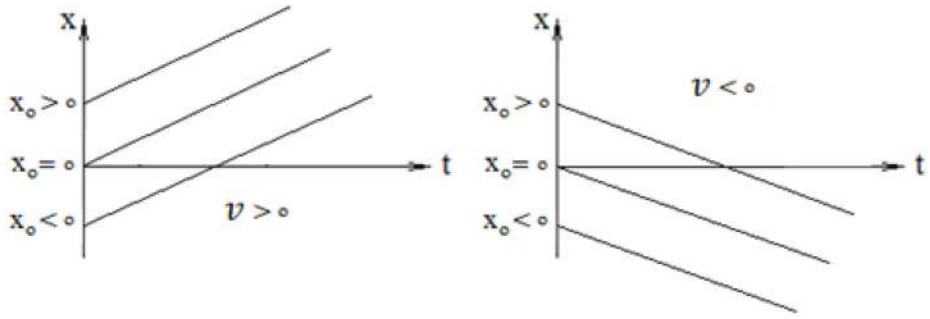
نکته۲- در این حرکت $V=V_{av}$ است.

نکته۳- در این حرکت می توان معادله حرکت را برای یک بازه ی زمانی معین(با شروع لحظه ای غیراز t=۰) به صورت زیر نوشت:

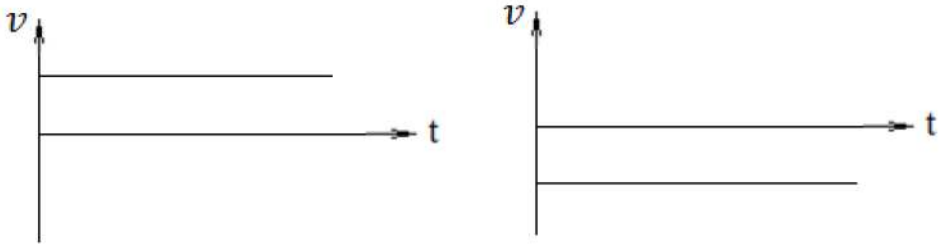
$$\Delta x=vt$$

نمودارهای حرکت یکنواخت:

۱- نمودار مکان-زمان: با توجه به درجه اول بودن معادله این حرکت نمودار آن خطی با شیب ثابت است:



۲- نمودار سرعت-زمان: شیب نمودار مکان- زمان سرعت متحرک را نشان می دهد:



معادله های حرکت شتاب دار با شتاب ثابت:

۱-معادله حرکت(معادله مکان-زمان): $x = \frac{۱}{۲}at^{۲} + v_o t + x_o$

۲-معادله سرعت-زمان: $v = at + v_o$

۳- معادله مستقل اززمان: $v^{۲} - v_o^{۲} = ۲a\Delta x$

٤-معادله مستقل از شتاب: $\Delta x = \frac{v+v_o}{۲}t$

۵-معادله مستقل از سرعت اولیه : $\Delta x = -\frac{۱}{۲}at^{۲} + vt$

نکته۱- در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت $a=a_{av}$ است.

نکته۲- در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت ، سرعت متوسط ، علاوه بر رابطه هایی که در قسمت های قبل گفته شد با رابطه ی زیر نیز قابل محاسبه است: $v_{av} = \frac{v + v_o}{۲}$

نکته۳- در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت اگر سرعت در حال افزایش باشد(حرکت تند شونده) ، a را درکلیه ی روابط مثبت قرار دهید و اگر سرعت در حال کاهش باشد(حرکت کند شونده) ، a را در کلیه ی روابط منفی قرار دهید.

نکته٤- برای آشنایی با اصطلاحاتی که در تست های کنکور در مورد زمان مطرح می گردد به مثال های زیر توجه کنید:

۱- لحظه ی $t=۳$ ⟸ منظور فقط لحظه ی $t=۳$

۲- سه ثانیه اول ⟸منظور $t=۰$ تا $t=۳$

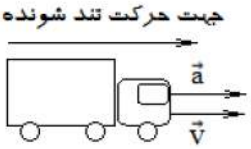
۳- ثانیه ی سوم ⟸ منظور $t=۲$ تا $t=۳$

٤- سه ثانیه ی چهارم ⟸منظور $t=۹$ تا $t=۱۲$

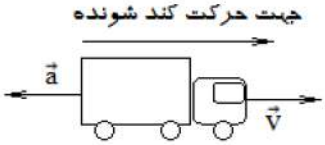
نکته۵- برای تشخیص اینکه آیا متحرک تغییر جهت داشته است یا خیر کافی است در معادله ی سرعت- زمان ، سرعت متحرک را صفر قرار داده و سپس معادله ی سرعت را در بازه های زمانی مختلف تعیین علامت نمایید.(علامت سرعت نشانه جهت حرکت است)

نکته۶- برای تشخیص تند شونده یا کند شونده بودن حرکت باید حاصلضرب av را تعیین علامت کنید، برای این کار به مفاهیم زیر دقت کنید:

۱- حرکت تند شونده: حرکتی است که در آن سرعت متحرک با آهنگ ثابتی افزایش می یابد، در این حرکت بردارهای سرعت و شتاب با یکدیگر هم جهت می باشند، پس در این حرکت $av>0$ است:



۲- حرکت کند شونده: حرکتی است که در آن سرعت متحرک با آهنگ ثابتی کاهش می یابد، در این حرکت بردارهای سرعت و شتاب ، خلاف جهت یکدیگر می باشند، پس در این حرکت $av<0$ است:



نکته۷- در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت مسافت طی شده در ثانیه n ام (یعنی بین $t_1=n-1$ تا $t_2=n$) در صورتی که در این بازه *تغییر جهت رخ ندهد* به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\Delta x_n = \frac{1}{2}a\left(2n-1\right)+v_o$$

نکته۸ – در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت مسافت طی شده در t ثانیه n ام در صورتی که در این بازه *تغییر جهت رخ ندهد* به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\Delta x_{(t-n)} = \frac{1}{2}at^2\left(2n-1\right)+v_o t$$

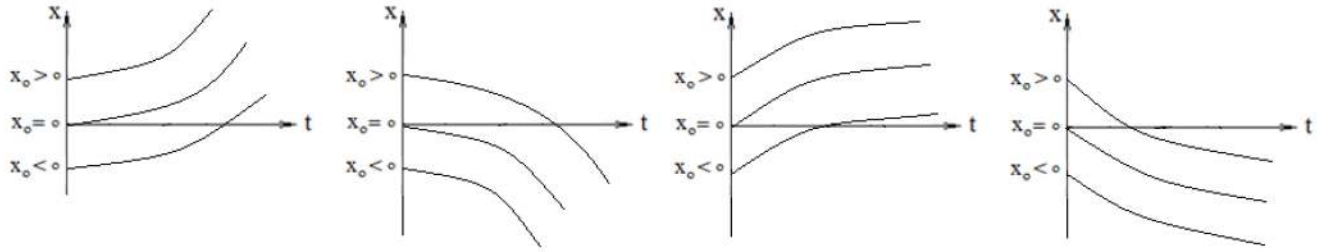
نکته۹- در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت ، زمان و مسافت توقف به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$t_{\text{توقف}} = \left|\frac{v_o}{a}\right|$$

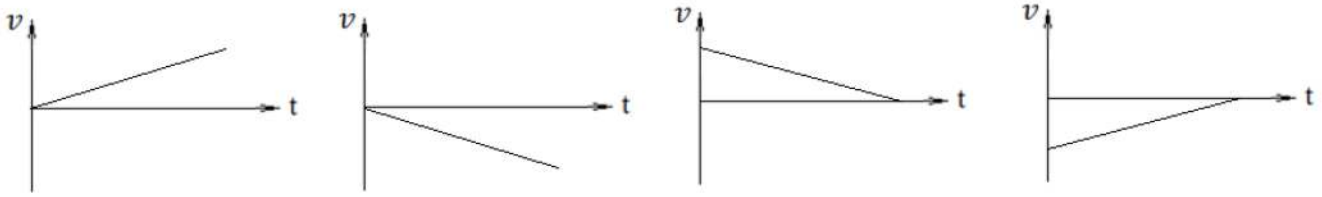
$$\Delta x_{\text{توقف}} = \frac{v_o^2}{\left|2a\right|}$$

نمودارهای حرکت شتاب دار با شتاب ثابت:

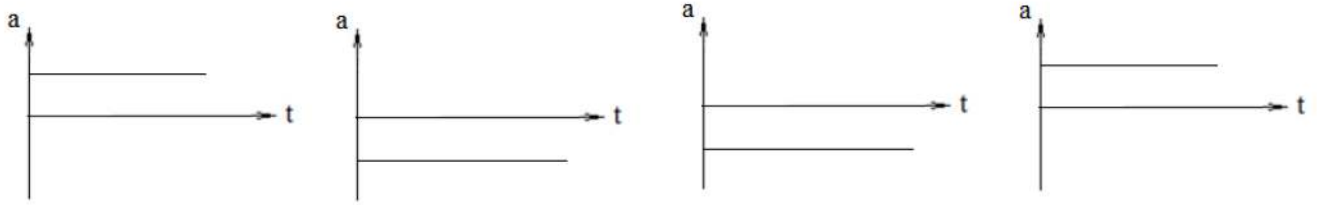
۱-**نمودار مکان- زمان**: با توجه به اینکه معادله ی مکان- زمان درجه ۲ است نمودار سهمی است:



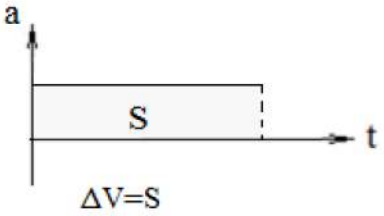
۲- نمودار سرعت- زمان: شیب نمودارمکان- زمان برابر سرعت متحرک است:



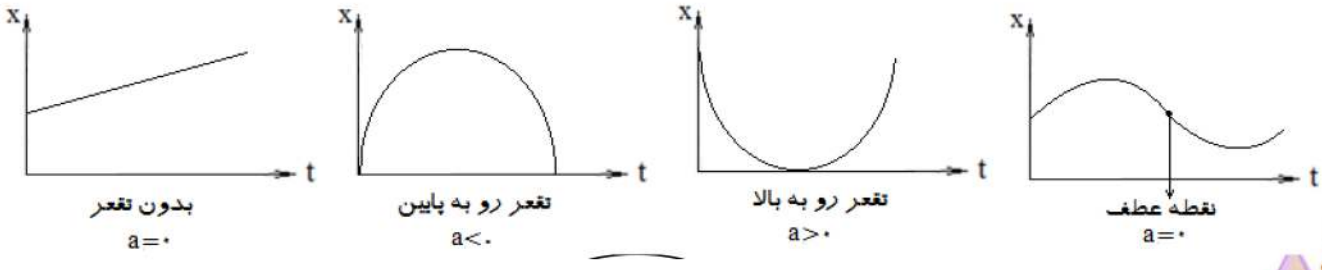
۳- نمودار شتاب – زمان: شیب نمودار سرعت- زمان برابر شتاب متحرک است:



نکته۱- مساحت زیر نمودار شتاب- زمان برابر تغییرات سرعت است:



نکته۲- جهت تقعر نمودار مکان- زمان به صورت زیر برای تعیین علامت شتاب به کار می رود:



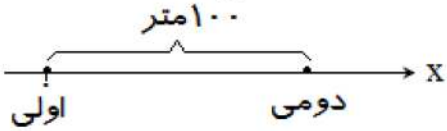
مسائل حرکت نسبی: در این نوع مسائل دو متحرک مستقل که به طور هم جهت یا خلاف جهت یکدیگر حرکت می کنند ، بررسی می شود. برای حل اینگونه مسائل به ترتیب زیر عمل کنید:

۱- ابتدا محور x یا y را به گونه ای فرض کنید که دو متحرک بر روی آن قرار گیرند.

۲- برای محور رسم شده مبدأ مختصات انتخاب کنید.(توصیه می کنیم مکان اولیه ی یکی از دو متحرک را به عنوان مبدأ مختصات در نظر بگیرید)

۳- با توجه به جهت و نوع حرکت هر یک از متحرک ها علامت های سرعت و شتاب را تعیین کنید و برای هریک از متحرک ها معادله ی مکان- زمان بنویسید.

٤- با توجه به اطلاعات سؤال بین دو معادله ی مکان- زمان یک رابطه ی ریاضی برقرار کنید. به طور مثال فرض کنید دو متحرک در فاصله ی ۱۰۰ متر از یکدیگر قرار دارند و یکی از حالت ها ی زیر در سؤال مطرح شود:



الف) دو متحرک به هم می رسند: $x_1=x_2$

ب) فاصله ی دو متحرک از یکدیگربرای اولین بار ۶۰ متر می شود: $x_2-x_1=60$

پ) فاصله ی دو متحرک از یکدیگربرای دومین بار ۶۰ متر می شود: $x_1-x_2=60$

تأخیر زمانی : اگر در مسائل حرکت نسبی متحرک اول حر کت کند اما متحرک دوم T ثانیه بعد حرکت نماید، با توجه به اینکه متحرک دوم T ثانیه کم تر در راه بوده است، زمان حرکت متحرک ها را به یکی از دو صورت زیر بنویسید:

اولی $\longrightarrow$ t اولی $\longrightarrow$ t+T

دومی $\longrightarrow$ t-T دومی $\longrightarrow$ t

مسائل یک متحرک روی بر روی متحرک دیگر: هر گاه متحرکی با سرعت V_1 بر روی متحرک دیگری دارای سرعت V_2 حرکت نماید، سرعت واقعی آن برآیند دو بردار سرعت دو متحرک است، در اینگونه مسائل ابتدا سرعت واقعی متحرک بالایی را به دست آورید و با توجه نوع حرکت آن، مسأله را حل کنید.

از این قسمت به بعد تا پایان فصل ویژه دانش آموزان رشته ریاضی-فیزیک است.

سقوط آزاد: جسمی که تحت تأثیر جاذبه ی گرانشی ، در نزدیکی زمین سقوط می کند و اثر مقاومت هوا را بتوان برای آن نادیده گرفت یک حرکت آرمانی با شتاب ثابت دارد که به آن سقوط آزاد گفته می شود. و این شتاب ثابت $g=۹/۸\ m/s^۲$ است.

معادله های سقوط آزاد بدون سرعت اولیه: در این حرکت بهتر است شروع حرکت را مبدأ مکان فرض کنید، این موضوع باعث می شود در تمام روابط $y_o=۰$ باشد:

۱-معادله حرکت(معادله مکان-زمان): $y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ + V_o t + y_o$

۲-معادله سرعت-زمان: $V = -gt + V_o$

۳- معادله مستقل از زمان: $V^۲ - V_o^۲ = -۲g\Delta y$

٤-معادله مستقل از شتاب: $\Delta y = \frac{V+V_o}{۲}t$

۵-معادله مستقل از سرعت اولیه : $\Delta y = +\frac{۱}{۲}gt^۲ + Vt$

نکته۱- در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت مسافت طی شده در ثانیه n ام (یعنی بین $t_۱=n-۱$ تا $t_۲=n$) به صورت زیر محاسبه می گردد: $\Delta y_n = \frac{۱}{۲}g\left(۲n-۱\right)$

نکته۲ – در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت مسافت طی شده در t ثانیه n ام به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\Delta y_{(t-n)} = \frac{۱}{۲}gt^۲\left(۲n-۱\right)$$

یک روش ساده و بدون فرمول برای حل برخی مسائل سقوط آزاد:

فصل دوم

دینامیک و حرکت دایره ای

موضوع علم دینامیک: دینامیک به بررسی علت حرکت می پردازد.

ویژگی های نیرو:

۱- نیرو حاصل بر هم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.

۲- نیرو کمیتی برداری است که یکای آن نیوتن(N) است.

۳- اثر نیرو بر یک جسم به شکل های مختلف مانند شروع به حرکت کردن ، توقف، کم و زیاد شدن اندازه ی سرعت ، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل جسم ، خود را نشان می دهد.

قوانین حرکت نیوتن:

۱- قانون اول نیوتن: یک جسم ، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می کند مگر آنکه نیروی خالص غیر صفری به آن وارد شود.به عبارت دیگر:

$\Longrightarrow F_{net} = 0$ اگر جسم ساکن باشد یا حرکت یکنواخت روی خط راست انجام دهد

نکته- اگر به جسمی به طور هم زمان چند نیرو اثر کند و این نیرو ها اثر یکدیگر را خنثی کنند (برآیند نیروها صفر باشد) می گوییم نیروهای وارد بر جسم *متوازن* است.

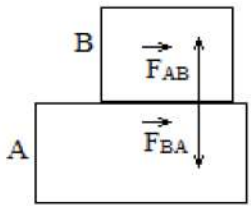
لختی: هنگامی که نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد، جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت خود را حفظ می کند، به این خاصیت لختی گفته می شود.

۲- قانون دوم نیوتن: هر گاه برجسمی نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد:

$\Longrightarrow F_{net} = ma$ اگرجسم حرکت شتاب دار داشته باشد(سرعت جسم تغییر کند)

نکته- بر اساس قانون دوم نیوتن می توان گفت جهت بردار شتاب یک جسم ، هم جهت با برآیند نیروهای وارد بر جسم است.

۳- قانون سوم نیوتن: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا در خلاف جهت وارد می کند.(نیروها ی کنش و واکنش با هم برابرند و درخلاف جهت یکدیگر)



$F_{AB}=F_{BA}$

$\vec{F}_{AB}=-\vec{F}_{BA}$

نکته۱- نیروی کنش و واکنش به دو جسم وارد می شود و برآیندگیری از آن ها اشتباه است.

نکته۲- نیروی کنش و واکنش اثرهای یکسانی بر اجسام ندارند.

نکته۳- نیروی کنش و واکنش هم نوعند.

معرفی برخی از نیروهای خاص:

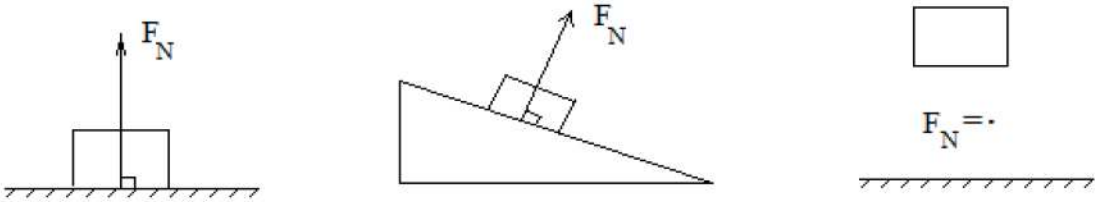
۱- نیروی وزن: وزن یک جسم روی زمین ، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می شود، که به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$W=mg$$

نکته۱- جهت نیروی وزن و شتاب گرانشی همواره به طرف مرکز زمین است.

نکته۲- جرم یک جسم در مکان های مختلف ثابت است اما وزن آن به مقدار g در آن مکان بستگی دارد.

۳-نیروی عمودی سطح: نیرویی که از طرف سطح به اجسام روی آن و به صورت عمود بر سطح وارد می شود، نیروی عمودی سطح (نیروی عمودی تکیه گاه) نامیده می شود.(این نیرو با F_N نمایش داده می شود)



نکته- نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.(هنگامی که اجسام روی سطوح بسیار سخت قرار می گیرند سطح مانند اسفنج تغییر شکل دارد. این تغییر شکل مربوط به نیروهای بین مولکولی است)

۳-نیروی اصطکاک: وقتی تلاش می کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت در آوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی از طرف سطح روبه رو می شویم که به آن نیروی اصطکاک می گوییم.

انواع نیروی اصطکاک:

الف- نیروی اصطکاک ایستایی(f_s): هنگامی که نیرویی برای حرکت دادن جسم روی سطح وارد می شود، اما جسم حرکت نکند، نیرویی که از طرف سطح در مقابل حرکت وارد می شود ، نیروی اصطکاک ایستایی نامیده می شود:

$$f_s=F$$

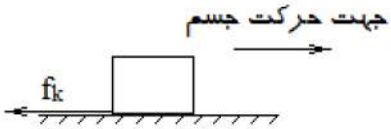
ب- نیروی اصطکاک آستانه ی حرکت(f_{smax}): این نیرو،نوعی نیروی اصطکاک ایستایی است، هنگامی که نیرویی بر جسم وارد شود و آن را در آستانه ی حرکت قرار دهد(یعنی جسم هنوز شروع به حرکت نکرده است اما با تغییر ناچیزی در شرایط جسم شروع به حرکت کند) نیرویی که در برابر حرکت جسم مقاومت می کند، نیروی اصطکاک در آستانه ی حرکت نامیده می شود و در واقع این نیرو بیشینه ی نیروی اصطکاک ایستایی است:

μ_s:ضریب اصطکاک ایستایی

F_N: نیروی عمودی تکیه گاه

$$\begin{cases} f_{smax}=F \\ f_{smax}=\mu_s F_N \end{cases}$$

پ- نیروی اصطکاک جنبشی(f_k): نیرویی است که از طرف سطح در خلاف جهت حرکت بر اجسام متحرک وارد می شود:



$$f_k=\mu_k F_N$$

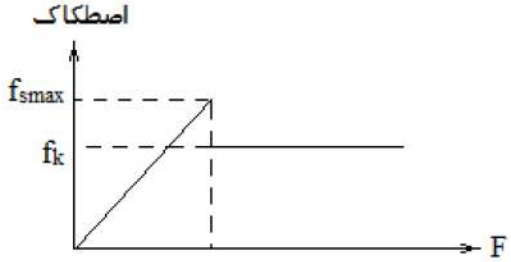
μ_k:ضریب اصطکاک جنبشی

F_N: نیروی عمودی تکیه گاه

نکته۱- ضریب اصطکاک ایستایی(μ_s) و ضریب اصطکاک جنبشی (μ_k) به مشخصات فیزیکی دو سطح تماس (مانندجنس دو سطح تماس، میزان صافی یا زبری آن ها و . . .)بستگی دارند.

نکته۲- برای دو سطح تماس معین $\mu_k \leq \mu_s$ و $f_k \leq f_{smax}$ است.

نکته۳- نمودار نیروی اصطکاک بر حسب نیرویی که جسم را می کشد به صورت زیر است:



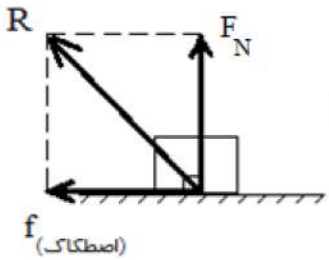
نکته٤- در مسائلی که مشخص نیست جسم ساکن است یا متحرک، ابتدا با رابطه ی $f_{smax}=\mu_s F_N$ ، بیشینه ی اصطکاک ایستایی را محاسبه می کنیم و سپس آن را با نیروی کشش وارد بر جسم (نیروی خلاف جهت اصطکاک) مقایسه می کنیم و به موارد زیر توجه می کنیم:

۱- اگر نیروی کشش $< f_{smax}$ باشد ⟸ جسم حرکت می کند ⟸ اصطکاک سطح از نوع f_k است.

۲- اگر نیروی کشش $> f_{smax}$ باشد ⟸ جسم ساکن است ⟸ اصطکاک سطح از نوع f_s است.

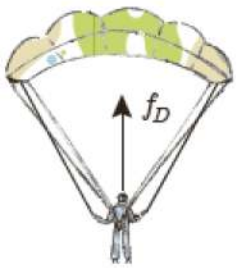
۳- اگر نیروی کشش $= f_{smax}$ باشد ⟸ جسم در آستانه ی حرکت است ⟸ اصطکاک سطح از نوع f_{smax} است.

٤- نیروی واکنش سطح: برآیند نیروهایی که از طرف سطح به جسم وارد می شوند(برآیند نیروی اصطکاک و نیروی عمودی تکیه گاه) نیروی واکنش سطح نامیده می شود:



$$R=\sqrt{f^{۲}_{(\text{اصطکاک})}+F^{۲}_{N}}$$

۵-نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی در یک شاره(مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم ، به آن وارد می شود که به آن نیروی مقاومت شاره می گویند و معمولاً آن را با f_D نشان می دهند.

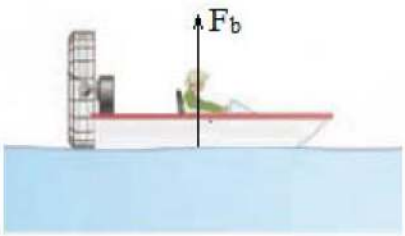


نکته۱- نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و . . . بستگی دارد و هر چه ابعاد جسم بزرگتر باشد یا تندی آن بیش تر شود نیروی مقاومت شاره نیز بیش تر می شود.

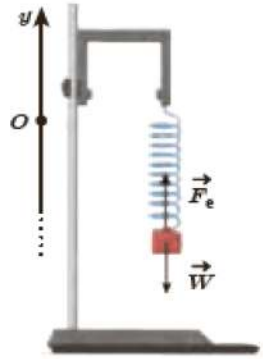
نکته۲- اگر جسم در هوا حرکت کند، به جای نیروی مقاومت شاره ، اصطلاح نیروی مقاومت هوا به کار برده می شود.

تندی حدی: هنگام سقوط آزاد جسمی مانند چترنجات یا قطرات باران، تندی جسم کاهش می یابد تا اینکه نیروی مقاومت هوا با وزن جسم هم اندازه شده و پس از آن جسم با تندی ثابتی به طرف پایین حرکت می کند. به این تندی ثابت تندی حدی گفته می شود.

۶- نیروی شناوری: نیروی بالا سویی که از طرف شاره به جسم شناور یا غوطه ور در شاره وارد می شود، نیروی شناوری گفته می شود:



۷-نیروی کشسانی فنر: اگر فنر را بکشیم یا فشرده کنیم، فنر نیرویی به طرف نقطه ی تعادل به جسم وارد می کند که به آن نیروی فنر گفته می شود و با F_e نمایش داده می شود که جهت آن از جسم به سمت بیرون و در راستای فنر است و با رابطه ی زیر محاسبه می گردد:



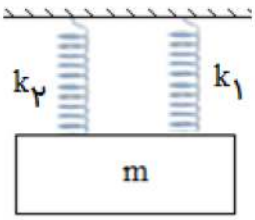
$$F_e=k\Delta x$$

k: ثابت فنر یا ضریب سختی فنر(N/m)

Δx: تغییر طول فنر(m)

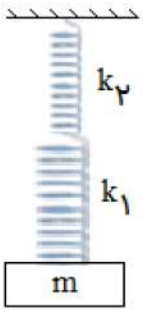
قانون هوک: نسبت نیروی وارد شده به فنر به تغییر طول آن همواره مقدار ثابتی است.

نکته۱-هرگاه چند فنر به طور موازی با هم بسته شوند ضریب سختی معادل با آنها به صورت زیر بدست می آید:



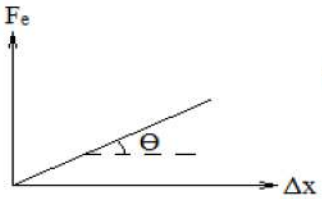
$$K_T=K_1+K_2+\cdots$$

نکته۲-هرگاه چند فنر به طور سری با هم بسته شوند ضریب سختی معادل با آنها به صورت زیر بدست می آید:



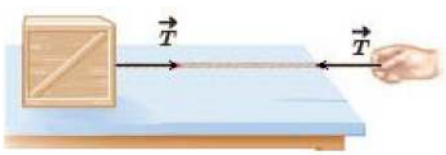
$$\frac{1}{K_T}=\frac{1}{K_1}+\frac{1}{K_2}+\cdots$$

نکته۳- شیب نمودار نیروی فنر بر حسب تغییر طول فنر برابر ضریب سختی فنر است:



$$\tan\Theta=k$$

۸- نیروی کشش طناب: هنگامی که با یک طناب جسمی را می کشیم ، طناب نیز با نیرویی جسم را می کشد که به آن نیروی کشش ریسمان گفته می شود و جهت آن از جسم به سمت بیرون و در راستای طناب است و این نیرو با نماد T نشان داده می شود:



روش حل مسائل دینامیک: به ترتیب زیر عمل کنید:

۱- رسم تمام نیروهای وارد بر جسم.

۲- انتخاب محورهای مختصات مناسب(در صورتی که حرکت شتاب دار باشد بهتر است یکی از محورها در جهت شتاب حرکت باشد)

۳- نوشتن قانون اول یا دوم نیوتن روی محور های x و y به طور جداگانه و حل مسأله.

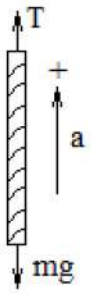
روی محور x:
$a_x = 0 \Rightarrow F_{net} = 0$
یا
$a_x \neq 0 \Rightarrow F_{net} = ma$

روی محور y:
$a_y = 0 \Rightarrow F_{net} = 0$
یا
$a_y \neq 0 \Rightarrow F_{net} = ma$

مسائل آسانسور: در اینگونه مسائل باید توجه داشته باشید که شتاب اجسام داخل آسانسور همان شتاب خود آسانسور است، به مثال های زیر که برای کابل آسانسور نوشته شده است توجه کنید: (توصیه می کنیم که جهت محور y را جهت شتاب آسانسور فرض کنید)

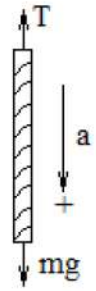
۱) اگر شتاب آسانسور رو به بالا باشد:

F_{net}=ma
T-mg=ma



۲) اگر شتاب آسانسور رو به پایین باشد:

F_{net}=ma
mg-T=ma



وزن ظاهری آسانسور و محتویاتش : نیروی کشش کابل آسانسور(T) برابر وزن ظاهری آسانسور و محتویاتش می باشد. در ضمن نیروی موتور آسانسور نیز همان نیروی کشش کابل آسانسور است.

وزن ظاهری اجسام داخل آسانسور : نیروی عمودی تکیه گاه(F_N) که از طرف کف آسانسور بر اجسام داخل آسانسور وارد می شود همان وزن ظاهری جسم داخل آسانسور با محتویاتش است .

تکانه: حاصلضرب جرم جسم در سرعتش تکانه نامیده می شود.

بردارتکانه: $\vec{P}= m\vec{V}$

اندازه ی تکانه: $P=mV$

نکته– تکانه کمیتی برداری است و بردار آن هم جهت با بردار سرعت جسم است.

تغییرات تکانه: به صورت زیر به دست می آید:

بردار تغییرات تکانه: $\vec{\Delta P}=m\vec{\Delta V}$

اندازه بردار تغییرات تکانه: $\Delta P=m\Delta V$

تذکر: برای محاسبه ی ΔV ، علامت Vرا باید با توجه به جهت حرکت خودتان تعیین نمایید.

رابطه ی تکانه و قانون دوم نیوتن(رابطه ی نیرو و تغییرات تکانه):

F_{av}:نیروی خالص متوسط

بردار نیروی خالص: $\vec{F_{av}} = \frac{\vec{\Delta P}}{\Delta t}$

اندازه ی بردار نیروی خالص: $F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

نکته۱– شیب خط واصل بین دو نقطه در نمودار P-t نیروی متوسط وارد بر جسم است.

نکته۲– شیب خط مماس بر نمودار P-t در هر لحظه ، نیروی وارد بر جسم در آن لحظه است.

نکته۳–مساحت زیر نمودار F-t برابر تغییرات تکانه ی جسم (ΔP) است.

نکته٤– انرژی جنبشی با تکانه رابطه ای به صورت زیر است:

$K = \frac{P^2}{2m}$

تکانه: $(\frac{kg.m}{s})$

m: جرم(kg)

V: سرعت(m/s)

جزئیات بیش تر در رابطه با نیروی وزن: با توجه به اینکه نیروی وزن نوعی نیروی گرانش محسوب می شود، باید با حالت های زیر برای نیروی وزن آشنا باشید:

۱- نیروی وزن در سطح زمین:

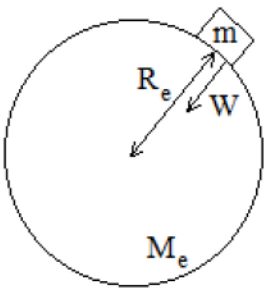
$$W = \frac{GM_e m}{R_e^{۲}} \Rightarrow W = mg$$

$$g = \frac{GM_e}{R_e^{۲}}$$

M_e: جرم کره ی زمین

R_e: شعاع کره ی زمین

g: شتاب گرانش در سطح زمین



۲- نیروی وزن در ارتفاع معینی از سطح زمین:

$$W_h = \frac{GM_e m}{(R_e + h)^{۲}} \Rightarrow W = mg_h$$

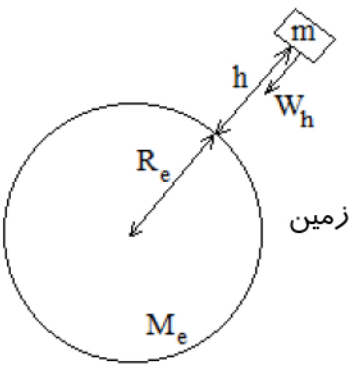
$$g_h = \frac{GM_e}{(R_e + h)^{۲}}$$

M_e: جرم کره ی زمین

R_e: شعاع کره ی زمین

h:ارتفاع از سطح زمین

g_h: شتاب گرانش در ارتفاعات زمین



۳- نیروی وزن در کرات و سیارات دیگر:

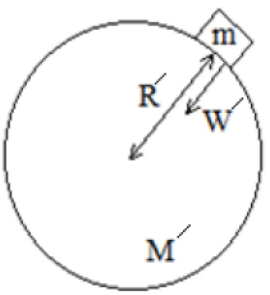
$$W' = \frac{GMm}{R'^{۲}} \Rightarrow W' = mg'$$

$$g' = \frac{GM'}{R'^{۲}}$$

M': جرم سیاره

R': شعاع سیاره

g':شتاب گرانش درسطح سیاره



جزئیات بیش تر در رابطه با نیروی وزن: با توجه به اینکه نیروی وزن نوعی نیروی گرانش محسوب می شود، باید با حالت های زیر برای نیروی وزن آشنا باشید:

۱- نیروی وزن در سطح زمین:

M_e: جرم کره ی زمین

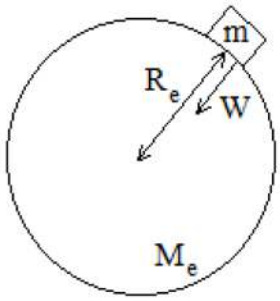
R_e: شعاع کره ی زمین

g: شتاب گرانش در سطح زمین

$$W = \frac{GM_e m}{R_e^{۲}}$$

$$g = \frac{GM_e}{R_e^{۲}}$$

$$\Rightarrow W = mg$$



۲- نیروی وزن در ارتفاع معینی از سطح زمین:

M_e: جرم کره ی زمین

R_e: شعاع کره ی زمین

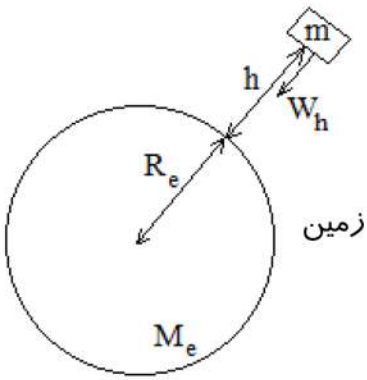
h:ارتفاع از سطح زمین

g_h: شتاب گرانش در ارتفاعات زمین

$$W_h = \frac{GM_e m}{(R_e + h)^{۲}}$$

$$g_h = \frac{GM_e}{(R_e + h)^{۲}}$$

$$\Rightarrow W = mg_h$$



۳- نیروی وزن در کرات و سیارات دیگر:

M': جرم سیاره

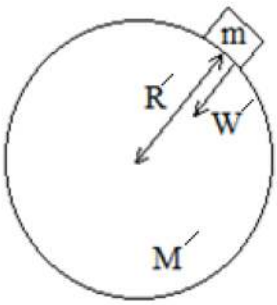
R': شعاع سیاره

g':شتاب گرانش درسطح سیاره

$$W' = \frac{GMm}{R'^{۲}}$$

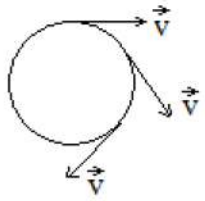
$$g' = \frac{GM'}{R'^{۲}}$$

$$\Rightarrow W' = mg'$$



از این قسمت به بعد تا پایان فصل ویژه دانش آموزان رشته ریاضی-فیزیک است.

حرکت دایره ای یکنواخت: حرکت جسمی روی یک دایره یا بخشی از آن که با تندی ثابت انجام می شود حرکت دایره ای یکنواخت نام دارد.



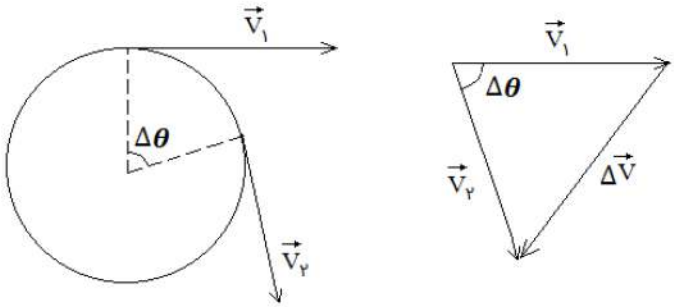
نکته۱- همان طور که قبل تر گفته شد در هر مسیری بردار سرعت مماس بر مسیر است.

نکته۲ – در حرکت دایره ای یکنواخت اندازه سرعت (تندی) ثابت است اما جهت بردار سرعت تغییر می کند، بنابراین یک حرکت شتابدار محسوب می شود.

نکته۳- در حرکت دایره ای یکنواخت ذره در بازه های زمانی برابر ، مسافت های یکسانی را طی می کند.(زیرا در زمان های مساوی زاویه ها ی یکسانی را می چرخد)

محاسبه ی اندازه ی تغییرات سرعت در حرکت دایره ای:

$$\Delta V = ۲V sin\frac{\Delta\theta}{۲}$$



دوره تناوب در حرکت دایره ای یکنواخت: زمان لازم برای پیمودن یک دور محیط دایره را دوره ی تناوب (دوره) می نامند، که با فرمول های زیر محاسبه می گردد:

$$T = \frac{۲\pi r}{V}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

r: شعاع دایره(m)

V: اندازه ی سرعت (m/s)

t: زمان کل گردش ها(s)

N: تعداد کل گردش ها

T: دوره یا زمان تناوب(s)

بسامد در حرکت دایره ای یکنواخت: تعداد گردش ها در هر ثانیه است که به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$f = \frac{N}{t}$$

نکته- بسامد و دوره تناوب معکوس یکدیگرند، یعنی: $T = \frac{۱}{f}$ یا $f = \frac{۱}{T}$

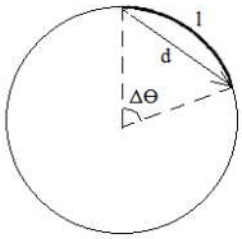
محاسبه ی زاویه ای که ذره در یک بازه ی زمانی روی دایره می چرخد: این زاویه برحسب رادیان به صورت زیر به دست می آید:

$$\Delta\theta = \frac{\pi ۲}{T}\Delta t$$

محاسبه ی جابه جایی و مسافتی که ذره روی مسیر دایره ای طی می کند : اگر ذره ای روی دایره زاویه ای برابر $\Delta\Theta$ برحسب رادیان(rad) را دور بزند، مسافتی که طی می کند به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d = ۲r\sin\frac{\Delta\theta}{۲}$$

$$l = r\Delta\theta$$



سرعت متوسط در حرکت دایره ای یکنواخت:

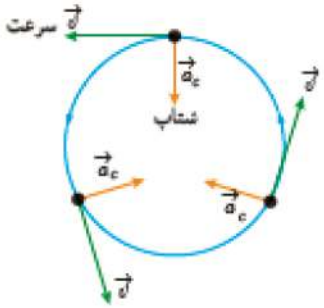
$$V_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{۲r\sin\frac{\Delta\theta}{۲}}{\Delta t}$$

rpm: تعداد گردش هایی است که یک متحرک در هر دقیقه است.(با کمک آن می توان دوره یا بسامد را محاسبه نمود)

شتاب مرکزگرا در حرکت دایره ای یکنواخت: همانطور که گفته شد در حرکت دایره ای یکنواخت ، اندازه ی سرعت ثابت است اما جهت آن دائم تغییر می کند به همین دلیل این حرکت یک حرکت شتاب دار است ، شتاب حرکت همواره به سمت مرکز دایره است و اندازه ی آن به صورت زیر محاسبه می شود:

$$a_c = \frac{V^2}{r}$$

$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$



قانون دوم نیوتن در حرکت دایره ای یکنواخت: از آنجا که شتاب یک جسم را نیروی خالص وارد بر آن ایجاد می کند و شتاب جسم همواره در راستا و جهت نیروی خالص وارد بر جسم است ، بنابراین در این حرکت همواره یک نیروی خالص رو به مرکز دایره وجود دارد که به آن نیروی مرکزگرا گفته می شود:

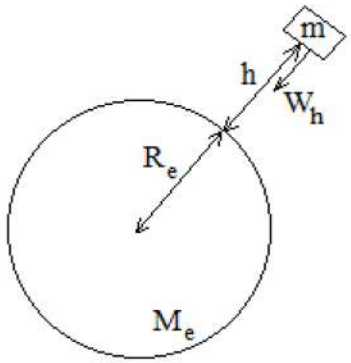
$$F_{net}=ma_c \begin{cases} F_{net} = \frac{mV^2}{r} \\ F_{net} = \frac{4\pi^2 rm}{T^2} \end{cases}$$

نکته– در رابطه ی فوق به جای F_{net} می توان ***برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای شعاع دایره*** را نوشت.

(در واقع نیروی مرکزگرا نوع جدیدی از نیرو نیست و نیروهایی مانند کشش ریسمان، نیروی فنر، اصطکاک و . . . می توانند همان نیروی مرکزگرا باشند.)

حرکت ماهواره ای: حرکت ماهواره ها و کره ی ماه به دور کره ی زمین را حرکت ماهواره ای می گویند، تنها نیرویی که بر چنین اجرامی وارد می شود نیروی گرانش است($F_r=W_h$)، بنابراین شتا ب مرکزگرا نیز همان شتاب گرانش است و برای حرکت های ماهواره ای روابطی به صورت زیر می توان نوشت:

$$a_c = g_h \Rightarrow \begin{cases} \frac{V^2}{r} = \frac{GM_e}{(R_e+h)^2} \\ \\ \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{GM_e}{(R_e+h)^2} \end{cases} \quad , \quad r = R_e + h$$



نکته۱- با توجه به روابط فوق ، برای سرعت حرکت ماهواره رابطه ای به صورت زیر می توان اثبات نمود:

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{R_e + h}}$$

نکته۲- با توجه به روابط فوق ، برای دوره تناوب حرکت ماهواره ای رابطه ای به صورت زیر می توان اثبات نمود:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_e + h)^3}{GM_e}}$$

فصل سوم

نوسان وموج

چرخه(سیکل نوسان): تکرار منظم یک حرکت چرخه یا سیکل نوسان گفته می شود.

انواع نوسان ها: نوسان ها به دو دسته ی زیر تقسیم می شوند:

۱- نوسان دوره ای ۲- نوسان غیر دوره ای

نوسان دوره ای: نوسان هایی که را که هر چرخه ی آن در دورهای دیگر تکرار می شود نوسان دوره ای می نامند.

(مانند ضرباهنگ (ریتم) قلب انسان)

نوسان روی خط راست: یک رفت و برگشت نوسانگر ، نوسان نامیده می شود.

دوره تناوب: مدت زمان یک نوسان (چرخه) ، دوره تناوب حرکت نامیده می شود، که به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$T = \frac{t}{N}$$

t: زمان کل نوسان ها(s)

N: تعداد کل نوسان ها

T: دوره تناوب(s)

بسامد(فرکانس): تعداد نوسان های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد نامیده می شود که به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$f = \frac{N}{t}$$

t: زمان کل نوسان ها(s)

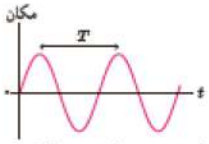
N: تعداد کل نوسان ها

f: بسامد یا فرکانس(Hz) یا (چرخه بر ثانیه)

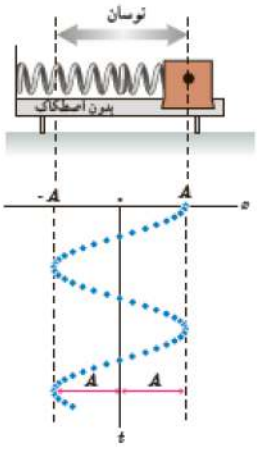
نکته– دوره تناوب و بسامد رابطه ای به صورت زیر دارند:

$$T = \frac{۱}{f} \qquad \text{یا} \qquad f = \frac{۱}{T}$$

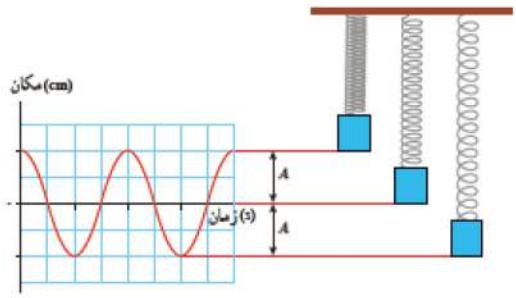
حرکت هماهنگ ساده(SHM): به نوسان های سینوسی ، حرکت هماهنگ ساده گفته می شود.



نکته– حرکت هماهنگ ساده ، مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره ای دیگر است زیرا در سطوح بالاتر نشان داده می شود که هر نوسان دوره ای را می توان مجموعی از نوسان های سینوسی در نظر گرفت.

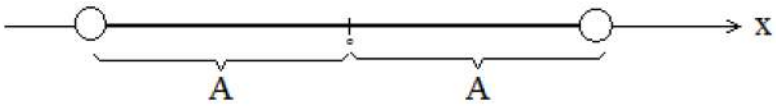


حرکت نوسانی وزنه- فنر: یک نمونه ی معروف از حرکت هماهنگ ساده است. اگر فرض کنیم نوسان روی سطح بدون اصطکاکی صورت می گیرد و مکان جسم را در بازه های متوالی و یکسان ثبت کنیم به نموداری سینوسی می رسیم که در شکل مقابل آمده است:



نقطه تعادل(مرکز نوسان): وسط پاره خط نوسانی مرکز نوسان گفته می شود.

دامنه نوسان(A): بیشترین فاصله ی نوسانگر از نقطه ی تعادل دامنه نامیده می شود:



نقاط بازگشت حرکت: وقتی نوسانگر در مکان $x = \pm A$ است ، سرعت آن برابر صفر است. به این نقطه ها نقاط بازگشت حرکت می گوییم.

بسامد زاویه ای: رابطه ای به صورت زیر دارد:

$$\omega = \frac{\pi 2}{T}$$

T: دوره تناوب (s)

ω: بسامد زاویه ای $(\frac{rad}{s})$

ویژگی های کلی حرکت نوسانی:

x= - A	x=۰	x= +A
V=۰	Vmax	V=۰
a_{max}	a= ۰	a_{max}
F_{max}	F=۰	F_{max}
K=۰	K_{max}	K=۰
U_{max}	U=۰	U_{max}

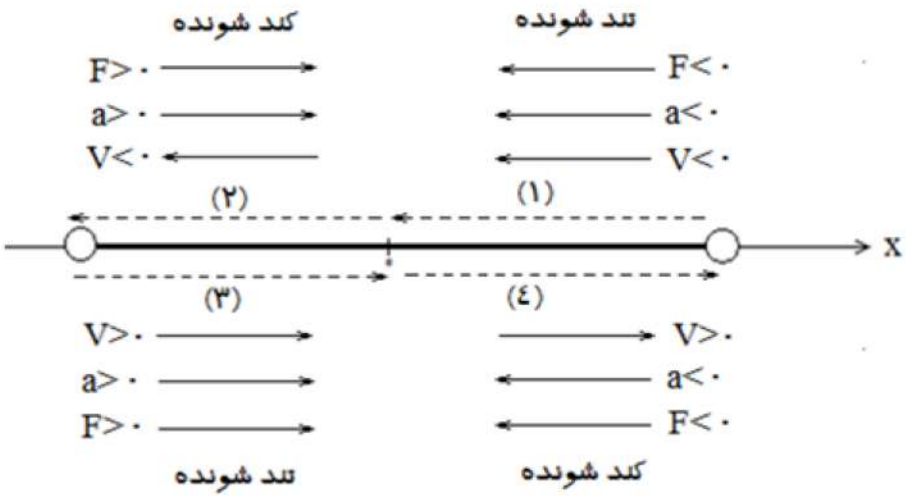
نکته- انرژی مکانیکی (E) در کل حرکت نوسانی ثابت است.

علامت و جهت سرعت، شتاب و نیرو در حرکت نوسانی:

۱- سرعت (V) همواره در جهت حرکت است.

۲- شتاب(a) و نیرو(F) همواره به سمت مرکز نوسان است.

علامت هر یک از بردارهای فوق که در جهت محور x با شد ، مثبت، و هر کدام که در خلاف جهت محور x ، باشد،منفی است:



معادله و نمودار مکان- زمان در حرکت نوسانی:

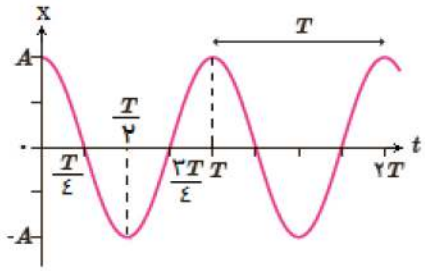
$$X = A\cos\omega t$$

x: مکان نوسانگر

A: دامنه

ω: بسامد زاویه ای($rad.s^{-1}$)

T: دوره (s)



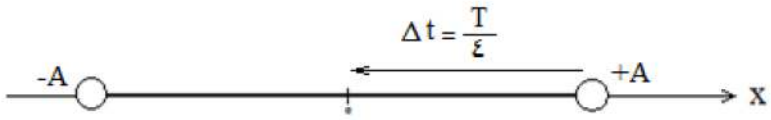
بیشینه ی سرعت نوسانگر: نوسانگر هماهنگ ساده هنگامی که به نقطه ی تعادل می رسد سرعتش بیشینه می شود که این بیشینه ی سرعت با را بطه ی زیر قابل محاسبه است:

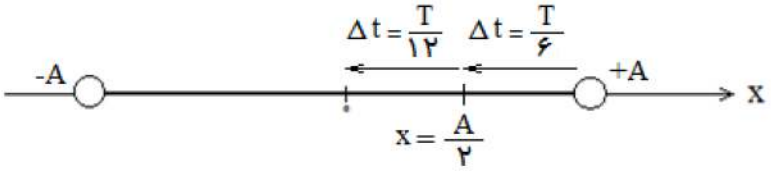
$$V_m = A\omega$$

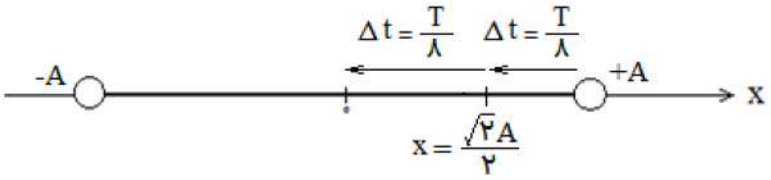
معادله ی شتاب- مکان در حرکت نوسانی :

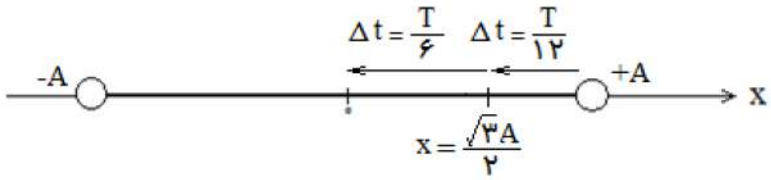
$$a = -\omega^2 x$$

رابطه ی بین جابه جایی و زمان لازم برای آن: از آنجا که برای حرکت نوسانی در کنکور حالت های خاصی از جابه جایی مطرح است موارد زیر را باید به خاطر بسپارید:









نکته۱-جهت جابه جایی در روابط فوق تغییری ایجاد نمی کند.

نکته۲- بیش ترین جابه جایی در یک بازه ی زمانی معین هنگامی رخ می دهد که نیمی از آن در یک سمت نقطه تعادل و نیمی دیگر از آن در سمت دیگر نقطه تعادل انجام شود.

دوره تناوب نوسانگر جرم-فنر: علاوه بر فرمول های قبلی رابطه ی زیر برای محاسبه ی دوره تناوب سامانه ی وزنه- فنر قابل محاسبه است:

$$T = \pi 2\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$k = m\omega^{2}$$

m: جرم متصل به فنر(kg)

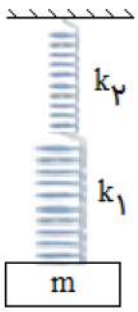
k: ثابت یا ضریب سختی فنر(N/m)

T: دوره تناوب (s)

نکته۱- با توجه به رابطه فوق می توان گفت دوره و بسامد نوسانگر وزنه- فنر به دو عامل جرم و ثابت فنر بستگی دارد.

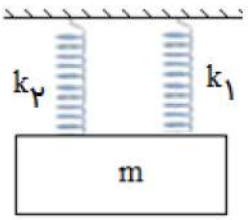
نکته۲- در صورتی که چند فنر به هم متصل در حرکت نوسانی داشته باشیم باید به جای K در فرمول فوق ضریب سختی معادل فنرها (K_T) را قرار دهیم ، پس روابط فنرهای متوالی و موازی را برایتان یادآوری می کنیم:

الف) فنرهای متوالی:



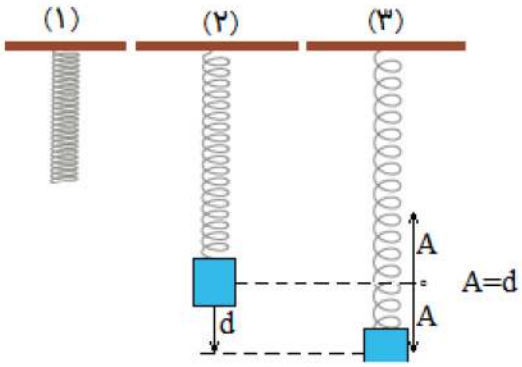
$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \cdots$$

ب) فنرهای موازی:

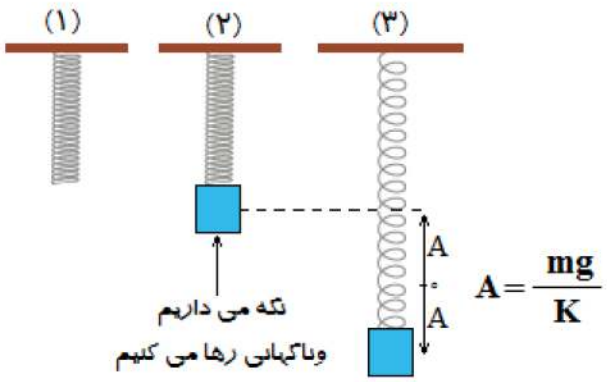


$$K_T = K_1 + K_2 + \cdots$$

نکته۳- هر گاه فنری را از نقطه ای آویزان کنیم ، سپس وزنه ای به آن ببندیم و پس از رسیدن به تعادل آن را به اندازه ی d از نقطه ی تعادل پایین بکشیم و رها نماییم تا به نوسان درآید ، دامنه ی نوسان برابر d خواهد بود:



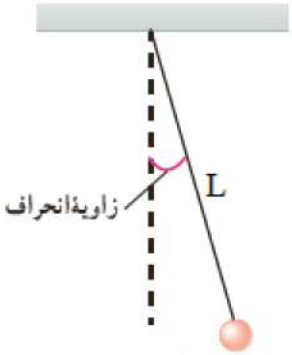
نکته٤- هرگاه فنری را از نقطه ای آویزان کنیم ، سپس وزنه ای را به آن ببندیم و نگه داریم تا فنر افزایش طول پیدا نکند ، و به طور ناگهانی وزنه را رها کنیم تا به نوسان درآید، دامنه ی نوسان به صورت زیر به دست خواهد آمد:



$$A = \frac{mg}{K}$$

آونگ ساده: آونگ ساده شامل وزنه ی کوچکی به جرم m است که از نخی بدون جرم و کش نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، آویزان است.اگر زاویه ی انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد ، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت و علاوه بر تمام روابط حرکت هماهنگ ساده ، رابطه ی زیر نیز برای دوره تناوب آن بر قرار است:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$



T: دوره تناوب(s)

L: طول آونگ(m)

g: شتاب گرانش محل(N/kg)

نکته۱- دوره تناوب و بسامد آونگ تنها به طول آن و شتاب گرانش محل نوسان آونگ بستگی دارد(دوره و بسامد آن به جرم وزنه ی متصل به آن بستگی ندارد)

نکته۲- وابسته بودن دوره ی آونگ به شتاب گرانش باعث می شود که با اندازه گیری طول(L) و دوره ی آن(T) بتوان به طور دقیق شتاب گرانش یک محل را به دست آورد.

نکته۳- شتاب گرانش در سطح زمین ، ارتفاعات زمین و سایر کرات دیگر روابطی در دینامیک دارد که آنها را برایتان یادآوری می کنیم:

شتاب گرانش در سطح زمین : $g = \frac{GM_e}{R_e^2}$

شتاب گرانش در ارتفاعات زمین : $g_h = \frac{GM_e}{(R_e+h)^2}$

شتاب گرانش درکرات دیگر: $g' = \frac{GM'}{R'^2}$

انرژی جنبشی در حرکت هماهنگ ساده: با توجه به فیزیک ۱ به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$K = \frac{۱}{۲}mV^{۲}$$

انرژی پتاسیل در حرکت هماهنگ ساده : برای این انرژی رابطه ای در کتاب درسی نیامده است ولی با کمک انرژی جنبشی (K) و انرژی مکانیکی (E) می توان آن را به دست آورد.

انرژی مکانیکی در حرکت هماهنگ ساده: انرژی مکانیکی ، مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل است و به صورت زیر می توان برای آن رابطه نوشت:

$$\mathbf{E = U + K}$$

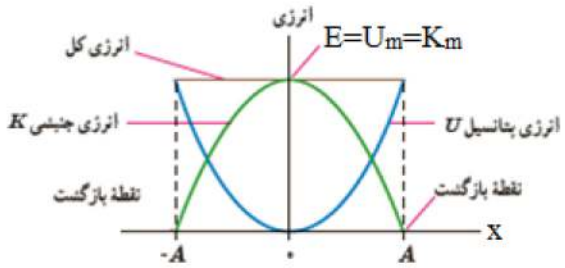
$$\mathbf{E = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}}$$

نکته۱- چون در حرکت هماهنگ ساده از اصطکاک صرفنظر می شود انر ژی مکانیکی ثابت می ماند، به عبارت دیگر برای یک نوسانگر، مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل در تمام نقاط حرکت برابر است و این یعنی در طول حرکت هر مقدار انرژی جنبشی کاهش یابد بر انرژی پتانسیل افزوده می شود و برعکس.

نکته۲- هنگامی که انرژی پتانسیل بیشینه است ، انرژی جنبشی صفر است و هنگامی که انرژی پتانسیل صفر است انرژی جنبشی بیشینه است و این یعنی بیشینه ی انرژی جنبشی و بیشینه ی انرژی پتانسیل برابر انرژی مکانیکی است، پس:

$$K_m = U_m = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}$$

نمودار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل بر حسب مکان:



بسامد طبیعی : هر نوسانگر با انحرف از وضع تعادل با بسامدی معین شروع به نوسان می کند. به این نوسان ها بسامد طبیعی گفته می شود. .(بسامد این نوسان با f_0 نمایش داده می شود.)

نوسان واداشته: هر نوسانگری با اعمال نیروی خارجی با بسامد متفاوتی نسبت به بسامد طبیعی شروع به نوسان می کند، به چنین نوسانی ،نوسان واداشته گفته می شود .(بسامد این نوسان با f_d نمایش داده می شود.)

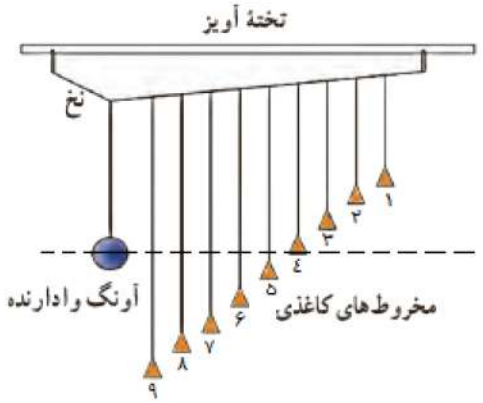
نوسان میرا: اتلاف انرژی و اصطکاک برای هر نوسانگری که با بسامد طبیعی نوسان می کند سبب می شود که پس از مدتی نوسان متوقف گردد، به چنین نوسانی ، نوسان میرا گفته می شود.

نکته۱- تاب خوردن یک کودک بدون هل دادن یک نوسان طبیعی است، اگر هل داده شود یک نوسان واداشته است، و این هل دادن باعث جبران اتلاف انرژی و مقاومت هوا می گردد و مانع از میرا شدن نوسان تاب می گردد.

نکته۲- با توجه به روابط آونگ ساده و نوسان وزنه- فنر می توان گفت بسامد طبیعی آونگ ساده به صورت $f_o = \frac{۱}{π۲}\sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد طبیعی وزنه- فنر به صورت $f_o = \frac{۱}{π۲}\sqrt{\frac{k}{m}}$ است.

تشدید یا رزونانس: اگر به یک نوسانگر به صورت دوره ای نیرو وارد کنیم و بسامد این نیرو با بسامد طبیعی نوسانگر برابر باشد ($f_d=f_o$) باشد ، دامنه ی نوسانگر تا مقدار معینی بزرگ شده و سپس با همین دامنه نوسان خود را ادامه می دهد، به این پدیده تشدید گفته می شود.

نکته- اگر بسامد نیروی وارد بر نوسانگر، بیش تر یا کم تر از نوسان طبیعی آن باشد تشدید رخ نمی دهد ودامنه ی نوسان کوچکتر از حالتی خواهد شد که بسامد نیرو با بسامد طبیعی برابر است.



آونگ های بارتون: یک آونگ با وزنه ی سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول های متفاوت را مطابق شکل در نظر بگیرید.آونگ ها روی نخی سوار شده اند که هر دو انتهای آن توسط گیره هایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً *آونگ وادارنده* گفته می شود، زیرا به نوسان در آوردن این آونگ ، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ ها می شود. اما از آنجا که بسامد آونگ مطابق رابطه ی $f = \frac{۱}{π۲}\sqrt{\frac{g}{L}}$ با جذر طول$(\sqrt{L})$ رابطه ی مستقیم دارد، بسامد آونگ وادارنده و بسامد آونگ شماره ی ٤ یکسان است ($f_d=f_o$) و در آونگ ٤ تشدید رخ می دهد، یعنی دامنه ی نوسان آن بیش از سایر آونگ ها می شود و به مدت طولانی تری نوسان می کند.

نکته- اگر بسامد وادارنده و بسامد طبیعی برابر نباشند گرچه تشدید رخ نمی دهد اما دامنه ی نوسان نسبتاً بزرگ خواهد بود.

تعریف موج: هرگاه در ناحیه ای از محیط کشسان ارتعاشی به وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش های پی در پی دیگری می شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورترند و به این ترتیب موج حاصل می شود.

انواع موج با توجه به محیط انتشار:

۱- موج مکانیکی: امواجی که برای انتشار خود نیاز به محیط مادی کشسان دارند موج مکانیکی هستند(مانند امواج روی سطح آب و امواج صوتی)

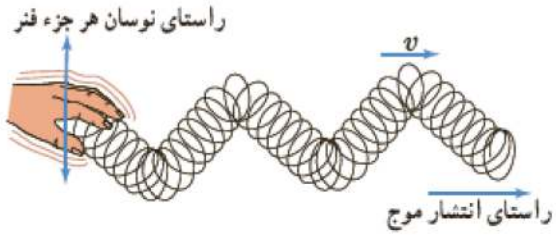
۲- موج الکترومغناطیسی: امواجی که برای انتشار خود نیاز به محیط مادی ندارند موج الکترومغناطیسی هستند (مانند نور مرئی ، موج های رادیویی و تلویزیونی ، میکروموج ها و پرتوهای x)

تپ موج: تغییر یا آشفتگی ایجاد شده در یک محیط کشسان را تپ موج می گوییم.

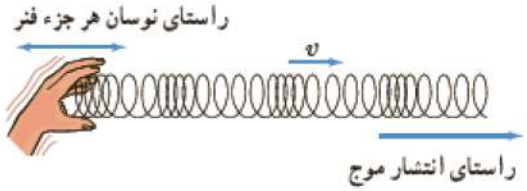
موج پیش رونده: موجی است که از نقطه ای به نقطه ی دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می کنند.(در این امواج ماده منتقل نمی شود)

انواع موج پیش رونده:

۱- موج عرضی : موجی است که راستای جابه جایی هر جزءِ نوسان کننده (راستای ارتعاش) **عمود** بر راستای حرکت موج(راستای انتشار) است. تصویر زیر موج عرضی روی فنر را نشان می دهد:



۲- موج طولی: موجی است که راستای جابه جایی هر جزءِ نوسان کننده (راستای ارتعاش) **منطبق** بر راستای حرکت موج(راستای انتشار) است. تصویر زیر موج طولی روی فنر را نشان می دهد:



چشمه ی موج: چشمه ی موج معمولاً یک نوسانگر است که حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد و بسامد یک موج همان بسامد چشمه ی موج است.

جبهه ی موج روی سطح آب: برآمدگی ها یا فرورفتگی های ایجاد شده روی سطح آب ، یک جبهه ی موج نامیده می شود.(به برآمدگی ها قله یا ستیغ و به فرو رفتگی ها دره یا پاستیغ گفته می شود)

دامنه ی موج(A): بیشینه ی فاصله ی یک ذره از مکان تعادل ، دامنه ی موج نامیده می شود(همان فاصله ی قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است)

دوره تناوب موج(T): مدت زمانی که هر ذره ی محیط یک نوسان کامل انجام می دهد دوره تناوب موج نامیده می شود.

بسامد موج(f): تعداد نوسان های انجام شده توسط هر ذره از محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده می شود.

تندی انتشار موج(V): مسافت طی شده توسط موج در واحد زمان تندی انتشار نامیده می شود:

$$V = \frac{L}{\Delta t}$$

نکته۱- بسامد و دوره تناوب موج همان بسامد ودوره ی چشمه ی موج است و به ویژگی های فیزیکی چشمه ی موج بستگی دارند و به ویژگی های محیط انتشار وابسته نیستند.

نکته۲- تندی انتشار موج به جنس وویژگی های محیط انتشار بستگی دارد و به ویژگی های چشمه ی موج وابسته نیست.

نکته۳- با افزایش عمق آب ،تندی انتشار امواج روی سطح آب نیز بیش تر می شود.

طول موج(λ): مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می کند.

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

$$\lambda = VT$$

λ: طول موج(m)

V: تندی انتشار(m/s)

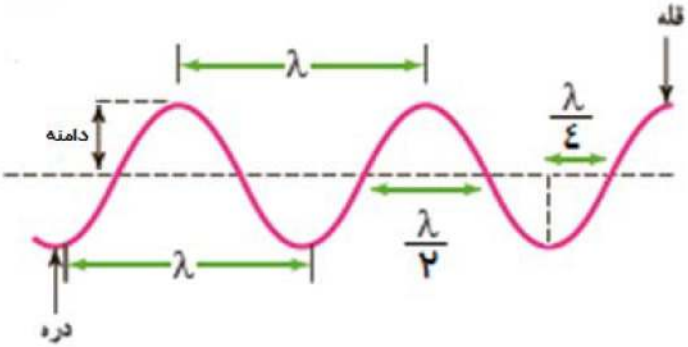
T: دوره تناوب(s)

f: بسامد(Hz)

نکته- با توجه به مفهوم طول موج می توان گفت در مدت زمان T (دوره) مسافتی که موج می پیماید برابر λ است، همچنین می توان برای مسافتی که موج می پیماید و زمان تناسب هایی به صورت زیر نوشت:

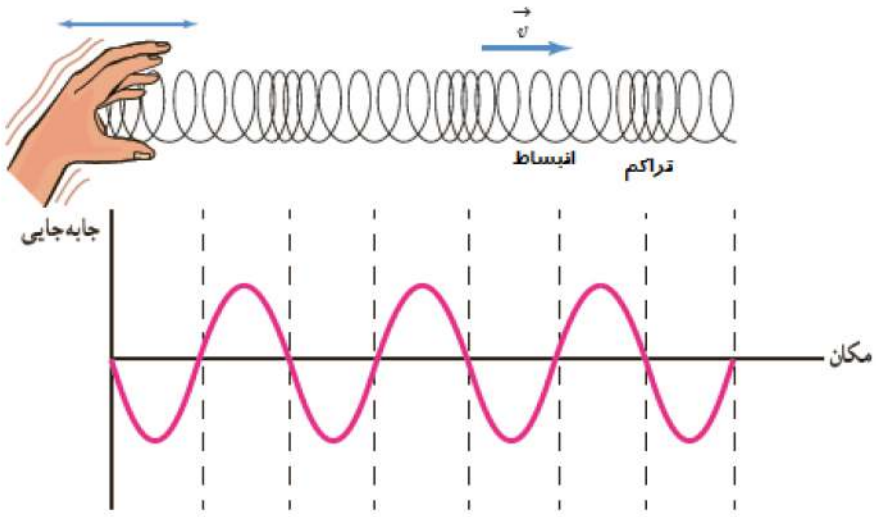
جابه جایی	زمان
λ	T
$\frac{\lambda}{۲}$	$\frac{T}{۲}$
$\frac{\lambda}{٤}$	$\frac{T}{٤}$

مشخصه های موج عرضی: فاصله ی دو قله ی متوالی یا دو دره ی متوالی در امواج عرضی برابر طول موج است، همچنین بیشینه ی فاصله ی هر نقطه از مرکز نوسان دامنه است:



تذکر: برای تعیین جهت حرکت هر ذره روی موج عرضی به وضعیت نقاط قبل تر از آن توجه کنید. جهت حرکت هر نقطه به سمت نقاط قبل تر از خودش است.

مشخصه های موج طولی: فاصلهٔ دو انبساط(بازشدگی) متوالی یا دو تراکم(جمع شدگی) متوالی در امواج طولی برابر طول موج است ، همچنین بیشینه ی فاصله ی هر نقطه از مرکز نوسان ، دامنه است:



نمودار جابه‌جایی ــ مکان برای موج ایجاد شده در فنر

نکته– برای امواج مکانیکی ، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیش تر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

امواج لرزه ای : امواج لرزه ای ، موج های مکانیکی هستند که از لایه های زمین عبور می کنند . یکی از منشأهای مهم امواج لرزه ای ، زمین لرزه ها هستند. انواع امواج لرزه ای عبارتند از:

۱– **امواج P یا امواج اولیه** که طولی بوده و سرعت بیش تری داشته و سریع تر به دستگاه لرزه نگار می رسد.

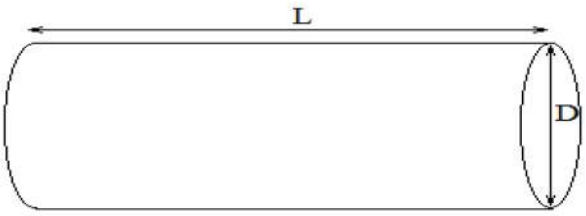
۲– **امواج S یا امواج ثانویه** که عرضی بوده و سرعت کم تری داشته و دیر تر به دستگاه لرزه نگار می رسد.

انتقال انرژی در موج عرضی: هر موجی حامل انرژی است. می توان ثابت کرد که متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج عرضی برای همه ی امواج مکانیکی با دو عامل زیر متناسب است:

۱) مربع دامنه (A^2)

۲) مربع بسامد(f^2)

محاسبه ی تندی انتشار موج عرضی در تار(سیم) یا فنر:



قسمتی از یک سیم

F: نیروی کشش ریسمان(همان T در دینامیک برحسب نیوتن)

μ: چگالی خطی($kg.m^{-1}$)

m: جرم تار (Kg)

L: طول تار(m)

A: سطح مقطع تار (m^2)

r: شعاع مقطع تار(m)

D: قطر مقطع تار(m)

ρ : چگالی ($kg.m^{-3}$)

V: تندی انتشار در تار (m/s)

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.L}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho.A}} = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{F}{\pi.\rho}} = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi.\rho}}$$

$$\mu = \frac{m}{L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V$$

$$V_{\text{حجم}} = A.L = \pi r^2 L$$

چند یادآوری از میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی:

۱- بار الکتریکی ، میدان الکتریکی ایجاد می کند.

۲- جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می کند.

۳- اگر بارهای الکتریکی ساکن باشند، میدان الکتریکی حاصل از آن ها با زمان تغییر نمی کند.

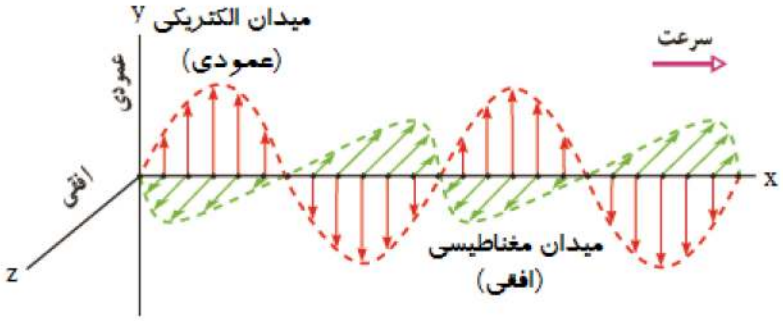
٤- اگر جریان الکتریکی ثابت باشد، میدان مغناطیسی حاصل از آن ثابت و بدون تغییر می شود.

نحوه ی ایجاد موج الکترومغناطیس: امواج الکترومغناطیسی از رابطه ی متقابل میدان های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می آیند. یعنی هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا ، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می کند و این میدان مغناطیسی متغیر ، خود میدان الکتریکی متغیری به وجود می آورد. این رابطه ی متقابل میدان ها سبب انتقال نوسان ها ی میدان های الکتریکی و مغناطیسی از یک نقطه ی فضا به نقاط دیگر و یا همان انتشار موج الکترومغناطیسی می شود.

نکته– ایجاد میدان الکتریکی به علت تغییر میدان مغناطیسی همان قانون القای الکترومغناطیس است که توسط مایکل فاراده کشف شد.

نظر ماکسول در مورد موج الکترومغناطیس: عکس قانون فاراده توسط جیمز کلارک ماکسول پیش بینی شد ، یعنی او پیش بینی کرد که همانطور که طبق قانون فاراده بر اثر تغییر میدان مغناطیسی می توان میدان الکتریکی تولید نمود ، بر اثر تغییر میدان الکتریکی نیز می توان میدان مغناطیسی تولید نمود. ماکسول از این دو پدیده نتیجه گرفت که امواج الکترومغناطیس باید لزوماً ناشی از تغییرات هم زمان میدان های الکتریکی و مغناطیسی (اصطلاحاً میدان الکترومغناطیسی) باشد.

تصویری از یک موج الکترومغناطیس و نحوه ی انتشار آن:



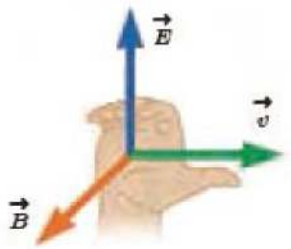
مهمترین مشخصات موج الکترومغناطیسی:

۱- میدان الکتریکی (E) همواره عمود بر میدان مغناطیسی (B) است.

۲- میدان الکتریکی و مغناطیسی (E و B) همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.

۳- میدان های الکتریکی و مغناطیسی با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می کنند.

نحوه ی تعیین جهت انتشار موج الکترومغناطیسی: به صورت زیر و با کمک قاعده ی دست راست تعیین می شود:



تندی انتشار امواج الکترومغناطیس: ماکسول با یک تحلیل ریاضی نشان داد که تندی انتشار امواج الکترومغناطیس در هوا یا خلأ از رابطه ی زیر به دست می آید:

μ_0: تراوایی مغناطیسی خلأ($\pi\text{٤}\times\text{١٠}^{-\text{٧}}$ T.m/A)

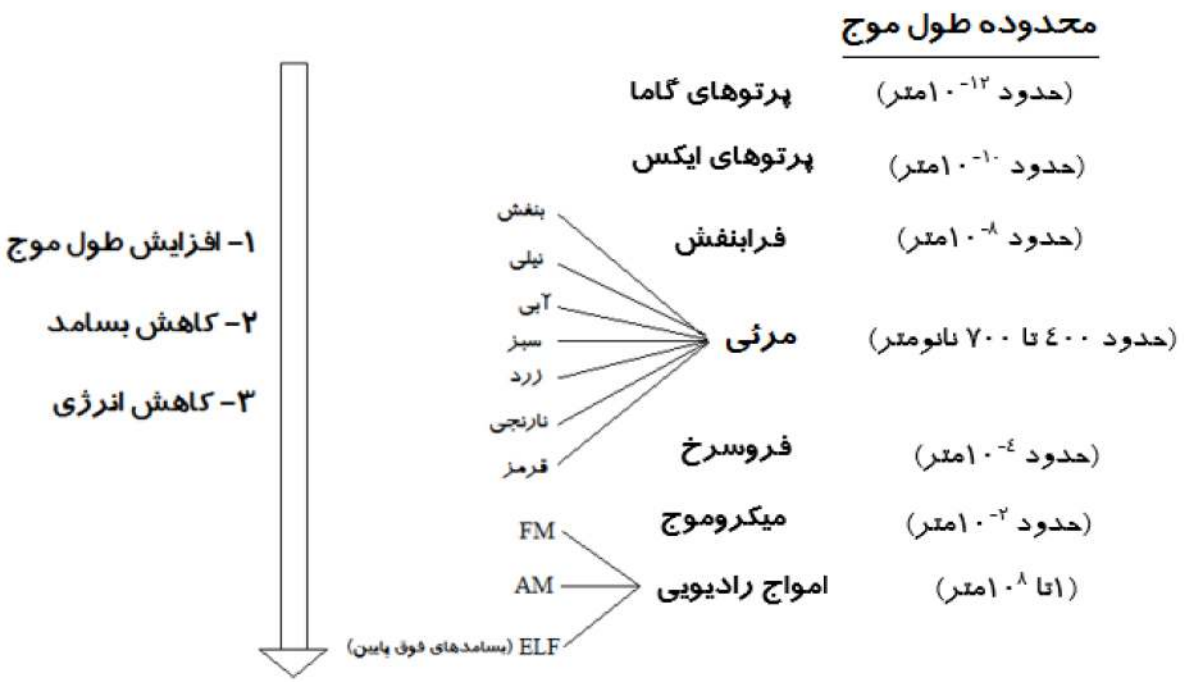
ε_0: تراوایی الکتریکی خلأ($\text{٨/٨٥}\times\text{١٠}^{-\text{١٢}}$ $C^2/N.m^2$)

C: تندی انتشار موج الکترومغناطیس در هوا یا خلأ(m/s)

$$C = \frac{\text{١}}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}} = \text{٣}\times\text{١٠}^{\text{٨}}$$

انرژی امواج الکترومغناطیس: انرژی این امواج مانند امواج مکانیکی به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل ذرات محیط نیست(زیرا این امواج برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند) بلکه این امواج انرژی را به صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می کنند.

طیف امواج الکترومغناطیسی: این طیف به ترتیب افزایش طول موج به صورت زیر است(هیچ گسستگی در این طیف وجود ندارد و همگی با تندی نور درخلأ حرکت می کنند)



موج صوتی: صوت یک موج مکانیکی طولی است که توسط جسم مرتعش تولید می شود(به این جسم مرتعش نیز چشمه ی صوت گفته می شود)

نکته۱- انتشار صوت با تندی ثابت و در تمام جهات به صورت سه بعدی صورت می گیرد.(جبهه های موج کروی است)

نکته۲- هنگام انتشار صوت هر مولکول هوا ، با موج حرکت نمی کند ، بلکه در مکان ثابتی نوسان می نماید.

نکته۳- هر چه محیطی متراکم تر باشد سرعت انتشار آن نیز بیش تر می شود، به طور مثال سرعت انتشار در جامدها بیش تر از مایعات و در مایعات نیز بیش تر از گازها است.(البته استثناهایی نیز وجود دارد)

نکته٤- چشمه ی صوت برای انتقال انرژی، لایه ای از محیط که در تماس با آن است را به حرکت در می آورد و انرژی از این لایه به لایه ی بعدی در تمام جهات منتشر می شود.

نکته۵- با توجه به اینکه صوت حرکت یکنواخت انجام می دهد رابطه ی زیر برای آن برقرار است:

$$V = \frac{L}{\Delta t}$$

عوامل مؤثر بر تندی صوت:

۱- جنس محیط انتشار

۲- دمای محیط انتشار

شدت صوت(I) : شدت صوت برابر با آهنگ متوسط انرژی ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می رسد.

$$I = \frac{\bar{P}}{A}$$

$$I = \frac{\bar{P}}{\pi \varepsilon r^{2}}$$

$\bar{P}$: متوسط توان چشمه صوتی(w)

I: شدت صوت(w/m^{2})

r: فاصله از چشمه صوت(m)

A: مساحت جبهه های موج صوتی (m^{2})

عوامل مؤثر بر شدت صوت:

۱- مجذور دامنه(A^{2}) ۲- مجذور بسامد(f^{2}) ۳- مجذور فاصله(r^{2})

براساس ۳ عامل فوق رابطه ای به صورت زیر می توان برای مقایسه ی دو شدت صوت نوشت:

$$\frac{I_{2}}{I_{1}} = \left(\frac{A_{2}}{A_{1}} \times \frac{f_{2}}{f_{1}} \times \frac{r_{1}}{r_{2}}\right)^{2}$$

تراز شدت صوت یا تراز صوتی (β): به صورت زیر و برای تشخیص مقدار بلندی صوت محاسبه می شود:

I_o: شدت صوت مرجع یا حد پایین شنوایی انسان($۱۰^{-۱۲} w/m^۲$)

I: شدت صوت($w/m^۲$)

β: تراز شدت صوت

$\beta = Log\frac{I}{I_o}$: برحسب بل(b)

$\beta = ۱۰ Log\frac{I}{I_o}$: برحسب دسی بل(db)

مقایسه ی دو تراز شدت صوت: هر گاه دو تراز صوتی در سؤالی مطرح شد، به صورت زیر رابطه بنویسید:

$\beta_۲ - \beta_۱ = Log\frac{I_۲}{I_۱}$: برحسب بل(b)

$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ Log\frac{I_۲}{I_۱}$: برحسب دسی بل(db)

تن موسیقی: به صوت حاصل از چشمه ی صوتی که به دلیل میرایی کم مشابه حرکت هماهنگ ساده است ، تن گفته می شود.(مانند صوت حاصل از یک دیاپازون)

دو ویژگی مهم تن موسیقی:

۱- ارتفاع تن: ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان در ک می کند.

۲- بلندی تن: بلندی، شدتی است که گوش انسان درک می کند.

نکته۱- ارتفاع و بلندی تن به ادراک شنوایی انسان مربوط است.

نکته۲- اگر به یک دیاپازون ضربه هایی با قدرت های متفاوت بزنیم ، بسامد صدایی که می شنویم تغییر نمی کند اما صداهایی با بلندی متفاوت را حس می کنیم که به شدت این ضربه ها بستگی دارد.

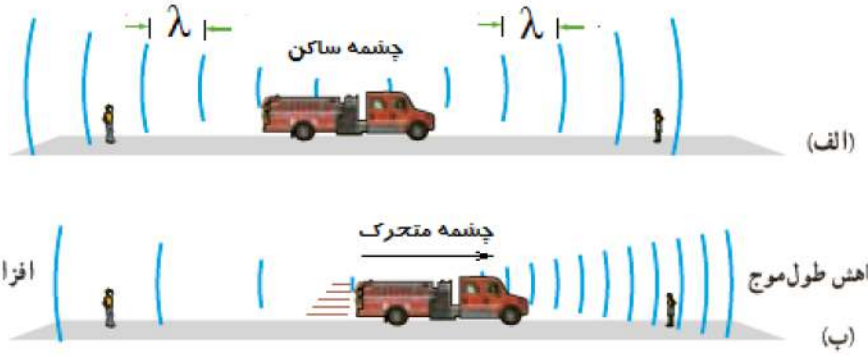
نکته۳- بلندی با شدت متفاوت است. شدت را می توان با یک آشکارساز اندازه گیری کرد، اما بلندی چیزی است که شما احساس می کنید.

نکته٤- بیش ترین حساسیت انسان به بسامدهایی در گستره ی ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰Hz است درحالیکه گوش انسان قادر به شنیدن تن های صدای ۲۰Hz تا ۲۰۰۰۰Hz است.

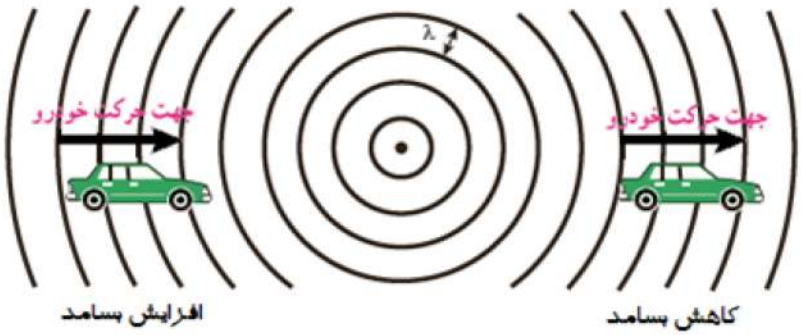
اثر دوپلر: هنگامی که چشمه ی صوتی و شنونده نسبت به هم دور یا نزدیک شوند، بسامد و طول موجی که شنونده دریافت می کند با بسامد و طول موج واقعی چشمه ی موج متفاوت است. به این پدیده اثر دوپلر گفته می شود.

بررسی حالت های مختلف اثر دوپلر:

۱- چشمه ی متحرک و ناظر (شنونده ی) ساکن: در این حالت با توجه تصویر زیر اگر چشمه ی موج به شنونده نزدیک شود، طول موج کوتاه تر و اگر از آن دور شود طول موج بیش تر خواهد شد:



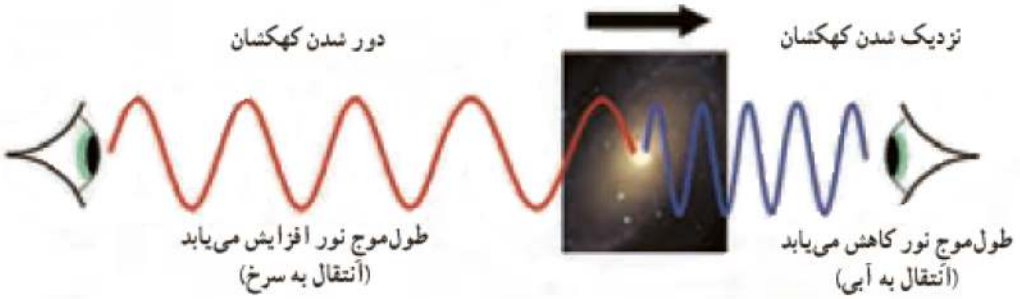
۲- چشمه ساکن و ناظر (شنونده) متحرک: در این حالت تجمع جبهه های موج در دو سوی چشمه یکسان است. اگر ناظر به طرف چشمه حرکت کند ، در مقایسه با ناظر ساکن ، در مدت زمان یکسان ، با جبهه های موج بیش تری مواجه می شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می شود که ناظر می شنود و اگر ناظر از چشمه دور شود ، در مقایسه با ناظر ساکن ، در مدت زمان یکسان ، با جبهه های موج کم تری مواجه می شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می شود که ناظر می شنود :



اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیس: بررسی اثر دوپلر در صوت با بررسی اثر دوپلر در امواج الکترومغناطیس متفاوت است. در بررسی اثر دوپلری برای موج الکترومغناطیس دو اصطلاح زیر را به کار می برند:

۱- انتقال به سرخ: وقتی چشمه ی نور از ناظر(آشکار ساز) دور می شود ، طول موج افزایش می یابد که به آن انتقال به سرخ گفته می شود.

۲- انتقال به آبی: وقتی چشمه ی نور به ناظر(آشکار ساز) نزدیک می شود ، طول موج کاهش می یابد که به آن انتقال به آبی گفته می شود.



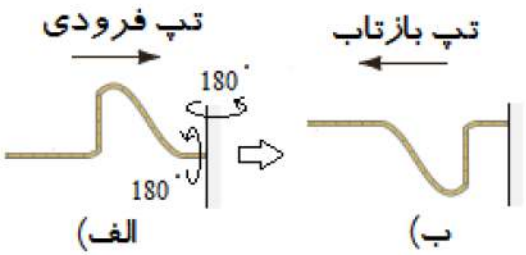
نکته- در رصدهای نجومی ستارگان، کهکشان ها و سایر چشمه های نوری سماوی ، چه هنگامی که از ما دورمی شوند چه هنگامی که به ما نزدیک می شوند، با اندازه گیری جابه جایی دوپلری آن ها می توان اطلاعاتی در مورد تندی و چگونگی حرکت آن ها به دست آورد.

فصل چهارم

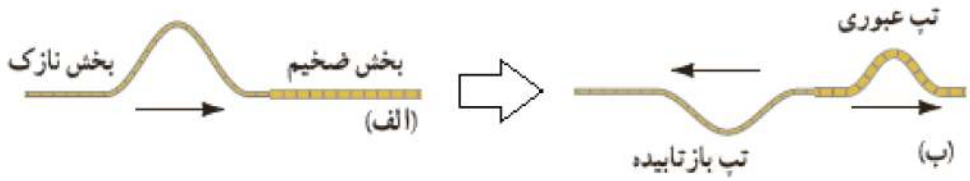
برهم کنش موج ها

مفهوم بر هم کنش موج: بازتاب امواج ، شکست نور و تداخل امواج ، بر هم کنش امواج نامیده می شود.

بازتاب امواج مکانیکی در یک بعد: اگر تپی را در یک فنر(یا یک ریسمان) کشیده ی بلندکه یک سر آن بر تکیه گاهی ثابت شده است روانه کنیم، وقتی تپ به تکیه گاه (مرز) می رسد نیرویی به آن وارد می کندو طبق قانون سوم نیوتن ، تکیه گاه نیز نیرویی با اندازه ی برابر و در جهت مخالف بر فنر وارد می آورد. این نیرو در محل تکیه گاه ، تپی در فنر ایجاد می کندکه روی فنر در جهت مخالف تپ تابیده حرکت می کند. به مثال زیر توجه کنید:

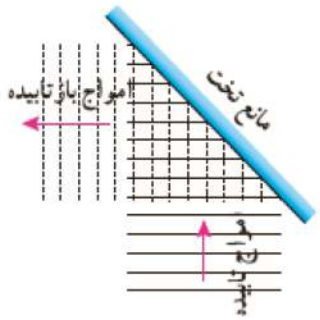


نکته۱- وقتی موجی به مرز جدایی دو محیط می رسد، بخشی از آن بازتابیده می شود و بخشی دیگر عبور می کند، به طور مثال تپ عبور در یک طناب را به صورت زیر در نظر بگیرید که از سمت نازک طناب به سمت بخش ضخیم آن در حرکت است، بخشی از این تاب بازتاب می شود و بخش دیگر عبور می کند. برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد فرودی است که توسط چشمه ی موج تعیین می گردد، اما چون تندی آن در قسمت ضخیم کم تر است ، طبق رابطه ی $\lambda = \frac{v}{f}$ ، طول موج کم تری نسبت به موج فرودی خواهد داشت:



نکته۲- تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی ، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و . . . مثال هایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.

بازتاب امواج مکانیکی در دو بعد: امواج تختی که بر سطح آب تشکیل می شود پس از برخورد با مانع تخت بازتاب می شوند که این امواج بازتابیده مانند تصاویر زیر نیز تخت هستند.با استفاده از جبهه های موج می توانیم به طور تجربی به رفتار موج در برخورد با یک مانع پی ببریم:



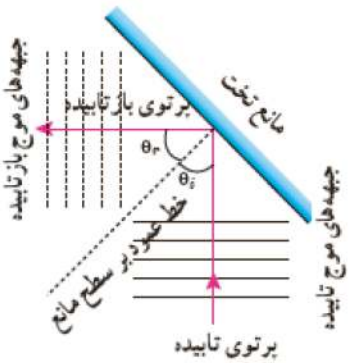
درتصویر فوق موج جبهه های موج تابیده با خطوط توپر و خطوط خط چین جبهه های موج بازتابیده را نشان می دهند.

نمودار پرتویی برای نمایش بازتاب امواج مکانیکی در دو بعد: در این نمودار یک پرتو ، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه های موج است که جهت انتشار موج را نشان می دهد. در این نمودار به موارد زیر توجه کنید:

۱- زاویه ی تابش(Θ_i): زاویه ی بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده(فرودی) زاویه ی تابش نامیده می شود.

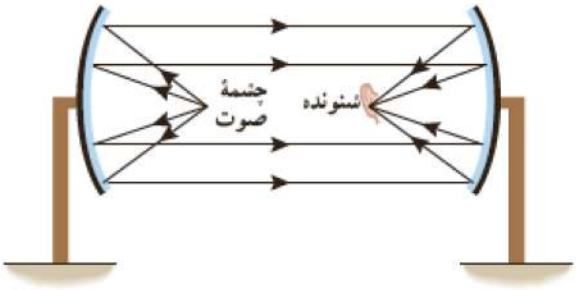
۲- زاویه ی بازتابش(Θ_r): زاویه ی بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده زاویه ی تابش نامیده می شود.

۳- برای امواج دایره ای و کروی همواره زاویه ی تابش و بازتابش برابر است(یعنی $\Theta_r=\Theta_i$ است که به آن ، قانون بازتاب عمومی گفته می شود)



بازتاب امواج مکانیکی در سه بعد: بازتاب امواج صوتی نمونه ای از بازتاب امواج در سه بعد است. صوت می تواند از یک مانع سخت مانند دیوار بازتاب می شود. بازتاب صوت نیز از قانون بازتاب عمومی پیروی می کند.

کاربرد بازتاب امواج صوتی در پارک های تفریحی: دو سطح کاو مانند شکل زیر را در نظر بگیرید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می شنود:

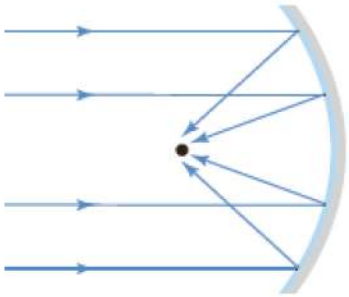


نکته– در ساخت میکروفون سهموی که برای ثبت صداهای ضعیف استفاده می شود و دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ های کلیه استفاده می شود از بازتابنده های بیضوی استفاده می شود.

پژواک: اگر صوت پس از بازتاب ، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود به چنین بازتابی پژواک می گویند.(اگر تأخیر زمانی بین دو صوت کم تر از ۰/۱ ثانیه باشدگوش انسان نمی تواند پژواک صوت را از صوت اصلی تشخیص دهد)

مکان یابی پژواکی : روشی است که بر اساس امواج بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کند. برخی جانوران نظیر خفاش و دلفین از این روش استفاده می کنند. همین طور در فناوری هایی نظیر اندازه گیری تندی شارش خون در رگ ها ، دستگاه سونار که در کشتی ها برای مکان یابی اجسام زیر آب و در سونوگرافی از مکان یابی پژواکی استفاده می شود.

بازتاب امواج الکترومغناطیسی: این امواج نیز می توانند از یک سطح بازتابیده شوند و بازتاب آن ها نمونه ی دیگری از بازتاب در سه بعد است.



نکته۱- امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش ، به یک نقطه ی کانونی می رسند. از این ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی و یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی استفاده می شود:

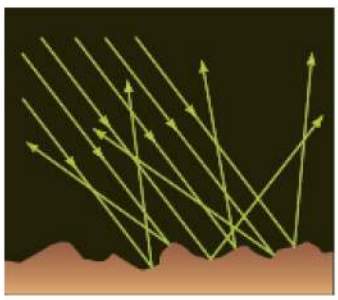
نکته۲- رادار دوپلری وسیله ای است که از امواج الکترومغناطیسی برای مکان یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می شود.

بازتاب در نور مرئی: از آنجا که نور مرئی نیز یک موج الکترو مغناطیس است از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند. یعنی اولاً زاویه تابش و بازتابشی با هم برابرند و ثانیاً پرتوی تابش، پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده ، در هر بازتابش در یک صفحه واقعند.

انواع بازتاب نور مرئی :

۱- بازتاب آینه ای یا منظم: در مواردی که سطح بازتابنده ی نور همچون یک آینه ، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند.

۲- بازتاب پخشنده یا نامنظم: این بازتاب وقتی رخ می دهد که صیقلی و هموار نباشد . پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابیده ، و در تمام جهات پراکنده می شود. علت دیدن اجسام رخ دادن این نوع بازتاب است.



نکته۱– در بازتاب آینه ای از یک آینه تخت ، دسته پرتوی موازی را تنها در یک جهت می توانید ببینید، اما در بازتاب پخشنده ،این دسته پرتو را در جهت های مختلف می توان مشاهده کرد.

نکته۲– منظور ازسطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار است، مثلاً کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می رسد اما ازدید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که برای یک نور مرئی ناهموار محسوب می شود.

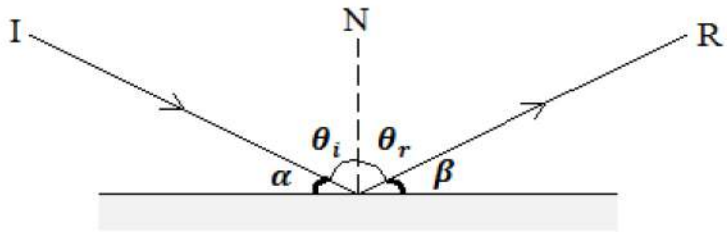
نکته۳– برای مسائل محاسباتی مربوط به آینه های تخت به موارد زیر توجه کنید:

$\theta_i = \theta_r$

$\alpha = \beta$

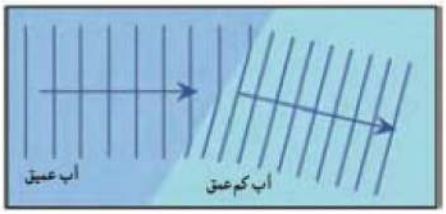
$\theta_i + \alpha = ۹۰$

$\theta_r + \beta = ۹۰$



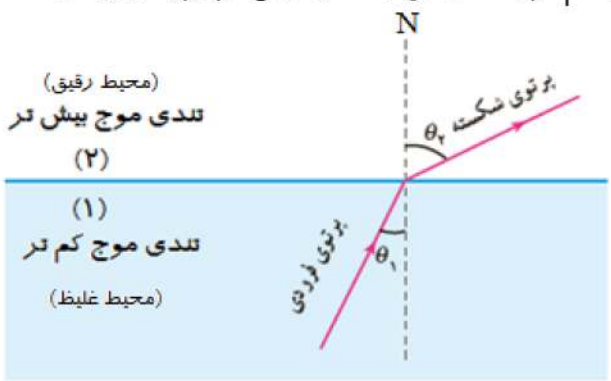
شکست موج: در امواج دوبعدی(مانند امواج روی آب) و سه بعدی (امواج الکترومغناطیس) با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر ، تندی موج تغییر می کند و موجب تغییر جهت موج می گردد که به آن شکست موج گفته می شود.

بررسی علت شکست موج در آب : همان طور که قبل تر گفته شد تندی موج در سطح آب به عمق آب بستگی دارد . در تشت موج، با ورود موج به به بخش کم عمق آب ، تندی امواج سطحی کاهش می یابد . در حقیقت آن بخش که زودتر به ناحیه ی کم عمق می رسد، چون با تندی کم تر حرکت می کند از بقیه ی موج که هنوز وارد این ناحیه نشده ، عقب می افتد و مطابق شکل در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهد.(این مطلب را می توان در نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب دار مشاهده کرد ، درست مانند تغییر مسیر یک اسباب بازی چرخ دار که از کف صاف اتاق وارد قالیچه ای می شود)



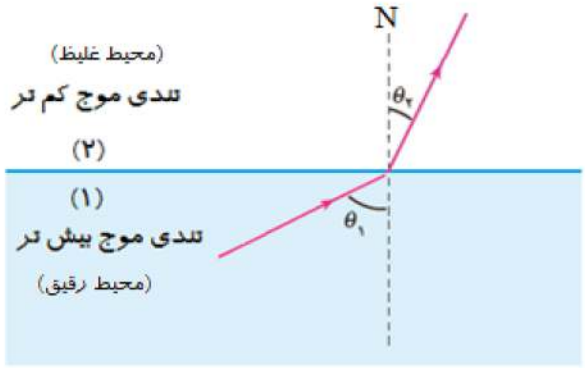
حالت های مختلف شکست با نمودار پرتویی:

۱- در صورتی که موجی از محیطی با تندی کم تر به محیطی با تندی بیش تر برود زاویه ی شکست Θ_2 بزرگ تر از زاویه ی تابش Θ_1 می شود:



$$\text{زاویه انحراف} = \theta_2 - \theta_1$$

۲- در صورتی که موجی از محیطی با تندی بیش تر به محیطی با تندی کم تر برود زاویه ی شکست Θ_2 کوچک تر از زاویه ی تابش Θ_1 می شود:



$$\text{زاویه انحراف} = \theta_1 - \theta_2$$

قانون عمومی شکست: نسبت سینوس زاویه شکست در محیط دوم(Θ_2) به سینوس زاویه تابش در محیط اول (Θ_1)، برابر نسبت تندی انتشار در محیط دوم به تندی انتشار در محیط اول است:

$$\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

ضریب شکست: برای یک پرتوی نور ، نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در یک محیط ، ضریب شکست آن محیط است:

$$n = \frac{C}{V}$$

C: تندی نور در خلأ ($۳\times۱۰^۸ m/s$)

V: تندی نور در یک محیط شفاف(m/s)

n: ضریب شکست محیط شفاف

قانون شکست اسنل: رابطه ی زیر که مربوط به شکست نور و ضریب شکست است، قانون اسنل نامیده می شود:

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$$

نکته۱- ضریب شکست خلأ (هوا) برابر ۱ است.

نکته۲- اگر پرتو نوری به طور عمود به سطح جداکننده ی دو محیط تابش شود شکسته نمی شود.

نکته۳- هرچه محیطی متراکم تر باشد ضریب شکست آن محیط نیز بیش تر است.

نکته٤- ضریب شکست یک محیط با تندی نور در آن محیط (V) و طول موج(λ) رابطه ی وارونه دارد.(هر چه ضریب شکست بیش تر باشد، تندی نور و طول موج نور در آن کم تر است)

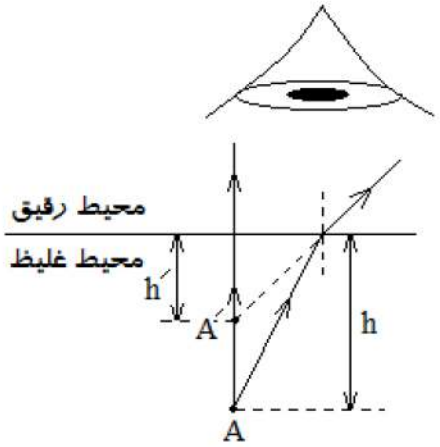
نکته۵- بسامد، دوره تناوب و انرژی موج الکترومغناطیس تنها به چشمه ی موج وابسته است و به ضریب شکست بستگی ندارد.

نکته۶- بیش تر روابطی که در رابطه با شکست نور نوشته شده است را می توان در رابطه ی زیر خلاصه نمود:

$$\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

عمق ظاهری: هنگامی که از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر نگاه می کنیم ، اجسام داخل محیط دوم در عمق بیش تر یا کم تر از مکان واقعی خود مشاهده می شوند که در دوحالت زیر می توان برای آن محاسبه انجام داد:

۱- اگر ازمحیط رقیق تر به محیط غلیظ تر نگاه کنیم: اجسام را در عمق کمتر از مکان واقعی خود می بینیم:

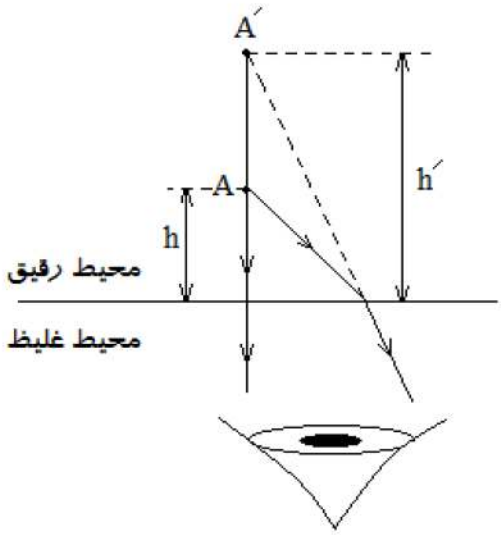


$$\frac{n_{\text{رقیق}}}{n_{\text{غلیظ}}} = \frac{h'}{h}$$

h´: عمق ظاهری

h: عمق واقعی

۲- اگر ازمحیط غلیظ تر به محیط رقیق تر نگاه کنیم: اجسام را در عمق بیش تراز مکان واقعی خود می بینیم:



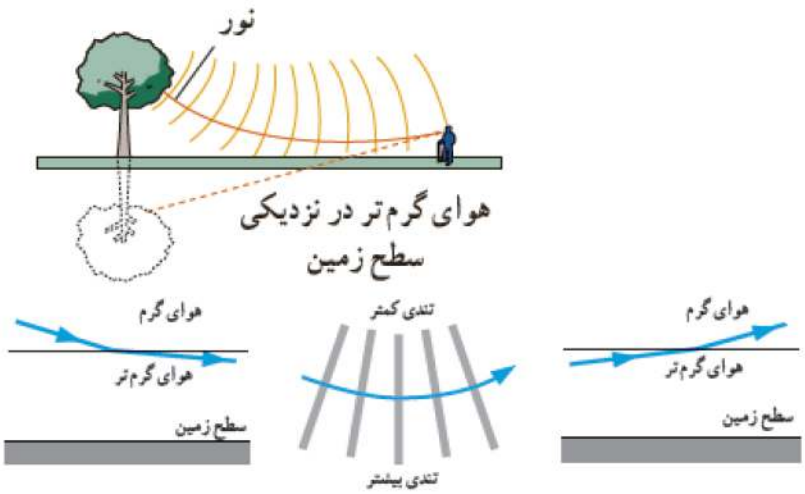
$$\frac{n_{\text{رقیق}}}{n_{\text{غلیظ}}} = \frac{h}{h'}$$

h´: عمق ظاهری

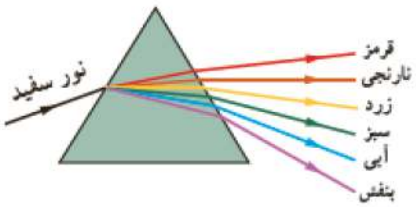
h: عمق واقعی

جمع بندی دو رابطه ی عمق ظاهری در یک رابطه:

سراب: در روز های گرم، سطح زمین داغ است. از طرفی، چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد که این سبب کاهش ضریب شکست نیز می شود. با پایین آمدن هر چه بیش تر پرتوها ، آن ها با ضریب شکست کمتر و کمتری مواجه می شوند و در هر مرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق خم می شوند. وقتی پرتوها در نزدیکی زمین تقریباً افقی می شوند، به سمت بالا خم بر می دارند زیرا بخش پایینی هر جبهه ی موج در هوای کمی گرم قرار دارد و بنابراین کمی تند تر از بخش بالایی جبهه ی موج حرکت می کند و این تفاوت رفتار دو قسمت جبهه های موج ، موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای موج می شود، زیرا پرتوهای موج باید همواره عمود بر جبهه های موج باشند. وقتی پرتوها رو به بالا می روند به خم شدن رو به بالای خود ادامه می دهند، زیرا اکنون مدام با محیط هایی با ضریب شکست های بزرگ و بزرگ تر مواجه می شوند و در هر مرحله با نزدیک شدن به خط عمود ، بیش تر و بیش تر رو به بالا خم می شوند. اگر بخشی از این نور به چشم ما برسد، به نظر می آید که منشأ این نور از امتداد رو به عقب پرتوهایی است که به چشم ما رسیده اند و این احساس را ایجاد می کنند که گویی از سطح زمین آمده اند:



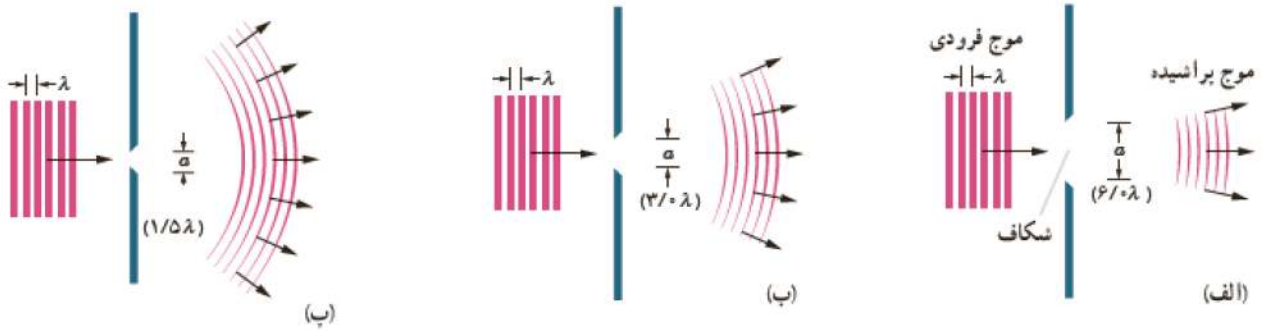
پاشندگی نور: وقتی باریکه ی نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوه هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند. به این پخش شدگی نور ، پاشندگی نور می گویند.(دلیل این پدیده آن است که ضریب شکست یک محیط برای طول موج های مختلف، یکسان نیست و هر رنگی که طول موج کم تری دارد ضریب شکست بیش تری داشته و انحراف بیش تری پیدا می کند.) تصویر زیر پاشندگی نور سفید را در یک منشور نشان می دهد:



از اینجا تا پایان فصل ویژه ی دانش آموزان رشته ریاضی- فیزیک است.

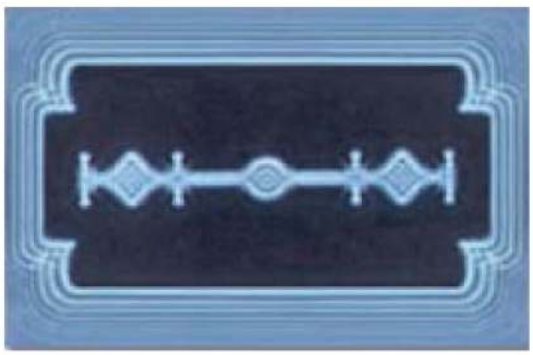
پراش موج: هنگامی که موج از یک شکاف با پهنایی از مرتبه ی طول موج عبور می کند ، به اطراف گسترده می شود، به این پدیده پراش موج گفته می شود.

نکته۱- اگر موج تختی از شکافی عبور کند که پهنای آن خیلی بزرگتر از طول موج باشد، آن قسمتی که از شکاف می گذرد تقریباً تخت باقی می ماند، اما اگر موج تختی از شکافی عبور کند که پهنای آن خیلی بزرگتر از طول موج نباشد، آن قسمتی که از شکاف می گذرد کاملاً از حالت موج تخت خارج شده و به مقدار بیش تری به اطراف گسترده می شود. شکل زیر پراش در سه شکاف با پهناهای متفاوت را نشان می دهد:



نکته۲- پراش فقط به وضعیت عبور موج از یک شکاف باریک (روزنه) محدود نمی شود بلکه هنگام عبور موج از لبه های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج باشد باشد نیز رخ می دهد.

نقش پراش: اگر پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه ای تیز را روی یک پرده ملاحظه کنیم، همواره نوارهای تاریک و روشنی مشاهده می کنیم که به آن نقش پراش گفته می شود. به طور مثال تصویر زیر نقش پراش نوری تکفام را نشان می دهد که از لبه های یک تیغ عبور می کند:



نکته۱- سیگنال های فرستنده های رادیویی و تلویزیونی هنگام برخورد به یک مانع (مانند دیوار یا یک تپه) به دلیل پراش از لبه های مانع دریافت خواهد شد.(ناحیه ای که سیگنال به آن نمی رسد ناحیه ی سایه نامیده می شود)

نکته۲- طول موج سیگنال های فرستنده های تلویزیونی دیجیتالی امروزی کوتاهتر از طول فرستنده های قدیمی است، که این موضوع سبب می شود پراش سیگنال ها به ناحیه ی سایه کاهش پیدا کند، زیرا همان طور که گفته شد هرچه شکاف ها ولبه ها ابعاد بزرگتری نسبت به طول موج داشته باشد پراش کم تری رخ می دهد و گستردگی و خمیدگی موج کم تر می شود.

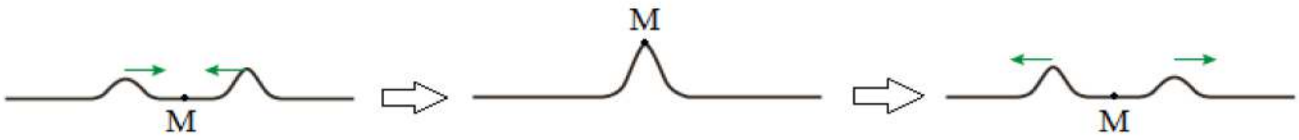
تداخل موج: به ترکیب موج ها با یکدیگر تداخل می گویند.

اصل بر هم نهی امواج: وقتی چند موج به طور هم زمان بر ناحیه ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آن ها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است.(به عبارت دیگر تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که به طور هم زمان از یک منطقه عبور می کنند.)

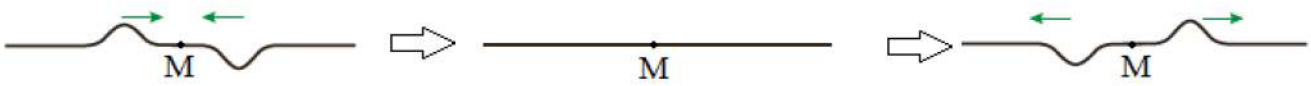
نکته- تپ ها یا امواجی که با یکدیگر تداخل دازند به هیچ وجه شکل حرکت یکدیگر را تغییر نمی دهند و پس از همپوشانی و تداخل ، بدون هرگونه تغییر شکلی به حرکت خود ادامه می دهند.

انواع تداخل موج:

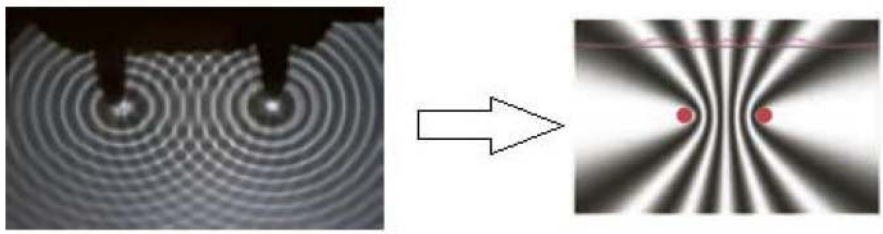
۱- تداخل سازنده: اگر تپ ها در اثر همپوشانی تپ برگتری را ایجاد کنند به آن تداخل سازنده گفته می شود:



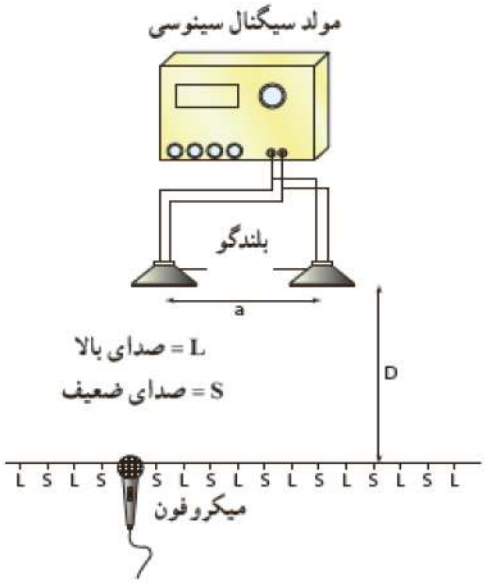
۲- تداخل ویرانگر(مخرب): اگر تپ ها در اثر همپوشانی یکدیگر ار حذف کنند به آن تداخل ویرانگر گفته می شود:



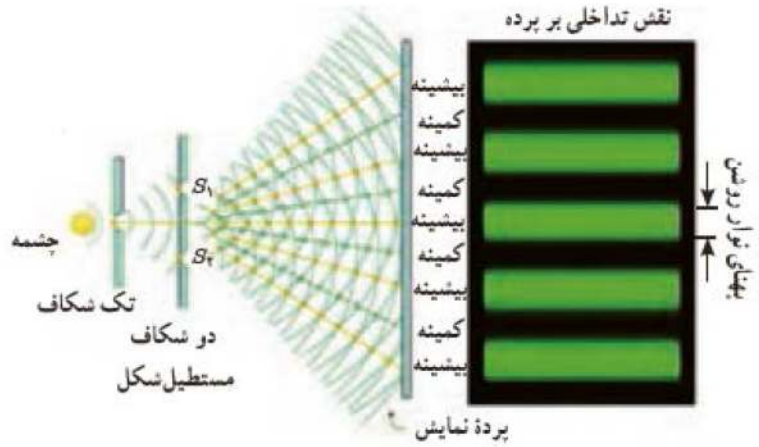
تداخل امواج سطحی آب: برای مشاهده ی تداخل امواج سطحی بر سطح آب با استفاده از تشت موج، دو گوی کوچک را با بسامد یکسان، به طور هم زمان بر سطح آب به نوسان در می آوریم. دو دسته موج دایره ای ایجاد می شود که در برخی نقاط برآمدگی ها یا فرورفتگی ها به طور هم زمان در نقطه ای به هم می رسند و همدیگر را تقویت می کنند (تداخل سازنده) و اگر برآمدگی یک موج در یک زمان و در یک نقطه به فرورفتگی موج دیگر برسد، دو موج یکدیگر را تضعیف می کنند (تداخل مخرب) و بنابر این سطح آب در چنین نقطه ای نوسان چندانی نخواهد داشت:



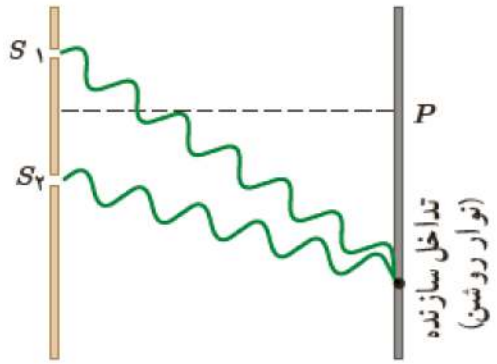
تداخل امواج صوتی: برای بررسی تداخل امواج صوتی به تصویر مقابل دقت کنید، در این آزمایش دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل اند امواج سینوسی هم بسامدی در فضا منتشر می کنند . با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصله ی مناسبی از بلندگوها قرار دارد در می یابیم که بلندی صدا به طور متناوب کم یا زیاد می شود.در نواحی کاهش صدا تداخل ویرانگر و در نواحی افزایش صدا تداخل سازنده رخ داده است:



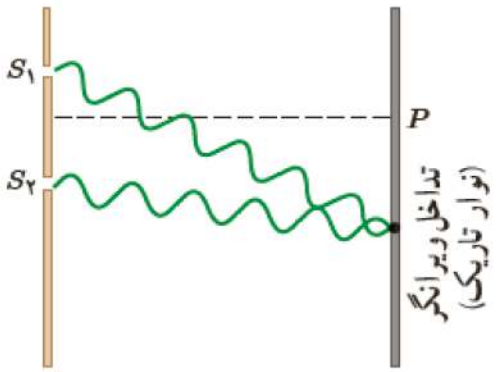
تداخل امواج نوری: شخصی به نام «یانگ» با طراحی آزمایشی ثابت کرد که بر خلاف نظر بیش تر فیزیکدانان آن زمان ، نور یک موج است. شکل زیر طرحی از آزمایش یانگ را نشان می دهد. نور حاصل از یک چشمه ی تکفام بر یک شکاف می تابد، سپس نور خروجی بر اثر پراش ، گسترده می شود و دو شکاف S_1 و S_2 را روشن می کند. موج های حاصل از پراش نور توسط این دو شکاف با یکدیگر تداخل می کنند و نقش حاصل از این تداخل را می توان روی پرده ای که در ناحیه ی سمت راست دو شکاف قرار دارد مشاهده کرد:



روی پرده، نقطه های با تداخل سازنده ، نوارها یا فریزهای روشن را تشکیل می دهند:



و نقطه های با تداخل ویرانگر نوارها یا فریزهای تاریک را تشکیل می دهند:



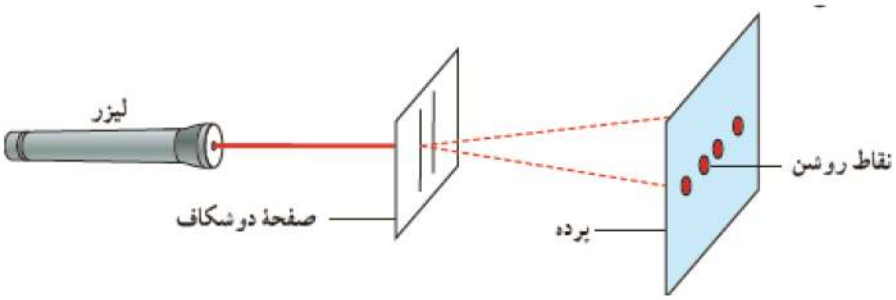
نقش تداخلی: نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل های سازنده و ویرانگر هستند، نقش تداخلی نامیده می شوند.

نکته۱- در نقش تداخلی پهنای نوارهای روشن و تاریک برابرند.

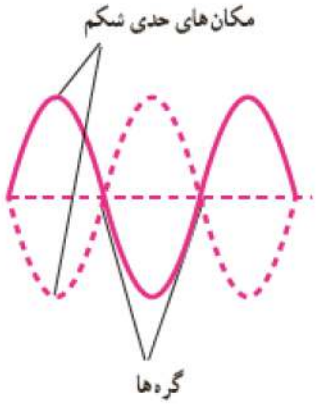
نکته ۲- پهنای نوار های روشن و تاریک با طول موج نور به کار رفته در آزمایش رابطه ی مستقیم دارد.(یعنی هر چه طول موج به کار رفته بیش تر باشد پهنای نوارهای روشن و تاریک بیش تر است)

نکته۳- با کمک آزمایش یانگ طول موج نور به کار رفته را می توان محاسبه نمود.

مشاهده ی نقش تداخلی به کمک نور لیزر: اگر از نور لیزر استفاده کنیم ، دیگر نیازی به استفاده از یک تک شکاف در آزمایش یانگ نیست. با استفاده از یک لیزر مدادی ، می توان صفحه ی دو شکاف یانگ را روشن نمود(البته ممکن است لازم باشد از یک عدسی واگرا در برابر نور لیزر استفاده شود تا هر دو شکاف روشن گردد) :



موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده: هر گاه دو موج عرضی کاملاً مشابه که در دو سوی مختلف انتشار پیدا می کنند با یکدیگر تداخل نمایند، موج برایند دیگر رونده نیست و به آن موج ساکن یا ایستاده گفته می شود، که تصویر موج برایند به شکل زیر است:



گره: نقاطی روی موج ایستاده که هرگز نوسان نمی کنند، گره هستند.(دامنه ی نوسان صفر است)

شکم: نقاطی روی موج ایستاده که دامنه ی موج برایند در آنجا بیشینه است.(دامنه ی آن ها دو برابر دامنه ی موج های اولیه است)

نکته۱- فاصله ی دو گره ی متوالی یا دو شکم متوالی برابر $\lambda/2$ است.

نکته۲- فاصله ی یک گره از شکم مجاورش برابر $\lambda/4$ است.

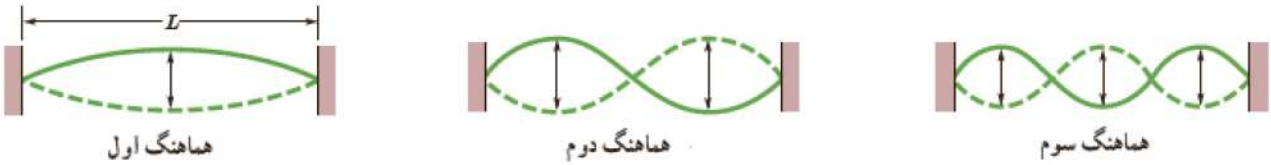
نکته۳- موج های تابش وبازتابش در محل گره ها با یکدیگر تداخل ویرانگر انجام می دهند و در اصطلاح گفته می شود دو موج در محل گره ها کاملاً ناهمفاز (در فاز مخالف) هستند.

نکته٤- موج های تابش وبازتابش در محل شکم ها با یکدیگر تداخل سازنده انجام می دهند و در اصطلاح گفته می شود دو موج در محل شکم ها در کاملاً همفاز هستند.

نکته۵- از آن جا که موج ایستاده به چپ یا راست حرکت نمی کند محل گره ها یا شکم ها ثابت است.

بسامد های تشدیدی: هر گاه یک تار کشیده شده به وسیله ی یک چشمه به نوسان در آید، به ازای بسامدهای معینی ، تداخل موجب ایجاد موج ایستاده ی بارزی (یا اصطلاحاً یک مد نوسان) در تار می شود که به این بسامدها ، بسامدهای تشدیدی گفته می شود.(اگر تار در بسامدهای غیر از بسامدهای تشدیدی نوسان کند موج ایستاده ی بارزی ایجاد نمی شود)

روابط محاسباتی موج ساکن در تار مرتعش تحت کشش: شکل زیر تصاویر مربوط به حالت های مختلف موج ایستاده در یک تار است:



n: تعداد شکم ها(تعداد گره ها ۱+n است) یا **عدد هماهنگ**

L: طول تار

V: تندی انتشار موج در طناب

λ_n: طول موج تشدیدی

f_n: بسامد تشدیدی

f_1: بسامد اصلی یا بسامد هماهنگ(مد) اول

$$L = n\frac{\lambda_n}{2}$$

$$f_n = n\frac{V}{2L} = nf_1$$

$$f_1 = \frac{V}{2L}$$

یادآوری: تندی انتشار در تار مرتعش با رابطه ی $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ به دست می آید.

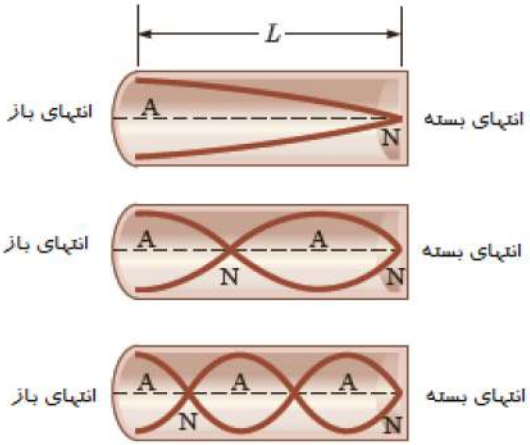
نکته– اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی در ریسمان دو انتها ثابت برابر بسامد اصلی(f_1) است:

$$f_{n+1} - f_n = f_1 = \frac{V}{2L}$$

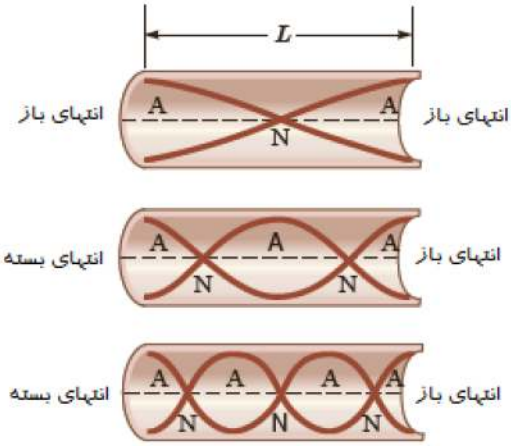
موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی: در لوله های پر شده از هوا نیز می توان موج ایستاده ایجاد کرد که به آن ها لوله های صوتی گفته می شود و در نوع دو انتها باز و یک انتها باز ساخته می شوند. وقتی موج های صوتی در هوای درون لوله حرکت می کنند، از هر دو انتها باز می تابند و به درون لوله باز می گردند، حتی اگر آن انتها باز باشد(البته اگر انتهای لوله باز باشد این بازتاب به کاملی بازتابی نیست که از یک انتهای بسته رخ می دهد) .

بسیاری از مشخصه های این موج ایستاده مشابه موج ایستاده در ریسمان است:

انتهای بسته ی لوله مانند انتهای ثابت شده ی ریسمان است که در آنجا باید یک گره وجود داشته باشد، و در انتهای باز لوله نیز یک شکم وجود دارد(البته این شکم کمی بیرون از انتهای باز لوله قرار دارد که آن را در نظرنمی گیریم) همچنین فاصله ی گره های مجاور از هم برابر $\lambda/2$ و فاصله ی گره ها از شکم های مجاور $\lambda/4$ است.. تصویر های زیر سه مد اول را در هر دو نوع لوله نشان می دهد:



لوله صوتی یک انتها باز



لوله صوتی دو انتها باز

نکته۱- هر چه بسامد صوتی بیش تر می شود، آن صوت زیرتر شنیده می شود و هرچه بسامد صوتی کم ترمی شود آن صوت بم تر شنیده خواهد شد.

نکته۲- طول موج صوت حاصل از لوله ی صوتی با طول لوله رابطه ی مستقیم دارد.(یعنی هر چه طول لوله بیشتر باشد طول موج صوت حاصل از آن نیز بیش تر است)

نکته۳- صدای حاصل از پر شدن آب داخل یک لیوان گستره ی وسیعی از بسامدها را دارد که در هر لحظه، یکی از این بسامدها با پایین ترین بسامد تشدیدی هوای درون ظرف(بسامد مد اول) منطبق است ، به همین دلیل با پر شدن لیوان و کوتاه شدن فضای پر از هوای آن (که یک لوله ی صوتی فرض می شود) طول موج صوت حاصل کاهش و بسامد آن افزایش یافته و صدا زیر تر شنیده می شود.

تشدیدگر هلمهولتز: کره هایی توخالی با دهانه ای باز به شکل گردن است که همانند لوله های صوتی بسامدهای تشدیدی معینی دارند و هر گاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدیدی آن ها باشد تشدیدگر پاسخ قوی تری به این صوت می دهد.(این موضوع درست مانند دمیدن در یک بطری است، در بطری نیز یکی از بسامدهایی که هنگام دمیدن تولید می شود با یکی از بسامدهای تشدیدی منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می شود)

اجاق های میکروموج(ماکروفر): این اجاق ها بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی و تشکیل امواج ایستاده کار می کنند. میکرو موج های بازتابیده از دیواره های فلزی اجاق با بر هم نهی با موج های تابیده (با طول موج حدود ۱۲cm) ، موج های ایستاده ای را در داخل محفظه ی اجاق ایجاد می کنند که از گره ها و شکم هایی تشکیل شده اند. در محل شکم ها دامنه ی نوسان میدان الکتریکی بیشینه است . مولکول های آب موجود در مواد غذایی در این نقاط به شدت به ارتعاش در می آیند و بیش ترین افزایش دما ایجاد می شود.

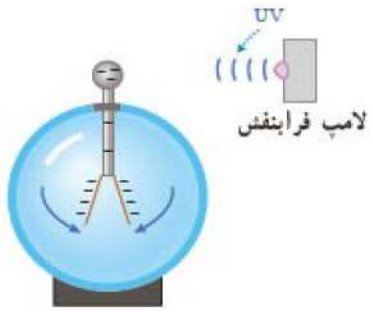
فصل پنجم

آشنایی با فیزیک اتمی

اثر فوتو الکتریک: وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل می شوند. این پدیده ی را اثر فوتو الکتریک والکترون های جداشده از سطح فلز را فوتو الکترون می نامند:

الکترون‌ها، انرژی نور فرودی را جذب می‌کنند و از سطح فلز خارج می‌شوند.

نکته۱- برهم کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق نما سبب می شود تا ورقه های آن به سرعت به هم نزدیک شوند:



نکته۲- برهم کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته ای تغییری در انحراف ورقه های برق نما به وجود نمی آورد:

فوتون: حداقل انرژی موج الکترومغناطیس با یک بسامد معین فوتون نامیده می شود و انرژی آن برابر $E = h\frac{c}{\lambda}$ یا $E = hf$ است.

انرژی امواج الکترومغناطیس: انرژی امواج الکترومغناطیس مضرب صحیحی از انرژی یک فوتون (hf) است:

$E = nhf$ یا $E = nh\frac{c}{\lambda}$

n: تعداد فوتون ها

h: ثابت پلانک ($۶/۶\times۱۰^{-۳۴}$j.s)

c: سرعت امواج الکترومغناطیس(۳×۱۰^{۸} m/s)

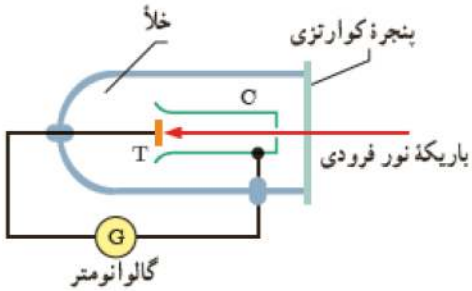
E: انرژی امواج الکترومغناطیس(j)

الکترون-ولت: انرژی الکترون تحت ولتاژ یک ولت است و الکترون- ولت یکای غیر SI انرژی در فیزیک اتمی و فیزیک هسته ای است.الکترون- ولت به صورت زیر به ژول تبدیل می شود:

$۱ev=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}j$

نکته- در رابطه های E=nhf اگر ثابت پلانک(h) بر حسب J.s باشد E برحسب ژول(J) به دست می آید و در صورتی که ثابت پلانک(h) بر حسب ev.s باشد E برحسب الکترون-ولت(ev) به دست می آیند.

بررسی اثر پدیده ی فوتو الکتریک: برای بررسی اثر فوتوالکتریک دستگاهی به صورت زیر طراحی می شود:



در این دستگاه صفحه ی فلزی هدف T و جمع کننده ی فلزی C درون یک محفظه ی شیشه ای خلأ قرار دارند که از بیرون به یک گالوانومتر(آمپرسنج حساس) متصل شده اند. نور تکفام (تک بسامد) که بسامد آن به قدر کافی بالا است بر صفحه ی T فرود می آید و فوتو الکترون ها را آزاد می کند. این فوتو الکترون ها به جمع کننده ی C می رسند و در نتیجه گالوانومتر که در مدار قرار دارد جریانی را آشکار می کند. در این آزمایش به نکات زیر باید توجه کنید:

۱- با افزایش شدت این نور ، گالوانومتر عدد بزرگتری را نشان می دهد .

۲- اگر بسامد نور فرودی از مقدار معینی کم تر باشد ، هر چه قدر هم که شدت نور فرودی افزایش یابد پدیده ی فوتو الکتریک رخ نمی دهد و گالوانومتر عبور جریانی را نشان نمی دهد.

تناقض های فیزیک کلاسیک با نتایج تجربی در پدیده ی فوتو الکتریک:

۱- بر اساس دیدگاه فیزیک کلاسیک هنگام بر هم کنش موج الکترومغناطیسی (نور فرودی) با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج، نیروی $F=-eE$ به الکترون های فلز وارد می کند و آن ها را به نوسان در می آورد. به این ترتیب، وقتی دامنه ی نوسان برخی از الکترون ها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می کنند. بنابراین پدیده ی فوتوالکتریک باید در هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.

۲-براساس نظریه ماکسول شدت نور با مربع دامنه ی میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است($I\alpha E^{2}$)،به این ترتیب انتظار می رود به ازای یک بسامد معین ،اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون ها با سرعت و انرژی جنبشی بیش تری از فلز خارج شوند، اما چنین نتیجه ای در تجربه مشاهده نمی گردد.

از اینجا تا پایان صفحه ۱۴۴ ویژه ی دانش آموزان رشته ی ریاضی- فیزیک است.

نظریه اینشتین در رابطه با پدیده ی فوتوالکتریک:

۱- اینشتین با توجه به نظریه ی پلانک فرض کرد نور با بسامد f را می توان به صورت مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفت.هربسته ی انرژی بعدها **فوتون** نام گرفت، انرژی هر فوتون از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$E = hf$$
$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

h: ثابت پلانک($۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J.s$)

f: بسامد(Hz)

λ:طول موج(m)

c: سرعت موج الکترومغناطیس($۳\times۱۰^{۸}m/s$)

E: انرژی هر فوتون (J)

۲- هر فوتون صرفاً با یک الکترون بر هم کنش دارد.

۳- بسامدی که در آن الکترون بدون هیچ انرژی جنبشی ای در آستانه ی ترک فلز است **بسامد آستانه** نامیده می شود و با f_o نمایش داده می شود.(بسامد آستانه حداقل بسامد برای انجام پدیده ی فوتوالکتریک است و در کم تر از آن پدیده ی فوتوالکتریک انجام نمی شود)

٤- طول موجی که در آن الکترون بدون هیچ انرژی جنبشی ای در آستانه ی ترک فلز است **طول موج آستانه** نامیده می شود و با λ_o نمایش داده می شود.(طول موج آستانه حداکثرطول موج برای انجام پدیده ی فوتوالکتریک است و در بالاتر از آن پدیده ی فوتوالکتریک انجام نمی شود)

۵- انرژی لازم برای خارج کردن یک الکترون از سطح یک فلز **تابع کار** نامیده می شود وبا w_o نمایش داده می شود:

$$W_o = hf_o$$
$$W_o = \frac{hc}{\lambda_o}$$

h: ثابت پلانک($۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J.s$)

f_o: بسامد(Hz)

λ_o:طول موج(m)

w_o: (J)

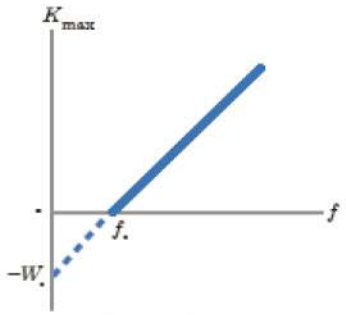
۶- تابع کار(w_o)، بسامد آستانه(f_o) و طول موج آستانه (λ_o) هر سه به جنس فلز بستگی دارند.

۷- اگر فوتون تابشی انرژی کافی داشته باشد ،بخشی از انرژی صرف گسیل الکترون از فلز می شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می شود، انرژی جنبشی سریع ترین فوتوالکترون های گسیل شده از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$K_{max} = hf - w_o$$

۸- بیشینه ی انرژی جنبشی فوتو الکترون ها (K_{max}) به بسامد نور فرودی و جنس فلز بستگی دارد.

نمودار بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بر حسب بسامد نور فرودی:



شیب نمودار : $\tan\alpha=h$

شرط انجام پدیده ی فوتو الکتریک: اگر یکی از شرط های زیر در پدیده ی فوتو الکتریک برقرار باشد پدیده ی فوتو الکتریک رخ می دهد و در غیر اینصورت الکترونی از سطح فلز جدا نمی شود:

۱-انرژی فوتون تابشی بیش تر از تابع کار باشد($hf>w_o$)

۲- بسامد نور فرودی بیش تر از بسامد آستانه باشد($f>f_o$)

۳- طول موج نور فرودی کم تر از طول موج قطع باشد($\lambda<\lambda_o$)

نکته۱- افزایش یا کاهش شدت نور فرود تنها بر تعداد فوتون های تابشی و تعداد الکترون های جدا شده تأثیر می گذارد و بر بیشینه ی انرژی جنبشی الکترون ها (k_{max}) و بسامد آستانه (f_o) بی تأثیر است.

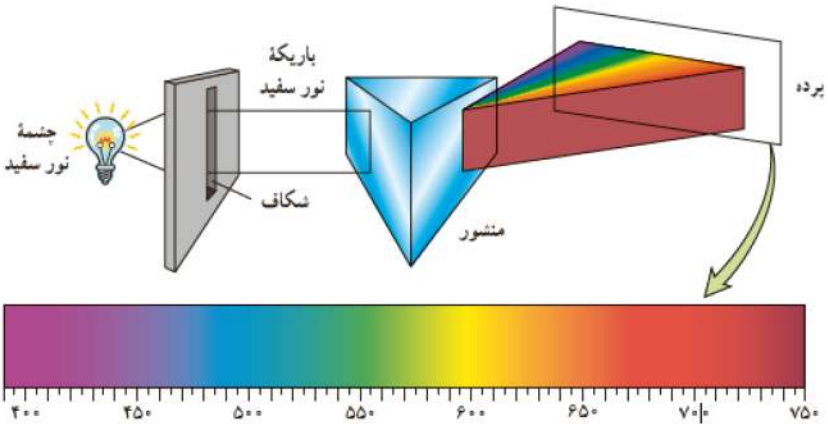
نکته۲- در رابطه با بررسی ویژگی های نور هم مدل موجی و هم مدل ذره ای جایگاه خود را دارد به طور مثال بررسی پدیده ی فوتو الکتریک با کمک مدل ذره ای و بررسی آزمایش یانگ با مدل موجی صورت می گیرد.

انواع طیف
- ۱- طیف پیوسته(مانند طیف تابش گرمایی)
- ۲- طیف گسسته
  - ۱- مانند طیف گسیلی
  - ۲- مانند طیف جذبی

۱- طیف پیوسته: طیفی که در آن بین طول موج های متوالی فاصله ای نباشد طیف پیوسته نامیده می شود.

۲- طیف گسسته: طیفی که در آن تمام طول موج های متوالی وجود نداشته باشد (بین آن ها فاصله وجود داشته باشد) طیف گسسته نامیده می شود.

تابش گرمایی: اجسام در هر دمایی موج الکترومغناطیس گسیل(نشر) می کنند که به آن تابش گرمایی گفته می شود.



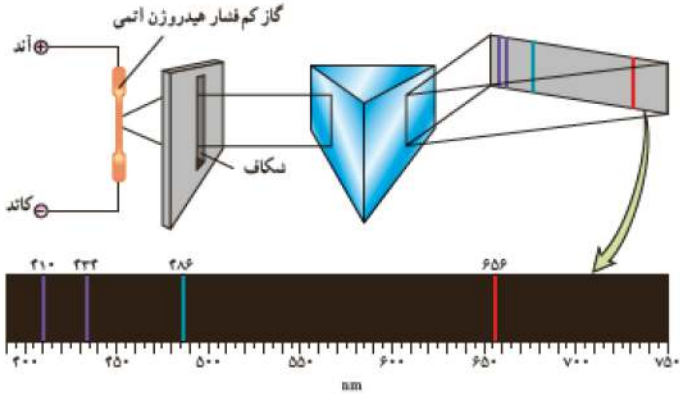
نکته۱- تابش گرمایی طیف گسیلی پیوسته محسوب می شود.

نکته۲- طول موج تابش گرمایی بستگی به دمای جسم دارد. به طور مثال اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می کنند(مانند آهن گداخته) و در دماهای معمولی اجسام در ناحیه ی فروسرخ تابش می کنند (مانند بدن انسان)

نکته۳- تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده ی آن است.

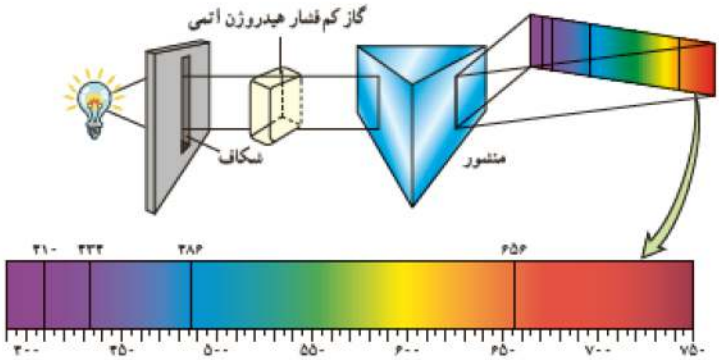
طیف گسیلی خطی(طیف خطی): گازهای کم فشار ور قیق که اتم های منفرد آن ها از برهم کنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته ، طیفی گسسته را گسیل می کنند که شامل طول موج های معینی است و به آن طیف خطی گفته می شود.(این طیف زمینه ی تاریک وخطوط رنگی دارد)

نحوه ی تولید طیف خطی هیدروژن: برای ایجاد این طیف از یک لامپ باریک و بلند شیشه ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده می شود. دو الکترود به نام های آند و کاتد در دوطرف این لامپ قرار دارد که به ترتیب به پایانه های مثبت و منفی ک منبع تغذیه با ولتاژ بالا وصل اند . این ولتاژ بالا ، سبب تخلیه ی الکتریکی در گاز می شود و اتم های درون گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می کنند . طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد. تصویر زیر مربوط به تولید طیف خطی اتم هیدروژن است:



طیف جذبی : اگر نور سفید از داخل گاز عنصری عبور کند و سپس طیف آن تشکیل شود ، درآن طیف خط های تاریکی تشکیل می شود زیرا برخی طول موج های نور سفید توسط گاز جذب شده و از طیف نور سفید حذف می گردند.به این طیف طیف جذبی گفته می شود(این طیف زمینه ی رنگی با خطوط تاریک دارد)

نحوه ی تولید طیف جذبی اتم هیدروژن: برای ایجاد این طیف باریکه ی نور سفید ابتدا از گاز کم فشار هیدروژن عبور می کند و سپس از منشور عبور داده می شود. اتم های هیدروژن در این فرایند برخی طول موج های نور سفید را جذب می کنند و به جای آن ها روی پرده خطوط تاریک مشاهده می شود:



نکته۱- طیف خطی برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخ های مهمی را درباره ی نوع و ساختار اتم های آن گاز می دهند.

نکته۲- طول موج های مرئی خاصی که اتم های نئون و جیوه گسیل می کنندبه تابلوهای نئونی و لامپ های جیوه ای رنگ های مشخصی می دهند.

دو ویژگی مهم طیف های گسیلی و جذبی:

۱- هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذب اتم های گازی هر عنصر ، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است.(یعنی طیف گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری همانند یکدیگر نیست و از این ویژگی برای شناسایی عناصر استفاده می شود)

۲- اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور سفید جذب می کنند که اگر دمای آن ها به اندازه ی کافی بالا رود یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آن ها را تابش می کنند.

خطوط فرانهوفر: طیف خورشید یک طیف جذبی خطی گسسته است که خط های نازک تاریکی در آن به علت جذب برخی طول موج ها توسط گازهای جو خورشید و گازهای جو زمین دیده می شود که به این خطوط تاریک خطوط فرانهوفر گفته می شود.

معادله ی ریدبرگ –بالمر: یک رابطه ی ریاضی به صورت زیر است که برای محاسبه ی طول موج های طیف خطی هیدروژن از آن استفاده می شود:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

R: ثابت ریدبرگ(nm^{-1})

مقادیر n و n' با توجه به جدول رشته ی خط های طیفی گسیل هیدروژن از جدول زیر تعیین می شود:

نام رشته	مقدار n'	مقدار n	ناحیه ی طیف
لیمان	۱	۲،۳،٤، . . .	فرابنفش
بالمر	۲	۳،٤،٥، . . .	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	٤،٥،٦، . . .	فروسرخ
براکت	٤	٥،٦،٧، . . .	فروسرخ
پفوند	٥	٦،٧،٨، . . .	فروسرخ

به طور مثال سومین خط رشته ی بالمر دارای $n'=۲$ و $n=۵$ است.

نکته۱– هر چه اختلاف n و n' بیش تر باشد، انرژی خط طیفی و بسامد آن بیش تر و طول موج آن کوتاه تر است.

نکته۲– با توجه به نکته قبل در یک رشته معین با n' مشخص، برای بلندترین طول موج کم ترین مقدار n و برای کوتاه ترین طول موج بیش ترین مقدار n(یعنی ∞) قرار می دهیم. به طور مثال:

کوتاه ترین طول موج رشته بالمر: $n'=۲$ ، $n=\infty$

بلندترین طول موج رشته بالمر: $n'=۲$ ، $n=۳$

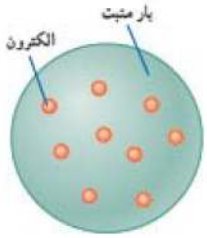
نکته۳– برای امواج الکترومغناطیس تابش شده توسط اتم هیدروژن، طول موج های ٤٠٠ تا ٧٠٠ نانومتر مرئی ، کم تر از ٤٠٠ نانو متر فرابنفش و بالاتر از ٧٠٠ نانومتر فروسرخ است.

نکته٤– برای اتم هیدروژن منظور از حالت پایه وضعیتی است که الکترون در لایه ی n=۱ قرار دارد و منظور از حالت برانگیخته وضعیتی است که الکترون در تراز بالاتر قرار گرفته باشد.

نکته۵–هنگامی که اتمی یونش انجام می دهد فرض می شود الکترون به لایه ی $n=\infty$ می رسد.

گستره ی طول موج های یک رشته: اختلاف کوتاه ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را ، گستره ی طول موج های آن رشته می نامند.

مدل اتمی تامسون: بنابر مدل اتمی تامسون اتم همچون کره ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده اند . این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می گویند:



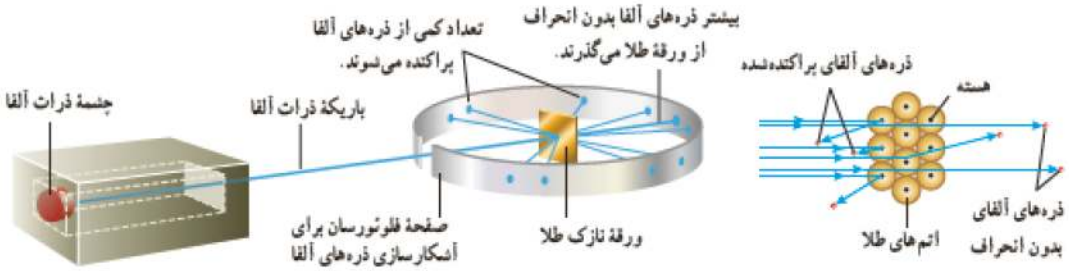
ناسازگاری مدل تامسون با نتایج تجربی : مدل تامسون قادر به پیش بینی بسامدهای تابش گسیل شده از اتم نبود.

آزمایش پراکندگی رادرفورد : این آزمایش باعث شد مدل اتمی تامسون کنار گذاشته شود. این آزمایش به صورت زیر انجام شد:

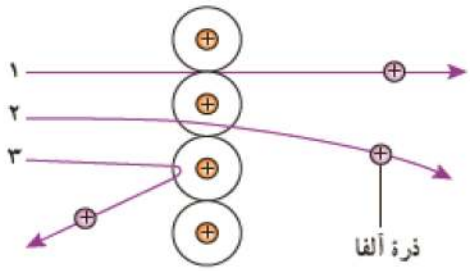
رادرفورد و همکارانش باریکه ای از ذره های دارای بارمثبت را (از جنس هسته ی هلیم که به آن ذرات آلفا گفته می شود) بر سطح ورقه ای نازک از جنس طلا تاباندند . رادرفورد بنابر مدل تامسون انتظار داشت که تمامی ذره های آلفا ، با انحراف بسیار اندکی از ورقه ی طلا عبور کنند . در عمل نیز بیش تر این ذره ها بدون انحراف یا انحراف اندکی از ورقه ی طلا می گذشتند و در برخورد با صفحه ی فلوئورسان ، در پشت آن ، جرقه های نورانی تولید می کردند. با وجود این ، برخی از ذره های آلفا در هنگام خروج از ورقه ی نازک طلا ، در زاویه های بزرگ منحرف و پراکنده می شدند و حتی تعدادی به عقب برمی گشتند! رادرفورد پس از انجام این آزمایش و بر اساس مدل تامسون و شناختی که از باریکه ی ذرات آلفا داشت، گفت: «مثل آن بود که گلوله ی توپی را به ورقه ی نازکی از کاغذ شلیک کنید و با شگفتی مشاهده کنید که پس از برخورد گلوله ی توپ با سطح کاغذ ، گلوله بازگردد.»

این ذره ها باید چیز پر جرمی برخورد کرده باشد.

رادرفورد استدلال کرد که ذره های بدون انحراف باید از قسمت هایی از ورقه گذشته باشند که تهی بوده باشد ، در حالی که ذره های با انحراف شدید از مرکزهایی بسیار چگال و دارای بار مثبت منحرف شده اند. وی سرانجام نتیجه گرفت باید هسته ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هر اتم باشد که با مدل اتمی تامسون به طور آشکار مغایرت داشت:



خلاصه مشاهدات و نتایج آزمایش پراکندگی رادفورد:



پرتوهای ۱و ۲ انحرافی ندارند و یا انحراف اندک نشان می دهند این موضوع نشان می دهد بیش تر فضای اتم خالی است.

پرتوهای ۳ انحراف بسیار زیادی داشته است که نشان می دهد که یک هسته ی کوچک و متراکم و پرجرم در مرکز اتم وجود دارد.

مدل اتمی هسته ای رادرفورد: مطابق این مدل اتم دارای یک هسته ی بسیار چگال و کوچک و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور احاطه شده است.

ناسازگاری های مدل اتمی رادرفورد با نتایج تجربی:

۱-عدم توجیه پایداری اتم: اگر الکترون ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون ، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه اتم ناپایدار باشد، و این با واقعیت سازگار نیست. همچنین اگر الکترون به دور هسته گردش داشته باشد باز هم این حرکت پایدار نمی ماند، زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته ، شتابدار است . بنابر فیزیک کلاسیک ، این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می شود (زیرا در اینجا الکترون یک ذره ی باردار شتابدار است) که بسامد آن با بسامد حرکت مداری (دایره ای) الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون ، از انرژی آن کاسته می شود این کاهش انرژی باعث می شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچک تر شده و در نهایت روی هسته فرو افتد. و بسامد حرکت آن به تدریج بیش تر شود.

۲-عدم توجیه طیف گسسته ی اتمی: با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون ، از انرژی آن کاسته می شود و این کاهش انرژی باعث می شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچک تر شده و بسامد تابش ها بیش ترگردد. این افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترون ها به این معنی است که طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده باید پیوسته باشد و این مطلب نیز با واقعیت سازگار نیست:

مدل اتمی بور: بور توانست مسأله ی ناپایداری اتم در مدل رادرفورد را حل کند و توجیهی برای طیف خطی اتم هیدروژن در معادله ی ریدبرگ مطرح نمود. پیشنهاد بور این بود که« در مقیاس اتمی ، قوانین مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس باید توسط قوانین دیگری جایگزین یا تکمیل شود»مهمترین اصول بور برای اتم هیدروژن به شرح زیر است:

۱- مدارها و انرژی های الکترون در هر اتم کوانتیده اند: یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته ی معینی مجاز هستند. (یعنی الکترون در مدارهایی با شعاع های معین و ثابت در گردش است) شعاع و انرژی مدارهای هیدروژن به صورت زیر به دست می آید:

$r_n=a_0n^2$

$E_n=\frac{-E_R}{n^2}$

a_o: شعاع کوچک ترین مدار در اتم هیدروژن($۵/۲۹\times۱۰^{-۱۱}m$)

E_R: انرژی الکترون در اولین مدار($۱۳/۶ev$)

n: شماره ی مدار(۱، ۲ ، ۳ و . . . .)

r_n: شعاع مدار n ام

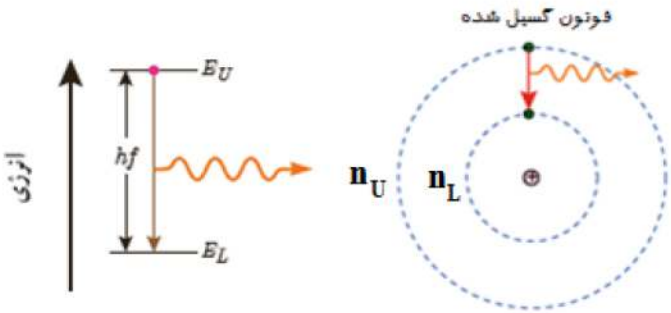
E_n: انرژی مدار n ام(ev)

نکته- a_o شعاع بور اتم هیدروژن، E_R یک ریدبرگ و n عدد کوانتومی نیز نامیده می شود.

۲- حالت مانا: وقتی الکترون در یکی از مدارهای مجاز است ، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی کند . از این رو گفته می شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.(این مطلب برخلاف قوانین فیزیک کلاسیک است)

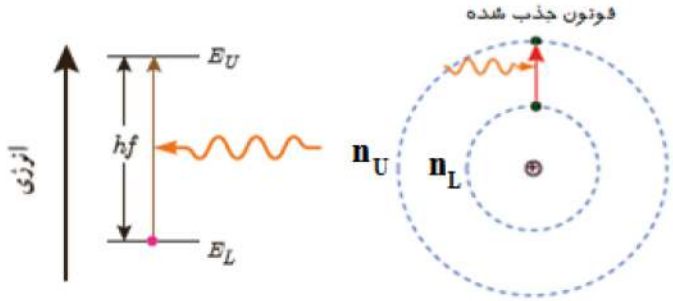
۳-توجیه تابش گسسته ی اتم: الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیش تر(E_U) به یک حالت مانا با انرژی کم تر (E_L) ، یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی است. یعنی:

$E_U-E_L=hf$

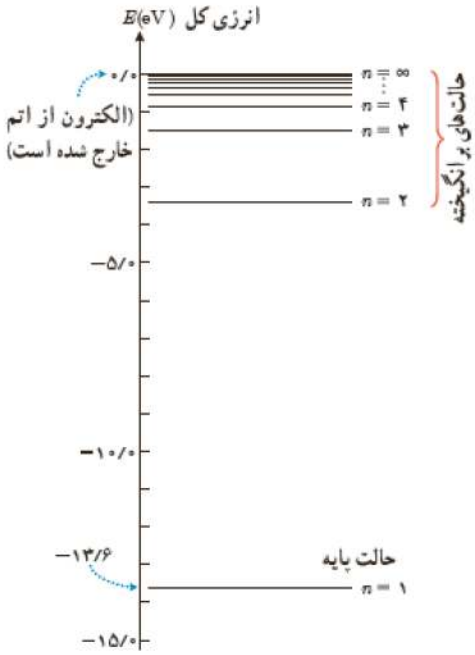


توجیه جذب به وسیله ی الگوی اتمی بور: . هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی کم تر(E_L) به یک حالت مانا با انرژی بیش تر (E_U) ، یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی است. یعنی:

$$E_U - E_L = hf$$



نمودار ترازهای انرژی الکترون برای اتم هیدروژن:



۱- هرچه از هسته دورتر می شویم انرژی الکترون بیش تر می شود.

۲- بالاترین تراز انرژی به $n=\infty$ مربوط است و در این لایه ،انرژی الکترون ۰ev است.بنابراین انرژی لایه های پایین تر منفی است.

۳- پایین ترین تراز انرژی حالت پایه نامیده می شود و انرژی الکترون در ترازهای بالا تر حالت برانگیخته نامیده می شود.

٤- هرچه از هسته دورتر می شویم فاصله ی بین لایه های الکترونی کم تر می شود.

۵- برای بالا بردن الکترون از حالت پایه($n=۱$) به بالاترین حالت برانگیخته ی ممکن ($n=\infty$) مقدار ۱۳/۶ ev انرژی باید صرف شود. صرف این مقدار انرژی ، الکترون را از اتم خارج می کند . این کم ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه ،**انرژی یونش الکترون** نامیده می شود.

نکته– با تلفیق رابطه ی ریدبرگ و رابطه ی بور می توان ثابت کرد: $R = \frac{E_R}{hc}$

اتم هیدروژن گونه: به اتم هایی گفته می شود که تنها یک الکترون دارند و مدل بور می تواند انرژی یونش و طول موج های طیف خطی آن ها را با موفقیت پیش بینی کند.(به طور مثال لیتیم سه الکترون دارد و $Li^{۲+}$ دارای یک الکترون است و اتم هیدروژن گونه محسوب می شود)

نارسایی های مدل اتمی بور:

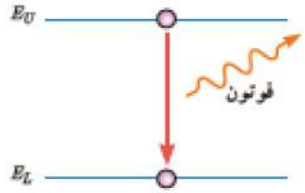
۱- این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد به کار نمی رود ، زیرا در مدل بور ، نیروی الکتریکی که یک الکترون به الکترون دیگر وارد می کند در محاسبات در نظر گرفته نشده است.

۲- این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیفی گسیلی را توضیح دهد.(برای مثال مدل بور نمی تواند توضیح دهد چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.)

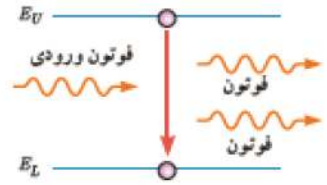
پدیده ی فلوئورسانی: وقتی نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود ، تابش مرئی از خود گسیل می کنند. طول موج های گسیل یافته معمولاً برابر همان طول موج نور فرودی یا بزرگ تر از آن است ، زیرا الکترون ها با جذب انرژی تابش فرابنفش به لایه های بالاتر می رسند و در بازگشت ممکن است برخی الکترون ها به صورت پلکانی سقوط کنند (یعنی به طور مستقیم به حالت پایه برگشت نمی کنند) و از آنجا که انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو لایه ای است که در آن گذار الکترون رخ داده ، فوتون های با انرژی پایین تر و طول موج بلندتر گسیل می شود.

انواع روش های گسیل فوتون:

۱- گسیل خودبه خود: وقتی الکترونی در تراز برانگیخته قرار داشته باشد با گسیل فوتون کاتوره ای به تراز پایین تر جهش می کند که به آن گسیل خودبه خود گفته می شود:



۲- گسیل القایی: در این نوع گسیل ، یک فوتون ورودی ، الکترون برانگیخته را تحریک(یا القا) می کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین تر برود و فوتونی هم سو با فوتون ورودی گسیل می کند:



نکته- در گسیل خودبه خود، گسیل القایی وجذب ، انرژی فوتون هایی که مبادله می شود همواره برابر اختلاف انرژی دو ترازی است که در آن گذار الکترون اتفاق می افتد.

ویژگی های گسیل القایی:

۱- از آنجا که یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود، تعداد فوتون ها را افزایش می دهد و نور را تقویت می کند.

۲- فوتون گسیل شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می کند.

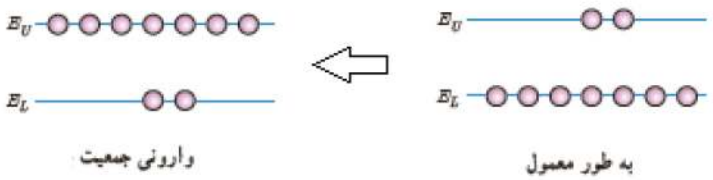
۳- فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا هم فاز است.

لیزر(Laser): لیزر برگرفته از سرواژه های عبارت زیر است:

Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation

لیزر، تقویت نور به وسیله ی گسیل القایی تابش است. به عبارت دیگر اگر گسیل القایی را در مجموعه ی زیادی از اتم های برانگیخته انجام دهیم تعداد زیادی فوتون همسو ، هم بسامد و هم انرژی ایجاد می شود که باریکه ای از نور تقویت شده است.

وارونی جمعیت: در گسیل القایی یک چشمه ی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند . این انرژی به روش های متعددی از جمله درخش های شدید نور معمولی یا تخلیه های ولتاژ بالا فراهم می شود. اگر انرژی کافی به اتم ها داده شود ، الکترون های بیش تری به تراز بالاتر برانگیخته خواهند شد. چنین شرطی وارونی جمعیت نامیده می شود:



ترازهای شبه پایدار: در وارونی جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری باید تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بیش تر باشد. در این ترازها الکترون ها در مدت زمان بسیار طولانی تری ($۱۰^{-۳}s$) نسبت به حالت برانگیخته ی معمولی ($۱۰^{-۸}s$) باقی می مانند. این زمان طولانی تر ، فرصت بیش تری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می کند.

تفاوت های لیزر با نور معمولی:

۱- بسامدو انرژی فوتون های لیزر کاملاً خالص است. یعنی در باریکه ی لیزر فقط یک نوع فوتون مشاهده می شود اما در نور معمولی اغلب طیف وسیعی از بسامدها وجود دارد.

۲- لیزر به خط راست منتشر می شود اما نور معمولی واگرایی دارد.

فصل ششم

آشنایی با فیزیک هسته ای

فیزیک هسته ای: شاخه ای از فیزیک است که در آن با ساختار، بر هم کنش ها و واپاشی هسته های اتمی سرو کار داریم.

نوکلئون: به ذرات تشکیل دهنده ی هسته که شامل پروتون ها و نوترون ها می باشند نوکلئون گفته می شود.

عدد اتمی (Z): تعدا پروتون های هسته را عدد اتمی می نامند.

عدد نوترونی(N): تعداد نوترون های هسته را عدد نوترونی آن می گویند.

عدد جرمی(A): مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های را عدد جرمی نامیده می شود.

$A=Z+N$

نکته– در یک عنصر خنثی تعداد پروتون ها و الکترون ها برابر است.

نماد شیمیایی عنصرها: برای یک عنصر با نماد شیمیایی X ، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می شود:

ایزوتوپ ها(هم مکان): شکل های مختلف یک عنصر که عدد اتمی یکسان وعدد جرمی متفاوت دارند.(ایزوتوپ ها تعداد پروتون های برابر و تعداد نوترون های متفاوت دارند.)

ایزوتوپ های هیدروژن: هیدروژن دارای سه ایزوتوپ طبیعی است: ${}_1^1H$ یا هیدروژن ، ${}_1^2D$ یا دوتریوم و ${}_1^3T$.

نکته– ابعاد هسته در مقایسه با ابعاد اتم بسیار کوچک تر است . با این وجود ، ۹۹/۹ درصد جرم اتم در هسته متمرکز شده است(چگالی هسته 10^{14}g/cm^3 است!)

نیروی هسته ای: نیروی جاذبه بین نوکلئون های هسته که باعث می شود نوکلئون ها به صورت پایدار در کنار هم باقی بمانند نیروی هسته ای نامیده می شود.

چند نکته در رابطه با نیروی هسته ای:

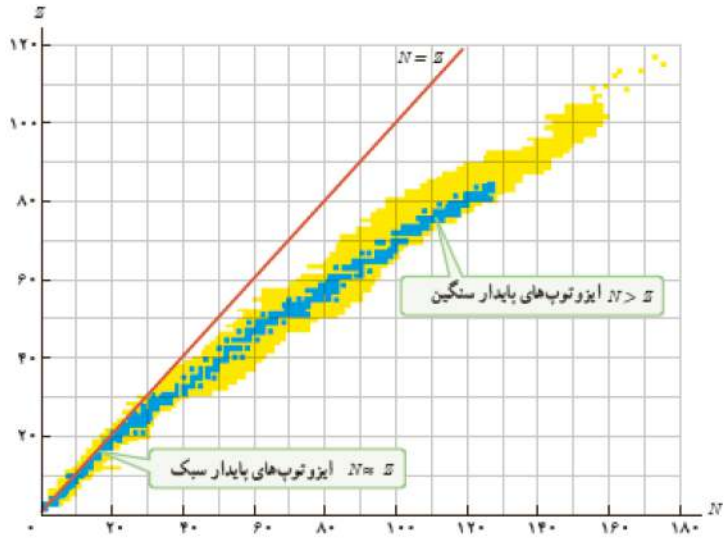
۱- نیروی هسته ای بسیار قوی تر از نیروی رانش الکتریکی بین دو پروتون است.

۲- نیروی هسته ای با نیروی گرانشی بسیار تفاوت دارد زیرا جاذبه نیروی گرانشی بین نوکلئون ها چنان ضعیف است که نمی تواند بر نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی دو پروتون غلبه کند.

۳- نیروی هسته ای کوتاه برد است و تنها در فاصله ای کوچک تر از ابعاد هسته اثر می کند .

٤- نیروی هسته ای مستقل از بار الکتریکی است ، یعنی نیروی ربایشی هسته ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون، یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.(به همین دلیل از منظر نیروی هسته ای ، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نامگذاری آن ها با نام عام نوکلئون نیز همین است)

شرط پایداری هسته: برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی بین پروتون ها با نیروی جاذبه ی بین نوکلئون ها ، که ناشی از نیروی هسته ای است برابر باشد . ولی به دلیل بلند برد بودن نیروی الکتروستاتیکی ، یک پروتون تمام پروتون های دیگر درون هسته را دفع می کند ، در حالی که یک پروتون یا یک نوترون فقط نزدیک ترین نوکلئون های مجاور خود را با نیروی هسته ای جذب می کند . به همین دلیل وقتی تعداد پروتون های درون هسته افزایش یابد ، اگر هسته بخواهد پایدار بماند ، باید تعداد نوترون های درون هسته نیز افزایش یابد. شکل زیر نموداری از Z بر حسب N را برای عنصرهای مختلف نشان می دهد:

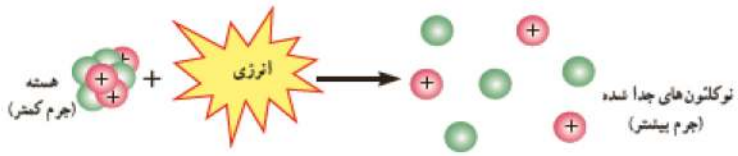


هسته ی پایدار با بیش ترین تعداد پروتون ($Z=۸۳$) ، متعلق به بیسوت است. به جز توریم و اورانیوم که در طبیعت یافت می شوند سایر هسته های سنگین با عدد اتمی بزرگتر از ۸۳ ناپایدارند. این دو عنصر تنها عنصرهایی اند که واپاشی آن چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومه ی شمسی ، فقط مقدار کمی از آن ها بر اثر واپاشی به عنصرهای سبک تر تبدیل شده اند.

نکته- برای هسته های پایدار نسبت نوترون به پروتون($\frac{N}{Z}$) برابر ۱/۵ یا بیش تر است.

انرژی بستگی هسته ای: انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های هسته انرژی بستگی هسته ای نامیده می شود.

کاستی جرم هسته: جرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده کم تر است . این اختلاف جرم کاستی جرم هسته نامیده می شود.



محاسبه ی انرژی بستگی هسته ای: برای به دست آوردن این انرژی باید از رابطه معروف اینیشتین در نظریه نسبیت استفاده نمود:(البته این محاسبه خارج از برنامه ی کتاب درسی است)

$$E=mc^2$$

ترازهای انرژی هسته: انرژی نوکلئون های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون های وابسته به اتم کوانتیده اند و نوکلئون ها درون هسته نمی توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند . همچنین همان طور که الکترون های اتم می توانند با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته بروند ، نوکلئون ها نیز می توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و درنتیجه هسته برانگیخته شود. هسته ی برانگیخته با گسیل فوتون به به تراز پایه برمی گردد . انرژی فوتون گسیل شده ، با اختلاف انرژی بین دو تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است.

(هسته های برانگیخته را با نماد X^* نمایش می دهند)

تفاوت ترازهای انرژی نوکلئون ها با ترازهای انرژی الکترون: اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه ی keV تا مرتبه ی MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون ها در اتم از مرتبه ی ev است. از این رو ، هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شود.

پرتوزایی طبیعی : وقتی یک هسته ی ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی (خودبه خود) واپاشی می کند ، نوع معینی از ذرات یا فوتون های پرانرژی آزاد می شوند . این فرایند واپاشی ، پرتوزایی طبیعی نامیده می شود.

انواع پرتوها در پرتوزایی طبیعی و قدرت نفوذ آن ها : در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می شود:

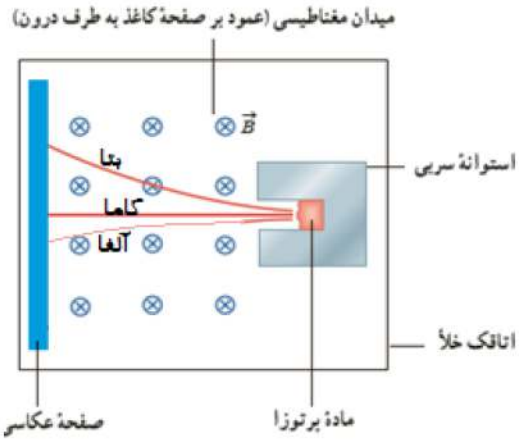
۱- پرتوهای آلفا(α): کم ترین نفوذ را دارند و با ورقه ی نازک سربی با ضخامت ناچیز متوقف می شوند.(حدود ۰/۰۱mm در سرب نفوذ دارند)

۲- پرتوهای بتا(β): این پرتوها مسافت خیلی بیش تری در سرب نفوذ می کنند(حدود ۰/۱mm)

۳- پرتوهای گاما(γ): این پرتوها بیش ترین نفوذ را در سرب دارند(حدود ۱۰۰mm)

نکته- تعداد نوکلئون ها در تمام فرایندهای واپاشی هسته ای پایسته است . یعنی تعداد نوکلئون ها ، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون ها پس از فرآیند مساوی است .

آزمایش مقایسه ی بار و جرم سه نوع ذره ی پرتوزا: برای انجام این آزمایش نمونه ی ماده ی پرتوزا داخل استوانه ای سربی قرار می گیرد و پرتوهای آن عمود بر یک میدان مغناطیسی عبور می کنند که با توجه به قاعده ی دست راست می توان نوع بارالکتریکی هر ذره را تعیین کرد:



۱- پرتوی گاما در میدان مغناطیسی انحراف ندارد که نشان می دهد بار الکتریکی ندارد.

۲- پرتوی بتا به گونه ای در میدان مغناطیسی انحراف پیدا کرده است که نشان می دهد دارای بار الکتریکی منفی است و چون بیش ترین انحراف را دارد نشان می دهد کم ترین جرم را در مقایسه با سایر ذرات واپاشی دارد.

۳- پرتوی آلفا به گونه ای در میدان مغناطیسی انحراف پیدا کرده است که نشان می دهد دارای بار الکتریکی مثبت است و چون کم ترین انحراف را دارد نشان می دهد بیش ترین جرم را در مقایسه با سایر ذرات واپاشی دارد.

واکنش هسته ای مربوط به واپاشی آلفا(α): این نوع پرتوها ذرات با بار مثبت از جنس هسته ی هلیم($_{۲}^{۴}He$) است یعنی از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است.معادله ی این واپاشی به این صورت زیر است:

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-۲}^{A-۴}Y + {}_{۲}^{۴}He \qquad (\text{واپاشی } \alpha)$$

در این رابطه X هسته ی مادر و Y هسته ی دختر نامیده می شود.

واکنش هسته ای مربوط به واپاشی بتا(β): این واپاشی به دوشکل صورت می گیرد:

۱- بتای منفی: این پرتوها از نوع الکترون هستند. الکترون واپاشی شده در هسته ی مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون های مداری اتم نیست . این الکترون وقتی به وجود می آید که نوترونی درون هسته ، به پروتون و الکترون تبدیل شود.معادله ی این واپاشی به صورت زیر است:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} \qquad (\text{واپاشی } \beta^{-}) $$

در این رابطه X هسته ی مادر و Y هسته ی دختر نامیده می شود.

۲- پوزیترون: این پرتوها جرم یکسان با الکترون دارند اما به جای بار $e-$ حامل بار $e+$ هستند. به این الکترون مثبت پوزیترون گفته می شود. در این فرایند یکی از پروتون های درون هسته به یک نوترون و پوزیترون تبدیل می شود سپس این پوزیترون از هسته گسیل می شود. معادله ی این واپاشی به صورت زیر است:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^{+} \qquad (\text{واپاشی } \beta^{+}) $$

در این رابطه X هسته ی مادر و Y هسته ی دختر نامیده می شود.

واکنش هسته ای مربوط به واپاشی گاما(γ): پرتوی گاما یک فوتون پر انرژی است .اغلب هسته ها پس از واپاشی آلفا یا بتا ، در حالت برانگیخته قرار می گیرند و با گسیل فوتون های پرانرژی گاما به حالت پایه می رسند. در این فرایند A و Z تغییر نمی کنند . معادله ی این واپاشی به صورت زیر است:

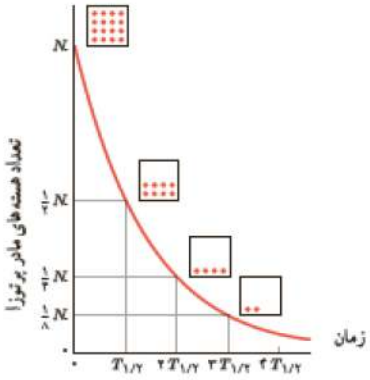
$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma \qquad (\text{واپاشی } \gamma) $$

در این رابطه X^{*} هسته ی مادر و X هسته ی دختر نامیده می شود.

نکته- ذره های آلفا سنگین اند و برد کوتاهی دارند. این ذرات پس از طی مسافت کوتاهی در هوا (۱ تا ۲ سانتی متر) و یا با عبور از لایه ای نازک از مواد جذب می شوند. اگر این ذره ها از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند ، باعث آسیب شدید به بافت های بدن می شوند.

واکنش های زنجیره ای : هرگاه یک هسته ی ناپایدار به طور همزمان تعدادی ذرات آلفا ، بتا و گاما گسیل کند برای حل مسائل باید مجموع اعداد اتمی و هممچنین مجموع اعداد جرمی دوطرف معادله را برابر قرار دهید.

نیمه عمر($T_{۱/۲}$): نیمه عمر مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه به نصف برسند.



محاسبات جرمی ماده ی پرتوزا با توجه به نیمه عمر آن:

$T_{۱/۲}$: نیمه عمر

t: کل زمان لازم برای واپاشی(مدت تجزیه)

n: تعداد نیمه عمرهای سپری شده

m_o: مقدار اولیه ی ماده ی پرتوزا

m: مقدار باقی مانده ی ماده ی پرتوزا(مقدار فعال)

m_o-m: مقدار واپاشی شده یا تجزیه شده(غیر فعال)

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$$

$$m = \frac{m_o}{۲^n}$$

$$m_o - m = m_o\ (۱ - \frac{۱}{۲^n})$$

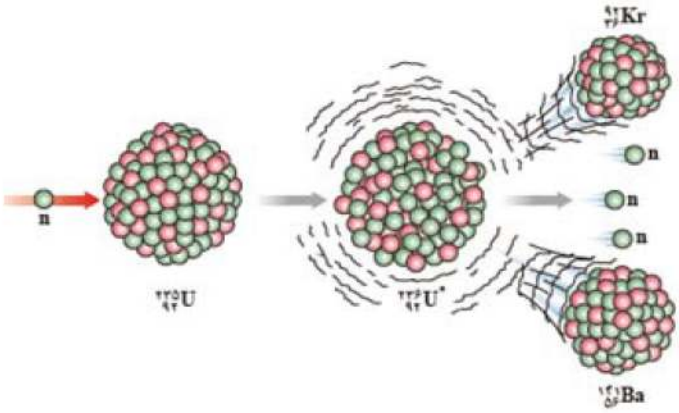
نکته– به جای جرم در کلیه ی روابط بالا می توان تعداد هسته های ماده پرتوزا(N) را قرار داد.

از اینجا تا پایان فصل ویژه ی دانش آموزان رشته ی ریاضی-فیزیک است.

شکافت هسته ای : فرایند تقسیم شدن یک هسته ی سنگین به دو هسته با جرم کم تر ، شکافت هسته ای نامیده می شود.

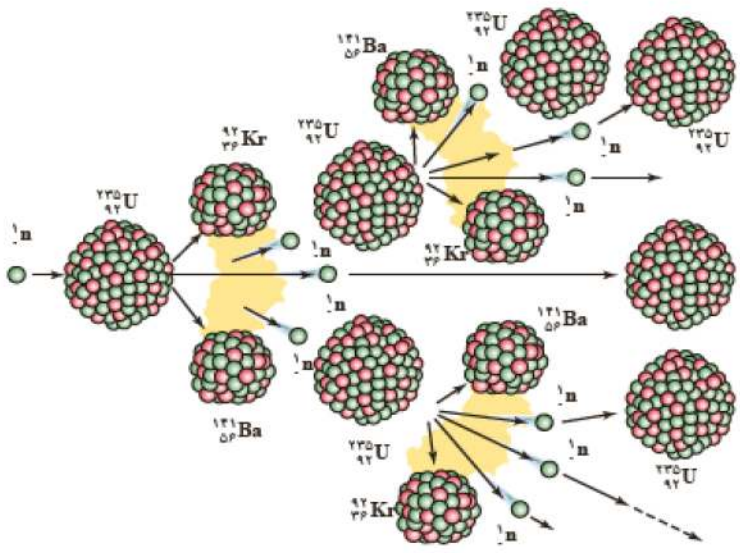
شکافت هسته ی اورانیوم: اورانیوم ۲۳۵ ($^{235}_{92}U$) پس از جذب نوترون به دو تکه تقسیم می شود و هر تکه ، جرم کم تری از هسته ی اولیه دارد. در فرایند شکافت اورانیوم ، ترکیب های متفاوتی از هسته های کوچک تر همراه با تعدادی نوترون(بین ۲تا ۵) به وجود می آید . به طور مثال یکی از واکنش های ممکن شکافت به صورت زیر انجام می شود:

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow \underbrace{{}^{236}_{92}U^{*}}_{\text{هستهٔ مرکّب (ناپایدار)}} \rightarrow \underbrace{{}^{141}_{56}Ba}_{\text{باریم}} + \underbrace{{}^{92}_{36}Kr}_{\text{کریپتون}} + \underbrace{3\,{}^{1}_{0}n}_{\text{سه نوترون}}$$



وقتی نوترونی با هسته ی اورانیوم ۲۳۵ برخورد کند و جذب شود ، هسته ی اورانیوم شروع به ارتعاش می کند و تغییر شکل می دهد . ارتعاش تا وقتی ادامه می یابد که تغییر شکل چنان جدی شود که نیروی جاذبه ی هسته ای دیگرنتواند با نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی بین پروتون های هسته متوازن شود. در این هنگام ، هسته به پاره هایی وا می پاشد که حامل انرژی (به طور عمده انرژی جنبشی) هستند.

واکنش زنجیره ای: فرایند شکافت اورانیوم ۲۳۵ با جذب یک نوترون کند آغاز می شود. اگر محصولات شکافت Ba و Kr باشند در این فرایند ۳ نوترون به وجود می آید. چون نوترون ها بار الکتریکی ندارند، هسته های دیگر آن ها را دفع نمی کنند. نوترون ها پس از کند شدن ، توسط هسته های دیگر جذب می شوند و باعث شکافت در ۳ هسته ی اورانیوم دیگر می شوند و ۹ نوترون آزاد می کنند . اگر هر یک از این نوترون ها نیز موفق به شکافت یک هسته ی اورانیوم شود، ۲۷ نوترون آزاد می شود به همین ترتیب تا آخر. این واکنش را واکنش زنجیری می نامند:



انرژی هسته ای : در واکنش شکافت هسته ای ، جرم محصولات شکافت، کم تر از جرم هسته ی مرکب است . این اختلاف جرم بنا به رابطه ی $E=mc^2$ سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می شود. انرژی ای که توسط محصولات شکافت حمل می شود عمدتاً به شکل انرژی جنبشی است.

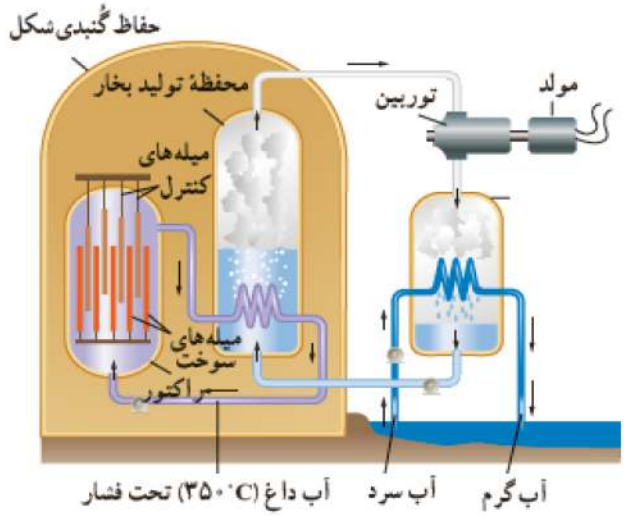
علت انجام نشدن واکنش زنجیره ای در معادن: در سنگ معدن اورانیوم ، دو ایزوتوپ ۲۳۵ و ۲۳۸ وجود دارد، به طوری که فراوانی ایزوتوپ ۲۳۵ که توانایی انجام شکافت را دارد حدود ۰/۷۲ درصد است (یعنی از هر ۱٤۰ اتم اورانیوم در سنگ معدن تنها یکی از آن ها ایزوتوپ ۲۳۵ است) احتمال اینکه اورانیوم ۲۳۵ نوترونی را گیر بیندازد و شکافته شود بسیار کم است و درنتیجه واکنش شکافت را ناممکن می سازد.

غنی سازی اورانیوم: به فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه ، غنی سازی گفته می شود. (بیش تر رآکتورهای تجاری تولید برق تا ۳ درصد غنی سازی انجام می دهند)

کندساز نوترون در واکنش شکافت: نوترون های آزاد شده در فرایند شکافت اورانیوم ۲۳۵ ($^{۲۳۵}_{۹۲}U$)، انرژی جنبشی زیادی دارند (حدود 2Mev) و به نوترون های تند معروف اند. این نوترون ها با احتمال بسیار بیش تری جذب ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۸ ($^{۲۳۵}_{۹۲}U$) می شوند. تجربه نشان می دهد اگر بتوان نوترون های تند را به نحوی کند ساخت که انرژی جنبشی آن ها به حدود ۰/۰٤ev برسد ، احتمال جذب آن ها توسط ایزوتوپ های اورانیوم ۲۳۵ افزایش می یابد . این افزایش احتمال می تواند برای ایجاد واکنش زنجیره ای شکافت کافی باشد. آب معمولی ($H_۲O$) و آب سنگین ($D_۲O$) و گرافیت (اتم های کربن) از جمله موادی هستند که به عنوان کند ساز نوترون ها در واکنش شکافت هسته ای استفاده می شوند.

رآکتور هسته ای: رآکتور جایی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به طور کنترل شده رخ می دهد. رآکتور ها بیش تر به منظور تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه های هسته ای به کار می روند.

ساختمان و نحوه ی کار رآکتور هسته ای: رآکتور هسته ای افزون بر سوخت هسته ای و ماده ی کند ساز ، دارای میله های کنترل و شاره ای (معمولاً) آب هستند که گرما را به خارج رآکتور انتقال می دهد:

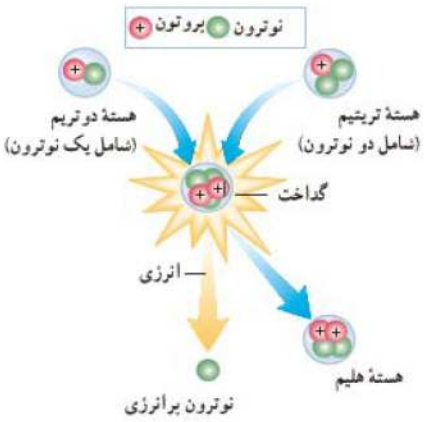


سوخت هسته ای (معمولاً با حدود ۳ درصد ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵) به صورت میله هایی با قطر حدود ۱cm است و هزاران عدد از این میله ها در قلب رآکتور قرار دارد. با وارد کردن میله های کنترل به داخل رآکتور ،**آهنگ شکافت** ، یعنی تعداد نوترون های موجود برای به وجود آوردن شکافت تنظیم می شود. میله های کنترل معمولاً از مواد جذب کننده ی نوترون مانند کادمیم یا بور ، ساخته می شوند. در نوعی از رآکتورها که به رآکتورهای آب تحت فشار (PWR) معروف اند ، آبی که سوخت هسته ای را احاطه کرده است ، تحت فشار زیاد قرار دارد تا بدون آنکه بجوشد به دماهای بالا برسد . این آب داغ ، به سامانه ی بسته ی دیگری که محتوی آب کم فشار است، پمپ می شود تا این آب را گرم کند. گرمای انتقال یافته به سامانه ی دوم، سبب تولید بخار می شود که توربین ومولد الکتریسیته را به کار می اندازد.

گداخت (همجوشی) هسته ای: یک واکنش هسته ای است که منشأ تولید انرژی در ستارگان و ازجمله خورشید است. در این فرایند دو هسته ی سبک با یکدیگر ترکیب می شوند و هسته ی سنگین تری به وجود می آورند.

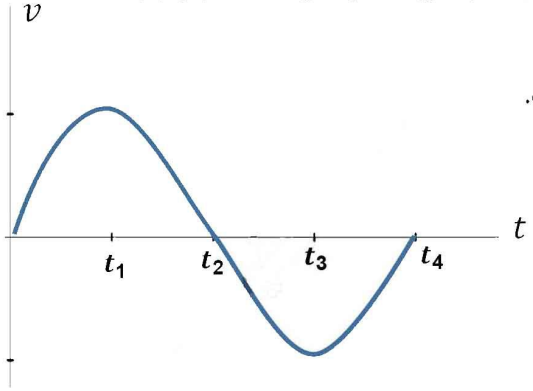
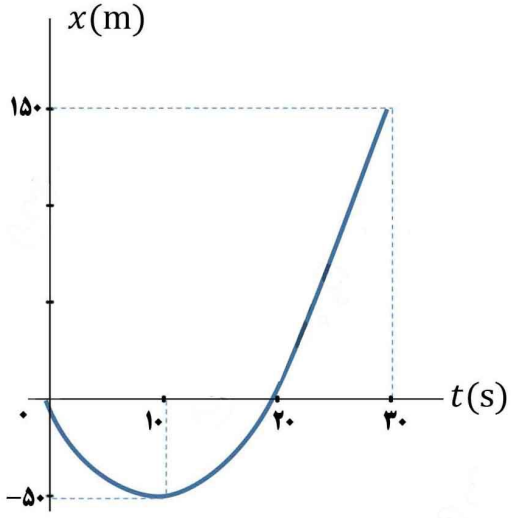
مثالی از واکنش همجوشی هسته ای: واکنش گداخت زیر را در نظر بگیرید:

$$D+T \longrightarrow {}^{4}He+{}^{1}n$$

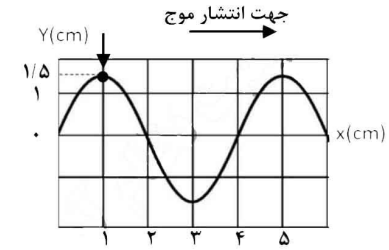
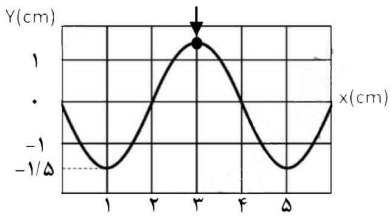
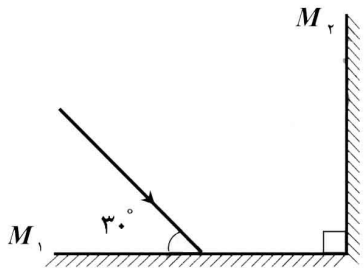
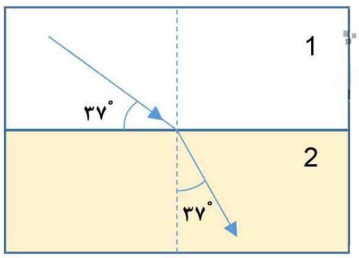


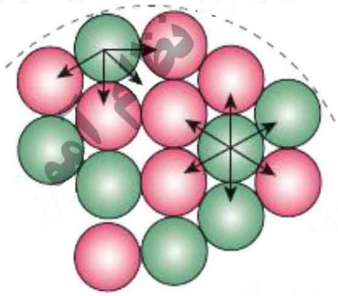
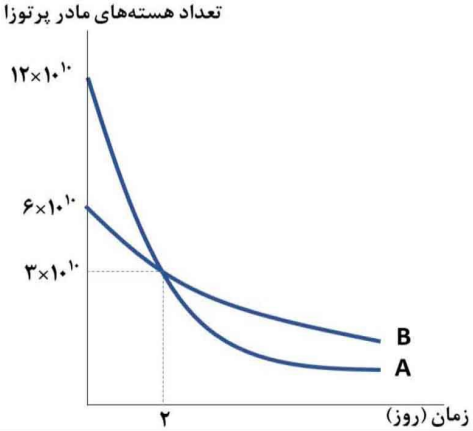
در این واکنش با همجوشی هسته ای دو ایزوتوپ هیدروژن یعنی دوتریم و تریتیم، هسته ی هلیم و یک نوترون پرانرژی تولید می شود. در واکنش گداخت ، مجموع جرم محصولات فرایند ، کم تر از مجموع جرم هسته های اولیه است. در اینجا نیز این اختلاف جرم با توجه به رابطه ی $E=mc^2$ سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می شود.

مشکل ساخت رآکتور گداخت: برای انجام واکنش گداخت باید دو هسته ی کم جرم به حد کافی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه برد هسته ای بتواند آن ها را کنار هم نگه دارد . ولی هر هسته، بار مثبت دارد وهسته ی دیگر را دفع می کند ، برای آنکه هسته ها با وجود این نیروی رانشی بسیار قوی ، بتوانند به هم گداخته شوند ، باید دما بسیار بالا باشد تا هسته ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. به همین دلیل ، برای انجام این واکنش باید مقدار زیادی انرژی صرف کرد.(چنین دمایی در ستارگان وخورشید وجود دارد)

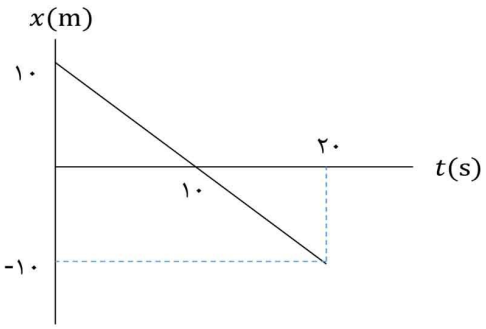
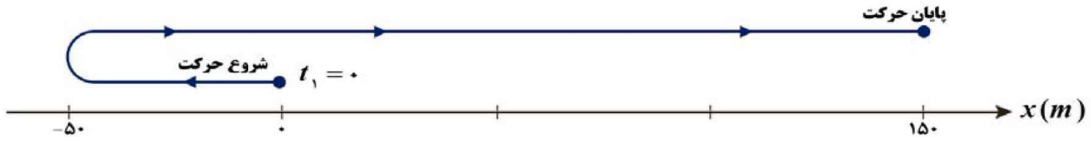
ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	بارم
۱	نمودار سرعت – زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با کلمات «درست» یا «نادرست» در پاسخ‌نامه مشخص کنید.  الف) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 بردار شتاب در جهت محور x است. ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است. پ) در لحظهٔ t_2 شتاب صفر است.	۰/۷۵
۲	سرعت متحرکی در لحظهٔ $t = ۰\ \text{s}$ به صورت $\vec{v}_۰ = (۱۰\ \text{m/s})\vec{i}$ و شتاب ثابت آن $\vec{a} = (-۱\ \text{m/s}^۲)\vec{i}$ است. در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰ s، تندی حرکت آن چگونه تغییر می‌کند.	۱
۳	نمودار مکان – زمان متحرکی که در امتداد محور x با شتاب ثابت در حرکت می‌باشد، به صورت سهمی شکل زیر است.  الف) معادلهٔ مکان – زمان این متحرک را بنویسید. ب) مسیر حرکت متحرک در امتداد محور x را رسم کنید.	۱/۵ ۰/۲۵
۴	چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم چتر خود را باز می‌کند و در ارتفاع ۶۰۰ متری سطح زمین به تندی حدی خود که ۵ m/s است می‌رسد. چند ثانیه طول می‌کشد تا چتر باز به سطح زمین برسد؟	۰/۵

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	بارم
۵	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) در شکل مقابل، جسم بر روی سطح افقی ساکن است. نیروی اصطکاک جسم با سطح چند نیوتون است؟(با ذکر دلیل) ۲ kg $\mu_s = ۰/۶$ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) شخصی به جرم ۶۰ kg روی یک ترازوی فنری، داخل آسانسور ایستاده است. اگر ترازو عدد ۵۰۰ N را نشان دهد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟ ۱) حرکت آسانسور کندشونده رو به پایین است. ۲)حرکت آسانسور تندشونده رو به بالا است. ۳) حرکت آسانسور می‌تواند تندشونده رو به پایین یا کندشونده رو به بالا باشد.	۰/۵ ۰/۲۵
۶	اگر مطابق شکل مکعب چوبی را با تندی ۲۰ m/s افقی پرتاب کنیم، پس از طی مسافت ۴۰ m متوقف می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی سطح با جسم چقدر است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ $v_۰ = ۲۰\ m/s$	۱/۵
۷	مطابق شکل فنر سبکی از سقف آویزان است. اگر فنر را بکشیم تا طول آن ۱۲ cm شود، نیروی کشسانی فنر ۲ N است و اگر فنر را فشرده کنیم تا طول آن ۷ cm شود نیروی کشسانی فنر ۳ N می‌شود. طول عادی فنر چند سانتی‌متر است؟	۱
۸	اگر به اندازهٔ شعاع کرهٔ زمین از سطح زمین دور شویم، شتاب گرانشی چند متر بر مربع ثانیه می‌شود؟ (شتاب گرانشی در سطح زمین را $۱۰\ m/s^۲$ فرض کنید.)	۱
۹	الف) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم – فنر با جذر ..... به طور مستقیم متناسب است. ب) اگر ناظر به طرف چشمه صوت حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، بسامد صوتی که می‌شنود ..... می‌یابد. پ) موج صوتی در ..... منتشر نمی‌شود. ت) ارتفاع صوت ..... است که گوش انسان درک می‌کند.	۱
۱۰	با طراحی آزمایشی، چگونگی اندازه‌گیری شتاب گرانشی زمین را به کمک یک آونگ ساده شرح دهید.	۱
۱۱	به پرسش‌های زیر پاسخ بدهید. الف) چرا رنگ‌های نور سفید پس از عبور از منشور از هم جدا می‌شوند؟ ب) یک کاربرد از مکان‌یابی پژواکی را بنویسید.	۰/۵ ۰/۲۵

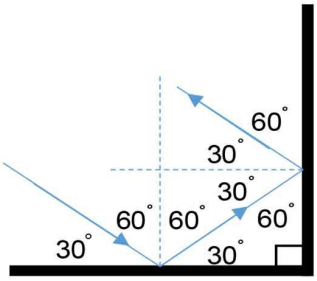
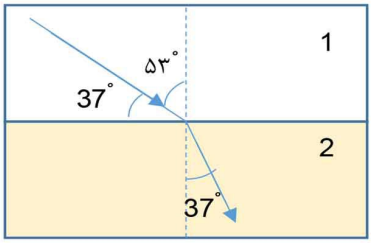
ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	بارم
۱۲	معادلهٔ مکان – زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = ۰/۲ \cos ۲۰\pi t$ است. الف) در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۶۰}\,s$ اندازهٔ شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟ ب) اگر جرم نوسانگر ۲۰ g باشد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟ $\left(\pi^۲ = ۱۰ \quad و \quad \cos\frac{\pi}{۳} = \frac{۱}{۲}\right)$	۰/۷۵ ۰/۷۵
۱۳	شکل الف مربوط به نقش یک موج مکانیکی در یک محیط در لحظهٔ $t_۱ = ۰\ s$ است و در لحظهٔ $t_۲ = ۰/۱\ s$ برای اولین بار شکل موج به صورت شکل ب می‌شود. بیشینهٔ تندی هر ذره از محیط انتشار موج در SI چقدر است؟ $(\pi = ۳)$ الف  ب 	۱/۲۵
۱۴	الف) در شکل زیر مسیر پرتو نور را رسم کنید و زاویه بازتابش از آینهٔ $M_۲$ را حساب کنید.  ب) درشکل زیر نور از هوا وارد محیط شفاف ۲ شده است. اگر تندی نور در هوا $۳ \times ۱۰^۸\ m/s$ باشد،تندی نور در محیط ۲ چه‌قدر است؟ $\left(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸ \quad و \quad \sin ۳۷^\circ = ۰/۶\right)$ 	۰/۵ ۰/۷۵

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	بارم
۱۵	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.	
	الف) در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز معین، تغییر هر یک ازموارد زیر باعث چه تغییری در نتیجهٔ آزمایش می‌شود.	۰/۵
	۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر ازبسامد آستانه.	
	۲) افزایش شدت نور فرودی در یک بسامد معین، بزرگ‌تر ازبسامد آستانه.	
	ب) دو ویژگی ازویژگی‌های گسیل القایی را بنویسید.	۰/۵
	پ) تصویر مقابل نوکلئون‌های یک هسته را نشان می‌دهد. کدام یک از موارد زیر را می‌توانیم از مشاهدهٔ این تصویر نتیجه‌گیری کنیم؟	۰/۲۵
		
	۱) نیروی هسته‌ای قوی‌تر از نیروی گرانشی است.	
	۲) نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است.	
	ت) معادلهٔ واپاشی‌های زیر را کامل کنید.	
	۱) $^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + \cdots$	۰/۵
	۲) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots$	
۱۶	الکترونی در دومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون در این حالت چند الکترون ولت است؟ $(E_R = 13/6\ eV)$	۰/۵
۱۷	کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ هیدروژن اتمی را حساب کنید و بنویسید این طول موج در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد. $(R = ۰/۰۱\ nm^{-1})$	۱
۱۸	از یک لامپ که نوری با طول موج ۶۶۰ nm گسیل می‌کند، در هر دقیقه ۲×۱۰^{۲۱} فوتون گسیل می‌شود. توان تابشی مفید لامپ چند وات است؟ $(h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\ J.s$ و $c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ m/s)$	۰/۷۵
۱۹	نمودار تعداد هسته‌های مادر دو مادهٔ پرتوزا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. با توجه به شکل نیمه‌عمر مادهٔ A چند برابر نیمه‌عمر مادهٔ B است؟	۱
		
	موفق و شاد و سربلند باشید	جمع بارم ۲۰

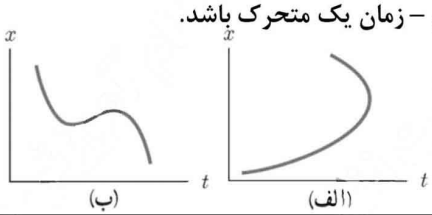
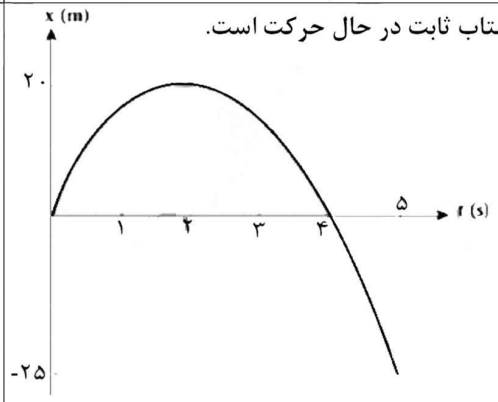
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

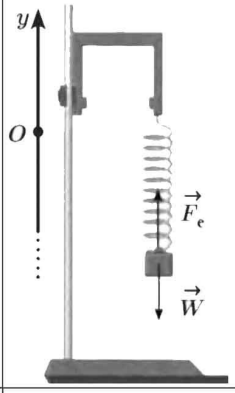
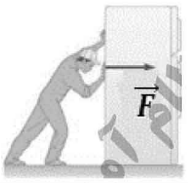
ردیف	پاسخ‌ها	بارم
۱	الف) نادرست ب) درست پ) نادرست (هر مورد صحیح ۰/۲۵) ص ۲۴	۰/۷۵
۲	$v = -t + ۱۰$ (۰/۲۵) $v = at + v_۰$ (۰/۲۵)  (رسم شکل ۰/۲۵) ابتدا تندی متحرک کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد. (۰/۲۵) ص ۲۱	۱
۳	الف) $-۵۰ = \frac{۰+v_۰}{۲}۱۰ \Rightarrow v_۰ = -۱۰\ \mathrm{m/s}$ (۰/۲۵) $\Delta x = \frac{v+v_۰}{۲}\Delta t$ (۰/۲۵) $a = \frac{۰-(-۱۰)}{۱۰} = ۱\ \mathrm{m/s^۲}$ (۰/۲۵) $a = \frac{v-v_۰}{t}$ (۰/۲۵) $x = \frac{۱}{۲}t^۲ - ۱۰t$ (۰/۲۵) $x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰$ (۰/۲۵) ب) (رسم صحیح شکل ۰/۲۵)  ص ۲۵ و ۲۶	۱/۷۵
۴	$۶۰۰ = ۵\Delta t \Rightarrow \Delta t = ۱۲۰\ \mathrm{s}$ (۰/۲۵) $\Delta y = v\Delta t$ (۰/۲۵) ص ۱۳ و ۱۴	۰/۵
۵	الف) بنا به قانون اول نیوتون چون جسم در حال سکون است، پس نیروهای وارد بر آن متوازن هستند و اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با اندازهٔ نیروی محرکی که در راستای سطح به جسم وارد می‌شود (۰/۲۵). $f_s = ۰\ \mathrm{N}$ (۰/۲۵) ب) گزینهٔ ۳ (۰/۲۵) ص۳۸ و ۳۶	۰/۷۵

۶	الف) $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$ (۰/۲۵) $0^2 - 20^2 = 2a \times 40 \Rightarrow a = -5\ m/s^2$ (۰/۲۵) $a = -\frac{f_k}{m}$ (۰/۲۵) $a = -\frac{\mu_k F_N}{m}$ (۰/۲۵) $a = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g$ (۰/۲۵) $a = -5 = -10\mu_k \Rightarrow \mu_k = 0/5$ (۰/۲۵) ص ۱۸ و ۴۰	۱/۵
۷	$F_e = kx$ (۰/۲۵) $2 = k(12 - L_0)$ (۰/۲۵) $3 = k(L_0 - 7)$ (۰/۲۵) $\frac{2}{3} = \frac{12-L_0}{L_0-7} \Rightarrow L_0 = 10\ cm$ (۰/۲۵) ص ۴۱	۱
۸	$g = \frac{GM_e}{r^2}$ (۰/۲۵) $\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ (۰/۲۵) $\frac{g_2}{10} = \left(\frac{R_e}{2R_e}\right)^2$ (۰/۲۵) $g_2 = 2/5\ m/s^2$ (۰/۲۵) ص ۴۹	۱
۹	الف) جرم وزنه ب) افزایش پ) خلأ ت) بسامدی (هرمورد صحیح ۰/۲۵) ص ۵۷ و ۷۶ و ۶۸ و ۷۴	۱
۱۰	ابتدا طول آونگ ساده را اندازه‌گیری می‌کنیم (۰/۲۵) و سپس آن را با زاویهٔ کوچک به نوسان درمی‌آوریم و مدت زمان چند نوسان کامل را اندازه‌گیری می‌کنیم (۰/۲۵). به کمک رابطهٔ $T = \frac{t}{n}$ دوره را محاسبه می‌کنیم (۰/۲۵) با قرار دادن دوره در رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ شتاب گرانشی (g) را محاسبه می‌کنیم (۰/۲۵). ص ۵۹	۱
۱۱	الف) زیرا ضریب شکست منشور برای طول‌موج‌های مختلف متفاوت است در نتیجه انحراف آنها هنگام عبور از منشور برابر نیست. (۰/۵) ب) دستگاه سونار کشتی‌ها. (۰/۲۵) ص ۸۷ و ۷۹	۰/۷۵
۱۲	الف) $x = 0/2\cos 20\pi t \xrightarrow{t=\frac{1}{60}s} x = 0/2\cos\frac{\pi}{3} = 0/1\ m$ (۰/۲۵) $\lvert a\rvert = \omega^2 x$ (۰/۲۵) $\lvert a\rvert = 400\pi^2 \times 0/1 = 400\ m/s^2$ (۰/۲۵) ب) $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ (۰/۲۵) $E = \frac{1}{2} \times 0/02 \times 400\pi^2 \times 0/04$ (۰/۲۵) $E = 1/6\ J$ (۰/۲۵) ص ۸۹	۱/۵

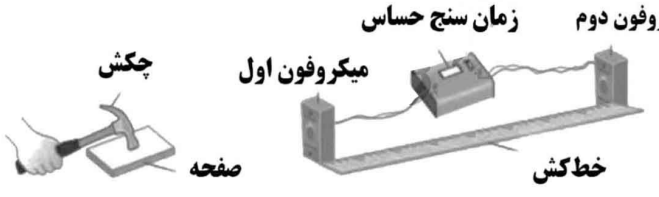
۱۳	با توجه به شکل، میزان پیش‌روی موج در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، $\frac{\lambda}{2}$ است. $\frac{T}{2} = t_2 - t_1 = 0/1\ s \Rightarrow T = 0/2\ s$ (۰/۲۵) $\omega = \frac{2\pi}{T}$ (۰/۲۵) $\omega = 10\pi\ rad/s$ (۰/۲۵) $v_{max} = A\omega$ (۰/۲۵) $v_{max} = 1/5 \times 10^{-2} \times 10 \times 3 = 0/45\ m/s$ (۰/۲۵) ص ۶۵	۱/۲۵
۱۴	الف) رسم صحیح شکل ۰/۲۵ نمره و تعیین زاویهٔ بازتابش از آینهٔ M_2 ، ۰/۲۵ نمره.  ب)  $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ (۰/۲۵) $\frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{v_2}{3\times10^8}$ (۰/۲۵) $v_2 = 2/25 \times 10^8\ m/s$ (۰/۲۵) ص ۹۳ و ۸۵	۱/۲۵
۱۵	الف) ۱- افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها (۰/۲۵) ۲- افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها (۰/۲۵) ب) ۱- یک فوتون وارد می‌شود و دو فوتون خارج می‌شود. (۰/۲۵) ۲- فوتون گسیلی با فوتون فرودی هم‌جهت است. (۰/۲۵) پ) ۲ (۰/۲۵) ت) ۱) ${}^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e^-$ ۲) ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ (هر مورد ۰/۲۵) ص ۱۲۲ و ۱۱۰ و ۱۱۳ و ۱۱۶	۱/۷۵
۱۶	$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ (۰/۲۵) $E_3 = -\frac{13/6}{3^2} \approx -1/5\ eV$ (۰/۲۵) ص ۱۰۶	۰/۵

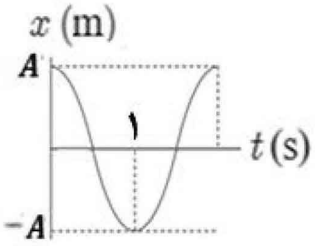
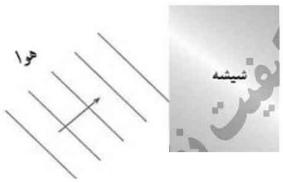
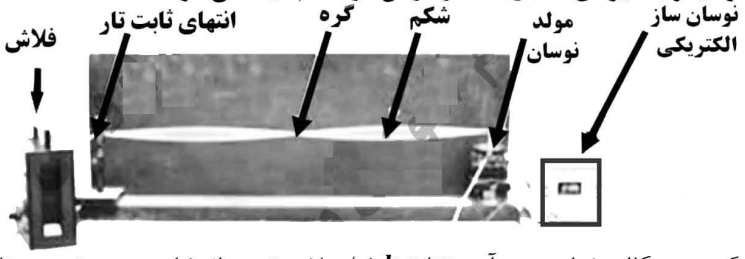
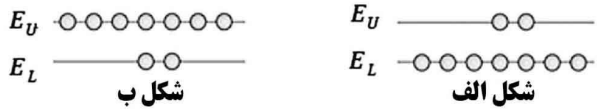
۱۷	$\lambda = ۴۰۰\ \text{nm}$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{\infty}\right)$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right)$ (۰/۲۵) این طول موج در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارد. (۰/۲۵) ص ۱۰۲	۱
۱۸	$P = \frac{nhc}{\lambda t}$ $E = \frac{nhc}{\lambda}$ (۰/۲۵) $P = \frac{۲\times۱۰^{۲۱}\times۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{۶۶۰\times۱۰^{-۹}\times۶۰}$ (۰/۲۵) $P = ۱۰\ \text{W}$ (۰/۲۵) ص ۱۲۲	۰/۷۵
۱۹	$N = \frac{N_۰}{۳^n}$ (۰/۲۵) $۳\times۱۰^{۱۰} = \frac{۶\times۱۰^{۱۰}}{۳^n} \Rightarrow \frac{t}{T_B} = n_B = ۱$ (۰/۲۵) $۳\times۱۰^{۱۰} = \frac{۱۲\times۱۰^{۱۰}}{۳^n} \Rightarrow \frac{t}{T_A} = n_A = ۲$ (۰/۲۵) $\frac{T_A}{T_B} = \frac{۱}{۲}$ (۰/۲۵) ص ۱۲۰	۱

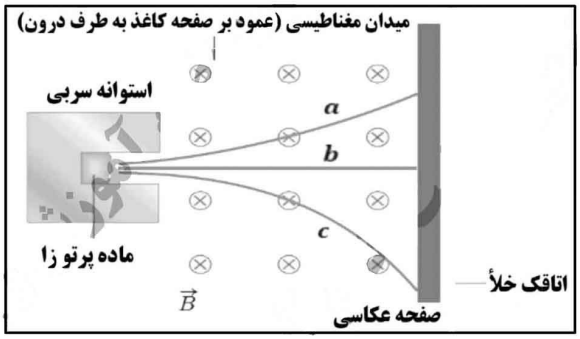
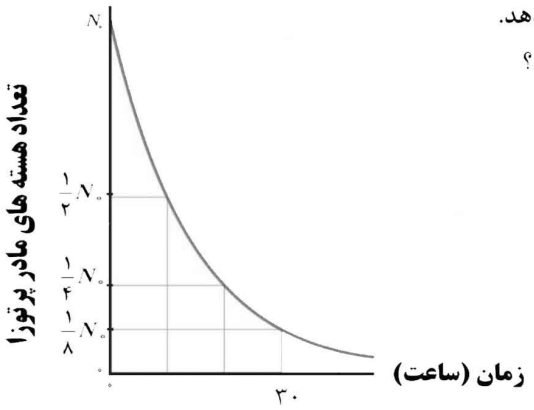
ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	بارم
۱	در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و به پاسخبرگ انتقال دهید: الف)مطابق شکل زیر، شخصی در راستای خط راست از مکان ۱ به مکان ۲ رفته و سپس در همان مسیر به مکان ۳ برمی‌گردد. اندازهٔ بردار جابه‌جایی (بیش‌تر از، کم‌تر از- برابر با) مسافت پیموده شده است. ب)جملهٔ "جسمی روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک، در حال لغزیدن است"، مثالی از حرکت با (سرعت- شتاب) ثابت است. پ)با توجه به شکل مقابل، نمودار (الف- ب) می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار مکان – زمان یک متحرک باشد. 	۰/۷۵
۲	شکل زیر نمودار $x-t$ متحرکی را نشان می‌دهد که در راستای افق با شتاب ثابت در حال حرکت است.  الف)تندی متوسط را در ۵ ثانیهٔ اول حرکت به‌دست آورید؟ ب)سرعت اولیهٔ متحرک چه‌قدر است؟ پ)با توجه به نمودار، در جدول مقابل به‌جای ۱ و ۲ از کلمه‌های «تندشونده، کندشونده» استفاده کنید. **بازه زمانی** | **نوع حرکت** ۲ ثانیه اول | ۱ ۲ ثانیه دوم | ۲	۰/۷۵ ۰/۷۵ ۰/۵
۳	سنگی از لبهٔ بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ رها می‌شود و پس از ۸ ثانیه به زمین برخورد می‌کند. سنگ در ۲ ثانیهٔ آخر حرکت چند متر جابه‌جا می‌شود؟ ($g = ۱۰\ m/s^۲$)	۱
۴	درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید. الف)در حرکت خودرو بر روی پیچ مسطح افقی (بدون لغزش)، نیروی اصطکاک جنبشی، نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می‌کند. ب)در نمودار نیروی کشسانی برحسب اندازهٔ تغییر طول، هر چه ثابت فنر کم‌تر باشد، شیب نمودار بیش‌تر است. پ)به لحاظ فیزیکی، برای متوقف کردن یک جسم در زمان معین، هر چه تکانه بیش‌تر باشد باید نیروی بیش‌تری به آن وارد کرد. ت)یک دیسک گردان شهربازی توسط یک موتور الکتریکی می‌چرخد. هر چه از مرکز دیسک دور شویم، تندی حرکت بیش‌تر می‌شود در حالی‌که دورهٔ تناوب برای همه افراد یکسان است. ث)برای جسمی که با تندی ثابت در مسیر منحنی حرکت می‌کند، نیروهای وارد برجسم متوازن‌اند.	۱/۲۵

۵	به سوالات زیر پاسخ دهید. الف)در چه صورتی ماهواره مخابراتی در یک محل نسبت به مکانی در روی زمین (مثلاً بالای ایران) ثابت می‌ماند، یعنی مدار آن همگام با زمین می‌شود؟ ب)شخصی درون آسانسور در حال حرکت، روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در دو حالت ترازو عددی بزرگ‌تر از وزن شخص را نشان می‌دهد. آن حالت‌ها را بنویسید. پ)در شکل مقابل، وزنه‌ای به فنر متصل و در حالت تعادل است. دو دلیل بیاورید که نشان دهد نیروهای $\vec{F}_e$ و $\vec{W}$ ، کنش و واکنش یکدیگر نیستند؟ 	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۶	مطابق شکل، شخصی یک یخچال به جرم $۱۰۰\,kg$ را بر روی سطحی افقی با نیروی $F = ۵۰۰\ \text{N}$ هل می‌دهد و یخچال در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد.  الف)ضریب اصطکاک ایستایی بین یخچال و سطح چه‌قدر است؟ ب)اندازهٔ نیرویی که سطح زمین به یخچال وارد می‌کند را محاسبه کنید؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$	۰/۷۵ ۰/۵
۷	یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند: الف)با افزایش بسامد نوسان‌ساز، کدام‌یک از کمیت‌های «تندی، طول‌موج» موج تغییر می‌کند؟ ب)با افزایش نیروی کشش ریسمان، کدام‌یک از کمیت‌های «بسامد، تندی» موج تغییر می‌کند؟	۰/۲۵ ۰/۲۵
۸	با توجه به مفاهیم حرکت نوسانی و موج، هر کدام از موارد ستون A، با یک مورد از ستون B ارتباط دارد. پاسخ درست را مشخص کنید و به پاسخ‌برگ انتقال دهید. (درستون B سه مورد اضافی است)	۱

ستون A	ستون B
الف)در طیف امواج الکترومغناطیسی از امواج رادیویی به سمت امواج گاما این کمیت در خلأ ثابت می‌ماند.	a) ارتفاع صوت
ب)در این پدیده، با برابر شدن بسامدهای واداشته و طبیعی نوسانگر، دامنهٔ نوسان تا حد معینی افزایش می‌یابد.	b)نوسان‌های دوره‌ای
پ)در اثر دوپلر وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، این کمیت افزایش می‌یابد.	c)تندی انتشار
ت)شدت صوتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.	d)بسامد
	e)بلندی صوت
	f)تشدید
	g) طول‌موج

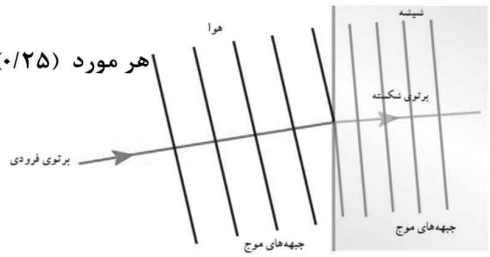
۹	شکل زیر آزمایش سادهٔ مربوط به اندازه‌گیری مشخصهٔ امواج صوتی را نشان می‌دهد.  الف)هدف از انجام این آزمایش چیست؟ ب)چرا با افزایش دمای محیط، اختلاف زمانی بین دریافت صوت‌ها توسط دو میکروفون اندکی کاهش می‌یابد؟ پ)اگر فاصلهٔ بین دو میکروفون $۱/۷\ m$ و تندی صوت در هوا $۳۴۰ m/s$ باشد، اختلاف زمانی بین دریافت صوت توسط میکروفون‌ها را محاسبه کنید؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵

۱۰	نمودار مکان-زمان یک آونگ ساده مطابق شکل مقابل است. الف)طول این آونگ چه‌قدر است؟ ($\pi^2 = ۱۰$ ،$g = ۱۰\ m/s^2$) ب)تعداد نوسان‌های این آونگ را در مدت یک دقیقه به‌دست آورید. 	۰/۷۵ ۰/۵
۱۱	به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید. الف)دو باریکهٔ نور آبی و قرمز با زاویهٔ تابش یکسان از هوا وارد شیشه می‌شوند. کدام نور بیش‌تر خم می‌شود؟ ب)در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود:  ب-۱)طول‌موجِ موجِ بازتابیده را با موجِ فرودی مقایسه کنید. ب-۲)جبهه‌های موج شکست یافته را رسم کنید. پ)طول‌موجِ امواج رادیویی گوشی‌های همراه در حدود ۱۵ سانتی‌متر است. پراش این امواج از شکافی به قطر حدود ۱۷ سانتی‌متر بهتر انجام می‌شود یا ۲۰ سانتی‌متر؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۲	پرتو نوری با طول موج μm ۰/۶ با زاویهٔ تابش ۳۷ درجه از هوا وارد محیط شفافی می شود. اگر زاویهٔ شکست در محیط دوم ۳۰ درجه باشد، طول موج پرتو نور در محیط شفاف چند میکرومتر است؟ $\sin ۳۰ = ۰/۵$ ، $\sin ۳۷ = ۰/۶$	۱
۱۳	شکل زیر تصویری از اسباب آزمایشی را نشان می‌دهد که در آن تاری به طول ۴۰ سانتی‌متر کشیده شده است. این تار از یک سر به یک مولد نوسان و از سر دیگر به گیره‌ای متصل است و در آن دو شکم دیده می‌شود:  الف)اگر تار تحت نیروی کشش N ۴۰۰ قرار گیرد و چگالی خطی جرم آن kg/m ۰/۰۱ باشد تندی انتشار موج عرضی در تار چند متربرثانیه است؟ ب)این شکل هماهنگ چندم تار را نشان می‌دهد؟ پ)بسامد اصلی این تار چند هرتز است؟	۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۱۴	با توجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سوال‌های زیر پاسخ دهید. الف)با تابش نور فرابنفش به کلاهک یک برق‌نما، انحراف ورقه‌ها از هم کم‌تر می‌شود. نوع بار برق‌نما چیست؟ ب)اگر پرتو نوری از هوا وارد آب شود، انرژی فوتون‌های آن تغییر می‌کند یا خیر؟ پ)یک نارسائی مدل اتمی بور را بنویسید. ت)کدام‌یک از شکل‌های مقابل، وارونی جمعیت در محیط لیزری را نشان می‌دهد؟ 	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵

۱۵	حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز طلا برابر ۵/۲ eV است. بسامد آستانهٔ فوتوالکترون‌ها را برای این فلز پیدا کنید؟ ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \mathrm{eV.s}$)	۰/۵
۱۶	الکترونی در دومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد و این الکترون گذاری به حالت پایه انجام می‌دهد. الف)انرژی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟ ب)بسامد فوتون گسیل شده در این گذار را محاسبه کنید. ($R = ۰/۰۱ \ \mathrm{nm}^{-۱}$ ،$c = ۳ \times ۱۰^{۸} \ m/s$)	۰/۲۵ ۱
۱۷	جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید. الف)اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم ..... از اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته است. ب)شکل مقابل طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزائی طبیعی را مشاهده کرد. پرتو ..... از نوع گاما است.  پ)انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون در فرآیند گداخت، ..... انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون در فرآیند شکافت است.	۰/۷۵
۱۸	در یک واپاشی هسته‌ای عنصر پرتوزا سرب ($^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$) با تابش دو ذرهٔ آلفا و یک ذرهٔ بتای منفی (β^-)و دو نوترون ($n^{۰}_{۱}$)به عنصر ($^{A}_{Z}Y$)تبدیل می‌شود. معادلهٔ واپاشی را نوشته و مقادیر Z و A را حساب کنید.	۱
۱۹	نمودار زیر تعداد هسته‌های مادهٔ پرتوزا بر حسب زمان را نشان می‌دهد. پس از گذشت ۸۰ ساعت چه کسری از هسته‌های اولیهٔ باقی می‌ماند؟  	۰/۷۵
	صفحهٔ چهارم	
۲۰	جمع نمرات	

موفق و پیروز باشید

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
۱	الف) کم تر ب) شتاب پ) ب هر مورد ۰/۲۵ ص ۲ و ۱۵ و ۲۶	۰/۷۵
۲	الف) $S_{av}=\frac{l}{\Delta t}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $S_{av}=\frac{۶۵}{۵}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $S_{av}=۱۳\frac{m}{s}$ (۰/۲۵) ب) $\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}t$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $۲۰=\frac{۰+v_۰}{۲}\times۲$(۰/۲۵) $\Rightarrow v_۰=۲۰\frac{m}{s}$ (۰/۲۵) پ) ۱- کند شونده ۰/۲۵ ۲- تند شونده ۰/۲۵ ص ۳ و ۱۶ و ۱۹	۲
۳	$\Delta y=-\frac{۱}{۲}gt^۲$ (۰/۲۵) $\Delta y_۱=-\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۳۶ \Rightarrow \Delta y_۱=-۱۸۰(m)$ (۰/۲۵) $\Delta y_۲=-\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۶۴ \Rightarrow \Delta y_۲=-۳۲۰(m)$ (۰/۲۵) $\Delta y=-۳۲۰+۱۸۰=-۱۴۰(m)$ (۰/۲۵) ص ۲۳	۱
۴	الف) نادرست(۰/۲۵) ب) نادرست(۰/۲۵) پ) درست(۰/۲۵) ت)درست(۰/۲۵) ث) نادرست(۰/۲۵) ص ۳۱ و۴۳ و ۴۷ و ۵۰ و ۵۳	۱/۲۵
۵	الف) دوره گردش ماهواره با دوره چرخش زمین به دور خودش برابر باشد. (۰/۵) ب) ۱- تند شونده رو به بالا(۰/۲۵) ۲- کند شونده رو به پایین(۰/۲۵) پ) ۱- هم نوع نیستند(۰/۲۵) ۲- به یک جسم وارد می شوند(۰/۲۵) ص ۳۴ و ۳۹ و ۵۶	۱/۵
۶	الف) $F_N=mg=۱۰۰۰N$ (۰/۲۵) $f_{s\max}=F$(۰/۲۵) $\Rightarrow f_{s\max}=\mu_s F_N \Rightarrow ۵۰۰=\mu_s\times۱۰۰۰ \rightarrow \mu_s=۰/۵$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $\Rightarrow R=۵۰۰\sqrt{۵}\,(N)$ (۰/۲۵) $R=\sqrt{F_N^۲+f_{s\max}^۲}$ ص ۴۵	۱/۲۵
۷	الف)طول موج (۰/۲۵) ب) تندی (۰/۲۵) ص ۸۶	۰/۵
۸	الف) c ب)f پ)g ت)e هر مورد (۰/۲۵) ص ۶۸ و ۷۶ و ۸۱ و ۸۳	۱

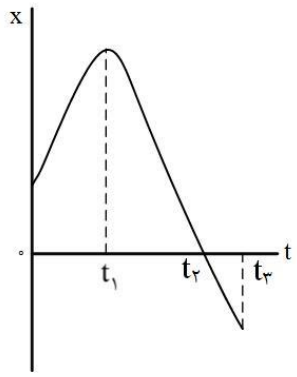
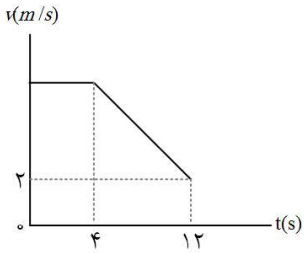
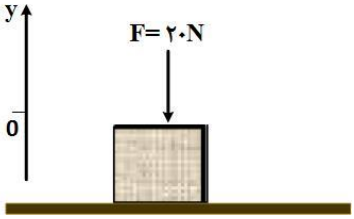
۹	الف) اندازه‌گیری تندی صوت (۰/۲۵) ب) چون سرعت صوت افزایش می‌یابد. (۰/۲۵) پ) $t=\frac{\Delta x}{v}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $t=۰/۰۰۵s$ (۰/۲۵) ص ۷۹ و ۸۰	۱
۱۰	الف) $\frac{T}{۲}=۱ \rightarrow T=۲s$ (۰/۲۵) $T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ (۰/۲۵) $\rightarrow ۲=۲\pi\sqrt{\frac{L}{۱۰}} \rightarrow L=۱m$ (۰/۲۵) ب) $T=\frac{t}{n}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $۲=\frac{۶۰}{n}$ $\Rightarrow$ $n=۳۰$ (۰/۲۵) ص ۶۳ و ۶۷ و ۶۸	۱/۲۵
۱۱	الف) ابی ب-۱) برابر هستند ب-۲)  پ) ۱۷ سانتی‌متر هر مورد (۰/۲۵) ص ۹۶ و ۱۰۰ و ۱۰۲ و ۱۱۲	۱
۱۲	$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$ (۰/۵) $\Rightarrow$ $\frac{\sin ۳۰}{\sin ۴۵_۱}=\frac{\lambda_۲}{۰/۶}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \frac{۰/۵}{۰/۶}=\frac{\lambda_۲}{۰/۶} \Rightarrow \lambda_۲=۰/۵\,\mu m$ (۰/۲۵) ص ۹۶	۱
۱۳	الف) $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $v=\sqrt{\frac{۴۰۰}{۰/۰۱}} \Rightarrow v=۲۰۰\frac{m}{s}$ (۰/۲۵) ب) دوم (۰/۲۵) پ) $f_۲=۲\frac{v}{۲L}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow$ $f_۲=\frac{۲۰۰}{۰/۴}=۵۰۰\,Hz$ (۰/۲۵) ص ۷۳ و ۱۰۷	۱/۲۵
۱۴	الف) منفی (۰/۲۵) ب) خیر (۰/۲۵) پ) نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد و یا این مدل فقط برای اتم‌های هیدروژن‌گونه صادق است. (۰/۲۵) ت) شکل ب (۰/۲۵) ص ۱۱۶ و ۱۱۷ و ۱۳۱ و ۱۳۳	۱

۱۵	$W_0 = hf_0 \ (۰/۲۵) \Rightarrow ۵/۲ = ۴\times۱۰^{-۱۵} f_0 \Rightarrow f_0 = ۱/۳\times۱۰^{۱۵}(s) \ (۰/۲۵)$ ص ۱۱۸	۰/۵
۱۶	الف) کاهش (۰/۲۵) ب) $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \ (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱\times(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda = \frac{۹۰۰}{۸} nm \ (۰/۲۵)$ $\lambda = \frac{c}{f} \ (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{۹۰۰}{۸}\times۱۰^{-۹} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{f} \Rightarrow f = \frac{۸}{۳}\times۱۰^{۱۵} Hz \quad (۰/۲۵)$ ص ۱۲۰ و ۱۲۳	۱/۲۵
۱۷	الف)کم‌تر ب)b پ)بیش‌تر هر مورد(۰/۲۵) ص ۱۴۱ و۱۴۲و۱۵۲و۱۵۶	۰/۷۵
۱۸	$^{۲۰۷}_{۸۲}X \rightarrow ۲(^{۴}_{۲}\alpha) + ۱(^{۰}_{-۱}\beta^{-}) + ۲(^{۱}_{۰}n) + ^{A}_{z}Y \quad (۰/۵)$ $۸+۰+۲+A = ۲۰۷ \Rightarrow A = ۱۹۷ \quad (۰/۲۵)$ $۴-۱+۰+z = ۸۲ \Rightarrow z = ۷۹ \quad (۰/۲۵)$ ص ۱۴۴ و ۱۴۵	۱
۱۹	$T_{\frac{۱}{۲}} = ۱۰h \quad (۰/۲۵) \quad N = \frac{N_0}{۳^n} \quad (۰/۲۵) \rightarrow N = \frac{N_0}{۳^۸} = \frac{۱}{۲۵۶} N_0 \quad (۰/۲۵)$ ص ۱۴۷	۰/۷۵

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: ۲	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۳/۰۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**	

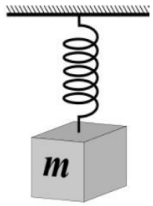
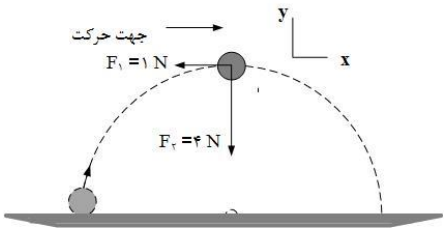
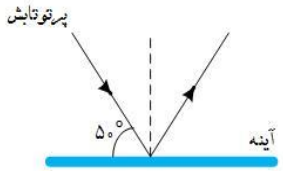
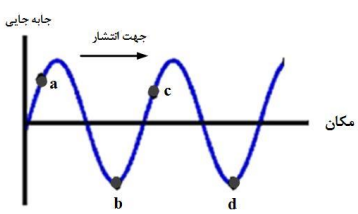
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	**واژه مناسب برای هر یک گزاره‌های زیر را انتخاب کنید. (یک واژه اضافه است)** **مکانیکی - الکترومغناطیسی-آونگ - جرم- بسامد** **الف) تندی انتشار موج در یک ریسمان تحت کشش، به ..... ریسمان بستگی دارد.** **ب) توان متوسط در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی، با مربع دامنه و مربع ..... موج متناسب است.** **پ) از اثر متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، امواج ..... به وجود می‌آیند.** **ت) امواج ..... برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند.**	۱
۲	**شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد.**  **الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصلهٔ از مبدأ مختصات را دارد؟** **ب) جابه جایی کل متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x؟** **پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟** **ت) در کدام بازهٔ زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبداء است؟** **ث) در کدام لحظه متحرک از مبداء عبور می‌کند؟**	۱/۲۵
۳	**متحرکی در مدت زمان ۸s از مکان $\vec{d}_۱=(-۴m)\vec{i}$ به مکان $\vec{d}_۲=(۴m)\vec{i}$ می‌رسد.** **الف) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.** **ب) بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت زمان ۸s چند متر بر ثانیه است؟** **پ) مسافت طی شده متحرک چند متر است؟**	۰/۲۵ ۰/۷۵ ۰/۲۵
۴	**شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان حرکت یک متحرک که در راستای محور x حرکت می‌کند را نشان می‌دهد.**  **الف) بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی را $t_۱=۴s$ تا $t_۲=۱۲s$ به دست آورید.** **ب) اگر این متحرک در لحظهٔ $t=۰s$ در مکان $x=۲m$ باشد، در لحظهٔ $t=۲s$ در چند متری مبداء است؟**	۰/۷۵ ۰/۷۵
۵	**همانند شکل روبه‌رو، نیروی F=۲۰N به جعبه‌ای به جرم ۵Kg که روی میز افقی قرار دارد وارد می‌شود.**  **الف) نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟** **ب) واکنش نیروی عمودی سطح در چه جهتی است؟** $(g=۱۰N/kg)$	۰/۷۵ ۰/۲۵
	ادامه سوالات در صفحه دوم	

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: ۲	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۳/۰۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**	

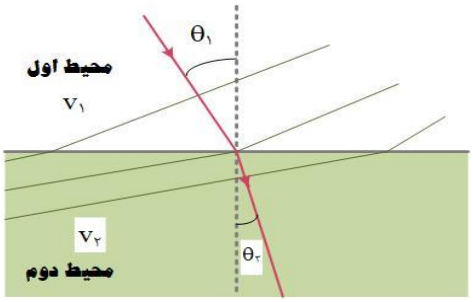
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	در شکل روبه‌رو وقتی وزنه **۲۰N** را به فنری با طول اولیه **۱۲cm** آویزان می‌کنیم، طول فنر **۱۶cm** می‌شود. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ 	۱
۷	الف) در فیلمی علمی- تخیلی، موتور یک کشتی فضایی در حال حرکت، در فضای تهی و خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید از کار می‌افتد. آیا ممکن است حرکت کشتی کُند شود و کشتی متوقف شود؟ چرا؟	۰/۵
	ب) چتربازی در هوای آرام در حال سقوط است. در چه شرایطی چترباز با تندی حدی به طرف پائین حرکت می‌کند؟	۰/۵
	پ) یک مکعب چوبی روی یک میز افقی با نیروی ثابت و افقی **F** کشیده می‌شود. اگر مکعب روی سطح بلغزد، نیروی اصطکاک بین مکعب چوبی و سطح میز به کدام عامل یا عوامل زیر وابسته است؟ (۱) میزان زبری سطح میز (۲) مساحت سطح تماس مکعب با میز (۳) جرم مکعب چوبی	۰/۵
۸	شکل روبه‌رو نیروهای وارد بر توپی به جرم **۰/۴kg** را در بالاترین نقطهٔ مسیرش نشان می‌دهد. بردار شتاب این توپ را در نقطهٔ نشان داده شده بر حسب بردارهای یکّه بنویسید. 	۰/۷۵
۹	معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در **SI** به صورت $x = (\frac{۲}{\pi})\cos ۲۵\pi t$ است.	۰/۷۵
	الف) دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟	۰/۷۵
	ب) تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟	
۱۰	در آینهٔ تخت شکل روبه‌رو ، مقدار زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش آینه، چند درجه است؟ 	۰/۵
۱۱	تراز شدت صوت یک مخلوط‌کن **۸۰dB** است. شدت این صوت چقدر است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲)$	۰/۷۵
۱۲	شکل رو به‌رو یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور **x** در طول ریسمان کشیده شده‌ای، حرکت میکند. با توجه به شکل، تعیین کنید هر یک از اجزای (یا نقاط) مشخص شده به‌طرف بالا می‌روند یا پایین؟  الف) نقطه **a** ب) نقطه **b** پ) نقطه **c** ت) نقطه **d**	۱
	ادامه سوالات در صفحه سوم	

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: ۲	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۳/۰۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**	

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	شکل روبه‌رو جبهه‌های موج تخت نوری را نشان می‌دهد که به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می‌کنند. الف) با استفاده از قانون شکست عمومی، توضیح دهید تندی انتشار ؟ نور در کدام محیط، بیشتر است؟ ب) ضریب شکست کدام محیط کمتر است؟ پ) با ذکر دلیل، بسامد نور فرودی و نور شکست یافته را مقایسه کنید. 	۰/۷۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۱۴	تعریف کنید؛ الف) دامنهٔ حرکت ب) نیمه عمر	 ۰/۵ ۰/۵
۱۵	درستی یا نادرستی هر گزاره را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید و در پاسخ نامه بنویسید. الف) بر اساس نتایج تجربی، اگر شدت نور فرودی به سطح فلز به قدر کافی بزرگ باشد پدیده فوتوالکتریک در هر بسامدی رخ می‌دهد. ب) طیف گسیلی حاصل از گازهای کم‌فشار و رقیق، طیف خطی است. پ) مدل اتمی تامسون را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند. ت) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد نوترون‌های هسته تعیین می‌کند. ث) در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب آمده است. ج) نیروی هسته‌ای کوتاه برد است و تنها در فاصله‌ای کوچکتر از ابعاد هستهٔ اتم اثر می‌کند. چ) به اختلاف جرم هسته اتم با مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهندهٔ اتم، کاستی جرم هسته گفته می‌شود.	۱/۷۵
۱۶	بلندترین طول موج طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ لیمان $(n' = ۱)$ چند متر است؟ $(R \approx ۰/۰۱(nm)^{-۱})$	۱
۱۷	برای $^{۲۰۸}_{۸۲}Pb$ مطلوب است: ۱) تعداد نوکلئون‌ها ۲) تعداد نوترون‌ها ۳) تعداد پروتون	۰/۷۵
۱۸	یک لامپ با توان ۵W تابش مرئی با طول موج ۵۵۰nm گسیل می‌کند. در هر ثانیه چه تعداد فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟ $(hc = ۲\times۱۰^{-۲۵} J.m)$	۱
	شاد و سلامت باشید	۲۰

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: ۲	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۳/۰۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**	

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	الف) جرم ص.۶۵ ب) بسامد ص.۶۶ پ) الکترومغناطیسی ص.۶۶ ت) مکانیکی ص.۶۸ هر مورد صحیح (۰/۲۵)	۱
۲	الف) t_1 ب) خلاف محور x پ) یک بار ت) t_1 تا t_2 ث) t_2 پرسش ۱-۴- ص- ۸ هر مورد صحیح (۰/۲۵)	۱/۲۵
۳	الف) در جهت مثبت محور x (۰/۲۵) ب) $v_{av} = ۱ \frac{m}{s}$ (۰/۲۵) $v_{av} = \frac{۴-(-۴)}{۸}$ (۰/۲۵) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (۰/۲۵) پ) اگر متحرک روی خط راست حرکت کند مسافت، ۸ متر است. (پاسخ صحیح دیگر : اگر حرکت متحرک روی خط راست نباشد، نمی‌توان مسافت را تعیین کرد) (۰/۲۵) ص.۵	۱/۲۵
۴	الف) ص.۱۲ $a_{av} = ۰/۵ \frac{m}{s^۲}$ (۰/۲۵) $a_{av} = \frac{۲-۶}{۱۲-۴}$ (۰/۲۵) $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (۰/۲۵) ب) ص.۱۴ $x = ۶ \times ۲ + ۲ = ۱۴m$ (۰/۵) $x = vt + x_۰ \Rightarrow x = ۶t + ۲$ (۰/۲۵)	۱/۵
۵	الف) $F_N = ۵ \times ۱۰ + ۲۰ = ۷۰N$ (۰/۵) $F_{net} = O \Rightarrow F_N = mg + F$ (۰/۲۵) ب) عمود بر سطح به طرف پایین (خلاف جهت محور y) (۰/۲۵) تمرین ص.۳۶	۱
۶	$k = ۵۰۰ \frac{N}{m}$ (۰/۲۵) $k(۰/۱۶ - ۰/۱۲) = (۲۰)$ (۰/۲۵) $k\Delta x = W \Rightarrow$ (۰/۲۵) $F_e = W$ (۰/۲۵) ص. ۴۲	۱
۷	الف) خیر (۰/۲۵) اگر نیروی خالصی به متحرک وارد نشود، متحرک با سرعت ثابت به حرکتش ادامه می‌دهد (قانون اول نیوتون) (۰/۲۵) پرسش ص.۲۹ ب) هنگامی‌که نیروی مقاومت هوا و وزن هم اندازه شده و نیروهای وارد بر چتر باز متوازن شوند. (۰/۵) مثال ص.۳۴ پ) میزان زبری سطح میز (۰/۲۵) جرم مکعب چوبی (۰/۲۵) ص.۴۰	۱/۵
	ادامه در صفحه دوم	

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: ۲	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۳/۰۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**	

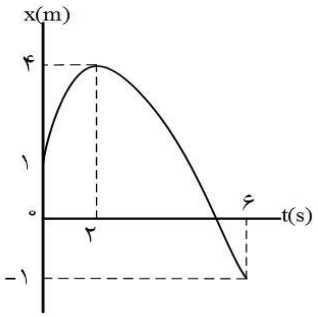
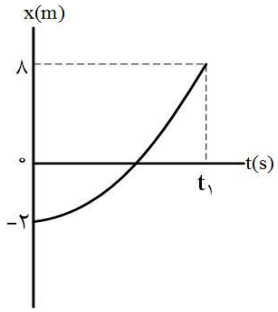
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۸	مثال ص.۳۲: $\vec{a}=\frac{(-1)\vec{i}+(-4)\vec{j}}{0/4}$ (۰/۲۵) $\vec{a}=\frac{\overrightarrow{F_{net}}}{m}$ (۰/۲۵) $\vec{a}=(-2/5)\vec{i}+(-10)\vec{j}$ (۰/۲۵)	۰/۷۵
۹	الف) ص.۵۵: $T=0/08s$ (۰/۲۵) $T=\frac{2\pi}{25\pi}$ (۰/۲۵) $w=\frac{2\pi}{T}$ (۰/۲۵) ب) مثال ص.۵۹: $v_{max}=50\,m/s$ (۰/۲۵) $v_{max}=\frac{2}{\pi}\times 25\pi$ (۰/۲۵) $v_{max}=Aw$ (۰/۲۵)	۱/۵
۱۰	ص.۷۷ $\theta_i=\theta_r=40^\circ$ (۰/۵)	۰/۵
۱۱	مثال ص.۷۳: $I=10^{-4}\,W/m^2$ (۰/۲۵) $80=10\log\frac{I}{10^{-12}}$ (۰/۲۵) $\beta=10\log\frac{I}{I_0}$ (۰/۲۵)	۰/۷۵
۱۲	الف) پایین ب) بالا پ) پایین ت) بالا هر مورد (۰/۲۵) ص. ۹۰	۱
۱۳	الف) طبق رابطه $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}$، (۰/۲۵) چون سینوس زاویه تابش از سینوس زاویه شکست بزرگتر است، (۰/۲۵) تندی انتشار نور در محیط اول بیشتر است. (۰/۲۵) ص.۸۳ ب) محیط اول (۰/۲۵) ص.۸۳ پ) بسامد موج در محیط‌های اول و دوم برابر است. (۰/۲۵) بسامد موج به محیط انتشار موج بستگی ندارد. (۰/۲۵)	۱/۵
۱۴	الف) بیشینه فاصلهٔ جسم (نوسانگر) از نقطهٔ تعادل است. (۰/۵) ص.۵۵ ب) مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌ای مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسد. (۰/۵) ص.۱۲۰	۱
۱۵	الف) نادرست ص.۹۷ ب) درست ص.۹۹ پ) نادرست ص.۱۰۴ ت) نادرست ص.۱۱۳ ث) نادرست ص.۱۰۹ ج) درست ص.۱۱۴ چ) درست ص.۱۱۵ هر مورد (۰/۲۵)	۱/۷۵
۱۶	ص. ۱۰۲ (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵) $\lambda=1/033\times10^{-7}$ $\lambda=103/3nm$ $\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}(\frac{1}{1}-\frac{1}{4})$ $\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$	۱
۱۷	(۳) ۸۲ (۲) ۱۲۶ (۱) ۲۰۸ هر مورد (۰/۲۵) تمرین ۱۶ ص.۱۲۴	۰/۷۵
۱۸	$n=\frac{5\times1\times550\times10^{-9}}{2\times10^{-25}}$ (۰/۲۵) $\frac{nhc}{\lambda}=pt$ (۰/۲۵) $p=\frac{E}{t}$ (۰/۲۵) تمرین ۴-۱-ص.۹۹ $n=1/375\times10^{19}$ (۰/۲۵)	۱
	همکاران محترم، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ‌های صحیح دیگر، نمرهٔ لازم را در نظر بگیرید.	۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**	ساعت شروع: **۱۰ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۱۰/۱۱**	تعداد صفحات: **۴**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱	**با توجه به واژه های داده شده، گزاره‌های زیر را کامل کنید. (یک واژه اضافه است)** **شتاب، جابه‌جایی، کمتر، شکل، بیشتر** **الف) پاره خط جهت داری که مکان آغازین را به مکان پایانی حرکت وصل می کند، بردار ..... نامیده می‌شود.** **ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت – زمان در هر لحظهٔ دلخواه t، برابر..... در آن لحظه است.** **پ) نیروی خالص و ثابت وارد بر یک جسم می تواند سبب تغییر سرعت جسم یا تغییر ..... جسم شود.** **ت) معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دوسطح ..... از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است.**	**۱**
۲	**نمودار مکان – زمان حرکت مورچه ای بر روی محور x همانند شکل روبه‌رو است.**  **با توجه به این نمودار به سوالات زیر پاسخ دهید.** **الف) در چه لحظه ای مورچه بیشترین فاصله از مبدا مختصات را دارد؟** **ب) در کدام بازهٔ زمانی سرعت مورچه هم جهت با محور x است؟** **پ) سرعت متوسط مورچه از لحظهٔ $t_o = ۰S$ تا لحظهٔ $t = ۶S$ چقدر است؟** **ت) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟**	**۰/۲۵** **۰/۲۵** **۰/۲۵** **۰/۲۵**
۳	**شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد محور x در حرکت است.**  **الف) از لحظهٔ $t_o = ۰S$ تا لحظه $t_۱$ سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟** **ب) مسافت پیموده شده از لحظهٔ $۰S$ تا لحظه $t_۱$، چند متر است؟**	**۰/۲۵** **۰/۵**
۴	**معادلهٔ مکان– زمان متحرکی که با سرعت ثابت در جهت محور x در حال حرکت است در SI به صورت $x = ۲۰t + ۱۰$ است.** **الف) جابه‌جایی این متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱S$ تا $t_۲ = ۳S$ چند متر است؟** **ب) نمودار سرعت – زمان آن‌را رسم کنید.**	**۱** **۰/۲۵**
۵	**الف) در شکل روبه‌رو دو نخ به گوی سنگین و ساکنی متصل است. اگر نخ (۲) را به سرعت به سمت پایین بکشیم، احتمال پاره شدن کدام نخ بیشتر است؟** **ب) منظور از تندی حدی در حرکت چترباز چیست؟**	**۰/۲۵** **۰/۵**
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	**پایه دوازدهم** دوره دوم متوسطه	ساعت شروع: **۱۰ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۱۰/۱۱**	تعداد صفحات: **۴**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

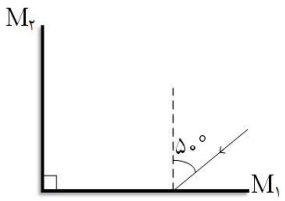
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۶	**در هر یک از پرسش‌های زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید.** **الف) کدامیک از نیروهای زیر، نیروی گرانشی است که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود؟** **(۱) نیروی مقاومت شاره (۲) نیروی کشش طناب (۳) نیروی وزن** **ب) شخصی درون آسانسور روی ترازوی فنری ایستاده است. در کدام حالت، عددی که ترازو نشان می‌دهد از وزن شخص بیشتر است؟** **(۱) آسانسور ساکن باشد.** **(۲) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.** **(۳) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.** **پ) جسمی روی یک میز افقی و در حالت ساکن قرار دارد. واکنش نیروی عمودی سطح وارد بر جسم:** **(۱) به میز وارد می شود. (۲) به زمین وارد می شود. (۳) به جسم وارد می شود.** **ت) ضریب اصطکاک ایستایی میان دو سطح به کدام عامل بستگی دارد؟** **(۱) نیروی عمودی سطح (۲) وزن (۳) جنس دو سطح**	۱
۷	**همانند شکل روبه رو، وزنهٔ ۴kg را به فنر آویزان می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول فنر ۱۴cm می‌شود. اگر ثابت فنر $k = ۱۰۰۰ \frac{N}{m}$ باشد، طول اولیهٔ فنر را به دست آورید؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$** 	۱
۸	**یک خودروی باری با طناب افقی محکمی یک خودروی سواری را می کشد. نیروی اصطکاک جنبشی و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری، ۲۰۰N و ۴۰۰N است. اگر سرعت خودرو ثابت باشد، نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟** 	۱
۹	**درستی یا نادرستی هر یک از گزاره‌های زیر را با واژهٔ ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ‌نامه مشخص کنید.** **الف) دامنهٔ حرکت در حرکت نوسانی، فاصلهٔ بین دو انتهای مسیر حرکت نوسانگر هماهنگ ساده است.** **ب) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم- فنر، با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه، به طور مستقیم متناسب است.** **پ) تاب خوردن کودکی که به طور دوره‌ای هل داده می‌شود، مثالی از نوسان واداشته است.** **ت) موج‌های پیش‌رونده از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند.** **ث) هنگام انتشار موج الکترومغناطیسی در خلأ، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با بسامد متفاوت، تغییر می‌کنند.** **ج) موج صوتی در محیط جامد نمی‌تواند تولید و منتشر شود.**	۱/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	ساعت شروع: **۱۰ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۱۰/۱۱**	تعداد صفحات: **۴**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱۰	**انرژی مکانیکی یک نوسانگر وزنه- فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال نوسان است برابر ۱۰J و جرم وزنه این نوسانگر ۰/۴kg است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، تندی حرکت نوسانگر چند $\frac{m}{s}$ است؟**	۱
۱۱	**تراز شدت صوت در کتابخانه ۳۰dB است. شدت این صوت چند وات بر مترمربع است؟** $(I_{\circ} = ۱۲^{-۱۲} W/m^{۲})$	۰/۷۵
۱۲	**شکل زیر را به پاسخ‌نامه انتقال دهید سپس پرتوهای بازتابیده نور از آینه های $M_۱$ و $M_۲$ را رسم کنید و مقدار زاویه‌های تابش و بازتابش آینهٔ $M_۲$ را بنویسید.** 	۱
۱۳	**چشمهٔ موجی با بسامد ۱۰Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $۱۰۰\frac{m}{s}$ است نوسان‌های طولی ایجاد می‌کند.** **الف) دورهٔ تناوب این موج چند ثانیه است؟** **ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چند متر است؟**	۰/۵ ۱
۱۴	**الف) تندی انتشار موج عرضی در یک ریسمان یا تار کشیده، به چه عواملی بستگی دارد؟** **ب) در انتشار موج سطحی روی آب‌های کم عمق با ورود موج به بخش عمیق (تشت موج)، بسامد موج و تندی انتشار موج در بخش کم‌عمق و بخش عمیق را مقایسه کنید.**	۰/۵ ۰/۵
۱۵	**یک چشمه نور مرئی با توان ۱۰۰W فوتون‌هایی با طول‌موج ۶۰۰nm گسیل می‌کند. چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمهٔ نور گسیل می‌شود؟** $(hc = ۲\times ۱۰^{-۲۵} J.m)$	۱
۱۶	**الف) منشأ فیزیکی تشکیل طیف پیوسته گسیلی جسم جامد چیست؟** **ب) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.** **پ) چرا هسته اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شود؟**	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۷	**ایزوتوپ** $({}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb)$ **با گسیل آلفا واپاشی می‌کند. معادلهٔ این واپاشی را در پاسخنامه بنویسید.** **(هسته دختر با نماد** $({}^{A}_{Z}Y)$ **مشخص شود).**	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ چهارم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**	ساعت شروع: **۱۰ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۱۰/۱۱**	تعداد صفحات: **۴**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

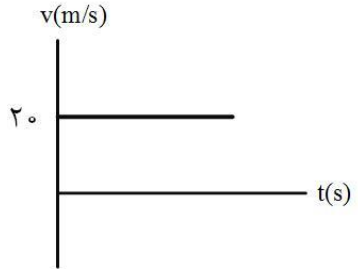
ردیف	سوالات	نمره
۱۸	**هر یک از گزاره‌های ستون A تنها به یک رشته خط طیف گسیلی اتم هیدروژن، در ستون B مرتبط است. گزاره مربوط به هر رشته را در پاسخنامه مشخص کنید. (در ستون B یک مورد اضافه است.)**	۱

ستون A	ستون B
الف) بلندترین طول موج این رشته متناظر با (n=۴) است.	۱) لیمان $(n'=۱)$
ب) خط‌های طیف گسیلی این رشته در ناحیهٔ فرابنفش است.	۲) پاشن $(n'=۳)$
پ) دومین خط طیفی این رشته متناظر با (n=۶) است.	۳) براکت $(n'=۴)$
	۴) پفوند $(n'=۵)$

۱۹	**نیمه عمر یک نوع ایزوتوپ بیسموت، یک ساعت است. در نمونه‌ای از این ایزوتوپ، پس از گذشت ۴ ساعت، چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟**	۱
	موفق باشید.	۲۰

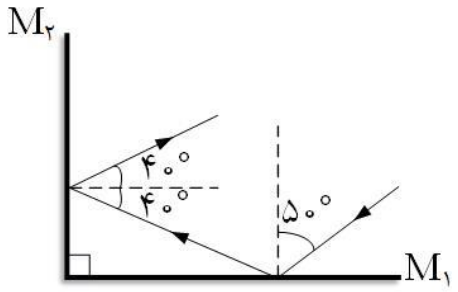
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	**ساعت شروع: ۱۰ صبح**	**مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه		**تاریخ امتحان: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

۱	**الف) جابه جایی ص.۲ ب) شتاب ص.۱۱ پ) شکل ص.۲۸ ت) کمتر ص.۴۰ هر مورد (۰/۲۵)**	۱
۲	**الف)** $t = ۲s$ **(۰/۲۵) ب) در بازه صفر تا ۲ ثانیه (۰/۲۵)** **پ)** $v_{av} = -\frac{۱}{۳}\frac{m}{s}$ **(۰/۲۵)** $v_{av} = \frac{-۱-۱}{۶}$ **(۰/۲۵)** $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ **(۰/۲۵)** **ت)** $t = ۲s$ **(۰/۲۵)** **ص.۷**	۱/۵
۳	**الف) افزایش (۰/۲۵) ص.۱۰ ب)** $l = ۸ + ۲ = ۱۰m$ **(۰/۵) ص.۲**	۰/۷۵
۴	**الف)** $\Delta x = x_۲ - x_۱$ **(۰/۲۵)** $x_۲ = ۶۰ + ۱۰ = ۷۰m$ **(۰/۲۵)** $x_۱ = ۲۰ + ۱۰ = ۳۰m$ **(۰/۲۵)** $\Delta x = ۷۰ - ۳۰ = ۴۰m$ **(۰/۲۵)** **ب) رسم نمودار سرعت - زمان (۰/۲۵)**  **ص.۲۴**	۱/۲۵
۵	**الف) نخ (۲) (۰/۲۵) ص.۳۰** **ب) در سقوط آزاد چترباز، پس از آنکه نیروی مقاومت هوا و وزن هم اندازه شوند، (نیروهای وارد بر چترباز متوازن شوند) چترباز با تندی ثابت موسوم به تندی حدی به طرف پایین حرکت می‌کند. (۰/۵) ص.۳۵**	۰/۷۵
۶	**الف) ۳ ص.۳۳ ب) ۲ ص.۳۶ پ) ۱ ص.۳۵ ت) ۳ ص.۳۸ هر مورد (۰/۲۵)**	۱
۷	$mg = k(L - L_۰)$ **(۰/۲۵)** $F = k(L - L_۰)$ **(۰/۲۵)** $L_۰ = ۰/۱m$ **(۰/۲۵)** $۴ \times ۱۰ = ۱۰۰۰(۰/۱۴ - L_۰)$ **(۰/۲۵)**	۱
۸	$R = f_D - f_k = ۰$ **(۰/۲۵)** $F_{net} = ma$ **(۰/۲۵)** **ص.۵۲** $T = ۶۰۰N$ **(۰/۲۵)** $T - ۲۰۰ - ۴۰۰ = ۰$ **(۰/۲۵)**	۱
۹	**الف) نادرست ص.۵۵ ب) درست ص.۵۷ پ) درست ص.۶۰** **ت) درست ص.۶۲ ث) نادرست ص.۶۷ ج) نادرست ص.۷۰ هر مورد (۰/۲۵)**	۱/۵
۱۰	$۱۰ = ۲\left(\frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times v^۲\right)$ **(۰/۲۵)** $E = ۲K = ۲\left(\frac{۱}{۲} \times mv^۲\right)$ **(۰/۲۵)** $E = K + U$ **(۰/۲۵)** $v = ۵\frac{m}{s}$ **(۰/۲۵)** **ص.۷۰**	۱
۱۱	$I = ۱۰^{-۹} W/m^۲$ **(۰/۲۵)** $۱۰^۳ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$ **(۰/۲۵)** $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ **(۰/۲۵)** $۳۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$ **ص.۷۳**	۰/۷۵
	ادامهٔ راهنمای تصحیح در صفحهٔ دوم	

بسمه تعالی

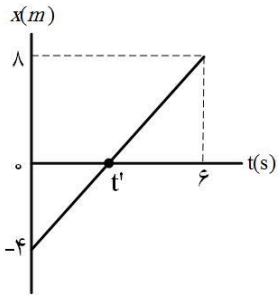
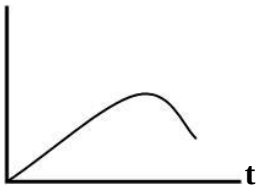
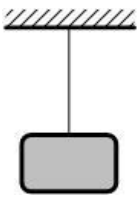
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	**ساعت شروع: ۱۰ صبح**	**مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه		**تاریخ امتحان: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

۱۲	**رسم درست هر پرتو (۰/۲۵) - مقدار هر زاویه (۰/۲۵)** ص.۹۳ 	۱
۱۳	**الف)** $T = ۰/۱s$ (۰/۲۵) $T = \frac{۱}{f}$ (۰/۲۵) **ب)** ص.۹۱ $\Delta x = ۵m$ (۰/۲۵) $\Delta x = \frac{\lambda}{۲}$ (۰/۲۵) $\lambda = \frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰m$ (۰/۲۵) $\lambda = \frac{v}{f}$ (۰/۲۵)	۱/۵
۱۴	**الف) نیروی کشش تار (۰/۲۵)، چگالی خطی جرم (۰/۲۵)** ص.۶۵ **ب) بسامد موج هر دو بخش برابر است. (۰/۲۵). تندی انتشار موج در بخش عمیق، بیشتر است. (۰/۲۵)** ص.۸۲	۱
۱۵	ص.۹۸ (۰/۲۵) $n = ۳ \times ۱۰^{۲۰}$ $\frac{n \times ۲ \times ۱۰^{-۲۵}}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۱۰۰$ (۰/۲۵) $\frac{nhc}{\lambda} = pt$ (۰/۲۵) $E = pt$ (۰/۲۵)	۱
۱۶	**الف) این طیف ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ جسم جامد است. (۰/۵)** ص.۹۹ **ب) هنگامی‌که الکترون از ترازهای انرژی پایینتر به ترازهای انرژی بالاتر برود اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند. (۰/۵)** ص.۱۰۹ **پ) زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبهٔ kev مرتبه Mev است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبهٔ ev است. (۰/۵)** ص.۱۱۵	۱/۵
۱۷	$^{۲۰۷}_{۸۲}Pb \rightarrow ^{۴}_{۲}\underset{(۰/۲۵)}{He} + ^{۲۰۳}_{۸۰}\underset{(۰/۵)}{Y}$ ص.۱۲۴	۰/۷۵
۱۸	**الف) ۲ ب) ۱ پ) ۳ هر مورد (۰/۲۵)** ص.۱۰۱	۰/۷۵
۱۹	$\frac{N}{N_۰} = (\frac{۱}{۲})^{۴}$ (۰/۲۵) $N = N_۰(\frac{۱}{۲})^{n}$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۴}{۱} = ۴$ (۰/۲۵) $\frac{N}{N_۰} = \frac{۱}{۱۶}$ (۰/۲۵) ص.۱۲۵	۱
	همکاران محترم، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ‌های صحیح دیگر، نمرهٔ لازم را در نظر بگیرید.	۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **علوم تجربی**	پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	ساعت شروع: **۸ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۶/۱۳**	تعداد صفحات: ۳	نام و نام خانوادگی:	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۰**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** http://aee.medu.ir

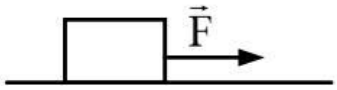
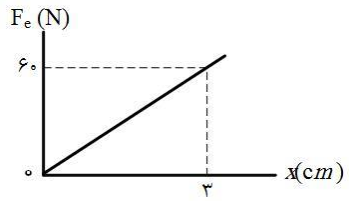
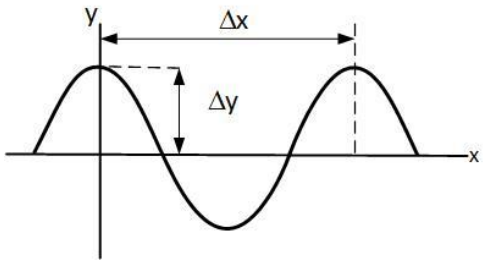
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱	**گزاره‌های زیر را با انتخاب واژهٔ مناسب، کامل کنید. (یک واژه اضافه است)** **بردار جابه‌جایی- برداری- تندی متوسط - بردار مکان- شتاب- نرده‌ای** **الف) تندی متوسط، کمیتی ..... است.** **ب) پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند ..... نامیده می‌شود.** **پ) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه برابر ..... در آن لحظه است.** **ت) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند ..... جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.** **ث) در حرکت متحرک بدون تغییر جهت، اندازهٔ سرعت متوسط در هر بازه زمانی برابر ..... در آن بازهٔ زمانی است.**	۱/۲۵
۲	**خودرویی از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. پس از ۱۲s، سرعت خودرو به $۲۴ \frac{m}{s}$ در جهت x می‌رسد. بزرگی شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟**	۰/۷۵
۳	**شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با سرعت ثابت $۲ \frac{m}{s}$ در جهت محور x حرکت می‌کند.**  **الف) مسافت پیموده شده این متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۶s، چند متر است؟** **ب) معادلهٔ مکان - زمان این متحرک را بنویسید.** **پ) t' چند ثانیه است؟**	۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۷۵
۴	**توضیح دهید کدامیک از نمودارهای مکان - زمان شکل زیر، می‌تواند نشان دهندهٔ نمودار x-t یک متحرک باشد.**  (الف) (ب)	۰/۵
۵	**الف) اندازهٔ نیروی مقاومت شاره وارد بر جسم در حال حرکت درون شاره به چه عواملی بستگی دارد؟ (۲ مورد)** **ب) دو عامل مؤثر بر ضریب اصطکاک ایستایی بین دو سطح را بنویسید.** **پ) همانند شکل روبه‌رو، جسمی را به نخی بسته و از سقف آویزان می‌کنیم. با انتقال شکل به پاسخ‌نامه، نیروهای وارد بر این جسم ساکن را رسم کنید.** 	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
	ادامه سؤالات در صفحه دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **علوم تجربی**	پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	ساعت شروع: **۸ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۶/۱۳**	تعداد صفحات: ۳	نام و نام خانوادگی:	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۰**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** http://aee.medu.ir

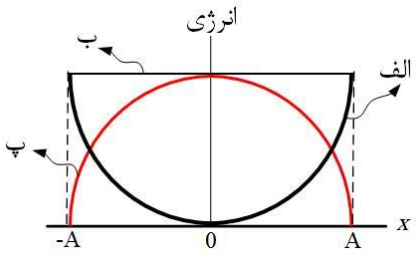
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۶	**شخصی به وزن ۶۰۰N درون آسانسوری، روی یک ترازوی فنری ایستاده است. اگر آسانسور با سرعت ثابت در حال حرکت باشد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ چرا؟**	۰/۷۵
۷	**همانند شکل زیر، به جسمی به جرم ۲۰kg، نیروی افقی ثابت $F=۵۰N$ وارد می‌شود و جسم با شتاب ثابت $۲\,m/s^۲$ روی سطح افقی به طرف راست حرکت می‌کند.** **الف) آیا نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند؟** **ب) اندازه و جهت نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را تعیین کنید.** 	۰/۲۵ ۱
۸	**در شکل روبه‌رو، نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول فنر برای یک فنر رسم شده است. ثابت فنر (k) چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟** 	۰/۷۵
۹	**درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ نامه مشخص کنید.** **الف) دورهٔ تناوب آونگ ساده، به جرم و دامنهٔ آن بستگی دارد.** **ب) بیشینهٔ تندی نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده با بسامد زاویه‌ای به‌طور مستقیم، متناسب است.** **پ) یکی از ویژگی‌های موج پیش‌رونده، انتقال انرژی از یک نقطه به نقطهٔ دیگر در جهت انتشار موج است.** **ت) امواج مکانیکی، از رابطهٔ متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به‌وجود می‌آیند.** **ث) در طیف امواج الکترومغناطیسی، بیشترین بسامد مربوط به امواج رادیویی است.** **ج) اگر یک آونگ با بسامدی برابر با بسامد طبیعی آن به نوسان درآید، برای آونگ، تشدید (رزونانس) رخ می‌دهد.** **چ) بازتاب یک دسته پرتوی موازی نور از سطح یک کاغذ، از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی نمی‌کند.**	۱/۷۵
۱۰	**الف) پژواک را تعریف کنید.** **ب) از بین موارد زیر، عامل‌های مؤثر بر تندی صوت را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.** **((شکل موج - جنس محیط - دامنهٔ موج - دمای محیط - بسامد موج))**	۰/۵ ۰/۵
۱۱	**در نمودار جابه‌جایی- مکانِ موج عرضی شکل زیر، $\Delta y=۱۰cm$ و $\Delta x=۲۵cm$ است.** **اگر بسامد نوسان‌های چشمهٔ این موج ۱۰Hz باشد:** **الف) طول‌موج چند سانتیمتر است؟** **ب) دامنهٔ موج چند سانتیمتر است؟** **پ) دورهٔ تناوب موج چند ثانیه است؟** 	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵
	ادامه سؤالات در صفحه سوم	

بسمه تعالی

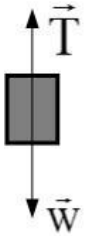
سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **علوم تجربی**	پایه **دوازدهم** دوره دوم متوسطه	ساعت شروع: **۸ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۰۶/۱۳**	تعداد صفحات: ۳	نام و نام خانوادگی:	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۰**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱۲	**معادلهٔ مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = ۰/۱\cos ۴۰\pi t$ است. بسامد این نوسانگر چند هرتز است؟**	۰/۷۵
۱۳	**شکل زیر، نمودار تبدیل انرژی در حین حرکت هماهنگ سادهٔ یک سامانهٔ جرم-فنر روی سطح افقی (بدون اصطکاک) را نشان می‌دهد. نام هر یک از انرژی‌های ((الف، ب و پ)) را در پاسخ‌نامه بنویسید.** 	۰/۷۵
۱۴	**الف) شدت صوت در یک کتابخانه $۱۰^{-۹}\,W/m^۲$ است. تراز شدت این صوت چند دسیبِل است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\,W/m^۲)$** **ب) ضریب شکست یک نوع شیشه $\frac{۳}{۲}$؟ است. تندی انتشارنور دراین محیط چند متر بر ثانیه است؟ $(c = ۲\times ۱۰^{۸}\,m/s)$**	۰/۷۵ ۰/۷۵
۱۵	**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؟**	۰/۷۵
۱۶	**کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ براکت $(n' = ۴)$ هیدروژن اتمی را به‌دست آورید و تعیین کنید که این طولموج در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$**	۱
۱۷	**نام هر یک از واپاشی‌های زیر را در پاسخ‌نامه بنویسید.** **الف)** $^{۱۸}_{۹}F \rightarrow ^{۱۸}_{۸}O + ^{۰}_{۱}e^{+}$ **ب)** $^{۲۴۲}_{۹۴}Pu \rightarrow ^{۲۳۸}_{۹۲}U + ^{۴}_{۲}He$ **پ)** $^{۲۳۱}_{۹۰}Th^{*} \rightarrow ^{۲۳۱}_{۹۰}Th + \gamma$	۰/۷۵
۱۸	**واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ نامه بنویسید.** **الف) طیف گسیلی یک لامپ حاوی مقداری گاز کم فشار و رقیق که به ولتاژ بالا وصل است، طیفی (پیوسته - خطی) است.** **ب) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (پروتون‌های- نوترون‌های) هسته تعیین می‌کنند.** **پ) نیروی الکتروستاتیکی بین دو پروتون درون هسته، (بلندبرد - کوتاه‌برد) است.** **ت) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته را انرژی (یونش الکترون - بستگی هسته‌ای) می‌نامند.** **ث) هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر یک فوتون (جذب- تابش) می‌شود.**	۱/۲۵
۱۹	**نیمه عمر یک نمونهٔ پرتوزا ۴روز است. پس از گذشت چند روز تعداد هسته‌های پرتوزای این نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه می‌رسد؟**	۱/۲۵
	شاد و سلامت باشید	۲۰

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح نهایی درس: فیزیک ۳	رشته **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	**تعداد صفحات: ۳**	**تاریخ امتحان: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۰**		**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**	

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
۱	**الف) نرده ای ص.۳ ب) بردار جابجایی ص.۲ پ) شتاب ص.۱۱** **ت) بردار مکان ص.۴ ث) تندی متوسط ص.۴ هر مورد (۰/۲۵)**	۱/۲۵
۲	ص.۱۱ (۰/۲۵) $a_{av} = ۲ m/s^۲$ (۰/۲۵) $a_{av} = \frac{۲۴-۰}{۱۲-۰}$ (۰/۲۵) $a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱}$	۰/۷۵
۳	**الف) ۱۲ متر (۰/۲۵)** **ب)** $x = ۲t - ۴$ (۰/۲۵) $x = vt + x_۰$ (۰/۲۵) **پ) ص.۱۴** $t' = ۲s$ (۰/۲۵) $۲ = \frac{۰-(-۴)}{t'-۰}$ (۰/۲۵) $v = v_{av} = \frac{x - x_۰}{t' - t_۰}$ (۰/۲۵)	۱/۵
۴	**شکل الف (۰/۲۵) زیرا متحرک در هر لحظه از زمان صرفا در یک مکان می‌تواند باشد./ (۰/۲۵) ص.۲۳**	۰/۵
۵	**الف) بزرگی جسم (۰/۲۵) ، تندی جسم (۰/۲۵) ص. ۳۴** **ب) جنس سطح تماس دو جسم (۰/۲۵) میزان صافی و زبری آنها (۰/۲۵) ص.۴۰** **پ) رسم درست هر نیرو (۰/۲۵) ص.۵۰** 	۱/۵
۶	ص.۵۰ (۰/۲۵) $F_N = ۶۰۰N$ (۰/۲۵) $F_N - W = ۰ \Rightarrow F_N = W$ (۰/۲۵) $F_N - W = ma$ (۰/۲۵)	۱/۲۵
۷	**الف) خیر (۰/۲۵) ص.۲۸** **ب) به طرف چپ (۰/۲۵)** $f_k = ۱۰N$ (۰/۲۵) $۵۰ - f_k = ۲۰ \times ۲۰$ (۰/۲۵) $F - f_k = ma$ (۰/۲۵)	۱/۲۵
۸	ص.۴۱ (۰/۲۵) $k = ۲۰ N/cm$ (۰/۲۵) $۶۰ = k(۳)$ (۰/۲۵) $F_e = kx$ (۰/۲۵)	۰/۷۵
۹	**الف) نادرست ص..۵۹ ب) درست ص.۵۹ پ) درست ص.۶۲ ت) نادرست ص.۶۶** **ث) نادرست ص. ۶۸ ج) درست ص.۶۰ چ) نادرست ص. ۸۱ هر مورد (۰/۲۵)**	۱/۷۵
۱۰	**الف) صوت پس از بارتاب، با یک تاخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیما می شنود، به چنین بازتابی، پژواک می گویند. (۰/۵) ص. ۷۸** **ب) جنس محیط (۰/۲۵)، دمای محیط (۰/۲۵) ص.۷۱**	۱

بسمه تعالی

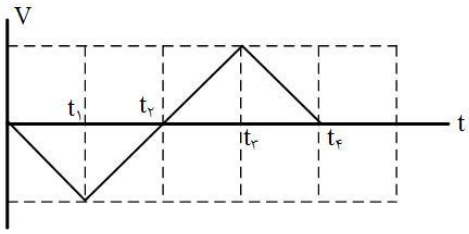
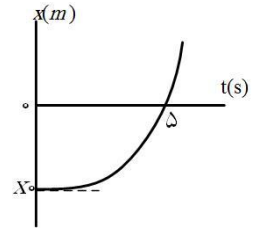
راهنمای تصحیح نهایی درس: فیزیک ۳	رشته **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	**تعداد صفحات: ۳**	**تاریخ امتحان: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۰**		**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**	

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
۱۱	**الف)** $\lambda = ۲۵cm$ (۰/۲۵) **ب)** $A = ۱۰cm$ (۰/۲۵) **پ) ص.۹۰** $T = \frac{۱}{۱۰}s$ (۰/۲۵) $T = \frac{۱}{f}$ (۰/۲۵)	۱
۱۲	**ص.۵۵** $f = ۲۰Hz$ (۰/۲۵) $۴۰\pi = ۲\pi f$ (۰/۲۵) $w = ۲\pi f$ (۰/۲۵)	۰/۷۵
۱۳	**الف) انرژی پتانسیل (۰/۲۵) ب) انرژی کل (انرژی مکانیکی) (۰/۲۵) پ) انرژی جنبشی (۰/۲۵) ص.۵۸**	۰/۷۵
۱۴	**الف) ص.۷۳** (۰/۲۵) $\beta = ۳۰dB$ (۰/۲۵) $\beta = ۱۰\log\frac{۱۰^{-۹}}{۱۰^{-۱۲}}$ (۰/۲۵) $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ (۰/۲۵)	۱/۵
۱۵	**بنابر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می تابد هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون های فلز بر هم کنش می‌کند (۰/۲۵) اگر فوتون در حین بر هم کنش انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد (۰/۲۵) الکترون به طور آنی از سطح فلز خارج می‌شود. (۰/۲۵) ص. ۹۷**	۰/۷۵
۱۶	(۰/۲۵) $\lambda = ۱۶۰۰nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{\infty})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ **فروسرخ (۰/۲۵) ص. ۱۰۱**	۱
۱۷	**الف) بتای مثبت ب) آلفا پ) گاما هر مورد (۰/۲۵) ص. ۱۱۸، ۱۱۶ و ۱۱۹**	۰/۷۵
۱۸	**الف) خطی ص.۹۹ ب) پروتون های ص. ۱۱۳ پ) بلند بُرد ص. ۱۱۴** **ت) بستگی هسته ای ص. ۱۱۵ ث) تابش ص. ۱۰۵ هر مورد (۰/۲۵)**	۱/۲۵
۱۹	$N = N_۰(\frac{۱}{۲})^n$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{۶۴}N_۰ = \frac{N_۰}{۲^n}$ (۰/۲۵) $n = ۶$ (۰/۲۵) **ص. ۱۲۱** (۰/۲۵) **روز** $t = ۶\times۴ = ۲۴$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$	۱/۲۵
	همکار محترم با تشکر از زحمات شما، لطفاً برای پاسخ های صحیح دیگر، نمرهٔ لازم را در نظر بگیرید.	۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۴**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	رشته: **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۳/۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

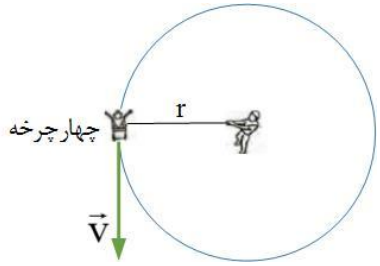
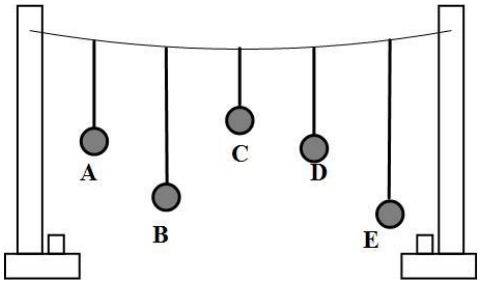
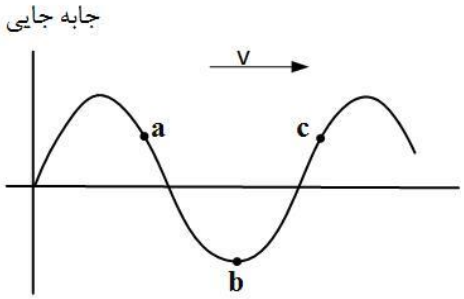
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱	در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید. الف) در حرکت بر خط راست (با تغییر - بدون تغییر) جهت، اندازهٔ بردار جابه‌جایی برابرمسافت پیموده شده است. ب) در حرکت با (سرعت - شتاب) ثابت روی خط راست، تغییرات سرعت نسبت به زمان به صورت یک تابع خطی است. پ) سرعت (لحظه‌ای - متوسط) در هر لحظهٔ دلخواه، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه است. ت) در حرکت بر خط راست، بردار شتاب متوسط با بردارتغییر (مکان - سرعت) هم‌جهت است.	۱
۲	شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با توجه به آن درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را با واژهٔ ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ نامه مشخص کنید. الف) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند. ب) در بازهٔ زمانی ۰ تا t_3، متحرک در لحظهٔ t_3 تغییر جهت می‌دهد. پ) سرعت متوسط متحرک، در کل زمان حرکت، صفر است. ت) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3، بردار شتاب در خلاف جهت محور x است. ث) در بازهٔ زمانی t_3 تا t_4، حرکت متحرک کندشونده است. 	۱/۲۵
۳	شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت $۲\,m/s^2$ در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. الف) مکان متحرک در لحظهٔ $t = ۰s$ چند متر است؟ ب) سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۵s$ چند متر بر ثانیه است؟ 	۱ ۰/۵
۴	جاهای خالی را در جمله‌های زیر را با کلمه‌های مناسب پر کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. الف) نیروهای کنش و واکنش هم نوع هستند و همواره به ..... جسم وارد می‌شوند. ب) هر چه تندی حرکت یک جسم درون شاره ..... باشد، اندازهٔ نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. پ) نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بین دو جسم، بستگی ..... . ت) معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح ..... است. ث) با ۳ برابر کردن فاصلهٔ میان دو ذره، اندازهٔ نیروی گرانشی بین آن‌ها ..... برابر می‌شود.	۱/۲۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۴**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	رشته: **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۳/۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

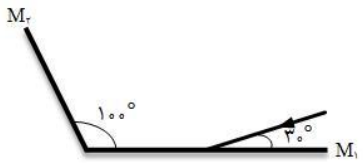
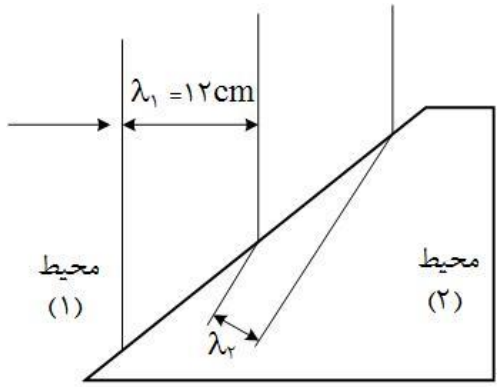
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۵	الف) خودرویی در یک جاده مستقیم حرکت می‌کند. اگر سرنشینان خودرو کمربند ایمنی را نبسته باشند و راننده ناگهان ترمز کند، چرا سرنشینان خودرو به طرف جلو پرتاب (متمایل) می‌شوند؟ ب) فنری به طول ۱۲cm را از یک نقطه آویزان می‌کنیم و به سر دیگرآن وزنهٔ ۰/۳ کیلوگرمی وصل می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول آن به ۱۴cm می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(g = ۱۰N / kg)$	۰/۵ ۰/۷۵
۶	مطابق شکل، شخصی یک چهارچرخه را با طناب ۱/۸ متری روی سطح افقی زمین به گونه‌ای می‌کشد که چهارچرخه با تندی ۳m/s روی دایره‌ای حرکت کند. اگر حرکت یکنواخت و نیروی کشش طناب ۱۲۰N باشد. با صرفنظر کردن از اصطکاک، الف) دورهٔ چهارچرخه چند ثانیه است؟ $(\pi \approx ۳)$ ب) جرم چهارچرخه چقدر است؟ 	۰/۷۵ ۰/۷۵
۷	به سؤال‌های زیر پاسخ کوتاه دهید. الف) در حرکت هماهنگ سادهٔ سامانهٔ جرم – فنر، کدام انرژی در نقاط بازگشتی به بیشینهٔ مقدار خود می‌رسد؟ ب) کدام امواج در طیف امواج الکترومغناطیسی، بیشترین طول موج را دارند؟ پ) برای امواج مکانیکی، در یک محیط جامد تندی انتشار امواج عرضی بیشتر است یا تندی انتشار امواج طولی؟	۰/۷۵
۸	دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده ۰/۰۵m و دوره آن ۰/۱s است. معادلهٔ مکان - زمان این نوسانگر را بنویسید.	۱
۹	درشکل مقابل، چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. آونگ (A) را به نوسان درمی‌آوریم. کدام آونگ با دامنهٔ بزرگتری به نوسان درمی‌آید؟ توضیح دهید. 	۰/۷۵
۱۰	تراز شدت صوت یک خیابان بی‌سروصدا ۴۰dB است. شدت صوت این خیابان، چند وات بر مترمربع است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲)$	۰/۷۵
۱۱	شکل روبه‌رو یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که با تندی v در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می کند. سه جزء a، b و c از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. الف) در این لحظه، کدام جزء به طرف پایین میرود؟ ب) کاهش نیروی کشش وارد بر این ریسمان ، چه اثری بر تندی انتشار موج عرضی دارد؟ 	۰/۲۵ ۰/۲۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۴**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	رشته: **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۳/۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱۲	در هریک از پرسش‌های زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. الف) شکل مقابل دو آینهٔ تخت M_1 و M_2 را نشان می‌دهد. پرتویی به آینه M_1 می تابد. زاویه بازتاب از آینه M_2 چقدر است؟ ۱) 50° ۲) 30° ۳) 40°  ب) آزمایش یانگ با نورتکفام سبز انجام شده است. این آزمایش با کدام نور تکفام به جای نورتکفام سبز انجام شود تا پهنای نوارهای روشن و تاریک روی پرده کاهش یابد؟ ۱) قرمز ۲) آبی ۳) زرد	۰/۵
۱۳	مفاهیم فیزیکی روبه‌رو را تعریف کنید: الف) پژواک ب) پراش	۱
۱۴	شکل مقابل جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز محیط (۱) و (۲) فرود آمده‌اند. اگر تندی موج عبوری در محیط (۲) ۰/۴ برابرِ تندی موج فرودی در محیط (۱) باشد، الف) طول موجِ λ_2 چند سانتیمتر است؟ ب) بسامد موج عبوری در مقایسه با بسامد موج فرودی چه تغییری می‌کند؟ 	۰/۷۵ ۰/۲۵
۱۵	پرتوی نوری با زاویه تابش 30° از یک محیط شفاف وارد هوا (n=۱) می‌شود. اگر زاویه شکست 60° باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ $(\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sin 30 = \frac{1}{2})$	۰/۷۵
۱۶	الف) طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ چه نام دارد؟ منشأ فیزیکی تشکیل آن چیست؟ ب) چرا مدل اتمی بور برای حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، به‌کار نمی‌رود؟ پ) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته چه نام دارد؟ ت) خواص شیمیایی هر اتم را عدد نوترونی تعیین میکند یا عدد اتمی؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۷	تابع کار فلزی برابر ۴/۵eV است. طول موج نور تابیده بر سطح فلز چند نانومتر باشد تا بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده ۰/۵eV شود؟ $(hc = 1240 eV.nm)$	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ چهارم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۴**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	رشته: **ریاضی فیزیک**	**نام و نام خانوادگی:**	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۳/۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات	نمره
۱۸	طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن (n'=۳) را به‌دست آورید و تعیین کنید این خط در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$	۱
۱۹	جاهای خالی در فرایند واپاشی ستون A تنها با یکی از واپاشی‌های ستون B مرتبط است. آنها را در پاسخ نامه مشخص کنید. (یک مورد اضافه است.) ستون A: الف) $^{۲۷}_{۱۳}AL \rightarrow ^{۲۷}_{۱۴}Si + \ldots$ ؛ ب) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}Th + \ldots$ ؛ پ) $^{۹۹}_{۴۳}T^{*} \rightarrow ^{۹۹}_{۴۳}T + \ldots$ ستون B: ۱) α ۲) β^{+} ۳) β^{-} ۴) γ	۰/۷۵
۲۰	نیمه عمر یک نمونهٔ پرتوزا ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت چند ساعت تعداد هسته های پرتوزای این نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد هسته های پرتوزای اولیه می‌رسد؟	۱/۲۵
	همگی موفق و پیروز باشید — جمع بارم	۲۰

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۳/۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) بدون تغییر ب) شتاب پ) لحظه ای ت) سرعت هر مورد (۰/۲۵) ص ۲ و ۹ و ۱۱ و ۱۵	۱
۲	الف) نادرست ب) درست پ) درست ت) نادرست ث) درست هر مورد (۰/۲۵) ص. ۱۹ و ۲۰ و ۲۷	۱/۲۵
۳	الف) (۰/۲۵) $x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰$ (۰/۲۵) $v_۰=۰$ (۰/۲۵) $x_۰=-۲۵m$ (۰/۲۵) $۰=\frac{۱}{۲}\times۲\times۵^۲+x_۰$ ب) (۰/۲۵) $v=۲\times۵=۱۰\ m/s$ (۰/۲۵) $v=at+v_۰$ ص ۱۷	۱/۵
۴	الف) دو ب) بیشتر پ) ندارد ت) کمتر ث) $\frac{۱}{۹}$ هر مورد (۰/۲۵) ص ۳۴ و ۳۶ و ۴۱ و ۴۲ و ۵۴	۰/۲۵
۵	الف) طبق قانون اول نیوتون و خاصیت لختی، سرنشینان خودرو تمایل دارند حرکت رو به جلوی خود را حفظ کنند. بنابر این با ترمز ناگهانی خودرو، سرنشینان به طرف جو پرتاب (متمایل) می‌شوند. (۰/۵) ب) (۰/۲۵) $k=۱۵۰N/m$ (۰/۲۵) $k\times(۱۴-۱۲)\times۱۰^{-۲}=۰/۳\times۱۰$ (۰/۲۵) $k(L-L_۰)-mg=۰$ ص. ۳۱ و ۴۴	۱/۲۵
۶	الف) (۰/۲۵) $T=۳/۶\ s$ (۰/۲۵) $T=\frac{۲\times۳\times۱/۸}{۳}$ (۰/۲۵) $T=\frac{۲\pi r}{v}$ ب) (۰/۲۵) $m=۲۴\ kg$ (۰/۵) $۱۲۰=m\times\frac{۹}{۱۸}$ $F_{net}=T=m\frac{v^۲}{r}$ ص ۵۳	۱/۵
۷	الف) انرژی پتانسیل ب) امواج رادیویی پ) امواج طولی هر مورد (۰/۲۵) ص ۶۶ و ۷۶ و ۷۷	۰/۷۵
۸	(۰/۲۵) $\omega=\frac{۲\pi}{T}$ (۰/۲۵) $\omega=\frac{۲\pi}{۰/۱}=۲۰\pi\ rad/s$ (۰/۲۵) $x=A\cos\omega t$ (۰/۲۵) $x=۰/۰۵\cos۲۰\pi t$ ص ۶۴ و ۸۹	۱
۹	آونگ **(D)**، (۰/۲۵) چون طول آونگ **(D)**، با طول آونگ **(A)**، برابر است، طبق رابطه $f=\sqrt{g/L}/۲\pi$ بسامد نوسان آن ها با هم برابر شده و پدیده تشدید رخ می‌دهد. در نتیجه دامنه نوسان های آن بزرگ تر و بزرگ تر می‌شود. (۰/۵) ص ۶۸ و ۸۶	۰/۷۵
۱۰	(۰/۲۵) $I=۱۰^{-۸}\ W/m^۲$ (۰/۲۵) $۴۰=۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$ (۰/۲۵) $\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ ص ۸۱	۰/۷۵
	ادامه پاسخ ها در صفحه دوم	

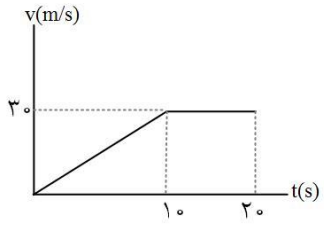
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۳/۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۱	الف) جزء c ب) کاهش می‌یابد هر مورد (۰/۲۵) ص ۷۳ و ۸۶	۰/۵
۱۲	الف) گزینه ۳ ب) گزینه ۲ هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۰۴ و ۱۱۱ و ۱۱۳	۰/۵
۱۳	الف) اگر صوت پس از بازتاب، با یک تاخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود، به چنین بازتابی پژواک می گویند. (۰/۵) ب) به پدیده ای که موج در عبور از شکاف با پهنایی از مرتبه طول موج به اطراف گسترده می‌شود، پراش می گویند. (۰/۵) ص ۹۲ و ۱۰	۱
۱۴	الف) (۰/۲۵) $\lambda_۲ = ۴/۸\ cm$ (۰/۲۵) $\frac{۰/۴v_۱}{v_۱} = \frac{\lambda_۲}{۱۲}$ (۰/۲۵) $\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$ ص ۱۱۱ و ۱۱۲	۱
۱۵	(۰/۲۵) $n_۱ = \sqrt{۳}$ (۰/۲۵) $n_۱ \times \frac{۱}{۲} = ۱ \times \frac{\sqrt{۳}}{۲}$ $n_۱ \times \sin ۳۰ = ۱ \times \sin ۶۰$ (۰/۲۵) $n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$ ص ۹۸	۰/۷۵
۱۶	الف) طیف پیوسته (۰/۲۵) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است. (۰/۲۵) ب) در این مدل، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است. (۰/۵) پ) انرژی بستگی هسته (۰/۲۵) ت) عدد اتمی (۰/۲۵) ص ۱۲۱ و ۱۳۱ و ۱۳۹ و ۱۴۱	۱/۵
۱۷	(۰/۲۵) $\lambda = ۲۴۸\ nm$ (۰/۲۵) $۰/۵ = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} - ۴/۵$ (۰/۲۵) $K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_۰$ ص ۱۳۴	۰/۷۵
۱۸	(۰/۲۵) $\lambda = ۱۲۰۰\ nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰} \times (\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۳۶})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ ص ۱۲۴	۱
۱۹	الف) ۳ ب) ۱ پ) ۴ هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۴۲ تا ۱۴۵	۰/۷۵
۲۰	(۰/۲۵) $\frac{۱}{۶۴} N_۰ = \frac{N_۰}{۲^n}$ **n=۶** (۰/۲۵) $N = \frac{N_۰}{۲^n}$ (۰/۵) $t = ۲۰ \times ۶ = ۱۲۰\ min = ۲\ h$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T}$ ص ۱۴۷	۱/۲۵
	همکاران محترم، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برا ی پاسخ های درست دیگر، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید.	۲۰

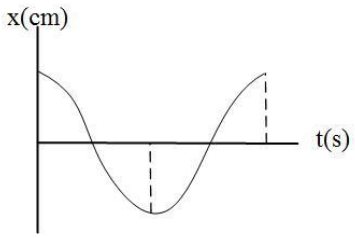
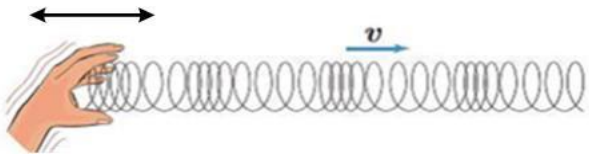
بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۱۰ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۱۰/۱۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	در جمله های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) شتاب متوسط، کمیتی برداری و هم جهت با بردار (تغییر سرعت - جابه‌جایی) است. ب) سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر تغییر (مکان- سرعت) است. پ) در حرکت تندشونده روی خط راست، بردارهای سرعت و شتاب (هم جهت - در خلاف جهت هم) هستند . ت) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت (عمود - مماس) است .	۱
۲	نمودار سرعت - زمان متحرکی در امتداد محور x مطابق شکل است:  الف) جابه جایی کل متحرک را حساب کنید . ب) نمودار شتاب – زمان را در کل مدت زمان حرکت رسم نمایید .	۰/۷۵ ۰/۷۵
۳	معادلهٔ حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند ، در SI به صورت $x=-۲t^۲+۵t$ است. الف) شتاب حرکت جسم چقدر است؟ ب) جسم در چه لحظه هایی از مبدأ عبور می‌کند؟	۰/۵ ۰/۷۵
۴	درستی یا نادرستی جمله های زیر را ، با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید : الف) برای اعمال نیرو بین دو جسم، باید دو جسم در تماس با هم باشند . ب) اگر نیروی خالص وارد بر یک جسم بزرگتر شود، شتاب حاصل از آن نیز بیشتر می‌شود. پ) نیروی کنش و واکنش هم اندازه و هم‌راستا هستند و جهت آن ها مانند یکدیگر است. ت) نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم، به اندازه و تندی آن جسم بستگی دارد. ث) اندازهٔ نیروی کشسانی فنر با اندازهٔ تغییر طول آن، نسبت وارون دارد. ج) نیروی گرانشی بین دو ذره با مربع فاصلهٔ آن ها از یکدیگر نسبت وارون دارد.	۱/۵
۵	در شکل روبه رو، شخصی با یک طناب افقی جعبهٔ ۱۰۰ کیلوگرمی را با نیروی T می‌کشد. الف) اگر جعبه در آستانهٔ حرکت و T=۴۰۰N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح را محاسبه کنید. $(g=۱۰\,m/s^۲)$ ب) اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح ۰/۳ و T=۴۴۰N باشد، شتاب حرکت جعبه را پس از حرکت حساب کنید.	۰/۷۵ ۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۱۰ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۱۰/۱۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	حداقل نیروی اصطکاک ایستایی بین چرخ های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرویی به جرم ۸۰۰kg بتواند با تندی ۵۴km/h پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن ۵۰ متر است، دور بزند؟	۱
۷	به پرسش های زیر در مورد حرکت هماهنگ ساده، پاسخ کوتاه دهید : الف) به مدت زمان یک چرخهٔ کامل (یک نوسان کامل) چه می‌گویند ؟ ب) انرژی پتانسیل نوسانگر ، در وسط مسیر نوسان (نقطهٔ تعادل) چقدر است ؟ پ) به کمک کدام وسیله می توان شتاب گرانشی یک محل را اندازه گرفت ؟ ت) اگر بسامد نوسان های واداشته با بسامد نوسان طبیعی نوسانگر برابر باشد، چه اتفاقی می‌افتد ؟	۱
۸	نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است.  الف) دورهٔ این حرکت چقدر است؟ ب) معادلهٔ حرکت آن را بنویسید.	۰/۲۵ ۰/۷۵
۹	شکل مقابل، نحوهٔ انتشار یک موج سینوسی را نشان می دهد:  الف) این نوع موج طولی است یا عرضی؟ چرا؟ ب) این موج مکانیکی است یا الکترومغناطیسی؟	۰/۷۵ ۰/۲۵
۱۰	تراز شدت صوتی ۷۰dB است. شدت این صوت چند وات بر متر مربع است ؟ $(I_{\circ}=10^{-12}W/m^2)$	۰/۷۵
۱۱	در جمله های زیر ، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید : الف) خفاش از طریق مکان یابیِ ..... ، مکان اجسام متحرک مقابل خود را تعیین می‌کند . ب) اگر سطح بازتابندهٔ نور مانند آینه، بسیار ..... باشد، بازتاب را منظم می‌گویند. پ) بازتاب موج در اجسامی مانند ..... را، بازتاب در یک بعد می‌گوییم. ت) تندی موجِ سطحی هنگام ورود از قسمت عمیقِ آب به قسمت کم عمق ، ..... می یابد. ث) به نسبت تندی نور در ..... به تندی نور در هر محیط شفاف، ضریب شکست آن محیط می‌گویند .	۱/۲۵
۱۲	پرتو نوری با زاویهٔ تابش 30° از شیشه وارد محیط شفاف دیگری می‌شود. اگر تندی نور در شیشه $2\times10^8 m/s$ و زاویهٔ شکست این پرتو در محیط دوم برابر با 45° باشد، تندی نور در محیط دوم چقدر است؟ $(\sin30^\circ=\frac{1}{2}, \sin45^\circ=\frac{\sqrt{2}}{2})$	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

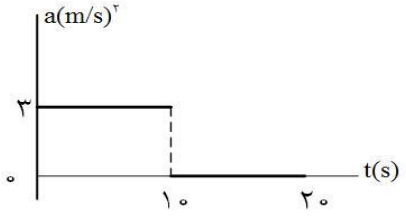
بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۱۰ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۱۰/۱۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	در یک تارِ دو سر بسته به طول ۶۰cm، موج ایستاده ای تشکیل شده است . اگر تندی انتشار موج در تار ۲۴۰m/s باشد و هماهنگ سوم در تار اجرا شود: الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است؟ ب) شکل موج حاصل در تار را رسم کنید.	۰/۷۵ ۰/۵
۱۴	الف) تابع کار فلز را تعریف کنید . ب) الکترون ولت ، یکای کدام کمیت در فیزیک اتمی است ؟ پ) چرا به طیف اجسام جامد ، طیف پیوسته می گوییم ؟	۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۱۵	در اتم هیدروژن ، بلندترین طول موج در رشته پاشن (**n'**=۳) چند نانومتر است ؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$	۰/۷۵
۱۶	الکترونی در اولین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد . انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید . $(E_R = ۱۳/۶\ eV)$	۰/۷۵
۱۷	الف) دو ویژگی نیروی هسته ای را بنویسید ؟ ب) وقتی عدد اتمی افزایش می یابد ، عناصرِ داخل هسته ، برای پایدار ماندن چه تغییری می کنند ؟ پ) معادلهٔ واپاشی بتا $(\beta^{-۱})$ را بنویسید.	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۸	پس از گذشت ۱۲۰ روز، از یک مادهٔ رادیواکتیو $\frac{۱}{۱۶}$ هسته های اولیه باقی مانده است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟	۱
	همگی موفق و پیروز باشید — جمع بارم	۲۰

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) تغییر سرعت ب) مکان پ) هم جهت ت) مماس هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۰و ۱۱و ۱۶ و ۱۷	۱
۲	الف) $\Delta x = (\frac{۱۰\times۳۰}{۲}) + (۱۰\times۳۰) = ۴۵۰ m$ (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $a_۱ = \frac{۳۰۰-۰}{۱۰} = ۳\ m/s^۲$ رسم نمودار (۰/۵)  ص ۲۱	۱/۵
۳	الف) $\frac{۱}{۲}a = -۲ \rightarrow a = -۴ m/s^۲$ ب) $t = ۰ s$ (۰/۲۵) $۰ = t(۲t+۵)$ $۰ = -۲t^۲ + ۵t$ $t = ۲/۵ s$ (۰/۲۵) ص ۱۷	۱/۲۵
۴	الف) (ن) ب) (د) پ) (ن) ت) (د) ث) (ن) ج) (د) هر مورد (۰/۲۵) ص ۳۲ و ۳۴و ۴۳ و ۵۴	۱/۵
۵	الف) (۰/۲۵) $\mu_s = ۰/۴$ $۴۰۰ = \mu_s \times ۱۰۰۰$ $f_{s,max} = \mu_s FN = \mu_s mg$ (۰/۵) ب) (۰/۲۵) $a = ۱/۴ m/s^۲$ $۴۴۰ - (۰/۳\times۱۰۰۰) = ۱۰۰ a$ $F - \mu_k F_N = ma$ (۰/۵) ص ۴۴	۱/۵
۶	(۰/۲۵) $f_s = ۳۶۰۰ N$ $f_s = ۸۰۰\times\frac{(۱۵)^۲}{۵۰}$ (۰/۲۵) $F = f_s = m\frac{v^۲}{r}$ (۰/۵) ص ۵۹	۱
۷	الف) دوره ب) صفر پ) آونگ ساده ت) تشدید هر مورد (۰/۲۵) ص ۶۲و ۶۶و ۶۷و ۶۸	۱
۸	الف) (۰/۲۵) $\frac{T}{۲} = ۰/۲ \rightarrow T = ۰/۴ s$ ب) (۰/۲۵) $x_{(cm)} = ۳\cos ۵\pi t$ (۰/۲۵) $\omega = \frac{۲\pi}{۰/۴} = ۵\pi rad/s$ (۰/۲۵) $\omega = \frac{۲\pi}{T}$ ص ۸۵	۱
۹	الف) طولی (۰/۲۵) چون راستای نوسان اجزاء فنر، در همان راستای انتشار موج است (۰/۵) ب) مکانیکی (۰/۲۵) ص ۶۹ و ۷۷	۱
۱۰	(۰/۲۵) $I = ۱۰^{-۵} W/m^۲$ (۰/۲۵) $۷۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$ (۰/۲۵) $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ ص ۸۱	۰/۷۵
۱۱	الف) پژواکی ب) هموار (صیقلی) پ) طناب (فنر، سیم یا ....) ت) کاهش ث) خلا هر مورد (۰/۲۵) ص ۹۰ و ۹۲ و ۹۴ و ۹۵ و ۹۷	۱/۲۵

بسمه تعالی

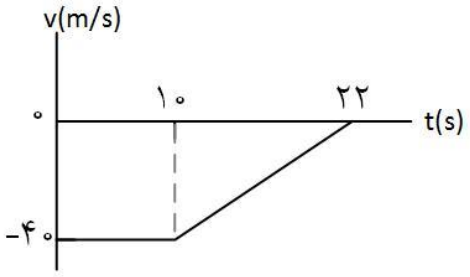
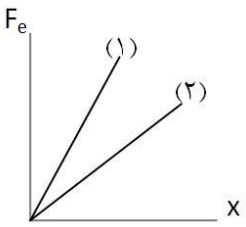
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهء دوم	
۱۲	$v_۲ = ۲\sqrt{۲}\times ۱۰^۸ \ m/s$ (۰/۲۵) $\quad \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{v_۲}{۲\times ۱۰^۸}$ (۰/۲۵) $\quad \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱}$ (۰/۲۵) ص ۹۶	۰/۷۵
۱۳	الف) $f = \frac{۳\times ۲۴۰}{۲\times ۰/۶} = ۶۰۰Hz$ (۰/۵) $\quad f = \frac{nv}{۲L}$ (۰/۲۵) ب) رسم شکل (۰/۵) ص ۱۱۳	۱/۲۵
۱۴	الف) کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از سطح یک فلز (۰/۵) ب) انرژی (۰/۲۵) پ) زیرا شامل گستره پیوسته ای از طول موج هاست (۰/۵) ص ۱۱۸ و ۱۱۹	۱/۲۵
۱۵	$\lambda = \frac{۱۴۴۰۰}{۷} \approx ۲۰۵۷ \ nm$ (۰/۲۵) $\quad \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶})$ (۰/۲۵) $\quad \frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ (۰/۲۵) ص ۱۲۴	۰/۷۵
۱۶	اولین حالت برانگیخته ، یعنی: $n=۲$ (۰/۲۵) $\quad E_n = -\frac{۱۳/۶}{۲^۲} = -۳/۴eV$ (۰/۲۵) $\quad E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ (۰/۲۵) ص ۱۲۸	۰/۷۵
۱۷	الف) کوتاه برد (۰/۲۵) و مستقل از بار الکتریکی (۰/۲۵) است. ب) تعداد نوترون ها در هسته افزایش می‌یابد. (۰/۵) پ) $^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+۱}Y + {}^۰_{-۱}e^-$ (۰/۵) ص ۱۴۰ و ۱۴۴	۱/۵
۱۸	$N = \frac{N_۰}{۲^n}$ (۰/۲۵) $\quad N = \frac{N_۰}{۱۶} = \frac{N_۰}{۲^۴} \rightarrow n = ۴$ (۰/۲۵) $\quad n = \frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $\quad T = \frac{۱۲۰}{۴} = ۳۰$ روز (۰/۲۵) ص ۱۴۷	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برا ی پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

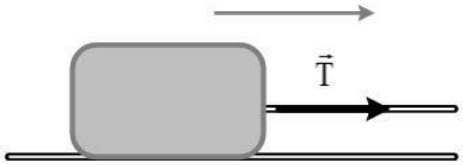
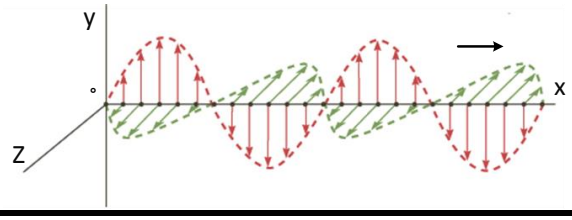
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید . الف) سرعت متوسط، یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان، هم جهت می‌باشد. ب) شیب خطی که نمودار سرعت - زمان را در دو لحظه به هم وصل می‌کند، برابر شتاب لحظه‌ای است. پ) عقربهٔ تندی سنج خودروها، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهند. ت) شتاب در یک حرکت، فقط به دلیل تغییر در اندازهٔ بردار سرعت ایجاد می‌شود.	۱
۲	موتورسواری در یک مسیر مستقیم در امتداد محور x حرکت می‌کند. نمودار سرعت - زمان موتورسوار مطابق شکل است. در این حرکت: الف) موتورسوار از لحظهٔ صفر تا ۲۲s چقدر جابه‌جا شده است؟ ب) اگر $x_{\circ} = \circ$ باشد، نمودار مکان – زمان حرکت او را رسم نمایید . 	۰/۷۵ ۰/۷۵
۳	معادلهٔ حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند، در SI به صورت $x = ۴t^{۲} - ۲۰t + ۱۰$ است. الف) معادلهٔ سرعت جسم را به دست آورید. ب) جابه جایی جسم در بازهٔ زمانی صفر تا ۵s چند متر است؟	۰/۷۵ ۰/۵
۴	در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) لختی، خاصیتی در اجسام است که می خواهند وضعیت حرکت خود را (تغییر دهند - حفظ کنند). ب) نیروی وزن یک جسم، به مکانی که جسم در آن قرار دارد، وابسته (است- نیست). پ) برای اعمال نیرو بین دو جسم، (باید- نیازی نیست) دو جسم در تماس با هم باشند. ت) نیروهای کنش و واکنش، اثرهای (متفاوتی- یکسانی) در اجسام ایجاد می‌کنند. ث) در چرخش (ماه به دور زمین- الکترون به دور هسته) نیروی مرکزگرا، نیروی الکتریکی است.	۱/۲۵
۵	نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر (۱) و (۲) مطابق شکل است. الف) ثابت کدام فنر بزرگتر است ؟ چرا ؟ ب) ثابت هر فنر به چه عامل هایی بستگی دارد؟ (دو مورد) 	۰/۵ ۰/۵
۶	خودرویی در یک میدان مسطح افقی به شعاع ۱۰۰ متر با تندی ۲۰m/s در حال دور زدن است . شتاب مرکزگرای خودرو را حساب کنید .	۰/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

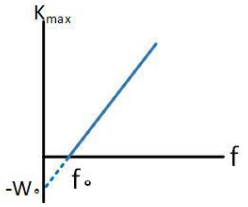
ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۷	مطابق شکل، یک جسم به جرم $800kg$ در سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ در حرکت است . اگر نیروی کشش طناب $5600N$ باشد، شتاب حرکت جسم را به‌دست آورید . $(g = 10N/kg)$ 	۱/۲۵
۸	جاهای خالی جمله های زیر را در مورد یک سامانهٔ جرم – فنر ، با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید : الف) اگر به ازاء جرم معین ، ثابت فنر را کاهش دهیم ، دورهٔ نوسان ها ..... می‌یابد . ب) وقتی سطح اصطکاک ندارد، انرژی مکانیکی سامانه، ..... می‌ماند. پ) انرژی جنبشی نوسانگر در ....., صفر است.	۰/۷۵
۹	معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0/03\cos 25\pi t$ است. در چه زمانی پس از لحظهٔ صفر، برای اولین بار تندی آن بیشینه می‌شود؟	۱
۱۰	شکل مقابل، نحوهٔ انتشار یک موج سینوسی را نشان می‌دهد: الف) این موج مکانیکی است یا الکترومغناطیسی ؟ ب) این نوع موج طولی است یا عرضی ؟ چرا ؟ 	۰/۲۵ ۰/۵
۱۱	الف) تندی صوت در تعدادی محیط مادی ، مطابق جدول است : دو نتیجه از مقایسهٔ عددهای این جدول بنویسید . ب) شدت صوت حاصل از یک منبع صوتی در فاصلهٔ $r_1 = 80m$ برابر $2\times10^{-4} W/m^2$ است . با فرض چشم پوشی از جذب انرژی صوتی در محیط و بازتاب موج ، شدت این صوت در فاصلهٔ $r_2 = 320m$ به چه مقدار می‌رسد؟	۰/۵ ۰/۷۵
۱۲	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید : الف) طبق کدام قانون، زاویهٔ تابش همواره با زاویهٔ بازتابش برابر است؟ ب) در اثر تغییر تندی موج در ورود به یک محیط دیگر، چه پدیده‌ای رخ می‌دهد؟ پ) وقتی جبهه‌های موج به ناحیهٔ کم عمق ساحلی می رسند، تندی آنها چه تغییری می‌کند؟ ت) کمترین اختلاف زمانی بین دو صوت چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تشخیص دهید ؟ ث) برای ایجاد پدیدهٔ پراش، پهنای شکاف باید از چه مرتبه ای باشد؟	۱/۲۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

محیط	تندی (m/s)
هوا $(0^\circ C)$	۳۳۱
هوا $(20^\circ C)$	۳۴۳
آب $(20^\circ C)$	۱۴۸۲

بسمه تعالی

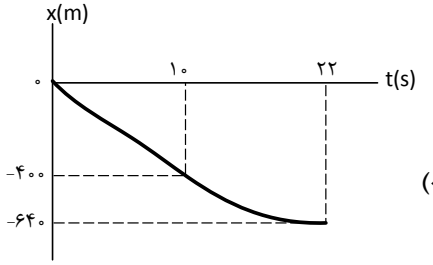
سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	الف) شکل روبه‌رو ، دو تپ را نشان می‌دهد که به طرف هم حرکت می‌کنند. شکل این دو تپ را : (۱) در لحظهٔ همپوشانی و (۲) بعد از همپوشانی رسم کنید. ب) نقش تداخلی برای امواج نوری به صورت نوارهای روشن وتاریک است . معین کنید هر کدام از نوارهای روشن و تاریک از کدام نوع تداخل ایجاد شده اند ؟	۰/۵ ۰/۵
۱۴	شکل زیر ، موج ایستاده ای را نشان می دهد که در یک تارِ دو سر بسته تشکیل شده است . اگر تندی انتشار موج در تار ۲۷۰ m/s و طول موج حاصل ۰/۶ m باشد: الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است ؟ ب) طول تار را بدست آورید .	۰/۵ ۰/۵
۱۵	نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بر حسب بسامد نور فرودی در پدیدهٔ فوتوالکتریک را مشاهده می کنید .  الف) شیب نمودار نشان دهندهٔ کدام کمیت است ؟ ب) در این پدیده $f_{\circ}$ چیست؟ پ) اگر بسامد نور فرودی $(f \succ f_{\circ})\, f$ افزایش یابد، K_{max} چه تغییری می‌کند؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۶	کوتاه ترین طول موج در رشته براکت (n'=۴) هیدروژن اتمی را به‌دست آورید. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-1})$ این خط در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع است ؟	۱
۱۷	الف) خط های تاریک در طیف خورشید ناشی از چیست ؟ ب) یک اشکال مدل اتمی رادرفورد در مورد پایداری اتم را با توجه به شکل توضیح دهید .	۰/۵ ۰/۵
۱۸	الف) ایزوتوپ (هم مکان) یعنی چه؟ ب) چرا هسته ها در فرایندهای شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟ پ) معادلهٔ مقابل مربوط به واپاشی یک ذرهٔ آلفا را کامل کنید (به جای هستهٔ به دست آمده ${}^{A}_{Z}X$ بگذارید): ${}^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow .... + ...$	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۹	نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۲۳ روز است. پس از گذشت ۱۱۵ روز، چه کسری از هسته های فعال آن باقی مانده‌اند؟	۱
	همگی موفق و پیروز باشید — جمع نمرات	۲۰

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰	**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) (د) ب) (ن) پ) (د) ت) (ن) هر مورد (۰/۲۵) ص۳ و ۹ و ۱۰ و ۱۱	۱
۲	الف) $\Delta x = (-۴۰\times ۱۰) + (\frac{(-۴۰)\times ۱۲}{۲}) = -۶۴۰ m$ (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵) ب) رسم درست نمودار شامل: راست بودن خط نمودار در مرحله اول (۰/۲۵) منحنی با شیب کم شونده در مرحله دوم (۰/۲۵) صفر شدن شیب نمودار در ثانیه ۲۲ (۰/۲۵)  ص ۲۱	۱/۵
۳	الف) (۰/۲۵) $v = ۸t - ۲۰$ (۰/۲۵) $v_{۰} = -۲۰ m/s$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{۲}a = ۴ \rightarrow a = ۸ m/s^{۲}$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $\Delta x = ۰$ (۰/۲۵) $\Delta x = ۴(۵)^{۲} - ۲۰(۵)$ ص ۵ و ۱۶ و ۱۷	۱/۲۵
۴	الف) حفظ کنند ب) است پ) نیازی نیست ت) متفاوتی ث) الکترون به دور هسته هر مورد (۰/۲۵) ص ۳۱ و ۳۴ و ۵۲	۱/۲۵
۵	الف) فنر (۱) (۰/۲۵)، چون شیب بیشتری دارد (۰/۲۵) ب) دو عامل از : اندازه، شکل یا جنس فنر هر عامل (۰/۲۵) ص ۴۳	۱
۶	(۰/۲۵) $a = \frac{۴۰۰}{۱۰۰} = ۴ m/s^{۲}$ (۰/۲۵) $a = \frac{v^{۲}}{r}$ ص ۵۱ و ۵۲	۰/۵
۷	(۰/۲۵) $f_k = ۰/۴ \times ۸۰۰۰ = ۳۲۰۰ N$ (۰/۵) $f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$ (۰/۲۵) $a = ۳ m/s^{۲}$ (۰/۲۵) $۵۶۰۰ - ۳۲۰۰ = ۸۰۰a$ $F - f_k = ma$ ص ۴۲ و ۴۳	۱/۲۵
۸	الف) افزایش ب) ثابت (پایسته) پ) نقاط بازگشتی هر مورد (۰/۲۵) ص ۶۵ و ۶۶	۰/۷۵
۹	(۰/۲۵) $T = \frac{۲\pi}{۲۵\pi} = ۰/۰۸ s$ (۰/۲۵) $T = \frac{۲\pi}{\omega}$ (۰/۲۵) $t = \frac{۰/۰۸}{۴} = ۰/۰۲ s$ (۰/۲۵) $t = \frac{T}{۴}$ ص ۸۵	۱
۱۰	الف) الکترومغناطیسی (۰/۲۵) ب) عرضی (۰/۲۵) ، چون راستای نوسان میدان ها، عمود بر راستای انتشار موج است (۰/۲۵) ص ۷۴ و ۷۵	۰/۷۵
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهء دوم	

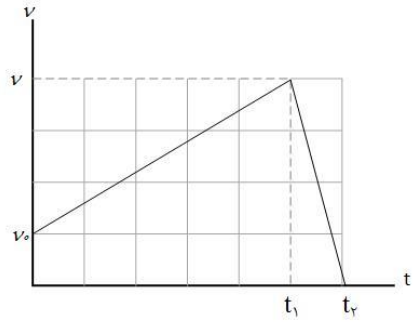
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰	**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۱	الف) ۱) تندی صوت در محیط مایع بیشتر از محیط گاز است ۲) تندی صوت در گاز، با افزایش دما، بیشتر می‌شود هر مورد (۰/۲۵) ب) $\frac{I_۲}{۲\times۱۰^{-۴}}=(\frac{۸۰}{۳۲۰})^۲$ (۰/۲۵) $\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$ (۰/۲۵) $I_۲=\frac{۱}{۸}\times۱۰^{-۴}\,W/m^۲$ (۰/۲۵) $\frac{I_۲}{۲\times۱۰^{-۴}}=\frac{۱}{۱۶}$ (۰/۲۵) ص ۷۹ و ۸۸	۱/۲۵
۱۲	الف) قانون بازتاب عمومی ب) شکست موج پ) کاهش می‌یابد ت) ۰/۱ ثانیه ث) از مرتبه طول موج هر مورد (۰/۲۵) ص ۹۱ و ۹۵ و ۱۰۲	۱/۲۵
۱۳	الف) (۱) در لحظه تداخل (۲) بعد از تداخل ب) نوار روشن: تداخل سازنده نوار تاریک: تداخل ویرانگر هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۰۲ و ۱۰۴	۱
۱۴	الف) (۰/۲۵) $f=\frac{۲۷۰}{۰/۶}=۴۵۰\,Hz$ (۰/۲۵) $f=\frac{v}{\lambda}$ ب) (۰/۲۵) $L=۳\times۰/۳=۰/۹\,m$ (۰/۲۵) $L=۳\frac{\lambda}{۲}$ ص ۱۰۷	۱
۱۵	الف) ثابت **h** (۰/۲۵) ب) بسامد آستانه (۰/۲۵) پ) افزایش می‌یابد (۰/۲۵) ص ۱۱۷ و ۱۱۸	۰/۷۵
۱۶	(۰/۲۵) $\lambda=۱۶۰۰\,nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}\times(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{\infty})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})$ فروسرخ (۰/۲۵) ص ۱۲۴	۱
۱۷	الف) ناشی از طول موج های جذب شده توسط عناصر موجود در جو خورشید یا زمین. (۰/۵) ب) اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می‌کند و سرانجام روی هسته فرو می افتد. (۰/۵) ص ۱۲۱ و ۱۲۶	۱
۱۸	الف) هسته هایی که دارای تعداد پروتون مساوی و تعداد نوترون متفاوت هستند . (۰/۵) ب) زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته بسیار بالا است و انرژی لازم برای شرکت در واکنش را نمی‌توانند از طریق واکنش های شیمیایی کسب کنند. (۰/۵) پ) $^{۲۳۸}_{۹۲}U\rightarrow{}^{۲۳۴}_{۹۰}X+{}^{۴}_{۲}\alpha$ هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۳۹ و ۱۴۱ و ۱۴۷	۱/۵
۱۹	(۰/۲۵) $n=\frac{۱۵۵}{۲۳}=۵$ (۰/۲۵) $n=\frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $N=\frac{N_۰}{۲^۵}=\frac{N_۰}{۳۲}$ (۰/۲۵) $N=\frac{N_۰}{۲^n}$ ص ۱۴۷	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برا ی پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

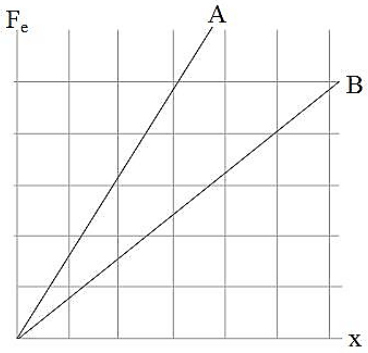
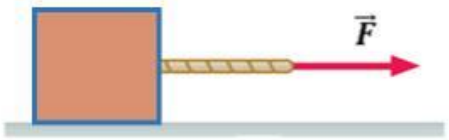
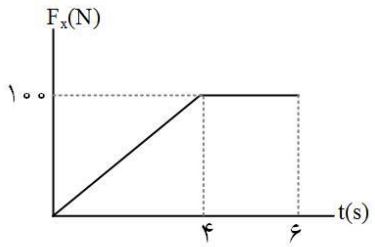
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های (د) یا (ن) در پاسخ‌برگ مشخص کنید: الف) نمودار مکان – زمان در حرکت با شتاب ثابت به صورت خط راست است. ب) در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند، جهت بردار مکان تغییر می‌کند. پ) مسافت طی شده توسط متحرک، کمیتی نرده‌ای است. ت) در حرکت بر روی خط راست، اگر شتاب حرکت ثابت بماند، اندازهٔ سرعت نیز ثابت می‌ماند.	۱
۲	با توجه به نمودار سرعت – زمان داده شده که مربوط به متحرکی است که بر محور x حرکت می‌کند، در جمله‌های زیر عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید و به پاسخ‌برگ منتقل کنید.  الف) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 حرکت متحرک (تندشونده – کندشونده) است. ب) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 متحرک در (خلاف جهت – جهت) محور x حرکت می‌کند. پ) در بازهٔ زمانی صفر تا t_2 اندازهٔ سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط متحرک برابر (است – نیست). ت) اندازهٔ شتاب حرکت در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 (بیشتر – کمتر) از شتاب حرکت در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 است.	۱
۳	معادلهٔ مکان – زمان دو متحرک در SI به صورت $x_A = ۲t - ۴$ و $x_B = -۳t + ۶$ می باشد. الف) در چه لحظه‌ای دو متحرک به هم می‌رسند؟ ب) نمودار مکان – زمان آنها را در یک دستگاه مختصات به طور دقیق رسم کنید.	 ۰/۵ ۰/۵
۴	خودرویی با سرعت ۲۰m/s در حال حرکت است. وقتی به فاصلهٔ ۳۷/۵ متری مانعی می‌رسد، راننده به محض دیدن مانع ترمز می‌گیرد و سرعت خودرو با شتاب ثابت کاهش می‌یابد و با سرعت ۱۰m/s به مانع برخورد می‌کند. (زمان واکنش راننده ناچیز فرض شود.) الف) شتاب خودرو پس از ترمز گرفتن چقدر بوده است؟ ب) اندازهٔ سرعت متوسط خودرو از لحظهٔ ترمز گرفتن تا لحظهٔ برخورد به مانع چقدر است؟	 ۰/۵ ۰/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

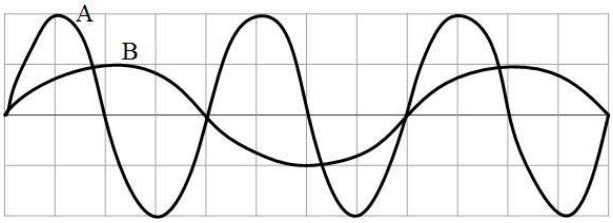
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۵	**به پرسشهای زیر پاسخ کوتاه بدهید .**	
	الف) چرا در ترمزهای ناگهانی، سرنشینان خودرو رو به جلو پرتاب می‌شوند؟	۰/۵
	ب) در چه شرایطی، چتربازی که در حال سقوط است، به تندی حدی می‌رسد؟	۰/۵
	پ) دو عامل مؤثر بر ضریب اصطکاک جنبشی را بنویسید.	۰/۵
	ت) در شکل مقابل، نمودار نیرو بر حسب تغییر طول را برای دو فنر A و B مشاهده می‌کنید. ثابت فنر کدام یک بیشتر است؟ 	۰/۲۵
	ث) نمودار نیروی گرانشی وارد بر یک ماهواره را بر حسب فاصله از سطح زمین به طور کیفی رسم کنید.	۰/۵
۶	**به جسمی به جرم ۲۰kg، نیروی $F=۸۰N$ مطابق شکل اثر می‌کند و جسم بر روی سطح افقی به حرکت در می‌آید. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح ۰/۲ باشد، شتاب حرکت جسم را حساب کنید. $(g=۱۰N/kg)$** 	۱
۷	**شکل مقابل نمودار نیروی خالص بر حسب زمان برای جسمی به جرم $۱۰۰kg$ که در لحظهٔ $t=۰s$ بر سطح افقی، در حال سکون است را نشان می دهد. جسم پس از اعمال نیرو ، روی محور x شروع به حرکت می‌کند. اندازهٔ سرعت آن در لحظهٔ $t=۶s$ چند متر بر ثانیه است؟** 	۱
۸	**معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x=۰/۴\cos ۱۰\pi t$ می‌باشد.**	
	الف) بسامد نوسان را حساب کنید.	۰/۵
	ب) تندی بیشینهٔ نوسانگر را حساب کنید.	۰/۵
	پ) اگر جرم نوسانگر $۴۰۰g$ باشد، انرژی مکانیکی آن را حساب کنید. $(\pi=۲)$	۰/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سو م	

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی		پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۹	**جمله های زیر را با عبارت های مناسب کامل کنید:** **الف) اگر آونگ ساده ای را از سطح زمین به سطح ماه انتقال دهیم، دورهٔ نوسان آونگ ساده ..... می‌یابد.** **ب) به نوسانی که در آن به نوسانگر یک نیروی خارجی متناوب وارد می‌شود، .....گفته می‌شود.** **پ) شتاب نوسانگر در نقطهٔ تعادل ..... است.** **ت) بسامد زاویه‌ای نوسانگر جرم - فنر با جذر ..... نسبت وارون دارد.**	۱
۱۰	**نمودار جابه‌جایی – مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به صورت زیر است. با توجه به نمودار به سوالات پاسخ دهید:**  **الف) طول موج A چند برابر طول موج B است؟** **ب) تندی انتشار موج A چند برابر تندی انتشار موج B است؟** **پ) دامنه صوت A چند برابر دامنه صوت B است؟** **ت) با محاسبه نشان دهید بسامد صوت A چند برابر بسامد صوت B است؟**	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۱۱	**با توجه به عبارت‌های ستون اول، از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هرکدام از آنها انتخاب کنید. (در ستون دوم دو مورد اضافه است.)** **ستون اول:** الف) موج عرضی؛ ب) رادار دوپلری؛ پ) سراب؛ ت) فاصله دو تراکم متوالی موج **ستون دوم:** ۱) فراصوت؛ ۲) شکست موج؛ ۳) پرتو گاما؛ ۴) بسامد موج؛ ۵) بازتاب موج؛ ۶) طول موج	۱
۱۲	**الف) با شنیدن هر تُنِ موسیقی، دو ویژگی صوت را می‌توان از هم متمایز ساخت. این دو ویژگی را نام ببرید.** **ب) شدت یک صوت $۱۰^{-۶} W/m^۲$ است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲)$**	۰/۵ ۰/۵
۱۳	**پرتوی نوری از هوا وارد یک محیط شفاف می شود. اگر زاویهٔ تابش ۵۳° باشد و زاویهٔ شکست در محیط شفاف ۳۷° باشد؛** **الف) تندی نور در محیط شفاف چقدر است؟ $(c = ۲\times۱۰^۸ m/s)$** **ب) بسامد نور هنگام عبور از مرز دو محیط چگونه تغییر می‌کند؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)**	۰/۷۵ ۰/۲۵
	ادامه سؤالات در صفحهٔ چهارم	

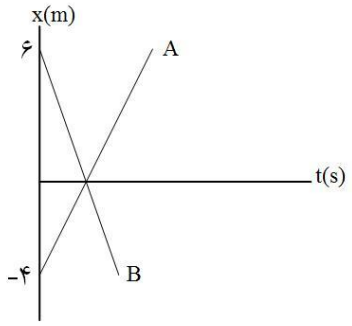
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۴	به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بدهید : الف) بر کلاهک برق‌نمایی با بار منفی یک مرتبه نور فروسرخ و مرتبهٔ دیگر نور فرابنفش می‌تابانیم. در هر حالت، انحراف ورقه‌های آن چگونه تغییر می‌کند؟ ب) آیا افزایش طول موج نور، لزوماً باعث کاهش انرژی هر فوتون آن می‌شود؟ برای پاسخ خود توضیح مناسبی بنویسید. پ) چرا هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۵	انرژی فوتونی $۲eV$ است. الف) طول موج این پرتو را حساب کنید. ب) تعیین کنید این پرتو در چه ناحیه‌ای از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. $(hc = ۱۲۴۰\ eV \cdot nm)$	۰/۵ ۰/۲۵
۱۶	الکترون در اتم هیدروژن، گذاری از تراز $n_U = ۴$ به تراز $n_L = ۱$ انجام میدهد. الف) در این فرایند، اتم فوتون گسیل می‌کند یا جذب می‌کند؟ ب) انرژی فوتون جذب شده یا گسیل شده، چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۲/۶eV)$	۰/۲۵ ۰/۷۵
۱۷	معادلهٔ واپاشی‌های زیر را کامل کنید. (به جای نماد هستهٔ ایجاد شده در بخش الف، از **Y** استفاده کنید.) الف) ${}^{۱۵}_{۸}O \rightarrow e^{+} + \ldots$ ب) ${}^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow \ldots + {}^{۲۲۷}_{۸۹}Ac$ پ) ${}^{۲۳۱}_{۹۰}Th^{*} \rightarrow \ldots + {}^{۲۳۱}_{۹۰}Th$	۰/۷۵
۱۸	پس از ۱۵ دقیقه، $\frac{۷}{۸}$ هسته‌های یک نمونهٔ مس پرتوزا به فلز دیگری تبدیل می‌شود. نیمه عمر این نمونهٔ مس چند دقیقه است؟	۱
	موفق و شاد و سربلند باشید — جمع بارم	۲۰

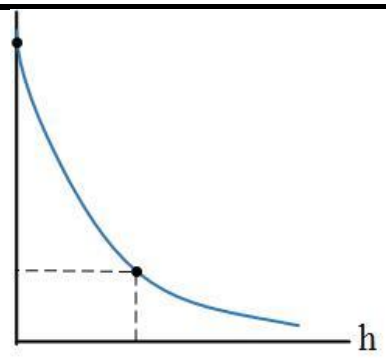
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) ن ب) د پ) د ت) ن هر مورد صحیح ۰/۲۵ ص ۳و۶و۳و۱۵	۱
۲	الف) تند شونده ب) جهت پ) است ت) کمتر هر مورد صحیح ۰/۲۵ ص ۱۱و۱۲	۱
۳	الف) $۲t-۴=-۲t+۶\Rightarrow t=۲s$ (۰/۲۵) $x_A=x_B$ (۰/۲۵) ب) (رسم صحیح نمودار ۰/۵)  ص۱۳	۱
۴	الف) (۰/۲۵) $۱۰۰-۴۰۰=۲a\times ۳۷/۵\Rightarrow a=-۴m/s^۲$ $v۲-v_۰^۲=۲a\Delta x$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $v_{av}=\frac{۱۰+۲۰}{۲}=۱۵m/s$ $v_{av}=\frac{v+v_۰}{۲}$ (۰/۲۵) ص ۱۷	۱
۵	الف) زیرا اجسام در مقابل تغییر سرعت از خود مقاومت نشان می‌دهند (لختی). (۰/۵) ب) زمانی که نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن وارد بر چترباز متوازن شوند. (۰/۵) پ) جنس سطح تماس و میزان صافی و زبری سطوح. (۰/۵) ت) A. (۰/۲۵) ث) رسم صحیح نمودار ۰/۵	۲/۲۵

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir	

ردیف	پاسخ ها	نمره
	 ص ۲۹و۳۵و۴۰و۴۱و۴۸	
۶	$F_N = W = mg = ۲۰۰N$ (۰/۲۵) $f_k = \mu_k F_N = f_k = ۰/۲ \times ۲۰۰ = ۴۰N$ (۰/۲۵) $F - f_k = ma$ (۰/۲۵) $\quad ۸۰ - ۴۰ = ۲۰a \Rightarrow a = ۲m/s^۲$ (۰/۲۵) ص ۳۹	۱
۷	$S = \Delta p$ (۰/۲۵) $S = \frac{(۲+۶)\times ۱۰۰}{۲} = ۴۰۰N.s$ (۰/۲۵) $\Delta p = m\Delta v$ (۰/۲۵) $\quad ۴۰۰ = ۱۰۰(v - ۰) \Rightarrow v = ۴m/s$ (۰/۲۵) ص ۴۶	۱
۸	الف) (۰/۲۵) $f = ۵Hz$ ب) (۰/۲۵) $v_{max} = ۰/۴ \times ۱۰ \times ۳ = ۱۲m/s$ پ) (۰/۲۵) $E = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times ۹۰۰ \times ۰/۱۶ = ۲۸/۸J$ $۲\pi f = ۱۰\pi rad/s$ (۰/۲۵) $v_{max} = A\omega$ (۰/۲۵) $E = \frac{۱}{۲} m\omega^۲ A^۲$ (۰/۲۵) ص ۵۵و۵۹	۱/۵
۹	الف) افزایش ب) نوسان واداشته پ) صفر ت) جرم وزنه (هر مورد صحیح ۰/۲۵) ص ۵۹و۶۰و۸۹و۵۷	۱
۱۰	الف) $\frac{۱}{۲}$ ب) ۱ پ) ۲ هر مورد ۰/۲۵ ت) (۰/۲۵) $\frac{f_A}{f_s} = \frac{۲}{۱} = ۲$ $\frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$ (۰/۲۵) ص ۵۹	۱/۲۵
۱۱	الف و ۳ ب و ۵ پ و ۲ ت و ۶ هر مورد ۰/۲۵ ص ۶۸و۸۰و۸۶و۶۹	۱

ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ سوم

بسمه تعالی

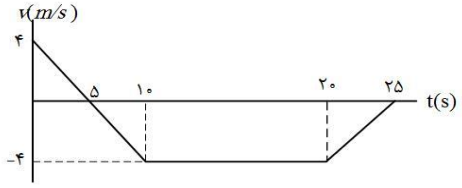
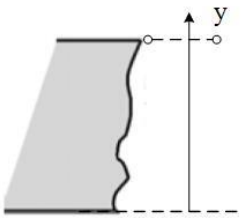
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: فیزیک ۳	رشته: علوم تجربی	پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه
تاریخ امتحان: ۱۴۰۱/۶/۱۳	تعداد صفحات: ۳	ساعت شروع: ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir	

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۲	**الف) ارتفاع و بلندی.** هر کدام ۰/۲۵ **ب) (۰/۲۵)** $\beta = ۱۰\log\frac{۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۱۲}} = ۶۰dB$ $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ (۰/۲۵) ص ۷۳و۷۴	۱
۱۳	**الف) (۰/۲۵)** $v_۲ = ۲\times۱۰^۸ m/s$ $\frac{۰/۶}{۰/۸} = \frac{v_۲}{۳\times۱۰^۸}$ $\frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳} = \frac{v_۲}{۳\times۱۰^۸}$ (۰/۲۵) $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱}$ (۰/۲۵) **ب) تغییر نمی‌کند.** ۰/۲۵ ص ۸۲و۸۳	۱
۱۴	**الف) با تابش نور فروسرخ تغییری در ورقه‌ها ایجاد نمی‌شود، اما با تابش نور فرابنفش، ورقه‌ها به هم می‌چسبند.** ۰/۵ **ب) خیر. انرژی فوتون با بسامد فوتون متناسب است. مثلاً هنگامی که نور از محیط شفافی به محیط شفاف دیگر می‌رود، بسامد ثابت است ، ولی طول موج تغییر می‌کند.** ۰/۵ **پ) زیرا اختلاف ترازهای انرژی هسته بسیار بیشتر از اختلاف ترازهای انرژی اتم است.** ۰/۵ ص ۹۶و۹۷و۱۱۵	۱/۵
۱۵	**الف) (۰/۲۵)** $۲ = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} = ۶۲۰nm$ $E = \frac{hc}{\lambda}$ (۰/۲۵) **ب) مرئی.** ۰/۲۵ ص۹۸	۰/۷۵
۱۶	**الف) گسیل می‌کند.** ۰/۲۵ **ب) (۰/۲۵)** $E_U = E_L = ۱۳/۶(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶}) = ۱۲/۷۵eV$ $E_U = E_L = E_R(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲})$ (۰/۵) ص ۱۰۵	۱
۱۷	**الف)** (۰/۲۵) ${}^{۱۵}_{۷}X$ **ب)** (۰/۲۵) ${}^{۴}_{۲}He$ **پ)** (۰/۲۵) **Y**	۰/۷۵
۱۸	$n = ۳$ (۰/۲۵) $۳ = \frac{۱۵}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۵\min$ (۰/۲۵) $۱ - \frac{۱}{۲^a} = \frac{۷}{۸}$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$ (۰/۲۵)	۱
مصححین گرامی، برای پاسخهای صحیح دیگر نیز نمرهٔ لازم در نظر گرفته شود.	جمع نمرات	۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **خرداد ماه سال ۱۴۰۱**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** **http://aee.medu.ir**

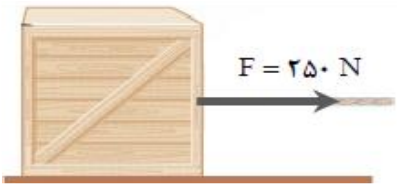
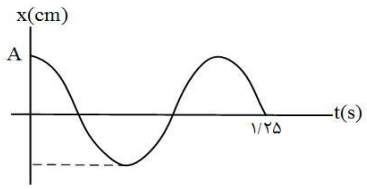
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	**در جمله های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:** **الف) تندی متوسط، یک کمیت (نرده ای - برداری) و یکای آن متر بر ثانیه است .** **ب) برداری که مبدأ محور را در هر لحظه به مکان جسم وصل می کند ، بردار (جابه‌جایی - مکان) نام دارد.** **پ) در حرکت با سرعت ثابت، شیب نمودار مکان- زمان متحرک همواره ثابت (است - نیست).** **ت) شتاب متوسط ، هم جهت با بردار (سرعت - تغییر سرعت) است.**	۱
۲	**نمودار سرعت - زمان متحرکی در امتداد محور x مطابق شکل است:** **الف) متحرک در بازهٔ زمانی ۱۰s تا ۲۰s در جهت محور x حرکت کرده یا در خلاف آن ؟** ۰/۲۵ **ب) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟** ۰/۲۵ **پ) در کدام بازه‌های زمانی حرکت جسم کند شونده است ؟** ۰/۵ **ت) جابجایی متحرک را در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه پیدا کنید.** ۰/۵ 	
۳	**گلوله‌ای از یک صخره به ارتفاع ۱۸۰ متر نسبت به زمین ، آزادانه سقوط می‌کند.** **الف) زمان سقوط آزاد گلوله را بدست آورید.** $(g = ۱۰ ^{m}/_{s^۲})$ ۰/۵ **ب) سرعت برخورد گلوله به سطح زمین را پیدا کنید .** ۰/۷۵ 	
۴	**درستی یا نادرستی جمله های زیر را ، با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید :** **الف) نیروی کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند .** **ب) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم بستگی ندارد .** **پ) وزن یک جسم ، در سطح سیاره‌های مختلف یکسان است .** **ت) هر چه ثابت فنر کمتر باشد ، فنر سخت‌تر است .** **ث) تکانه یک کمیت برداری است و یکای SI آن kgm/s است.** **ج) دورهٔ تناوب افراد واقع بر یک دیسک گردان در فاصله‌های متفاوت از مرکزِ دیسک یکسان است .**	۱/۵
۵	**شخصی به جرم ۵۰kg درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است .** **وقتی آسانسور شتاب رو به پایین** $۲ ^{m}/_{s^۲}$ **دارد ، ترازو چه عددی را نشان می دهد؟** $(g = ۱۰ ^{m}/_{s^۲})$ 	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰** دقیقه
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **خرداد ماه سال ۱۴۰۱**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	مطابق شکل جعبه ساکنی به جرم ۱۰۰kg را با نیروی ثابت افقی می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه و سطح ۰/۴ باشد، با محاسبه مشخص کنید جعبه ساکن می‌ماند یا شروع به حرکت می‌کند؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$ 	۱
۷	خودرویی در یک میدان به شعاع ۱۶۰m با تندی ۷۲km/h در حال دور زدن است . شتاب مرکزگرای خودرو را محاسبه کنید.	۰/۷۵
۸	به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید : الف) در طیف امواج الکترومغناطیس کمترین بسامد مربوط به امواج رادیویی است یا پرتوهای گاما ؟ ب) وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی نزدیک می شود، انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد یا کاهش ؟ پ) اگر در یک محیط، طول آونگ سادهای را کاهش دهیم، دورهٔ تناوب آن چه تغییری می‌کند؟ ت) از دو عامل بسامد موج و دمای هوا، کدام یک بر تندی صوت در هوا مؤثر است ؟	۱
۹	فنری به جرم ۰/۵kg و طول ۲m را با نیروی ۹N می کشیم: الف) تندی انتشار موج عرضی در این فنر چند متر بر ثانیه است ؟ ب) اگر در فنر موج عرضی ایجاد کنیم، فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی چه نام دارد ؟	۰/۵ ۰/۲۵
۱۰	نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر به شکل مقابل است: الف) بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را حساب کنید . ب) در چه مکانی تندی نوسانگر بیشینه است؟ 	۱ ۰/۲۵
۱۱	الف) در یک رستوران ساکت شدت صوت $۱۰^{-۷} W / m^۲$ است. تراز شدت صوت چند دسیبل است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W / m^۲)$ ب) شکل مقابل نشان دهندهٔ کدام پدیدهٔ فیزیکی است ؟	۰/۵ ۰/۲۵
۱۲	هر کدام از موارد ستون اول در جدول زیر، با یک مورد از موارد ستون دوم در ارتباط است. آن‌ها را مشخص کنید. توجه : یک مورد در ستون دوم اضافه است.	۱

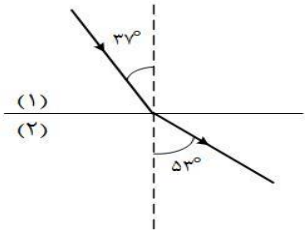
ستون اول	ستون دوم
الف) تداخل امواج با یکدیگر	a) شکست نور
ب) سونوگرافی	b) پراش
پ) سراب	c) پاشندگی نور
ت) گستردگی موج در عبور از یک شکاف	d) موج ایستاده
	e) بازتاب

ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰** دقیقه
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **خرداد ماه سال ۱۴۰۱**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** **http://aee.medu.ir**

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	**الف) یک جبههٔ موج نوری از هوا وارد آب می‌شود. فاصلهٔ جبهه‌های موج افزایش می‌یابد یا کاهش؟**	۰/۲۵
	ب) مطابق شکل پرتوی از محیط شفاف (۱) به محیط شفاف (۲) می‌رود. تندی انتشار پرتو موج شکست چند برابر تندی انتشار پرتو موج فرودی است؟ $(\sin ۳۷ = ۰/۶ \ , \ \sin ۵۳ = ۰/۸)$ 	۰/۷۵
۱۴	**در یک تار پیانو موج ایستاده ایجاد می‌کنیم. اگر طول تار ۱/۲m و تندی انتشار موج عرضی در آن ۲۴۰m/s باشد.**	
	الف) بسامد هماهنگ چهارم آن چند هرتز است ؟	۰/۷۵
	ب) شکل موج حاصل در هماهنگ چهارم تار را رسم کنید .	۰/۵
۱۵	**الف) یک مورد از نارسایی های مدل بور را بنویسید .**	۰/۵
	ب) در اتم هیدروژن با افزایش شماره مدار (n)، اختلاف شعاع دو مدار متوالی و اختلاف انرژی آنها چه تغییری می‌کند؟	۰/۵
۱۶	**در یک آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلز برابر ۴eV است.**	
	الف) طول موج آستانه چند نانومتر است؟ $(hc = ۱۲۴۰ \ eV.nm)$	۰/۵
	ب) اگر طول موج نور فرودی ۲۰۰nm باشد، K_{max} برای فوتوالکترون ها چند الکترون ولت است ؟	۰/۵
۱۷	**کوتاه‌ترین طول موج در رشته پفوند (n'=۵) هیدروژن اتمی، چند نانومتر است؟** $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$	۰/۷۵
۱۸	**جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید :**	۱
	الف) هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی ..... نامیده می‌شوند .	
	ب) آب معمولی از جمله موادی است که به عنوان ..... نوترون‌ها در واکنش شکافت هسته ای استفاده می‌شود .	
	پ) با وارد کردن ..... به داخل راکتور، آهنگ واکنش شکافت، تنظیم می‌شود .	
	ت) یک نوع واکنش هسته ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است ..... نام دارد.	
۱۹	**واکنش های زیر را کامل کنید (هستهٔ دختر را $^{A}_{Z}Y$ بگیرید):**	۰/۵
	الف) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ..... + ^{۴}_{۲}\alpha$	
	ب) $^{۲۳۴}_{۹۰}Th \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۱}Pa + ...$	
۲۰	**پس از گذشت ۱۰۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟**	۱
	موفق و پیروز باشید — جمع بارم	۲۰

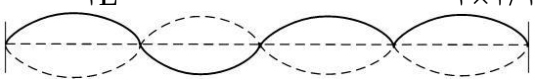
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱	**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) نرده ب) مکان پ) است ت) تغییر سرعت هر مورد (۰/۲۵) ص ۳ و ۴ و ۱۳ و ۱۱	۱
۲	الف) در خلاف جهت محور x (۰/۲۵) ب) در $t = ۵\ s$ (۰/۲۵) پ) در بازه ۰ s تا ۵ s (۰/۲۵) و بازه ۲۰ s تا ۲۵ s (۰/۲۵) ت) $\Delta x = (\frac{-۴+۴}{۲})\times ۱۰ = ۰$ (۰/۲۵) $\Delta v = (\frac{v+v_۰}{۲})\Delta t$ (۰/۲۵) ص ۱۹	
۳	الف) (۰/۲۵) $t = ۶s$ $-۱۸۰ = -۵t^۲$ (۰/۲۵) $\Delta y = -\frac{۱}{۲}gt^۲$ ب) (۰/۵) $v = -۶۰ m/s$ $v^۲ = -۲\times ۱۰\times(-۱۸۰) = ۳۶۰۰$ (۰/۲۵) $v^۲ = -۲g\Delta y$ ص ۲۲	۱/۲۵
۴	الف) (د) ب) (ن) پ) (ن) ت) (ن) ث) (د) ج) (د) هر مورد (۰/۲۵) ص ۲۴ و ۲۶ و ۴۲ و ۵۰	۱/۵
۵	(۰/۲۵) $F_N = ۵۰\times ۸ = ۴۰۰N$ (۰/۲۵) $۵۰۰ - F_N = ۵۰(+۲)$ (۰/۲۵) $mg - F_N = ma$ ص ۲۸	۱
۶	$F \prec f_{s,max}$ (۰/۲۵) $f_{s,max} = ۰/۴\times ۱۰۰۰ = ۴۰۰N$ (۰/۵) $f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$ بنابر این جعبه ساکن می ماند (۰/۲۵) ص ۴۴	۱
۷	(۰/۲۵) $a = ۲/۵\ m/s^۲$ (۰/۲۵) $a = \frac{(۲۰)^۲}{۱۶۰}$ (۰/۲۵) $a = \frac{V^۲}{r}$ ص ۵۲	۰/۷۵
۸	الف) امواج رادیویی ب) کاهش پ) کاهش می‌یابد ت) دمای هوا هر مورد (۰/۲۵) ص ۷۶ و ۶۶ و ۶۷ و ۸۷	۱
۹	الف) (۰/۲۵) $v = \sqrt{\frac{۹\times ۲}{۰/۵}} = m/s$ (۰/۲۵) $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ ص ۷۱ و ۷۲	۰/۷۵
۱۰	الف) (۰/۲۵) $\omega = \frac{۲\pi}{۱} = ۲\pi rad/s$ (۰/۲۵) $\omega = \frac{۲\pi}{T}$ (۰/۵) $۵\frac{T}{۴} = ۱/۲۵ \rightarrow T = ۱\ s$ ص ۸۵	۱/۲۵
۱۱	الف) (۰/۲۵) $\beta = ۵۰\ dB$ $\beta = ۱۰\log\frac{۱۰^{-۷}}{۱۰^{-۱۲}}$ (۰/۲۵) $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ ص ۸۱ و ۸۲	۰/۷۵
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحه دوم	

بسمه تعالی

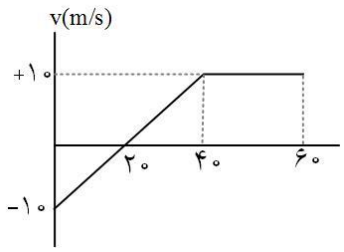
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۳/۱۷**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱	**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۲	الف) d) ب) e) پ) a) ت) b) هر مورد (۰/۲۵) ص ۹۲ و ۹۹ و ۱۰۲ و ۱۰۵	۱
۱۳	الف) کاهش (۰/۲۵) ب) $\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{۴}{۳}$ (۰/۲۵) $\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{v_۲}{v_۱}$ (۰/۲۵) $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}$ (۰/۲۵) ص ۹۶	۱
۱۴	الف) (۰/۵) $f=\frac{۴\times۲۴۰}{۲\times۱/۲}=۴۰۰\text{Hz}$ $f=\frac{nv}{۲L}$ (۰/۲۵) ب) رسم شکل (۰/۵)  ص ۱۱۲	۱/۲۵
۱۵	الف) یکی از موارد: این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، بکار نمی رود. یا این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد. هر مورد (۰/۵) ب) اختلاف شعاع دو مدار متوالی، افزایش (۰/۲۵) و اختلاف انرژی دو مدار متوالی کاهش می‌یابد. (۰/۲۵) ص ۱۲۱ و ۱۲۷ و ۱۲۸	۱
۱۶	الف) (۰/۲۵) $\lambda_۰=\frac{۱۲۴۰}{۴}=۳۱۰\text{nm}$ $\lambda_۰=\frac{hc}{W_۰}$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $K_{max}=\frac{۱۲۴۰}{۲۰۰}-۴=۲/۲\text{ eV}$ $K_{max}=\frac{hc}{\lambda}-W_۰$ (۰/۲۵) ص ۱۲۰	۱
۱۷	(۰/۲۵) $\lambda=۲۵۰۰\text{nm}$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲۵}-\frac{۱}{\infty})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})$ ص ۱۲۴	۰/۷۵
۱۸	الف) نوکلئون ب) کُندساز پ) میله های کنترل ت) گداخت یا همجوشی هسته ای هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۲۸ و ۱۵۰ و ۱۵۱ و ۱۵۲	۱
۱۹	الف) $^{۲۳۴}_{۹۰}Y$ ب) $^{۰}_{-۱}e^{-}$ هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۴۲ و ۱۴۴	۰/۵
۲۰	(۰/۲۵) $N=\frac{N_۰}{۱۶}=\frac{N_۰}{۲^۴}\rightarrow n=۴$ $N=\frac{N_۰}{۲^n}$ (۰/۲۵) (۰/۲۵) $T=\frac{۱۰۰}{۴}=۲۵$ $n=\frac{t}{T}$ (۰/۲۵) ص ۱۴۷	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برا ی پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**	ساعت شروع: **۸ صبح**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۱۰/۱۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۱**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

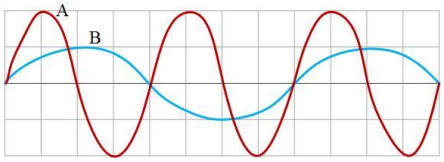
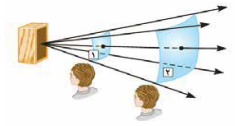
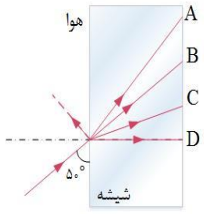
ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید: الف)شیب خطی که نمودار سرعت -زمان را در دو لحظه قطع می‌کند، برابر (سرعت- شتاب) متوسط بین آن دو لحظه است. ب) اگر در حرکت بر خط راست بین دو لحظه t_1 و t_2 جهت سرعت یکبار تغییر کند، در این صورت در همان بازهٔ زمانی اندازهٔ سرعت متوسط از تندی متوسط (کمتر، بیشتر) است. پ)در حرکت بر روی خط راست، اگر شتاب و سرعت هم‌جهت باشند، حرکت (تندشونده- کندشونده) است. ت) سقوط آزاد اجسام در نزدیکی سطح زمین، یکی از نمونه‌های حرکت با شتاب (ثابت- متغیر) است.	۱
۲	نمودار سرعت – زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است:  الف) در چه لحظه‌ای جهت حرکت تغییر کرده است؟ ب) در بازهٔ زمانی ۰s تا ۴۰s حرکت متحرک با سرعت ثابت است یا با شتاب ثابت؟ پ) در بازه زمانی ۲۰s تا ۴۰s متحرک در جهت محور x حرکت کرده است یا در خلاف آن؟ ت) اندازهٔ جابه‌جایی در بازهٔ زمانی ۴۰s تا ۶۰s چند متر است؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۳	معادله حرکت جسمی در دستگاه SI به صورت $x = ۲t^۲ + ۶t - ۱۸$ است. الف) شتاب متحرک و سرعت اولیه چه‌قدر است؟ ب) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ $t_۱ = ۰s$ تا $t_۱ = ۲s$ چهقدر است؟	۰/۷۵ ۰/۷۵
۴	درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید: الف) نگه داشتن یک قلم در دست بدون نیروی اصطکاک ممکن نیست. ب) ثابت فنر به شکل آن بستگی ندارد. پ) با افزایش تندی جسم، بزرگی تکان آن بیشتر میشود. ت) اگر فاصل ماهواره از مرکز زمین نصف شود، نیروی گرانشی وارد بر ماهواره دو برابر می‌شود .	۱
۵	به سوالات زیر پاسخ دهید: الف)چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. واکنش هر یک از نیروهای وارد بر آن به چه جسمی وارد می‌شود. ب) نیروی مرکزگرا برای الکترونی که به دور هسته می‌چرخد، الکتریکی است یا گرانشی؟ پ) چرا حرکت سریع مقوا در شکل مقابل، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟ ت) با ذکر دلیل، نقش کیس هوا در کم شدن آسیب در تصادفات را بنویسید.	۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۵
۶	مطابق شکل، جسمی به جرم ۴۰kg بر روی سطحی افقی با نیروی افقی F=۲۰۰N با سرعت ثابت کشیده می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را به‌دست آورید. $(g = ۱۰\frac{N}{Kg})$	۱/۲۵

ادامه سؤالات در صفحه دوم

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**	ساعت شروع: **۸ صبح**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۱۰/۱۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۱**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

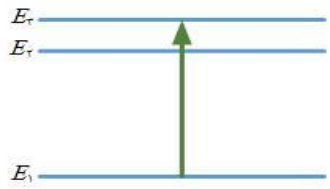
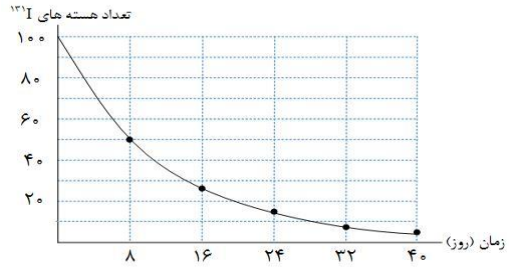
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۷	نمودار جابه‌جایی – زمان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت زیر است. کمیت‌های زیر را برای این دو موج مقایسه کنید؟ الف) دامنه ب) طول موج پ) بسامد 	۰/۷۵
۸	با توجه به مفاهیم حرکت نوسانی و موج، هر کدام از موارد ستون **A**، با یک مورد از ستون **B** ارتباط دارد. آنها را در پاسخ‌برگ مشخص کنید. (درستون B دو مورد اضافی است) الف) نوسانگر در دو انتهای مسیر، لحظه‌ای می‌ایستد و سپس جهت حرکت خود را تغییر می‌دهد . ب) از نظر شکل ظاهری، همیشه می‌توان این موج را از روی برآمدگی ها و فرو رفتگی‌های آن تشخیص داد. پ) تاب خوردن کودکی که به‌طور دوره‌ای هل داده می‌شود مثالی از این نوسان است. ستون A / ستون B a) نقط بازگشتی b) واداشته c) طولی d) نقطه تعادل e) عرضی	۰/۷۵
۹	طول موج نور بنفش در هوا حدود $۴\times۱۰^{-۷}m$ است. بسامد این نور چند هرتز است؟ (تندی نور در هوا را $۳\times۱۰^{۸}m/s$ در نظر بگیرید.)	۰/۵
۱۰	رابطه مکان - زمان یک نوسانگر ساده در SI به صورت $x=۰/۰۳\cos(۱۰\pi t)$ است: $(\pi=۳)$ الف) دورهٔ تناوب حرکت چند ثانیه است؟ ب) بیشینه‌ی تندی نوسانگر چند متربرثانیه است؟	۰/۵ ۰/۵
۱۱	الف) مطابق شکل روبه‌رو، شدت صوت دریافتی کدام شنونده بیشتر است؟  ب)در یک کارگاه ماشین‌آلات، شدت صوت $۱۰^{-۲}\frac{W}{m^۲}$ است. تراز شدت آن چند دسی‌بل است؟ $(I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲})$	۰/۲۵ ۰/۵
۱۲	به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید: الف) برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتنهای بشقابی، از چه ساز و کار فیزیکی استفاده می‌شود؟ ب) در کدام پدیده، موج هنگام عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتب طول‌موج، به اطراف گسترده می‌شود؟ پ) در کدام نوع از تداخل امواج، تپ‌ها هنگام هم‌پوشانی، تپ بزرگتری ایجاد می‌کنند؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۳	مطابق شکل، پرتو نور تکرنگی از هوا وارد شیشه به ضریب شکست ۱/۵ می‌شود: الف) کدامیک پرتوهای A تا D ، می‌تواند مسیر داخل شیشه را به‌درستی نشان دهد؟ ب) اگر زاویه‌ای که پرتو نور تکرنگ با سطح شیشه می‌سازد ۵۰ درجه باشد، زاوی بازتاب چه‌قدر است؟ پ) تندی انتشار نور در شیشه چند متربرثانیه است؟ (تندی نور در هوا را $۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ در نظر بگیرید.) 	۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۵
	ادامه سؤالات در صفحه سوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی فیزیک**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**	ساعت شروع: **۸ صبح**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان: **۱۴۰۰/۱۰/۱۱**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت **شهریور ماه سال ۱۴۰۱**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۴	در طنابی با دو انتهای ثابت، موج ایستاده‌ای با ۵ گره تشکیل شده است. اگر طول‌موج ۲۰ سانتی‌متر و سرعت انتشار موج در طناب $۳۰۰\frac{m}{s}$ باشد: الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید؟ ب) طول طناب چند سانت یمتر است؟ پ) بسامد اصلی این طناب چند هرتز است؟	۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۵	با توجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سوالات زیر پاسخ دهید: الف) شکل زیر، گذار الکترون در ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. این اتم در حال تابش است یا جذب؟  ب) طیف حاصل از رشت داغ یک لامپ روشن پیوسته است یا خطی؟ پ) فوتون‌های لیزری حاصل گسیل خودبه‌خودی است یا القایی؟ ت) یک مورد ناسازگاری الگوی اتمی رادرفورد را بنویسید؟	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۶	طول‌موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر **۲۴۸ nm** است. تابع کار این فلز برحسب الکترونولت چه‌قدر است؟ $(hc = ۱۲۴۰eV.nm)$	۰/۵
۱۷	در طیف گسیلی اتم هیدروژن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) گسیل نور قرمز، مربوط به کدام رشته از طیف اتم هیدروژن است؟ ب) اگر الکترون از مدار مانای **n=۱** به مدار مانای **n=۳** گذار کند، شعاع مدار چند برابر می‌گردد؟ پ) کوتاه‌ترین طولموج رشته لیمان (**n'=۱**) را محاسبه کنید. $(R = ۰/۰۱nm^{-1})$	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۸	جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید. الف) نیروی هسته‌ای ..... است و مستقل از نوع بار الکتریکی می‌باشد. ب) ایزوتوپ‌ها دارای خواص هسته‌ای ..... هستند. پ) به فرآیند افزایش درصد یا غلظت اورانیوم ۲۳۵ در یک نمونه ..... گفته می‌شود. ت) در فرآیند ..... دو هسته سبک با هم ترکیب می‌شوند و هسته سنگین‌تری به‌وجود می‌آورند.	۱
۱۹	واکنش‌های هسته‌ای زیر را کامل کنید: الف) ${}^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow ... + {}^{۲۲۷}_{۸۹}Ac$ ب) ${}^{۲۴}_{۱۱}X \rightarrow {}^{۰}_{-۱}\beta + {}^{...}_{۱۲}Y$	۰/۵
۲۰	نمودار واپاشی ایزوتوپ ${}^{۱۳۱}_{۵۳}I$ به‌صورت مقابل است:  الف) نیمه‌عمر این عنصر چند روز است؟ ب) پس از چند روز $\frac{۶۳}{۶۴}$ هسته‌های اولیه واپاشیده می‌شود؟	۰/۲۵ ۰/۷۵
	همگی موفق و پیروز باشید — جمع نمرات	۲۰

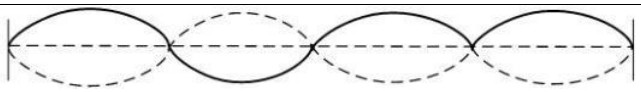
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱	**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی** http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) شتاب ب) کم تر پ) تندشونده ت) ثابت **هر مورد (۰/۲۵)** ص ۴و۱۱و۱۶و۲۲	۱
۲	**الف) در لحظه ۲۰ ثانیه (۰/۲۵)** **ب) شتاب ثابت (۰/۲۵)** **پ) در جهت محور x (۰/۲۵)** **ت) (۰/۲۵)** $\Delta x = s(۰/۲۵),\ \Delta x = ۱۰\times ۲۰ = ۲۰۰m$ ص ۱۹	۱/۲۵
۳	**الف)** $۷۰ = ۶\frac{m}{s}(۰/۲۵),\ \frac{۱}{۲}a = ۲\ (۰/۲۵) \rightarrow a = ۴\frac{m}{s^۲}\ (۰/۲۵)$ **ب)** $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰\frac{m}{s}(۰/۲۵), t_۲ = ۲s \rightarrow x_۲ = ۲m(۰/۲۵), t۱ = ۰ \rightarrow x_۱ = -۱۸m(۰/۲۵)$ ص۲۷	۱/۵
۴	الف) درست ب) نادرست پ) درست ت) نادرست **هر مورد (۰/۲۵)** ص ۳۹و۴۳و۴۷و۵۴	۱
۵	**الف) به هوا و زمین (هر مورد ۰/۲۵)** ص ۳۲و ۳۶و ۴۷ و ۵۲ **ب) الکتریکی (۰/۲۵)** **پ) بنا بر لختی (۰/۲۵) ، سکه تمایل دارد وضعیت قبلی خود را حفظ کند. (۰/۲۵)** **ت) مطابق رابطه** $Fav = \frac{\Delta p}{\Delta t}$**، زمان برخورد افزایش یافته (۰/۲۵) بنابر این نیروی خالص وارد بر شخص کم می‌گردد. (۰/۲۵)**	۱/۷۵
۶	$F - f_k = ma(۰/۲۵) \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N\ (۰/۲۵) = \mu_k mg\ (۰/۲۵)} ۲۰۰ - \mu_k \times ۴۰۰ = ۰(۰/۲۵) \rightarrow \mu_k = ۰/۵(۰/۲۵)$ ص ۴۲	۱/۲۵
۷	**الف) دامنه A بزرگ تر از B،** **ب) طول موج B بزرگ تر از A،** **پ) بسامد A بزرگ تر از B است. (هر مورد ۰/۲۵)** ص ۸۸	۰/۷۵
۸	**الف) a** ب) **e** پ) **b** **(هر مورد ۰/۲۵)** ص ۶۳ و ۶۸ و ۷۰	۰/۷۵
۹	$f = \frac{c}{\lambda}(۰/۲۵) = \frac{۳\times ۱۰^۸}{۴\times ۱۰^{-۷}} = ۷/۵\times ۱۰^{۱۴} Hz\ (۰/۲۵)$ ص ۷۵	۰/۵

بسمه تعالی

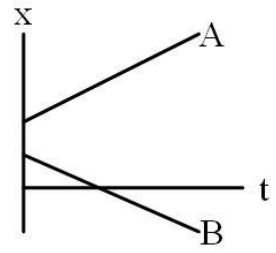
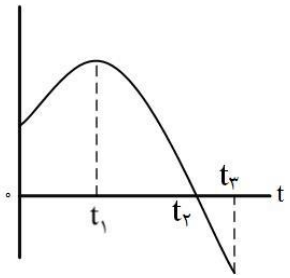
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۶/۱۳**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۱	مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

۱۰	الف) $10\pi = \frac{2\pi}{T}(0/25) \rightarrow T = 0/2s\,(0/25)$ ب) $V_{max} = A\omega(0/25) = 0/03\times10\times3 = 0/9\frac{m}{s}(0/25)$ ص ۶۷	۱
۱۱	الف) شنونده ۱ (۰/۲۵) ب) $\beta = 10\log\frac{I}{I_0}(0/25) = 10\log\frac{10^{-2}}{10^{-12}} = 100db$ ص ۸۰	۰/۷۵
۱۲	الف) بازتاب ب) پراش پ) سازنده (هر مورد ۰/۲۵) ص۹۳و ۱۰۲و ۱۰۳	۰/۷۵
۱۳	الف) c (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $\theta_i = \theta_r = 40^\circ$ (۰/۲۵) $90-50=40$ پ) (۰/۲۵) $n = \frac{c}{v}(0/25) \rightarrow v = 2\times10^8\frac{m}{s}\,(0/25)$ ص ۹۱ و ۹۷ و ۱۱۱	۱/۲۵
۱۴	الف) (۰/۲۵)  ب) (۰/۲۵) $L = n\frac{\lambda}{2}(0/25) = 40cm\,(0/25)$ پ) $f = \frac{nv}{2L}(0/25) = 375Hz\,(0/25)$ ص ۱۰۷	۱/۲۵
۱۵	الف) جذب ب) پیوسته پ) القایی ت) عدم پایداری اتم (یا عدم توجیه گسسته بودن طیف اتمی) (هر مورد ۰/۲۵) ص ۱۲۱ و ۱۲۶ و ۱۲۸ و ۱۳۲	۱
۱۶	$W_0 = \frac{hc}{\lambda}(0/25) = \frac{1240}{248} = 5eV\,(0/25)$ ص ۱۲۰	۰/۵
۱۷	الف) بالمر (۰/۲۵) ب) ۹ برابر (۰/۲۵) پ) $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)(0/25) = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{\infty}\right)(0/25) \rightarrow \lambda = 100nm\,(0/25)$ ص ۱۲۳ و ۱۲۷	۱/۲۵
۱۸	الف) کوتاه برد (یا از نوع جاذبه) ب) متفاوت پ) غنی سازی ت) گداخت (یا همجوشی) (هر مورد ۰/۲۵) ص ۱۳۹ و ۱۴۰ و ۱۵۰ و ۱۵۲	۱
۱۹	الف) α ب) ۲۴ (هر مورد ۰/۲۵) ص ۱۴۲ و ۱۴۴	۰/۵
۲۰	الف) ۸ روز (۰/۲۵) ب) مقدار باقیمانده $= 1-\frac{63}{64} = \frac{1}{64}(0/25)$ (۰/۲۵) روز $N = \frac{N_0}{2n}(0/25) \rightarrow \frac{1}{64}N_0 = \frac{N_0}{2^{t/8}} \rightarrow t = 48$ ص ۱۴۷	۱
همکاران محترم، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های صحیح دیگر، نمرهٔ لازم را در نظر بگیرید.		۲۰

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۳**	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**	ساعت شروع: **۸ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۰۳/۱۷**	رشته: **علوم تجربی**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

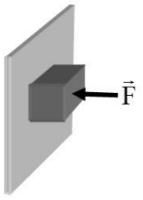
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	**با توجه به واژه های داده شده، گزاره های زیر را کامل کنید. (یک واژه اضافه است)** **تکانه- نرده‌ای – جابه‌جایی - شتاب – همنوع** **الف) مسافت، کمیتی ..... است.** **ب) مساحت سطح بین نمودار سرعت- زمان و محور زمان در هر بازهٔ زمانی، برابر با اندازهٔ ..... در آن بازه است.** **پ) نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد میشوند و ..... هستند.** **ت) حاصلضرب جرم جسم در سرعت آن ..... جسم است.**	**۱**
۲	**نمودار مکان- زمان دو متحرک A و B که با سرعت ثابت در راستای محور x حرکت می‌کنند به‌صورت شکل روبه‌رو است.**  **الف) جهت حرکت هر متحرک را مشخص کنید.** **ب)آیا ممکن است این دو متحرک به‌هم برسند؟**	**۰/۵** **۰/۲۵**
۳	**معادلهٔ سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می‌کند در SI به صورت $v=-۲t+۲$ است. اگر متحرک در لحظه $t=۰s$ در مکان x=۱m باشد:** **الف) معادلهٔ مکان- زمان این متحرک را بنویسید.** **ب) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t=۰s$ تا $t=۳s$ چند متر بر ثانیه است؟**	**۰/۷۵** **۰/۷۵**
۴	**شکل زیر نمودار مکان- زمان جسمی را که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند نشان می‌دهد.**  **الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ محور دارد؟** **ب) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟** **پ) در بازه زمانی ۰s تا t۱، حرکت تندشونده است یا کندشونده؟** **ت) در کدام بازهٔ زمانی، متحرک به مبدأ محور نزدیک می‌شود؟** **ث) شتاب متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x؟**	**۱/۲۵**
۵	**واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.** **الف) اگر جسمی با سرعت ثابت حرکت کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن (هستند - نیستند).** **ب) هنگام حرکت جسم در راستای قائم به طرف بالا، جهت نیروی مقاومت هوا به طرف (بالا- پایین) است.** **پ) اگر بر ماه نیرویی وارد نشود، ماه باید به‌صورت (مستقیم- دایره‌ای) حرکت کند.**	**۰/۷۵**
۶	**فنری با ثابت $۲۰\frac{N}{cm}$ از سقف یک آسانسور آویزان است. اگر جسمی به جرم ۲kg از انتهای فنر آویزان شده و آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$**	**۱**
	ادامه در صفحه دوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۳**	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**	ساعت شروع: **۸ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۰۳/۱۷**	رشته: **علوم تجربی**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

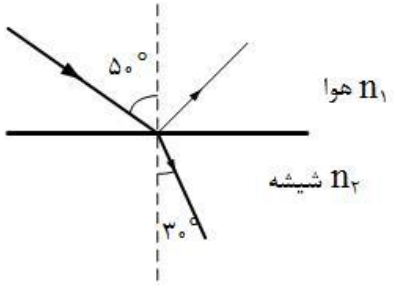
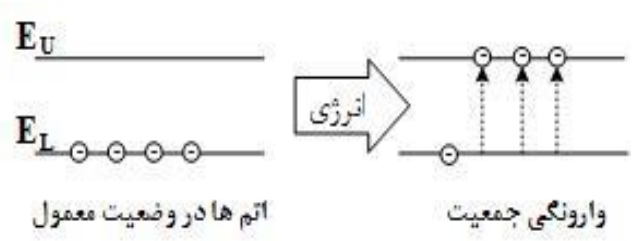
توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۷	مانند شکل روبه رو، جسمی را با نیروی عمودی $\vec{F}$ به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم. توضیح دهید؛ تأثیر افزایش نیروی $\vec{F}$ بر هر یک از کمیت‌های زیر چگونه است؟ الف) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم ب) اندازهٔ نیروی عمودی سطح 	۰/۵ ۰/۵
۸	ماهوارهای روی مدار تقریباً دایره‌ای در ارتفاع $h = ۱۶۰۰km$ از سطح زمین، به دور زمین میچرخد. شتاب گرانشی وارد بر ماهواره در این فاصله، چند برابر شتاب گرانشی وارد به آن در سطح زمین است؟ $(R_e = ۶۴۰۰km)$	۱
۹	درستی یا نادرستی هریک از گزاره‌های زیر را با واژهٔ ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ‌نامه مشخص کنید. الف) با افزایش ثابت فنر در سامانهٔ جرم- فنر (با جرم یکسان) دورهٔ تناوب نوسان‌ها کوتاه‌تر می‌شود. ب) نوسان تاب بدون هل دادن، یک نوسان نامیرا است. پ) در امواج دایره‌ای ایجاد شده بر سطح آب، فاصلهٔ بین دو برآمدگی مجاور برابر یک طول‌موج است. ت) بیشترین بسامد در طیف امواج الکترومغناطیسی، متعلق به امواج رادیویی است. ث) امواج صوتی هنگام انتشار در هوا ، عرضی هستند. ج) با حرکت یک چشمهٔ صوتی، فاصلهٔ جبهه‌های موج در جلوی چشمه، بیشتر از پشت آن می‌شود.	۱/۵
۱۰	دامنهٔ نوسان یک نوسانگر جرم - فنر در حرکت هماهنگ ساده ۰/۱m و سختی فنر آن $۱۰۰\frac{N}{m}$ است. انرژی مکانیکی نوسانگر هنگام نوسان روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، چند ژول است؟	۰/۷۵
۱۱	در یک طناب تحت کشش با چگالی خطی جرم $۰/۲\frac{kg}{m}$، تندی انتشار موج $۵\frac{m}{s}$ است. نیروی کشش طناب را به دست آورید.	۰/۷۵
۱۲	الف) امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می‌شوند. از این ساز و کار در چه وسایلی استفاده می‌شود؟ (۲ مورد) ب) مانند شکل روبه‌رو، تپی را در یک ریسمان کشیدهٔ بلند که یک سر آن بر تکیه‌گاهی ثابت شده است روانه می‌کنیم. بازتاب این تپ را در پاسخ‌نامه رسم کنید. 	۰/۵ ۰/۵
۱۳	یک موج صوتی با توان $۱/۶\times۱۰^{-۴}W$ از صفحه‌ایی با مساحت $۴m^۲$ در راستای عمود بر صفحه می‌گذرد. شدت صوت عبوری از این صفحه چقدر است؟	۰/۷۵
	ادامه در صفحه سوم	

بسمه تعالی

سوالات امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	تعداد صفحات: **۳**	**پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه**	ساعت شروع: **۸ صبح**
تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۰۳/۱۷**	رشته: **علوم تجربی**	**نام و نام خانوادگی:**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی و جذر و درصد) مجاز است.

ردیف	سوالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۴	در شکل روبه‌رو موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. الف) زاویهٔ بازتابش چند درجه است؟ ب) ضریب شکست شیشه را حساب کنید.  $(\sin 50 \simeq 0/75 \ , \ \sin 30 = 0/5 \ , \ n_1 = 1)$	۰/۲۵ ۰/۷۵
۱۵	موارد زیر را تعریف کنید. الف) پژواک ب) پاشندگی نور پ) تابش گرمایی	۱/۵
۱۶	در آزمایش فوتوالکتریک، فوتون‌هایی با طول‌موج ۲۴۸nm بر سطح یک فلز تابش می‌شود. انرژی هر فوتون چند الکترون ولت است؟ $(hc = 1240 \ eV.nm)$	۰/۷۵
۱۷	در هریک از پرسش‌های زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. الف) در اتم هیدروژن، هنگام گذار الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر؛ ۱) یک فوتون جذب می‌شود. ۲) یک فوتون گسیل می‌شود. ۳) اتم برانگیخته می‌شود. ب) کدامیک از پرتوهای زیر، بیشترین نفوذ را در ورقه سربی دارند؟ ۱) پرتو گاما ۲) پرتو آلفا ۳) پرتو بتا پ) کدام مورد دربارهٔ نیروی هسته‌ای درست است؟ ۱) بلندبرد است ۲) کوتاه برد است ۳) رانشی است	۰/۷۵
۱۸	سومین طول‌موج در رشتهٔ پاشن $(n' = 3)$ هیدروژن اتمی را به‌دست آورید و تعیین کنید که این طولموج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. $(R = 0/01 (nm)^{-1})$	۱
۱۹	شکل روبه‌رو دو مرحله از فرایند ایجاد باریکهٔ لیزر را به طور طرحوار نشان می‌دهد. الف) منظور از عبارت "اتم ها در وضعیت معمول" چیست؟ ب) منظور از "وارونی جمعیت" چیست؟  	۰/۲۵ ۰/۲۵
۲۰	الف) معادلهٔ واپاشی روبه‌رو را کامل کنید. (هستهٔ دختر با نماد $^{A}_{Z}Y$ نوشته شود) $^{222}_{86}Rn \rightarrow ... + ^{4}_{2}\alpha$ ب) نیمه عمر یک هستهٔ پرتوزا ۴ ساعت است. پس از گذشت ۱۶ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟	۰/۵ ۱
	شاد و پیروز باشید.	۲۰

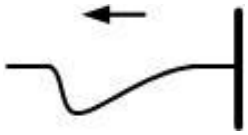
بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۰۳/۱۷**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
۱	الف) نرده ای ص.۹۰ ب) جابه جایی ص.۱۷ پ) هم نوع ص.۳۲ ت) تکانه ص.۴۵ هر مورد (۰/۲۵)	۱
۲	الف) متحرک **A** جهت محور **x** (۰/۲۵) متحرک **B** خلاف جهت محور **x** (۰/۲۵) ب) خیر (۰/۲۵) ص.۱۴.	۰/۷۵
۳	الف) ص.۱۷. $x=-t^{۲}+۲t+۱$ (۰/۲۵) $a=-۲\,^{m}/_{s^{۲}}$ (۰/۲۵) $x=\frac{۱}{۲}at^{۲}+v_{۰}t+x_{۰}$ (۰/۲۵) ب) ص.۱۵. $v_{av}=-۱\,^{m}/_{s}$ (۰/۲۵) $v_{av}=\frac{(-۶+۲)+(۲)}{۲}$ (۰/۲۵) $v_{av}=\frac{v+v_{۰}}{۲}$ (۰/۲۵)	۱/۵
۴	الف) $t_۱$ ص.۸ ب) یک بار ص.۸ پ) کندشونده ص.۱۶. ت) $t_۱$ تا $t_۲$ ص.۸ ث) خلاف جهت محور **x** ص.۱۲. هر مورد (۰/۲۵)	۱/۲۵
۵	الف) هستند. ص.۲۹ ب) پایین ص.۳۴ پ) مستقیم ص.۴۷ هر مورد (۰/۲۵)	۰/۷۵
۶	$۲۰\Delta L=۲۴$ (۰/۲۵) $F_e=(۲\times۲)+(۲\times۱۰)$ (۰/۲۵) $F_e-mg=ma$ (۰/۲۵) $\Delta L=۱/۲cm$ (۰/۲۵) ص.۵۱.	۱
۷	الف) $f_s=mg$ (۰/۲۵). اندازه نیروی وزن ثابت است، بنابراین اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی تغییر نمی‌کند. (۰/۲۵) ب) نیروی عمودی سطح افزایش می‌یابد (۰/۲۵). جسم در حال تعادل است، اندازهٔ نیروی عمودی سطح برابر **F** می‌شود. (۰/۲۵) ص.۵۲.	۱
۸	$\frac{g}{g_{۰}}=۰/۶۴$ (۰/۲۵) $\frac{g}{g_{۰}}=\left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰+۱۶۰۰}\right)^{۲}$ (۰/۲۵) $\frac{g}{g_{۰}}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^{۲}$ (۰/۲۵) $g_{۰}=G\frac{M_e}{R_e^{۲}}$ (۰/۲۵) ص.۴۹.	۱
۹	الف) درست ص.۵۷ ب) نادرست ص.۶۰ پ) درست ص.۶۳ ت) نادرست ص.۶۸ ث) نادرست ص.۷۱ ج) نادرست ص.۷۵ هر مورد (۰/۲۵)	۱/۵
۱۰	ص.۵۸. $E=۰/۵J$ (۰/۲۵) $E=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times(۰/۱)^{۲}$ (۰/۲۵) $E=\frac{۱}{۲}kA^{۲}$ (۰/۲۵)	۰/۷۵
۱۱	$F=۵N$ (۰/۲۵) $۵=\sqrt{\frac{F}{۰/۲}}$ (۰/۲۵) $V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ (۰/۲۵) ص.۶۵.	۰/۷۵
	ادامه در صفحه دوم	

بسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس: **فیزیک ۳**	رشته: **علوم تجربی**	ساعت شروع: **۸ صبح**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	تعداد صفحات: **۳**	تاریخ امتحان: **۱۴۰۱/۰۳/۱۷**	
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۱		**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**	

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
۱۲	**الف) آنتن‌های بشقابی (۰/۲۵)، اجاق‌های خورشیدی (۰/۲۵) ص.۸۰** **ب) ص.۷۷ رسم درست تپ بازتابی(۰/۵)** 	۱
۱۳	**ص.۷۲** $I = ۴\times۱۰^{-۵}\ W/m^۲$ **(۰/۲۵)** $I = \frac{۱/۶\times۱۰^{-۴}}{۴}$ **(۰/۲۵)** $I = \frac{P_{av}}{A}$ **(۰/۲۵)**	۰/۷۵
۱۴	**الف) ۵۰ درجه (۰/۲۵) ص.۷۷** **ب) ص.۸۵** $n_۲ = ۱/۵$ **(۰/۲۵)** $\frac{۰/۵}{۰/۷۵} = \frac{۱}{n_۲}$ $\frac{\sin ۳۰^\circ}{\sin ۵۰^\circ} = \frac{۱}{n_۲}$ **(۰/۲۵)** $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{n_۱}{n_۲}$ **(۰/۲۵)**	۱
۱۵	**الف) اگر صوت پس از بازتاب با تاخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود به چنین بازتابی پژواک می‌گویند. (۰/۵) ص.۷۸** **ب) وقتی باریکهٔ نور سفید به وجهی از یک منشور می‌تابد، هنگام عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه (پاشیده) می‌شود. (۰/۵) ص.۸۷** **پ) همه اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. (۰/۵) ص.۹۹**	۱/۵
۱۶	$E = ۵eV$ **(۰/۲۵)** $E = \frac{۱۲۴۰eV.nm}{۲۴۸nm}$ **(۰/۲۵)** $E = \frac{hc}{\lambda}$ **(۰/۲۵)** **ص.۹۸**	۰/۷۵
۱۷	**الف) (۲) ص.۱۰۵ ب) (۱) ص.۱۱۶ پ) (۲) ص.۱۱۴ هر مورد (۰/۲۵)**	۰/۷۵
۱۸	$\lambda = ۱۲۰۰nm$ **(۰/۲۵)** $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۶^۲})$ **(۰/۲۵)** $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ **(۰/۲۵)** **فروسرخ (۰/۲۵)** **ص.۱۰۲**	۱
۱۹	**الف) بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند. (۰/۲۵)** **ب) بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند. (۰/۲۵) ص.۱۲۳**	۰/۵
۲۰	**الف)** $^{۲۱۸}_{۸۴}Y$ **(۰/۵) ص.۱۱۶** **ب) ص.۱۲۱** $\frac{N}{N_۰} = \frac{۱}{۱۶}$ **(۰/۲۵)** $n = ۴$ **(۰/۲۵)** $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$ **(۰/۲۵)** $N = N_۰(\frac{۱}{۲})^n$ **(۰/۲۵)**	۱/۵
	همکاران محترم، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ‌های صحیح دیگر، نمرهٔ لازم را در نظر بگیرید.	۲۰