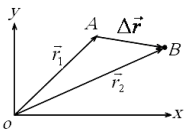
یک خلاصه از فیزیک دوازدهم

(نویسنده : Sayarizadeh)

به همراه امتحان نهایی های فیزیک دوازدهم با پاسخ

جمع آوری شده توسط
گروه آموزشی مهندس علی عاقلی

فصل اول: حرکت بر خط راست

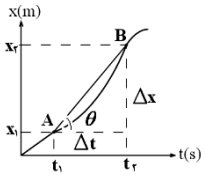


بردار مکان: برداری است که مبدا مختصات را به مکان نهایی متحرک وصل می‌کند. (مثال r_1 و r_2)

بردار جابجایی: برداری است که مکان اولیه را به مکان نهایی متصل می‌کند. (Δr)

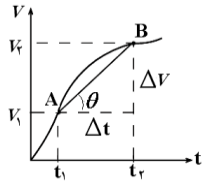
تندی متوسط و سرعت متوسط: تندی متوسط و سرعت متوسط دونده به صورت زیر تعریف می‌شوند و تندی متوسط، کمیتی نرده ای و سرعت متوسط، کمیتی برداری است. سرعت متوسط $\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}$ تندی متوسط $s_{av}=\frac{l}{\Delta t}$

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان زمان: سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودارمکان زمان را به یکدیگر وصل می کند



$$\left.\begin{aligned} v_{av}&=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\\ \tan\theta&=\frac{\Delta x}{\Delta t}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\ v_{av}=\tan\theta$$

شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای: شتاب متوسط برابر نسبت تغییر سرعت به بازه‌ی زمانی است که سرعت تغییر کرده است. شتاب متوسط را با $\bar{a}$ نشان می‌دهند.



$$\bar{a}=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{V_2-V_1}{t_2-t_1}$$

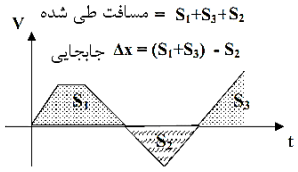
❖ شتاب متوسط متوسط بین دونقطه از نمودار سرعت- زمان برابر است با شیب خطی که آن دونقطه را بـه هـم وصل می‌کند.

$$\left.\begin{aligned} a_{av}&=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\\ \tan\theta&=\frac{\Delta v}{\Delta t}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\ a_{av}=\tan\theta$$

❖ شتاب لحظه‌ای شتابی است، که متحرک در هر لحظه دا رد. و شتاب لحظه‌ای شیب نمودار سرعت زمان در هر لحظه است.

حرکت یکنواخت بر خط راست: حرکتی است که در آن همواره سرعت متحرک دارای اندازه و جهت ثابت باشد. شیب نمودار مکان زمـان چنـین حرکتـی کـه همـان سـرعت است، همواره ثابت خواهد بود. در این نوع حرکت سرعت متوسط با سر عت لحظه ای برابر است. یعنی: $v_{av}=v$ معادله حرکت با سرعت ثابت به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\Rightarrow\quad x=Vt+x_0$$



❖ مساحت زیر سطح نمودار سرعت-زمان، برابر جابجایی است. مثلا در نمودار نسبتا پیچیده‌ی شکل زیر، برای محاسبه‌ی جابجایی مساحتهای S۱ و S۳ را باهم جمع و نتیجه را منهای S۲ می‌کنیم زیرا مساحت S۲ زیر محور و منفی است.

❖ شرط رسیدن دو متحرک به هم، در یک مسیر مستقیم الخط با یک اختلاف زمانی، این است که $X_A=X_B$ باشد.

حرکت بر خط راست با شتاب ثابت: اگر در حرکت در مسیر مستقیم شتاب در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، آن را حرکت بـا شـتاب ثابت در مسیر مستقیم می‌نامیم. در این حالت شتاب لحظه‌ای و شتاب متوسط با هم برابرند. (یعنی $a_{av}=a$)

رابطه‌های اصلی در حرکت شتابدار با شتاب ثابت

معادله سرعت- زمان	$\Delta V=at$	$V=at+V_o$
معادله مکان- زمان	$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+V_ot$	$x=\frac{1}{2}at^2+V_ot+x_o$
معادله مستقل از شتاب	$\Delta x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)t$	$x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)t+x_o$
معادله مستقل از زمان	$V^2-V_o^2=2a\Delta x$	$V^2-V_o^2=2a(x-x_o)$

❖ معادله‌ی مکان- زمان در حرکت شتابدار با شتاب ثابت از درجه ۲ است، لذا نمودار آن یک سهمی است. اگر انحناء (تقعر) این سهمی روبه بـالا باشـد، شـتاب مثبـت و اگـر انحناء (تقعر) این سهمی روبه پایین باشد، شتاب منفی است.

❖ **حرکت تند شونده، حرکت کند شونده:** اگر در حرکت با شتاب ثابت شیب نمودار مکان- زمان در هر لحظه زیاد شود، حرکت تند شونده است و اگر شیب نمودار در هـر لحظه کم شود، حرکت کند شونده خواهد بود. در حالت کلی نتیجه می‌شود که اگر شتاب و سرعت در یک حرکت هم علامت باشند، آن حرکت تنـد شـونده خواهـد بـود و اگر شتاب و سرعت در یک حرکت غیر هم علامت باشند، آن حرکت کند شونده خواهد بود. یعنی:

حرکت تند شونده $\rightarrow$ $a\times V>0$ حرکت کند شونده $\rightarrow$ $a\times V<0$

سقوط آزاد: (فقط ریاضی): هر گاه جسمی از یک ارتفاعی نسبت به سطح زمین سقوط کند اگر از مقاومت هوا صرفنظر شود، با شتاب ثابت ۹/۸متر بر مجذور ثانیه به سمت زمین سقوط می‌کند یعنی در هر یک ثانیه تقریبا ۱۰ متر بر ثانیه به سرعت حرکت جسم افزوده می‌شود، حرکت جسم در سقوط آزاد به سمت زمین شتابدار ثابت تند شونده است و تنها نیروی وارد بر جسم همان نیروی وزن جسم است. سقوط آزاد یک حرکت شتابدار در امتداد محور قائم است. در حرکت سقوط آزاد برای سادگی در حل مسائل بهتر است نقطه پرتاب را، مبدا سنجش فرض کنیم.($y_{o=0}$) و جهت مثبت را رو به بالا در نظر بگیریم. اگر جسم رها شود یا سرعت اولیه صفر باشد ($V_o=0$) ، معادله‌های حرکت سقوط آزاد به شکل ساده‌ی زیر در می‌آیند:

$$V=-gt\qquad y=-\frac{1}{2}gt^2\qquad V^2=-2gy\qquad y=\frac{V}{2}t$$

V سرعت در راستای عمودی ، y جابجایی نسبت به محل سقوط آزاد، g شتاب جاذبه‌ی زمین که تقریبا ۱۰ است و t زمان است.

فصل دوم: دینامیک و حرکت دایره‌ای

دینامیک: علمی است با در نظر گرفتن نیرو به بررسی حرکت می‌پردازد.

توصیف نیرو: عاملی است که باعث تغییر وضعیت حرکت جسم می‌شود یعنی وقتی به یک جسم نیرو وارد می‌شود سرعت و یا شکل جسم تغییر می‌کند. (برهم کنش (تاثیر) دو جسم بر یکدیگر را نیرو نامند.) (نیرو دارای اندازه و جهت است، بنابراین یک کمیت برداری است.)

قانون اول نیوتن (قانون لختی): یک جسم حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند، مگر آنکه تحت تاثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود. **یا:** هرگاه بر جسمی نیرو وارد نشود (یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود) جسم اگر ساکن باشد همچنان ساکن می‌ماند و اگر دارای حرکت باشد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می‌دهد.

لختی یا اینرسی: مقاومت اجسام درمقابل تغییرحرکت وسرعت را لختی یا اینرسی می‌نامند. این اصل مطابق با قانون اول نیوتن است. به همین علت قانون اول نیوتن درباره حرکت راقانون لختی نیز می‌نامند **یا:** تمایل اجسام برای حفظ حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست، را لختی می‌گوییم.

قانون دوم نیوتن: اگربه یک جسم نیروهایی وارد شود، شتابی می‌گیرد که با برایند نیروهای وارد بر جسم (نیروی خالص وارد بر جسم) نسبت مستقیم دارد و با آن هم جهت است وبا جرم جسم نسبت وارون دارد یعنی: $\vec{a}=\frac{\vec{F}_{net}}{m} \Rightarrow \vec{F}_{net}=m\vec{a}$

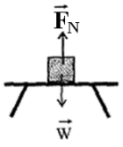
- **تکانه (اندازه حرکت):** حاصلِ ضربِ جرمِ جسم در سرعتِ آن، تکانه نام دارد و آن را با $\vec{p}$ نشان می‌دهیم، که کمّیتی برداری است. یکایِ تکانه درSI ، $N.s$ یا $\frac{kg.m}{s}$ است. $\vec{p}=m\vec{V}$
- قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی ثابت به صورت روبرو است: $\vec{F}_{net}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$
- یعنی نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانهٔ جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است. همچنین از این رابطه نتیجه می‌گیریم که تغییر تکانه برابر با حاصل ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است. $\Delta\vec{P}=\vec{F}_{net}\Delta t$
- برای بازهٔ زمانی بزرگ به جای نیروی خالص باید نیروی خالص متوسط در فاصلهٔ زمانی مورد نظر را به کار برد. یعنی: $\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$
- تغییر تکانهٔ یک جسم را می‌توان از سطح زیر نمودار نیرو زمان نیز به دست آورد. $\Delta\vec{P}=\vec{F}_{av}\Delta t$

قانون سوم نیوتن: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو واردکند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی هم اندازه‌ی آن ولی درخلاف جهت وارد می‌کند. نیرویی که جسم اول وارد می‌کند (کنش) و نیرویی که جسم دوم وارد می‌کند (واکنش) نامیده می‌شوند. این دو نیرو همواره هم اندازه هم راستا و در سوی مخالف یکدیگرند و هریک برجسم دیگروارد می‌شود. **یا:** برای هر عملی, عکس العملی است مساوی با آن ولی در جهت مختلف

نیروی وزن: وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که ازطرف زمین بر جسم وارد می‌شود. $\vec{w}=m\vec{g}$

جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف زمین (مرکز زمین) است. جرم یک جسم در مکان های مختلف ثابت است، اما وزن آن به مقدار g در آن مکان بستگی دارد. شتاب جاذبه (g) در سطح زمین تقریباً ۹/۸N/kg است.

نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می شود که به آن نیروی **مقاومت شاره** می‌گویند. ویژگی‌ها: ۱) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ...بستگی دارد. ۲) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. ۳)اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، نیروی مقاومت هوا می گویند.



نیروی عمودی سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه): نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است و با F_N نشان داده می‌شود. برای جسم روی سطح افقی $F_N=W$ است مگر آنکه نیروی دیگری، عمود بر سطح وجود داشته باشد.

نیروی اصطکاک: وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه‌رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک گویند. این نیرو در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد می‌شود و از نیروهای الکترومغناطیسی بین اتم‌ها ناشی می‌شود. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، و زبری و نرمی آنها و ..... بستگی دارد. **نیروی اصطکاک بر دو نوع است:** ۱- نیروی اصطکاک ایستایی: در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد، کشیده شده اما ساکن می‌ماند. ۲- نیروی اصطکاک جنبشی (لغزشی): در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد در حرکت است.

- نیروی اصطکاک ایستایی دارای حداکثری است که با f_{smax} نشان می‌دهیم و به آن نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه‌ی حرکت گفته می‌شود. اگر نیروی F بزرگتر از f_{smax} باشد جسم شروع به حرکت می‌کند. اصطکاک ایستایی آستانه حرکت از رابطه روبرو به دست می آید. $f_{s,max}=\mu_s F_N$
- μ_s : ضریب اصطکاک ایستایی است و بستگی به جنس سطح تماس (زبری, صافی و ...) رطوبت محیط و ... دارد و چون یک مقدار ثابت است واحد ندارد.

نیروی اصطکاک جنبشی: وقتی جسمی روی سطحی می‌لغزد از طرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است. آزمایش نشان می دهد که اندازه نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه نیروی عمودی سطح است. $f_k=\mu_k F_N$.

که در آن F_N نیروی عمودی سطح و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است. ضریب اصطکاک جنبشی مانند ضریب اصطکاک ایستایی به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آنها و ... بستگی دارد و بدون واحد است.

- μ_s همواره از μ_k بزرگتر است لذا نیروی اصطکاک ایستایی از جنبشی بیشتر است. ($\mu_k < \mu_s$)

نیروی کشسانی(قانون هوک): اگر فنری را تحت اثر نیروی کشش یا فشارنده‌ی F از حالت عادی خود خارج کنیم، فنر نیرویی در خلاف جهت تراکم یا کشیده شدن وارد می‌کند این نیرو را نیروی کشسانی یا نیروی بازگرداننده‌ی فنر می‌نامند. (نیروی F_e) $\Delta l=l-l_o$ $F_e=k\Delta l$

Δl تغییر طول فنر، l_o طول اولیه فنر، l طول فنر در اثر نیروی F است. k ثابت فنر و از مشخصه‌های فنر است که ضریب سختی فنر نیز نامیده می‌شود. ثابت فنر به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد و واحد آن N/m است.

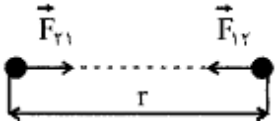
دوره(زمانِ تناوب یا پریود): مدّت زمانی است که متحرّک رویِ مسیرِ دایره‌ای، یک دورِ کامل را طی می‌کند. دوره را با T نمایش می‌دهند و یکایِ آن درSI، ثانیه است. از آنجا که در این حرکت ذره محیط دایره(۲πr) را با تندی (V) در زمان T طی می‌کند، داریم: $T = \frac{2\pi r}{V}$

شتاب مرکزگرا و قانون دوم نیوتون :در حرکت دایره ای یکنواخت، اندازهٔ سرعت ثابت است اما جهت آن دائما تغییر می کند. به همین دلیل حرکت دایره ای، حرکتی شتاب دار است. در حالتی که بازهٔ زمانی خیلی کوچک انتخاب می‌شود، جهت ΔV به طرف مرکز دایره خواهد بود. پس جهت شتاب لحظه‌ای نیز به طرف مرکز خواهد بود. به همین دلیل به آن شتاب مرکزگرا می گویند. شتاب مرکز گرا برابر است با: $a_c = \frac{V^2}{r}$

در حرکتِ دایره‌ایِ یکنواخت، شتابِ جسم، همواره در راستایِ شعاعِ دایره و به طرفِ مرکزِ آن می‌باشد. طبقِ قانونِ دوّمِ نیوتن، نیرو و شتاب، هم جهتِ با یکدیگر می‌باشند. در نتیجه در حرکتِ دایره‌ایِ یکنواخت، برآیندِ نیروهایِ وارد بر جسم (F_{net})، به طرفِ مرکزِ دایره است.

قانون دوم نیوتون در حرکت دایره‌ای یکنواخت: $F_{net} = m\frac{V^2}{r}$

نیروی گرانشی: نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصلهٔ آنها ازیکدیگر نسبت وارون دارد.



$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$ (نیروی گرانشی بین دو ذره)

که در آن : m_1 : جرم جسم ۱ m_2 : جرم جسم ۲ r : فاصله بین دو جسم F : نیرو G : ثابت جهانی گرانش

❖ Gثابت جهانی گرانش است که مقدار آن $G = 6/67\times10^{-11}\frac{N\cdot m^2}{kg^2}$ است که مقداری بسیار کوچک می‌باشد. بنابراین نیروی گرانشی میان جسم‌های با جرم‌های کوچک قابل ملاحظه نیست.

❖ دو جرم همواره یکدیگر را می‌ربایند. به عبارت دیگر نیروی گرانشی از نوع رانشی(دافعه) نیست.

چند نکته برای حل مسائل دینامیکی:

۱- ابتدا جسم را مشخص کرده و شکل ساده‌ای برای آن رسم می‌کنیم.

۲- نیروهایی که از طرف محیط به جسم وارد می‌شود مشخص (تعیین جهت و راستا) می‌کنیم. (دیاگرام آزاد)
(نیروها عبارتند از وزن، عکس العمل تکیه‌گاه، اصطکاک، کشش نخ، نیروی موتور و غیره ....)

۳- دستگاه مختصاتی مناسب مشخص می‌کنیم. (جهت حرکت یا میل به حرکت، جهت + یکی از محورها است.)

۴- با استفاده از قانون دوم نیوتن، شتاب حرکت یا مجهول دیگر مسأله را به دست می‌آوریم.

فصل سوم: نوسان وموج

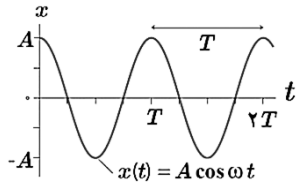
نوسانِ دوره‌ای: حرکتی است که متحرّک، پس از طیِ زمانِ معیّنی، به وضعیّتِ اوّلیه برگشته و حرکتِ خود را از نو، آغاز می‌کند. مانندِ حرکتِ منظّمِ قلب، حرکتِ تاب، حرکتِ زمین به دورِ خورشید و ...

حرکتِ هماهنگِ ساده: به نوسان‌های سینوسی، حرکت هماهنگ ساده (SHM) گفته می‌شود. در این حرکت، متحرّک، رویِ یک پاره خط، حولِ نقطه‌ی تعادلی واقع در وسطِ پاره خط، حرکتِ رفت و برگشت، انجام می‌دهد. دو نمونه از حرکتِ هماهنگِ ساده، عبارت از: ۱) حرکتِ آونگ، وقتی که، زاویه‌ی α خیلی کوچک باشد، ۲) حرکتِ نوسانیِ وزنه‌ی متّصل به فنر.

دوره تناوب: در حرکتِ هماهنگِ ساده، مدّت زمانی که جسم، یک بار رفت و برگشت را انجام می‌دهد، دوره‌ی حرکت نامیده و آن را با T نشان می‌دهیم و واحدِ آن، ثانیه است

بسامد: درحرکتِ هماهنگِ ساده، تعدادِ رفت و برگشت‌ها، در مدّتِ ۱ ثانیه، بسامدِ حرکت است. (توجّه کنید که در حرکتِ دایره‌ای، بسامد، تعداد دورهایِ کامل در ۱ثانیه بود).

بسامد را با f نشان می‌دهیم و واحدِ آن هرتز است. داریم: $T = \frac{1}{f}$ یا $f = \frac{1}{T}$



تعداد نوسانات در مدت زمان t ثانیه (N) برابر است با $N = f\,t = \frac{t}{T}$

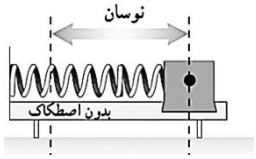
دامنه‌ی نوسان: درحرکتِ هماهنگِ ساده، بیشترین فاصله‌ی نوسان‌گر از نقطه‌ی تعادل را دامنه‌ی حرکت نامیده و آن را با A نشان می‌دهیم و واحدِ آن متر می‌باشد. .

(معادلهٔ مکان زمان در حرکت هماهنگ ساده) $x(t)=A\cos\omega t$

ω بسامد زاویه‌ای و برابر $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ است. یکای بسامد زاویه ای درSI ، rad/s است.

وقتی نوسانگر در x=±A است، سرعت آن برابر با صفر است به این نقطه‌ها اصطلاحاً نقطه‌های بازگشتِ حرکت می‌گویند. وقتی x=o است (یعنی نوسانگر از نقطهٔ تعادل می‌گذرد) اندازهٔ سرعت بیشینه است.

سامانهٔ جرم فنر: دورهٔ تناوب T ، بسامد f و بسامد زاویه‌ای ω برای هر سامانهٔ جرم فنر، برابر است با:

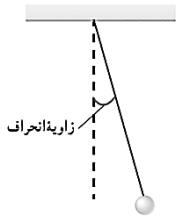


$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad ، \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad و \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

❖ دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم فنر با یک فنر معیّن ولی وزنه های متفاوت، با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است

❖ دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم فنر با یک وزنهٔ معیّن ولی فنر های متفاوت، با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است.

آونگ ساده: آونگ ساده شامل وزنهٔ کوچکی به جرم m است که از نخ بدون جرم و کش نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، آویزان است. اگر زاویهٔ انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت. دورهٔ تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی(g) وطول آونگ (L) بستگی دارد، و از رابطهٔ زیر به دست می آید:

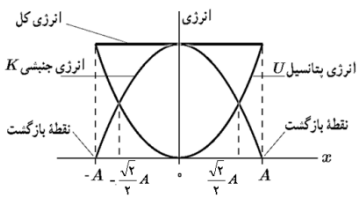


$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad \Rightarrow \quad \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}\times\frac{g_1}{g_2}} \ , \ \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

❖ با توجه به رابطه‌ی دوره تناوب آونگ: دورهٔ تناوب آونگ ساده به جرم و دامنهٔ آن بستگی ندارد.

❖ اگر اندازه‌گیری در محلّی به غیر از زمین باشد، به جایِ g شتابِ جاذبه در آن محل را قرار می‌دهیم. مثلا اگر اندازه‌گیری در آسانسور باشد، به جایِg ، g' یعنی نتیجه‌ی شتاب خود آسانسور و شتاب زمین ($g' = g \pm a$) را قرار می‌دهیم.

انرژی در حرکت هماهنگ ساده:



در سامانهٔ جرم-فنر انرژی پتانسیل (U) متناسب با x^2 است. بنابراین انرژی پتانسیل سامانهٔ جرم فنر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) بیشینه و در نقطهٔ تعادل (x=۰) برابر صفر است.

انرژی جنبشی (K) جرم –فنر به جرم قطعهٔ متصل به فنر و تندی آن بستگی دارد.

هرچه فاصله (x) بیشتر، انرژی پتانسیل بیشتر و هرچه سرعت (v) بیشتر، انرژی جنبشی بیشتر است.

در دامنه‌ی $\pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ مقدار انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابر است.

انرژی مکانیکی سامانهٔ جرم فنر (E=U+K): انرژی کل یک نوسانگر هارمونیک ساده با مجذور بسامد، مجذور دامنه و جرم نوسانگر رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = 2\pi^2mA^2f^2$$

$$\frac{E_2}{E_1} = (\frac{f_2}{f_1})^2 \times (\frac{A_2}{A_1})^2$$

تشدید: اگر در نوسانگری نوسان‌های واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابرشود (یعنی $f_d=f_o$)، در چنین وضعیتی اصطلاحاً گفته می‌شود که برای نوسانگر تشدید (رزونانس) رخ داده است. در این حالت دامنه‌ی نوسان افزایش می‌یابد.

انواعِ موج با توجّه به محیطِ انتشار: ۱-امواجِ مکانیکی: این امواج برایِ انتشار، به محیطِ مادّی نیاز دارند، بنابراین در خلأ انتشار نمی‌یابند. مانندِ امواجِ صوتی، تشکیلِ موج بر سطحِ آب، موجِ ایجاد شده در طناب، فنر و ... .**۲-امواجِ الکترومغناطیس:** این امواج در همه جا (مایعات، جامدات، گازها و خلأ)منتشر می‌شوند. مانندِ نور، امواجِ رادیویی، اشعه‌ی گاما و .....

انواع موج از لحاظ راستای ارتعاش: ۱) امواجِ عرضی: اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌هایِ محیط، عمود بر راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را عرضی می‌نامند.

۲)امواجِ طولی: اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌هایِ محیط، موازی با راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را طولی می‌نامند.

امواجِ **مکانیکی** عرضی، در محیط‌هایی منتشر می‌شوند که نیرویِ بینِ ذرّاتِ آن نسبتاً زیاد باشد. با این حساب، امواجِ **مکانیکی** عرضی، فقط در جسم‌هایِ جامد و سطحِ مایع(به دلیلِ کششِ سطحی در سطحِ مایع) ایجاد و منتشر می‌شوند. ولی امواجِ طولی در تمامِ حالاتِ مادّه، ایجاد و منتشر می‌شوند.

مشخصه های موج:

۱) طول موج: . فاصلهٔ بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، **طول موج** نامیده می‌شود و آن را با λ نشان می‌دهند. طول موجِ λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دورهٔ تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.

۲) دامنه (A): بیشینهٔ فاصلهٔ یک ذره از مکان تعادل، دامنهٔ موج نامیده می‌شود که همان فاصلهٔ قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است.

۳) دورهٔ تناوب(T): مدت زمانی که هر ذرهٔ محیط یک نوسان کامل انجام می‌دهد دورهٔ تناو ب موج نامیده می‌شود که برابر با زمانی است که چشمهٔ موج یک نوسان کامل انجام می‌دهد.

۴) بسامد (f): تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذرهٔ محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده می‌شود که برابر با بسامد چشمهٔ موج نیز هست. پس: $f = \frac{1}{T}$

۵) تندی انتشار موج (v): اگر جبههٔ موج در مدت Δt مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطهٔ $v = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آید. از آنجا که طول موج λ در دورهٔ T طی می‌شود، داریم: (تندی انتشار موج $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$)

عواملِ مؤثر بر سرعتِ انتشارِ موج: سرعتِ انتشارِ موج در یک محیط، به ویژگی‌هایِ فیزیکیِ آن محیط (جنس،دما، فشار و ...) بستگی دارد، امّا به شرایطِ فیزیکیِ چشمه‌ی موج (بسامد، دامنه، انرژیِ مکانیکی و ...) بستگی ندارد.

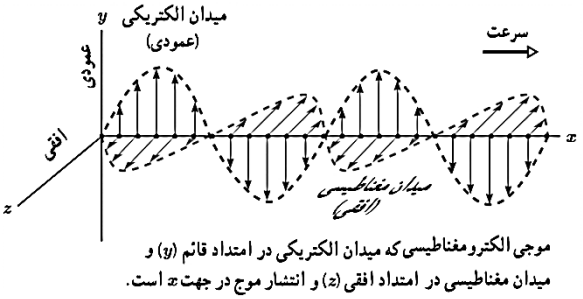
❖ دقت کنید که تندی ارتعاش (نوسان) که بیشینه‌ی آن $A\omega$ است را با تندی انتشار موج که مقداری ثابت است، اشتباه کنید.

❖ **تندی انتشار موج عرضی در یک فنر، تار یا ریسمان کشیده** به نیروی کشش (F) و چگالی خطی جرم (μ=m/L) بستگی دارد و از رابطهٔ زیر به دست می آید:

❖ $v = \sqrt{\frac{f}{\mu}}$ (تندی انتشار موج عرضی در تار یا فنر)

$$\mu = \rho A \Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{F\times L}{m}}$$



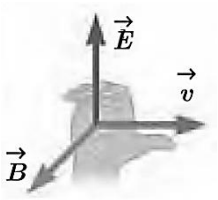
موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.

امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی از تغییر هم زمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در فضا به وجود می‌آیند.

مشخصهٔ بارز امواج الکترومغناطیسی

- میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است.
- میدان های الکتریکی و مغناطیسی E و B همواره بر جهت حرکت موج عمود ند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.
- میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.
- جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی را می‌توان مطابق شکل از قاعدهٔ دست راست تعیین کرد.

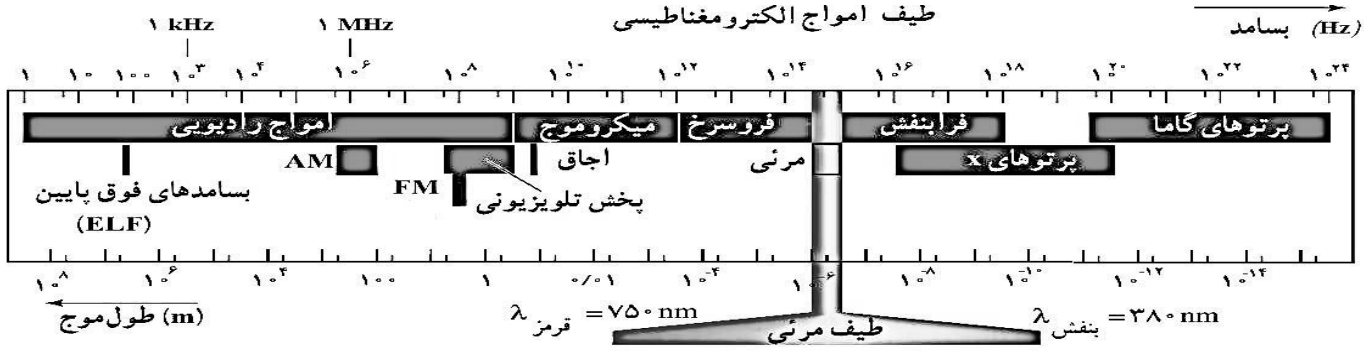
جهتِ انتشارِ موجِ الکترومغناطیسی($\vec{k}$)هم جهت با بردارِ($\vec{E}\times\vec{B}$)است. همانندِ محورهایِ مختصات $\frac{(\vec{E},\vec{B},\vec{k})}{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$ ، پس اگر چها انگشتِ دستِ راست را در جهتِ $\vec{B}$ طوری قرار داده که انگشتِ شصتِ دستِ راست در جهتِ $\vec{E}$ باشد،آن گاه بردارِ $\vec{k}$ از کفِ دستِ راست خارج می شود.



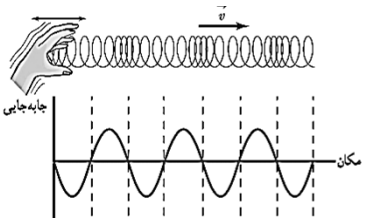
تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $c=\frac{1}{\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}}$ به دست می آید. که در آن تراوایی مغناطیسی خلأ $\mu_o=۴\pi\times۱۰^{-۷}\,T.m/A$ و ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $\varepsilon_o=۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\,C^۲/Nm^۲$

$$c=\frac{1}{\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}}=3\times10^8\frac{m}{s}$$

- نور هم یک موج الکترومغناطیسی است زیرا با تندی c منتشر می‌شود.
- امواج الکترومغناطیسی انرژی را صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می کنند.



موج طولی و مشخصه‌های‌آن: در مورد امواج طولی، طول موج برابر با فاصلهٔ بین دو تراکم (برای فنر،جمع شدگی) یا دو انبساط (برای فنر، بازشدگی) متوالی است. همچنین دامنهٔ موج طولی برابر با بیشینهٔ جابه جایی از مکان تعادل است. برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی درهمان محیط است.



موج صوتی: صوت یک موج طولی است که توسط جسمی مرتعش (چشمه صوت) تولید می‌شود. صوت فقط درمحیط های مادی مانند گاز، مایع، یا جامد می‌تواند ایجاد و منتشر شود. امواج صوتی مجموعه‌ای از تراکم‌ها و انبساط‌ها تشکیل شده‌اند.

- تندی انتشار صوت نیز مانند هر موج مکانیکی دیگری با رابطهٔ $V=f\lambda$ به بسامد و طول موج مربوط می‌شود و به ویژگی‌های فیزیکی محیط بستگی دارد. تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد.
- معمولا سرعت صوت در جامدها بیشتر از مایع‌ها و در مایع‌ها بیشتر از گازها است.

- **شدت و تراز شدت صوت:** شدت یک موج صوتی(I) در یک سطح، برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می رسد یا از آن عبور می کند. که در آن $\bar{P}$ آهنگ متوسط انتقال انرژی و A مساحت سطحی است که صوت با آن برخورد می‌کند. بنابراین یکای شدت صوت، وات بر متر مربع $(W/m^۲)$ است.

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

- شدت صوتی که از سطح کره‌ای به مساحت $A=۴\pi R^۲$ عبور می‌کند، از رابطه‌ی روبرو به دست می‌آید. $I=\frac{P}{۴\pi R^۲}$

شدّتِ صوتِ مبنا: آستانه‌ی شنواییِ صوتی با بسامدِ $۱۰۰۰\,Hz$ برایِ گوشِ سالم است که برابر است با: $I_o=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}=۱۰^{-۶}\frac{\mu W}{m^۲}$

تراز شدّتِ صوت یا شدّتِ احساسِ نسبیِ صوت: ترازِ شدتِ صوت، در واقع درکِ انسان را از بلندیِ صوت بیان می‌کند و عبارت از لگاریتم در پایه‌ی دهِ نسبتِ شدّتِ آن صوت به شدّتِ صوتِ مبنا که آن را با β نشان داده و واحدِ آن بِل می‌باشد:

$$\beta=\log\frac{I}{I_o}(b)$$

هر بِل ۱۰ دسی بِل است. بنابراین:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_o}(db)$$

بلندیِ نسبیِ صوت: تفاضلِ ترازِ شدّتِ دو صوت را بلندیِ نسبیِ آن‌ها گویند. اگر صوتی به شدّتِ $I_۲$ با ترازِ $\beta_۲$ و صوتی دیگر با شدّتِ $I_۱$ با ترازِ $\beta_۱$ شنیده شوند، اگر $\beta_۲>\beta_۱$ باشد، بلندیِ نسبیِ آن‌ها برابر است با: $\Delta\beta=\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$

از طرفی چون شدت نسبت عکس با مجذور فاصله دارد پس می‌توان نوشت: $\frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$ **در نتیجه:** $\Delta\beta = 20\log\frac{d_1}{d_2}$

ادراک شنوایی: با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می‌توان از هم متمایز ساخت: ارتفاع و بلندی آن. ارتفاع و بلندی هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می کند؛ مثلاً اگر چند دیاپازون با بسامدهای مختلف به طور یکسان نواخته شوند بسامد آنها را می‌توان از کمترین تا بیشترین مقدار تشخیص داد.

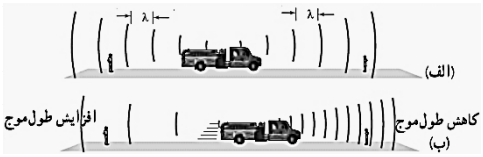
بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه هایی متفاوت به ارتعاش وادارایم، با آنکه بسامد صدایی که می‌شنویم تغییر نمی‌کند، اما صداهایی با بلندی متفاوت را حس می‌کنیم که این به شدت ضربه ها بستگی دارد.

بلندی متفاوت با شدت است. شدت را می‌توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید. دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت های متفاوتی نشان می‌دهد، به طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰ Hz است، در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن تُن های صدای ۲۰Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz است.

اثرِ دوپلر: تغییرِ بسامدی که در اثرِ حرکتِ نسبیِ منبعِ صوت و شنونده ایجاد می‌شود را پدیده‌ی دوپلر گویند. (این پدیده برایِ امواجِ دیگر نیز اتّفاق می‌افتد).

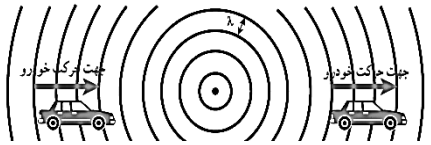
❖ اثر دوپلر نه تنها برای امواج صوتی بلکه برای امواج الکترومغناطیسی، مانند میکروموج ها، موج های رادیویی و نورمرئی نیز برقرار است.

الف) چشمهٔ متحرک و ناظر(شنوندهٔ) ساکن:

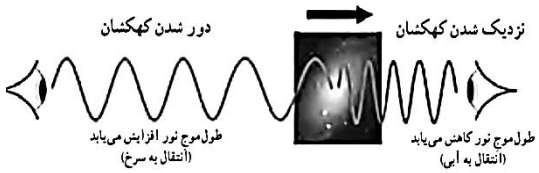


اگر ناظر ساکنی را روبه روی ماشین در نظر بگیریم، این ناظر طول موج کوتاه تری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می گیرد، که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. در حالی که ناظر ساکن عقب ماشین طول موج بلندتری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می گیرد، که این به معنی کاهش بسامد برای این ناظر است.

ب) چشمهٔ ساکن و ناظر(شنوندهٔ) متحرک:



در این حالت تجمع جبهه‌های 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 بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود. در حالی که اگر ناظر از چشمه دور شود، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه های موج کمتری مواجه می‌شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود.



اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی: هر گاه چشمهٔ موج الکترومغناطیسی نسبت به ناظر (آشکارساز) در حرکت باشد، بسامد و طول موج دریافتی از این چشمه تغییر می‌کند. وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول موج افزایش می یابد که به آن اصطلاحاً **انتقال به سرخ** می‌گویند و وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می شود، طول موج کاهش پیدا می‌کند که به آن اصطلاحاً **انتقال به آبی** می‌گویند.

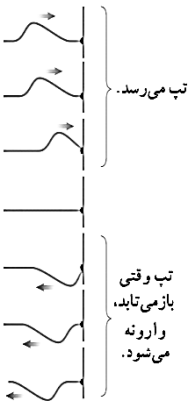
فصل چهارم: برهم کنش‌های موج

بازتاب، شکست، پراش و تداخل برهم کنش‌های موج با محیط هستند.

بازتاب

پژواک صوت نمونه‌ای از بازتاب امواج مکانیکی است. خفاش برای یافتن طعمه از پژواک موج صوتی خود استفاده می‌کند. امواج الکترومغناطیسی (از جمله نور) نیز بازمی‌تابند.

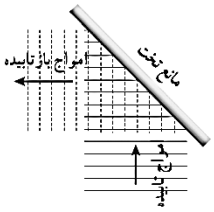
❖ تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن صفحهٔ کتاب، گرم شدن مواد غذایی در اجاق‌های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و ...مثال هایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.



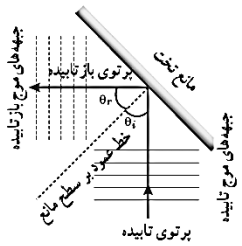
❖ زاویهٔ بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) را **زاویهٔ تابش** می‌نامند و با θ_i نشان می‌دهند.

❖ زاویهٔ بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را **زاویهٔ بازتابش** می‌نامند و با θ_r نشان می‌دهند.

❖ همواره زاویهٔ بازتابش برابر با زاویهٔ تابش است: یعنی $\theta_i = \theta_r$ که به آن، **قانون بازتاب عمومی** گفته می‌شود.



طرحی از جبهه‌های موج تابیده (خطوط توپر) و جبهه‌های موج بازتابیده (خطوط خط‌چین)



نمودار پرتویی همراه با جبهه‌های موج برای بازتاب امواج تخت از سطح مانعی تخت

❖ اگر سطح بازتابندهٔ نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را **بازتاب آینه‌ای** یا **منظم** می‌گویند. نوع دیگر بازتابش، **بازتاب پخشنده** یا **نامنظم** است.

پژواک: اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی **پژواک** می‌گویند. اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از۰/۱s باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

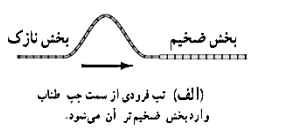
مکان‌یابی پژواکی روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کند.
مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر، در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می‌رود. همین طور در فنّاوری‌هایی نظیر اندازه‌گیری تندی شارش خون در رگ‌ها نیز از این روش استفاده می‌شود.
همچنین در دستگاه سونار که در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب به کار می‌رود، و در سونوگرافی نیز از مکان یابی پژواکی استفاده می‌شود.
دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ های کلیه، با کمک بازتابنده های بیضوی استفاده می‌شود.

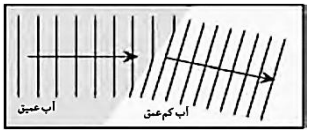
شکست وقتی رخ می‌دهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند. شکست برای امواج مکانیکی نیز رخ می‌دهد

❖ رنگ‌های رنگین‌کمان، تصویری که با کمک عینک می‌بینیم، تصاویری که با استفاده از عدسی های ابزارهای نوری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شود، و ...
مثال‌های رایجی از شکسته شدن موج‌های نوری در پیرامون‌ما است. این پدیده برای امواج صوتی نیز رخ می‌دهد ولی به اندازهٔ موج های نوری اهمیت ندارد..

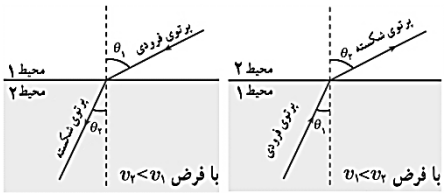
❖ امواج نه تنها با محیط بلکه با یکدیگر نیز برهم کنش می‌کنند. **تداخل** نمونه ای از برهم کنش امواج با یکدیگر است.

عبور یک تپ در طول طنابی را در نظر بگیرید که از دو بخش، یکی نازک و دیگری ضخیم، تشکیل شده است (شکل الف). وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می رسد، بخشی از این تپ باز می‌تابد و بخشی دیگر عبور می‌کند (شکل ب). برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد موج فرودی است که توسط چشمهٔ موج تعیین می‌شود. بنابراین موج عبوری که تندی آن در قسمت ضخیم کمتر است، بنا به رابطهٔ $V=\lambda/f$ طول موج کمتری نسبت به موج فرودی خواهد داشت.





در حالت‌های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج **شکست** پیدا کند. تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد. با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می‌یابد. روشن است، آن بخش موج که زودتر به ناحیهٔ کم عمق می‌رسد، چون با تندی کمتر حرکت می‌کند از بقیهٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می‌افتد و بنابراین فاصلهٔ بین جبهه‌های موج و در نتیجه طول موج کاهش می‌یابد و به این ترتیب جبهه‌های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند .



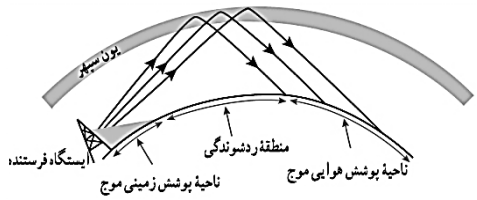
قانون شکست عمومی: برای جبهه‌های موج تختی به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می کنند، رابطهٔ زیر برقرار است که به آن **قانون شکست عمومی** می‌گویند

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

اگرموجی از محیطی که در آن تندی موج کمتر است وارد محیطی شود که در آن تندی موج بیشتر است، زاویهٔ شکست بزرگ تر از زاویهٔ تابش می‌شود و برعکس یعنی اگر سرعت موج در محیط دوم کمتر باشد زاویه‌ی شکست کوچکتر از زاویه‌ی تابش می‌شود.

شکست امواج الکترومغناطیسی: یک موج پر قدرت رادیویی، با بسامد بین ۳ تا ۳۰ مگاهرتز، به لایهٔ یون سپهر(یونسفر) بالای جو که در ارتفاع ۸۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتری سطح زمین واقع است فرستاده می‌شود. این لایه به علت وجود یون‌ها و الکترون‌های آزاد، پلاسمایی را ایجاد می‌کند.

یون سپهر(یونسفر) چه امواجی را عبور میدهد وچه امواجی را بازتاب میدهد؟ چرا؟ یون سپهر در حالی که نور مرئی و تابش فروسرخ را عبور می‌دهد، امواج رادیویی با طول موج‌های بلند (با λی بزرگ‌تر از حدود ۱۰m را که در جهت‌های مناسبی به سوی این لایه ارسال شده باشند، به طرف زمین برمی‌گرداند. دلیل این اتفاق، یکنواخت نبودن چگالی الکترون‌های آزاد در این لایه و در نتیجه، تفاوت تندی امواج رادیویی در قسمت‌های مختلف آن است، به طوری که در سازوکاری مانند پدیدهٔ سراب، امواج را به سمت پایین باز می‌گرداند.

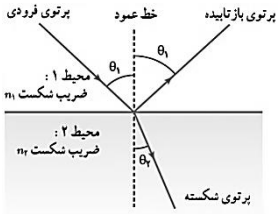


ضریب شکست: برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نوردر یک محیط است:

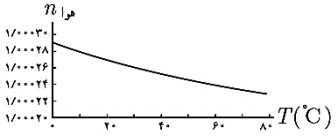
$$n=\frac{\text{تندی نور در خلا}}{\text{تندی نور دریک محیط}}=\frac{c}{v}$$

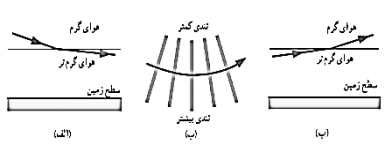
چون تندی نور در خلأ بیشترین تندی ممکن است، ضریب شکست همواره بزرگ‌تر یا مساوی ۱ است (که ۱ مربوط به خلأ است.)

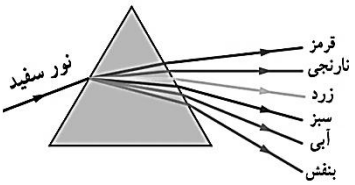
قانون شکست اسنل $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$ در حالت کلی: $\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_1}{n_2}$



سراب: در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتا داغ است. چگالی هوا با افزایش دما کاهش می‌یابد که این سبب کاهش ضریب شکست می شود. با پایین آمدن هر چه بیشتر پرتوهای نظیر جبهه‌های موج، آنها با ضریب شکست‌های کوچک‌تر و کوچک‌تری روبه‌رو می‌شوند و در هرمرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق و در ادامه به سمت بالا خم می‌شوند. نوری که به چشم ما می‌رسد، به نظر می‌آید از امتداد پرتوهای نشان داده شده است و این حس را ایجاد می‌کند که گویی از تصویری از جسم (مثلا درخت) بر روی سطح زمین ایجاد شده است. چون این اتفاق وقتی می‌افتد که آب روی زمین است، تصور می‌شود آب روی زمین است.



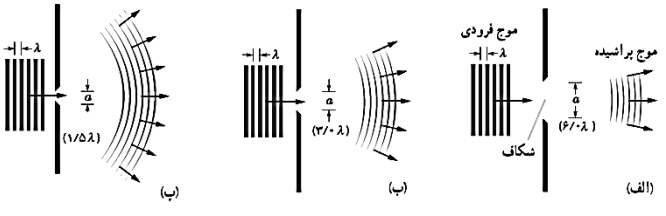




پاشندگی نور: وقتی باریکهٔ نور سفید خورشید به وجهی ازیک منشور می‌تابد، در عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه می‌شود. دلیل این پدیده آن است که ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد. یعنی وقتی باریکهٔ نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند. به این پخش شدگی نور، **پاشندگی نور** می گویند.

عموماً ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است. اگر مثلاً دو باریکهٔ نور آبی و قرمز با زاویهٔ تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند باریکهٔ آبی بیشتر از باریکهٔ قرمز خم می شود.

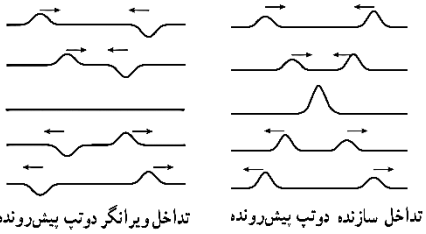
پراش موج:در صورتی که ابعاد مانع یا شکاف در حدود طول موج باشد، بخشی از موج که از لبه‌ها یا شکاف ها عبور می‌کند، به وضوح به اطراف مانع یا شکاف گسترده می‌شود. به این پدیده که موج در عبور از یک شکاف یا پهنایی از مرتبهٔ طول موج، به اطراف گسترده می‌شود، **پراش** می‌گویند. پراش برای همهٔ انواع موج اتفاق می‌افتد. اگر پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز را روی یک پرده ملاحظه کنیم، همواره نوارهای تاریک و روشنی موسوم به **نقش پراش** را موازی با لبه های شکاف مشاهده می‌کنیم.



تداخل امواج

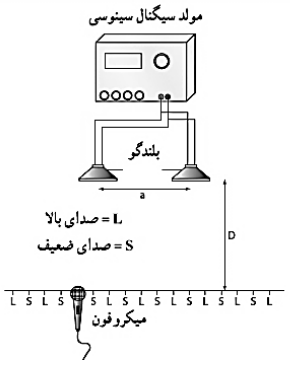
اصل برهم نهی امواج : وقتی چندین موج به طور هم زمان بر ناحیه‌ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آنها برابرمجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است.

به ترکیب موج‌ها با یکدیگر، **تداخل** می‌گویند. به بیان دیگر تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که هم زمان از یک منطقه عبور می‌کنند.



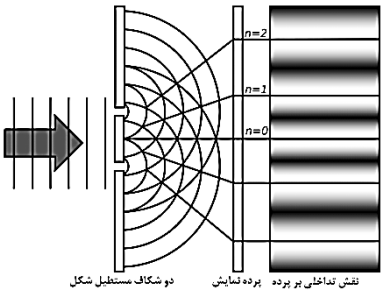
❖ اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی تپ بزرگ‌تری را ایجاد کنند به آن **تداخل سازنده** می‌گویند، و اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی اثر یکدیگر را حذف کنند به آن **تداخل ویرانگر** می‌گویند.

تداخل امواج سطحی آب: دو دسته موج دایره‌ای در سطح آب وقتی به هم می‌رسند، در برخی نقاط همدیگر را تقویت می‌کنند و تداخل سازنده انجام می‌دهند و در برخی نقاط همدیگر را تضعیف می‌کنند و تداخل ویرانگر انجام می‌دهند. به این ترتیب، در برخی نواحی روی سطح آب دامنهٔ موج برایند بیشینه و در برخی ناحیه ها، کمینه است. چنین نقش متناوب یک درمیانی از بیشینه ها و کمینه ها را نقش تداخلی امواج سطحی آب می‌نامیم.



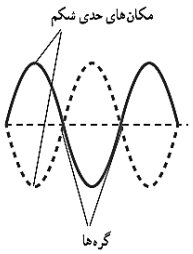
تداخل امواج صوتی: امواج صوتی نیز می‌توانند تداخل کنند. دو بلندگو که به یک مولدّ سیگنال الکتریکی متصل‌اند امواج سینوسی هم بسامدی را در فضا منتشر می‌کنند. با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصلهٔ مناسبی از بلندگوها قرار دارد درمی‌یابیم که بلندی صدا به طور متناوب کم و زیاد می‌شود. علت این پدیده براساس تداخل‌های سازنده و ویرانگر امواج صوتی توضیح داده می‌شود.

تداخل امواج نوری: توماس یانگ طور تجربی ثابت کرد نور یک موج است. زیرا نور نیز مانند موج‌های سطحی آب، موج‌های صوتی و همهٔ انواع موج های دیگر تداخل می‌کند.



آزمایش یانگ: نور حاصل از یک چشمهٔ تکفام بر تک شکافی می‌تابد و دو شکاف S_1 و S_2 را روشن می‌کند. موج‌های حاصل از پراش نور توسط این دو شکاف با یکدیگر تداخل می‌کنند. روی پرده، نقطه‌های با تداخل سازنده، نوارها یا فریزهای روشن را تشکیل می‌دهند و نقطه‌های با تداخل ویرانگر نوارها یا فریزهای تاریک را تشکیل می‌دهند. نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل های سازنده و ویرانگرند، **نقش تداخلی** خوانده می‌شود. با استفاده از آزمایش یانگ می‌توان طول موج نور به کار رفته درآزمایش را تعیین کرد.

موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده: وقتی موج بازتابیده از انتهای ثابت با موج تابیده ترکیب شوند موجی برایند ایجاد می‌کنند که شکل آن از اصل برهم نهی حاصل می‌شود. مکان‌هایی در طول ریسمان که در اثر تداخل ویرانگر ساکن هستند، **گره** نامیده می‌شوند و مکانهایی که دامنهٔ موج برایند دراثر تداخل سازنده بیشینه است، را **شکم** می‌گویند. نقش موج برایند را در این حالت، **موج ایستاده** می‌گویند.

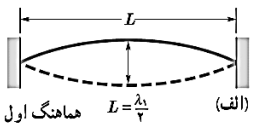


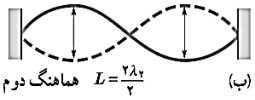
❖ فاصلهٔ گره‌های مجاور از هم برابر با نصف طول موج ($\lambda/2$) و بنابراین فاصلهٔ گره‌ها از شکم های مجاور برابر با ربع طول موج ($\lambda/4$) است.

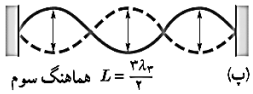
❖ همیشه موج‌های تابیده و بازتابیده در محل گره‌ها یکدیگر را حذف می‌کنند (تداخل ویرانگر) این دو موج در این نقطه‌ها (گره‌ها) **کاملاً ناهم‌فاز** (در فاز مخالف)اند. اما در مکان هر یک از شکم‌ها وضعیت موج‌های تابیده و بازتابیده در تمام لحظات به گونه‌ای است که همدیگر را

تقویت می‌کنند (تداخل سازنده). در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم این دو موج در این نقاط **هم‌فاز**ند.

بسامدهای تشدید تار: در یک تارکشیده شده، دربسامدهای معیّنی، تداخل موجب ایجاد موج ایستادهٔ مشخص یاً یک مُدِ نوسان در تار می‌شود. این بسامدهای معیّن **بسامدهای تشدیدی** خوانده می‌شوند. اگر تار در بسامدی غیر از بسامدهای تشدیدی نوسان کند موج ایستادهٔ بارزی ایجاد نمی‌شود.







(طول موج های تشدیدی تار) $L = n\left(\frac{\lambda_n}{2}\right) \xrightarrow{n=1,2,3,....} \lambda_n = \frac{2L}{n}$

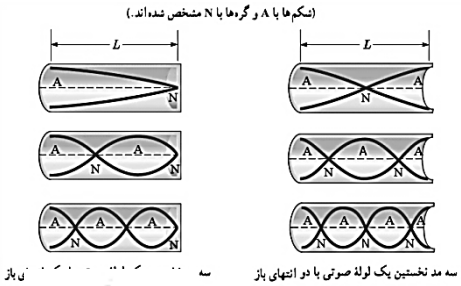
(بسامدهای تشدیدی تار) $f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L}$ n=۱،۲،۳ ،....

اگر بجای v رابطه‌آن را قرار دهیم: $f_n = \frac{nv}{2L} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی برابر با بسامد هماهنگ اصلی است:

$$f_n = nf_1 \quad , \quad f_{(n+1)} = (n+1)f_1 \quad \Rightarrow \quad \Delta f = f_1$$

مدهای نوسان را با بسامدهای تشدیدی مشخص می‌کنند. پایین‌ترین بسامد را که مربوط به n=۱ است، بسامد اصلی و مد مربوط به آن را مد اصلی یا هماهنگ اول می‌گویند. بسامد هماهنگ دوم به ازای n=۲ بسامد هماهنگ سوم به ازای n=۳ و ... به دست می‌آید. به n **عدد هماهنگ** گفته می‌شود.



موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی: وقتی موج های صوتی درهوای درون لوله حرکت می کنند، از هر انتها بازمی تابند و به درون لوله بازمی گردند، حتی اگر آن انتها باز باشد. اگر طول لوله مضرب های معیّنی از طول موجِ موج صوتی باشد، برهم نهی موج های پیش رونده در جهت های مخالف، نقش موج ایستادهٔ بارزی را در لوله ایجاد می‌کند. مانند تار در لوله‌های صوتی هم فاصلهٔ گره‌های مجاور از هم برابر با نصف طول موج ($\lambda/2$) و بنابراین فاصلهٔ گره‌ها از شکم های مجاور برابر با ربع طول موج ($\lambda/4$) است.

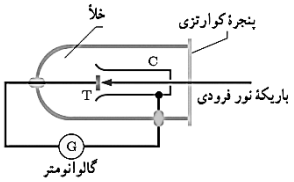
تشدید در بطری و تشدیدگر هلمهولتز: یک بطری مانند یک لولهٔ صوتی با یک انتهای باز است که بسامدهای تشدیدی معیّنی دارد. وقتی در دهانهٔ یک بطری می‌دمیم گستره وسیعی از بسامدها ایجاد می‌شود. حال اگر یکی از این بسامدها با یکی از بسامدهای تشدیدی بطری منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می‌شود. تشدیدگرهای هلمهولتز نیز همانند لوله‌های صوتی بسامدهای تشدیدی معیّنی دارند و هرگاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدیدی آنها باشد، تشدیدگر پاسخ قوی‌تری به این صوت می دهد.

فصل پنجم: آشنایی با فیزیک اتمی

حوزه‌های فیزیک، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریهٔ الکترومغناطیس ماکسول امروزه به نام فیزیک کلاسیک شناخته می‌شود. نسبیت خاص(مربوط به مطالعهٔ پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور)، نظریهٔ نسبیت عام (مربوط به مطالعهٔ هندسهٔ فضا زمان و گرانش) و نظریهٔ کوانتومی (مربوط به مطالعهٔ پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک، مانند اتم ها و ذره های سازندهٔ آنها) سه نظریه فیزیک جدید هستند.

اثر فوتوالکتریک و فوتون: وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. این پدیدهٔ فیزیکی را، **اثر فوتوالکتریک** و الکترون های جدا شده از سطح فلز را **فوتوالکترون** می‌نامند. در اثر فتوالکتریک الکترون‌ها، انرژی نور فرودی را جذب می‌کنند و از سطح فلز خارج می‌شوند.

برای بررسی اثر فوتوالکتریک از دستگاهی مطابق شکل روبرو استفاده می‌شود:



در اثر فوتوالکتریک، نوری تکفام با بسامدی به قدر کافی بالا، الکترون‌ها را از سطح صفحهٔ فلزی T بیرون می‌آورد. این فوتوالکترون‌ها، به طرف جمع کنندهٔ C می‌روند و جریانی را در مدار به وجود می‌آورند.

با افزایش شدت این نور، گالوانومتر عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد، حال آنکه آزمایش نشان می‌دهد که اگر بسامد نور فرودی از مقدار معیّنی کمتر باشد، هر چقدر هم که شدت نور فرودی افزایش یابد این پدیده رخ نمی‌دهد و گالوانومتر عبور جریانی را نشان نمی‌دهد.

توجیه فیزیک کلاسیک درباره‌ی فتوالکتریک: هنگام برهم کنش موج الکترومغناطیس (نور فرودی) با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج، نیروی $F=-eE$ به الکترون‌های فلز وارد کند و آنها را به نوسان وادارد. به این ترتیب، وقتی دامنهٔ نوسان برخی از الکترون ها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می‌کنند.

مشکل فیزیک کلاسیک در توجیه اثر فتوالکتریک:

۱) بنا به این دیدگاه کلاسیکی، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.

۲) یکی دیگر از پیامدهای نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است ($I \propto E^2$). به این ترتیب انتظار می‌رود به ازای یک بسامد معیّن، اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند، نتیجه ای که تجربه آن را تأیید نمی کند.

اینشتین در نظریهٔ فوتوالکتریک فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بستهٔ انرژی، که بعدها **فوتون** نامیده شد، دارای انرژی‌ای است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = hf \quad \overset{\text{یا}}{\Rightarrow} \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

در این رابطه h **ثابت پلانک** نامیده می شود و به طور تجربی معلوم شده است که مقدار آن $h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\ J.s$ است.

در حالت کلی $E = nhf$ که n یک عددِ صحیحِ مثبت است و معرّفِ تعدادِ کوانتوم‌هایِ انرژی (hf) می‌باشد و عددِ کوانتومی نام دارد.

❖ با مقیاسِ بزرگ انرژی را با یکایِ ژول می‌سنجیم. (ژول برابرِ انرژیِ بارِ ۱کولنی، تحتِ ولتاژِ ۱ولت است $U = qV$). در قلمروِ اتمی، ژول یکـایِ بزرگـی اسـت و معمـولاً از یکایِ کوچک تری به نامِ الکترون ولت (eV) استفاده می‌کنیم که با عبارتِ مقدارِ انرژیِ یک الکترون تحتِ ولتاژِ ۱ولت، تعریف می شود.

$$۱eV = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$$

❖ ثابت پلانک برحسب eV.s برابر است با $h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV.s$

❖ کمیت hc در بسیاری از محاسبه‌های این فصل لازم است. با جاگذاری مقادیر آن داریم:

$$hc = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} = 19.9 \times 10^{-26} J.m$$

❖ *اگر h را برحسب $eV.s$ و سرعت نور را برحسب nm برثانیه بنویسیم داریم:* $hc = 1240 eV.nm$ *(بهتر است حفظ شود.)*

تفسیرِ کوانتومیِ پدیده‌ی فوتوالکتریک (نظریه‌ی اینشتین): هنگامی که نور به سطحِ فلز می‌تابد، یک فوتون با انرژیِ hf، به طورِ کامل توسّطِ فقط یک الکترون جذب شده و انرژیِ خود را به الکترون می‌دهد، بخشی از انرژی صرف کندن الکترون شده (W) و باقی مانده صرف انرژی جنبشیِ فوتوالکترونِ گسیل شده از سطحِ فلز می‌شود.(K)

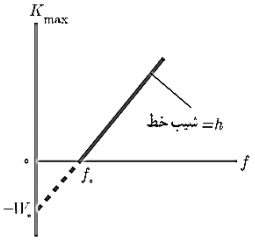
$$hf = W + K$$ قانون پایستگی انرژی در اثر فوتو الکتریک

W کار(انرژی) لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح یک فلز و K انرژی جنبشی آنها پس از جدا شدن از سطح آن فلز است. انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل شده از آن برابر خواهد بود با: $K_{max} = hf - W_o$ (معادلهٔ فوتو الکتریک)

W_0 را **تابع کار فلز** می‌نامند که به جنس فلز بستگی دارد و کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معیّن است.

بسامد قطع f_o (طول موج قطع λ_o): کمترین بسامدی (بلندترین طول موج) که می‌تواند اثر فتوالکتریک را ایجاد کند. در این بسامد (طول موج) انرژیِ فوتون درست به اندازه‌ای است که بتواند فوتوالکترون را از جا بکَند و اضافه بر این چیزی نمی‌ماند که به شکلِ انرژیِ جنبشی ظاهر شود. **اگر f کم‌تر از f_o باشد (λ بزرگ تر از λ_0)**تک تکِ فوتون ها، انرژیِ کافی برایِ کَندنِ فوتوالکترون نخواهند داشت و هیچ فرقی هم نمی‌کند که تعدادِ آن ها چقدر باشد، یعنی هیچ فرقی نمی کند که تابشِ نور چقدر شدید باشد.

$$K_{\max} = ۰ \quad \Rightarrow \quad hf_o = W_o \quad \Rightarrow \quad f_o = \frac{W_o}{h} \quad \Rightarrow \quad \lambda_o = \frac{hc}{W_o}$$

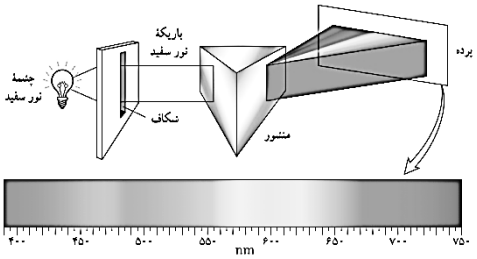


نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بر حسب بسامد نور فرودی به صورت شکل روبروست. وقتی بسامد نور فرودی بزرگ تر از f_0 یا مساوی با آن باشد فوتون ها می توانند الکترون ها را از فلز خارج کنند.

در **بسامد آستانه** الکترون بدون هیچ انرژیِ جنبشی‌ای در آستانهٔ ترک فلز است.

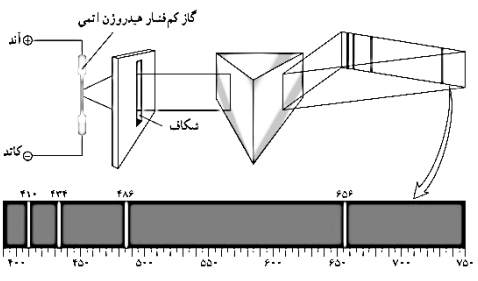
(بسامد آستانهٔ فوتو الکترون ها) $f_o = \frac{W_o}{h}$ (طول موج قطع) $\lambda_o = \frac{hc}{W_o}$

شکست مدل موج الکترومغناطیسی در توضیح برخی پدیده‌ها مانند اثر فوتوالکتریک به این معنی نیست که مدل موجی نور باید کنار گذاشته شود. ولی، باید متوجه باشیم که مدل موجی، تمام ویژگی های نور را دربرندارد و به همین دلیل قادر نیست توجیه درستی از تمامی پدیده‌های فیزیکی مرتبط با برهم کنش نور با ماده را ارائه کند.



طیف خطی: همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن **تابش گرمایی** گفته می‌شود. اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می‌کنند. در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ طیف قرار دارد.

برای یک جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول موج‌هاست که آن را **طیف گسیلی پیوسته** یا به اختصار **طیف پیوسته** می‌نامند. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است.



گازهای کم فشار و رقیق، که اتم های منفرد آنها از برهم کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج های معیّنی است. این طیف گسسته را، معمولاً **طیف گسیلی خطی** یا به **اختصار طیف خطی** می‌نامند و طول موج های ایجادشده در آن، برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخ های مهمی را درباره نوع و ساختار اتم های آن گاز به دست می‌دهند.

❖ طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.

❖ طیفِ خطیِ هر عنصر، مانندِ اثرِ انگشتِ انسان‌ها، از ویژگی‌هایِ منحصر به فردِ هر اتم است. لذا به کمکِ طیف‌نمایی میتوان عناصر را از هم تشخیص داد.

❖ طیفِ گسیلیِ اجسامِ جامدِ ملتهب، پیوسته و مانندِ هم می‌باشند. لذا به کمکِ این طیف نمی‌توان عناصر را از یکدیگر تشخیص داد.

❖ این که چرا هر عنصر طول موج‌های خاص خود را تابش می‌کند و این که چرا هر عنصر تنها طول موج‌های خاصی را جذب می‌کند و بقیه‌ی طول موج‌ها را جذب نمی‌کند از دیدگاه فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیست.

رابطه‌ی ریدبرگ: طولِ موجِ تمامیِ خطوطِ طیفِ اتمِ ئیدروژن را با استفاده از رابطه‌ی زیر که به رابطه‌ی ریدبرگ مشهور است، به دست آورد:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad , \quad R_H = 0/011(nm)^{-1}, \quad n' < n$$

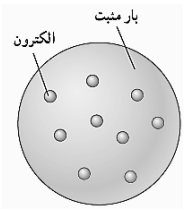
که در آن R_H ثابتِ ریدبرگ برایِ اتمِ ئیدروژن نامیده می‌شود. n شماره‌ی تراز بالاتر است که الکترون ابتدا روی آن قرار داشته و 'n شماره‌ی تراز پایین‌تر است که الکترون روی آن فرود می‌آید. دقّت کنید که طولِ موج در این رابطه، برحسبِ نانومتر است.

- به ازای هر مقدار معین 'n، مجموعه‌ی طول موج‌های به دست آمده از رابطه‌ی ریدبرگ- بالمر را یک رشته می‌نامند.
- به ازایِ کوچک‌ترین مقدارِ ممکنِ n (یعنی 'n+۱) در هر رشته، بلندترین طولِ موجِ خطوطِ آن رشته یا حدّ بالایِ رشته به دست می‌آید.
- هر چه n بزرگتر باشد، طولِ موج‌هایِ کوتاهتری می‌شوند پس، به ازایِ $n \to \infty$ ، کوتاهترین طولِ موجِ خطوطِ هر رشته یا حدّ پایینِ رشته پیدا می‌شود.

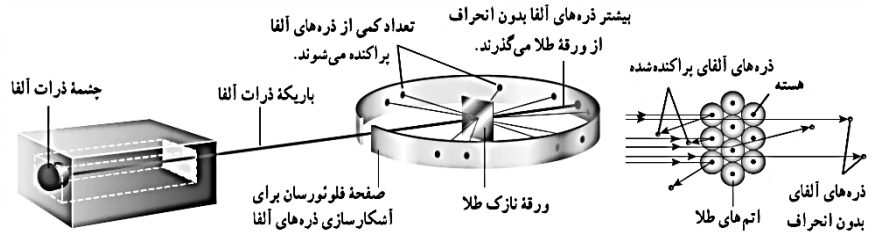
$$n = n' + 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{max}} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+1)^2}\right) \qquad n = \infty \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{min}} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{n'^2}{R_H}$$

به ازای n'=۲ رشتهٔ بالمر به دست می آید که در ناحیهٔ مرئی طیف قرار دارد.

نام رشته	مقدار 'n	رابطه‌ی ریدبرگ	مقدارهای n	گستره‌ی طول موج
لیمان	n' =۱	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۲,۳,۴ ...	فرابنفش
بالمر	n' =۲	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۳,۴,۵ ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	n' =۳	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۴,۵,۶ ...	فرو سرخ
براکت	n' =۴	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۵,۶,۷ ...	فرو سرخ
پفوند	n' =۵	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۶,۷,۸ ...	فرو سرخ

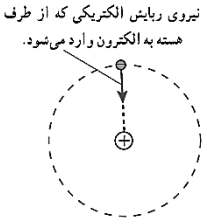


مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی): جوزف تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم (e/m) آن شد. در مدل تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده‌است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می‌گویند. در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون ها با بسامدهای معیّنی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که مدل اتمی تامسون پیش بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.



نتیجه آزمایش رادرفورد: ارنست رادرفورد باریکه‌ای ازذره‌های دارای بار مثبت (هستهٔ اتم هلیم یا ذرهٔ آلفا) بر سطح ورقه‌ای نازک از جنس طلا فرو تاباند و نتیجه گرفت باید هسته‌ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هراتم باشد.

بنا بر مدل رادرفورد (**مدل هسته‌ای اتم**)، اتم دارای یک هستهٔ بسیار چگال و کوچک (10^{-15}= شعاع هسته) و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور احاطه شده است.



مدلِ اتمیِ رادرفورد: در این مدل، همه‌ی بارِ مثبتِ اتم، در یک ناحیه‌ی مرکزی با حجمِ بسیار کوچکی به نامِ هسته، متمرکز شده و اطرافِ آن را الکترون‌ها با بارِ منفی در فاصله‌ای زیاد احاطه کرده‌اند، به گونه‌ای که می‌توان گفت: فضایِ بینِ الکترون ها خلأ، می‌باشد.

اشکالاتِ مدلِ اتمیِ رادرفورد:

۱) اگر الکترون‌ها در اطرافِ هسته، ساکن باشند، نیرویِ جاذبه‌ی الکتریکیِ بینِ هسته و الکترون‌ها، باعث می‌شود الکترون رویِ هسته سقوط کند. یعنی ساختارِ داخلیِ اتم، فرو می‌ریزد، در صورتی که اتم پایدار است.

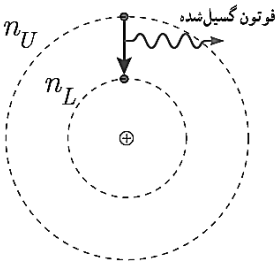
۲) اگر الکترون‌ها، مانندِ سیّاره‌هایِ منظومه‌ی خورشیدی،که به دورِ خورشید در حرکتند، به دورِ هسته در گردش باشند، طبقِ نظریه‌ی فیزیکِ کلاسیک که هر ذرّه‌ی بارداِر شتاب دار، نور گسیل می‌کند، چون الکترون به طورِ پیوسته شتاب دارد و طبقِ مبانیِ کلاسیکی، بسامدِ موجِ گسیل شده با بسامدِ دورانِ الکترون برابر است، لذا بایستی به طورِ پیوسته نور گسیل کند و چون انرژی از دست می‌دهد، شعاعِ مداریِ آن به طورِ پیوسته کاهش یافته و در نتیجه بسامدِ آن به طورِ پیوسته زیاد شده و درنهایت، مارپیچ وار به داخلِ هسته سقوط می‌کند، یعنی طیفِ اتمی بایستی پیوسته بوده و اتم پایدار نباشد، در صورتی که طیفِ اتمی، گسسته است و اتم پایدار می‌باشد.

نتیجه: الگوی اتمیِ رادرفورد از دو ایرادِ عمده رنج می‌برد:

۱) نمی‌تواند پایداریِ حرکتِ الکترون‌ها در مدارهایِ اتمی و در نتیجه پایداریِ اتم‌ها را توضیح دهد.

۲) قادر به توجیهِ طیفِ گسسته‌ی اتمی نیست.

موفقیت‌های مدل اتمی بور چیست؟ ۱) بور مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد که مسئلهٔ ناپایداری اتم را در مدل رادرفورد حل می‌کرد. ۲) معادلهٔ ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را به دست می‌آورد.



اصول مدل اتمی بور به صورت زیر است:

۱- مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی های گسستهٔ معیّنی مجاز هستند.

۲- وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود. از این رو گفته می‌شود الکترون در **مدار مانا** یا **حالت مانا** قرار دارد.

۳- الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_L ک فوتون تابش می‌شود.

(شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن) $(r_n = a_o n^2 \quad n = 1,2,3,... \quad , \quad a_o = 0/5A)$

(ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن)

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} = -\frac{E_R}{n^2} \qquad E_R = 2/17\times10^{-18} J = 13/6eV$$

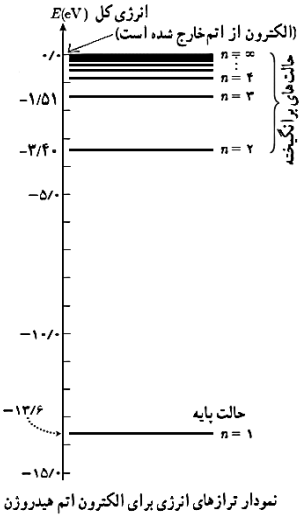
در این روابط n **عدد کوانتومی** نامیده می‌شود. a_o شعاع کوچک ترین مدار در اتم هیدروژن که **شعاع بور** برای اتم هیدروژن نامیده می‌شود.

انرژی الکترون در $n=1$ برابر $E_1=-13/6eV$ است که اندازهٔ آن رامعمولاً **یک ریدبرگ** می‌نامند و با نماد E_R نشان می‌دهند.

در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است، یعنی:

$$E_U - E_L = hf \qquad \text{(معادلهٔ گسیل فوتون از اتم)}$$

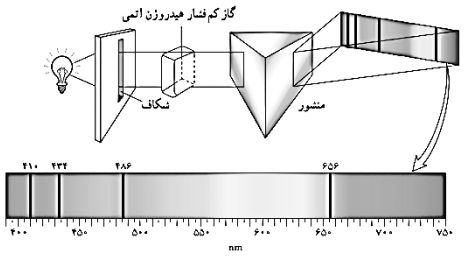
$$E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda}$$



نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

بنا به مدل بور، وقتی الکترونی از مداری با انرژی بیشتر به مداری با انرژی کمتر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می شود.

پایین‌ترین تراز انرژی، **حالت پایه** نامیده می‌شود تا از ترازهای بالاتر که **حالت‌های برانگیخته** نامیده می‌شوند متمایز باشد. در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد. کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، **انرژی یونش الکترون** نامیده می‌شود. انرژی یونش اتم هیدروژن ۱۳/۶eV است.



فرانهوفر، با مشاهدهٔ دقیق طیف خورشید، خطهای تاریک نازکی را در آن کشف کرد. خطهای تاریکی که فرانهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موج‌های مربوط به این خطها توسط گازهای جو خورشید و جو زمین پدید می آیند.

طیف جذبی خطی: برای مشاهدهٔ طیف‌های جذبی، نور یک چشمهٔ نور سفید را از ظرفی حاوی گاز کم فشار هیدروژن اتمی (یا گاز عنصر دیگری) عبور داده و توسط منشور پاشیده می‌شود و طیف آن روی پرده تشکیل می‌شود. خطهای تاریک روی طیف، به طول موج‌هایی از نور سفید مربوط است که توسط اتم‌های گاز جذب شده‌اند.

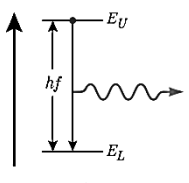
مطالعه و مقایسهٔ همچنین طیف های گسیلی و جذبی عنصرهای مختلف نشان می‌دهد که:

۱) در طیف گسیلی و در طیف جذبی اتم های گاز هر عنصر، طول موج های معیّنی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

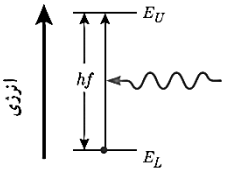
۲) اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور سفید جذب می کنند که اگر دمای آنها به اندازهٔ کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آنها را تابش می کنند.

بر اساس مدل بور می‌دانیم که خطهای گوناگون در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی وقتی به وجود می‌آیند که الکترون های اتم‌های هیدروژن، که به هر دلیلی برانگیخته شده‌اند، از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش کنند و فوتون‌هایی را گسیل کنند.

الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذارکنند، یعنی در فرایندی که **جذب فوتون** خوانده می شود از ترازهای انرژی پایین تر به ترازهای انرژی بالاتر بروند در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می کند.



فرایند گسیل فوتون



فرایند جذب فوتون توسط اتم

موفقیت های مدل بور: مدل بور تصویری از چگونگی حرکت الکترون‌ها به دور هسته ارائه می‌کند. این مدل در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی ومحاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است.

نارسایی‌های مدل بور:

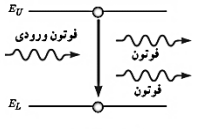
۱) این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد به کار نمی‌رود، زیرا درمدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده‌است.

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

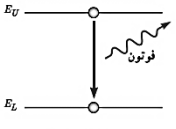
اتم هیدروژن گونه به اتم هایی گفته می شود که تنها یک الکترون دارند.

لیزر

وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین تر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می‌شود. فرایند گسیل می‌تواند به صورت **گسیل** خود به خود و یا **گسیل القایی** باشد.



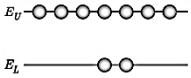
گسیل القایی



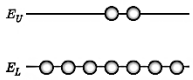
گسیل خودبه‌خود

در گسیل خود به خود فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. درحالی که در گسیل القایی یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود. برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی های دو تراز یعنی E_U-E_L یکسان باشد.

گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد: ۱) یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. ۲) فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. ۳) اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این **ترتیب فوتون هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.**



در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری قرار دارند.



به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند

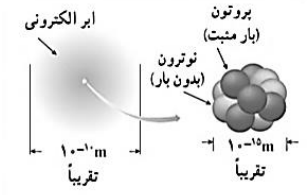
در گسیل القایی یک چشمهٔ انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود.

اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به **وارونی جمعیت** معروف است.

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به **ترازهای شبه‌پایدار** نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند.

در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-3}s) نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی (10^{-8}s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نورلیزر فراهم می‌کند.

فصل ششم (آشنایی با فیزیک هسته‌ای)



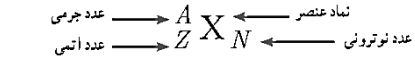
مقایسهٔ ابعاد اتم و هسته به‌طور تقریبی

فیزیک هسته ای، شاخه‌ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش‌ها و واپاشیِ هسته‌های اتمی سروکار داریم.

ساختار هسته: با کاوش درون اتم، در مرکز آن، هسته را می‌یابیم که شعاع آن تقریباً $\frac{1}{100000}$ شعاع اتم است.

هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده‌است که به طور کلی **نوکلئون** نامیده می‌شوند.

نوترون بار الکتریکی ندارد، و جرمش اندکی بیشتر از پروتون است.



تعداد پروتون‌های هسته را عدد اتمی (Z) می‌نامند و در عنصرهای مختلف متفاوت است. در یک اتم خنثی، تعداد پروتون‌های هسته با تعداد الکترون‌های دور هسته برابر است. تعداد نوترون‌های هسته، عدد نوترونی (N) نامیده می‌شود. همچنین مجموع تعداد کل پروتون‌ها و نوترون‌ها را عدد جرمی (A) می‌نامند. پس: $A=Z+N$

برای یک عنصر با نماد شیمیایی X نماد هسته به صورت ${}^{A}_{Z}X_{N}$ نشان داده می‌شود.

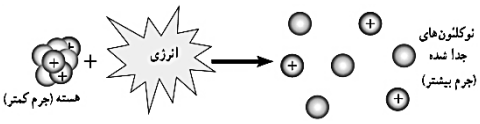
ایزوتوپ ها: ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن تعیین می‌کند. خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمیZ) تعیین می‌کند. به همین سبب هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، در نتیجه این هسته‌ها در جدول تناوبی عناصر هم مکان هستند و بنابراین **ایزوتوپ (هم مکان)** نامیده می‌شوند.

پایداری هسته: ابعاد هسته در مقایسه با ابعاد اتم بسیار کوچک‌تر است. با وجود این، بیشتر جرم اتم (بیش از ۹۹/۹درصد آن) در هسته متمرکز شده است. با توجه به اینکه نیروی الکتروستاتیکی رانشی خیلی قوی بین پروتون‌های درون هسته، که بسیار به یکدیگر نزدیک‌اند، وارد می‌شود، تنها چیزی که مانع از هم پاشیدن هسته می‌شود نیروی هسته‌ای است. این نیرو نمی‌تواند گرانشی باشد، زیرا جاذبهٔ حاصل از نیروی گرانشی بین نوکلئون‌ها، چنان ضعیف است که نمی تواند با نیروی الکتروستاتیکی رانشی مقابله کند.

ویژگی‌های نیروی هسته‌ای: ۱) نیروی هسته‌ای رباینده است ۲) نیروی هسته‌ای قوی‌تر از گرانشی و الکترو استاتیکی است ۳) نیروی هسته‌ای، کوتاه بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند. ۴) نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است، یعنی نیروی رباینده‌ی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون، یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. به همین دلیل از منظر نیروی هسته‌ای، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نام گذاری آنها با نام عام نوکلئون نیز همین است.

چرا با افزایش تعداد پرتونها در عناصر سنگین تعداد نوترونها بیشتر از پرتونها افزایش می‌یابد؟ برای پایداری هسته، باید نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبهٔ بین نوکلئون‌ها، که ناشی از نیروی هسته‌ای است، موازنه شده‌باشد. ولی به دلیل بلند بُرد بودن نیروی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند، در حالی که یک پروتون یا یک نوترون، فقط نزدیک‌ترین نوکلئون‌های مجاور خود را با نیروی هسته‌ای جذب می‌کند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون‌های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد.

انرژی بستگی هسته‌ای و ترازهای انرژی هسته: برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی لازم است. انرژی لازم برای این منظور، **انرژی بستگی هسته‌ای** نامیده می‌شود.



جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده‌اش اندکی کمتر است. اگر این اختلاف جرم را که به آن **کاستی جرم هسته** گفته می‌شود، مطابق رابطهٔ معروف اینشتین ($E=mc^2$)، در مربع تندی نور(c^2) ضرب کنیم **انرژی بستگی هسته‌ای** به دست می‌آید. (c برحسب متر برثانیه و m برحسب کیلوگرم باشد، E برحسب J خواهد بود.)

انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم، کوانتیده‌اند و نوکلئون‌های درون هسته نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند. همچنین، همان طور که الکترون‌های اتم می‌توانند با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته بروند، نوکلئون‌ها نیز می‌توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود. هستهٔ برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه بر می‌گردد. انرژی فوتون گسیل شده، با اختلاف انرژی بین تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است.

اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبهٔ keV تا مرتبهٔ MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبهٔ eV است. از این رو، هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

پرتوزایی طبیعی: وقتی یک هستهٔ ناپایدار یا پرتوزا خودبه خود واپاشی می‌کند، نوع معیّنی از ذرات یا فوتون‌های پر انرژی آزاد می‌شوند. این فرایند واپاشی، **پرتوزایی طبیعی** نامیده می‌شود.در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود: پرتوهای آلفا (α) پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ)

پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقهٔ نازک سربی با ضخامت ناچیز (≈۰/۰۱mm) متوقف می شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را (≈۰/۱mm) در سرب نفوذ می کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می توانند از ورقه ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای (≈۱۰۰mm) گذرند.

در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده‌است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرایند مساوی است.

واپاشی α: در این نوع واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم ($_2^4He$) از هسته‌ی اتم خارج می‌شود. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است.

$$_Z^A X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\alpha$$

در این واکنش، X و Y دو عنصرِ متفاوت هستند، چون عددِ اتمیِ متفاوت دارند.

واپاشی همراه با گسیلِ ذرّه‌ی بتا (β) : این متداول‌ترین نوعِ واپاشی در هسته‌ها است. در این واپاشی هسته‌ی ناپایدار با گسیلِ الکترون یا پوزیترون (ذرّه‌ای دارایِ جرمِ برابرِ جرمِ الکترون و بارِ مخالفِ آن) به هسته‌ی جدیدی تبدیل می‌شود. ذرّه‌یβ، از جنسِ الکترون $(_{-1}^{0}e)$ یا پوزیترون $(_{+1}^{0}e)$ است. امّا هسته، الکترون یا پوزیترون ندارد. پس ذرّه ی β ،از کجا می آید؟ پاسخ آن است:

الف) (واپاشی β منفی) اگر در واپاشی،گسیلِ الکترون را داشته باشیم، یک نوترون در هسته، متلاشی شده و تبدیل به یک پروتون و یک الکترون می‌شود:

$$_{0}^{1}n \rightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e,$$

به این ترتیب یک نوترون از هسته کم می‌شود و یک پروتون به آن اضافه می‌شود. بنابراین جرمِ هسته، تغییرِ چندانی نمی‌کند، ولی عددِ اتمی یک واحد زیاد می‌شود:

$$_Z^A X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e$$

ب) (واپاشی β مثبت) اگر در واپاشی گسیلِ پوزیترون را داشته باشیم، یک پروتونِ هسته به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود:

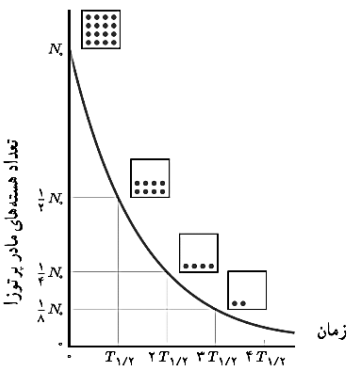
$$_{1}^{1}p \rightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{+1}^{0}e,$$

محصولِ این واپاشی، هسته‌ی عنصرِ جدیدی است که در جدولِ تناوبی قبل از X قرار دارد.

$$_Z^A X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e$$

واپاشی γ: رفتنِ هسته از حالتِ برانگیخته به حالتِ پایه، همراه با گسیلِ ذرّه‌ی گاما (γ) : پرتوِ γ ،از جنسِ امواجِ الکترومغناطیسی است. جرم و بارِ پرتوِ γ ،صفر است. بنابراین با گسیلِ پرتوِ γ ، نَه عددِ جرمی تغییر می‌کند و نَه عددِ اتمی. امّا هسته مقداری انرژی از دست می‌دهد و به حالتِ پایدارتری می‌رسد:

$$_Z^A X^* \rightarrow {}_Z^A X + {}_{0}^{0}\gamma$$



- اگر یک هسته پرتوزا چند نوع تابش انجام دهد برای موازنه‌ی آن و به دست آوردن مجهول (X) باید نکات زیر را در نظر گرفت:

۱) مجموع اعداد اتمی در دو سمت واکنش هسته‌ای باید یکسان باشد.

۲) مجموع اعداد جرمی در دو سمت واکنش هسته‌ای باید یکسان باشد.

- در تمامِ واکنش هایِ فوق، به X هسته‌ی مادر وبه Y هسته‌ی دختر گویند.

نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند.

نیمه عمرِ مادّه ی پرتوزا : نیمه عمرِ یک مادّه‌ی پرتوزا، مدّت زمانی است که طول می‌کشد تا طِیِ آن نیمی از هسته‌هایِ پرتوزایِ موجود در آن واپاشیده شوند و آن را با

نشان می‌دهند. در واقع نیمه عمر، به نوعی سرعتِ واپاشیِ یک ایزوتوپ را نشان می‌دهد.

پس از گذشتِ هر نیمه عمر، تعدادِ هسته‌هایِ ایزوتوپِ پرتوزایِ اوّلیه، نصف می‌شود. بنابراین پس از گذشتِ نیمه عمر،تعدادِ این هسته ها برابر می‌شوند

بنابراین اگر پس از مدّت زمانِ ، تعدادِ هسته‌هایِ مادّه‌ی رادیواکتیو از به کاهش یابد، داریم:

(تعدادِ نیمه عمرها، تعداد هسته‌هایِ باقی مانده و تعداد هسته‌هایِ متلاشی شده است).

شکافت هسته ای: فرایند تقسیم شدن یک هستهٔ سنگین به دو هسته با جرم کمتر، **شکافت هسته‌ای** نامیده می‌شود. در فرایند شکافت اورانیم، ترکیب‌های متفاوتی از هسته‌های کوچک‌تر همراه با تعدادی نوترون (بین ۲تا۵) به وجود می‌آید.

وقتی نوترونی با هستهٔ اورانیم۲۳۵ برخورد کند و جذب شود، هستهٔ اورانیم شروع به ارتعاش می‌کند و تغییر شکل می‌دهد. ارتعاش تا وقتی ادامه می‌یابد که تغییر شکل چنان جدی شود که نیروی جاذبهٔ هسته‌ای دیگر نتواند با نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌های هسته متوازن شود. در این هنگام، هسته به پاره‌هایی وامی‌پاشد که حامل انرژی (به طور عمده انرژی جنبشی) هستند.

واکنش زنجیری: با جذب یک نوترون کُند فرایند شکافت آغاز می‌شود. در این فرایند چند نوترون به وجود می‌آید. چون نوترون‌ها بار الکتریکی ندارند، هسته‌های دیگر آنها را دفع نمی‌کنند. نوترون‌ها پس از کُند شدن، توسط هسته‌های دیگر جذب می‌شوند و باعث شکافت درتعداد بیشتری هستهٔ اورانیم دیگر می‌شوند و واکنش به طور زنجیره‌ای ادامه می‌یابد.

در واکنش‌های شکافت هسته‌ای، جرم محصولات شکافت، کمتر از جرم هستهٔ مرکّب است. این اختلاف جرم بنا به رابطهٔ $E = mc^2$ ، سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می‌شود.

غنی سازی اورانیم: فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه، غنی سازی گفته می‌شود.
بیشتر راکتورهای تجاری تولید برق، از اورانیمی استفاده می‌کنند که در آنها ایزوتوپ تا ۳ درصد غنی سازی شده است. در بیشتر راکتورهای پژوهشی، از سوختی استفاده می شود که تا ۲۰ درصد غنی سازی شده است.

راکتورهای شکافت هسته‌ای: نوترون‌های آزاد شده در فرایند شکافت انرژی جنبشی زیادی دارند وبا ایزوتوپ اورانیوم۲۳۵ واکنش انجام نمی‌دهند. اگر بتوان نوترون‌های تند را به نحوی کُند ساخت احتمال جذب آنها افزایش می‌یابد. آب معمولی، آب سنگین و گرافیت (اتم های کربن) به عنوان **کُندساز** نوترون‌ها در واکنش‌های شکافت هسته‌ای استفاده می‌شوند.

راکتورهای هسته‌ای افزون بر سوخت هسته‌ای و ماده کندُساز دارای، میله‌های کنترل و شاره‌ای (معمولا آب) هستند که گرما را به خارج راکتور انتقال می‌دهد. با وارد کردن میله‌های کنترل، آهنگ واکنش شکافت، یعنی تعداد نوترون‌های موجود برای به وجود آوردن شکافت، تنظیم می‌شود.

میله‌های کنترل معمولاً از مواد جذب کنندهٔ نوترون، مانند کادمیم یا بور، ساخته می‌شوند.

گداخت (همجوشی) هسته‌ای

واکنش هسته‌ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است، گداخت یا همجوشی هسته‌ای نام دارد. در فرایند گداخت هسته‌ای، دو هستهٔ سبک (برای مثال دوتریومD و تریتیوم T) با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هستهٔ سنگین‌تری به وجود می‌آورند. در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند، کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است. این اختلاف جرم سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می‌شود.

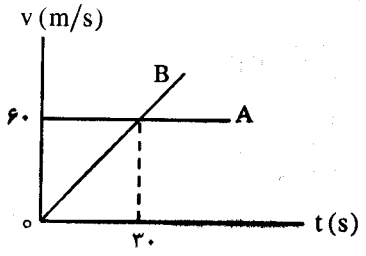
$$D + T \rightarrow {}^4He + {}^1n$$

مشکلات در ساخت راکتور گداخت به این علت پیش می‌آید که دو هستهٔ کم جرم باید به قدر کافی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه بُرد هسته‌ای بتواند آنها را کنار هم نگه دارد و واکنش گداخت انجام شود. ولی، هر هسته، بار مثبت دارد و هستهٔ دیگر را دفع می‌کند، برای آنکه هسته‌ها با وجود این نیروی رانشی بسیار قوی، بتوانند به هم گداخته شوند، باید دما بسیار بالا باشد تا هسته‌ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. به همین دلیل، برای انجام این واکنش باید مقدار زیادی انرژی صرف کرد. به طور مثال، برای شروع واکنش دوتریم-تریتیم، به دمایی حدود ده‌ها میلیون درجهٔ سلسیوس نیاز است. دمایی از این مرتبه در ستارگان و خورشید وجود دارد.

باسمه تعالی

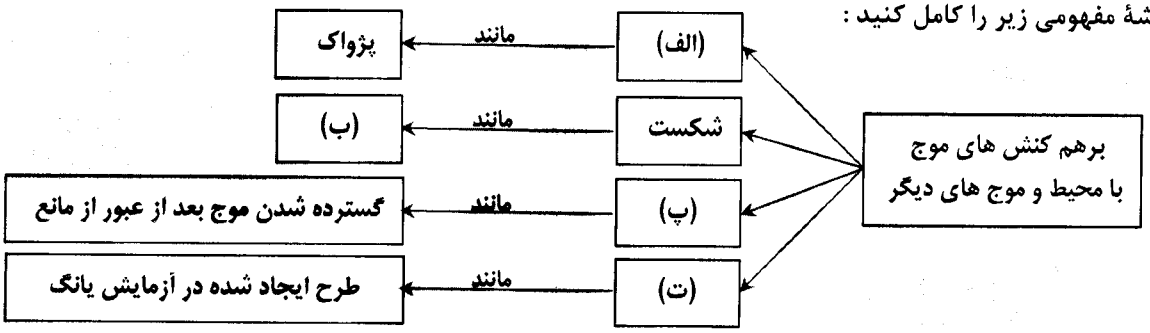
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۱۰ صبـح**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۵ / ۱۰ / ۱۳۹۷**	**تعداد صفحه : ۳**
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **۱۳۹۷**			مرکز سنجش آموزش و پرورس http://aee.medu.ir

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید . **الف) سرعت متـوسط ، یک کمیت بـرداری است که همـواره هم جهت با بـردارجابه جایی می باشد .** ب) شیب خـطِ مماس بر نمـودار سرعت - زمان ، بـرابر شتاب متـوسط متحـرک است . پ) حرکت متحرکی رو به شمال و کندشونده است . جهت بردار شتاب این متحرک رو به جنوب است .	۰/۷۵
۲	نمودار سرعت – زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است . الف) شتاب هر متحرک را بدست آورید . ب) جابه جایی هر دو متحرک را در بازهٔ زمانی ۰s تا ۳۰s حساب کنید . 	۰/۷۵ ۱
۳	الف) یک توپ را از چه ارتفاعی رها کنیم تا با تندی ۴۰ m/s به سطح زمین برسد ؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$ ب) زمان حرکت توپ از ابتدا تا رسیدن به زمین چقدر است ؟	۰/۷۵ ۰/۵
۴	جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب پر کنید : الف) زمانی که طول می کشد تا ذره یک دور کامل از مسیر دایره ای را طی کند ، ..... نام دارد . ب) نیـروی مقـاومت یک شاره مانـنـد هوا ، به ..... جسم و تنـدی آن بستگـی دارد . پ) نیـروی گـرانشی بین دو ذره با مربع فاصلهٔ بین آن ها از یکدیگـر نسبت ..... دارد . ت) در هـر حـرکتی ، بـردار تکـانه همـواره بـر مسیر حـرکت ..... است . ث) هنگامی که از سطـح زمین به طـرف بالا برویم ، شتاب گـرانشی زمین ..... می یابد .	۱/۲۵
۵	الف) معنای تندی حدی چیست ؟ ب) شخصی به جـرم ۶۰ کیلوگـرم از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند . اگـر تندی او هنگام رسیدن به تشک ۵ m/s باشد و پس از ۰/۲ ثانیه متوقف شود ، اندازهٔ نیروی متوسطی که تشک بر او وارد می کند ، چقدر است ؟	۰/۷۵ ۰/۷۵
۶	فنری به طول ۲۰ cm و ثابت ۴۰ N/cm را از سقف یک آسانسور آویـزان کرده و جسمی به جـرم ۲ kg را به انتهای فنر وصل می کنیم . اگـر آسانسور با شتاب ثابت $۲ m/s^۲$ به طـرف بالا شروع به حـرکت کند ، طول فنـر چند سانتی متر می شود ؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$	۱/۲۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۱۰ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۱۳۹۷ / ۱۰ / ۵**	تعداد صفحه : **۳**
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **۱۳۹۷**			مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۷	در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) تنـــدی موج های سطح آب ، در آبِ کم عمـــق (بیشتر - کمتر) از آب عمیـــق است . ب) حساسیت دستـــگاه شنـــوایی انسان ، بـــرای بسامـــد های مختلف ، (یکسان - متفـــاوت) است . پ) نوسان هایی با منشأ یک نیروی خارجی ، نوسان های (طبیعی - واداشته) نام دارند . ت) مـــوج های مکانیکی بـــرای انتشار به محیـــط مادی نیاز (دارند - ندارند) .	۱
۸	الف) شکل مقابل نشان دهندهٔ انتشار کدام موج در طول فنر است ؟ چرا ؟ ب) یک موج مکانیکی از محیط ۱ وارد محیط ۲ می شود و تندی انتشار آن افزایش می یابد . طول موج و بسامد موج چگونه تغییر می کنند ؟	۰/۷۵ ۰/۵
۹	الف) دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده ۳ cm و بسامد آن ۵۰ Hz است . معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید . ب) نسبت شدت صـــوت دو دستگاه صوتی $\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{10}$ است . اختـــلاف تـــرازهای شدت صـــوت این دو دستگاه چنـــد دسی بل است ؟	۱ ۰/۵
۱۰	نقشهٔ مفهومی زیر را کامل کنید :  	۱
۱۱	یک پـــرتو نور تحت زاویهٔ ۴۵° از هوا وارد محیط شفافی می شود . اگر زاویهٔ شکست در محیط شفاف برابر ۳۷° باشد ، ضریب شکست محیط شفاف چقـــدر است ؟ ضریب شکست هوا را برابر ۱ فرض کنید . ($\sin 45^\circ = 0/7$, $\sin 37^\circ = 0/6$)	۰/۷۵
۱۲	در طنابی با دو انتهای ثابت ، مـــوج ایستاده ای با چهار گـــره ایجاد شده است . تندی انتشار موج در طناب ۱۲۰ m/s و فاصلهٔ دو گره متوالی ۱۲ cm است . الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید . ب) طول طناب چند سانتی متر است ؟ پ) بسامد نوسان ها چقدر است ؟	۰/۲۵ ۰/۷۵ ۰/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۱۰ صبـح**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان **۵ / ۱۰ / ۱۳۹۷**	تعداد صفحه ۳
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **۱۳۹۷**			مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید : الف) به چه نوع طیفی ، طیف پیوسته می گوییم ؟ ب) طول موج های رشتهٔ بالمر در کدام ناحیه ها از طیف امواج الکترومغناطیسی است ؟ پ) فوتـــون های لیـزری ، حاصـل از کدام نوع گسیـل هستند ؟	۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۲۵
۱۴	در پدیدهٔ فوتوالکتریک ، تابع کار یک فلز تحت تابش $3/8\ eV$ است . الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکترون ها از سطح این فلز چند نانومتر است ؟ ($hc = 1240\ eV.nm$) ب) اگر طول موج فرودی بر سطح این فلز $155\ nm$ باشد ، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها چقدر است ؟	۰/۵ ۰/۵
۱۵	اتم هیدروژن در حالت برانگیختهٔ $n = 3$ قرار دارد . کوتاه ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است ؟ ($R = 0/01\ nm^{-1}$)	۰/۷۵
۱۶	الف) چرا به ایزوتوپ ها ، هم مکان هم می گویند ؟ ب) عنصر ($^{238}_{92}U$) با گسیل دو ذرهٔ الکترون واپاشی می کند . معادلهٔ این واکنش را بنویسید . پ) شکافت هسته ای به چه معناست ؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۷	نیمـه عمـر یک مادهٔ رادیواکتیـو حـدود ۱۲ روز است . چـه کسری از هسته های فعـال آن ، پس از گـذشت ۶۰ روز باقی می مانند ؟	۱
	موفق و سربلند باشید — جمع بارم	۲۰

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته . **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۳۹۷ / ۱۰ / ۵**
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **۱۳۹۷**	مرکـز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) (د) ب) (ن) پ) (د) هر مورد (۰/۲۵) ص ۵ و ۹ و ۱۱	۰/۷۵
۲	الف) (۰/۲۵) $a=\frac{۶۰-۰}{۳۰-۰}=۲\ m/s^۲$ (۰/۲۵) B : $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ (۰/۲۵) A : $a=۰$ ب) A : $\Delta x = vt = ۶۰\times ۳۰ = ۱۸۰۰\ m$ (۰/۵) B : $\Delta x = (\frac{v+v_۰}{۲})t = ۳۰\times ۳۰ = ۹۰۰\ m$ (۰/۵) ص ۱۸ و ۱۱	۱/۷۵
۳	الف) (۰/۲۵) $h=\lvert\Delta y\rvert=-۸۰\ m$ (۰/۲۵) $۱۶۰۰=-۲\times ۱۰\Delta y$ (۰/۲۵) $v^۲-v_۰^۲=-۲g\Delta y$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $t=۴\ s$ $-۸۰=-۵t^۲$ (۰/۲۵) $\Delta y=-\frac{۱}{۲}gt^۲$ ص ۲۲	۱/۲۵
۴	الف) دوره ب) بزرگی پ) وارون ت) مماس ث) کاهش هر مورد (۰/۲۵) ص ۴۹ و ۳۶ و ۵۴ و ۴۷ و ۵۶	۱/۲۵
۵	الف) برای جسمی که در هوا سقوط می کند (۰/۲۵) ، اگر نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن جسم برابر شود (۰/۲۵)، جسم با تندی ثابتی (۰/۲۵) به نام تندی حدی به حرکت خود ادامه می دهد . ب) (۰/۲۵) $F_{av}=\frac{۶۰(۰-۵)}{۰/۲}=-۱۵۰۰\ N$ (۰/۲۵) $F_{av}=\frac{m(v_۲-v_۱)}{\Delta t}$ (۰/۲۵) $F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}$ ص ۳۶ و ۴۷	۱/۵
۶	$۴۰x=۲\times ۱۲$ (۰/۲۵) $kx=m(g+a)$ (۰/۲۵) $F_e-mg=ma$ (۰/۲۵) (۰/۲۵) $L_۲=۲۰/۶\ cm$ $x=L_۲-L_۱$ (۰/۲۵) $x=\frac{۲۴}{۴۰}=۰/۶\ cm$ (۰/۲۵) ص ۴۴	۱/۲۵
۷	الف) کمتر ب) متفـاوت پ) واداشته ت) دارند هر مورد (۰/۲۵) ص ۹۵ و ۸۱ و ۶۸ و ۶۹	۱
۸	الف) موج عرضی (۰/۲۵) ، زیرا جابه جایی هر جزء نوسان کننده از فنر ، در راستای عمود بر حرکت موج است (۰/۵) . ب) طول موج افزایش می یابد (۰/۲۵) و بسامد ثابت می ماند (۰/۲۵) ص ۷۲ و ۷۱	۱/۲۵
۹	الف) (۰/۲۵) $\omega=۲\pi\times ۵۰=۱۰۰\pi\ rad/s$ (۰/۲۵) $\omega=۲\pi f$ (۰/۲۵) $x_{(cm)}=۳\cos ۱۰۰\pi t$ (۰/۲۵) $x=A\cos\omega t$ ب) (۰/۲۵) $\Delta\beta=۵\ dB$ $\Delta\beta=۱۰\log ۱۰^{۰/۵}$ (۰/۲۵) $\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$ ص ۶۳ و ۸۰	۱/۵
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

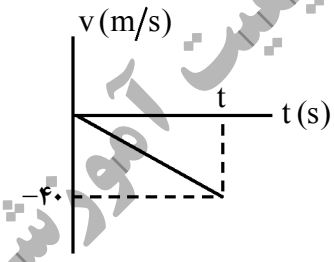
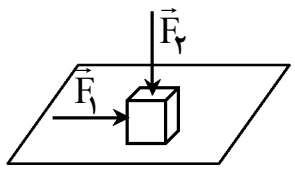
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۳۹۷ / ۱۰ / ۵**
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **۱۳۹۷**	مرکـز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۰	الف) بازتاب ب) تصویر ایجاد شده در عینک یا میکروسکوپ یا ..... پ) پراش ت) تداخل **هرمورد (۰/۲۵)** ص ۹۴ و ۹۶ و ۱۰۲ و ۱۰۴	۱
۱۱	(۰/۲۵) $n_۲ = \frac{۷}{۶}$ (۰/۲۵) $\frac{۰/۷}{۰/۶} = \frac{n_۲}{۱}$ (۰/۲۵) $\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{n_۲}{n_۱}$ ص ۹۸	۰/۷۵
۱۲	الف) شکل (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $L = ۳\times۱۲ = ۳۶\ cm$ (۰/۲۵) $L = n\frac{\lambda}{۲}$ (۰/۲۵) $n = ۴-۱ = ۳$ پ) (۰/۲۵) $f = \frac{۱۲۰}{۰/۲۴} = ۵۰۰\ Hz$ (۰/۲۵) $f = \frac{v}{\lambda}$ ص ۱۰۶	۱/۵
۱۳	الف) طیفی که شامل گسترهٔ پیوسته ای از طول موج هاست (۰/۲۵) ب) **فرابنفش و مرئی** (۰/۵) پ) **گسیل القایی** (۰/۲۵) ص ۱۲۱	۱
۱۴	الف) (۰/۲۵) $\lambda_۰ = \frac{hc}{W_۰} = \frac{۱۲۴۰}{۳/۸} \approx ۳۲۶/۳\ nm$ (۰/۲۵) $\frac{hc}{\lambda_۰} = W_۰$ ب) (۰/۲۵) $K_{max} = \frac{۱۲۴۰}{۱۵۵} - ۳/۸ = ۴/۲\ eV$ (۰/۲۵) $K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_۰$ ص ۱۱۸	۱
۱۵	(۰/۲۵) $\lambda = ۱۱۲/۵\ nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۹})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ ص ۱۲۳	۰/۷۵
۱۶	الف) چون همگی در یک خانهٔ جدول تناوبی هستند . (۰/۵) ب) (۰/۵) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۲۳۸}_{۹۴}Y + ۲(^{۰}_{-۱}e^{-})$ پ) فرایند تقسیم شدن یک هستهٔ سنگین به دو هسته با جرم کمتر . (۰/۵) ص ۱۴۸	۱/۵
۱۷	(۰/۲۵) $n = \frac{۶۰}{۱۲} = ۵$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $N = \frac{۱}{۲^۵}N_۰ = \frac{۱}{۳۲}N_۰$ (۰/۲۵) $N = \frac{N_۰}{۲^n}$ ص ۱۴۶	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی :	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	تاریخ امتحان : **۵ / ۳ / ۱۳۹۸**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت خرداد ماه** سال **۱۳۹۸**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

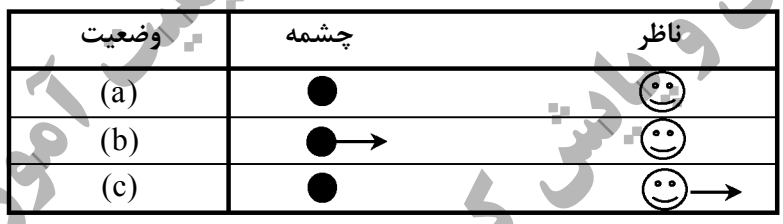
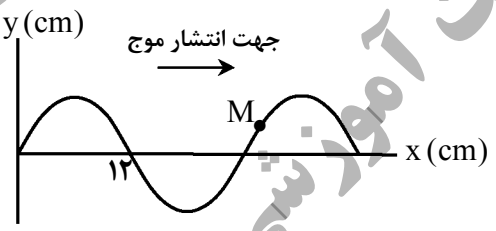
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) بلامانع است .

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) درحرکت (با شتاب ثابت - یکنواخت) بر خط راست ، سرعت متوسط و سرعت لحظه ای با هم برابرند . ب) سطح محصـــور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابـــر تغییـــر (مکان- سرعت) است . پ) در حرکت کندشونده روی خط راست ، بردارهای سرعت و شتاب (هم جهت - در خلاف جهت هم) هستند . ت) عقـــربهٔ تنـــدی سنج خـــودروها ، تنـــدی (متـــوسط - لحظـــه ای) را نشان می دهنـــد .	۱
۲	معادلهٔ حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند ، در SI به صورت $x = ۶t^۲ - ۵t - ۱۰$ است . الف) سرعت اولیهٔ جسم را تعیین کنید . ب) سرعت متوسط جسم را بین دو لحظهٔ $t_۱ = ۰$ و $t_۲ = ۲s$ حساب کنید .	۰/۲۵ ۱
۳	نمودار سرعت - زمان حرکت سقوط آزاد یک جسم مطابق شکل است :  الف) زمان سقـــوط جسم (t) را بدست آوریـــد . $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) ارتفـــاع سقوط چقـــدر بوده است ؟ پ) نمـــودار مکان - زمان آن را رسم کنیـــد .	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۴	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید . الف) لختـــی ، به خاصیتی در اجسام می گویند که می خواهند وضعیت حـــرکت خود را تغییـــر دهند . ب) تغییـــر تکانهٔ ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانهٔ نیروی واقعی متغیر با زمان است . پ) نیـــروی مقـــاومت یک شاره ماننـــد هوا ، به تنـــدی حـــرکت جسم بستگـــی دارد . ت) نیروهای کنش و واکنش هم نوع نیستند و اثرات یکسانی ایجاد می کنند . ث) مربع دورهٔ گردش ماهواره ها به دور زمین ، متناسب با مکعب فاصلهٔ آن ها از مرکز زمین است .	۱/۲۵
۵	مطابق شکل، نیروی افقی $\vec{F}_۱$ بر جعبـــه وارد می شود ، اما جعبه هم چنان ساکن است . اگـــردر همـــین حالـــت ، بزرگـــی نیروی قائم $\vec{F}_۲$ از صفر شروع به افزایش کند ، کمیت های زیر چگونه تغییر می کنند ؟  الف) اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه ب) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه پ) اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی ت) نیروی خالص وارد بر جسم	۱
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

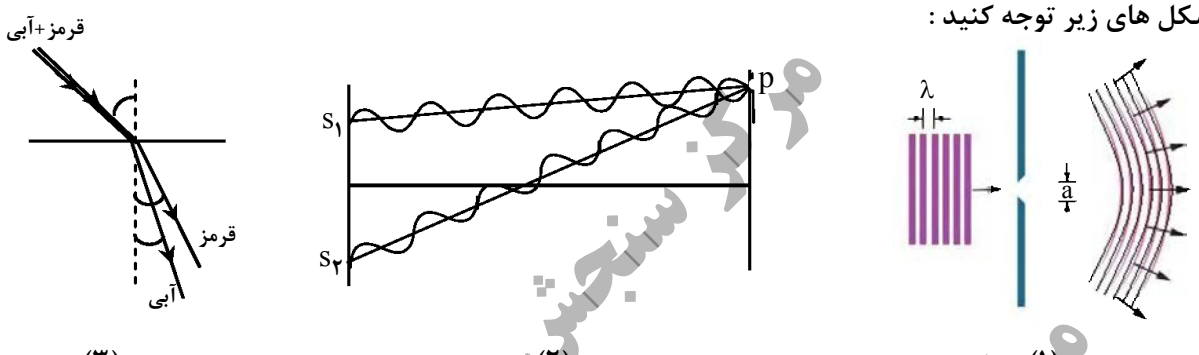
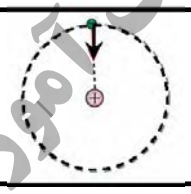
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی :	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	تاریخ امتحان : **۵ / ۳ / ۱۳۹۸**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت خرداد ماه** سال **۱۳۹۸**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	الف) جسمی به وزن ۶۰ نیـــوتون را با طناب سبکی به طرف بالا می کشیم . اگر شتاب ثابت رو به بالای جسم $۲\,m/s^۲$ باشد ، نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی کشش طناب را بدست آورید . $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) تندی نوک عقربهٔ ثانیه شمار یک ساعت دیواری به طول $۱۰\ cm$ را حساب کنید .	۱ ۰/۷۵
۷	در جمله های زیر ، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید : الف) افزایش جرم در یک سامانهٔ جرم - فنر ، باعث می شود که دورهٔ نوسان ها ..... شود . ب) انرژی مکانیکی هـر نوسانگر هماهنگ ساده ، با مربع دامنـه ..... است . پ) نـوسان هایی با اعمال یک نیـروی خارجـی ، نـوسان های ..... نام دارند . ت) یـکای ..... در SI ، وات بـر متـر مربـع $(W/m^۲)$ است .	۱
۸	شکل زیر ، جهت های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت های مختلف نشان می دهد :  بسامدی را که ناظر در وضعیت های (b) و (c) می شنود ، با وضعیت (a) مقایسه کنید .	۰/۵
۹	شکل روبه رو ، یک موج سینوسی را در لحظـه ای از زمان در یک ریسمان کشیده شده، نشان می دهد .  الف) اگر تندی موج $۱/۲\ m/s$ باشد ، بسامد موج چند هرتزاست ؟ ب) نقطـهٔ M ریسمان ، در ایـن لحظـه بالا مـی رود یا پاییـن ؟	۱ ۰/۲۵
۱۰	معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = ۰/۰۵ \cos ۵\pi t$ است . در چه لحظه ای پس از زمان صفر، برای دومین بار انرژی جنبشی آن بیشینه می شود ؟	۱
۱۱	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید : الف) تأخیر زمانی بین دو صوت چقدر باشد تا گوش انسان پژواک را ازصوت مستقیم اولیه تمیز دهد ؟ ب) در آزمایش یانگ اگر بجای نور قرمز از نور آبی استفاده کنیم ، پهنای نوارها کاهش می یابند یا افزایش ؟ پ) اجـاق های میکـرومـوج (مایکـروفر) ، بـر چـه اساسی کار می کننـد ؟ ت) آیا در بازتاب پخشنده ، زاویـهٔ تابش و زاویـهٔ بازتابش بـا هم بـرابرند ؟	۱
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

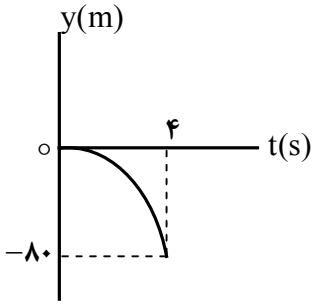
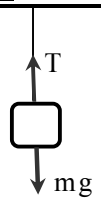
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی :	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	تاریخ امتحان : **۱۳۹۸ / ۳ /۵**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت خرداد ماه** سال **۱۳۹۸**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۲	به شکل های زیر توجه کنید :  (۳) (۲) (۱) الف) شـــکل (۱) ، نشان دهندهٔ کدام پدیده در برهم کنش موج با محیط است و در چه صورتی رخ می دهد ؟ ب) در شکل (۲) ، در نقطهٔ p تداخل سازنده است یا ویرانگر ؟ و چه نـــواری تشکیل می شود ؟ پ) در شکل (۳) ، ضریب شکست محیط دوم برای نور قـــرمز بیشتر است یا آبی ؟ تندی کدام نور بیشتر است ؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۳	اگـــر بسامد اصلی یک تار ویولن به طول $80\ cm$ برابـــر با $200\ Hz$ باشد ، تنـــدی مـــوج در تار را بدست آوریـــد .	۰/۷۵
۱۴	 الف) ویژگی ترازهای شبه پایدار در محیط لیزری چیست ؟ ب) با توجه به شکل ، یک اشکال مدل اتمی رادرفورد را در مورد پایداری اتم توضیح دهید .	۰/۵ ۰/۵
۱۵	طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین $310\ nm$ است . الف) تابـــع کار فلز را حساب کنید . $(hc = 1240\ eV.nm)$ ب) اگر K_{max} برای فوتوالکترون ها $2/2\ eV$ باشد ، طول موج نور فرودی چند نانومتر است ؟	۰/۵ ۰/۵
۱۶	کوتاه ترین طول موج رشته پاشن $(n' = 3)$ در اتم هیدروژن را بدست آورید . $(R = 0/01\ nm^{-1})$	۰/۷۵
۱۷	الف) چرا واکنش زنجیری به طور طبیعی در معادن اورانیم رخ نمی دهد ؟ ب) چه نیرویی در اتم ، نوکلئون ها را در کنار یکدیگر نگه می دارد ؟ پ) جای خالی داده شده را که ممکن است مربوط به یک یا چند ذرهٔ آلفا یا بتا باشد ،کامل کنید : $^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + ...$	۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۱۸	از یک مادهٔ رادیواکتیـــو پس از گذشت ۱۳۵ روز ، $\frac{7}{8}$ مادهٔ فعـــال اولیه ، واپاشیده شده است . نیمه عمر این ماده چند روز است ؟	۱/۲۵
	موفق و سربلند باشید جمع بارم	۲۰

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۳۹۸ / ۳ / ۵**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت خرداد ماه** سال **۱۳۹۸**	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) یکنواخت ب) مکان پ) در خلاف جهت هم ت) لحظـه ای هر مورد (۰/۲۵) ص۱۳ و ۱۷ و ۱۶ و ۹	۱
۲	**الف)** (۰/۲۵) $v_{\circ} = -۵\ m/s$	۱/۲۵
	ب) (۰/۲۵) $x_{۲} = (۶\times۴) - (۵\times۲) - ۱۰ = ۴\ m$ (۰/۲۵) $x_{۱} = -۱۰ m$	
	(۰/۲۵) $v_{av} = \frac{۴-(-۱۰)}{۲} = ۷\ m/s$ (۰/۲۵) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ص ۵	
۳	**الف)** (۰/۲۵) $t = \frac{-۴۰}{-۱۰} = ۴\ s$ (۰/۲۵) $v = -gt$	۱/۵
	ب) (۰/۲۵) $h = \lvert\Delta y\rvert = \frac{۱۶۰۰}{۲۰} = ۸۰\ m$ (۰/۲۵) $v^{۲} = -۲g\Delta y$	
	پ) رسم نمودار (۰/۵)  ص۲۴	
۴	الف) (ن) ب) (د) پ) (د) ت) (ن) ث) (د) هر مورد (۰/۲۵) ص ۳۱ و ۴۷ و ۳۶ و ۵۶	۱/۲۵
۵	الف) افزایش می یابد ب) ثابت می ماند پ) افزایش می یابد ت) ثابت می ماند هرمورد (۰/۲۵) ص ۵۸	۱
۶	**الف)** (۰/۲۵) $T - ۶۰ = ۶\times(۲)$ (۰/۲۵) $T - mg = ma$ رسم شکل : (۰/۲۵) 	۱/۷۵
	(۰/۲۵) $T = ۷۲\ N$	
	ب) (۰/۲۵) $v = \frac{\pi}{۳۰۰}\ m/s$ (۰/۲۵) $v = \frac{۲\pi}{۶۰}\times۰/۱$ (۰/۲۵) $v = \frac{۲\pi r}{T}$ ص ۴۵	
۷	الف) بیشتر ب) متناسب پ) واداشته ت) شدت صوت هر مورد (۰/۲۵) ص ۶۵ و ۶۷ و ۶۸ و ۶۹	۱
۸	$f_b \succ f_a$ و $f_c \prec f_a$ هر مورد (۰/۲۵) ص ۸۸	۰/۵
۹	**الف)** (۰/۲۵) $f = \frac{۱/۲}{۰/۲۴} = ۵\ Hz$ (۰/۲۵) $f = \frac{v}{\lambda}$ (۰/۵) $\frac{\lambda}{۲} = ۱۲ \rightarrow \lambda = ۲۴ cm$	۱/۲۵
	ب) پایین (۰/۲۵) ص ۸۶	
۱۰	(۰/۲۵) $T = \frac{۲\pi}{۵\pi} = ۰/۴\ s$ (۰/۲۵) $T = \frac{۲\pi}{\omega}$	۱
	(۰/۲۵) $t = ۰/۳\ s$ (۰/۲۵) $t = \frac{۳T}{۴}$ ص ۸۵	
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

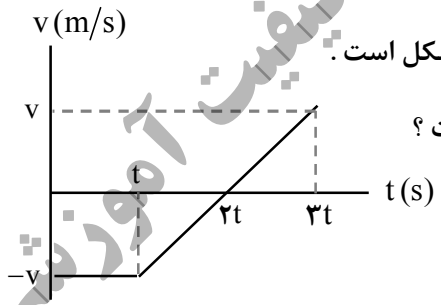
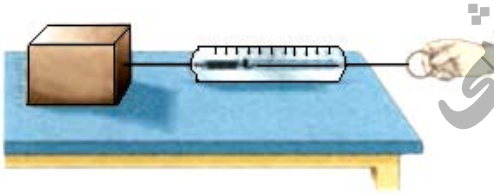
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۳۹۸ / ۳ / ۵**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت خرداد ماه** سال **۱۳۹۸**	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۱	الف) ۰/۱ ثانیه ب) کاهش می یابند پ) تداخل امواج الکترومغاطیسی (یا تشکیل امواج ایستاده) ت) بله هر مورد (۰/۲۵) ص ۴۵	۱
۱۲	الف) پراش (۰/۲۵) ، اندازه شکاف از مرتبهٔ طول موج باشد (۰/۲۵) ب) تداخل ویرانگر (۰/۲۵) ، تاریک (۰/۲۵) پ) آبی (۰/۲۵) ، قرمز (۰/۲۵) ص ۱۰۰ و ۱۰۲ و ۱۰۴	۱/۵
۱۳	$v = ۳۲۰\ m/s$ (۰/۲۵) $۲۰۰ = \frac{۱ \times v}{۲ \times ۰/۸}$ (۰/۲۵) $f = \frac{n\,v}{۲L}$ (۰/۲۵) ص ۱۰۷	۰/۷۵
۱۴	الف) در این ترازها ، الکتـرون ها مدت زمان بیشتری نسبت به حالت بـرانگیختهٔ معمولی باقی می مانند و فـرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر را فراهم می کنند . (۰/۵) ب) اگر الکترون ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم ، باید تحت تأثیـر نیروی ربایشی الکتریکی ، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه پایداری اتم از بین می رود . (۰/۵) ص۱۲۱ و ۱۲۶	۱
۱۵	الف) (۰/۲۵) $W_۰ = \frac{۱۲۴۰}{۳۱۰} = ۴eV$ $W_۰ = \frac{hc}{\lambda_۰}$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $\lambda = \frac{۱۲۴۰}{۶/۲} = ۲۰۰\ nm$ $۲/۲ = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} - ۴$ $K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_۰$ (۰/۲۵) ص۱۲۰	۱
۱۶	$\lambda = ۹۰۰\ nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - ۰)$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ (۰/۲۵) ص ۱۲۳	۰/۷۵
۱۷	الف) چون فـراوانی ایزوتوپ ۲۳۵ حدود ۰/۷۲ درصد است و احتمال اینکه ایزوتوپ ۲۳۸ بتواند تـوسط نوترونی شکافته شود ، بسیار کم است . (۰/۵) ب) نیروی هسته ای (۰/۲۵) پ) $۳(\ {}^{۰}_{+۱}e^{+}\ )$ (۰/۵) ص۱۳۹ و ۱۴۰ و ۱۴۴	۱/۲۵
۱۸	$n = ۳$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{۸}N_۰ = \frac{۱}{۲^۳}N_۰$ (۰/۲۵) $N = \frac{N_۰}{۲^n}$ (۰/۲۵) $T = ۴۵$ روز (۰/۲۵) $۳ = \frac{۱۳۵}{T}$ $n = \frac{t}{T}$ (۰/۲۵) ص ۱۴۷	۱/۲۵
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـح**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
تاریخ امتحان : **۱۳۹۸ / ۶ / ۱۶**	تعداد صفحه : **۳**	**پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه**	**نام و نام خانوادگی :**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۳۹۸			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

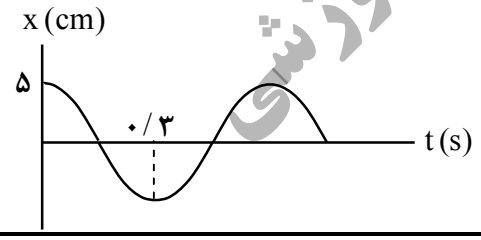
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) بلامانع است .

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	در جمله های زیر ، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید : الف) تغییـــرات سرعت متحـــرک در بازهٔ زمـــانی تغییرات را ..... می گوینـــد . ب) حرکت متحرکی رو به شرق و کُندشونده است . جهت بردار شتاب این متحرک رو به ..... است . پ) در حـــرکت بر روی ..... و بدونِ تغییـــر جهت ، مسافت بـــا جـــابه‌جایی بـــرابـــر است . ت) سقـــوط آزاد ، حـــرکتی است که تنها تحت تأثیـــر نیـــروی ..... انجام مـــی گیرد .	۱
۲	معادلهٔ مکان زمان متحرکی در SI به صورت $x = ۲t^۲ - ۳t - ۸$ است . الف) اندازهٔ سرعت متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰s$ تا $t_۲ = ۲s$ چند متر بر ثانیه است ؟ ب) شتاب حـــرکت آن چند متـــر بر مربع ثانیه است ؟	۱ ۰/۵
۳	نمودار سرعت - زمان جسمی که بر روی محـــور x حرکت می کند ، مطابق شکل است .  الف) در کدام بازهٔ زمانی حرکت جسم کندشونده و در کدام بازه تندشونده است ؟ ب) شتاب متوسط در کل زمان حرکت مثبت است یا منفی ؟ چرا ؟ پ) سطح محصور در این نمودار کدام کمیت را نشان می دهد ؟	 ۰/۵ ۰/۵ ۰/۲۵
۴	در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) شتاب ایجاد شده در جسم به علت تأثیر یک نیروی خالص ، با جرم جسم نسبت (وارون - مستقیم) دارد . ب) اگر جسم ساکنی به حرکت در آید ، در شروع حرکت بردار های سرعت و (مکان - شتاب) هم جهت اند . پ) در حـــرکت یک جسم ، بـــردار تکـــانه همـــواره بـــر مسیر حـــرکت (مممـــاس - عمـــود) است . ت) سطـــح زیر نمودار نیـــرو - زمان برای یک جسم ، با تغییر (تکانه - سرعت) جسم ، بـــرابر است . ث) وقتی جسم متصل به نخی را بصورت افقی می چرخانیم ، نیروی مرکزگرا نیروی (کشش نخ - کشسانی) است . ج) نیـــروی گـــرانشی بین دو ذره با (فاصلهٔ - مربع فاصلهٔ) آن ها از یکدیگـــر نسبت وارون دارد .	۱/۵
۵	شکل مقابل ، آزمایشی را نشان می دهد :  هدف از انجـــام این آزمـــایش چیست ؟ اگر جرم قطعه چوب را تغییـــر دهیم ، چه نتیجـــه ای در مورد $f_{s\,max}$ می گیریم ؟	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

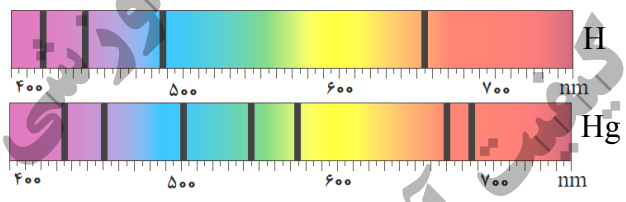
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـح**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
تاریخ امتحان : **۱۳۹۸ / ۶ / ۱۶**	تعداد صفحه : **۳**	**پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه**	**نام و نام خانوادگی :**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۳۹۸			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	**الف) جسمـی به جـرم $3\,kg$ را به انتهای فنـری با ثابت $50\,N/cm$ بسته ایم و فنـر را از سقف یک آسانسور آویـزان می کنیم . اگر آسانسور با شتاب ثابت به طـرف بالا شروع به حـرکت کنـد و تغییـر طول فنـر $0/72\,cm$ باشد ، اندازهٔ شتاب آسانسور چقدر است ؟ $(g = 10\,m/s^2)$**	۱
	ب) سیاره ای به شعاع 10^4 کیلومتر و جرم $2\times10^{25}\,kg$ به دور خود می چرخد . شتاب گـرانشی در سطـح این سیاره چند m/s^2 است ؟ $(G \approx 6/7\times10^{-11}\,Nm^2/kg^2)$	۰/۷۵
۷	**درستی یا نادرستی جمله های زیر را در مورد یک سامانهٔ جرم - فنر ، با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید :**	۰/۷۵
	الف) اگـر ثابت فنـر را افـزایش دهیم ، دورهٔ نوسان ها نیز افـزایش مـی یابد .	
	ب) چون سطح بدون اصطکاک است ، انـرژی مکانیکی سامانه ، پایسته مـی ماند .	
	پ) بیشینـهٔ تنـدی مـربوط به دو انتهـای مسیـر ($x = \pm A$) است .	
۸	**با توجه به مشخصات بارز امواج الکترومغناطیسی ، به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید :**	۰/۷۵
	الف) زاویهٔ میدان الکتریکی نسبت به میدان مغناطیسی چگونه است ؟	
	ب) امـواج الکتـرومغناطیسی طـولی هستند یا عـرضی ؟	
	پ) بسامد میدان های الکتریکی و مغناطیسی نسبت به هم چگونه است ؟	
۹	**الف) ارتفاع و بلندی که هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می شوند ، هرکدام به کدام کمیت فیزیکی وابسته هستند ؟**	۰/۵
	ب) طول موج نور قرمز رنگ $750\,nm$ است . اگر تندی نور برابر $3\times10^8\,m/s$ باشد ، بسامد نور قرمز را حساب کنید .	۰/۷۵
۱۰	**نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است .** 	
	الف) دورهٔ این حرکت چقدر است ؟	۰/۲۵
	ب) معـادلهٔ حـرکت آن را بنویسید .	۰/۷۵
۱۱	**به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید :**	۱
	الف) خفاش از چه طـریقی مکان یا سرعت اجسام متحـرک مقابل خـود را تعیین مـی کنـد ؟	
	ب) اگـر سطـح بازتابندهٔ نـور ماننـد آینه ، بسیارهمـوار باشد ، بازتاب را چه می گوینـد ؟	
	پ) معمولاً هر چه طول موج نور کوتاه تر می شود ، ضریب شکست یک محیط معین چه تغییری می کند ؟	
	ت) در پدیدهٔ پـراش ، پهنای شکاف از چه مرتبه ای باشد تا مـوج به اطـراف گستـرده شود ؟	
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـح**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
تاریخ امتحان : **۱۳۹۸ / ۶ / ۱۶**	تعداد صفحه : **۳**	**پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه**	نام و نام خانوادگی :
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت شهریور** ماه سال **۱۳۹۸**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۲	پرتـو نوری از درون شیشه با زاویهٔ تابش ۳۰° وارد محیـط شفاف دیگـری می شود . اگـر زاویهٔ شکست این پـرتو در محیط دوم برابر با ۴۵° و تندی نور در شیشه $۲\times۱۰^۸ \ m/s$ باشد ، تندی نور در محیط دوم چقدر است ؟ $(\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲} \ , \ \sin ۴۵^\circ = \frac{\sqrt{۲}}{۲})$	۰/۷۵
۱۳	در طنابی با دو انتهای ثابت ، مـوج ایستاده ای با چهار گـره ایجاد شده است . تندی انتشار موج در طناب $۲۴۰ \ m/s$ و فاصلهٔ دو گره متوالی $۱۰ \ cm$ است . الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید . ب) طول طناب چند سانتی متر است ؟ پ) بسامد نوسان ها چقدر است ؟	۱/۵
۱۴	 الف) شکل (۱) بیانگر کدام پدیده در فیزیک جدید است ؟ ب) شکل های (۱) و (۲) چه تفاوت مهمـی دارند ؟	۰/۲۵ ۰/۷۵
۱۵	شکل مقابـل ، طیف جـذبی گازهـای هیدروژن و جیوه را نشان می دهند :  الف) خط های تیره در زمینهٔ طیف معرف چیست ؟ ب) از مقایسهٔ این دو طیف چه نتیجهٔ مهمی می گیریم ؟	۰/۵ ۰/۵
۱۶	الکترونی در اتم هیدروژن در دومین حالت برانگیخته قرار دارد . انرژی الکترون را دراین حالت حساب کنید . $(E_R = ۱۳/۶ \ eV)$	۰/۷۵
۱۷	الف) کاستی جرم هسته چیست ؟ ب) معادلهٔ واپاشی داده شده را کامل کنید : $^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow ^{۴}_{۲}\alpha + ...$ پ) شکافت هسته یعنـی چـه ؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۸	نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیـو حـدود ۱۵ ساعت است . پس از گذشت ۶۰ ساعت ، چه کسری از هسته های فعال آن ، باقی مانده اند ؟	۱
	موفق و سربلند باشید — جمع بارم	۲۰

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **16 / 6 / 1398**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت شهریور ماه** سال **1398**	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
1	الف) شتاب متوسط ب) غرب پ) خط راست ت) گرانش هر مورد **(0/25)** ص 11 و 16 و 2 و 21	1
2	الف) $x_2=-6\,m$ **(0/25)** $x_1=-8\,m$ **(0/25)** $x=2t^2-3t-8$ $v_{av}=\frac{-6-(-8)}{2-0}=1\ m/s$ **(0/25)** $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ **(0/25)** ب) $a=4\ m/s^2$ **(0/25)** $\frac{1}{2}a=2$ **(0/25)** ص 5 و 17	1/5
3	الف) کندشونده : t تا 2t **(0/25)** و تندشونده : 2t تا 3t **(0/25)** ب) مثبت **(0/25)** ، چون شیب خطی که ابتدای نمودار را به انتهای آن وصل می کند ، مثبت است **(0/25)** پ) جابه‌جایی **(0/25)** ص 12	1/25
4	الف) وارون ب) شتاب پ) ممـاس ت) تکانه ث) کشش نخ ج) مربع فاصلهٔ هر مورد **(0/25)** ص 32 و 33 و 47 و 52 و 54	1/5
5	بـرای اندازه گیـری ضریب اصطکاک ایستایی **(0/25)** ، نتیجه می گیریم که نیروی $f_{s\,max}$ با نیروی عمودی سطح f_N متناسب است **(0/5)** . ص 41	0/75
6	الف) **(0/25)** $kx=m(g+a)$ **(0/25)** $F_e-mg=ma$ **(0/25)** $a=2\ m/s^2$ **(0/25)** $36-30=3a$ $50\times0/72=30+3a$ ب) **(0/25)** $g=13/4\ m/s^2$ **(0/25)** $g=\frac{6/7\times10^{-11}\times2\times10^{25}}{(10^7)^2}$ **(0/25)** $g=\frac{GM}{r^2}$ ص 58 و 56	1/75
7	الف) (ن) ب) (د) پ) (ن) هر مورد **(0/25)** ص 65 و 67 و 68 و 69	0/75
8	الف) عمود (یا 90°) ب) عرضی پ) یکسان است هر مورد **(0/25)** ص 75	0/75
9	الف) ارتفاع به بسامد **(0/25)** و بلندی به شدت **(0/25)** ب) **(0/25)** $f=4\times10^{14}\ Hz$ **(0/25)** $f=\frac{3\times10^8}{750\times10^{-9}}$ **(0/25)** $f=\frac{v}{\lambda}$ ص 81 و 87	1/25
10	الف) **(0/25)** $\frac{T}{2}=0/3\ \rightarrow\ T=0/6\ s$ ب) **(0/25)** $x=0/05\cos\frac{10\pi}{3}t$ **(0/25)** $\omega=\frac{2\pi}{0/6}=\frac{10\pi}{3}\ rad/s$ **(0/25)** $\omega=\frac{2\pi}{T}$ ص 85	1
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

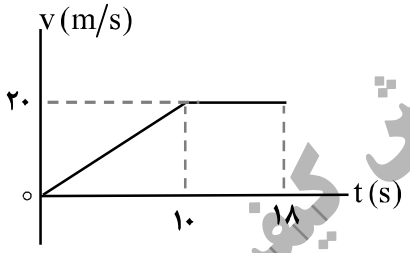
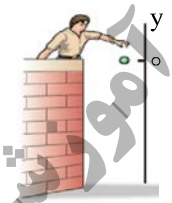
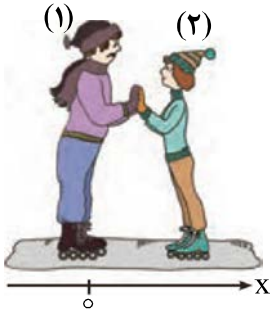
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **16 / 6 / 1398**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت شهریور ماه** سال **1398**	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
11	**الف)** مکان یابی پژواکی **ب)** منظم (آینه ای) **پ)** بیشتر می شود **ت)** طول موج هر مورد **(0/25)** ص 92 و 94 و 100 و 102	1
12	$v_2 = 2\sqrt{2}\times10^8\ m/s$ **(0/25)** $\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{v_2}{2\times10^8}$ **(0/25)** $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ **(0/25)** ص 96	0/75
13	**الف)** شکل **(0/25)** **ب)** $L = 3\times10 = 30\ cm$ **(0/25)** $L = n\frac{\lambda}{2}$ **(0/25)** $n = 3$ **(0/25)** **پ)** $f = \frac{3\times240}{2\times0/3} = 1200\,Hz$ **(0/25)** $f = \frac{nv}{2L}$ **(0/25)** ص 107	1/5
14	**الف)** پدیدهٔ فوتوالکتریک **(0/25)** **ب)** در شکل **(1)** بـرهم کنش نور فرودی فـرابنفش با کلاهک بـرق نما باعث می شود تا ورقـه های آن به سرعت به هم نـزدیک شوند **(0/5)** ، در حـالی که برهم کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته ای در شکل **(2)** ، چنین تأثیری ایجاد نمی کند . **(0/25)** ص116	1
15	**الف)** معرف طول موج های جذب شده توسط اتم های گاز هستند **(0/5)** **ب)** طیف گسیلی و جذبی هیچ دو گازی مانند هم نیست . **(0/5)** ص130	1
16	دومین حالت برانگیخته ، یعنی : $n = 3$ **(0/25)** $E_n = -\frac{13/6}{3^2} = -1/51\ eV$ **(0/25)** $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ **(0/25)** ص 128	0/75
17	**الف)** جـرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوتـرون های تشکیل دهنده اش ، اندکی کمتر است . این اختلاف جـرم را کاستی جرم هسته می گویند . **(0/5)** **ب)** $^{231}_{91}pa \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{227}_{89}X$ عدد جرمی **(0/25)** و عدد اتمی **(0/25)** **پ)** تقسیم شدن یک هستهٔ سنگین به دو هسته با جرم کمتر **(0/5)** ص 141 و 142 و 148	1/5
18	$n = \frac{60}{15} = 4$ **(0/25)** $n = \frac{t}{T}$ **(0/25)** $N = \frac{1}{2^4}N_\circ = \frac{1}{16}N_\circ$ **(0/25)** $N = \frac{N_\circ}{2^n}$ **(0/25)** ص 147	1
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	20

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	تاریخ امتحان : **۷ / ۱۰ / ۱۳۹۸**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
ساعت شروع : **۱۰ صبـــح**	تعداد صفحه : **۳**	**پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه**	نام و نام خانوادگی :
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی** ماه سال **۱۳۹۸**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

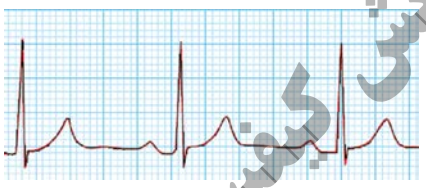
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) بلامانع است .

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید . الف) شتاب متـوسط ، یک کمیت برداری است که همواره هم جهت با بردار تغییر سرعت می باشد . ب) شیب خـطِ مماس بر نمـودار مکان - زمان ، بـرابـر شتاب لحظه ای متحـرک است . پ) در حـرکت تنـدشونده ، جهت بـردارهای سرعت و شتاب مخـالف یکدیگـر است . ت) تنها نیروی وارد بر جسم در حـرکت سقـوط آزاد ، نیـروی گـرانشی است .	۱
۲	آهـویی در مسیـری مستقیم در امتـداد محـور x می دود . نمودار سرعت - زمان آهو مطابق شکل است . در این حرکت : الف) جابه جایی کل آهو را حساب کنید . ب) نمودار شتاب – زمان حرکت او را رسم نمایید . 	۰/۷۵ ۰/۷۵
۳	گلوله ای از بالای یک ساختمان رها می شود . الف) پس از ۳ ثانیـه چقـدر جابـه جا می شـود ؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) سرعت متوسط گلوله را در این مدت حساب کنید . 	۰/۵ ۰/۷۵
۴	در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) شتاب ایجاد شده در جسم ، با (نیروی خالص وارد بر - جرم) جسم ، نسبت مستقیم دارد . ب) نیـروی وزن اجسـام در مـکان های مختلف (ثابت است - فـرق می کنـد) . پ) برای اعمال نیرو بین دو جسم ، (باید - لازم نیست) دو جسم در تماس با هم باشند . ت) هـر جسم متحـرک ، بـرای ادامـهٔ حـرکت نیـاز بـه نیـرو (دارد - ندارد). ث) در گردش (ماه به دور زمین - الکترون به دور هسته) نیروی مرکزگرا ، نیروی گرانشی است .	۱/۲۵
۵	دو شخص به جـرم های ۷۵kg و ۵۰kg با کفش های چـرخ دار در یک سالن مسطح و صاف روبه روی هم ایستاده اند . شخص اول بـا نیـروی ۱۲۰ N شخص دوم را به طـرف راست هل می دهـد . الف) شتابی که شخص دوم می گیرد چقدر است ؟ ب) شتابی که شخص اول می گیرد چقدر و در چه جهتی است ؟ 	۰/۵ ۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	تاریخ امتحان : **۷ / ۱۰ / ۱۳۹۸**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
ساعت شروع : **۱۰ صبـــح**	تعداد صفحه : **۳**	**پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه**	نام و نام خانوادگی :
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی** ماه سال **۱۳۹۸**			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	توپی به جـرم $۰/۴\,kg$ با تنـدی $۱۰\,m/s$ به بازیکنـی نـزدیک می شود . بازیکن با مشت به توپ ضربه می زند و باعث می شود توپ با تنـدی $۱۵\,m/s$ در جهت مخالف بـرگردد . اگـر مشت بازیکن $۰/۰۵\,s$ با توپ در تماس باشد ، انـدازهٔ نیروی متوسط وارد بر توپ از طرف مشت بازیکن را حساب کنید .	۰/۷۵
۷	شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم در یک آسانسور بر روی نیروسنجی ایستاده است . نیروسنج وزن او را وقتی آسانسور با شتاب ثابت $۳\,m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت می کند ، چقـدر نشان می دهد ؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$	۰/۷۵
۸	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید : الف) شکل مقابل ، چگونه نوسانی را نشان می دهد ؟ ب) آیا شتاب در حرکت هماهنگ ساده ، ثابت است یا متغیر ؟ پ) آیا بسامد نوسان های سامانهٔ وزنه – فنر ، به جرم وزنه بستگی دارد ؟ ت) میزان پیشروی موج را در مدت یک دوره چه می گویند ؟ 	۱
۹	الف) امـواج الکتـرومغناطیسی طـولی هستند یا عـرضی ؟ چرا ؟ ب) هنگام حرکت یک منبع صوتی ، تجمع جبهه های موج در جلو و عقب آن چگونه می شود ؟	۰/۷۵ ۰/۵
۱۰	الف) دورهٔ آونگ ساده ای ۲ ثانیه است . طول این آونگ چند متر است ؟ $(\pi^۲ = g)$ ب) معادلهٔ حـرکت هماهنگ سادهٔ یک نـوسانگر در SI به صورت $x = ۰/۰۳\cos ۵۰\pi t$ است . دورهٔ ایـن حرکت را حساب کـرده و نمـودار مکان – زمان آن را رسم کنید .	۰/۵ ۱
۱۱	جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب پر کنید : الف) طبق قانون بازتاب عمومی ، زاویه تابش همواره با زاویهٔ ..... برابر است . ب) بازتاب امواج صوتی پس از بـرخورد با سطوح خمیـده ، امکان پذیر ..... . پ) در اثر تغییر تندی موج در ورود به یک محیط دیگر ، پدیدهٔ ..... رخ می دهد . ت) تندی جبهه های موج وقتی به ناحیهٔ کم عمق ساحلی می رسند ، ..... می شود . ث) به تجـزیهٔ نـور سفید به نـورهای رنگی تـوسط منشور ..... می گوینـد . ج) بـرای ایجاد پدیدهٔ پـراش ، حتماً باید پهنای شکاف از مـرتبهٔ ..... باشد .	۱/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

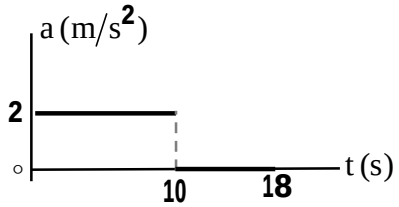
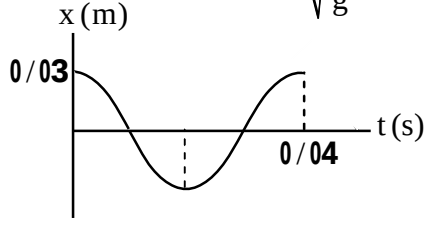
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	تاریخ امتحان : **۷ / ۱۰ / ۱۳۹۸**	مدت امتحان : **۱۱۰ دقیقه**
ساعت شروع : **۱۰ صبـــح**	تعداد صفحه : **۳**	**پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه**	**نام و نام خانوادگی :**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی** ماه سال **۱۳۹۸**			**مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir**

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۲	طول یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت $80\ cm$ بوده و در آن ۴ گره تشکیل شده است . اگـر بسامد موج ایجاد شده در تار ۴۵۰ هرتز باشد : الف) تندی انتشار موج عرضی در تار را حساب کنید. ب) طول موج ایجاد شده در تار چقدر است ؟	۰/۷۵ ۰/۵
۱۳	اجاق های مایکروفر بر چه اساسی کار می کنند ؟ منظور از نقطهٔ سرد در این اجاق ها چیست ؟	۰/۵
۱۴	الف) طیف خطی را تعریف کنید . ب) تابـع کار یک فلز $5/4\ eV$ و بسامد تابش مورد استفاده در آزمایش فوتوالکتـریک $2\times10^{15}\ Hz$ است . بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها چند الکترون ولت است؟ $(h = 4/15\times10^{-15}\ eV.s)$	۰/۵ ۰/۷۵
۱۵	الف) چرا در طیف نور سفید خورشید خط های تیره دیده می شود ؟ (۰/۵) ب) اگـر در اتم هیدروژن ، الکترون گذاری را از تراز $n=3$ به تراز $n=1$ انجام دهد ، طول موج فوتون گسیلی چنـد نانومتر است ؟ $(R = 0/01\ nm^{-1})$	۰/۵ ۱
۱۶	الف) دو ویژگی نیروهای هسته ای را بنویسید . ب) غنی سازی اورانیم به چه معناست ؟ پ) معادلهٔ مقابل مربوط به واپاشی بتای مثبت را کامل کنید (به جای عنصر بدست آمده X بگذارید) : $^{176}_{71}Lu \rightarrow \ .... + ...$	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۷	نیمـه عمر یک مادهٔ رادیـواکتیـو حـدود ۱۵ روز است . پس از گذشت ۶۰ روز ، چه کسری از هسته های فعال آن باقی مانده اند ؟	۱
	موفق و سربلند باشید	جمع بارم ۲۰

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **7 / 10 / 1398**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **1398**	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
1	الف) (د) ب) (ن) پ) (ن) ت) (د) هر مورد **(0/25)** ص11 و 9 و 16 و 20	1
2	الف) $\Delta x = (\frac{10\times 20}{2}) + (8\times 20) = 260\ \text{m}$ **(0/25) (0/25) (0/25)** ب) $a_1 = \frac{20-0}{10} = 2\ \text{m/s}^2$ **(0/25)** رسم نمودار **(0/5)**  ص 21	1/5
3	الف) $\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 = -45\text{m}$ **(0/5)** ب) $v_{av} = \frac{-45}{3} = -15\ \text{m/s}$ **(0/5)** $v_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$ **(0/25)** ص23	1/25
4	الف) نیروی خالص وارد بر ب) فـرق می کنـد پ) لازم نیست ت) ندارد ث) ماه به دور زمین هر مورد **(0/25)** ص32 و 36 و 34 و 31 و 52	1/25
5	الف) $a_2 = \frac{120}{50} = 2/4\ \text{m/s}^2$ **(0/25)** $F_{12} = m_2 a_2$ **(0/25)** ب) $\vec{a}_1 = \frac{-120}{75}\vec{i} = (-1/6\ \text{m/s}^2)\vec{i}$ **(0/5)** $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ **(0/25)** ص 35	1/25
6	$\lvert F_{av}\rvert = 200\ \text{N}$ **(0/25)** $\lvert F_{av}\rvert = \left\lvert\frac{0/4\times(-15-10)}{0/05}\right\rvert$ **(0/25)** $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t}$ **(0/25)** ص 48	0/75
7	$mg - F_N = ma \rightarrow F_N = m(g-a)$ **(0/25)** $F_N = 50\times 7 = 350\ \text{N}$ **(0/25)** $F_{net} = ma$ **(0/25)** ص 38	0/75
8	الف) دوره ای ب) متغیر پ) بله ت) طول موج هر مورد **(0/25)** ص 62 و63 و65 و71	1
9	الف) عرضی **(0/25)** ، چون راستای نوسان میدان های الکتریکی و مغناطیسی بر راستای انتشار موج عمود است **(0/5)** ب) در جلوی منبع صوتی بیشتر **(0/25)** و در عقب آن ، کمتر می شود . **(0/25)** ص 75 و 82	1/25
10	الف) $L = 1\text{m}$ **(0/25)** $2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ **(0/25)** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ **(0/25)** ب) $T = \frac{2\pi}{\omega}$ **(0/25)** رسم نمودار : **(0/5)** $T = \frac{2\pi}{50\pi} = 0/04\text{s}$ **(0/25)**  ص 86	1/5
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **7 / 10 / 1398**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در **نوبت دی ماه** سال **1398**	مرکــز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

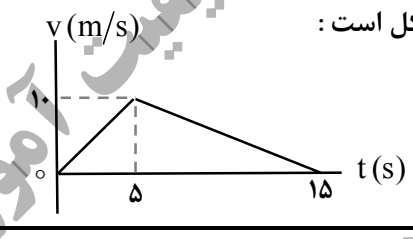
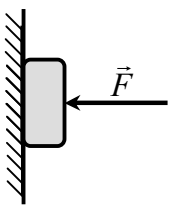
ردیف	پاسخ ها	نمره
11	**الف)** بازتاب **ب)** است **پ)** شکست **ت)** کمتر **ث)** پاشندگی **ج)** طول موج **هر مورد (0/25)** ص 91 و 92 و 95 و 100 و 102	1/5
12	**الف)** **(0/25)** $450=\frac{3v}{2\times 0/8} \rightarrow v=240\ m/s$ **(0/25)** $f_n=\frac{nv}{2L}$ **(0/25)** $n=3$ **(0/25)** **ب)** **(0/25)** $\lambda=\frac{240}{450}=0/53\ m$ **(0/25)** $\lambda=\frac{v}{f}$ **(0/25)** ص107	1/25
13	**بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی (یا تشکیل امواج ایستاده) (0/25)** **محل گره ها که دامنهٔ نوسان صفر است و غذا گرم نمی شود (0/25)** ص110	0/5
14	**الف)** طیف گسسته ای که شامل طول موج های معینی است .**(0/5)** **ب)** **(0/25)** $K_{max}=(4/15\times 10^{-15}\times 2\times 10^{15})-5/4$ **(0/25)** $K_{max}=hf-W_\circ$ **(0/25)** $K_{max}=2/9\ eV$ **(0/25)** ص117 و 120	1/25
15	**الف)**خط های تیره ناشی از جذب بعضی طول موج ها توسط اتم های گازهای موجود در جو خورشید و زمین اند . **(0/5)** **ب)** **(0/5)** $\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{3^2})$ **(0/25)** $\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$ $\lambda=\frac{900}{8}=112/5\ nm$ **(0/25)** ص129 و 123	1/5
16	**الف)** کوتاه برد ، بسیار قوی **(0/5)** **ب)** افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ **235** در یک نمونه را می گویند **(0/5)** **پ)** **(0/5)** $^{176}_{71}Lu \rightarrow {}^{0}_{+1}e^{+} + {}^{176}_{70}X$ ص 140 و 150 و 144	1/5
17	$n=\frac{60}{15}=4$ **(0/25)** $n=\frac{t}{T}$ **(0/25)** $N=\frac{N_\circ}{2^4}=\frac{1}{16}N_\circ$ **(0/25)** $N=\frac{N_\circ}{2^n}$ **(0/25)** ص 147	1
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	20

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۲۵ / ۳ / ۱۳۹۹**
دانش آمـــوزان روزانـــه سراسر کشور در نوبت خـــرداد مـــاه سال ۱۳۹۹			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

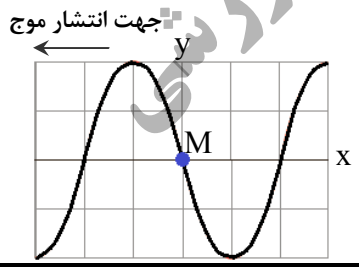
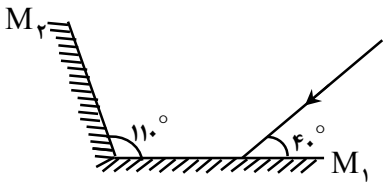
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) بلامانع است .

دانش آموز عزیز ، به سؤالات ۱ تا ۱۵ (جهت کسب ۱۶ نمره) پاسخ دهید

ردیف	**بخش (الف)** سؤالات الزامی (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید : الف) در حـــرکت بـــر روی خط راست و بدونِ تغییر جهت ، مسافت با ..... بـــرابر است . ب) شتاب متـــوسط ، کمیتی بـــرداری است و هم جهت با بـــردار ..... می‌باشد . پ) در حرکت ..... ، سرعت متوسط متحرک در هر بازهٔ زمانی دلخواه ، با سرعت لحظه‌ای آن برابر است . ت) بـــردار سرعت در هـــر نقطه از مسیر، بـــر مسیر حـــرکت ..... است . ث) شیب خـــطِ مماس بر نمـــودار سرعت - زمان ، بـــرابـــر ..... متحـــرک است .	۱/۲۵
۲	نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند ، مطابق شکل است :  الف) جابه‌جایی متحرک درکل زمان حرکت چند متر است ؟ ب) شتاب متوسط متحرک در بازهٔ ۵s تا ۱۵s چقدر است ؟	۰/۷۵ ۰/۷۵
۳	سنگی از صخره‌ای به ارتفاع ۱۲۵ m نسبت به زمین و در شرایط خلأ رها می‌شود . الف) چند ثانیه طول می‌کشد تا سنگ به زمین برسد ؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) نمـــودار مکان - زمان آن را رسم کنید . (جهت بالا را مثبت و محل رها شدن سنگ را مبدأ مکان فرض کنید .)	۰/۷۵ ۰/۵
۴	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های (د) یا (ن) مشخص کنید . الف) در حرکت دایره‌ای یکنواخت ، ذره در بازه‌های زمانی برابر ، مسافت های یکسانی را طی می‌کند . ب) در حرکت دایره‌ای یکنواخت ، بـــردار شتاب در هر لحظه ، به طرف مرکـــز دایره است. پ) نیـــروی گرانشی میان دو ذره ، با فاصلـــهٔ آن‌ها از یکدیگـــر نسبت وارون دارد . ت) در حـــرکت ماهواره‌ها ، تندی مداری یک ماهـــواره ، به جـــرم آن بستگی ندارد . ث) الکترون‌ها در اتم ، تحت تأثیر نیروی گرانشیِ هسته ، در مدارهای خود می‌چرخند .	۱/۲۵
۵	مطابق شکل ، کتابی را با نیروی افقـــی F به دیـــوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته ایم . با افزایش نیروی F نیروهای زیر چه تغییری می کنند ؟  الف) نیروی اصطکاک ایستایی ب) نیروی عمودی تکیه‌گاه پ) نیرویی که دیوار به کتاب وارد می‌کند	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

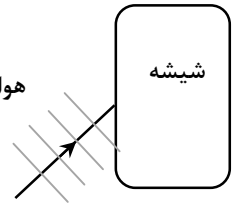
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۲۵ / ۳ / ۱۳۹۹**
دانش آمـــوزان روزانـــه سراسر کشور در نوبت خـــرداد مـــاه سال ۱۳۹۹			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	وزنه‌ای به جرم $۲\,kg$ را به فنری به طول $۱۵\,cm$ که ثابت آن $۱۰\,N/cm$ است ، می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور می‌آویزیم . اگـــر آسانسور در حالی که به طـــرف پایین حـــرکت می‌کند ، با شتاب ثابت $۲\,m/s^۲$ متوقف شود ، طول فنر چند سانتی متر مـــی شود ؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$	۱/۲۵
۷	شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند . اگر تندی او هنگام رسیدن به تشک $۵\,m/s$ باشد و پس از ۰/۲ ثانیه متوقف شود ، اندازهٔ نیروی متوسطی که تشک بر او وارد می کند ، چقـــدر است ؟	۱
۸	در جمله‌های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) بـــا تـــوجه به نحـــوهٔ انتشار امـــواج الکتـــرومغناطیسی ، می‌تـــوان گفت ایـــن امـــواج (طولی - عرضی) هستند . ب) برای امواج مکانیکی ، تندی انتشار موج طولی دریک محیط جامد (بیشتر - کمتر) از تندی انتشار موج عرضی در همان محیط است . پ) اگر چشمهٔ صوتی به یک ناظـــر ساکن نزدیک شود ، بسامد صوتی که ناظـــر می‌شنود ، (افزایش - کاهش) می‌یابد . ت) وقتی چشمهٔ نور از یک ناظر (آشکارساز) دور می‌شود ، طول موج تغییر می‌کنـــد که به آن انتقال به (آبی - سرخ) می‌گویند .	۱
۹	معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر به جرم ۱۰۰ گرم در SI به صورت $x = ۰/۰۲ \cos ۵۰\pi t$ است . الف) بیشینهٔ تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است ؟ ب) انـــرژی مکانیکـــی نوسانگر چنـــد ژول است ؟	۰/۷۵ ۰/۷۵
۱۰	شکل مقابل ، تصویـــر یک موج عـــرضی در یک ریسمان کشیده شده را در یک لحظه نشان می دهد . نقش موج را در زمان $T/۴$ بعد رسم کنید و نشان دهید جزء M درچه جهتی حرکت کرده است . 	۰/۷۵
۱۱	با زیاد کردنِ صدای تلویزیونی ، شدت صوتی که به گوش می رسد ، ۱۰۰ برابر می شود . تـــراز شدت صوت چند دسی بل افزایش می یابد ؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرفنظر شود)	۰/۷۵
۱۲	در شکل مقابل ، پرتوهای بازتابیده از آینه های تخت $M_۱$ و $M_۲$ را رسم کنیـــد و زاویهٔ بازتاب آینـــهٔ $M_۲$ را تعییـــن کنید . 	۱
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۲۵ / ۳ / ۱۳۹۹**
دانش آمـــوزان روزانـــه سراسر کشور در نوبت خـــرداد مـــاه سال ۱۳۹۹			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	در شکل مقابل ، مـــوج فرودی از هـــوا وارد شیشه می‌شود . بخشی ازموج در سطـــح جدایی دو محیـــط باز می‌تابد و بخشی دیگـــر شکست یافته و وارد شیشه مـــی‌شود . مشخصه‌های موج شکست شامل طول موج ، بسامد و تندی انتشار را با موج فرودی مقایسه کنید . 	۰/۷۵
۱۴	در آزمایش یانگ ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک چه تغییری می کند اگر : الف) به جای نور تکفام آبی از نورتکفام قرمز استفاده کنیم ؟ ب) آزمایش را به جـــای هـــوا ، در آب انجام دهیـــم ؟	۰/۵
۱۵	در یک تار دو سر بسته ، بسامـــد هماهنگ های سوم و چهارم به تـــرتیب $۲۷۰\ Hz$ و $۳۶۰\ Hz$ است . الف) بسامـــد اصلـــی و بسامـــد تشدیدی پس از $۴۵۰\ Hz$ هـــرکدام چند هرتز هستند ؟ ب) اگر تندی انتشار موج عرضی در تار $۱۸۰\ m/s$ باشد ، طول تار چند متـــر است ؟	۱ ۰/۵

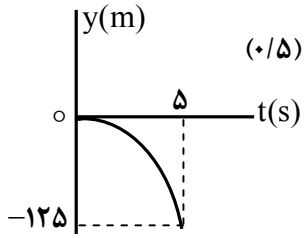
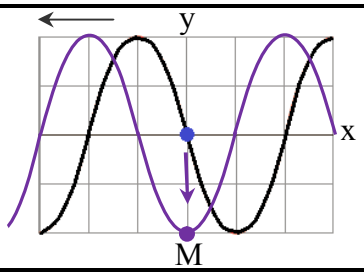
دانش آموز عزیز جهت کسب ۴ نمره از بین سؤالات ۱۶ تا ۲۳ ، فقـــط ۴ سؤال را به دلخواه انتخاب کنید و پاسخ دهید.

ردیف	**بخش (ب)** سؤالات انتخابی (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۶	متحرکی در امتداد محور x با سرعت ثابت در حرکت است . اگر این متحرک در $t_۱ = ۰\ s$ در مکان $x_۱ = -۲۰\ m$ و در $t_۲ = ۱۶ s$ در مکان $x_۲ = ۶۰\ m$ باشد ، معادلهٔ مکان - زمان متحرک را در SI بنویسید .	۱
۱۷	شخصی یک جعبهٔ ۴۰ کیلوگرمی را بـــر روی یک سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲۵ توسط یک طناب افقی می کشد . اگر نیروی کشش طناب $۴۰۰\ N$ باشد ، شتاب حـــرکت جعبه چقدر است ؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$	۱
۱۸	طول آونگ ساده ای ۱۶۰ سانتی متر است . تعداد ۵۰ نوسانِ این آونگ ، چند دقیقه طول می کشد ؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲ \quad , \quad \pi = ۳)$	۱
۱۹	پاشندگی نور را تعریف کنید و علت آن را توضیح دهید .	۱
۲۰	در پدیدهٔ فوتوالکتریک ، تابع کار را تعریف کرده و نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بر حسب بســـامد نـــور فرودی را رسم کنید .	۱
۲۱	با استفاده از رابطهٔ بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن ، اختلاف انرژی $\Delta E(۴ \to ۲)$ را محاسبه کنید . $(E_R = ۱۳/۶\ eV)$	۱
۲۲	قسمت های اصلی یک راکتـــور هستـــه ای را نام ببرید . (۴ مورد)	۱
۲۳	نیمه عمر یُد برابر ۸ روز است . پس از گذشت ۴۰ روز چه کسری از هسته های اولیه در محیط باقی می ماند ؟	۱
	موفق و سربلند باشید — جمع بارم	۲۴

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

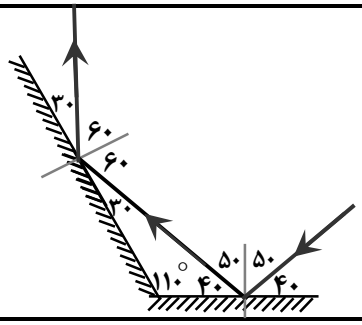
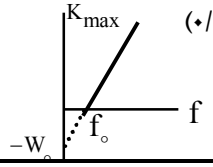
باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۳۹۹ / ۳ / ۲۵**
دانش آمـوزان روزانـه سراسر کشور در نوبت خـرداد مـاه سال ۱۳۹۹	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) جابجایی ب) تغییر سرعت پ) با سرعت ثابت (یکنواخت) ت) مماس ث) شتاب لحظه ای هر مورد (۰/۲۵) ص۲ و ۷ و ۱۰ و ۱۱	۱/۲۵
۲	الف) (۰/۵) $\Delta x = (\frac{۱۰ \times ۱۵}{۲}) = ۷۵ \text{ m}$ (۰/۲۵) $\Delta x = S$ ب) (۰/۵) $a_{av} = \frac{۰ - ۱۰}{۱۰} = -۱ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵) $a_{av} = \frac{v - v_۰}{t}$ ص ۱۱ و ۱۷	۱/۵
۳	الف) (۰/۲۵) $\Delta y = -\frac{۱}{۲} g t^۲$ (۰/۲۵) $-۱۲۵ = -۵ t^۲$ (۰/۲۵) $t = ۵ \text{ s}$ ب) رسم نمودار (۰/۵)  ص۲۴	۱/۲۵
۴	الف) (د) ب) (د) پ) (ن) ت) (د) ث) (ن) هر مورد (۰/۲۵) ص ۴۹ و ۵۱ و ۵۲ و ۵۴ و ۵۵	۱/۲۵
۵	الف) ثابت می ماند ب) افزایش می یابد پ) افزایش می یابد هرمورد (۰/۲۵) ص ۵۹	۰/۷۵
۶	(۰/۲۵) $۱۰ x = ۲۴$ (۰/۲۵) $۲۰ - ۱۰ x = ۲(-۲)$ (۰/۲۵) $mg - F_e = ma$ (۰/۲۵) $L_۲ = ۱۷/۴ \text{ cm}$ (۰/۲۵) $x = L_۲ - L_۱$ (۰/۲۵) $x = ۲/۴ \text{ cm}$ ص ۵۸	۱/۲۵
۷	(۰/۲۵) $F_{av} = ۱۵۰۰ \text{ N}$ (۰/۲۵) $\lvert F_{av} \rvert = \lvert \frac{۶۰ \times (۰ - ۵)}{۰/۲} \rvert$ (۰/۵) $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t}$ ص ۵۹	۱
۸	الف) عرضی ب) بیشتر پ) افزایش ت) سرخ هر مورد (۰/۲۵) ص ۷۵ و ۷۷ و ۸۲ و ۸۳	۱
۹	الف) (۰/۲۵) $v_{max} = \pi \text{ m/s}$ (۰/۲۵) $v_{max} = ۰/۰۲ \times ۵۰\pi$ (۰/۲۵) $v_{max} = A\omega$ ب) (۰/۲۵) $E = ۰/۰۵ \pi^۲ \text{ J}$ (۰/۲۵) $E = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱ \times ۲۵۰۰ \times \pi^۲ \times ۴ \times ۱۰^{-۴}$ (۰/۲۵) $E = \frac{۱}{۲} m \omega^۲ A^۲$ ص ۶۷	۱/۵
۱۰	پایین (۰/۲۵) ، رسم درست شکل (۰/۵)  ص۸۶	۰/۷۵
۱۱	(۰/۲۵) $\Delta\beta = ۲۰ \text{ dB}$ (۰/۲۵) $\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{۱۰۰ I_۱}{I_۱}$ (۰/۲۵) $\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱}$ ص ۸۱	۰/۷۵
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۳۹۹ / ۳ / ۲۵**
دانش آمـوزان روزانـه سراسر کشور در نوبت خـرداد مـاه سال ۱۳۹۹	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

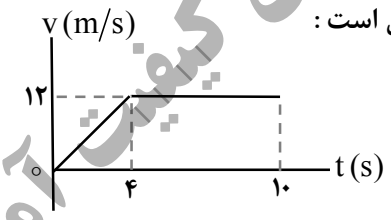
ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۲	رسم درست پرتوها (۰/۵) تعیین زاویه بازتاب درهر دو آینه (۰/۵)  ص ۱۱۱	۱
۱۳	طول موج کاهش می یابد ، بسامد ثابت می ماند و تندی انتشار کاهش می یابد هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۱۲	۰/۷۵
۱۴	الف) بیشتر می شود ب) کمتر می شود هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۱۳	۰/۵
۱۵	الف) (۰/۵) $f_۶ = ۶f_۱ = ۵۴۰\ Hz$ (۰/۲۵) $f_۱ = ۳۶۰ - ۲۷۰ = ۹۰\ Hz$ (۰/۲۵) $f_{n+۱} - f_n = f_۱$ ب) (۰/۲۵) $L = ۱m$ $۹۰ = \frac{۱\times۱۸۰}{۲L}$ (۰/۲۵) $f = \frac{n\,v}{۲L}$ ص ۱۱۴	۱/۵
۱۶	$x = ۵t - ۲۰$ (۰/۲۵) $x = vt + x_۰$ (۰/۲۵) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۶۰-(-۲۰)}{۱۶} = ۵\ m/s$ (۰/۵) ص ۲۷	۱
۱۷	$a = ۷/۵\ m/s^۲$ (۰/۲۵) $T - f_k = ma$ (۰/۲۵) $f_k = \mu_k F_N = ۰/۲۵\times۴۰۰ = ۱۰۰\ N$ (۰/۵) ص ۴۴	۱
۱۸	$t = \frac{۵۰\times۲/۴}{۶۰} = ۲\ min$ (۰/۵) $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = ۲\times۳\sqrt{\frac{۱/۶}{۱۰}} = ۲/۴\ s$ (۰/۵) ص ۶۷	۱
۱۹	تجـزیهٔ نور سفید در منشور به نـورهای رنگی مختلف (۰/۵) ، ضریب شکست هـر محیط (به جز خـلأ) به طول مـوج نور بستگی دارد ، بنابراین پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی ، شکسته می شوند . (۰/۵) ص ۱۰۰	۱
۲۰	کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون ها از سطح فلز (۰/۵) ، رسم نمودار (۰/۵)  ص ۱۱۸	۱
۲۱	$\Delta E = ۲/۵۵\ eV$ (۰/۲۵) $\Delta E = ۱۳/۶\times(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶})$ (۰/۵) $\Delta E = E_R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ (۰/۲۵) ص ۱۳۵	۱
۲۲	سوخت هسته ای ، مادهٔ کُندساز ، میله های کنترل ، شاره ای برای خنک کردن هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۵۱	۱
۲۳	$N = \frac{N_۰}{۲^n} = \frac{N_۰}{۲^۵} = \frac{۱}{۳۲}N_۰$ (۰/۵) $n = \frac{t}{T} = \frac{۴۰}{۸} = ۵$ (۰/۵) ص ۱۴۷	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۴

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۱۳۹۹ / ۵ / ۲۵**
دانش آمـــوزان روزانـــه سراسر کشور در نوبت شهریور مـــاه سال ۱۳۹۹			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

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

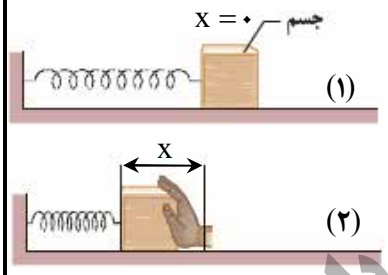
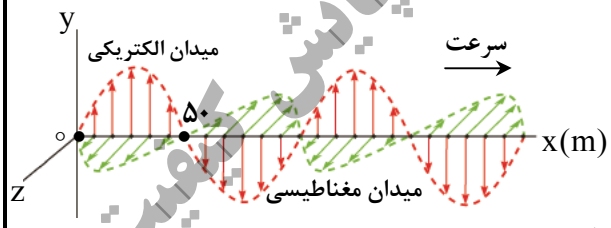
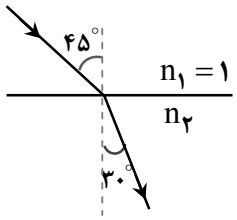
دانش آموز عزیز ، به سؤالات ۱ تا ۱۴ (جهت کسب ۱۶ نمره) پاسخ دهید

ردیف	**بخش (الف)** سؤالات الزامی (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کرده و به پاسخ نامه منتقل کنید . الف) تنـــدی متـــوسط یک کمیت (بـــرداری - نـــرده‌ای) است . ب) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم وصل می کند ، بردار (مکان - جابه‌جایی) است . پ) بردار شتاب متوسط همواره هم جهت با بردار (تغییر سرعت - سرعت) است . ت) معادلهٔ مکان - زمان درحرکت با شتاب ثابت، تابعی درجهٔ (اول - دوم) از زمان است .	۱
۲	نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند ، مطابق شکل است :  الف) جابه‌جایی متحرک در مدت ۱۰ ثانیه چند متر است ؟ ب) با محاسبهٔ شتاب در هر مرحله ، نمودار شتاب - زمان متحرک را رسم کنید .	۰/۵ ۱
۳	گلوله ای در شرایـــط خلأ از ارتفاع ۸۰ متـــری زمین رها می‌شود . الف) گلـــوله پس از چنـــد ثانیـــه به زمیـــن مـــی‌رسد ؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) سرعت گلوله در لحظهٔ برخورد به زمین چند متر بر ثانیه است ؟	۰/۷۵ ۰/۷۵
۴	به پرسش های زیر ، پاسخ کوتاه دهید : الف) در هنگام تـــرمز ناگهانی ، در اثر چـــه خاصیتی به جلو پرتاب می‌شویم ؟ ب) نیرویی که از طرف شاره بر جسم ، خلاف جهت حرکت وارد می شود ، چه نام دارد ؟ پ) نیـــرویی که از طـــرف زمیـــن بر ماه وارد می‌شود ، چـــه نام دارد ؟ ت) با افـــزایش تنـــدی جسم ، تکانهٔ آن چه تغییـــری می‌کنـــد ؟	۱
۵	شکل مقـــابل ، شخصی را نشان می‌دهـــد که در حـــال کشیدن یک جعبـــهٔ ۸۰ کیلوگـــرمی با نیروی افقی ۴۰۰ N بـــر روی سطـــح افقی است و جسم در حال حرکت است . اگـــر ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ باشد ، الف) نیروی اصطکاک جنبشی چند نیوتون است ؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) شتاب حرکت جعبه را حساب کنید .	۰/۷۵ ۰/۷۵
۶	تندی نوک عقربهٔ دقیقه شمار یک ساعت دیواری به طول ۱۸ سانتی متر چند متر بر ثانیه است ؟ $(\pi \approx ۳)$	۱
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۱۳۹۹ / ۵ / ۲۵**
دانش آمـــوزان روزانـــه سراسر کشور در نوبت شهریور مـــاه سال ۱۳۹۹			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۷	مطابق شکل، فنری را نسبت به حالت تعادل فشرده‌ایم . به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید :  الف) در شکل (۲) نیـــروی کشسانی فنـــر به چه سمتی است ؟ (چپ یا راست) ب) اگر فنر را بیشتر فشرده کنیم ، چه تأثیری در نیروی کشسانی فنر دارد ؟ پ) ثابت فنر به چه عامل هایی بستگی دارد ؟ (دو عامل)	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵
۸	شکل مقابل ، یک موج الکترومغناطیسی را نشان می دهد :  الف) این نوع مـــوج طـــولی است یا عـــرضی ؟ ب) طول موج و بسامد موج را بدست آورید . $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$	۰/۲۵ ۰/۷۵
۹	جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید : الف) امـــواج صـــوتی از نوع امـــواج مکانیکـــی ..... هستند . ب) تندی انتشار امواج صوتی در جامدات ..... از تندی انتشار امواج صوتی در مایعات است . پ) ارتفـــاع صوت ، ..... است که گـــوش انسان درک مـــی‌کند . ت) گوش انسان قادر به شنیدن تن های صدای ۲۰ Hz تا ..... است .	۱
۱۰	معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = ۰/۰۲\cos \pi t$ است . الف) دورهٔ حرکت چند ثانیه است ؟ ب) نمودار مکان - زمان این حرکت را در یک دوره رسم نمایید .	۰/۵ ۰/۵
۱۱	تراز شدت صوتی ۵۰ dB است . شدت این صوت چند وات بر متر مربع است ؟ $(I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\ W/m^{۲})$	۱
۱۲	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید : الف) ضریب شکست یک محیط شفاف، بـــرابر نسبت تنـــدی نور در خلأ به تنـــدی نور در محیـــط است . ب) اگر یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود ، تندی موج کاهش می یابد . پ) اجاق های میکـــروموج (ماکـــروفر) ، بـــر اساس تـــداخل امـــواج مکانیکـــی کار مـــی‌کنند . ت) وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج ، به اطراف گسترده می شود ، پراش رخ می دهد .	۱
۱۳	مطابق شکل ، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی می شود .  الف) ضریب شکست محیط شفاف چقدر است ؟ ب) تندی نور را درمحیط شفاف حساب کنید . $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$	۰/۷۵ ۰/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

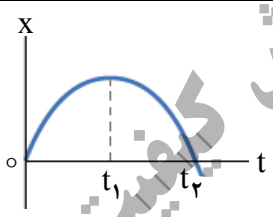
مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۱۳۹۹ / ۵ / ۲۵**
دانش آمـــوزان روزانـــه سراسر کشور در نوبت شهریور مـــاه سال ۱۳۹۹			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۴	در یک تارِ دو سر بسته به طول $0/8\ m$ ، موج ایستاده به گونه‌ای تشکیل می‌شود که ۵ گره در طول تار بوجود می‌آید . اگـر تنـدی انتشار موج درتار $120\ m/s$ باشد : الف) شماره هماهنگ را تعیین کنید و شکل تار را در این حالت رسم کنید . ب) بسامـد مـوج حاصل چنـد هـرتز است ؟	۰/۷۵ ۰/۵

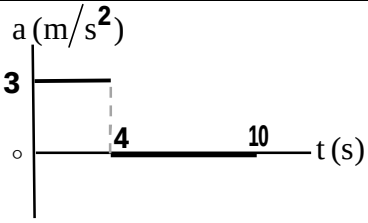
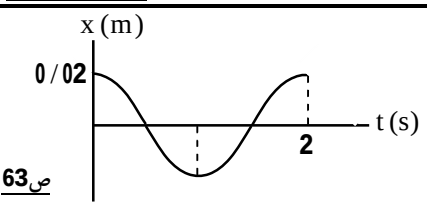
دانش آموز عزیز جهت کسب ۴ نمره از بین سؤالات ۱۵ تا ۲۲ ، فقـط ۴ سؤال را به دلخواه انتخاب کنید و پاسخ دهید.

ردیف	**بخش (ب)** سؤالات انتخابی (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۵	نمـودار مکان - زمان متحـرکی که بر روی محـور x حـرکت می کند ، مطابـق شکل است.  الف) در کدام بازهٔ زمانی سرعت در حال افزایش و در کدام بازه سرعت در حال کاهش است ؟ ب) در چه لحظه‌ای سرعت حرکت برابر صفر است ؟ پ) شتاب حرکت در جهت محور x است یا خلاف آن ؟	۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۶	شخصی درون یک آسانسور بر روی یک ترازوی فنری ایستاده است . درهر یک از حالت های زیر، با ذکردلیل عددی که ترازوی فنری نشان می دهد را با وزن شخص مقایسه کنید . الف) آسانسور رو به بالا شروع به حرکت کند . ب) آسانسور با سرعت ثابت بطرف پایین حرکت کند.	۰/۵ ۰/۵
۱۷	دامنهٔ حـرکت نوسانگری به جرم $200\ g$ برابر ۵ سانتی متر و بسامد آن ۰/۵ هرتز است . انرژی مکانیکی نوسانگـر چند ژول است ؟ $(\pi^2 = 10)$	۱
۱۸	دانش‌آموزی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده است و فاصلهٔ او ازصخـرهٔ نزدیکتر ۲۴۰ متـر است . دانش‌آموز فـریاد می‌زند و اولیـن پـژواک صدای خود را پس از ۱/۵ ثانیه و پژواک دوم را ۱ ثانیه بعد از پـژواک اول می‌شنود . فـاصلهٔ دانش‌آموز ازصخرهٔ دورتر چند متر است ؟	۱
۱۹	در پدیدهٔ فوتوالکتـریک ، تابع کار فلـزی $3\ eV$ است . اگر نوری با بسامد $2\times10^{15}\ Hz$ به سطح فلـز بتابد ، الف) بسامـد آستانـهٔ فلـز چنـد هـرتز است ؟ $(h = 4\times10^{-15}\ eV.s)$ ب) بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها چند الکترون ولت است ؟	۰/۵ ۰/۵
۲۰	در اتم هیدروژن ، بلندترین طول موج در رشته بالمر $(n' = 2)$ چند نانومتر است ؟ $(R = 0/01\ (nm)^{-1})$	۱
۲۱	نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو ۲۰ دقیقه است . پس از گذشت ۴۰ دقیقه چه کسری از هسته های اولیه باقی می‌ماند ؟	۱
۲۲	جـاهای خالی در فراینـدهای واپاشی زیـر نشان دهنـدهٔ یک ذرهٔ α ، β^+ ، β^- یا γ است . در هـر واکنش نام ذره را بنویسید : الف) $^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + ...$ ب) $^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + ...$ پ) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + ...$ ت) $^{231}_{90}Th^* \rightarrow {}^{231}_{90}Th + ...$	۱
	موفق و سربلند باشید — جمع بارم	۲۴

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **25 / 5 / 1399**
دانش آمـوزان روزانـه سراسر کشور در نوبت شهریور مـاه سال 1399	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
1	الف) نرده ای ب) مکان پ) تغییر سرعت ت) دوم هر مورد **(0/25)** ص3 و 4 و 11 و 17	1
2	الف) $\Delta x = S = (\frac{10+6}{2}) \times 12 = 96\ m$ **(0/5)** ب) $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 3\ m/s^2$ **(0/25)** $a_2 = 0$ **(0/25)**  نمودار **(0/5)** ص 21	1/5
3	الف) $t = 4s$ **(0/25)** $-80 = -5t^2$ **(0/25)** $\Delta y = -\frac{1}{2} g t^2$ **(0/25)** ب) $v = -40\ m/s$ **(0/25)** $v^2 = -2 \times 10 \times (-80) = 1600$ **(0/25)** $v^2 = -2g\Delta y$ **(0/25)** ص 28	1/5
4	الف) لختی ب) مقاومت شاره پ) نیروی گرانشی ت) بیشتر می شود هر مورد **(0/25)** ص 31 و 36 و 54 و 47	1
5	الف) $f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$ **(0/5)** $f_k = 0/4 \times 800 = 320\ N$ **(0/25)** ب) $a = 1\ m/s^2$ **(0/25)** $400 - 320 = 80a$ **(0/25)** $F - f_k = ma$ **(0/25)** ص 42	1/5
6	$T = 1\ h = 3600\ s$ **(0/25)** $v = \frac{2\pi r}{T}$ **(0/25)** $v = \frac{2 \times 3 \times 18 \times 10^{-2}}{3600} = 3 \times 10^{-4}\ m/s$ **(0/5)** ص 49	1
7	الف) راست ب) افزایش می یابد پ) دو مورد از : اندازه ، شکل و جنس فنر هرمورد **(0/25)** ص 43	1
8	الف) عرضی **(0/25)** ب) $f = \frac{3 \times 10^8}{100} = 3 \times 10^6\ Hz$ **(0/25)** $f = \frac{c}{\lambda}$ **(0/25)** $\lambda = 100\ m$ **(0/25)** ص 75	1
9	الف) طولی ب) بیشتر پ) بسامدی ت) 20000 Hz هرمورد **(0/25)** ص 78 و 79 و 81	1
10	الف) $T = \frac{2\pi}{\omega}$ **(0/25)** $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ s$ **(0/25)** ب) رسم نمودار **(0/5)**  ص 63	1
11	$I = 10^{-7}\ W/m^2$ **(0/5)** $50 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$ **(0/25)** $\beta = 10 \log \frac{I}{I_\circ}$ **(0/25)** ص 80	1
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

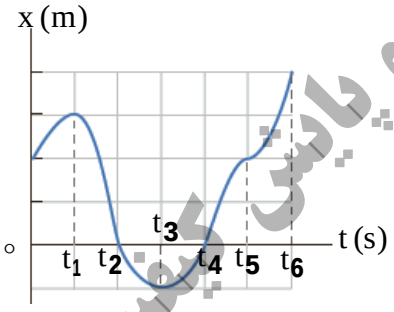
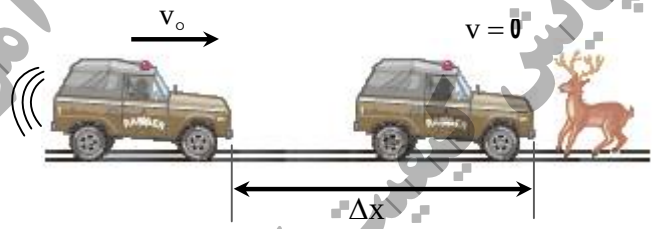
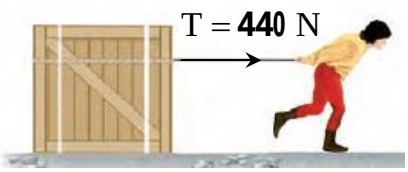
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **25 / 5 / 1399**
دانش آمـوزان روزانـه سراسر کشور در نوبت شهریور مـاه سال 1399	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
12	الف) (د) ب) (ن) پ) (ن) ت) (د) هر مورد **(0/25)** ص 97 و 95 و 102 و 110	1
13	الف) $n_2=\sqrt{2}$ **(0/25)** $1\times\frac{\sqrt{2}}{2}=n_2\times\frac{1}{2}$ **(0/25)** $n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2$ **(0/25)** ب) $v_2=\frac{3\sqrt{2}}{2}\times10^8\ m/s$ **(0/25)** $\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}}=\frac{v_2}{3\times10^8}$ **(0/25)** $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}$ **(0/25)** ص 96 و 98	1/25
14	الف) چهارم **(0/25)** رسم شکل : **(0/5)** ب) $f=\frac{4\times120}{2\times0/8}=300\ Hz$ **(0/25)** $f=\frac{n\,v}{2L}$ **(0/25)** ص 113	1/25
	همکار محترم ، اگر دانش آموز به بیش از 4 سؤال انتخابی پاسخ داده باشد ، فقط 4 سؤال اول را تصحیح نمایید .	
15	الف) از t_1 تا t_2 در حال افزایش **(0/25)** و از ◦ تا t_1 در حال کاهش **(0/25)** ب) در t_1 **(0/25)** پ) در خلاف آن **(0/25)** ص10	1
16	الف) $F_N\succ mg$ **(0/25)** $F_N=mg+ma$ **(0/25)** ب) $F_N=mg$ **(0/25)** $F_N-mg=0$ **(0/25)** ص 39	1
17	$\omega=2\pi f=\pi\ rad/s$ **(0/25)** $E=\frac{1}{2}\times0/2\times\pi^2\times25\times10^{-4}=25\times10^{-4}\ J$ **(0/5)** $E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ **(0/25)** ص67	1
18	$v=320\ m/s$ **(0/25)** $2\times240=v\times1/5$ $2d_1=vt_1$ **(0/25)** $d_2=400\ m$ **(0/25)** $2d_2=320\times2/5$ **(0/25)** ص111	1
19	الف) $f_\circ=\frac{3}{4\times10^{-15}}=7/5\times10^{14}\ Hz$ **(0/25)** $f_\circ=\frac{W_\circ}{h}$ **(0/25)** ب) $K_{max}=(4\times10^{-15}\times2\times10^{15})-3=5\ eV$ **(0/25)** $K_{max}=hf-W_\circ$ **(0/25)** ص120	1
20	$\lambda=720\ nm$ **(0/25)** $\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}(\frac{1}{4}-\frac{1}{9})$ **(0/5)** $\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$ **(0/25)** ص124	1
21	$N=\frac{N_\circ}{2^n}=\frac{N_\circ}{2^2}=\frac{1}{4}N_\circ$ **(0/5)** $n=\frac{t}{T}=\frac{40}{20}=2$ **(0/5)** ص 147	1
22	الف) β^- ب) β^+ پ) α ت) γ هر مورد **(0/25)** ص 155	1
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	24

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **10 صبـح**	مدت امتحان : **120 دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **3**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **20 / 10 / 1399**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال 1399			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

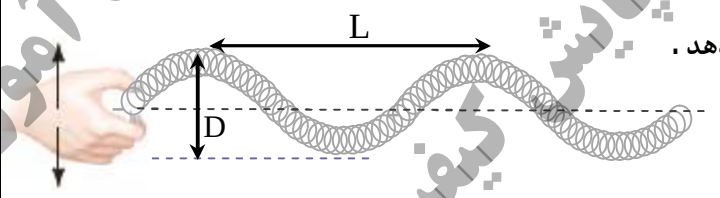
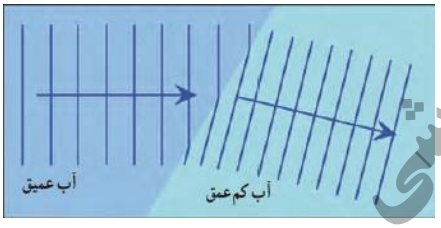
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) بلامانع است .

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
1	**الف)** دو تفاوت بین تنـــدی متـــوسط و سرعت متـــوسط بیان کنید . **ب)** شتاب لحظه ای را با توجه به نمودار سرعت - زمان تعریف کنید .	0/5 0/5
2	با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه رو ، به پرسش های زیر پاسخ دهید :  **الف)** متحرک در کدام لحظه ها از مبدأ مکان عبور کرده است ؟ **ب)** جهت حـــرکت در کدام لحظه ها تغییر کـــرده است ؟ **پ)** دو بازهٔ زمانی بنویسید که متحرک در حال دور شدن از مبدأ می باشد .	0/5 0/5 0/5
3	مطابق شکل ، محیط بان با سرعت $20\ m/s$ در حال حرکت است که ناگهان گوزنی را در فاصلهٔ **45** متری خود می بیند و ترمز می گیرد . خودرو پس از **4** ثانیه می ایستد .  **الف)** شتاب کندشوندهٔ خودرو را حساب کنید . **ب)** جا به جایی خودرو تا توقف چقدر است ؟ **پ)** آیا خودرو به گوزن برخورد می کند ؟ چرا ؟	0/5 0/5 0/5
4	جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید : **الف)** اگر نیروی خالص وارد بـر یک جسم بزرگتر شود ، شتاب حاصل ..... می شود . **ب)** نیـــروی کنش و واکنش هم انـــدازه و هم‌راستا هستند و جهت آن ها ..... است . **پ)** نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم ، به ..... و تنـــدی آن بستگی دارد . **ت)** نیروی کشسانی فنـــر با انـــدازهٔ تغییـــر طـــول آن ، نسبت ..... دارد .	1
5	در شکل روبه رو ، شخصی با یک طناب افقی جعبهٔ **100** کیلوگرمی را می کشد . اگـــر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطـــح به ترتیب **0/4** و **0/3** باشد :  **الف)** با محاسبه نشان دهید چرا جعبه شروع به حرکت می کند ؟ $(g = 10\ m/s^2)$ **ب)** شتاب جعبه را پس از حـــرکت حساب کنیـــد .	0/75 0/75
6	وزنه‌ای به جـــرم $3\ kg$ را به فنری با ثابت $20\ N/cm$ می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور می‌آویزیم . اگر آسانسور با شتاب ثابت و تندشوندهٔ $2\ m/s^2$ به طرف بالا حرکت کند ، تغییر طول فنر چند سانتی متر می شود ؟ $(g = 10\ m/s^2)$	1
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

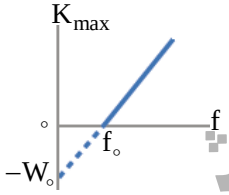
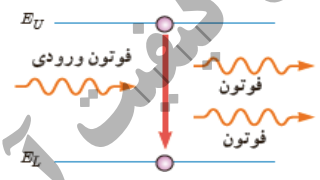
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **10 صبـــح**	مدت امتحان : **120 دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **3**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **20 / 10 / 1399**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال 1399			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
7	پـرهٔ یک بالگـرد با دورهٔ $0/03$ s بطـور یکنـواخت می چـرخد . اگـر شعاع پـره **2/5** متـر باشد ، تنـدی نوک پـره چقـدر است ؟ $(\pi \approx 3)$	**0/5**
8	به پرسش های زیردر مورد حرکت هماهنگ ساده ، پاسخ کوتاه دهید : **الف)** تعـداد چـرخه ها در مـدت یک ثانیه را چه می گوینـد ؟ **ب)** انـرژی جنبشـی نوسانگر در دو انتهـای مسیر چقـدراست ؟ **پ)** به کمک کدام وسیله می توان شتاب گرانشی یک محل را اندازه گرفت ؟ **ت)** نوسانگرها با اعمال یک نیروی خارجی ، می توانند چنین نوسان هایی انجام دهند .	**1**
9	یک سامانهٔ جـرم - فنر بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی حـرکت همـاهنگ ساده انجام می دهـد . اگـر جـرم وزنه **800** گرم و ثابت فنر $80\ \mathrm{N/m}$ باشد ، دورهٔ تناوب سامانه را حساب کنید . $(\pi \approx 3)$	**0/75**
10	شکل روبه رو ، یک موج در حال انتشار را نشان می دهد .  **الف)** معین کنید L و D چه کمیت هایی هستند ؟ **ب)** این مـوج ، طولـی است یا عـرضی ؟ چـرا ؟	**0/5** **0/75**
11	**الف)** اگر در طول طیف موج‌های الکترومغناطیسی از پرتوهای گاما به طرف امواج رادیویی حرکت کنیم ، کدام مشخصهٔ امواج کاهش وکـدام افزایش می یابد ؟ **ب)** یک مـوج صوتـی با تـوان $4\times10^{-4}\ \mathrm{W}$ از یک صفحـه به مساحت **8** متـرمربـع می گـذرد . شـدت صوت در صفحه را تعیین کنید .	**0/5** **0/5**
12	**الف)** استنباط شما از شکل روبه رو چیست ؟  **ب)** در چه صورت پراش اتفاق می افتد ؟	**1** **0/5**
13	شخصی در فاصلهٔ **480** متری از یک دیـوار بلند و قائم ایستاده و فریادی رو به آن می زند . شخص پـژواک صدای خـود را پس از **3** ثانیه می شنود . تندی صوت در هوا چقـدر است ؟	**0/75**
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک 3**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **10 صبـــح**	مدت امتحان : **120 دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **3**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **20 / 10 / 1399**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال 1399			مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
14	شکل زیر ، موج ایستاده ای را نشان می دهد که در یک تار دو سر بسته به طول **60 cm** تشکیل شده است . اگر تندی انتشار مـوج در تار **240 m/s** باشد : **الف)** بسامد موج حاصل چند هرتز است ؟ **ب)** طـول موج حاصل را بدست آورید .	**0/75** **0/5**
15	**الف)** منظور از اثـر فوتوالکتـریک چیست ؟ **ب)** نمودار K_{max} بر حسب بسامد نور فرودی مطابق شکل است . مقادیـر $f_\circ$ و $W_\circ$ نشان دهنـدهٔ چه کمیت هایـی هستند ؟ 	**0/5** **0/5**
16	**الف)** انـرژی یونش الکتـرون چیست ؟ **ب)** شکل رو به رو ، کدام فرایند گسیل را نشان می دهد ؟ **پ)** فوتون های باریکهٔ لیزری چه ویژگی هایی دارند ؟ 	**0/5** **0/25** **0/75**
17	پس از گـذشت **36** ساعت ، از یک مادهٔ رادیواکتیـو $\frac{1}{8}$ هسته های اولیه باقی مانده است . نیمه عمـر این مـاده چنـد ساعت است ؟	**1**
18	**الف)** در هسته های سنگین با زیاد شدن تعداد پروتون ها ، برای پایداری هسته کدام عنصردیگر باید افزایش یابد ؟ **ب)** گرافیت ، در راکتورهای شکافت هسته ای به چه عنوان استفاده می شود ؟ **پ)** واکنش زنجیـری در فـرایند شکافت به چه معناست ؟	**0/25** **0/25** **0/5**
	موفق و سربلند باشید — جمع بارم	**20**

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۲۰ / ۱۰ / ۱۳۹۹**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۳۹۹	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) تندی متوسط کمیتی نرده ای و سرعت متوسط کمیتی برداری است (۰/۲۵) تندی متوسط یعنی مسافت به زمان و سرعت متوسط یعنی جابه جایی به زمان (۰/۲۵) ب) بـرابـر است با شیب خـط مماس بـر نمـودار سرعت - زمان در هـر لحظه (۰/۵) ص۳ و ۱۱	۱
۲	الف) در t_2 (۰/۲۵) و t_4 (۰/۲۵) ب) در t_1 (۰/۲۵) و t_3 (۰/۲۵) پ) دو مورد از : (صفر تا t_1) یا (t_2 تا t_3) یا (t_4 تا t_6) هر مورد (۰/۲۵) ص ۸	۱/۵
۳	الف) (۰/۲۵) $a=\frac{۰-۲۰}{۴}=-۵\ m/s^۲$ (۰/۲۵) $a=\frac{v-v_۰}{t}$ ب) (۰/۲۵) $\Delta x=۴۰\ m$ (۰/۲۵) $\Delta x=(\frac{۰+۲۰}{۲})\times ۴$ (۰/۲۵) $\Delta x=(\frac{v+v_۰}{۲})t$ پ) خیر (۰/۲۵)، زیـرا : $۴۰\ m \prec ۴۵\ m$ (۰/۲۵) ص۱۸	۱/۵
۴	الف) بیشتر ب) در خلاف یکدیگر پ) بزرگی جسم ت) مستقیم هر مورد (۰/۲۵) ص ۳۲ و ۳۴ و ۳۶ و ۴۳	۱
۵	الف) (۰/۲۵) $T \succ f_s$ (۰/۲۵) $f_{s_{max}}=۰/۴\times ۱۰۰۰=۴۰۰\ N$ (۰/۲۵) $f_{s_{max}}=\mu_s F_N=\mu_s mg$ ب) (۰/۲۵) $a=۱/۴\ m/s^۲$ $۴۴۰-(۰/۳\times ۱۰۰۰)=۱۰۰\ a$ (۰/۵) $T-\mu_k F_N=ma$ ص ۴۴	۱/۵
۶	(۰/۲۵) $k\,x=m(g+a)$ (۰/۲۵) $F_e-mg=ma$ (۰/۲۵) $x=۱/۸\ cm$ (۰/۲۵) $۲۰\,x=۳۶$ ص ۵۸	۱
۷	(۰/۲۵) $v=\frac{۲\times ۳\times ۲/۵}{۳\times ۱۰^{-۲}}=۵۰۰ m/s$ (۰/۲۵) $v=\frac{۲\pi r}{T}$ ص ۵۰	۰/۵
۸	الف) بسامد ب) صفر پ) آونگ ساده ت) واداشته هرمورد (۰/۲۵) ص ۶۲ و ۶۶ و ۶۷ و ۶۸	۱
۹	(۰/۲۵) $T=۰/۶\ s$ (۰/۲۵) $T=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۸}{۸۰}}$ (۰/۲۵) $T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ص ۶۵	۰/۷۵
۱۰	الف) (۰/۲۵) $L=\lambda$ (۰/۲۵) و $D=۲A$ (۰/۲۵) ب) عرضی (۰/۲۵) ، چون راستای نوسانات ذره های محیط عمود بر راستای انتشار موج است (۰/۵) ص۷۰ و ۷۱	۱/۲۵
۱۱	الف) بسامد امواج کاهش (۰/۲۵) و طول موج آن ها افزایش می یابد (۰/۲۵) . ب) (۰/۲۵) $I=۵\times ۱۰^{-۵}\ W/m^۲$ $I=\frac{۴\times ۱۰^{-۴}}{۸}$ (۰/۲۵) $I=\frac{P}{A}$ ص ۸۷ و ۸۸	۱
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

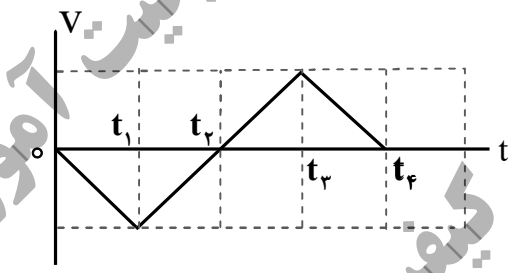
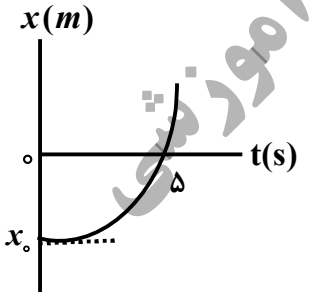
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۲۰ / ۱۰ / ۱۳۹۹**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۳۹۹	مرکــز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۲	الف) آن بخش از جبهه موج که زودتر به ناحیهٔ کم عمق می رسد ، تندی و طول موج اش کمتر شده (۰/۵) و از بقیهٔ جبههٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده ، عقب می افتد . پس جبهه های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهند . (۰/۵) ب) وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج ، به اطراف گسترده می شود ، پراش رخ می دهد (۰/۵) ص ۹۵ و ۱۰۲	۱/۵
۱۳	$v = ۳۲۰\ m/s$ (۰/۲۵) $۲\times ۴۸۰ = v\times ۳$ (۰/۲۵) $۲\Delta x = v\,t$ (۰/۲۵) ص ۱۱۱	۰/۷۵
۱۴	الف) (۰/۵) $f = \frac{۳\times ۲۴۰}{۲\times ۰/۶} = ۶۰۰\ Hz$ (۰/۲۵) $f = \frac{nv}{۲L}$ ب) (۰/۲۵) $\lambda = \frac{۲\times ۶۰}{۳} = ۴۰\ cm$ (۰/۲۵) $L = n\frac{\lambda}{۲}$ ص ۱۱۳	۱/۲۵
۱۵	الف) یعنی برخورد نوری با بسامد مناسب به سطح یک فلز و جدا کردن الکترون ها از سطح آن (۰/۵) ب)بسامد آستانه (۰/۲۵) و تابع کار (۰/۲۵) ص۱۱۶ و ۱۱۸	۱
۱۶	الف) کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکتــرون از حالت پایه (۰/۵) ب) گسیل القایی (۰/۲۵) پ) هم بسامد ، هم جهت و هم فاز هستند . هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۲۸ و ۱۳۲	۱/۵
۱۷	$T = \frac{۳۶}{۳} = ۱۲\,h$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $N = \frac{N_۰}{۲^n} = \frac{N_۰}{۸} = \frac{N_۰}{۲^۳}$ (۰/۵) ص ۱۴۷	۱
۱۸	الف) نوترون ها (۰/۲۵) ب) کُندساز (۰/۲۵) پ)یعنی نوترون های حاصل از شکافت بتوانند باعث شکافت هستهٔ اورانیم دیگری شوند (۰/۵) ص ۱۴۰ و ۱۴۸ و ۱۵۰	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۴

باسمه تعالی

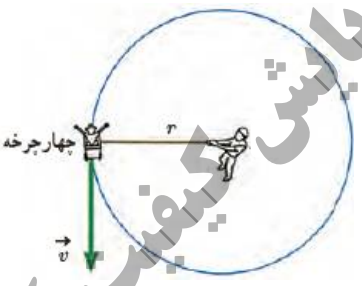
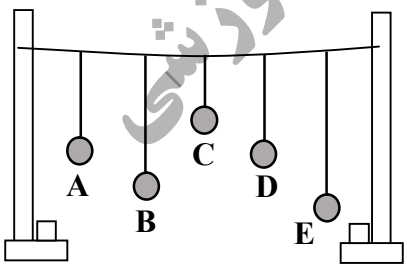
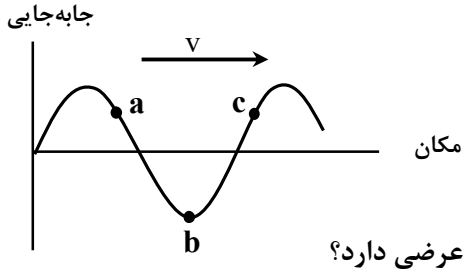
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	تعداد صفحه : **۴**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	رشته : **ریاضی فیزیک**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۱ / ۳ / ۱۴۰۰**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰	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

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	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_2 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، نمـودار مکان- زمان متحـرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ در امتـداد محور x شروع به حـرکت می‌کند.  الف) مکان متحرک در لحظهٔ $t = 0\ s$ چند متـر است؟ ب) سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 5\ s$ 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	

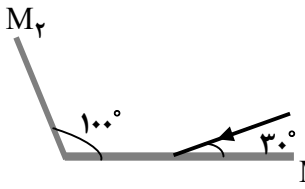
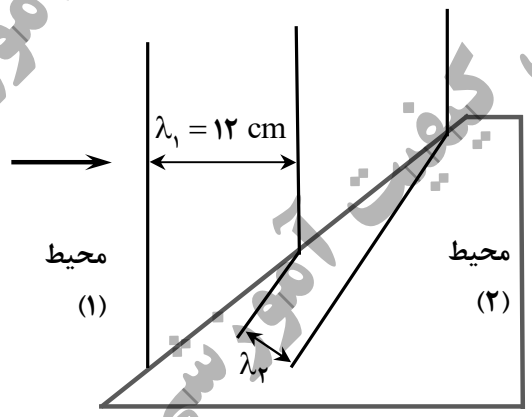
باسمه تعالی

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۵	الف) خودرویی در یک جاده مستقیم حـرکت می‌کند. اگـر سرنشینان خودرو کمـربند ایمنی را نبسته باشند و رانـنـده ناگهان ترمز کند، چرا سرنشینان خودرو به طرف جلو پرتاب (متمایل) می‌شوند؟	۰/۵
	ب) فنـری به طـول ۱۲ cm را از یک نقطه آویـزان می‌کنیم و به سر دیگـر آن وزنهٔ ۰/۳ کیلوگرمی وصل می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول آن به ۱۴ cm می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$	۰/۷۵
۶	مطابق شکل، شخصی یک چهارچرخه را با طناب ۱/۸ متـری روی سطح افقی زمیـن به گونه‌ای می‌کشد که چهارچرخه با تندی ۳ m/s روی دایره‌ای حـرکت کنـد. اگـر حرکت یکنواخت و نیروی کشش طناب ۱۲۰ N باشد، با صرفنظر کردن از اصطکاک، 	
	الف) دورهٔ چهارچرخه چند ثانیه است؟ $(\pi \approx ۳)$	۰/۷۵
	ب) جـرم چهارچرخه چقدر است؟	۰/۷۵
۷	به سؤال‌های زیـر پاسخ کوتاه دهیـد.	۰/۷۵
	الف) در حرکت هماهنگ سادهٔ سامانهٔ جرم – فنر، کدام انرژی در نقاط بازگشتی به بیشینهٔ مقدار خود می‌رسد؟	
	ب) کـدام امـواج در طیف امـواج الکتـرومغناطیسی، بیشترین طـول موج را دارند؟	
	پ) برای امواج مکانیکی، در یک محیط جامد تندی انتشار امواج عرضی بیشتر است یا تندی انتشار امواج طولی؟	
۸	دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده ۰/۰۵ m و دورهٔ آن ۰/۱ s است. معادلهٔ مکان - زمان این نوسانگر را بنویسید.	۱
۹	درشکل مقابـل، چنـد آونگ را از سیمـی آویخته‌ایم. آونـگ (A) را به نـوسان درمی‌آوریم. کـدام آونگ با دامنهٔ بزرگ‌تری به نوسان درمی‌آید؟ توضیح دهیـد. 	۰/۷۵
۱۰	تـراز شـدت صوت یک خیابان بی‌سروصدا ۴۰ dB است. شـدت صوت این خیابان، چند وات بر مترمربع است؟ $(I_{\circ} = ۱۰^{-۱۲}\ W/m^{۲})$	۰/۷۵
۱۱	شکل روبه‌رو یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهـد که با تندی v در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. سه جـزء a ، b و c از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. 	
	الف) در این لحظه، کـدام جـزء به طـرف پاییـن می‌رود؟	۰/۲۵
	ب) کاهش نیروی کشش وارد بر این ریسمان ، چه اثری بر تندی انتشار موج عرضی دارد؟	۰/۲۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

باسمه تعالی

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۲	در هریک از پرسش‌های زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. الف) شکل مقابـل دو آینهٔ تخت $M_۱$ و $M_۲$ را نشان می‌دهد. پرتویی به آینهٔ $M_۱$ می تابد. زاویهٔ بازتاب از آینهٔ $M_۲$ چقدر است؟  ۱) ۵۰° ۲) ۳۰° ۳) ۴۰° ب) آزمایش یانگ با نورتکفام سبز انجام شده است. این آزمایش با کـدام 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 تعـریف کنید: الف) پژواک ب) پراش	۱
۱۴	شکل مقابـل جبهـه‌های مـوجی را نشـان می‌دهـد که بـر مـرز محیط (۱) و (۲) فرود آمده‌اند. اگر تندی موج عبوری در محیط (۲) ۰/۴ بـرابـرِ تنـدی موج فـرودی در محیـط (۱) باشد،  الف) طـول مـوجِ $\lambda_۲$، چنـد سانتی‌متـر است؟ ۰/۷۵ ب) بسامـد موج عبـوری در مقایسه با بسامـد موج فـرودی چه تغییری می‌کند؟ ۰/۲۵	
۱۵	پـرتوی نـوری با زاویه تابش ۳۰° ازیک محیـط شفاف وارد هـوا $(n = ۱)$ می‌شود. اگـر زاویه شکست ۶۰° باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ $(\sin ۶۰ = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \ , \ \sin ۳۰ = \frac{۱}{۲})$	۰/۷۵
۱۶	الف) طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ چه نام دارد؟ منشأ فیزیکی تشکیل آن چیست؟ ۰/۵ ب) چـرا مـدل اتمی بور برای حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گـردد، به‌کار نمی‌رود؟ ۰/۵ پ) انـرژی لازم بـرای جـدا کردن نوکلئـون های یک هسته چـه نام دارد؟ ۰/۲۵ ت) خـواص شیمیایی هر اتم را عـدد نوترونی تعیین می‌کنـد یا عدد اتمی؟ ۰/۲۵	
۱۷	تابـع کار فلـزی بـرابـر ۴/۵ eV است. طـول موج نـور تابیده بـر سطـح فلـز چنـد نانومتـر باشد تا بیشینهٔ انـرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده ۰/۵ eV شود؟ $(hc = ۱۲۴۰ \ \ eV.nm)$	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ چهارم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۸	طـول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n'=3)$ را به‌دست آورید و تعیین کنیـد این خـط در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقـع است؟ $(R=0/01\ (nm)^{-1})$	۱
۱۹	جـاهای خالی در فـرایند واپاشی ستـون A تنها با یکی از واپاشی‌های ستـون B مـرتبط است. آن‌ها را در پاسخ نامه مشخص کنید. (یک مورد اضافـه است.)	۰/۷۵
۲۰	نیمه عمر یک نمونهٔ پرتوزا ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت چند ساعت تعداد هسته های پرتوزای این نمونه به $\frac{1}{64}$ تعـداد هسته های پرتوزای اولیه می‌رسد؟	۱/۲۵
	همگی موفق و پیروز باشید — جمع بارم	۲۰

ستون A		ستون B
الف)	$^{27}_{13}AL \rightarrow {}^{27}_{14}Si + ...$	۱) α
ب)	$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + ...$	۲) β^+
پ)	$^{99}_{43}T^* \rightarrow {}^{99}_{43}T + ...$	۳) β^-
		۴) γ

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

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

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱	الف) بدون تغییر ب) شتاب پ) لحظه‌ای 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) $x_۰=-۲۵\ m$ (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	۱/۲۵
۵	الف) طبـق قانون اول نیوتون و خاصیت لختی، سرنشینان خودرو تمایل دارند حـرکت رو به جلـوی خود را حفـظ کنند. بنابراین با تـرمز ناگهانی خودرو، سرنشینان به طرف جلو پرتاب (متمایل) می‌شوند. (۰/۵) ب) (۰/۲۵) $k=۱۵۰\ N/m$ (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) $۱۲۰=m\times\frac{۹}{۱/۸}$ $F_{net}=T=m\frac{v^۲}{r}$ — 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) $\omega=\frac{۲\pi}{۰/۱}=۲۰\pi\ rad/s$ (۰/۲۵) $\omega=\frac{۲\pi}{T}$ (۰/۲۵) $x=۰/۰۵\cos۲۰\pi t$ (۰/۲۵) $x=A\cos\omega t$ — ص ۶۴ و ۸۹	۱
۹	آونگ (D)، (۰/۲۵) چون طول آونگ (D)، با طول آونگ (A) ، برابر است، طبق رابطهٔ $f=\sqrt{g/L}/۲\pi$ بسامد نوسان آن‌ها با هم برابر شده و پدیدهٔ تشدید رخ می‌دهد. در نتیجه دامنهٔ نوسان‌های آن بزرگ‌تر و بزرگ‌تر 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
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

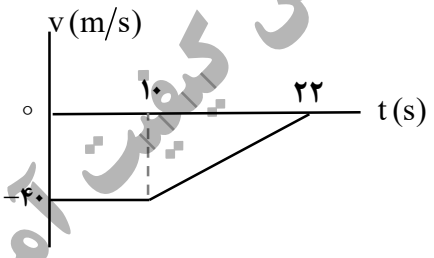
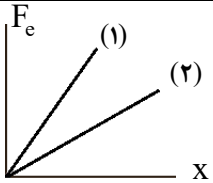
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱ / ۳ / ۱۴۰۰**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۴۰۰	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

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 تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی پژواک می‌گویند. (۰/۵) ب) به پدیده‌ای که موج در عبور از شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج به اطراف گسترده می‌شود، پراش می‌گویند.(۰/۵) ص ۹۲ و ۱۰	۱
۱۴	الف) $\frac{v_2}{v_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ (۰/۲۵) $\frac{۰/۴v_1}{v_1}=\frac{\lambda_2}{۱۲}$ (۰/۲۵) $\lambda_2=۴/۸\ cm$ (۰/۲۵) ب) ثابت می‌ماند. (۰/۲۵) ص ۱۱۱ و ۱۱۲	۱
۱۵	$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2$ (۰/۲۵) $n_1\times\sin۳۰=۱\times\sin۶۰$ $n_1\times\frac{۱}{۲}=۱\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ (۰/۲۵) $n_1=\sqrt{۳}$ (۰/۲۵) ص ۹۸	۰/۷۵
۱۶	الف) طیف پیوسته (۰/۲۵) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ 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	$\lambda=۲۴۸\ nm$ (۰/۲۵) $۰/۵=\frac{۱۲۴۰}{\lambda}-۴/۵$ (۰/۲۵) $K_{max}=\frac{hc}{\lambda}-W_۰$ (۰/۲۵) ص ۱۳۴	۰/۷۵
۱۸	$\lambda=۱۲۰۰\ nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}\times(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۳۶})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^2}-\frac{۱}{n^2})$ (۰/۲۵) فروسرخ (۰/۲۵) ص ۱۲۴	۱
۱۹	الف) ۳ ب) ۱ پ) ۴ هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۴۲ تا ۱۴۵	۰/۷۵
۲۰	$n=۶$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{۶۴}N_۰=\frac{N_۰}{۲^n}$ $N=\frac{N_۰}{۲^n}$ (۰/۲۵) $t=۲۰\times۶=۱۲۰\ min=۲\ h$ (۰/۵) $n=\frac{t}{T}$ (۰/۲۵) ص ۱۴۷	۱/۲۵
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

باسمه تعالی

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

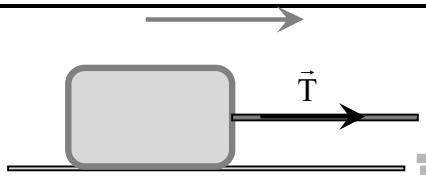
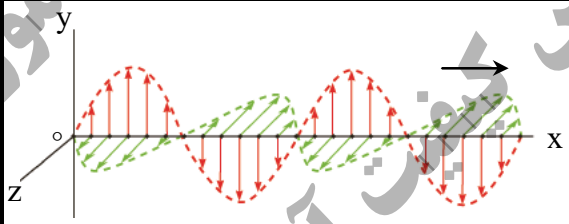
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) مجاز است .

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید . الف) سرعت متـــوسط ، 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 می کند ، بـــرابـــر شتاب لحظه‌ای است . پ) عقـــربهٔ تنـــدی سنـــج خـــودروها ، تنـــدی لحظـــه ای خـــودرو را نشان مـــی دهنـــد . ت) شتاب در یک حـــرکت ، فقط به دلیـــل تغییـــر در اندازهٔ بردار سرعت ایجاد می‌شود .	۱
۲	موتورسواری در یک مسیـــر مستقیم در امتـــداد محـــور x حرکت می کند . نمودار سرعت - زمان موتورسوار مطابق شکل است . در این حرکت : الف) موتورسوار از لحظهٔ صفر تا ۲۲ s چقـــدر جـــابه‌جا شده است ؟ ب) اگر $x_{\circ} = 0$ 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 $x = 4t^2 - 20t + 10$ است . الف) معادلهٔ سرعت جسم را به دست آورید . ب) جابه جایی جسم در بازهٔ زمانی صفر تا ۵ s 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) نیـــروی وزن یک جسم ، بـــه مـــکانی که جسم در آن قـــرار دارد ، وابستـــه (است - نیست) . پ) برای اعمال نیرو بین دو جسم ، (باید - نیازی نیست) دو جسم در تماس با هم باشند . ت) نیـــروهای کنش و واکنش ، اثرهای (متفـــاوتی - یکســـانی) در اجسام ایجاد می کنند . 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 کـــدام فنـــر بزرگتـــر است ؟ چـــرا ؟ ب) ثابت هر فنر به چه عامل هایی بستگی دارد ؟ (دو مورد) 	۰/۵ ۰/۵
۶	خودرویی در یک میدان مسطح افقی به شعـــاع ۱۰۰ متـــر با تنـــدی ۲۰ m/s در حـــال دور زدن است . شتاب مرکـــزگرای خـــودرو را حساب کنید .	۰/۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

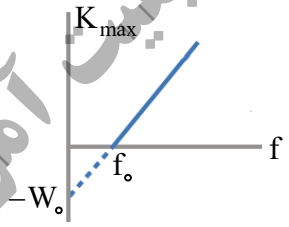
باسمه تعالی

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۷	مطابق شکل، یک جسم به جـرم $800\ kg$ در سطح افقـی به ضریب اصطکاک جنبشـی ۰/۴ در حرکت است . اگـر نیـروی کشش طناب $5600\ N$ باشد ، شتاب حرکت جسم را به‌دست آورید . $(g = 10\ N/kg)$ 	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 ..... می یابد . ب) وقتی سطح اصطکاک ندارد ، انرژی مکانیکی سامانه ، ..... می ماند . پ) انـرژی جنبشـی نـوسانگـر در ..... ، صفـر است .	۰/۷۵
۹	معادلـهٔ حـرکت هماـهنگ سادهٔ یک نوسانگـر در SI به صورت $x = 0/03 \cos 25\pi t$ است . در چـه زمانـی پس از لحظهٔ صفر، برای اولین بار تندی آن بیشینه می شود ؟	۱
۱۰	شکل مقابل ، نحوهٔ انتشار یک موج سینوسی را نشان می دهد :  الف) این مـوج 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 نتیجـه از مقایسهٔ عددهای این جدول بنویسید . <table><tr><th>محیط</th><th>تندی (m/s)</th></tr><tr><td>هوا (۰°C)</td><td>۳۳۱</td></tr><tr><td>هوا (۲۰°C)</td><td>۳۴۳</td></tr><tr><td>آب (۲۰°C)</td><td>۱۴۸۲</td></tr></table> ب) شدت صوت حاصل از یک منبع صوتی در فاصلهٔ $r_1 = 80\ m$ برابر $2\times10^{-4}\ W/m^2$ است . بـا فـرض چشم‌پوشی از جذب انرژی صوتی در محیط و بازتاب موج ، شدت این صوت در فاصلهٔ $r_2 = 320\ m$ به چه مقدار می‌رسد ؟	۰/۵ ۰/۷۵
۱۲	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید : الف) طبق کـدام قانـون ، زاویـهٔ تابش همـواره با زاویـهٔ بازتابش بـرابـر است ؟ ب) در اثـر تغییر تنـدی موج در ورود به یک محیط دیگـر ، چه پدیده ای رخ می دهـد ؟ پ) وقتی جبهه‌های موج به ناحیهٔ کم عمق ساحلی می رسند ، تندی آن‌ها چه تغییری می کند ؟ ت) کمترین اختلاف زمانی بین دو صوت چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تشخیص دهید ؟ ث) بـرای ایجاد پدیـدهٔ پـراش ، پهنـای شکاف باید از چـه مـرتبه ای باشد ؟	۱/۲۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

باسمه تعالی

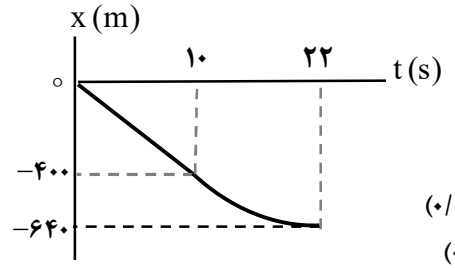
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۸ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	**نام و نام خانوادگی :**	تاریخ امتحان : **۱۴۰۰ / ۶ / ۱۳**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	الف) شکل روبه‌رو ، دو تپ را نشان می‌دهـد که به طرف هم حـرکت می‌کننـد . شکل این دو تپ را : (۱) در لحظهٔ همپوشانی و (۲) بعد از همپوشانی رسم کنید .	۰/۵
	ب) نقش تداخلـی برای امواج نوری به صورت نـوارهای روشن وتاریک است . معیـن کنید هر کـدام از نوارهای روشن و تاریک از کدام نوع تداخل ایجاد شده اند ؟	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 مـوج در تار $۲۷۰\ m/s$ و طول موج حاصل $۰/۶\ m$ باشد :	
	الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است ؟	۰/۵
	ب) طـول تار را بدست آورید .	۰/۵
۱۵	نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بر حسب بسامد نور فرودی در پدیـدهٔ فوتوالکتـریک را مشاهـده می کنیـد . 	
	الف) شیب نمودار نشان دهندهٔ کدام کمیت است ؟	۰/۲۵
	ب) در ایـن پدیـده $f_\circ$ چیست ؟	۰/۲۵
	پ) اگر بسامد نور فرودی f $(f \succ f_\circ)$ افزایش یابد ، K_{max} چه تغییری می کند ؟	۰/۲۵
۱۶	کوتاه ترین طـول موج در رشته براکت $(n'=۴)$ هیدروژن اتمی را به‌دست آورید . $(R = ۰/۰۱\ (nm)^{-1})$ این خط در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقـع است ؟	۱
۱۷	الف) خط های تاریک در طیف خورشید ناشی از چیست ؟	۰/۵
	ب) یک اشکال مدل اتمی رادرفورد در مورد پایداری اتم را با توجه به شکل توضیح دهید .	۰/۵
۱۸	الف) ایزوتوپ (هم مکان) یعنی چه ؟	۰/۵
	ب) چرا هسته ها در فرایندهای شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند ؟	۰/۵
	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
۱۹	نیمـه عمـر یک مادهٔ رادیواکتیـو حـدود ۲۳ روز است . پس از گـذشت ۱۱۵ روز ، چـه کسری از هسته های فعـال آن باقی مانده اند ؟	۱
	همگی موفق و پیروز باشید	جمع بارم ۲۰

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۴۰۰ / ۶ / ۱۳**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰	مرکـز 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) ص ۳ و ۹ و ۱۰ و ۱۱	۱
۲	الف) $\Delta x = (-۴۰\times ۱۰) + (\frac{(-۴۰)\times ۱۲}{۲}) = -۶۴۰ \text{ m}$ (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) صفـر شدن شیب نمـودار در ثانیه ۲۲ (۰/۲۵)  ص ۲۱	۱/۵
۳	الف) (۰/۲۵) $v = ۸t - ۲۰$ (۰/۲۵) $v_۰ = -۲۰ \text{ m/s}$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{۲}a = ۴ \rightarrow a = ۸ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $\Delta x = ۰$ (۰/۲۵) $\Delta x = ۴(۵)^۲ - ۲۰(۵)$ (۰/۲۵) ص ۵ و ۱۶ و ۱۷	۱/۲۵
۴	الف) حفظ کنند ب) است پ) نیازی نیست ت) متفـاوتی 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) $a = \frac{۴۰۰}{۱۰۰} = ۴ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵) $a = \frac{v^۲}{r}$ ص ۵۱ و ۵۲	۰/۵
۷	(۰/۲۵) $f_k = ۰/۴\times ۸۰۰۰ = ۳۲۰۰ \text{ N}$ (۰/۵) $f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$ (۰/۲۵) $a = ۳ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵) $۵۶۰۰ - ۳۲۰۰ = ۸۰۰a$ (۰/۲۵) $F - f_k = ma$ 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) $T = \frac{۲\pi}{۲۵\pi} = ۰/۰۸ \text{ s}$ (۰/۲۵) $T = \frac{۲\pi}{\omega}$ (۰/۲۵) $t = \frac{۰/۰۸}{۴} = ۰/۰۲ \text{ s}$ (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 صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

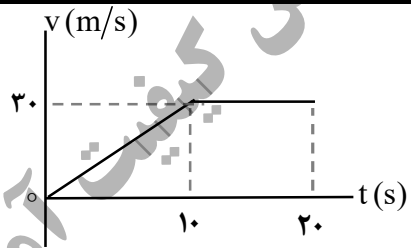
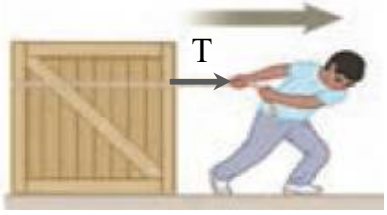
راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۴۰۰ / ۶ /۱۳**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۴۰۰	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir

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 می شود هر مورد (۰/۲۵) ب) $\frac{I_2}{2\times10^{-4}}=(\frac{80}{320})^2$ (۰/۲۵) $\frac{I_2}{I_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2$ (۰/۲۵) $I_2=\frac{1}{8}\times10^{-4}\ W/m^2$ (۰/۲۵) $\frac{I_2}{2\times10^{-4}}=\frac{1}{16}$ ص ۷۹ و ۸۸	۱/۲۵
۱۲	الف) قانون بازتاب عمومی ب) شکست موج پ) کاهش می یابد 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 لحظهٔ 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) $f=\frac{270}{0/6}=450\ Hz$ (۰/۲۵) $f=\frac{v}{\lambda}$ ب) (۰/۲۵) $L=3\times0/3=0/9\ m$ (۰/۲۵) $L=3\frac{\lambda}{2}$ ص ۱۰۷	۱
۱۵	الف) ثابت h (۰/۲۵) ب) بسامد آستانه (۰/۲۵) پ) افزایش می یابد (۰/۲۵) ص ۱۱۷ و ۱۱۸	۰/۷۵
۱۶	$\lambda=1600\ nm$ (۰/۲۵) $\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}\times(\frac{1}{16}-\frac{1}{\infty})$ (۰/۲۵) $\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$ (۰/۲۵) 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 می کند 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) زیـرا اختـلاف بین تـرازهای انـرژی نوکلئون ها در هسته بسیار بالا است و انـرژی لازم بـرای شرکت در واکنش را نمی‌توانند از طریق واکنش های شیمیایی کسب کنند. (۰/۵) پ) $^{238}_{92}U\rightarrow{}^{234}_{90}X+{}^{4}_{2}\alpha$ هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۳۹ و ۱۴۱ و ۱۴۷	۱/۵
۱۹	(۰/۲۵) $n=\frac{115}{23}=5$ (۰/۲۵) $n=\frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $N=\frac{N_0}{2^5}=\frac{N_0}{32}$ (۰/۲۵) $N=\frac{N_0}{2^n}$ ص ۱۴۷	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰

باسمه تعالی

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

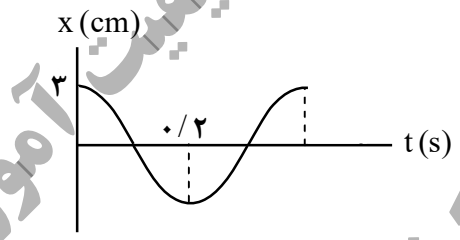
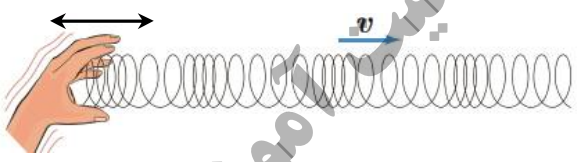
توجه : استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی ، جذر و درصد) مجاز است .

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱	در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید : الف) شتاب متـوسط ، کمیتی بـرداری و هم جهت با بـردار (تغییر سرعت - جابه‌جایی) است . ب) سطـح بین نمـودار سرعت - زمان و محـور زمان بـرابـر تغییـر (مکان - سرعت) است . پ) در حرکت تندشونده روی خط راست ، بردارهای سرعت و شتاب (هم جهت - در خلاف جهت هم) هستند . ت) بـردار سرعت در هـر نقطه از مسیر، بـر مسیر حـرکت (عمـود - مماس) است .	۱
۲	نمودار سرعت - زمان متحرکی در امتـداد محـور 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 می کند ؟	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 بـر یک جسم بزرگتر شود ، شتاب حاصل از آن نیز بیشتر می شود . پ) نیـروی کنش و واکنش هم انـدازه و هم‌راستا هستند و جهت آن ها مانند یکدیگر است . ت) نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم ، به اندازه و تنـدی آن جسم بستگی دارد . ث) انـدازهٔ نیروی کشسانی فنـر با انـدازهٔ تغییـر طـول آن ، نسبت وارون دارد . ج) نیـروی گـرانشی بین دو ذره با مربع فاصلهٔ آن ها از یکدیگـر نسبت وارون دارد .	۱/۵
۵	در شکل روبه رو ، شخصی با یک طناب افقی جعبهٔ ۱۰۰ کیلوگرمی را با نیروی T می کشد .  الف) اگر جعبه در آستانهٔ حرکت و $T = ۴۰۰\ N$ باشد ، ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح را محاسبه کنیـد . $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ ب) اگـر ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح ۰/۳ و $T = ۴۴۰\ N$ باشد ، شتاب حرکت جعبه را پس از حـرکت حساب کنیـد .	۰/۷۵ ۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ دوم	

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۶	حداقل نیروی اصطکاک ایستایی بین چرخ های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرویی به جرم $800\ kg$ بتـواند با تنـدی $54\ km/h$ پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن ۵۰ متـر است، دور بزند؟	۱
۷	به پرسش های زیر در مورد حرکت هماهنگ ساده ، پاسخ کوتاه دهید : الف) به مدت زمان یک چـرخهٔ کامل (یک نـوسان کامل) چه می گوینـد ؟ ب) انرژی پتانسیل نوسانگر ، در وسط مسیر نوسان (نقطهٔ تعادل) چقـدر 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 می افتد ؟	۱
۸	نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است .  الف) دورهٔ این حرکت چقدر است ؟ ب) معـادلهٔ حـرکت 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 مـوج مکانیکی است یا الکترومغناطیسی ؟	۰/۷۵ ۰/۲۵
۱۰	تراز شدت صوتی $70\ dB$ 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 طـریق مکان یابیِ ..... ، مکان اجسام متحـرک مقابل خـود را تعیین مـی کنـد . ب) اگـر سطـح بازتابندهٔ نـور ماننـد آینه ، بسیار ..... باشد ، بازتاب را منظم می گویند . پ) بازتـاب مـوج در اجسامی ماننـد ..... را ، بازتـاب در یک بُعـد می گـوییم . 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 می گویند .	۱/۲۵
۱۲	پرتو نوری با زاویهٔ تابش 30° از شیشه وارد محیط شفاف دیگـری می شود . اگر تنـدی نور در شیشه $2\times10^8\ m/s$ و زاویهٔ شکست این پـرتو در محیط دوم برابر با 45° باشد ، تندی نور در محیط دوم چقدر است ؟ $(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}\ ,\ \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2})$	۰/۷۵
	ادامهٔ سؤالات در صفحهٔ سوم	

باسمه تعالی

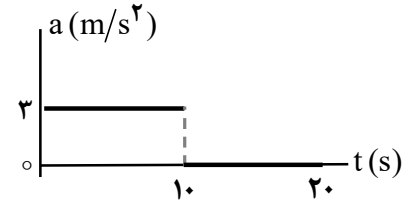
سؤالات امتحان نهایی درس : **فیـــزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**	ساعت شروع : **۱۰ صبـــح**	مدت امتحان : **۱۲۰ دقیقه**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تعداد صفحه : **۳**	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : **۱۴۰۰ / ۱۰ / ۱۱**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰	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

ردیف	سؤالات (پاسخ نامه دارد)	نمره
۱۳	در یک تارِ دو سر بسته به طول $60\ cm$ ، موج ایستاده ای تشکیل شده است . اگر تندی انتشار مـوج در تار $240\ m/s$ 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 فیـزیک 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 $(n' = 3)$ چند نانومتر است ؟ $(R = 0/01\ (nm)^{-1})$	۰/۷۵
۱۶	الکترونی در اولین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد . انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید . $(E_R = 13/6\ eV)$	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 (β^{-1}) را بنویسید .	۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
۱۸	پس از گـذشت ۱۲۰ روز ، از یک مادهٔ رادیـواکتیـو $\frac{1}{16}$ هستـه های اولیه باقی مانده است . نیمه عمـر این مـاده چنـد روز است ؟	۱
	همگی موفق و پیروز باشید — جمع بارم	۲۰

مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۱ / ۱۰ / ۱۴۰۰**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰	مرکـز 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 ۱۰ و ۱۱ و ۱۶ و ۱۷	۱
۲	الف) $\Delta x = (\frac{۱۰\times۳۰}{۲}) + (۱۰\times۳۰) = ۴۵۰ \text{ m}$ (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵) ب) $a_۱ = \frac{۳۰-۰}{۱۰} = ۳ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵) رسم نمودار (۰/۵)  ص ۲۱	۱/۵
۳	الف) $\frac{۱}{۲}a = -۲ \rightarrow a = -۴ \text{ m/s}^۲$ (۰/۵) ب) $t = ۰ \text{ s}$ (۰/۲۵) $۰ = t(-۲t+۵)$ $۰ = -۲t^۲ + ۵t$ (۰/۲۵) $t = ۲/۵ \text{ s}$ (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 ۳۴ و ۴۳ و ۵۴	۱/۵
۵	الف) (۰/۲۵) $\mu_s = ۰/۴$ $۴۰۰ = \mu_s \times ۱۰۰۰$ $f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$ (۰/۵) ب) (۰/۲۵) $a = ۱/۴ \text{ m/s}^۲$ $۴۴۰ - (۰/۳\times۱۰۰۰) = ۱۰۰ a$ $F - \mu_k F_N = ma$ (۰/۵) ص ۴۴	۱/۵
۶	(۰/۲۵) $f_s = ۳۶۰۰ \text{ N}$ (۰/۲۵) $f_s = ۸۰۰\times\frac{(۱۵)^۲}{۵۰}$ $F = f_s = m\frac{v^۲}{r}$ (۰/۵) ص ۵۹	۱
۷	الف) دوره ب) صفر پ) آونگ ساده ت) تشدید هر مورد (۰/۲۵) ص ۶۲ و ۶۶ و ۶۷ و ۶۸	۱
۸	الف) (۰/۲۵) $\frac{T}{۲} = ۰/۲ \rightarrow T = ۰/۴ \text{ s}$ ب) (۰/۲۵) $x_{(cm)} = ۳\cos ۵\pi t$ (۰/۲۵) $\omega = \frac{۲\pi}{۰/۴} = ۵\pi \text{ rad/s}$ (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) $I = ۱۰^{-۵} \text{ W/m}^۲$ (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) خلأ هر مورد (۰/۲۵) ص ۹۰ و ۹۲ و ۹۴ و ۹۵ و ۹۷	۱/۲۵
	ادامهٔ پاسخ ها در صفحهٔ دوم	

باسمه تعالی

راهنمای تصحیح امتحان نهایی درس **فیزیک ۳**	رشته : **ریاضی فیزیک**
پایه دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه	تاریخ امتحان : **۱۴۰۰ / ۱۰ / ۱۱**
دانش آموزان روزانه، بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۴۰۰	مرکـز سنجش و پایش کیفیت آموزشی **http://aee.medu.ir**

ردیف	پاسخ ها	نمره
۱۲	$v_۲ = ۲\sqrt{۲}\times ۱۰^۸ \ m/s$ (۰/۲۵) $\frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{v_۲}{۲\times ۱۰^۸}$ (۰/۲۵) $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱}$ (۰/۲۵) ص ۹۶	۰/۷۵
۱۳	الف) $f = \frac{۳\times ۲۴۰}{۲\times ۰/۶} = ۶۰۰ \ Hz$ (۰/۵) $f = \frac{nv}{۲L}$ (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 گسترهٔ پیوسته ای از طول موج هاست (۰/۵) ص ۱۱۸ و ۱۲۱	۱/۲۵
۱۵	$\lambda = \frac{۱۴۴۰۰}{۷} \approx ۲۰۵۷ \ nm$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶})$ (۰/۲۵) $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ (۰/۲۵) ص۱۲۴	۰/۷۵
۱۶	اولین حالت برانگیخته ، یعنی : $n = ۲$ (۰/۲۵) $E_n = -\frac{۱۳/۶}{۲^۲} = -۳/۴ \ eV$ (۰/۲۵) $E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ (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 می یابد . (۰/۵) پ) $^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+۱}Y + {}^{\circ}_{-۱}e^-$ (۰/۵) ص ۱۴۰ و ۱۴۴	۱/۵
۱۸	$N = \frac{N_\circ}{۲^n}$ (۰/۲۵) $N = \frac{N_\circ}{۱۶} = \frac{N_\circ}{۲^۴} \rightarrow n = ۴$ (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $T = \frac{۱۲۰}{۴} = ۳۰$ روز (۰/۲۵) ص ۱۴۷	۱
	همکاران محترم ، ضمن عرض خسته نباشید لطفاً برای پاسخ های درست دیگر ، نمرهٔ لازم را درنظر بگیرید .	۲۰