فصل ۳ نوسان و امواج

حرکت نوسانی :

هروقت یک متحرک، تغییر تکرارشـــونده‌ای رو حول یک وضـــعیت تعادل انجام دهد به آن حرکت نوســـانی میگوییم به زبان ساده‌تر به حرکت‌های تکرار شونده ای که به صورت رفت و برگشت روی یک مسیر انجام می‌شـــوند، حرکت نوســـانی می‌گویند. مثلا یک بچه رو روی یک تاب تصـــور کنید که مدام حرکت رفت و برگشـــتی انجام میده یا مثلا وزنه ای که یک فنر وصـــل هســـت و مدام رفت و برگشـــت میکنه ،اینها نمونه هایی از یک حرکت نوسانی هستند

آقا اجازه؟ حرکت دایره ای هم یک حرکت نوسانی هست؟

نه بچه ها ،توجه داشـــته باشـــید حرکت دایره‌ای یکنواخت حرکت نوســـانی نیســـت. به علت اینکه حرکت به صورت رفت و برگشت نیست

انواع نو سان: نو سان ها می توانند دوره ای یا غیر دوره ای با شند نقش های این ت صویر به طور منظم تکرار می شـوند، که به آن چرخه نوسـان گفته می شـود .چنین نوسـان هایی را که هر چرخه‌ی آن در دورهای دیگر تکرار شـود **نو سان های دوره ای** می نامند و اگر نوسـان در چرخه های دیگر عینا تکرار نشود به آن **غیر دوره ای** میگوییم ما در این فصل فقط به بررسی نوسان های دوره ای مپردازیم

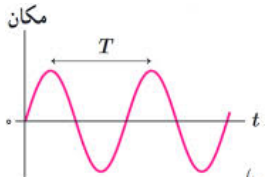
حرکت هماهنگ ساده:

نو سان های دوره ای که به صورتی سینو سی (ک سینو سی) انجام مید شوند را هماهنگ ساده میگویند. پس ما در این ف صل قرار ا ست به برر سی نو سانهای دوره ای هماهنگ ساده خواهیم پرداخت

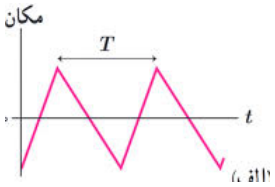
حرکت نوسانی

دوره ای

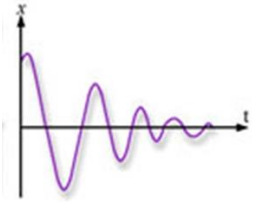
دوره ای هماهنگ ساده (سینوسی)



دوره ای غیر هماهنگ ساده



غیر دوره ای



تست : چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

۱مورد ۲مورد ۳ مورد ۴ مورد

الف: حرکت زمین به دور خورشید نوعی حرکت نوسانی است

ب: حرکت ماه به دور زمین نوعی حرکت دوره‌ای است

ج: ضربان قلب یک انسان سالم در طول یک شبانه روز نوعی حرکت دوره ای است

د: نوسانهای یک آونگ ساده در شرایط خلا یک نوع حرکت نوسانی هماهنگ ساده و دوره است

پاسخ: فقط دو مورد صحیح است

تحلیل گزینه ها:

گزینه ۱ غلط ا ست ، زیرا حرکت دایره‌ای یک حرکت نو سانی نی ست! پس حرکت زمین به دور خور شید یا حرکت ماه به دور زمین نوسانی محسوب نمیشوند (چون رفت و برگشتی نیستند!)

گزینه ۲ صحیح است زیرا به حرکت هایی که عینا تکرار شوند دوره‌ای میگوییم(دقت شود که گردش ماه به دور زمین یا زمین به دور خورشید حرکت نوسانی نیستند! اما نوعی حرکت دوره ای محسوب می‌شوند)

گزینه ۳ نیز غلط است زیرا در طول شبانه روز ممکن است به دلیل افزایش یا کاهش تحرک فرد، تعداد ضربانها در واحد زمان تغییر کند! و هر دوره با دوره قبلی یکسان نباشد (مثلا فرد ابتدا ایستاده باشد اما سپس به سرعت بدود)، اگر در این سوال ضربان قلب در یک بازه زمانی خیلی کوتاه را می‌پرسیدند، می‌توانستیم آن را دوره ای فرض کنیم اما در یک شبانه روز، این ضربان دوره ای محسوب نمی‌شود

گزینه ۴ نیز صحیح ا ست، زیرا نو سان آونگ ساده در شرایط خلا، هم حرکتی نو سانی ا ست(چون رفت و برگشتی است) و هم حرکتی دوره‌ای محسوب میشود(زیرا به دلیل نبودن اصطکاک، هر دوره عینا تکرار میشود

چند تعریف مقدماتی از نوسان:

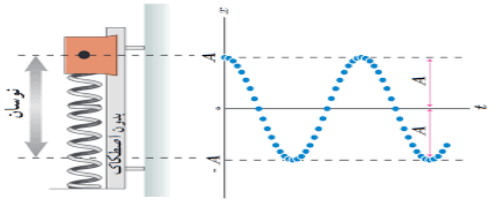
دوره تناوب (T): در نوسان های دوره ای به مدت زمان یک چرخه کامل ، دوره تناوب میگوییم و آن را با T نشان میدهند (مثلا در یک آونگ، زمانی که طول میکشد تا آونگ یک مسیر رفت و برگشتی کامل را طی کند دوره میگوییم)

نکته: اگر نوسانگر در مدت t ثانیه، N نوسان کامل انجام دهد، در این صورت دوره نوسانگر برابر است با $T = \frac{t}{N}$

بسامد (f): تعداد نوسان های انجام شده در هر ثانیه بسامد(فرکانس)نامیده می شود و آن را با f نشان میدهیم و واحد آن هرتز است . $f = \frac{1}{T}$

همچنین اگر نوسانگر در مدت t ثانیه، N نوسان کامل انجام دهد در این صورت بسامد آن برابر است با:

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



بسامد زاویه‌ای(ω):

تغییرات فاز نوسانگر در یک ثانیه، بسامد زاویه ای نام دارد که یکای آن در SI رادیان بر ثانیه (rad/s) است

بعد نوسان:

به فاصله نوسانگر از مبدأ نوسان درهر لحظه، بعد نوسان میگوییم

دامنه نوسان:

به بیشترین فاصله نوسانگر از مبدا، دامنه میگوییم

تست: نو سانگری در هر۲ دقیقه ۶۰ نو سان کامل (دور) ، را طی می‌کند. دوره و بـ سامد نو سانگر و تعداد نوساناتی که نوسانگر پس از ۳۰ ثانیه انجام می‌دهد و بسامد زاویه‌ای به ترتیب از راست به چپ برابرند با.....

۲- ۰/۵-π-۱۵

۲- ۱/۵-π-۱۰

۲- ۲/۵-π-۱۵

$$N = \frac{t}{T} \quad 60 = \frac{120}{T} \rightarrow T = 2 \quad f = \frac{1}{T} = 0.5$$

$$N = \frac{t}{T} \quad N = \frac{30}{2} = 15$$

تست : نوسانگر C در هر دوره مسافت ۴۰۰ سانتیمتر را با تندی متوسط ۲متر بر ثانیه طی می‌کند و نو سانگر B روی مسیری به طول ۴۰۰ سانتیمتر مدام حرکت رفت و برگشتی انجام میدهد و در هر ۲۴۰ ثانیه ۶۰ نوسان کامل را انجام میدهد،به ترتیب از راست به چپ دامنه C چند برابر B و دوره تناوب C چند برابر B است ؟

۲- ۰/۵ ۰/۵- ۰/۵ ۱-۱ ۰/۵ -۱

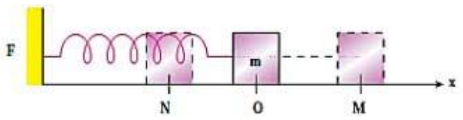
$$A_c = \frac{400}{4} = 100Cm \quad S_{av} = \frac{L}{\Delta t} \quad 2 = \frac{4}{T} \quad T_C = 2$$

$$A_B = \frac{400}{2} = 200Cm \quad N = \frac{t}{T} \quad 60 = \frac{240}{T} \rightarrow T_B = 4$$

$$\frac{A_c}{A_B} = \frac{100}{200} = 0.5 \quad \frac{T_C}{T_B} = \frac{2}{4} = 0.5$$

علامت سرعت و شتاب و تعیین تندشونده و کندشونده در حرکت نوسانی

علامت x : اگر وسط مسیر نوسان را مبدا ($X=0$) در نظر بگیریم، سمت راست مبدا ، X مثبت و سمت چپ مبدا X منفی است



علامت v : اگر متحرکت در جهت محور Xها حرکت کند علامت V مثبت و اگر متحرکت در خلاف جهت محور Xها حرکت کند علامت V منفی است

علامت a : علامت شتاب دقیقا برعکس علامت X است،یعنی سمت راست مبدا ، شتاب منفی و سمت چپ مبدا، شتاب مثبت است

تند یا کند: هرگاه نوسانگر در حال نزدیک شدن به مبدا باشد، حرکت تندشونده و هرگاه نوسانگر در حال دور شدن از مبدا باشد حرکت کندشونده است.

مقدار سرعت و شتاب و نیرو و انرژی ها در کجای مسیر نوسان صفر و کجا بیشینه است؟

سرعت و انرژی جنبشی در مرکز نوسان،بیشینه و در دوانتهای مسیر صفر هستند

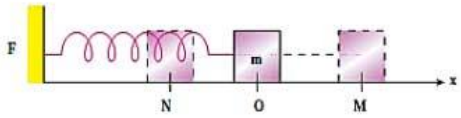
نیرو و شتاب و X و انرژی پتانسیل در مرکز نوسان، صفر و در دو انتهای مسیر بیشینه هستند

تست : در حرکت یک نوسانگر ساده، در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد، .....

۱) شتاب مثبت و x منفی است.
۲) شتاب منفی و x مثبت است.
۳) شتاب مثبت و x مثبت است.
۴)دقیقا نمیتوان قضاوت کرد

جواب گزینه ۲

تست : چند مورد از موارد زیر صحیح است؟



صفر مورد دومورد چهار مورد شش مورد

الف : از **M** به سمت **O** سرعت و شتاب منفی و حرکت تند شونده است

ب: از **O** به **N** سرعت منفی و شتاب مثبت و حرکت کند شونده است

ج: از **N** به سمت **O** سرعت و شتاب مثبت و حرکت تند شونده است

د: از **O** به **M** سرعت مثبت و شتاب منفی و حرکت کند شونده است

و: در نقاط **M** و**N** سرعت و انرژی جنبشی صفر و شتاب و انرژی پتانسیل بیشینه است

ی: در نقاطه **O** سرعت و انرژی جنبشی بیشینه و شتاب و انرژی پتانسیل صفر است

با توجه به نکات صفحه قبل، تمام موارد صحیح است(گزینه ۴ همه موارد)

تست : کدام گزینه غلط است؟

۱- درتمام نقاطی که علامت سرعت مثبت است،علامت شتاب منفی است

۲- تندی در مرکز نوسان بیشینه و در دوانتهای مسیر صفر است

۳- علامت تغییرات بزرگی تندی و بزرگی تغییرات تندی مخالف یکدیگر است

۴- در حرکت نوسانی ساده،علامت شتاب و جابه‌جایی نسبت به نقطه تعادل مخالف هم است

با توجه به نکات صفحه قبل گزینه ۱

معادله مکان– زمان در حرکت نوسان ساده

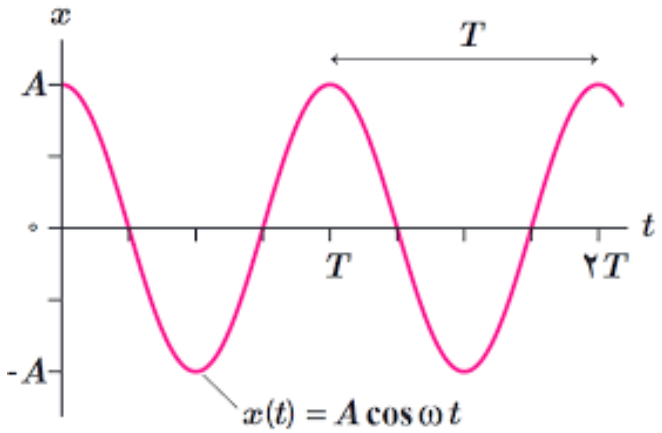
در فصل حرکت شناسی، مشاهده کردیم که اگر یک متحرک با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت کند، معادله‌ی مکان- زمان آن از رابطه‌ی $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ محاسبه می‌شود. حال در این فصل می‌خواهیم حرکت‌هایی را بررسی کنیم که در آن یک متحرک بر روی یک مسیر مدام حرکت رفت و برگشتی (نوسان ساده) انجام دهد. به چنین حرکتی، یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده می‌گوییم و معادله‌ی آن نیز یک معادله سینوسی (کسینوسی) به صورت زیر است: (در این کتاب با این فرض که در لحظه آغاز، نوسانگر از نقطه ماکزیمم آغاز به حرکت کند معادلات را بررسی میکنیم)

$$x = A\cos(\omega t)$$

x: بعد حرکت (فاصله نوسانگر در هر لحظه از مبدا مکان)

A: بیشترین فاصله از مرکز نوسان (دامنه) (بعد بیشینه)

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$



تست: بیشترین فاصله یک نوسانگر از مبدا ۴۰ سانتیمتر است و نوسانگر در هر دقیقه ۱۵ نوسان کامل انجام میدهد، معادله مکان- زمان و مکان نوسانگر در لحظه $t=2$ به ترتیب از راست به چپ عبارتست از .....

۱- $x = 0/4\cos(\frac{\pi}{2}t)$ و X=۰/۴

۲- $x = 0/4\cos(\frac{\pi}{2}t)$ و X=-۰/۴

۳- $x = 0/2\cos(\frac{\pi}{2}t)$ و X=-۰/۲

۴- $x = 0/2\cos(\pi t)$ و X=۰/۲

پاسخ : ابتدا معادله نوسان را می‌نویسیم

$$A = 40cm = 0/4m$$

$$N = \frac{t}{T} \rightarrow 15 = \frac{60}{T} \rightarrow T = 4s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$x = 0/4\cos(\frac{\pi}{2}t)$$

حال با جایگذاری زمان در معادله مکان نوسانگر داریم :

$$x = 0/4\cos(\frac{\pi}{2}t) = 0/4\cos(\pi) = -0/4$$

تست: نوسانگری بر روی مسیر AB به طول ۵۰ سانتیمتر مدام حرکت رفت و برگشتی انجام می‌دهد، اگر این نوسانگر در لحظه شروع، در A+ باشد و به سمت مبدا در حال حرکت باشد، هچنین اگر این نوسانگر در هر ۴دقیقه ۶۰ بار مسیر AB را بپیماید، معادله نوسانی آن کدام گزینه است؟

$X = 0.25\cos\frac{\pi}{2}t$ $X = 0.5\cos\frac{\pi}{2}t$ $X = 0.5\cos\frac{\pi}{4}t$ $X = 0.25\cos\frac{\pi}{4}t$

طول پاره خط که نوسانگر روی آن نوسان می کند برابر 2A می باشد پس

$$2A = 50cm \rightarrow A = 25cm = 0/25m$$

هر ۲ بار که طول پاره خط را طی کند برابر یک نوسان می باشد پس ۶۰ بار طول پاره خط را طی کند یعنی ۳۰ نوسان کامل

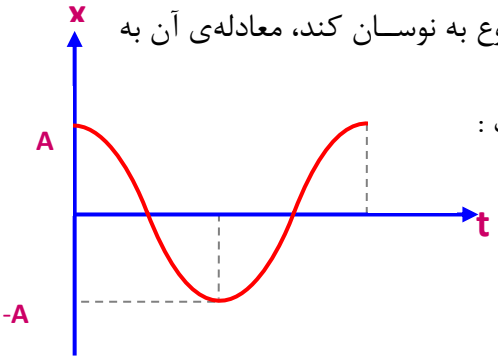
$$N = \frac{t}{T} \rightarrow 30 = \frac{4 \times 60}{T} \rightarrow T = 8s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$$

$$x = 0/25\cos\frac{\pi}{4}t$$

نمودار مکان– زمان

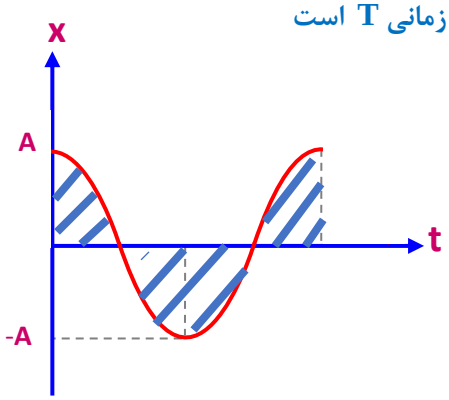
نمودار مکان- زمان یک حرکت نوسانی ساده به صورت تابعی کسینوسی(سینوسی) است که در هر دوره تکرار می‌شود. برای مثال اگر یک نوسانگر از مبدأ مکان $X=+A$ شروع به نوسان کند، معادله‌ی آن به صورت $X=ACOS(\frac{2\pi}{T})t$ می‌باشد که نمودار ان مطابق شکل روبرو است :



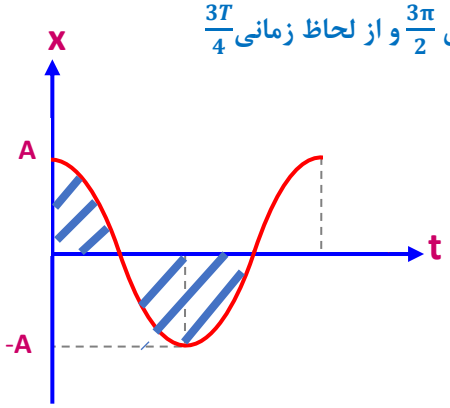
آموزش گوگولی(زاویه و زمان از روی نمودار)

مهمترین چیزی که در این قسمت باید یاد بگیرید اینست که بدانید هر بخش از نمودار از لحاظ زاویه ای و زمانی و مکانی چه مقداری دارد.بنابراین شکل ها و مقادیر زیر را حفظ کنید

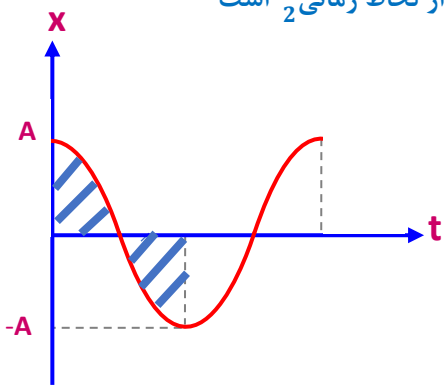
اگر روی نمودار یک دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای 2π و از لحاظ زمانی T است



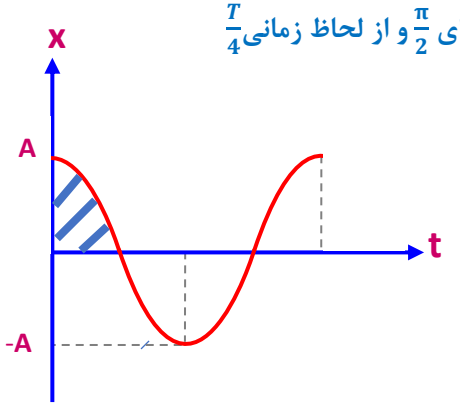
اگر روی نمودار به اندازه سه چهارم دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای $\frac{3\pi}{2}$ و از لحاظ زمانی $\frac{3T}{4}$ است



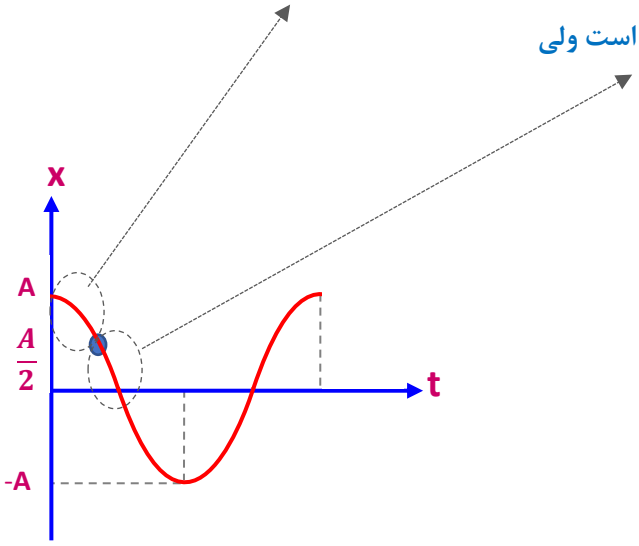
اگر روی نمودار به اندازه نصف دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای π و از لحاظ زمانی $\frac{T}{2}$ است



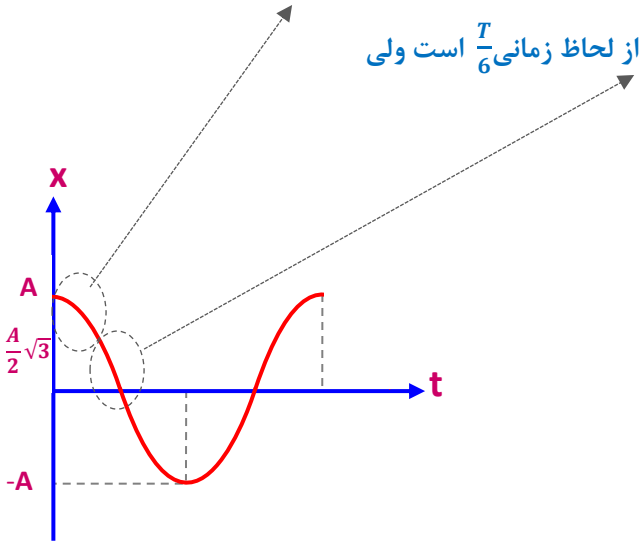
اگر روی نمودار به اندازه یک چهارم دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{2}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{4}$ است



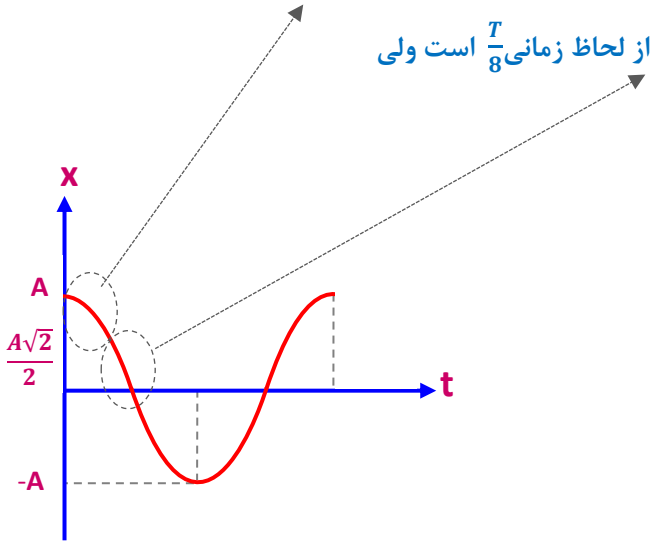
اگر روی نمودار به اندازه‌ای جلو برویم که معادل نصف دامنه باشد و با چشم نتوانیم بگوییم که چند چندم یک دایره را جلو رفته ایم نسبت به نقطه ماکزیمم یا مینمم از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{3}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{6}$ است و این مقدار نسبت به محور tها از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{6}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{12}$ است ولی



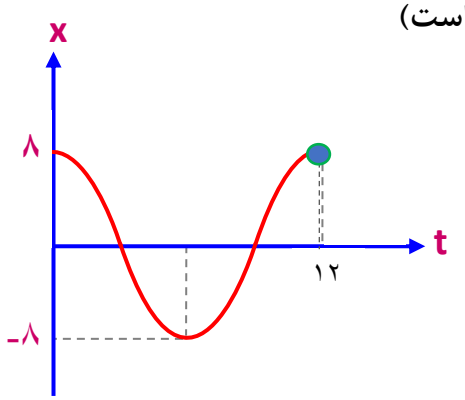
اگر روی نمودار به اندازه‌ای جلو برویم که معادل رادیکال سه دوم دامنه باشد $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ و با چشم نتوانیم بگوییم که چند چندم یک دایره را جلو رفته ایم نسبت به نقطه ماکزیمم یا مینمم از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{6}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{12}$ است و این مقدار نسبت به محور tها از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{3}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{6}$ است ولی



اگر روی نمودار به اندازه‌ای جلو برویم که معادل رادیکال دودوم دامنه باشد $\frac{\sqrt{2}}{2}A$ و با چشم نتوانیم بگوییم که چند چندم یک دایره را جلو رفته ایم نسبت به نقطه ماکزیمم یا مینمم از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{4}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{8}$ است و این مقدار نسبت به محور tها از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{4}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{8}$ است ولی

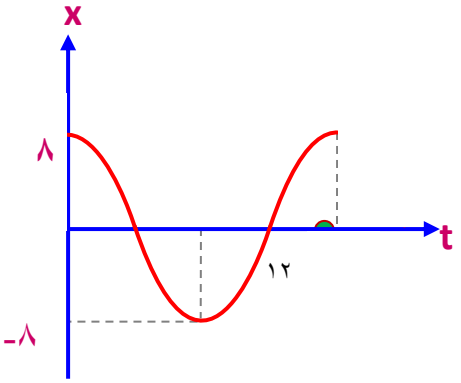


در هریک از نمودارهای مکانی- زمان حرکت همکاهنگ ساده زیر معادله‌ی مکان- زمان نو سانگر را بنویسید.(در تمام شکل ها محورxها بر حسب سانتیمتر و زمان s است)



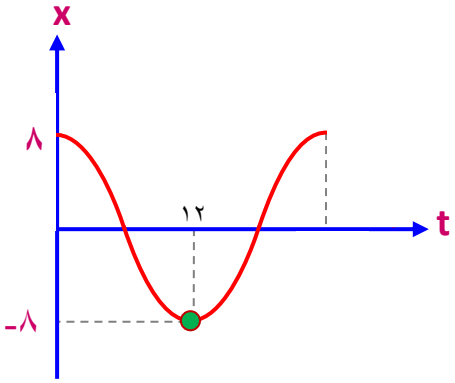
$$\text{زاویه} = 2\pi \rightarrow \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6}$$

$$x = A\cos\omega t \quad x = 0.08\cos\frac{\pi}{6}t$$



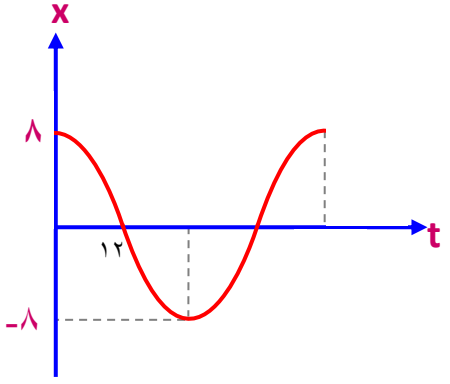
$$\text{زاویه} = \frac{3\pi}{2} \rightarrow \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\frac{3\pi}{2}}{12} = \frac{\pi}{8}$$

$$x = A\cos\omega t \quad x = 0.08\cos\frac{\pi}{8}t$$



$$\text{زاویه} = \pi \rightarrow \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\pi}{12}$$

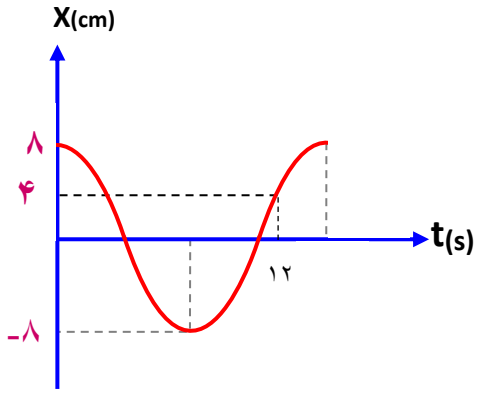
$$x = A\cos\omega t \quad x = 0.08\cos\frac{\pi}{12}t$$



$$\text{زاویه} = \frac{\pi}{2} \rightarrow \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2}}{12} = \frac{\pi}{24}$$

$$x = A\cos\omega t \quad x = 0.08\cos\frac{\pi}{24}t$$

تست : با توجه به نمودار نوسان شکل مقابل معادله حرکت نوسانی کدامست؟

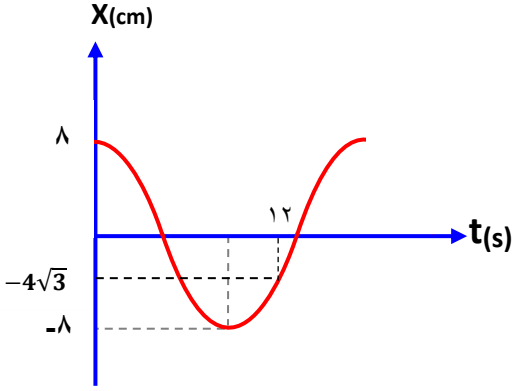


$$x = 0.08\cos\frac{5\pi}{36}t$$
$$x = 0.08\cos\frac{5\pi}{72}t$$
$$x = 0.08\cos\frac{5\pi}{3}t$$
$$x = 0.04\cos\frac{5\pi}{8}t$$

برای حل این مسائل اول زاویه طی شده رو پیدا کنید

$$\frac{x}{A} = \frac{1}{2} \rightarrow \text{زاویه} = \frac{\pi}{6} \rightarrow \omega = \frac{\frac{3\pi}{2} + \frac{\pi}{6}}{12} = \frac{\frac{10\pi}{6}}{12} = \frac{5\pi}{36}$$
$$x = 0.08\cos\frac{5\pi}{36}t$$

تست : با توجه به نمودار نوسان شکل مقابل معادله حرکت نوسانی کدامست؟

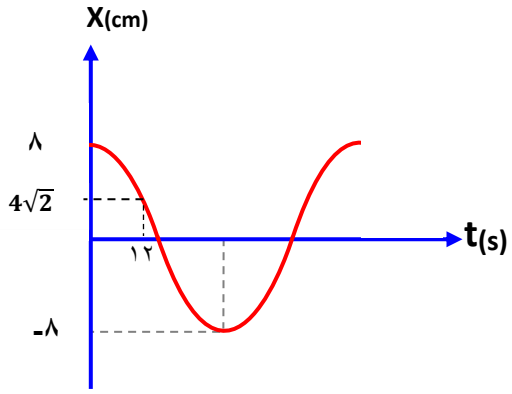


$$x = 0.08\cos\frac{5\pi}{36}t$$
$$x = 0.08\cos\frac{5\pi}{36}t$$
$$x = 0.04\cos\frac{5\pi}{36}t$$
$$x = 0.08\cos\frac{7\pi}{72}t$$

گوگولی را پیدا کن x وبه A تقسیم کنید

$$\frac{x}{A} = \frac{4\sqrt{3}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \text{زاویه} = \frac{\pi}{3}$$
$$\omega = \frac{\frac{3\pi}{2} - \frac{\pi}{3}}{12} = \frac{\frac{9\pi}{6} - \frac{2\pi}{6}}{12} = \frac{7\pi}{72}$$
$$x = 0.08Cos\frac{7\pi}{72}t$$

تست : با توجه به نمودار نوسان شکل مقابل معادله حرکت نوسانی کدامست؟



$x = 0.08Cos\frac{5\pi}{36}t$

$x = 0.08Cos\frac{\pi}{48}t$

$x = 0.04Cos\frac{5\pi}{36}t$

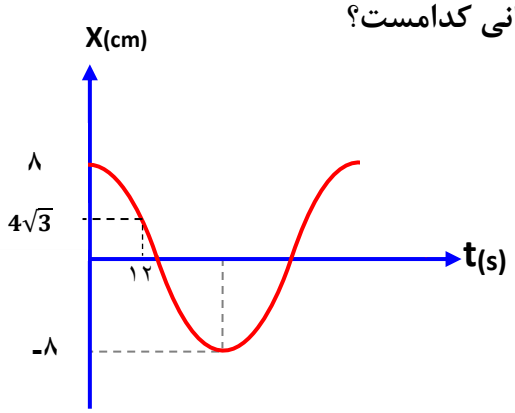
$x = 0.08Cos\frac{7\pi}{72}t$

$\frac{x}{A} = \frac{4\sqrt{2}}{8} = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow$ زاویه $= \frac{\pi}{4}$

$\omega = \frac{\frac{\pi}{4}}{12} = \frac{\pi}{48}$

$x = 0.08Cos\frac{\pi}{48}t$

تست : با توجه به نمودار نوسان شکل مقابل معادله حرکت نوسانی کدامست؟



$x = 0.08Cos\frac{5\pi}{36}t$

$x = 0.08Cos\frac{\pi}{48}t$

$x = 0.04Cos\frac{5\pi}{36}t$

$x = 0.08Cos\frac{\pi}{72}t$

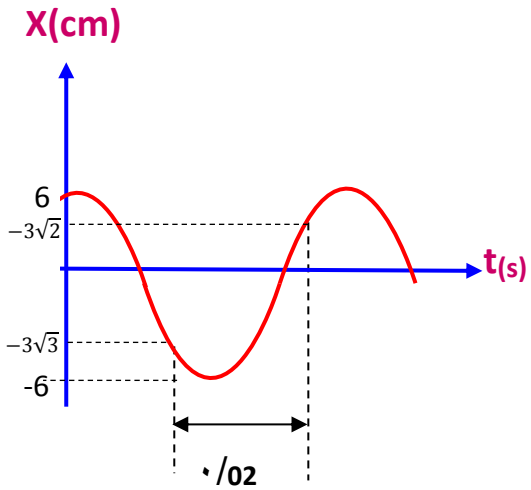
$\frac{x}{A} = \frac{4\sqrt{3}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow$ زاویه $= \frac{\pi}{6}$

$\omega = \frac{\frac{\pi}{6}}{12} = \frac{\pi}{72}$

$x = 0.08Cos\frac{\pi}{72}t$

تست: با توجه به نمودار مقابل، معادله حرکت نوسانی در SI کدام گزینه است؟

$$x = 0.06\cos\frac{55\pi}{12} \qquad x = 0.06\cos\frac{15\pi}{12} \qquad x = 6\cos\frac{15\pi}{12} \qquad x = 6\cos\frac{55\pi}{12}$$



این تست دیگه سخته! الان دوتا زاویه خاص داریم که باید زاویه ۱ رو از π کم کنیم و زاویه ۲ را به π اضافه کنیم

$$\text{زاویه}\,1 = \frac{3\sqrt{3}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \text{زاویه} = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{زاویه}\,2 \rightarrow \frac{3\sqrt{2}}{6} = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \text{زاویه} = \frac{\pi}{4}$$

$$\left(\pi - \frac{\pi}{3}\right) + \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{3} + \frac{\pi}{4} = \frac{8\pi+3\pi}{12} = \frac{11\pi}{12}$$

$$\omega = \frac{\frac{11\pi}{12}}{0/2} = \frac{110\pi}{24} = \frac{55\pi}{12}$$

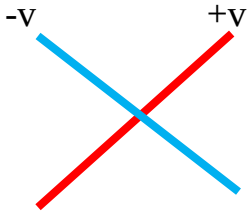
$$x = 0/06Cos\frac{55\pi}{12}t$$

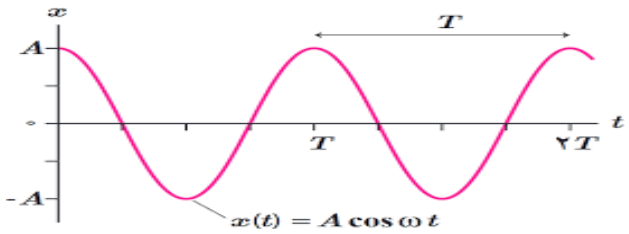
نکته : دریک نمودار حرکت نوسانی کجا سرعت و شتاب و X صفر و کجاها ماکزیمم است؟

در محل تلاقی نمودار با محورtها سرعت بیشینه و شتاب صفر است اما در نقاط ماکسیمم و مینیمم سرعت صفر است و شتاب بیشینه است

نکته۲: علامت سرعت و شتاب و تند و کند شونده را چگونه متوجه شویم؟

در نمودار x-t باید شیب نمودار را رسم کنیم اگر یک خط به صورت / شد ، سرعت مثبت است و اگر یک خط به صورت \ شد سرعت منفی است





علامت شتاب رو در نمودار مکان زمان چه جوری پیدا کنیم؟

باید به جهت کودی منحنی نگاه کنیم:

اگر کودی به بالا باشد : شتاب+است

اگر کودی به پایین باشد : شتاب-است

در نمودار مکان زمان تند یا کند رو از کجا متوجه بشیم؟

حالات مختلف حرکت یک متحرک:

یک متحرک ۳ نوع حرکت می تواند داشته باشد

۱- تند شونده $av \rightarrow + \leftarrow$

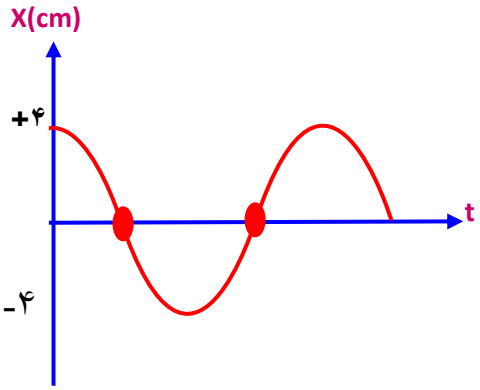
۲- سرعت ثابت روی خط راست (یکنواخت) $a = 0$

۳- کندشونده $av \rightarrow - \leftarrow$

تست: معادله یک حرکت نوسانی در SI به صورت، $x=0/04COS10\pi t$ است،تندی متوسط بین لحظات ۰/۰۵ تا ۰/۱۵ ثانیه چند واحد SI است و چند ثانیه پس از $t=0$ سرعت نوسانگر برای ۲۰ بار بیشینه میشود؟

۰/۸ و $\frac{41}{20}$ ۰/۸ و $\frac{44}{20}$ صفر و $\frac{41}{20}$ ۰/۸ و $\frac{39}{20}$

ابتدا باید تایع را رسم کنیم و نقاط را روی آن مشخص کنیم



$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad 10\pi = \frac{2\pi}{T} \quad T = 0.20$$

$$S_{av} = \frac{0/04+0/04}{0/15-0/05} = \frac{0/08}{0/1} = 0/8$$

اولین بار $\frac{\pi}{2}$

دومین بار $\frac{\pi}{2} + \pi$

سومین بار $\frac{\pi}{2} + 2\pi$

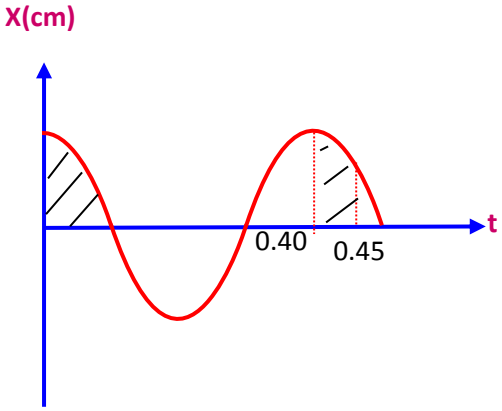
بیستمین بار $\frac{\pi}{2} + 19\pi$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad 10\pi = \frac{\frac{\pi}{2} + 19\pi}{\Delta t} \quad \Delta t = \frac{39}{20}$$

تست: معادله یک حرکت نوسانی در SI به صورت، $x=0/23Cos5\pi t$ است،در ۰/۴۵ اول حرکت،چندثانیه نوسانگر با سرعت و شتاب منفی به صورت تند شوند حرکت کرده است؟

۰/۱۵ ۰/۱ ۰/۲۵ هیچکدام

ابتدا با پیدا کردن دوره تناوب نمودار تابع داده شده را باید رسم کنیم

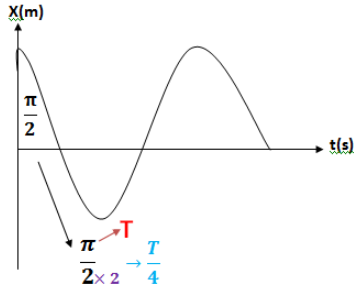


$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad 5\pi = \frac{2\pi}{T} \quad T = 0.40$$

قسمت هاشور خورده در نمودار همان قسمتی است که سرعت و شتاب هردو منفی است قسمت اول که ۰/۱ ثانیه است قسمت دوم میشه ۰/۰۵ = ۰/۴۰ – ۰/۴۵ پس کل زمان ۰/۱۵=۰/۰۵+۰/۱ است

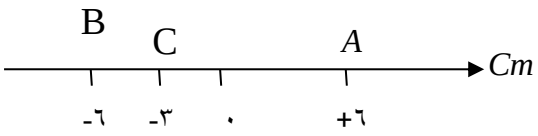
نکته: در مورد پیدا کردن T در نمودار های مکان_زمان :

پس از محاسبه گوگولی (زاویه) کافی است مخرج آن را در عدد ۲ ضرب کنید و به جای π ، T بگذاریم مثلا



$$\begin{cases} 2\pi \rightarrow \pi \\ \pi \rightarrow \frac{T}{2} \\ \frac{\pi}{3} \rightarrow \frac{T}{6} \\ \frac{\pi}{6} \rightarrow \frac{T}{12} \\ \frac{\pi}{2} \rightarrow \frac{T}{4} \\ \frac{\pi}{4} \rightarrow \frac{T}{8} \end{cases}$$

تست: در شکل مقابل ذره‌ای روی محور xها بین نقاط A و B حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. این ذره فاصله C تا B را با سرعت منفی در مدت ۰/۱ ثانیه طی کرده باشد. اگر نوسانگر در مبداء زمان از X= + A شروع به حرکت کرده باشد، معادله‌ی مکان- زمان آن در SI کدام است؟



۱- $x = 0/12Cos[5\pi t]$

۲- $x = 0/06Cos[10\pi t]$

۳- $x = 0/06\sin\left[3/3\pi t + \frac{\pi}{2}\right]$

۴- هیچکدام

$$\frac{T}{6} = 0/1 \quad \rightarrow T = 0/6$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{6}{5}} = \frac{20\pi}{6} = \frac{10\pi}{3}$$

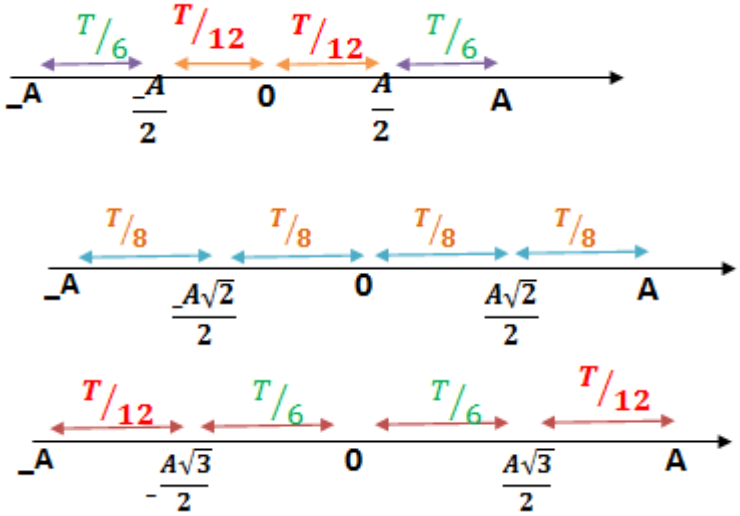
یاداوری ریاضی بچه ها یادتان باشد می تونیم Cos را به Sin تبدیل کنیم

فقط باید زاویه $\frac{\pi}{2}$ اضافه کنیم

$$Cos\alpha = Sin(\frac{\pi}{2} + \alpha)$$

پیدا کردن T هنگامی که نوسانگر روی خط راست در حال نوسان است.

زمان حرکت از نقطه A به مرکز نوسان $\frac{T}{4}$ است (معادل زاویه $\frac{\pi}{2}$)



تست: نوسانگری از $+A$ شروع به حرکت به سمت منبع می‌کند.اگردر لحظه t_1 در مکان $+\frac{A}{\sqrt{2}}$ و در لحظه t_2 $(t_2>t_1)$ در مکان $+\frac{A}{2}$ باشد اندازه بیشترین سرعت متوسط در بازه t_1 تا t_2 کدامست؟

$12(\sqrt{2}-1)\frac{A}{T}$

$\frac{12(\sqrt{2}-1)}{7}\frac{A}{T}$

$\frac{12(\sqrt{2}-1)}{17}\frac{A}{T}$

هیچکدام

$$V_{av}=\frac{\left|\frac{\sqrt{2}}{2}A-\frac{1}{2}A\right|}{\frac{T}{8}-\frac{T}{12}}=\frac{\frac{A}{2}(\sqrt{2}-1)}{\frac{T}{24}}=\frac{12(\sqrt{2}-1)A}{T}$$

نکته: اگر نقطه ابتدا و انتهای حرکت نوسانگر داده نشود در زمان معین، بیشترین مسافت به صورت متقارن حول مبدا است زیرا در اطراف مرکز تندی بیشینه است و کمترین مسافت طی شده اطراف $x = \pm A$ است که تندی صفر است

تست: یک نوسانگر با دامنه A و دوره T حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد در بازه زمانی $\frac{T}{4}$ بیشترین مسافت طی شده توسط نوسانگر چه کسری از دامنه است و در همین بازه زمانی کمترین و بیشترین مسافت طی شده توسط نوسانگر چه کسری از دامنه است؟

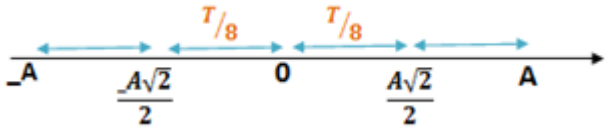
$A\sqrt{2}$ و $A(2-\sqrt{2})$ 2A , A صفر و A صفر و 2A

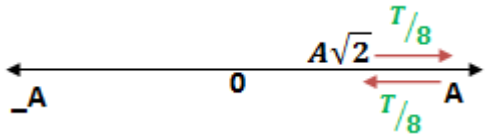
بیشترین مسافت در بازه زمانی ثابت $\frac{T}{4}$ هنگامی است که نوسانگر اطراف مرکز نوسان است (سرعت بیشینه است)

پس ابتدا $\frac{T}{4}$ را تقسیم بر ۲ می کنیم و اطراف مرکز نوسان قرار می دهیم

طبق روابط حرکت نوسانی روی خط $\frac{T}{8}$ معادل $\frac{A\sqrt{2}}{2}$ است کمترین مسافت در بازه زمانی ثابت $\frac{T}{4}$ هنگامی است که نوسانگر در اطراف انتهای مسیر است (سرعت صفر است) پس

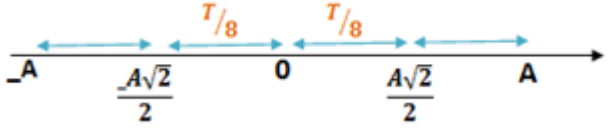
$$\frac{T}{4} \div 2 = \frac{T}{8}$$





$$2\left(\frac{A\sqrt{2}}{2}\right) = A\sqrt{2}$$

$$2\left(A - \frac{A\sqrt{2}}{2}\right) = A(2-\sqrt{2})$$



نکته:

برای محاسبه‌ی مسافت مینیمم یا ماکزیمم یا باید از روش صفحه قبل برویم یا

میتوانیم نکته زیر را برای زمانهای معروف،حفظ نماییم:

در مدت زمان $\frac{T}{4}$

$$L_{max} = \sqrt{2}A$$

$$L_{min} = 2A - \sqrt{2}A$$

در مدت زمان $\frac{T}{3}$

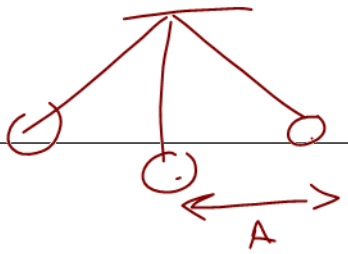
$$L_{max} = \sqrt{3}A$$

$$L_{min} = A$$

در مدت زمان $\frac{T}{6}$

$$L_{max} = A$$

$$L_{min} = 2A - \sqrt{3}A$$



روابط سرعت و شتاب و نیرو در حرکت نوسانی

در یک حرکت نوسانی،سرعت و شتاب و نیرو از روابط زیر محاسبه میشوند:

فرمول سرعت در حرکت نوسانی $V = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

فرمول سرعت ماکزیمم در حرکت نوسانی $V_m = A\omega$

فرمول شتاب در حرکت نوسانی $a = -\omega^2 x$

فرمول شتاب ماکزیمم در حرکت نوسانی $a_{max} = A\omega^2$

فرمول نیرو در حرکت نوسانی $F = -m\omega^2 x$

فرمول نیرو ماکزیمم در حرکت نوسانی $F_{MAX} = m\omega^2 A$

تست: در حرکت نوسانی ساده در لحظه‌ای که بعد حرکت $\frac{1}{5}$ بعد بیشینه است، سرعت نوسانگر چه کسری از سرعت بیشینه است؟

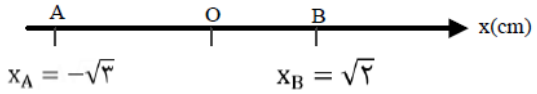
۱- $\frac{4}{5}$

۲- $\sqrt{\frac{24}{25}}$

۳- $\frac{2\sqrt{5}}{5}$

۴- $\frac{16}{25}$

تست: در شکل مقابل، در یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده ،نوسانگری در هر پنج دوره مسافت ۴۰سانتیمتر را طی می‌کند اگرحداقل زمان لازم برای این‌که تندی متحرک از بیشینه به صفر برسد ۰/۶ ثانیه باشد، حداقل زمان لازم برای رسیدن متحرک از A به B چند ثانیه و بزرگی سرعت و شتاب در نقطه B چند سانتیمتر برثانیه و چند سانتیمتر برمجذور ثانیه است؟



۱) ۰/۷ و $\frac{5\pi}{6}\sqrt{2}$ و $\frac{25\pi^2}{36}(\sqrt{2})$

۲) ۰/۷ و $\frac{5\pi}{6}\sqrt{2}$ و ۱۲

۳) ۰/۷ و ۱۶ و $\frac{25\pi^2}{36}(\sqrt{2})$

۴) ۱/۴ و $\frac{5\pi}{6}\sqrt{2}$ و $\frac{25\pi^2}{36}(\sqrt{2})$

اگر توی سوال مسافت n دوره رو دادند برای اینکه دامنه رو پیدا کنی باید اون مسافت رو به 4n تقسیم کنید

$$\text{دامنه} = \frac{٤٠}{4 \times 5} = 2cm$$

همینطور وقتی میگه اگرحداقل زمان لازم برای این‌که تندی متحرک از بیشینه به صفر برسد ۰/۶ هست یعنی $\frac{T}{4}$ برابر ۰/۶ هست و T برابر میشه با ۲/۴ پس $= \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.4} = \frac{5\pi}{6}$

حالا زمان رسیدن از A به B میشه یه دونه $\frac{T}{6}$ از A به مرکز و یهدونه $\frac{T}{8}$ از مرکز به B یعنی:

$$\frac{T}{8} + \frac{T}{6} = \frac{2.4}{8} + \frac{2.4}{6} = 0.7$$

از طرفی برای سرعت و شتاب هم از فرمول های خودش میریم فقط به جای x باید $\sqrt{2}$ بزاریم

$$|V| = \omega\sqrt{A^2 - X^2} = \frac{5\pi}{6}\sqrt{2^2 - \sqrt{2}^2} = \frac{5\pi}{6}\sqrt{2}$$

$$|a| = |-\omega^2 X| = (\frac{5\pi}{6})^2(\sqrt{2}) = \frac{25\pi^2}{36}(\sqrt{2})$$

تست: نو سان کننده‌ی ساده‌ای روی پاره خطی به طول ۴ سانتی‌متر نو سان می‌کند و بی‌شینه شتاب آن $0/32m/s^2$ می‌با شد. اگر در لحظه‌ی $t=0$ فا صله‌ی نو سانگر از مرکز نو سان $+A$ و حرکت به سمت مبدا باشد معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

۱- $X=0/02Cos(4\pi t)$ ۲- $X=0/02Cos(40t)$

۳- $X=0/04Cos(4t)$ ۴- $X=0/02Cos(4t)$

$$2A=\frac{t}{100}\rightarrow A=0/02$$
$$a_{max}=A\omega^2\rightarrow 0/32=0/02\omega^2\rightarrow \omega=4$$
$$x=0/02Cos4t$$

تست: اگر بیشترین سرعت و بیشترین شتاب یک نو سانگر ساده $0/3m/s$ و $0/6m/s^2$ با شد، دامنه‌ی نوسان آن چند متر خواهد بود؟

۱- ۰/۱۵ ۲- ۱/۵ ۳- $\frac{5}{3}$ ۴- $\frac{3}{5}$

پاسخ : $V_{max}=0/3m/s$

$$a_{max}=0/6m/s^2\quad ,A=?$$

$$\begin{cases}V_{max}=A\omega\\ |a_{max}|=A\omega^2\end{cases}\Rightarrow|\frac{a_{max}}{v_{max}}|=\omega\Rightarrow\omega=\frac{0/6}{0/3}\Rightarrow\omega=2(rad/s)$$

$$\Rightarrow V_{max}=A\omega\Rightarrow 0/3=A\times 2\Rightarrow A=\frac{3}{20}\Rightarrow A=0/15m$$

تست: معادله نیرو–مکان نوسانگری در SI به صورت $F = -\pi^2 y$ است اگر جرم نوسانگر ۱۰ gr باشد این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می دهد؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۲۰۰

$$F = -\pi^2 y$$
$$F = -m\omega^2 y$$
$$m\omega^2 = \pi^2 \rightarrow \frac{1}{100}\omega^2 = \pi^2 \rightarrow \omega = 10\pi$$
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow 10\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{1}{5}s$$
$$N = \frac{t}{T} \rightarrow N = \frac{60}{\frac{1}{5}} = 300$$

تست: معادله سرعت _ مکان نوسانگری به صورت $V^2 = 0/4 - 400x^2$ است معادله حرکت نوسانگر کدام گزینه است؟

$x = \sqrt{\frac{1}{1000}}Cos20t$ $x = 10Cos20t$ $x = 0.001Cos20t$ $x = \sqrt{\frac{1}{1000}}Cos200t$

هرگاه $V = 0$ باشد x_{max} است و برابر A است

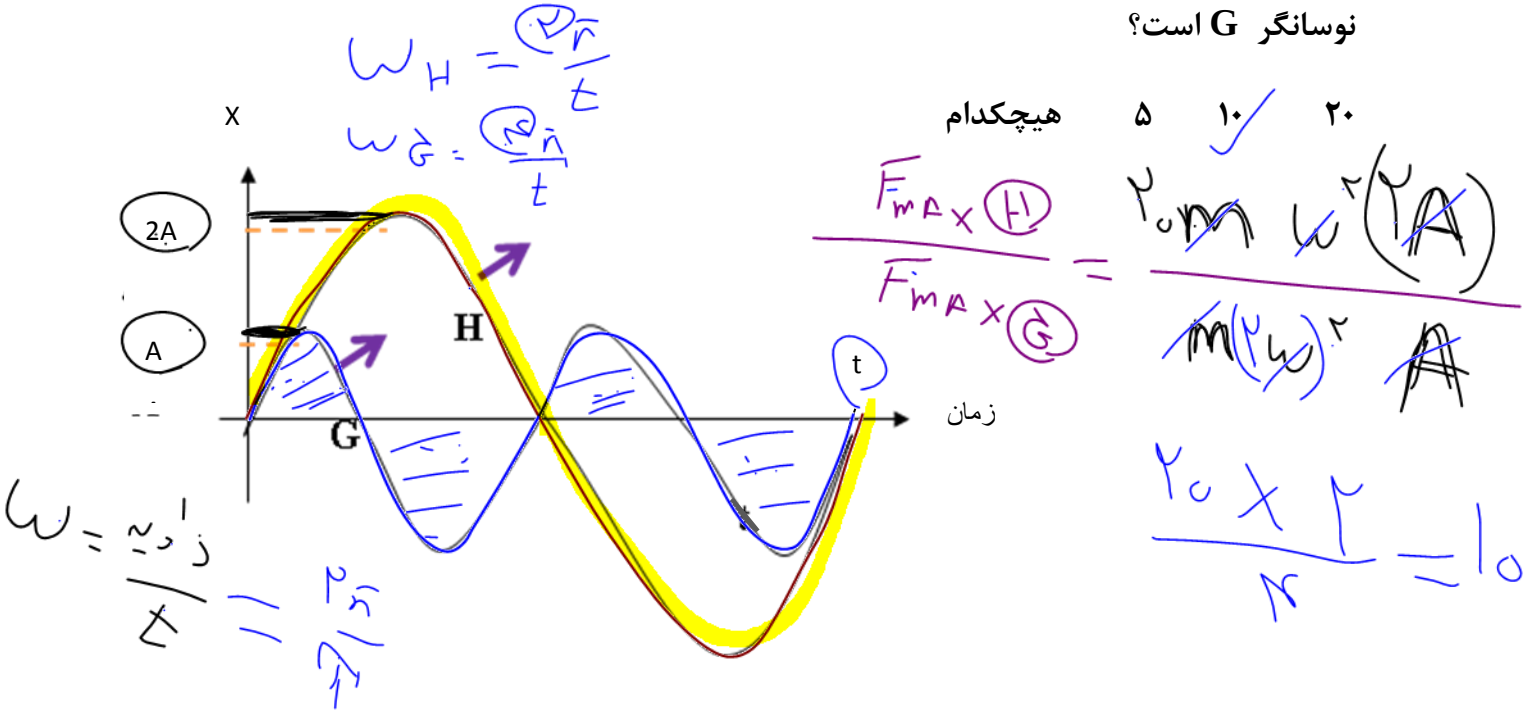
$$0 = 0/4 - 400A^2 \rightarrow 400A^2 = 0/4 \rightarrow A^2 = \frac{1}{1000} \rightarrow A = \sqrt{\frac{1}{1000}}$$

هرگاه $x = 0$ باشد V_{max} است و برابر $A\omega$ است

$$A^2\omega^2 = 0/4$$
$$\frac{1}{1000}\omega^2 = 0/4 \rightarrow$$
$$\omega^2 = 400 \rightarrow \omega = 20$$
$$x = \sqrt{\frac{1}{1000}}Cos20t$$

تست: با توجه به نمودار مکان زمان مقابل که برای دو حرکت نوسانی **H** و **G** رسم شده، اگر جرم نوسانگر **H** 20 برابر جرم **G** باشد در اینصورت بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر **H** چند برابر نوسانگر **G** است؟

۲۰ ۱۰ ۵ هیچکدام



ابتدا نقطه تلاقی در نمودار را پیدا کنید و از روی آن نسبت T ها را بدست آورید

$$2T_G = T_H$$

$$\frac{T_G}{T_H} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\omega_H}{\omega_G} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{(F_{max})H}{(F_{max})G} = \frac{m_H A_H \omega_H^2}{m_G A_G \omega_G^2} = 20 \times 2 \times \frac{1}{4} = 10$$

چند نکته تکمیلی

سرعت نسبت به مکان $\frac{\pi}{2}$ تقدم فاز دارد و شتاب نسبت به سرعت $\frac{\pi}{2}$ تقدم فاز دارد و شتاب نسبت به مکان π تقدم فاز دارد

۱- اختلاف فاز

۱- $v, x \Rightarrow \frac{\pi}{۲}$

۲- $a, x \Rightarrow \pi$

۳- $a, v \Rightarrow \frac{\pi}{۲}$

۲- ارتباط بین مؤلفه‌های ماکزیمم :

وقتی مؤلفه‌ها ماکزیمم می‌شوند که sin یا cos برابر (± ۱) شوند

$$x_{max} = A$$

$$v_{max} = A\omega \quad \Rightarrow \quad \frac{V_{max}}{x_{max}} = \frac{a_{max}}{V_{max}} = \omega$$

$$a_{max} = A\omega^{۲}$$

۳- در دو انتهای مسیر نوسان x و a ماکزیمم است و V برابر صفر است.

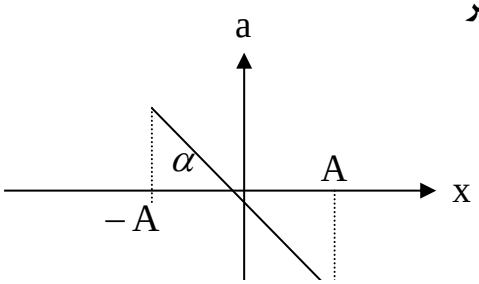
۴- در مرکز نوسان $x = a = ۰$ و V برابر ماکزیمم است.

۵-

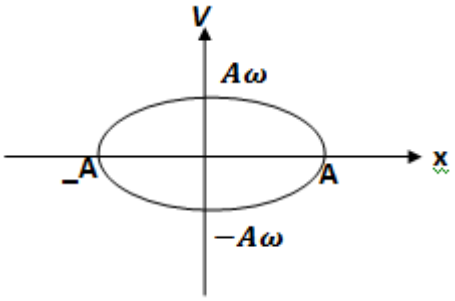
الف- مستقل از زمان سرعت $V = \pm\omega\sqrt{A^{۲} - X^{۲}}$

ب- مستقل از زمان شتاب $a = \pm\omega\sqrt{V_m^{۲} - V^{۲}}$

۶- نمودار معادلات x، v و F و a بر حسب یکدیگر

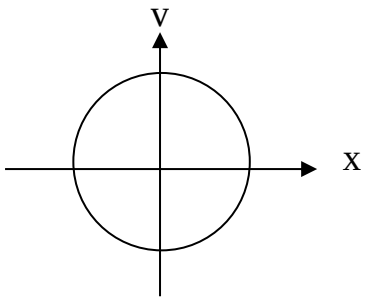


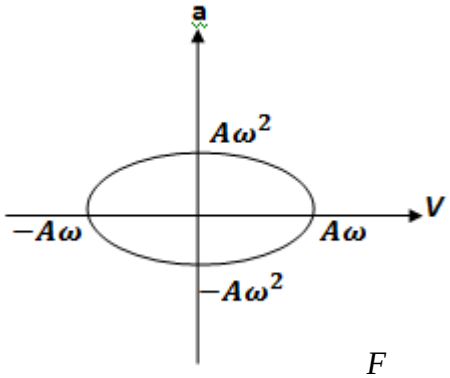
$$tg\alpha = -\omega^{2}$$



حالت خاص

$$x_m = v_m$$

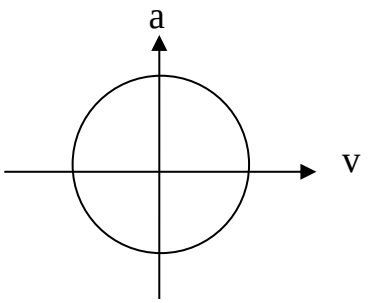


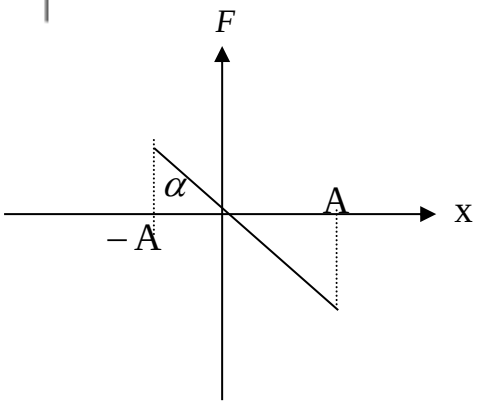


حالت خاص

$$v_m = a_m$$

$$w = ۱$$

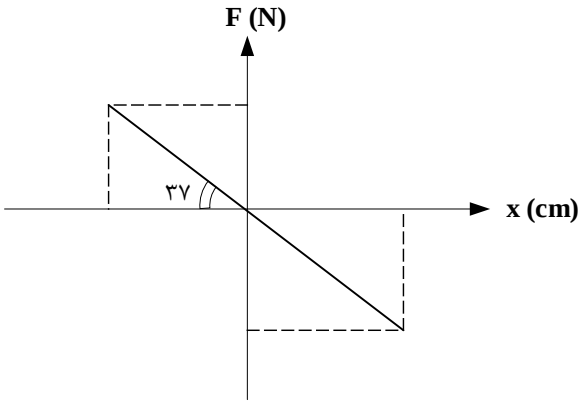




$$tg\alpha = -m\omega^{2}$$

تست: نمودار $F-x$ نوسانگری مطابق شکل است. بسامد زاویه‌ای چند rad/s است اگر جرم نوسانگر $3\ kg$ باشد؟ ($sin\ ۳۷ = ۰.۶$)

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۴ ۴) $\frac{1}{4}$



پاسخ: شیب نمودار $F-x$ برابر $-mw^2$ و شیب نمودار $a-x$ برابر $-w^2$ است پس

$$tan\ 37 = mw^2 \rightarrow \frac{3}{4} = 3w^2 \rightarrow w^2 = \frac{3}{12} \rightarrow w = \frac{1}{2}\frac{rad}{s}$$

(گزینه ۲ صحیح است.)

انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر

هنگامی که فنر کشیده می‌شود در آن انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می‌شود که مقدار آن برابر است با:

$$U_e = \frac{1}{2}Kx^2$$

با توجه به اینکه داریم: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = m\omega^2$ پس می‌توان نوشت:

$$U_e = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$$

نکته: با توجه به رابطه‌ی بالا، پتانسیل زمانی بیشترین مقدار را دارد که ن $(x = \pm A)$ باشد پس انرژی پتانسیل بیشینه برابر میشود با: $U\max = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \frac{1}{2}kA^2$

انرژی جنبشی نوسانگر

با توجه به رابطه‌ی انرژی جنبشی و معادله‌ی سرعت نوسانگر می‌توان رابطه‌ی انرژی جنبشی نوسانگر را به صورت زیر به دست آورد

۲- با توجه به رابطه‌ی $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ می‌توان انرژی جنبشی نوسانگر را به صورت زیر به دست آورد:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow k = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$$

$$K_{max} = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

انرژی مکانیکی نوسانگر

مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر است. با توجه به این تعریف داریم:

$$E = U_e + K$$

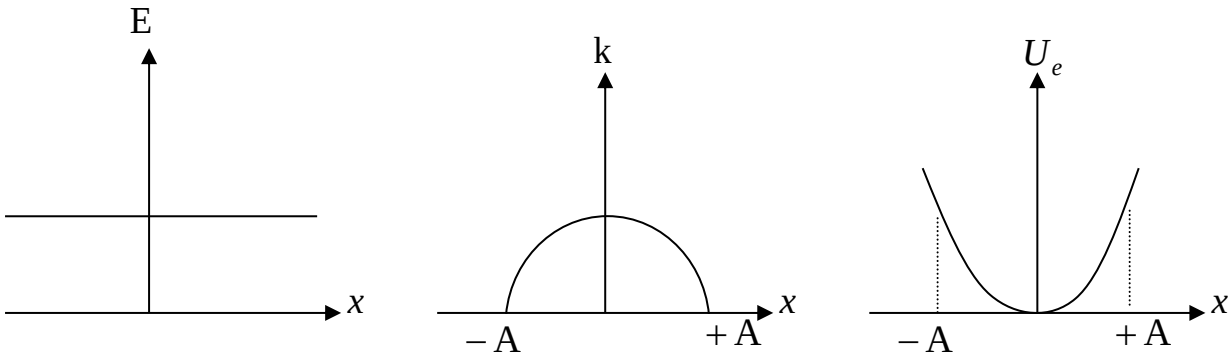
$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

جمعبندی انرژی های نوسانگر

نکته ۱– انرژی مکانیکی نوسانگر مستقل از زمان و مکان نوسانگر می‌باشد.

۲– انرژی مکانیکی نوسانگر با مربع دامنه و مربع بسامد متناسب است.

نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی مکانیکی نسبت به مکان:



$$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}KA^2 \qquad k = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) \qquad ue = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$$

روابط ترکیبی و ساختنی از انرژی نوسانگر:

برای حل مسائل انرژی نوسانگر حتما جدول زیر را حفظ کنید

U	$\frac{1}{2}m\omega^2x^2$	$\frac{1}{2}m(V_m^2 - V^2)$
K	$\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$	$\frac{1}{2}mV^2$
E	$\frac{1}{2}m\omega^2A^2$	$\frac{1}{2}mV_{max}^2$

مثلا با تقسیم کردن فرمول های بالا می توانیم به روابط زیر برسیم

$$\frac{U}{K} = \frac{x^2}{A^2 - x^2} = \frac{V_m^2 - V^2}{V^2}$$

$$\frac{K}{E} = \frac{V^2}{V_{max}^2} = \frac{A^2 - x^2}{A^2}$$

تست: انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری ساده در یک لحظه‌ی معین به ترتیب برابر ۰/۱۲j و ۰/۰۶ j است. اگر جرم نوسانگر ۱۰g و دامنه حرکت ۴cm باشد، دوره‌ی حرکت چند ثانیه است؟

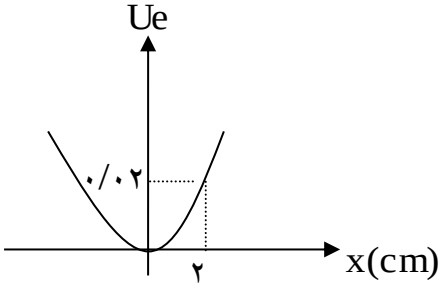
۱- ۳۰۰π ۲- $\frac{۴\pi}{۳}$ ۳- $\frac{\pi}{۷۵}$ ۴- $\frac{۴\pi}{۳\sqrt{۱۰}}$

$$E=U+K=0/12+0/06=0/18$$

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2 \rightarrow \frac{18}{100}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{100}\times\omega^2\times\frac{16}{10000}\rightarrow \omega=\frac{300}{2}=150$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{150}\rightarrow T=\frac{\pi}{75}s$$

تست: نمودار انرژی پتانسیل- مکان نوسانگری به جرم ۴۰۰gr مطابق شکل است. دوره‌ی حرکت نوسانگر چند ثانیه است؟ ($\pi^2=۱۰$)



۱- ۰/۲ ۲- ۰/۴ ۳- ۲ ۴- ۴

گزینه ۲

$$U=\frac{1}{2}m\omega^2X^2\rightarrow 2\times10^{-2}=\frac{1}{2}\times4\times10^{-1}\omega^2\times4\times10^{-4}$$

$$\rightarrow\omega^2=\frac{1000}{4}=250\rightarrow\frac{4\pi^2}{T^2}=250\rightarrow T=\frac{2}{5}=0/4$$

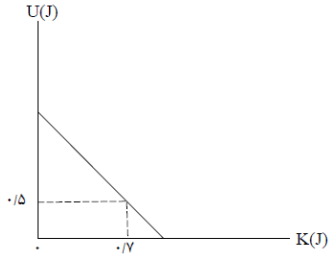
تست: وزنه‌ای به انتهای فنری متصل شده و با دامنه A نوسان می‌کند. هنگامی که انرژی پتانسل نوسانگر ۳ برابر انرژی جنبشی آن است، نسبت جابجایی از نقطه‌ی تعادل به دامنه‌ی آن کدام است.

۱- $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$ ۲- $\frac{۹}{۱۶}$

۳- $\frac{۳}{۴}$ ۴- $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

$$U = 3K$$
$$\frac{U}{K} = \frac{x^2}{A^2 - x^2} \qquad \frac{x}{A} = ?$$
$$3 = \frac{x^2}{A^2 - x^2} \rightarrow 3A^2 - 3x^2 = x^2 \rightarrow 4x^2 = 3A^2 \rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{2}A$$

تست: نوسانگر به جرم ۱۵۰ گرم در حال نوسان ساده است و نمودار انرژی پتانسیل نوسانگر ساده‌ای برحسب انرژی جنبشی‌اش در SI مطابق شکل زیر است. تندی و شتاب آن هنگام عبور از نقطهٔ تعادل به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟



۱) ۲-۰ ۲) ۸-۰

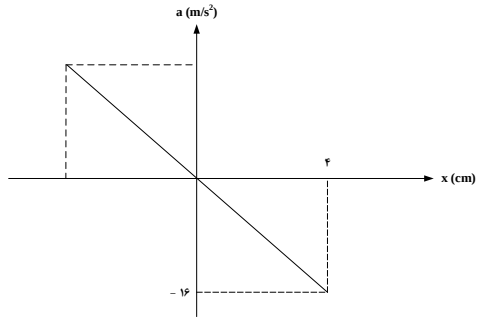
۳) ۴-۰ ۴) ۲-۵

در نقطه تعادل شتاب صفر است پس گزینه ۴ پوچ میشه! همینطور میدونیم که در نقطه تعادل انرژی پتانسیل هم صفر هست پس داریم:

$$E = U + K \quad E = \frac{1}{2}MV^2 + 0 \quad 1.2 = \frac{1}{2}(\frac{150}{1000})V^2 + 0 \quad V = 4$$

گزینه **۳**

تست : نمودار $a-x$ نوسانگری به جرم $2\ kg$ مطابق شکل مقابل است. انرژی مکانیکی و بسامد زاویه‌ای به ترتیب کدام گزینه است؟



پاسخ: با توجه به شکل $a_{max}=16\frac{m}{s^2}$ و $A=4\ cm$ است پس

$$a_{max}=Aw^2 \rightarrow 16=\frac{4}{100}w^2 \rightarrow w=20\frac{rad}{s}$$

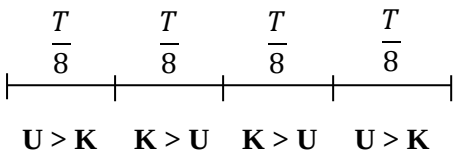
$$F_{max}\, ma_{max}=2\times 16=32\ N$$

$$E=\frac{1}{2}F_{max}\,A=\frac{1}{2}\times 32\times\frac{4}{100}=0.64\ j$$

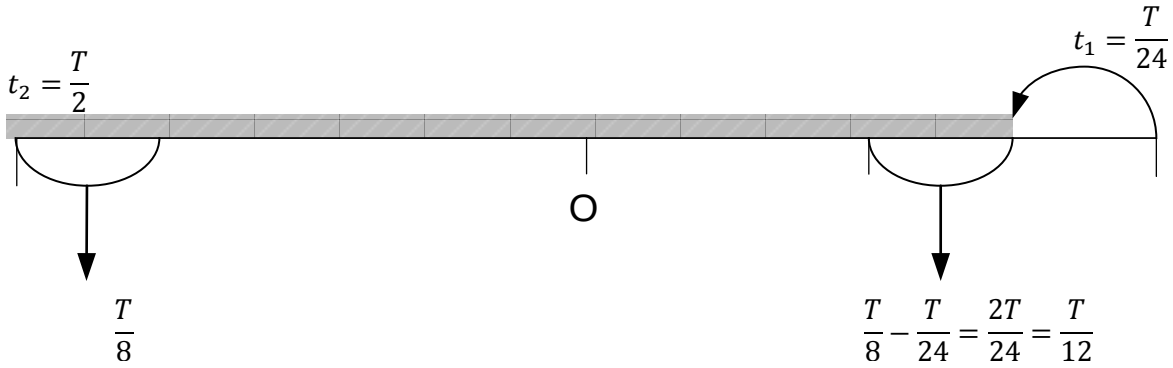
تست : معادله یک حرکت هماهنگ ساده به صورت $x = A\cos 10\pi t$ است. در بازه زمانی $t_1 = \frac{1}{120}s$ تا $t_2 = \frac{1}{10}s$ چه مدت انرژی پتانسیل بیشتر از انرژی جنبشی است؟

۱) $\frac{1}{12}$ ۲) $\frac{1}{24}$ ۳) $\frac{1}{30}$ ۴) $\frac{1}{40}$

پاسخ: در حرکت هماهنگ ساده در $\frac{T}{8}$ اول حرکت، انرژی پتانسیل بیشتر از جنبشی است و در $\frac{T}{4}$ بعدی انرژی جنبشی بیشتر از پتانسیل است و در $\frac{T}{8}$ آخر نیز، مجددا انرژی پتانسیل بیشتر از جنبشی است.



$$t_1 = \frac{1}{120} \rightarrow 10\pi \times \frac{1}{120} = \frac{\pi}{12} = \frac{T}{24}$$
$$t_2 = \frac{1}{10} \rightarrow 10\pi \times \frac{1}{10} = \pi = \frac{T}{2}$$



کل مدت زمانی که $U > K$ $= \frac{T}{8} + \frac{T}{12} = \frac{5T}{24}$

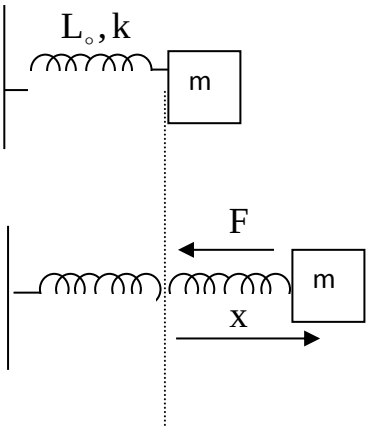
$$t_{کل} = \frac{5 \times \frac{1}{5}}{24} = \frac{1}{24}\ s$$

$$w = 10\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{1}{5}\ s$$

(گزینه ۲ صحیح است)

نکات مربوط به نوسان فنر

اگر جســمی به جرم m را به فنری به ثابت K متصــل کرده و از وضــع تعادل منحرف کنیم دوره تناوب و بسامد از روابط زیر بدست می آید



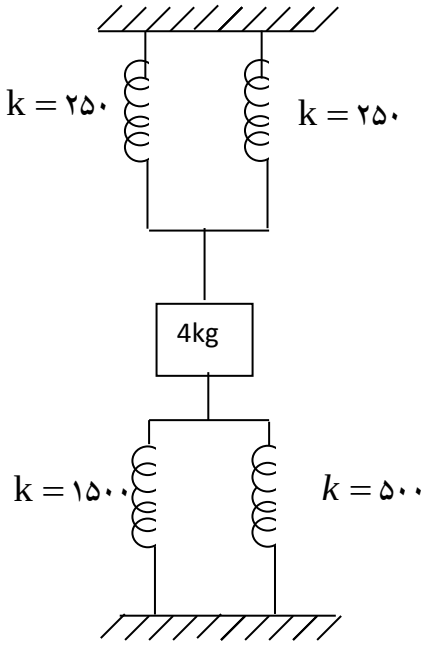
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

تست: مطابق شکل دو فنر از یک سر به جرم ۴ کیلوگرم بسته شده است و سرهای دیگرشان به دو نقطه‌ی ثابت وصل است. و وزنه نوسان ساده انجام می‌دهد دوره نوسان‌های کم دامنه‌ی جسم تقریباً چند ثانیه است؟

۱- ۱۵۰ ۲- ۲۵ ۳- ۰/۶۲ ۴- ۰/۲۵



ابتدا فنر ها را ساده می کنیم در حالت موازی همه فنر ها به جسم متصل اند ولی در حالت سری فقط یکی از فنرها به جسم متصل است

در شکل مقابل چون همه فنر ها به جسم متصل است فنرها موازی اند پس

$$K = 250\ ^{N}/_{m} \qquad K = 1500\ ^{N}/_{m}$$
$$K = 500\ ^{N}/_{m}$$

$$K_T = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$$
$$K_T = 250 + 250 + 1500 + 500 = 2500\ ^{N}/_{m}$$
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{4}{2500}} \rightarrow T = 2\pi \times \frac{2}{50}$$
$$T = \frac{4\pi}{50} = \frac{2\pi}{25} = 0/24 \cong 0/25$$

دستگاه آونگ ساده:

اگر نخ بدون جرم به طول L از سقف آویزان باشد و ذره ای به جرم m به انتهای آن وصل باشد به این مجموعه آونگ می گویند در صورتی که این مجموعه را با دامنه کم $(\theta < 6^\circ)$ به نوسان در آوریم به آن آونگ ساده گفته می شود و دوره و بسامد آن از رابطه زیر بدست می آید

$$\begin{cases} \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \\ f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}} \\ T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \end{cases}$$

تذکر مهم :

در تمام فرمول های بالا منظور از g شتاب نسبی محیط است

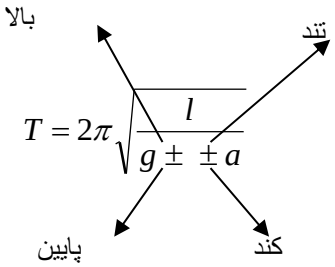
تست : آونگی در شرایط خلأ در سطح کره زمین در حال نو سان ا ست،اگر از سطح کره زمین به اندازه ۰/۲۵ شـــعاع کره زمین بالا برویم و طول آونگ را نیز ۴۴درصـــد افزایش دهیم،دوره تناوب نوسانات چند درصد افزایش میابد ؟

۱/۵ برابر ۱/۲۵ برابر ۲/۳ برابر هیچکدام

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad \frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{\frac{144}{100}L}{\frac{16}{25}g}}}{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} = \sqrt{\frac{\frac{144}{100}}{\frac{16}{25}}} = 1.5$$

نکات تکمیلی آونگ ساده

۱- اگر آونگ در یک آسانسور که با شتاب ثابت a بالا یا پایین می‌رود قرار گیرد رابطه ی ما به صورت زیر.



تست: آونگی ساده داخل آسانسوری که در حال سقوط است قرار دارد. دوره نوسانات آونگ کدام است؟

۱- $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ۲- $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$ ۳- $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$ ۴- اصلاً نوسان نمی‌کند.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g-g}} \rightarrow T = \infty \rightarrow f = \frac{1}{T} = 0$$

پس اصلا نوسان نمی کند

تست: یک ساعت پاندولی داخل یک ماهواره که روی مدار خود به دور کره‌ی زمین در حال دوران است، کار می‌کند. این ساعت نسبت به سطح زمین :

۱- عقب می‌ماند ۲- جلو می‌رود ۳- همان ساعت روی زمین را نشان می‌دهد ۴- اصلاً کار نمی‌کند

پاسخ: گزینه «۴» صحیح است.

اگر یک ماهواره در مدار خود در حال دوران باشد، چون نیروی وزنش با نیروی عکس‌العمل جانب به مرکزش یکدیگر را خنثی می‌کنند پس داخل آن احساس بی‌وزنی حکمفرما است. پس ساعت اصلاً کار نمی‌کند.

۲– اگر به آونگ در تمام طول مسیر نیروی ثابت F وارد شود داریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g \pm \frac{F}{m}}}$$

+ نیرو به سمت پایین

- نیرو به سمت بالا

تست: اگر به گلوله یک آونگ نیرویی به اندازه $\frac{۳}{۴}$ نیروی وزنش وارد شود و به سمت بالا باشد، دوره‌ی نوسانش چند برابر حالتی است که نیرویی به آن وارد نشود؟

۱ ۴ ۰/۵ ۲

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g}{g - \frac{3}{4}g}} = \sqrt{\frac{g}{\frac{1}{4}g}} = \sqrt{4} = 2$$

۳– اگر آونگی از سقف اتومبیلی که با شتاب a (به طور افقی) حرکت می‌کند آویزان شود در آن صورت دوره تناوب آن از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود

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

تست: اتومبیلی با شتاب $10\sqrt{3}$ واحد si در یک جاده افقی در حال حرکت ا ست.آونگی به طول ۲۰ سانتیمتر از سقف آن آویزان ا ست.در صورتیکه شرایط خلا با شد دوره نو سانات تقریبا چند ثانیه است؟

۰/ ۶ ۲/۱ ۸/۱ هیچکدام

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{20 \times 10^{-2}}{\sqrt{300 + 100}}} = 2\pi\sqrt{\frac{2 \times 10^{-1}}{20}} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5} = 0/6$$

۴ – انطباق آونگها:

دو نوسانگر A و B که با دوره‌های T_A و T_B نوسان می‌کنند، پس از t ثانیه به اندازه n نوسان از هم جلو یا عقب می‌افتند که رابطه تستی زیر بین آنها برقرار است:

(اونی که دوره اش کمتره جلو میوفته)

$$n = t \times \frac{|T_A - T_B|}{T_A.T_B} \quad \text{یا} \quad n_A = n_B + x$$

تست: دو آونگ ساده A و B را با هم به نوسان در می‌آوریم،پس از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه آونگ B ۱۰ نوسان کامل از آونگ Aجلو می‌افتد،اگر دوره آونگ A ۱/۸ ثانیه باشد، دوره آونگ B چند ثانیه است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۲ ۳) ۱/۴ ۴) ۱/۶

$$n_B = n_A + 10$$
$$\frac{144}{T_B} = \frac{144}{1/8} + 10$$
$$\frac{144}{T_B} = 80 + 10 \rightarrow T_B = \frac{144}{90} = 1/6$$

تست: اگر آونگی به طول اولیه $L_\circ$ را گرم کنیم دوره آن چندبرابر می‌شود؟

$\sqrt{1+2\alpha\Delta\theta}$ $\sqrt{1-2\alpha\Delta\theta}$ $\sqrt{1-\alpha\Delta\theta}$ $\sqrt{1+\alpha\Delta\theta}$

نکته: اگر آونگ به طول اولیه $L_\circ$ را گرم کنیم طول آن افزایش می یابد پس دوره آن زیاد می شود و از رابطه زیر می توان استفاده کرد

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{\frac{L_\circ(1+\alpha\Delta\theta)}{L_\circ}} = \sqrt{1+\alpha\Delta\theta}$$

نکته : اگر ۲ آونگ با طول های L_1 و L_2 و دوره های T_1 و T_2 را داشته باشیم اگر آونگ ها را به هم بچسبانیم تا طولش $L_1 + L_2$ شود، دوره تناوب از رابطه زیر بدست می آید

$$T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

تست: آونگ A با دامنه ۴cm با سرعت $\frac{\pi}{50}\,m/s$ از مرکز نوسان اش عبور می کند . آونگ B با دامنه ۶cm در حال نوسان است و شتاب آن در انتهای مسیر $\frac{2\pi^2}{75}$ متر برمجذور ثانیه می باشد اگر آونگ ها را به هم بچسبانیم تا طول آن $L_A + L_B$ شود دوره تناوب آونگ جدید چند ثانیه است؟

۴ ۳ ۵ ۸

$$\frac{\pi}{50} = \frac{4}{100} \times \omega_A \rightarrow \omega_A = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T_A} \rightarrow T_A = 4s$$

$$\frac{2\pi^2}{75} = \frac{6}{100} \times \omega_B^2 \rightarrow \omega_B^2 = \frac{4}{9}\pi^2 \rightarrow \omega_B = \frac{2}{3}\pi$$

$$\omega_B = \frac{2\pi}{T_B} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow T_B = 3s$$

$$T = \sqrt{T_A^2 + T_B^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5s$$

جمعبندی آونگ

آونگ عادی

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

آونگ در آسانسور

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

آونگی که به آن نیرو وارد شود

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

آونگی که از سقف یک ماشین آویزان شود

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

بستن دو آونگ به هم دیگر

$$T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

آونگی که دمایش افزایش یابد

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L_\circ(1+\alpha\Delta\theta)}{g}}$$

انطباق آونگ ها

$$n = t \times \frac{T_A - T_B}{T_A \times T_A}$$

تشدید (رزونانس)

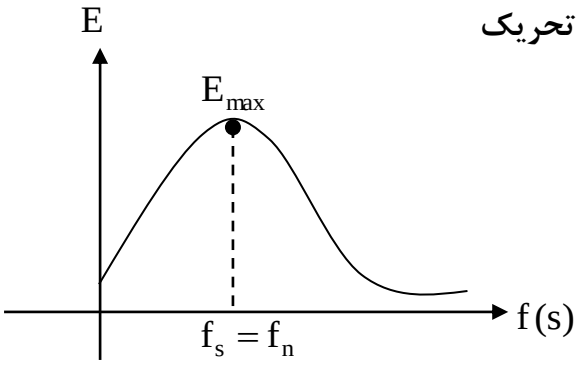
فرکانس طبیعی (f_n): هر دستگاهی برای خود یک فرکانس دارد. اگر آزادانه به نوسان درآید با آن فرکانس نوسان خواهد کرد.

فرکانس طبیعی دستگاه جرم و متر $f_n = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

فرکانس طبیعی آونگ ساده $f_n = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

فرکانس تحریک (f_s): فرکانسی است که توسط یک نیروی خارجی به دستگاه مورد نظر تحمیل می‌شود.

نمودار تجربی انرژی نوسانگر بر حسب فرکانس تحریک



جرم و متر $f = \frac{۲}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

آونگ $f = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

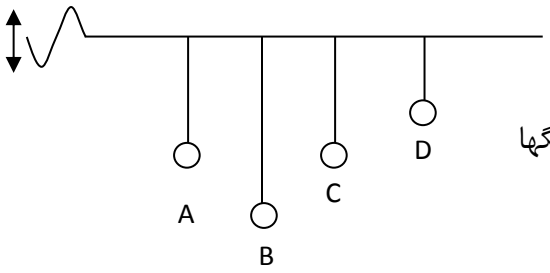
تعریف تشدید: اگر فرکانس طبیعی یک جسم با فرکانس تحریکش برابر شود، انرژی نوسان max شده (دامنه نوسان max شده) به این حالت تشدید یا رزونانس می‌گوییم.

نوسان میرا: نوسانی است که به مرور زمان انرژی خود را از دست داده و دامنه نوساناتش صفر می‌شود.

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

نکته: اگر دو دستگاه دارای فرکانس‌های طبیعی کاملاً یکسان با شند یکدیگر را تشدید می‌کنند. یعنی اگر یکی به نوسان درآید دیگری را نیز به نوسان درمی‌آورد.

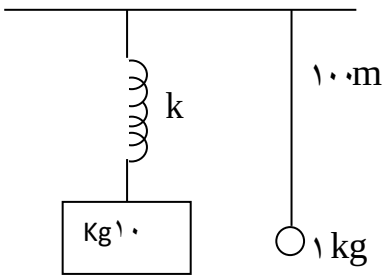
تست : ۴ آونگ مطابق شکل به سیم نازک و محکمی متصل هستند. از یک طرف آن سیم نوسانی تولید کرده و بعد از مدت زمانی نوسان را قطع می‌کنیم. اگر جرم آونگ‌های A , B برابر با m و جرم آونگ C برابر 4m و جرم آونگ D برابر با 8m باشد اگر آونگ A با دامنه کم شروع به نوسان کند،کدام آونگ یا آونگها، با آونگ A به حالت تشدید در می‌آید؟



فقط آونگ C فقط آونگ B آونگ C و D همه آونگها

پاسخ: هر چهار آونگ شروع به نوسان می‌کنند و چون نوسان میرا است بالاخره متوقف می‌شوند ولی آونگ A و C از همگی دیرتر می‌ایستند زیرا دارای طول‌های یکسان پس فرکانس‌های طبیعی یکسان هستند پس نوسان یکدیگر را تشدید می‌کنند . جرم تاثیری در بسلمد آونگ ها ندارد ودر تشدید آونگ ها طول مهم است (گزینه ۱ صحیح است)

تست: دو دستگاه زیر را در نظر بگیرید. ثابت فنر چند نیوتن برمتر باشد تا اگر آونگ نوسان ساده کند دستگاه جرم و فنر نیز به نوسان درآید؟



۱ ۱۰ ۱۰۰ ۲۰۰

پاسخ:

اگر بخواهیم با نوسانات آونگ جرم و فنر نوسان کم باید یکدیگر را تشدید کرده باشند پس باید دارای فرکانس‌های یکسان باشند.

جرم و متر $f_n = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{l} \Rightarrow \frac{k}{۱۰} = \frac{۱۰}{۱۰۰} \Rightarrow k = ۱N/M$$

$$f_n = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

آونگ

تست: تعدادی آونگ ساده به طول‌های ۱۰cm، ۳۵cm، ۴۵cm، ۵۰cm، از میله‌ای افقی آویزان می‌کنیم و میله را با بسامد زاویه‌ای در بازه ی ۲ rad/s تا ۵ rad/s به طور افقی به نوسان درمی‌آید. کدام آونگ ها دچار تشدید می‌شوند ؟ (10N/kg= گرانش) (مشابه سنجش)

۱) آونگ های و ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متری
۲) آونگ های ۴۵ و ۵۰ سانتی‌متری
۳) تمام آونگ ها
۴) هیچکدام از آونگ ها

اول از روی فرمول ω طول هایی که میتوانند تشدیدساز باشند را محاسبه می‌کنیم

$$2 = \sqrt{\frac{10}{L}} \quad L = 2.5 = 250Cm$$

$$5 = \sqrt{\frac{10}{L}} \quad L = \frac{10}{25}m = 40Cm$$

پس فقط آونگ هایی که طولشون بین ۴۰ تا ۲۵۰ سانتیمتر باشه دچار تشدید میشن پس گزینه ۲ صحیح است

تست ۱: کدام‌یک از عبارت‌های زیر، نادرست است؟

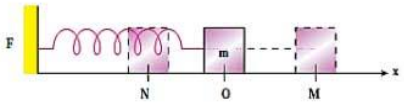
۱) در یک حرکت نوسانی به تعداد سیکل‌های کامل انجام شده در واحد زمان، بسامد(فرکانس)(تواتر) میگوییم و واحد آن هرتز است

۲) حرکت های دایره ای یکنواخت نوسانی نیستند ولی حرکت‌های رفت و برگشتی پی‌درپی یک جسم، حرکت نوسانی است

۳) ضربان قلب انسان همواره، یک حرکت نوسانی دوره‌ای است.

۴) حرکت نوسانی و حرکت های دایره ای که هر چرخهٔ آن در دورهای دیگر دقیقاً تکرار شود، دوره‌ای نام دارد.

تست ۲: با توجه به نوسان مقابل کدام گزینه غلط است؟



۱) از N به سمت O بردارهای سرعت و شتاب مختلف الجهت هستند

۲) از O به M بردار سرعت همجهت با محور x ها و بردار شتاب خلاف جهت محور xها است

۳) در نقاط M و N سرعت و انرژی جنبشی صفر و نیرو و انرژی پتانسیل بیشینه است

۴) در نقاطه O سرعت و انرژی جنبشی بیشینه و نیرو و شتاب صفر است

تست ۳:

در حرکت نوسانی هماهنگ، در کدام‌یک از موارد زیر، مکان نوسان‌کننده الزاماً منفی است؟

۱) سرعت مثبت باشد ۲) شتاب مثبت باشد

۳) سرعت منفی باشد ۴)هیچکدام ، علامت مکان مستقل از سرعت و شتاب است

تست ۴:

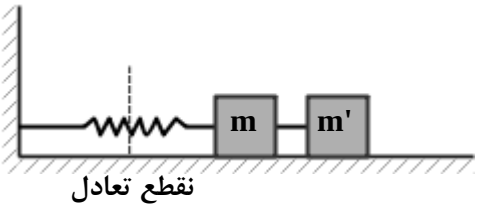
نوسانگر وزنه – فنر، روی سطح افقی بدون اصطکاک، با دامنهٔ A_1 و بسامد f_1 نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که نوسانگر در بیش‌ترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد، $\frac{3}{4}$ جرم وزنه، کنده شده و جدا می‌شود و جرم باقی‌ماندهٔ متصل به همان فنر به نوسان ادامه می‌دهد. اگر در این حالت بسامد، f_2 و دامنه، A_2 باشد، نسبت‌های $\frac{A_2}{A_1}$ و $\frac{f_2}{f_1}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱ و ۲ ۳) ۲ و ۱ ۴) ۲ و ۲

سراسری – ریاضی – سرلسری – آزاد (۹۳)

تست ۵:

در شکل زیر m و m' با میلهٔ سبکی به هم متصل‌اند. دستگاه حول نقطهٔ تعادل نوسان می‌کند. لحظه‌ای که جرم‌ها به دورترین فاصله از نقطهٔ تعادل می‌رسند، جرم m' را جدا می‌کنیم. دامنهٔ نوسان جرم m چه قدر می‌شود؟



۱) کم‌تر می‌شود.

۲) بیش‌تر می‌شود.

۳) تغییر نمی‌کند.

۴) بدون داشتن ثابت فنر و جرم‌ها نمی‌توان پاسخ داد.

المپیاد فیزیک – مرحله اول

تست ۶:

معادلهٔ مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/02Cos\frac{\pi}{2}t$ است. در کدام بازهٔ زمانی (بر حسب ثانیه) شتاب و سرعت در جهت محور x (مثبت)اند؟

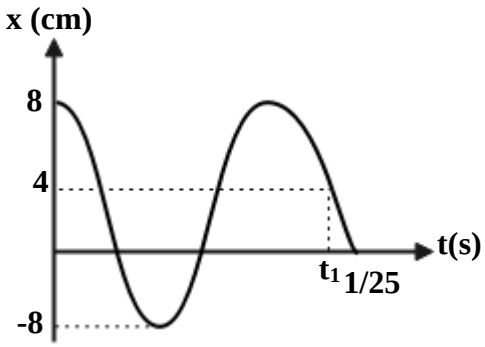
۱) صفر تا ۱ ۲) ۱ تا ۲

۳) ۲ تا ۳ ۴) شتاب هرگز در جهت محور x نمی‌شود.

کنکورهای خارج از کشور – سراسری - ریاضی

تست ۷:

شکل زیر، نمودار مکان – زمان نوسانگر ساده‌ای را نشان می‌دهد. مقدار t_1 چند ثانیه است؟



۱) ۱

۲) $\frac{1}{6}$

۳) $\frac{5}{6}$

۴) $\frac{7}{6}$

تست ۸:

X و A به ترتیب، مکان و دامنهٔ یک نوسانگر ساده است. در لحظهٔ t_1، $x = \frac{\sqrt{3}}{2}A$ است و جهت حرکت نوسانگر در آن لحظه به سمت مرکز نوسانگر است. اگر یک ثانیهٔ بعد، نوسانگر دوباره به همان مکان برسد، دورهٔ این نوسان چند ثانیه است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۲/۴ ۴) ۳/۶

کنکور– سراسری

تست ۹:

معادلهٔ حرکت هماهنگ جسمی در SI به صورت $x = 0/04Cos\ \frac{\pi}{4}t$ است.

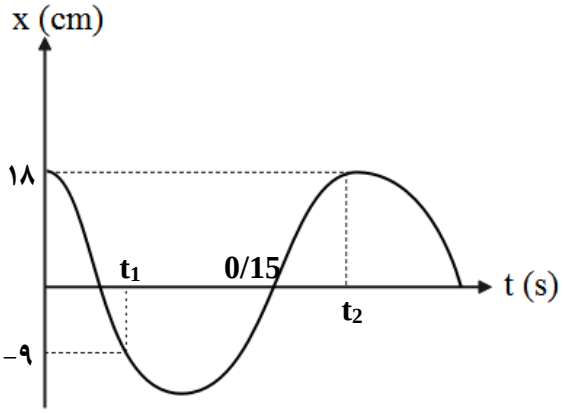
در فاصلهٔ زمانی $1s \leq 1 \leq 3s$ مسافتی که این جسم می‌پیماید، چند سانتی‌متر است؟

۱) $4\sqrt{2}$ ۲) ۱۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۵۰

آزمون‌های آزمایشی ریاضی – سال تحصیلی ۹۳-

تست ۱۰:

نمودار مکان – زمان نوسانگری به صورت زیر است. سرعت متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی t_1 و t_2 چند $\frac{cm}{s}$ است؟



۱) ۳۵/۸

۲) ۲۲/۵

۳) ۲/۰۲۵

۴) ۵۰/۴

تست ۱۱:

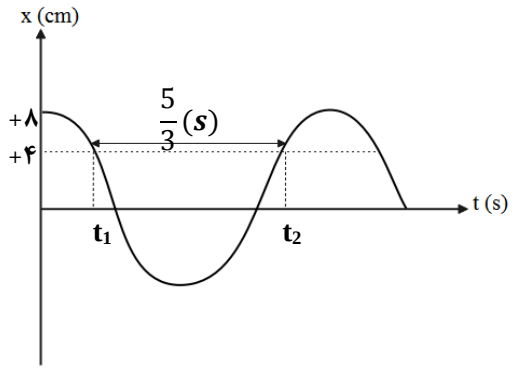
معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به صورت $x = 0/02Cos\frac{\pi}{2}t$ است. تندی متوسط نوسان‌گر در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{2}s$ تا $t_2 = \frac{30}{12}s$، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

سراسری – ریاضی

تست ۱۲:

نمودار مکان – زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است، بیشینه تندی نوسانگر تقریبا چند متر بر ثانیه است؟ $(\pi = 3)$

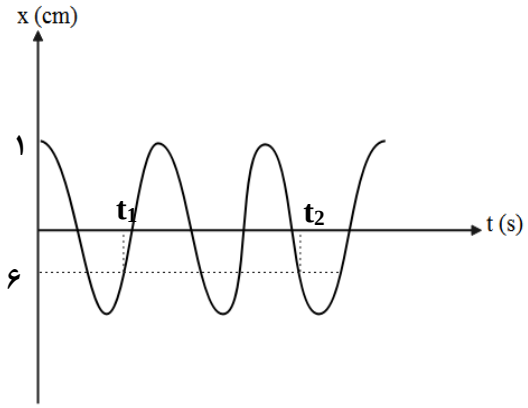


۱) ۰/۱۹۲ ۲) ۰/۳۲۶

۳) ۰/۱۲۳ ۴) ۰/۱۵۹

تست ۱۳:

نمودار مکان – زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و دارای تندی بیشینه $6\frac{cm}{s}$ است مطابق شکل زیر است. $(t_2 - t_1)$ چند ثانیه است؟ $(\pi = 3)$



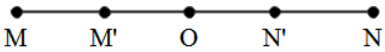
۱) ۲۰ ۲) ۱۷

۳) ۳۶ ۴) ۱۸

تست ۱۴:

نوسانگری روی پاره‌خط MN نوسان میکند و در هردوره مسافت ۲۴ سانتی متر را میپیماید

اگر زمانی که طول می‌کشد تا پاره‌خط M'N' را طی کند برابر $\frac{1}{2}$ ثانیه باشد، بزرگی سرعت هنگام عبور از نقطهٔ O چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

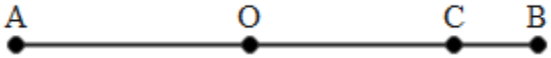


$MM' = N'N = 3cm$

۱) $2\sqrt{3}\pi$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$ ۳) 4π ۴) 2π

تست ۱۵:

نوسانگری روی پاره‌خط $AB = 20cm$ حرکت نوسانی ساده دارد به طوری که فاصله C تا B را در مدت حداقل $\frac{\pi}{2}$ ثانیه طی می‌کند، O وسط AB و $OC = 5\sqrt{2}cm$ است. سرعت نوسانگر هنگام عبور از نقطهٔ O چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



۱) ۲/۵ ۲) ۲۰

۳) ۵ ۴) ۳/۵

تست ۱۶:

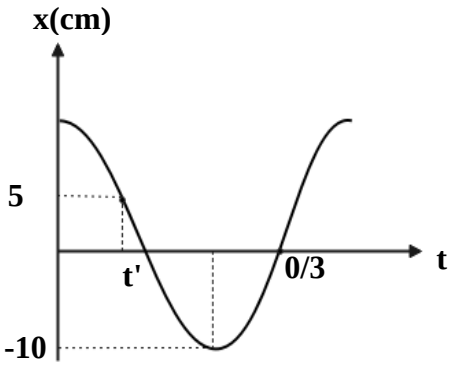
با توجه به نمودار مکان – زمان نوسانگر داده شده کدام گزینه درست است؟ $(\pi^2 \approx 10)$

۱) بسامد نوسانگر $4Hz$ است.

۲) معادلهٔ حرکت در SI به صورت $x = 10 \times 10^{-2} Sin(6\pi t)$ است.

۳) شتاب نوسانگر در لحظهٔ t' برابر با $-12/5 \frac{m}{s^2}$ است..

۴) $t' = \frac{T}{8}$ برابر با است



تست ۱۷:

در لحظه‌ای که سرعت یک نوسان‌گر ساده به صفر می‌رسد، شتاب آن به $80 \frac{m}{s^2}$ می‌رسد و در لحظه‌ای که نیروی وارد بر آن صفر می‌شود، سرعت آن $2 \frac{m}{s}$ می‌شود. معادلهٔ مکان – زمان آن نوسان‌گر در SI، کدام است؟

۱) $x = 0/05Sin(40t + \frac{\pi}{2})$

۲) $x = 0/04Cos40t$

۳) $x = 0/05Sin40t$

۴) $x = 0/05Sin80t$

تست ۱۸:

در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت دلخواه $\frac{1}{4}$ دوره، کم‌ترین مسافتی که نوسان‌گر طی می‌کند چند برابر دامنه است؟ $(\sqrt{2} = 1/4)$

۱) ۰/۳

۲) ۰/۶

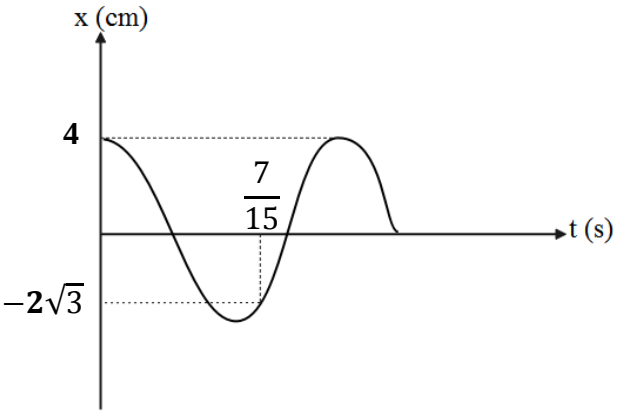
۳) ۰/۷

۴) ۱/۴

کنکورهای خارج از کشور – سراسری – ریاضی

تست ۱۹:

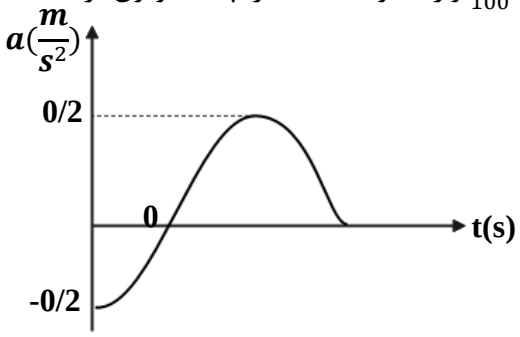
نمودار مکان – زمان متحرکی که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. در مدت دلخواهی به اندازهٔ $\frac{1}{4}$ دوره، بیش‌ترین مقدار سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟



۱) $\frac{\sqrt{2}}{10}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{5}$ ۳) $\frac{1}{5}$ ۴) $\frac{2}{5}$

تست ۲۰:

برای یک سامانهٔ وزنه – فنر نمودار شتاب – زمان مطابق شکل زیر است. وزنه در لحظه $t = 3s$ برای دومین بار از مبدأ می‌گذرد. اگر در لحظهٔ $t = 2s$ به وزنه نیرویی به بزرگی $\frac{4}{100}N$ وارد شود، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(\pi^2 = 10)$



۱) ۰/۵ ۲) ۰/۳۵ ۳) ۴۵ ۴) ۰/۳

تست ۲۱:

نوسانگری به جرم 100g به انتهای فنری که ثابت آن $40\frac{N}{m}$ است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسان‌گر 8mJ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسان‌گر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

۱) $\frac{\sqrt{2}}{10}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{5}$ ۳) $10\sqrt{2}$ ۴) $20\sqrt{2}$

سراسری – ریاضی - ۹۸

تست ۲۲:

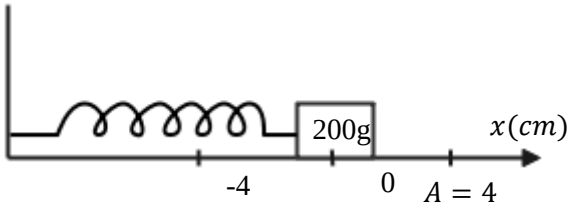
معادلهٔ مکان – زمان نوسان‌گری در SI به صورت $x = 0/02Cos100\pi t$ است. در لحظهٔ $t = \frac{1}{150}s$، انرژی پتانسیل کشسانی نوسان‌گر چند برابر انرژی جنبشی آن است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

سراسری – ریاضی - ۹۷

تست۲۳:

مطابق شکل زیر، نوسان‌گری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسان‌گر از مکان $x_1 = 1cm$ در جهت مثبت محور x عبور کند و به مکان $x_2 = -1cm$ برسد، باربر ۲ ثانیه باشد، انرژی مکانیکی نوسان‌گر چند میلی‌ژول است؟ $(\pi^2 = 10)$

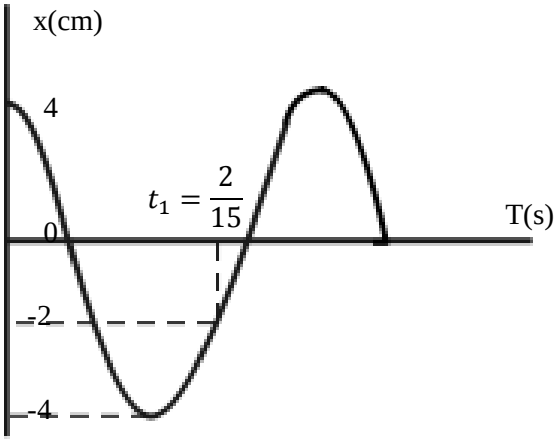


۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

سراسری – تجربی - ۱۴۰۰

تست۲۴:

نمودار مکان – زمان نوسان‌گری به جرم ۵۰ گرم مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسان‌گر چند ژول است؟ $(\pi^2 = 10)$



۱) $\frac{1}{250}$

۲) $\frac{1}{25}$

۳) $\frac{2}{5}$

۴) $\frac{1}{50}$

سراسری – تجربی – ۱۴۰۰

تست۲۵:

معادله مکان – زمان حرکت نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = ACos\frac{\pi}{24}t$ است. میان $t_1 =$ 16s تا $t_2 = 45s$، چند ثانیه انرژی پتانسیل نوسانگر بزرگ‌تر یا مساوی با انرژی جنبشی آن است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۲ ۳) ۱۸ ۴) ۱۵

آزمون‌های آزمایشی دوازدهم – سال تحصیلی ۹۹-۹۸

۹۲

تست۲۶:

معادلهٔ حرکت نوسانگر وزنه – فنر در SI به صورت $x = 0.05Cos30t$ است. اگر بیشینه انرژی جنبشی آن 50mJ باشد، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۵۰

آزمون‌های آزمایشی دوازدهم – سال تحصیلی ۹۸-۹۷

تست۲۷:

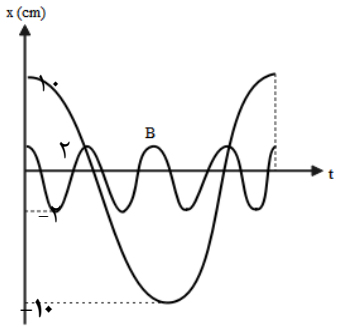
نوسانگری به جرم 200g به انتهای فنری که ثابت آن $k = 20\frac{N}{M}$ است، بسته شده و روی سطح افقی روی پاره‌خطی به طول 10cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه‌ای که از ۲ سانتی‌متر مرکز نوسان عبور می‌کند، چند میلی‌ژول است؟

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۲۱ ۴) ۲۵

سراسری – تجربی - ۹۶

تست۲۸:

شکل روبه‌رو، نمودار مکان – زمان دو نوسان‌گر A و B را نشان می‌دهد، اگر جرم نوسان‌گر B، پنج برابر جرم نوسان‌گر A باشد، انرژی مکانیکی نوسان‌گر A چند برابر انرژی مکانیکی نوسان‌گر B است؟



۱) $\frac{5}{16}$ ۲) $\frac{16}{5}$

۳) $\frac{5}{9}$ ۴) $\frac{16}{25}$

سراسری – تجربی – سراسری – آزاد (۹۳)

تست۲۹:

دورهٔ نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین، برابر ۲ ثانیه است و در مدت ۲/۶ دقیقه N نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان، $N - 18$ نوسان کامل انجام دهد؟

۱) ۶۹ درصد کاهش ۲) ۶۹ درصد افزایش ۳) ۳۱ درصد کاهش ۴) ۳۱ درصد افزایش

تست۳۰:

یک ساعت آونگ‌دار (با آونگ ساده) در دمای $°C$، تنظیم شده است. اگر دما $50°C$ افزایش یابد، این ساعت جلو می‌افتد یا عقب و چند درصد دوره تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط خطی نخ آونگ $\alpha = 10^{-4}K^{-1}$ است.)

۱) جلو، ۰/۵ ۲) عقب، ۰/۵ ۳) جلو، ۰/۲۵ ۴) عقب، ۰/۲۵

سؤالات گردآوری شده – سری ۸ (کنکورهای خوشخوان ۱۴۰۰) – کنکور ۸

تست۳۱:

یک ساعت که با آونگ کار می‌کند، در ارتفاع $5R_c$ از سطح زمین قرار دارد. اگر یک شبانه‌روز در سطح زمین طی شود، عقربهٔ ساعت شمار این ساعت چه مدت زمانی جلو خواهد رفت؟ (آونگ به کار رفته در ساعت را یک آونگ ساده در نظر بگیرید.)

۱) ۲۰ دقیقه ۲) ۴ ساعت ۳) ۲ ساعت ۴) ۱۴۴ ساعت

تست۳۲:

آونگی به طول L_1 حرکت هماهنگ ساده‌ای به دوره $4\ s$ انجام می‌دهد و آونگ دیگری به طول L_2 در همان محل، با دوره تناوب $\sqrt{5}\ s$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر آونگ در طول $L_1 + 4L_2$ را به اندازه $4\ cm$ از وضع تعادل منحرف کرده و رها کنیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. سرعت در مرکز نوسان چند m/s می‌باشد؟ $(\pi \simeq 3)$

۱) $\frac{1}{50}$ ۲) $\frac{1}{12}$ ۳) $\frac{1}{25}$ ۴) $\frac{1}{100}$

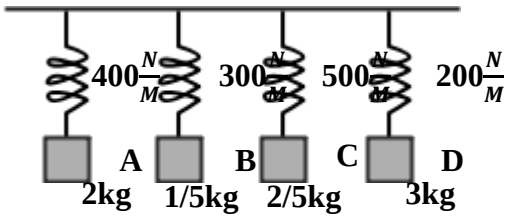
تست۳۳:

نقش یک موج عرضی در $t = ۰\ s$ مطابق شکل روبروست. بزرگی شتاب ذره A در لحظه $\frac{1}{100}$ ثانیه چند برابر تندی متوسط ذره B بین $\frac{1}{200}s$ تا $\frac{3}{200}s$ است؟

۱) $\frac{\pi}{4}$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{4}\pi$ ۴) $\frac{\pi}{2}$

تست۳۴:

در شکل زیر، اگر وزنهٔ A با بسامد طبیعی خود به نوسان درآید، پدیدهٔ تشدید برای کدام‌یک از وزنه‌های دیگر رخ می‌دهد؟



۱) B و D

۲) C و D

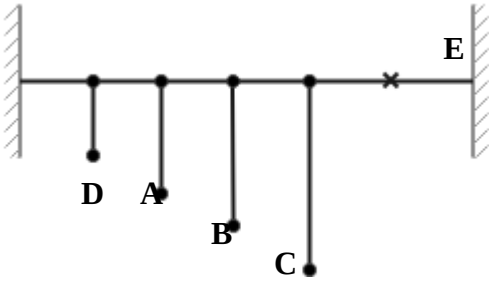
۳) B و C

۴) B و C ،D

تست35:

مطابق شکل چهار آونگ A، B، C و D که طول آن‌ها به ترتیب برابر با $L_A = 15cm$ ،$L_B = 45cm$ ،$L_C = 70cm$ ،$L_D = 120cm$ به طناب افقی متصل هستند. اگر از نقطهٔ E آونگی وادارنده با طول متغیر که دورهٔ تناوب آن $1(s) < T < 2(s)$ را بسته و آن را به نوسان درآوریم، در کدام آونگ‌ها تشدید رخ می‌دهد؟

$(\pi^2 \approx g)$



۱) A، D و C

۲) C، A و B

۳) B و D

۴) B و C

تست ۱ : پاسخ گزینه ۳

ضربان قلب انسان در یک بازهٔ زمانی معین و کوتاه، یک حرکت نوسانی دوره‌ای است. ولی اگر بازه زمانی طولانی و غیر معین باشد دوره ای نیست

تست ۲ :

پاسخ گزینه ۱ :

از N به سمت O بردارهای سرعت مثبت و شتاب نیز مثبت است پس همجهت هستند

تست ۳ :

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ $a = -\omega^2 x$، چون مقدار ω^2 همواره مثبت است، بردارهای شتاب و مکان همواره مختلف‌العلامه هستند .بنابراین زمانی که شتاب مثبت باشد، حتماً نوسان‌گر در مکان منفی قرار میگیرد.

تست ۴ :

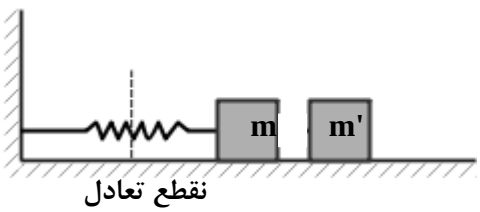
گزینه ۲ پاسخ صحیح است، چون در بعد ماکزیمم جرم کم شده، بنابراین دامنهٔ نوسان ثابت می‌ماند و $\frac{A_2}{A_1} = 1$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}} \Rightarrow 2\pi f = \sqrt{\frac{K}{M}} \xrightarrow{K_1=K_2} \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{M-\frac{3}{4}M}{M}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4}M}{M}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 2$$

تست ۵ :

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای این که دستگاه نوسان کند، کافی است که یک عامل خارجی وزنه‌ها را روی سطح افقی بدون اصطکاک در راستای طول فنر بکشد یا هل دهد به طوری که طول فنر از حالت عادی بیشتر یا کمتر شود و سپس آن را رها کند. پس از رها شدن وزنه‌ها نیروی بازگردانندهٔ فنر به آن‌ها شتاب می‌دهد و سرعت وزنه‌ها را زیادتر می‌کند. با حرکت وزنه‌ها به طرف نقطهٔ تعادل، طول فنر به طول عادی آن نزدیک می‌شود. هنگامی که وزنه‌ها به نقطهٔ تعادل برسند، دیگر نیروی بازگردانندهٔ فنر به آن‌ها وارد نمی‌شود و سرعت

وزنه‌ها در این نقطه بیشترین است، از این پس وزنه‌ها به علت سرعتی که دارند ادامهٔ مسیر می‌دهند و با این کار نیروی بازگردانندهٔ فنر در خلاف جهت سرعت وزنه‌ها ظاهر می‌شود و به آن‌ها وارد می‌شود و سرعت آن‌ها را کم می‌کند تا سرانجام در بیشترین یا کمترین طول فنر برای لحظه‌ای متوقف می‌شوند و خواهند ایستاد. در حرکت نوسانی دستگاه جرم – فنر، انرژی موجود در دستگاه میان انرژی جنبشی وزنه و انرژی پتانسیل کشسانی فنر توزیع می‌شود. انرژی جنبشی وزنه مربوط به جرم و سرعت آن و انرژی جنبشی وزنه و انرژی پتانسیل کشسانی فنر توزیع می‌شود. انرژی جنبشی وزنه مربوط به جرم و سرعت آن و انرژی پتانسیل کشسانی فنر مربوط به تغییر طول آن است. در دو انتهای حرکت که فنر بیشترین یا کمترین طول را دارد، سرعت وزنه‌ها صفر است، در این نقاط انرژی جنبشی دستگاه صفر است و تمام انرژی دستگاه به صورت انرژی پتانسیل کشسانی در می‌آید. در نقطهٔ تعادل که تغییر طول فنر صفر است، انرژی پتانسیل کشسانی فنر صفر است و تمام انرژی به صورت انرژی جنبشی ظاهر می‌شود، در نتیجه سرعت وزنه‌ها در گذر از نقطهٔ تعادل بیشترین است. در لحظه‌ای که وزنهٔ m’ را جدا می‌کنیم، جرم‌ها در دورترین فاصله از نقطهٔ تعادل هستند، پس سرعت آن‌ها و انرژی جنبشی وزنه‌ها صفر است و تمام انرژی دستگاه به صورت انرژی پتانسیل کشسانی است که به تغییر طول فنر بستگی دارد. با جدا کردن وزنهٔ m’ و باقی‌ماندن وزنهٔ m، انرژی مکانیکی دستگاه تغییر نمی‌کند و همان انرژی پتانسیل کشسانی فنر در دستگاه باقی می‌ماند. حال این انرژی مکانیکی ثابت و مشخص در مراحل بعدی بین انرژی جنبشی وزنهٔ m و انرژی پتانسیل کشسانی فنر توزیع می‌شود. با توجه به ثابت بودن این انرژی نتیجه می‌گیریم که در حداکثر فشردگی فنر و دامنهٔ نوسان جرم تغییری ایجاد نمی‌شود و دامنهٔ نوسان ثابت باقی می‌ماند. نکتهٔ بسیار مهمی که باید در این‌جا به آن اشاره کنیم آن است که دامنهٔ نوسان مستقل از جرم وزنه‌های دستگاه است، در اینجا با کاهش جرم وزنه‌ها از m+m’ به m و با توجه به این که فنر، نیروی کشسانی فنر و دامنهٔ نوسان دستگاه ثابت است، شتاب حرکت نوسانی افزایش می‌یابد در نتیجه انتظار داریم که بیشترین سرعت دستگاه در نقطهٔ تعادل افزایش یابد و این انرژی مکانیکی به صورت انرژی جنبشی جرم m درآید و در ضمن زمان نوسان و دوره تناوب نوسان دستگاه کاهش یابد زیرا دورهٔ تناوب طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}$ با جرم رابطهٔ مستقیم دارد.



تست ۶:

اگر به تابع نوسان دقت کنید میبینید که گزینهٔ ۳ پاسخ صحیح است. این موضوع در ناحیه ۳ رخ میده. یعنی از $\frac{T}{2}$ تا $\frac{3T}{4}$ پس: $T = 4s \rightarrow (2,3)$

تست ۷:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\mathbf{1.25 = T + \frac{1}{4}T} \quad \mathbf{T = 1}$$

$$\mathbf{t_1 = T + \frac{1}{6}T = \frac{7}{6}}$$

تست ۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{T}{6} + \frac{T}{2} + \frac{T}{6} = 1 \quad T = 1.2$$

تست ۹:

گزینهٔ ۱ پاسخ صحیح است.

$$\omega = \frac{\pi}{4} \quad T = 8$$

در لحظهٔ $t = 1s$ مکان این نوسانگر را به دست می‌آوریم.

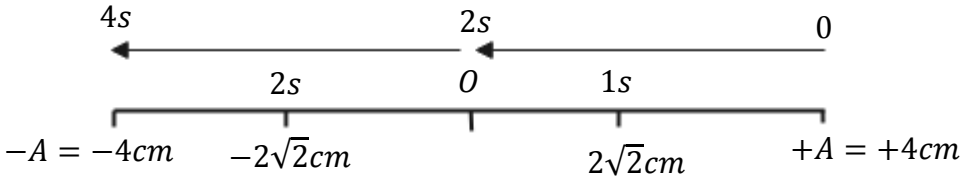
$$t = 1s \Rightarrow x = 0/04\ Cos(\frac{\pi}{4} \times 1) = 0/04\ \frac{Cos\,\pi}{4} = 0/04 \times \frac{\sqrt{2}}{2} m = 0/02\sqrt{2}m = 2\sqrt{2}cm$$

همچنین برای لحظهٔ $t = 3s$ خواهیم داشت:

$$t = 3s \Rightarrow x = 0/04\ Cos(\frac{\pi}{4} \times 3) = 0/04\ Cos\frac{3\pi}{4} = 0/04 \times \frac{-\sqrt{2}}{2} = -0/02\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow x = -0/02\sqrt{2}m = -2\sqrt{2}cm$$

می‌دانیم $\omega = \frac{2\pi}{T} \leftarrow T = 8s$ به شکل دقت کنید.



$$\text{مسافت طی شده} = 2 \times 2\sqrt{2} = 4\sqrt{2}cm$$

تست ۱۰:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{3T}{4} = 0.15 \quad T = .0.20 \quad \Delta t = \frac{T}{2} + \frac{T}{6} = \frac{8}{60} \quad V = \frac{0.27}{\frac{8}{60}} = 2.025$$

تست ۱۱:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\omega = \frac{\pi}{2} \quad T = 4$$

$$\frac{25}{12} - \frac{1}{2} = 2 \quad \text{یعنی } \Delta t = \frac{T}{2} \Longrightarrow S_{av} = \frac{2A}{\frac{T}{2}} = \frac{4A}{T} = \frac{4 \times 2}{4} \Rightarrow \overline{S} = 2\frac{cm}{s}$$

تست ۱۲:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. لحظه‌های t_1 و t_2 اولین و دومین زمانی هستند که $x = 2cm$ می‌شود.

$$\omega = \frac{\text{زاویه}}{\text{زمان}} \Rightarrow \omega = \frac{\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6} + \pi}{\frac{5}{3}} = \frac{4\pi}{5} = \frac{12}{5}\frac{rad}{s}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3}\omega = \frac{4\pi}{3} \Rightarrow \omega = \frac{4\pi}{5} = \frac{12}{5}\frac{rad}{s}$$

$$\Rightarrow V_{max} = A\omega = \frac{8}{100} \times \frac{12}{5} = \frac{16}{125}\left(\frac{m}{s}\right) = 0/192\ \frac{m}{s}$$

تست ۱۳ :

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V_m = A\omega \quad 6 = 12\omega \quad \omega = \frac{1}{2}$$

$$\omega = \frac{\text{زاویه}}{\text{زمان}} = \quad \frac{1}{2} = \frac{3\pi + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}}{(t_2 - t_1)} \quad \overset{\pi=3}{\Longrightarrow} (t_2 - t_1) = 20(s)$$

تست ۱۴ :

جواب گزینه ۳ می باشد

مسافت هر دوره رو تقسیم بر ۴ کنیم دامنه به دست میاد پس دامنه ۶ سانتیمتر هست

از طرفی :

$$\frac{T}{12} + \frac{T}{12} = 0.5 \quad T = 3 \quad \omega = \frac{2\pi}{3} \qquad V = A\omega \quad 6 \times \frac{2\pi}{3} = 4\pi$$

تست ۱۵ :

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$Cos\theta = \frac{5\sqrt{2}}{10} = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{4} rad \rightarrow \Delta\theta_{BC} = \frac{\pi}{4} rad$$

$$\Delta\varphi = \omega\, \Delta t \rightarrow \frac{\pi}{4} = \omega \times \frac{\pi}{2} \rightarrow \omega = \frac{1}{2}\frac{rad}{s}$$

$$V_{max} = A\omega = 10 \times \frac{1}{2} = 5\frac{cm}{s}$$

تست ۱۶ :

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

بررسی علت نادرستی گزینهٔ یک: $\frac{3T}{4} = 0/3 \Rightarrow T = 0/4s \Rightarrow f = 2/5Hz$

بررسی علت نادرستی گزینهٔ دو : $x = A\,Cos(\omega t) \Rightarrow x = 10 \times 10^{-2} Cos(5\pi t)$

بررسی درستی گزینهٔ سه : $a = -\omega^2 x \Rightarrow a-= -(5\pi)^2(\frac{5}{100}) = -12/5\ \frac{m}{s^2}$

بررسی علت نادرستی گزینه چهار : $t' = \frac{T}{6}$

تست ۱۷ :

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V = 0 \Longrightarrow a = A\omega^2 = 80\frac{m}{s^2} \xrightarrow{\text{تقسیم}} \omega = 40\frac{rad}{s}$$
$$F = 0 \Longrightarrow V = V_{max} = A\omega = 2\frac{m}{s}$$

$$\Longrightarrow A = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}m = 0/05m \Longrightarrow x = ACos\omega \Longrightarrow x = 0/05Cos40t$$

$$\boldsymbol{x = 0.05\ \sin(40t + \frac{\pi}{2})}$$

تست ۱۸ :

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

نکته: کم‌ترین مسافت طی شده در یک بازه متقارن در اطراف در انتهای پاره‌خط نوسان رخ می‌دهد. (چرا که در دو انتهای پاره‌خط نوسان سرعت برابر صفر است.)

$$\text{مسافت کمینه} = A(2 - \sqrt{2})$$

$$\Rightarrow \text{کمترین مسافت} = 0/6A$$

تست۱۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از روی نمودار می‌توان دورهٔ حرکت را به دست آورد.

قبلا نکته شو گفتم بیشترین جابه جایی در $\frac{1}{4}T$ برابر با $\sqrt{2}A$ است حالا کافیه این عدد رو به زمان گفته شده تقسیم کنیم تا بیشترین سرعت متوسط به دست بیاد ولی قبلش اول باید دوره رو پیدا کنیم:

$$\frac{3T}{4} - \frac{T}{6} = \frac{7}{15} \quad T = 0.8$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\sqrt{2}A}{\frac{1}{4}T} = \frac{\sqrt{2} \times 4cm}{\frac{1}{4} \times 0/8s} = \frac{\sqrt{2}}{5}\frac{m}{s}$$

تست۲۰:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در لحظهٔ $t = 3s$ متحرک برای دومین بار از مبدأ (یعنی $x = 0$) می‌گذرد بنابراین:

$$\frac{3T}{4} = 3 \quad T = 4$$

$$F = ma \Rightarrow \frac{4}{100} = m \times 0/2 \Rightarrow m = \frac{2}{10} kg$$

در گام آخر برای به دست آوردن ثابت فنر به سادگی داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k}{m} \xrightarrow[\pi^2 = 10]{T=4s;m=0/2kg} \frac{4(10)}{4^2} = \frac{k}{0/2} \Rightarrow k = 0.5 \frac{N}{m}$$

تست۲۱:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است، انرژی مکانیکی نوسان‌گر ثابت است پس داریم:

$$E = U + K \Rightarrow 0/008 = 2K \Rightarrow K = 4 \times 10^{-3} J$$

$$K = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 0/1 \times V^2 \Rightarrow V^2 = 8 \times 10^{-2} \Rightarrow V = 2\sqrt{2} \times 10^{-1} = \frac{\sqrt{2}m}{5s}$$

تست۲۲:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{matrix} x = 0/02Cos100\pi t \\ t = \frac{1}{150} s \end{matrix}\right\} \Rightarrow x = 0/02Cos(100\pi \times \frac{1}{150})$$

$$x = 0/02Cos(\frac{2\pi}{3}) = -0/01 \Rightarrow x = \frac{-A}{2}$$

$$\frac{U}{K} = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2 x^2}{\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)} = \frac{x^2}{A^2 - x^2} \Rightarrow \frac{U}{K} = \frac{\left(\frac{-A}{2}\right)^2}{A^2 - \left(\frac{-A}{2}\right)^2} = \frac{\frac{A^2}{4}}{\frac{3A^2}{4}} \Rightarrow \frac{U}{K} = \frac{1}{3}$$

تست۲۳:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$M = 0/2kg$$

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

$$2 = \frac{T}{2} \Rightarrow T = 4s$$

یعنی 2A را طی کرده یعنی $\frac{T}{2}$ طول کشیده پس داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{10}{4}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 0/2 \times \frac{10}{4} \times 16 \times 10^{-4} = 0/4mg$$

تست۲۴:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$x = -\frac{A}{2} \Rightarrow \Phi \begin{cases} \pi - \frac{\pi}{3} & \text{از مرکز دور} \\ \pi + \frac{\pi}{3} & \text{به مرکز نزدیک} \end{cases}$$

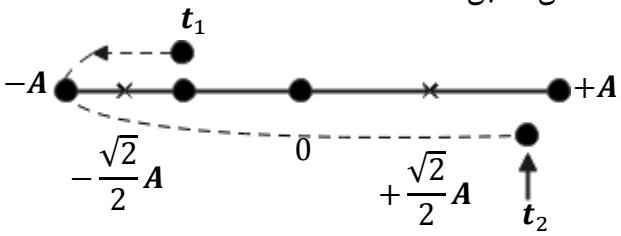
$$\Delta\Phi = \frac{4\pi}{3} \Longrightarrow \Delta t = \frac{4T}{6} = \frac{2T}{3} = \frac{2}{15} \Longrightarrow T = \frac{1}{5}s$$

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \times (4 \times 10^{-1})^2 \times (10\pi)^2 = \frac{1}{25}J$$

تست۲۵:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در $x = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر با یکدیگر برابر هستند.

در $|x|$های بزرگتر از $\frac{\sqrt{2}}{2}A$، انرژی پتانسیل بزرگ‌تر از انرژی جنبشی نوسانگر است، به کمک $x = A\,Cos\omega t$ و حل معادله مثلثاتی، مکان نوسانگر میان t_1 و t_2 به صورت شکل مقابل است.



نوسانگر در لحظه‌ای $\frac{T}{8}$, $\frac{3T}{8}$, $\frac{4T}{8}$و $\frac{7T}{8}$ در مکان‌های $x=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$ است. با توجه به مسیر حرکت نوسانگر جامانده است. میان لحظه‌های t_1 تا t_2 انرژی پتانسیل، این نوسانگر میان $\frac{3T}{8}$ تا $\frac{5T}{8}$ و پس از $\frac{7T}{8}$ تا t_2 بزرگتر از انرژی جنبشی آن است:

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\rightarrow\frac{\pi}{24}=\frac{2\pi}{T}\rightarrow T=48s$$

$$\Delta t=\frac{T}{4}+\left(t_2-\frac{7T}{8}\right)=\frac{48}{4}+\left(25-\frac{7\times48}{8}\right)=12+3=15s$$

تست۲۶:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر ساده، برابر انرژی مکانیکی آن است. پس داریم:

$$k_{max}=E=\frac{1}{2}kA^2\Rightarrow50\times10^{-3}=\frac{1}{2}k\times25\times10^{-4}\Rightarrow k=40\frac{N}{m}$$

تست۲۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$K=E-U\Rightarrow K=\frac{1}{2}kA^2-\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}k(A^2-x^2)$$

$$K=\frac{1}{2}\times20((5\times10^{-2})^2-(2\times10^{-2})^2)$$

$$K=10\times10^{-4}(25-4)\Rightarrow K=21\times10^{-3}J=21mJ$$

تست۲۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}A_A=10cm\\A_B=2cm\end{matrix}\Rightarrow\frac{A_A}{A_A}=\frac{10}{2}=5$$

در مدتی که A یک نوسان انجام ،داده B چهار نوسان انجام داده $\Rightarrow T_A=4T_B\Rightarrow\frac{T_B}{T_A}=\frac{1}{4}$

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\xrightarrow{\omega=2\pi/T}E=\frac{1}{2}m(\frac{2\pi}{T})^2A^2=2\pi^2m\frac{A^2}{T^2}$$

$$\frac{E_A}{E_B}=\frac{m_A}{m_B}\times(\frac{A_A}{A_B})^2\times(\frac{T_B}{T_A})^2=\frac{1}{5}\times5^2\times(\frac{1}{4})^2=5\times\frac{1}{16}=\frac{5}{16}$$

تست۲۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$N = \frac{2/6 \times 60}{2} = 26 \times 3 = 78 \text{ دور کامل} \qquad \text{آونگ اول :}$$

$$N' = N - 18 = 78 - 18 = 60 \qquad \text{آونگ دوم :}$$

$$T' = \frac{t'}{N'} = \frac{2/6 \times 60}{60} \Rightarrow T' = 2/6s$$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow \left(\frac{2/6}{2}\right)^2 = L'/L \Rightarrow 1/3^2 = \frac{L'}{L} \Rightarrow L' = 1/69L$$

یعنی افزایش طول برابر ۶۹٪ است.

$$\Delta L = 0/69L$$

تست۳۰:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دورهٔ تناوب آونگ با جذر طول آونگ رابطهٔ مستقیم دارد. از طرفی طول آونگ با تغییرات دما ($\Delta\theta$) رابطهٔ مستقیم دارد.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{\frac{L_1(1+\alpha\Delta\theta)}{L_1}} = \sqrt{1+\alpha\Delta\theta}$$

از آنجا که $\alpha\Delta\theta$ بسیار کوچک است می‌توان تقریباً از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$\frac{T_2}{T_1} \simeq 1 + \frac{\alpha\Delta\theta}{2} \Longrightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\alpha\Delta\theta}{2} \Rightarrow \text{درصد تغییرات دوره} = \frac{100\alpha\Delta\theta}{2} = 50\alpha\Delta\theta$$

تقریباً دورهٔ ۰/۲۵ درصد افزایش می‌یابد که به علت افزایش ساعت عقب می‌افتد

تست۳۱:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است، می‌دانیم که رابطهٔ شتاب گرانش زمین با ارتفاع از سطح زمین را به صورت مقایسه‌ای می‌نویسیم:

$$I: \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$$
$$II: \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{R_c + h_2}{R_c + h_1}\right)^2$$
$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{R_c + h_2}{R_c + h_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{R_c + 5R_c}{R_c + 0} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 6$$

پس در یک شبانه‌روز (۲۴ ساعت)، ساعت آونگ‌دار در ارتفاع $5R_c$ از سطح زمین به اندازهٔ ۴ ساعت پیشروی خواهد کرد.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{x}{24} \Rightarrow x = 4$$

$$T' = \frac{T}{2} + \frac{T}{2}\sqrt{\frac{n-1}{n}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{n-1}{n}} = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{n-1}{4n}}$$

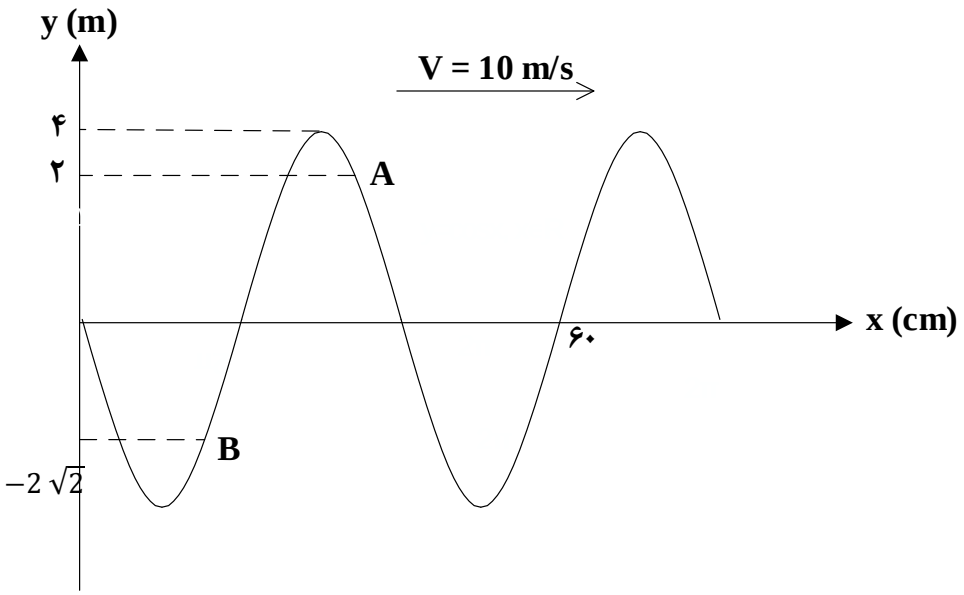
تست ۳۲:

پاسخ: دوره تناوب آونگ به طول $L_1 + 4L_2$ از رابطه زیر به دست می‌آید

$$T = \sqrt{T_1^2 + 4T_2^2} = \sqrt{16 + 4 \times 5} = \sqrt{36} = 6\ s$$
$$w = \frac{2\pi}{T} \rightarrow w = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}\frac{rad}{s}$$
$$v_{max} = Aw = \frac{4}{100} \times \frac{\pi}{3} = \frac{4\pi}{300} = \frac{1}{20}\frac{m}{s}$$

(گزینه ۲ صحیح است)

تست ۳۳:



پاسخ:

$$\frac{3\lambda}{2} = 0.6 \rightarrow \lambda = 0.4\,m$$
$$\lambda = TV \rightarrow 0.4 = 10\,T \rightarrow T = 0.04\,s$$

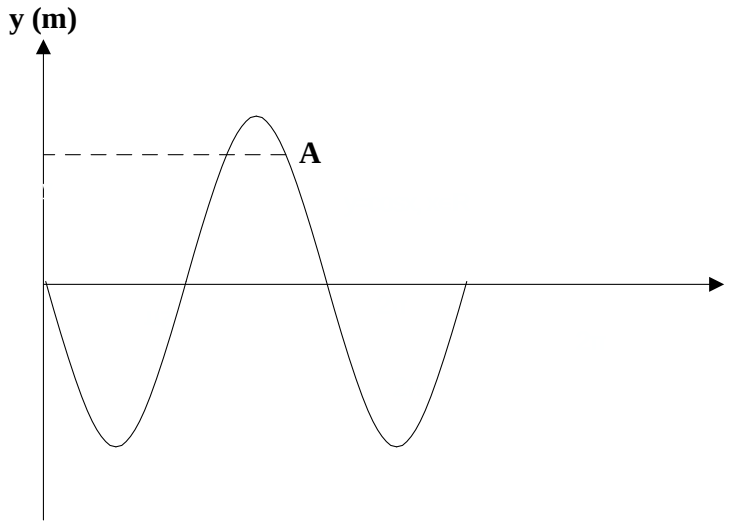
حال باید بفهمیم $\frac{1}{100}$ ثانیه معادل چند T است

$$\frac{\frac{1}{100}}{\frac{4}{100}} = \frac{1}{4} \rightarrow t = \frac{T}{4}$$

باید $\frac{T}{4}$ به سمت راست شیفت کنیم.

با توجه به شکل ذره A پس از $\frac{T}{6}$ به بالاترین نقطه می‌رسد. سپس $\frac{T}{12}$ پایین آمده و به نقطه $x = 2\sqrt{3}$ می‌رسد

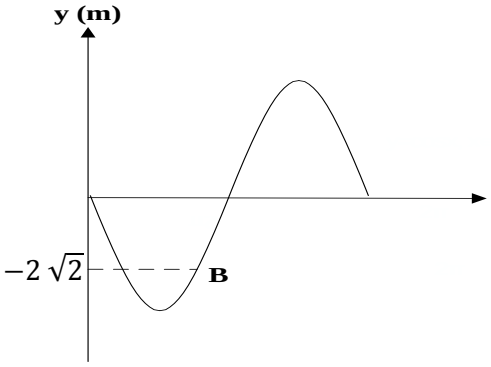
پس شتاب ذره A در لحظه $t = \frac{1}{100}$ می‌شود



$$a = -w^2x = -\frac{2\pi}{\frac{4}{100}} \times 2\sqrt{3} \times 10^{-2} = \sqrt{3}\pi\,\frac{m}{s^2}$$

حالا تندی متوسط ذره B بین $\frac{1}{200}s$ تا $\frac{3}{200}s$:

$$\frac{\frac{1}{200}}{\frac{4}{100}} = \frac{1}{8} \rightarrow t_1 = \frac{T}{8}$$
$$\frac{\frac{3}{200}}{\frac{4}{100}} = \frac{3}{8} \rightarrow t_2 = \frac{3T}{8}$$



ذره B در $\frac{T}{8}$ به پایین ترین نقطه می‌رسد و در $\frac{3T}{8}$ به مرکز نوسان می‌رسد؛ پس مسافت پیموده شده در این مدت $4\ cm$ است.

$$S_{av} = \frac{4 \times 10^{-2}}{\frac{2}{200}} = 4\frac{m}{s}$$

$$\frac{a}{s_{av}} = \frac{\sqrt{3}\pi}{4}$$

گزینه ۳ صحیح است

تست۳۴:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پدیده تشدید برای وزنه‌هایی رخ می‌دهد که فرکانس طبیعی آن‌ها با فرکانس طبیعی A یکی باشد.

$$A: \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{400}{2}} = \sqrt{200} = 2\pi f_A$$

$$B: \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{300}{1/5}} = \sqrt{200} = 2\pi f_B$$

$$C: \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{500}{2/5}} = \sqrt{200} = 2\pi f_C$$

$$D: \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{2}} = \sqrt{\frac{200}{3}} = 2\pi f_D$$

$$f_A = f_B = f_C$$

تست۳۵:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T_1 = 1s \Rightarrow 1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} \Rightarrow L_1 = 25\ cm$$

$$T_2 = 2s \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}} \Rightarrow L_2 = 100\ cm$$

بنابراین طول آونگ‌ها باید بین 25 cm و 100 cm باشد، پس آونگ B و C به تشدید در می‌آیند

موج

خب بچه ها قبل از شـــروع این بخش، اول یک کمی درباره تعریف موج صـــحبت کنیم و بعد بریم برای نکات اصلی فصل موج (خیلی فصل باحال و نمره بیاری هست موج!)

بچه ها اگر در ق سمتی از یک محیط ک ش سان، نو سان یا ارتعا شی ایجاد کنیم، این کار باعث مي شه که ارتعاش های پ شت سرهم دیگری ایجاد ب شه که که از محل شروع ارتعاش دور و دورتر می شن و به این ترتیب موج به وجود میاد. موج ها را عموماً به دو دسته تقسیم بندی می کنیم یکی موج های مکانیکی و دیگری موج های الکترومغناطیســـی . موج های مکانیکی مانند موج های روی سطح آب و یا موج های صوتی برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند و در خلا منتشر نـمـیـشـــن امـا الـکـتـرومـغـنـاطـیـســـی هـا مـثـل نـور و امـواج رادیـویـی و پرتوهای X برای انتشـــار خود به محیط مادی نیاز ندارند و همه جا منتشـــر میشـــن. اما با اینکه منشـــأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیســـی با هم متفاوت هســـت ولی همگی آنها مشـــخصـــه های یکسانی دارند و رفتار آنها از قاعده هایی کلی پیروی می کند

آقا اجازه تپ چیه؟ فرقش با موج چی هست؟

ببینید بچه ها، هرگونه آ شفتگی یا تغییر شکل در یک محیط کشسان را تپ می گویند (مثلا یک با دســتهاتون یک بادکنک رو فشــار بدیدید تا فرورفته بشــه) ولی انتقال همراه با تاخیر حرکت نوسانی از نقطه ای به نقطه دیگر در محیط را انتشار موج می گویند (به حرکت تپ میگیم موج!)

انواع موج شامل

۱- مکانیکی: **این موج برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد مانند صوت**

۲- الکترومغناطیسی: **این موج ها برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند مانند نور**

مقایسه سرعت موج در محیط‌های مختلف:

بچه ها از لحاظ سرعت،امواج مکانیکی در محیط های متراکم تر سرعت بیشتری دارند ولی الکترومغناطیسی ها در محیط های رقیق تر سرعتشون بیشتر هست

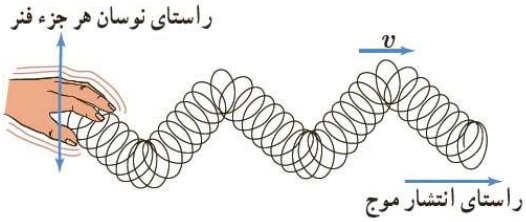
در امواج مکانیکی ⇒ گازها V < مایعات V < جامدات V

در امواج الکترومغناطیسی ⇒ گازها V > مایعات V > جامدات V

طبقه بندی موج از لحاظ طولی و عرضی:

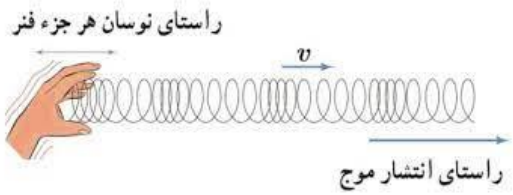
۱- **موج عرضی:** موجی است که راستای انتشار **عمود بر** راستای نوسان باشد.

بچه برای درک بهتر فرض کنید که یک کانگورو در حال حرکت هســت و همزمان که به طرف چپ روی محور x ها حرکت میکنه، داره بالا و پایین هم میپره! یعنی داره در راســتای محور x ها جلو میره ولی در راســتای y ها هم بالا و پاین میکنه پس جهت حرکتش با جهت نوســان ها عمود برهم هستند که به این موج عرضی میگیم



۲- **موج طولی:** موجی است که راستای انتشار آن موازی بر راستای نوسان می‌باشد.

حالا فرض کنید در یک موج،جهت حرکت و جهت نو سانها به موازات هم با شه که به این موج طولی میگیم



تست: در خصوص سرعت صوت و سرعت نور در سه محیط آب و بخار و شیشه کدام گزینه صحیح است است؟

۱) سرعت نور و سرعت صوت در بخار بیشتر از دو محیط دیگر است

۲) سرعت نور و سرعت صوت در شیشه بیشتر از دو محیط دیگر است

۳) سرعت نور در بخار بیشتر از دو محیط دیگر و سرعت صوت در شیشه بیشتر از دو محیط دیگر است

۴) سرعت نور در سه محیط یکسان و سرعت صوت نیز در سه محیط یکسان است اما در مجموع سرعت نور بیشتر از صوت است

پاسخ: گزینه ۳ چون الکترومغناطیسی ها در محیط های رقیق سرعت بیشتری دارند و مکانیکی ها در محیط های غلیظ تر سرعتشون بیشتره

نحوه انتشار انواع موج مکانیکی در محیط‌های مختلف :

امواج مکانیکی در جامدات هم طولی ممکن است منتشر شوند و هم عرضی ، همچنین این امواج روی سطح مایعات موج عرضی منتشر می‌شوند و در داخل مایعات به صورت موج طولی منتشر می‌شوند و امواج مکانیکی در گازها فقط به صورت طولی منتشر می‌شوند

۱- جامد:
- الف- موج طولی
- ب- موج عرضی

۲- مایع :
- ۱- روی سطح مایعات موج عرضی
- ۲- داخل مایعات موج طولی

۳- گاز: موج طولی

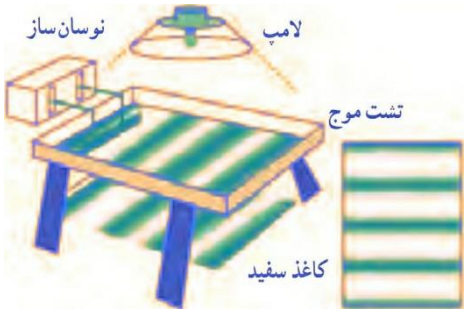
تست: موج ایجاد شده در یک گیتار تار و موج صوتی حاصل از آن در هوا به ترتیب از چه نوع هستند؟

۱- طولی- عرضی ۲- طولی- طولی ۳- عرضی- عرضی ۴- عرضی- طولی

پاسخ: خود موج تار عرضی هست ولی صدا چون از هوا دار میاید طولی هست (طبق نکته بالا)

بررسی برخی مفاهیم و اصطلاحات موج :

بچه ها، دیدن و بررسی رفتار موج، کار سختی هست برای همین برای بررسی یک سری از مشخصه های موج از وسیله‌ای به اسم تشت موج استفاده میکنیم این وسیله شامل یک تشت شیشه ای کم عمق و یک تولید کننده نوسان هست .

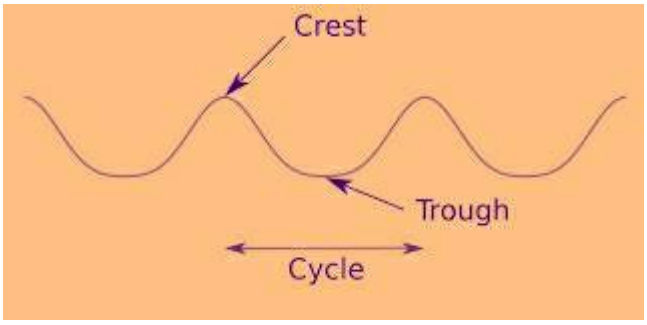


یک راه مشاهده رفتار موج، استفاده از سایه ای است که توسط لامپ از سطح آب داخل تشت بر ورقه ِ کا غذی زیر تشت تشکیل می شود. برآ مدگی ها و فرورفتگی های موج روی سطح آب، به وضوح در سایه تشکیل شده بر ورقه کاغذ دیده می شود

ستیغ و پاستیغ چیه؟ جبهه موج چیه؟

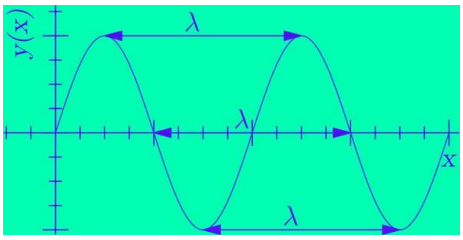
اگر تیغه ای را بر سطح آب به نوسان درآوریم، موجی تخت بر سطح آب تشکیل می شود و اگر به جای تیغه از یک گوی کوچک استفاده کنیم به یک موج دایره ای می رسیم که از نقطه تماس با سطح آب در تمام جهت ها حرکت می کنند و در هر دو حالت، به هر یک از برآمدگی ها یا فرورفتگی های ایجادشده روی سطح آب، یک جبهه موج می گویند.

به برآمدگی ها، قلّه(ستیغ) (crest) و به فرورفتگی ها دره (پاستیغ) (trough) گفته می شود.

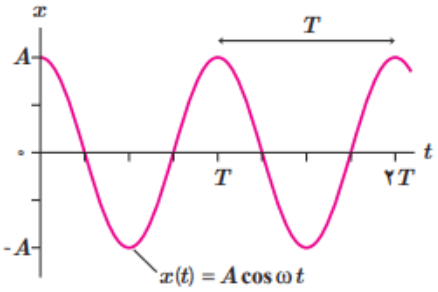


طول موج

ببینید بچه ها ما هر فاصـــله‌ای رو دوجور میتونیم بیان کنیم مثلا از تهران تامشـــهد رو میتونیم بگیم هزار کیلومتر هست یا میتونیم بگیم با ماشین ۱۲ ساعت راهه! پس هر فاصله ای رو میتونیم زمانی یا مکانی اعلام کنیم، حالا توی امواج هم مســـافتی که موج در یک دوره تناوب طی می کند را طول موج می گویند و با λ نمایش می دهیم و به فاصله زمانی که موج در یک دوره طی میکنه دوره تناوب میگیم و با T نشون میدیم یا به زبون دیگه فاصله مکانی بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده می‌شود و به فاصله زمانی بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، دوره تناوب نامیده می شود (همچنین به فا صله مکانی دوجبهه موج از هم نیز طول موج میتوانیم بگوییم)



نمودار بالا بر اساس X رسم شده حالا اگر مثل فصل نوسان نمودار بالا بر حسب زمان رسم میشد به فاصله دوتا قله یا دوتا دره T میگفتیم!



همین طور در نمودار بالا بنابراین برای سرعت موج میتوانیم بنویسیم:

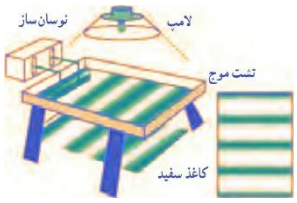
T

$$\overline{V} = V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \longrightarrow V = \frac{\lambda}{T} \longrightarrow V = \lambda f$$

T: دوره تناوب　　V: سرعت موج در یک محیط

f : فرکانس منبع نوسان　　λ: طول موج

تست : چند مورد از موارد زیر صحیح است؟



یک مورد سه مورد چهار مورد پنج مورد

الف) به فاصله مکانی یک ستیغ از یک پاستیغ مجاور طول موج گفته می‌شود

ب) با توجه به شکل بالا بهترین راه مشاهدهٔ رفتار موج، استفاده از سایه‌ای است که روی ورقهٔ سفید زیر تشت تشکیل می‌شود.

ج) با توجه به شکل بالا اگر تیغه‌ای بر سطح آب موجود در تشت نوسان کند، در سطح آب موج تخت تشکیل می‌شود.

د) با توجه به شکل بالا اگر یک گوی کوچک بر سطح آب موجود در تشت نوسان کند، در سطح موج دایره‌های تشکیل می‌شود.

و) با توجه به شکل بالا این وسیله که شامل یک تشت شیشه‌ای کم‌عمق است، برای مطالعهٔ مشخصه‌های اصلی موج به کار می‌رود.

همه موارد به جز قسمت الف صحیح هستند (چهار مورد)

بخش الف غلط است زیرا به فاصله دوستیغ متوالی یا دو پاستیغ متوالی طول موج می‌گوییم

تست: معادله‌ی حرکت نوسانگری در SI به صورت $X = 0/04Cos(20\pi t)$ می‌باشد. اگر سرعت انتشار موج دراین محیط ۱۰m/s باشد، فاصله یک پاستیغ از ستیغ مجاورش است به ترتیب از راست به چپ، چند متر و چند ثانیه است ؟

۰/۵ – ۰/۵ ۲–۱۰ ۰/۰۵ – ۰/۵ ۰/۰۵ – ۰/۰۵

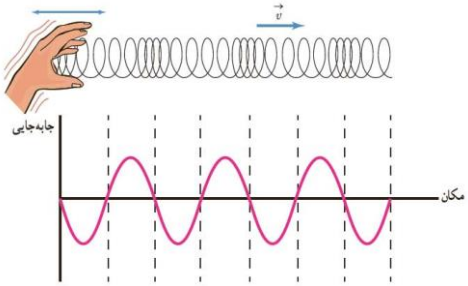
گزینه ۳ : فاصله مکانی یک دره از قله مجاورش برابر با نصف طول موج میشه و فاصله زمانی یک دره از قله مجاورش برابر با نصف دوره تناوب میشه پس داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad 20\pi = \frac{2\pi}{T} \quad T = \frac{1}{10} \quad \frac{T}{2} = 0.05$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad 10 = \frac{\lambda}{\frac{1}{10}} \quad \lambda = 1 \quad \frac{\lambda}{2} = 0.5$$

بررسی حرکت حلقه های فنر در انتشار موج طولی

هنگامیکه یک موج طولی در حال انتشار در یک فنر است، فشردگی ها و باز شدگی ها در طول فنر حرکت می‌کنند ، اگر در یک لحظه یک فشردگی به یک جزء فنر برسد در آن لحظه جابجایی جزء فنر نسبت به حالت تعادل خودش صفر است و حلقه های دوطرف این جز فنر در حال نزدیک شدن به آن هستند، این اتفاق برای جزئی از فنر که در آنجا حلقه ها بیشترین بازشدگی را دارند نیز مشابه است به این ترتیب وقتی یک موج طولی در یک فنر منتشر می‌شود می‌توان گفت در مکان‌هایی که بیشترین جمع شدگی یا باز شدگی حلقه ها رخ می دهد جابجایی از وضع تعادل صفر است و در دو طرف این نقاط در همان لحظه حلقه های فنر در دو جهت مخالف هم جابجا شده اند ، درست در وسط فاصله بین بیشترین جمع شدگی و باز شدگی مجاور هم ، اندازه جابجایی هر جز از وضعیت تعادل بیشینه است همچنین طول موج برابر با فاصله بین دو تراکم (یا جمع شدگی) یا دو انبساط (یا بازشدگی فنر)متوالی است. همچنین دامنه موج طولی برابر با بیشینه جابجایی از مکان تعادل است



تست :در هنگام انتشار موج در یک فنر اگر بسامد موج ۴ هرتز و تندی انتشار موج ۱.۶ متر بر ثانیه باشد فاصله بین نقطه ای که که در آن جمع شدگی حلقه بیشینه است تا سومین نقطه که در حلقه بیشترین باز شدگی را دارد چند سانتیمتر است ؟

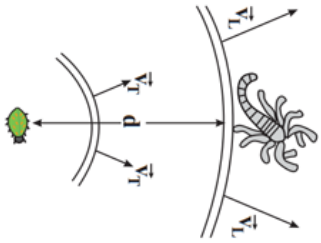
۱۰۰ ۲۰۰ ۴۰۰ ۶۰۰

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad 4 = \frac{1.6}{\lambda} \quad \lambda = 0.4$$

فاصله یک جمع شدی تا سومین بازشدگی را معادل فاصله یک قله تا سومین دره مجاورش در نظر بگیرید که

میشود پنج لاندا دوم $5\frac{\lambda}{2} = 5(0.2)1m = 100cm$

تست: عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند: امواج عرضی با تندی ۵۰m/s و امواج طولی با تندی ۲۰۰m/s، اگر اختلاف بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک‌ترین پای عقرب برابر سه میلی ثانیه باشد، در صورتیکه که طعمه پیشدستی نموده و یک مایع زهرآگین را با سرعت ثابت ۴۰ متر بر ثانیه به طرف عقرب پاشش کند چند ثانیه پس از پاشش به پای عقرب برخورد نموده و فاصله طعمه از عقرب چند سانتیمتر بوده است؟



$20cm\ ,\frac{1}{200}s$

$20cm\ ,\frac{1}{100}s$

$40cm\ ,\frac{1}{400}s$

$4cm\ ,\frac{1}{4}s$

ابتدا برای اختلاف زمانی رسیدن امواج به پای عقرب مینویسیم تا فاصله عقرب و طعمه از هم به دست بیاد

$$\Delta t = t_{\text{عرضی}} - t_{\text{طولی}} \quad 3\times10^{-3} = \frac{\Delta x}{v_{\text{عرضی}}} - \frac{\Delta x}{v_{\text{طولی}}} \quad = 3\times10^{-3} = \frac{\Delta x}{50} - \frac{\Delta x}{200}$$

$$3\times10^{-3} = \frac{3\Delta x}{200} \qquad \Delta x = 0.2m \ = 20cm$$

حالا فهمیدیم که فاصله شون از هم ۲۰ سانتیمتره پس میریم فرمول سرعت ثابت رو برای پاشش مایع سمی بنویسیم:

$$\Delta x = vt \quad 0.2 \ = 40t \quad t = \frac{1}{200}s$$

نکته ۱: سرعت انتشار موج به محیط انتشار بستگی دارد و اگر محیط تغییر نکند سرعت انتشار تغییر نمی کند

نکته۲: بسامد موج به منبع آن بستگی دارد

نکته۳: طول موج هم به منبع و هم به محیط بستگی دارد

تست: یک موج نورانی از هوا وارد آب می‌شود،کدام گزینه صحیح است؟

۱) سرعت و طول موج و بسامد کاهش می‌یابند

۲) سرعت و طول موج کاهش می‌یابند و بسامد ثابت می‌ماند

۳) سرعت و بسامد کاهش ولی طول موج افزایش می‌یابد

۴) طول موج کاهش ولی بسامد افزایش و سرعت ثابت میماند

پاسخ گزینه ۲ (به نکات بالا دقت کنید)

تندی انتشار موج عرضی در تارها و فنرها

تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد.در این بخش ما چهار رابطه برای یافتن سرعت امواج عرضی در یک فنر یا طناب و تار ارایه کرده‌ایم که بسیار مهم هستند و شانس طراحی سوال از آنها بالاست،ابتدا فرمول ها را حفظ کنید تا به سراغ حل تست آنها برویم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$V = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$$

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

$$V = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

نیرو: F

چگالی طولی محیط μ $\mu = \frac{m}{L}$

طول: L

جرم : M

چگالی: ρ

مساحت سطح مقطع A

تست: طول سیمی همگن را نصف میکنیم سپس آنرا تحت کشش همان نیروی قبلی اش قرار میدهیم سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند برابر میشود ؟

۱) ۱ ۲) ۱/۴ ۳) ۰/۷ ۴) بسته به شرایط

جواب گزینه ۴ صحیح است : بچه ها نصف کردن طول دوجور انجام میشه میتونیم سیم رو از وسط ببریم و میتونیم سیم رو از وسط دولا کنیم اگر نصف کردن رو با بریدن انجام دهیم هم طول نصف میشود و هم جرم ولی اگر نصف کردن با دولا کردن باشد فقط طول نصف میشود و جرم تغییر نمیکند

$$\text{نصف کردن } \frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{\frac{FL}{M}}}{\sqrt{\frac{FL}{M}}} = 1 \qquad \text{دولا کردن } \frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{F\frac{1}{2}\frac{L}{M}}}{\sqrt{\frac{FL}{M}}} = 0.7$$

تست: سیمی با چگالی $۸\frac{gr}{cm^۳}$ و سطح مقطع یک میلیمتر مربع بین دو نقطه با نیروی ۸۰ نیوتونی کشیده می شود ، امواج حاصله در مدت زمان ۴ ثانیه چه مسافتی را برحسب متر طی میکنند؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۶۰۰

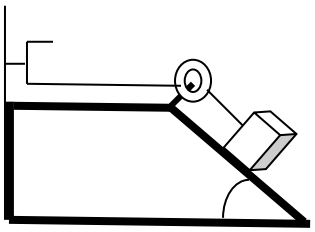
$$V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{80}{8000\times 10^{-6}}}=100 \quad \Delta X=Vt=100\times 4=400$$

تست: طنابی را به طور یکنواخت میکشیم تا طول آن ۲ برابر شود، اگر همزمان نیروی وارد آن را پانزده و نیم درصد کاهش دهیم ، سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند درصد تغییر میکند؟

۳۰ ۱/۳ ۶۹ ۱/۶۹

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\sqrt{\frac{FL}{M}}}{\sqrt{\frac{FL}{M}}}=\frac{\sqrt{\frac{84.5}{100}F_1\times 2L_1}}{\sqrt{F_1\times L_1}}=1.3 \quad \text{برابر} \quad \text{درصد}30$$

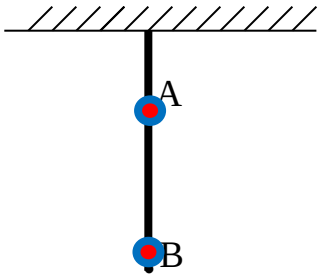
تست: مطابق شکل در اثر نوسان دیا پازون، در طول تار امواج عرضی منتشر می‌شود با صرفنظر کردن از اصطکاک اگر زاویه‌ی سطح شیب‌دار تتا باشد و دو برابر شود ، سرعت انتشار موج در تار چند برابر می شود ؟



$\sqrt{۲\sin\theta}$ $\sqrt{۲\cos\theta}$ $\sqrt{۲tg\theta}$ $\sqrt{۲\cot g\theta}$

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\sqrt{\frac{F_2}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F_1}{\mu}}}=\frac{\sqrt{Mgsin2\alpha}}{\sqrt{Mgsin\alpha}}=\sqrt{2cos\alpha}$$

تست: طنابی به **جرم m** را مطابق شکل به نقطه‌ی o بسته و آن را از نقطه‌ی o به نوسان درمی‌آوریم. تا امواج عرضی در طول آن ایجاد شود. طول موج در نقاط A و B را λ_A و λ_B می‌نامیم. کدام گزینه صحیح است؟



۱- $\lambda_A = \lambda_B$ ۲- $\lambda_A > \lambda_B$

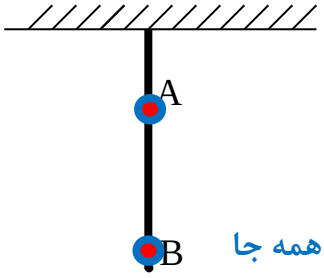
۳- $\lambda_A < \lambda_B$ ۴- بستگی به شرایط دارد.

نکته: در طناب های جرم دار همگن، μ همه جا یکسان است ولی در طنابهای غیرهمگن جاهایی که طناب کلفت‌تر است μ نیز بزرگتر است

نکته: در طنابهای جرم دار که قائم آویزان هستند،نقاط بالاتر نیروی کشش طناب بیشتر است اما اگر جرم طناب ناچیز باشد،کشش را در همه جا یکسان درنظر میگیریم

در این سوال چون طناب همگن است μ همه جا یکسان است و چون نقطه A بالاتر است نیرو بیشتر است پس طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ در نقطه A تندی بیشتر است و طبق رابطه $V = \lambda f$ چون طول موج با تندی رابطه مستقیم دارد،بنابراین طول موج نیز در A بیشتر از B است. و جواب گزینه ۲ صحیح است

تست: طنابی با **جرم ناچیز** را مطابق شکل به نقطه‌ی o بسته و آن را از نقطه‌ی o به نوسان درمی‌آوریم. تا امواج عرضی در طول آن ایجاد شود. طول موج در نقاط A و B را λ_A و λ_B می‌نامیم. کدام گزینه صحیح است؟

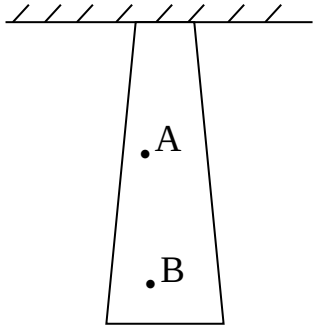


۱- $\lambda_A = \lambda_B$ ۲- $\lambda_A > \lambda_B$

۳- $\lambda_A < \lambda_B$ ۴- بستگی به شرایط دارد.

این همان سوال بالاست فقط با این تفاوت که جرم طناب ناچیز است پس نیرو همه جا یکسان است و به دلیل همگن بودن طناب μ همه جا یکسان است پس سرعت و طول موج A با B برابر میشود یعنی گزینه ۱ درست است

تست: در شکل مقابل تار سنگینی و ناهمگنی مفروض مطابق شکل از سقفی آویزان شده است. توسط یک منبع در آن موجی تولید می‌کنیم. کدام گزینه صحیح است؟



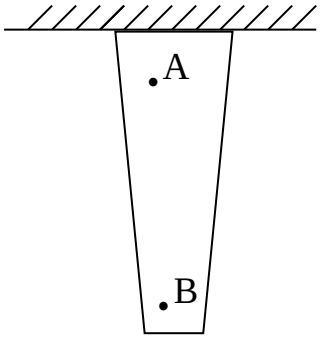
۱- $\lambda_A > \lambda_B$ ۲- $\lambda_A < \lambda_B$

۳- $\lambda_A = \lambda_B$ ۴- نمیتوان اظهار نظر قطعی کرد

گزینه ۱ صحیح است.

در این سوال چون طناب ناهمگن است μ جاهای ضخیم بیشتر است($\mu_A < \mu_B$) و چون نقطه A بالاتر است نیرو بیشتر است پس طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ در نقطه A تندی بیشتر است و طبق رابطه $V = \lambda f$ چون طول موج با تندی رابطه مستقیم دارد،بنابراین طول موج نیز در A بیشتر از B است. و جواب گزینه ۱ صحیح است

تست: در شکل مقابل تار سنگین و ناهمگنی را مطابق شکل به سقفی آویزان نموده و توسط یک منبع در آن موجی تولید می‌کنیم. کدام گزینه صحیح است؟



۱- $\lambda_A > \lambda_B$ ۲) $\lambda_A < \lambda_B$

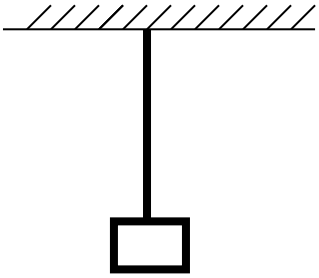
۳- $\lambda_A = \lambda_B$ ۴ – نمیتوان اظهار نظر قطعی کرد

در این سوال چون طناب ناهمگن است μ جاهای ضخیم بیشتر است($\mu_A < \mu_B$) و چون نقطه A بالاتر است نیرو بیشتر است پس طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ چون سورت و مخرج در حال افزایش هستند ،بنابراین نمیتوانیم دقیقا مشخص کنیم که کسر بزرگتر میشود یا کوچکتر بنابراین گزینه ۴ صحیح است

یاداوری ریاضی: در یک کسر، اگر صورت کسر بزگ شود، کسر بزرگتر میشود ولی اگر مخرج بزرگتر شود،کسر کوچکتر میشود،واگر هم صورت و هم مخرج هردو بزرگ شوند،بسته به شرایط، کسر ممکن است، بزرگتر یا کوچکتر شود یا حتی بدون تغییر بماند

تست: مطابق شـــکل، طناب یکنواختی به جرم ۸۴۰ گرم را از ســـقف آویزان نموده و وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را به انتهای آن آویزان می‌کنیم. اگر سرعت انتشار موج عرضی در پایین‌ترین نقطه طناب ۱۰۰m/s باشد سرعت انتشار موج در وسط طناب چند m/s است (g=۱۰N/kg)

۱۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۲۰



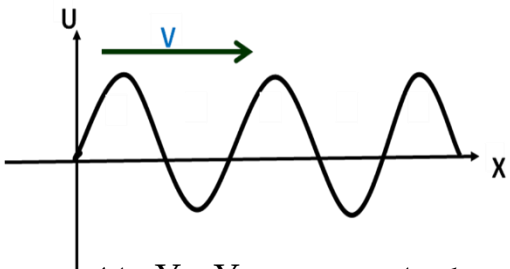
$$\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{F'}{F}}\Rightarrow\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{(m+\frac{m'}{2})g}{mg}}\Rightarrow\frac{v'}{100}=\sqrt{\frac{2+0/42}{2}}\Rightarrow v'=110m/s$$

نقش موج:

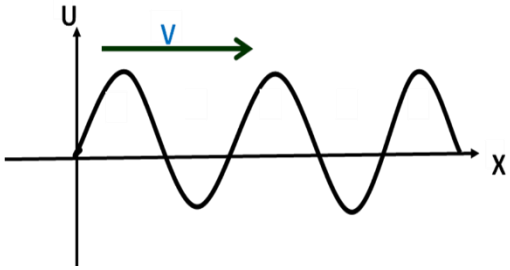
بچه ها یک مدل سوال هست که به ما ، تصویر محیط انتشار موج در یک لحظه رو می‌دهند و ازما یک چیزهایی رو میپرسند! به این تصویر محیط انتشار موج ،در یک لحظه، نقش موج میگیم

در یک نقش موج از کجا بفهمیم یک نقطه از موج بالا میرود یا پایین؟

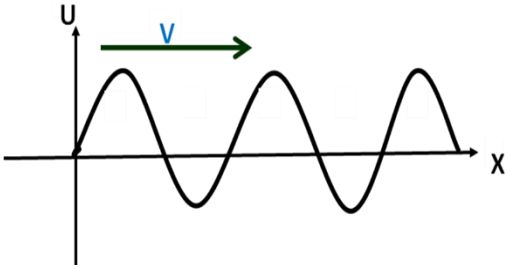
بچه ها اگر توی یه تست از ما پرسیدند که یک نقطه از موج بالا میره یا پایین ابتدا با توجه به جهت انتشار به نقطه‌ی ماقبلش نگاه می‌کنیم،اگر ماقبلش یک قله باشد،آن نقطه بالا خواهد رفت و اگر ماقبلش یک دره باشد، آن نقطه پایین خواهد آمد



تعریف نقاط هم فاز: به دو نقطه از موج که دارای وضعیت ارتعاشی یکسانی هستند،و $Y_1=Y_2$ نقاط هم فازمی گویند



تعریف نقاط فاز مخالف: به دو نقطه از موج که دارای وضعیت ارتعاشی برعکس هستند،و $Y_1=-Y_2$ نقاط فاز مخالف می گویند



علامت شتاب یک ذره را چگونه متوجه شویم؟

نقاطی که زیر محور افقی قرار دارند شتابشان + و نقاطی که بالای آن قرار دارند شتابشان منفی است.

تند یا کند را از کجا متوجه شویم؟

نقاطی که در حال دور شدن از محور افقی هستند،کند شونده و نقاطی که در حال نزدیک شدن به محور افقی هستند، تند شونده هستند

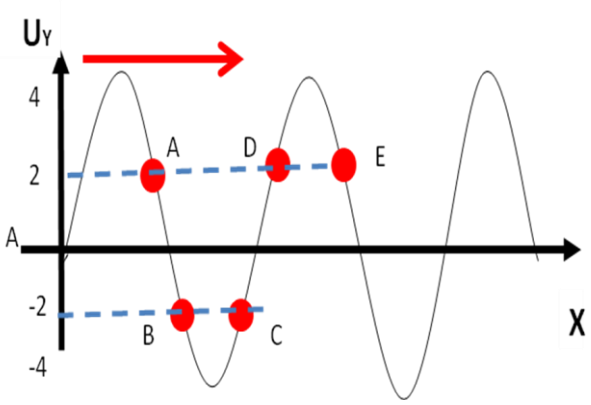
تست : با توجه به نمودار زیر چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

۲مورد ۳ مورد ۴ مورد ۶ مورد

الف: موج عرضی است ب: نقطه A بالا و C پایین میرود و فاز مخالفند

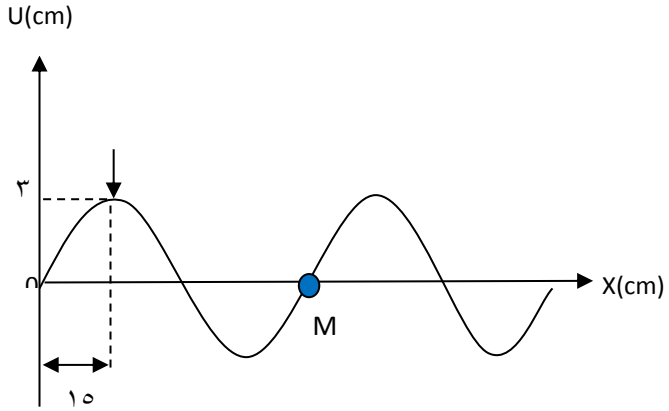
ج: نقطه E وA بالا میرود و هم فازند د: Aو B نه هم فازند ونه فاز مخالف

و: حرکت A کند شونده و با شتاب منفی است ی: جهت بردار شتاب در B هم‌جهت با محور y ها است



با توجه به نکات صفحه قبل،همه موارد صحیح است(گزینه ۴)

تست: شـکل‌های الف و ب نقش موجی را در دو لحظه‌ی t_1 و t_2 نشـان می‌دهند که در یک محیط و در جهت محور x در حال انتشار است و جهت ارتعاشات محور y ها است. علامت پیکان، یک قله‌ی موج را در این دو لحظه نشان می دهد. اگر $t_2 - t_1 = ۰/۰۶$ باشد، سرعت انتشار این موج و سرعت نوسان ذره M از راست به چپ چند واحد SI است؟

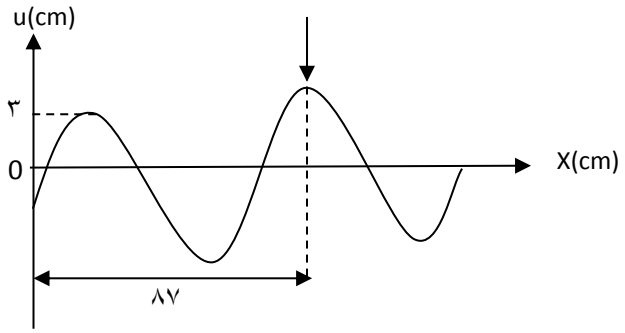


۱) $۱/۱(۱۲-۲\pi$

۲) $۱۲-۱۲$

۳) $۱/۳(۲-۲\pi$

۴) $۱۲-۰$



$$\frac{\lambda}{4} = 0.15 \quad \lambda = 0.6$$

$$V_{\text{موج}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.87 - 0.15}{0.06} = 12$$

$$V = \lambda f \quad 12 = 0.6f \quad f = 20 \quad \omega = 2\pi f = 40\pi$$

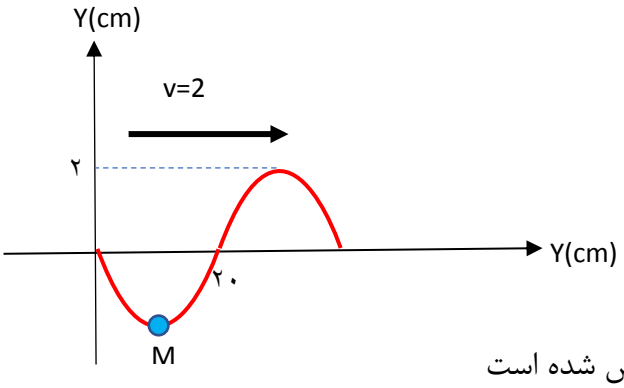
$$V_{\text{ذره}} = A\omega = 0.03 \times 40\pi = 1.2\pi$$

یاداوری مهم: بچه ما دونوع سرعت داریم:

سرعت انتشار موج : $V_{\text{انتشار موج}} = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$

سرعت نوسان ذرات $V = \omega\sqrt{A^2 - y^2}$

تست: شکل زیر تصویری از یک موج در لحظه t=0 را نشان می‌دهد در بازه زمانی ۰/۲۵ ثانیه تا ۰/۳۵ ثانیه



حرکت ذره M چگونه است؟

یک مورد دو مورد سه مورد چهار مورد

الف: ابتدا کند سپس تند ب: جهت حرکت M یک بار عوض شده است

ج: مسافتی که M طی میکند ۴ سانتیمتر و مسافتی که موج می‌پیماید ۲۰ سانتیمتر است

د: علامت شتاب ذره M در این بازه همواره منفی است

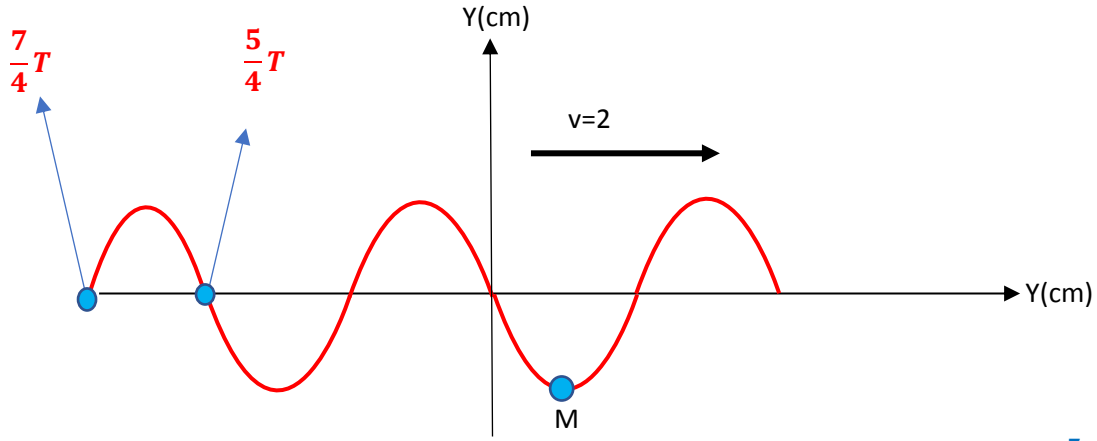
و: موج طولی می‌باشد

$$\frac{\lambda}{2}=20 \quad \lambda=40\text{cm}=0.4m \qquad \lambda=Tv \quad T=0.20$$

حالا با تناسب بستن باید ببینین زمانهای ۰/۲۵ و ۰/۳۵ چند T هستند

$$\frac{0.25}{0.2}=\frac{5}{4} \quad t_1=\frac{5}{4}T \quad , \quad \frac{0.35}{0.2}=\frac{7}{4} \quad t_2=\frac{7}{4}T$$

حالا نقطه M را به اندازه $\frac{7}{4}T,\frac{5}{4}T$ به سمت چپ نمودار شیفت میدهیم:

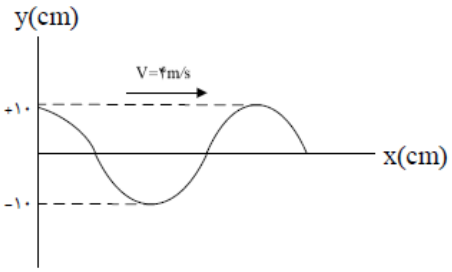


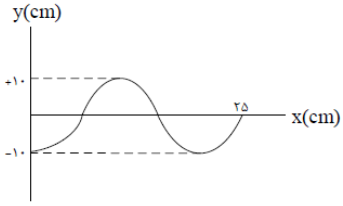
در $\frac{5}{4}T$ بالا و در $\frac{7}{4}T$ پایین می‌آید یعنی بین این دوبازه ابتدا بالا رفته و کند شونده است سپس پایین آمده و تند شونده میشود

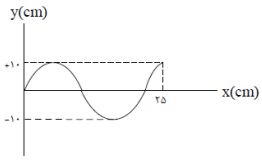
بین $\frac{5}{4}T$ و $\frac{7}{4}T$ در نقطه قله جهت حرکت یکبار عوض شده بین $\frac{5}{4}T$ و $\frac{7}{4}T$ A تا بالا و A تا پایین آمده که کلا ۴سانتیمتر میشود ولی خود موج به اندازه جابه‌جا شده که میشود ۲۰ سانتیمتر و چون نمودار در این بازه

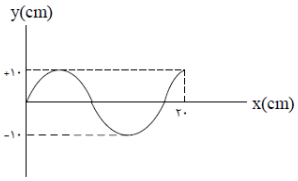
بالای محور افقی است پس شتاب نیز منفی است و موج طولی هم است زیرا راستای انتشار و ارتعاش هردو محور Y هاست

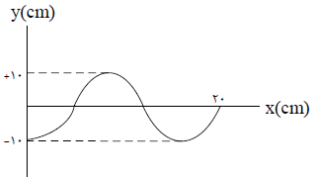
تست: عکس لحظه‌ای از موجی در لحظهٔ $t = 0$ مطابق شکل است. اگر هر ذره از طناب در هر ثانیه ۲۰ نوسان کامل انجام دهد، عکس لحظه‌ای موج در لحظهٔ $t = \frac{1}{40}s$ کدام است؟











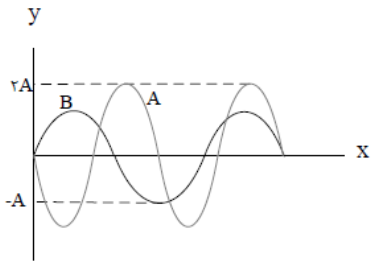
$$\text{طول موج} = TV = \frac{1}{5}m = 20cm$$

$\frac{1}{40}$ ثانیه یعنی $\frac{T}{2}$ باید نمودار به چپ شیفت کند یعنی گزینه ۲

نکته : هر موج حامل انرژی است وقتی در یک ریسمان کشیده شده موج عرضی را ایجاد می کنیم انرژی جنبشی و پتانسیل در ریسمان منتقل می‌شود و مقدار متوسط آهنگ انرژی (یعنی همان توان متوسط) در یک موج سینوسی برای انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه و با مربع و بسامد رابطه مستقیم دارد

$$\frac{P_2}{P_1} \propto (\frac{A_2 f_2}{A_1 f_1})^2$$

تست : شکل زیر نقش لحظه‌ای از دو موج **A** و **B** را که در یک محیط منتشر می‌شوند، نشان می‌دهد. توان متوسط در موج **B** تقریبا چند درصد از توان متوسط در موج **A** کمتر است؟



۱۴ درصد ۸۶ درصد ۲۵ درصد ۳۰ درصد

$$\frac{P_B}{P_A} \propto (\frac{A_B f_B}{A_A f_A})^2 = \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{64} = 0.14 \quad \textbf{برابر}$$

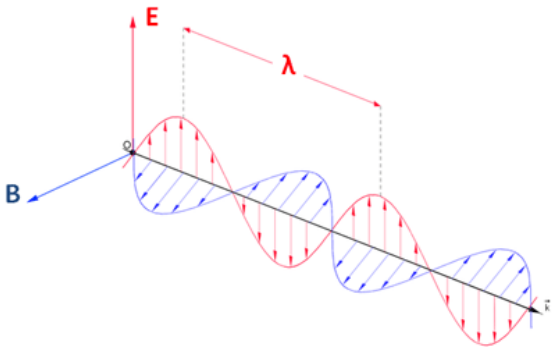
اما ما تا اینجا فهمیدیم چند برابر شده ولی توی سوال درصد تغییر رو پرسیده،برای محاسبه درصد تغییر باید ،برابر رو یک واحد کم کنیم و در عدد ۱۰۰ ضرب کنیم که میشه:

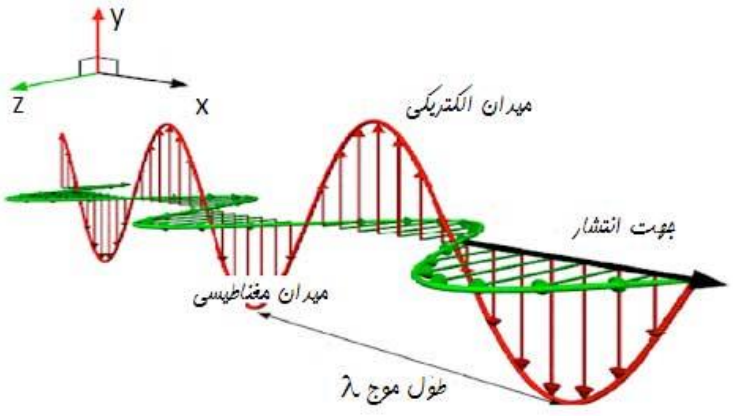
$$\textbf{درصد تغییر} = (\textbf{برابر} - 1) \times 100 = (0.14 - 1) \times 100 = -86$$

امواج الکترومغناطیسی:

مایکل فارادی این نتیجه رسید که تغییر میدان مغناطیسی می تواند میدان الکتریکی تولید کند چند سال بعد ماکسول پیشبینی کرد که تغییر میدان الکتریکی نیز می‌تواند میدان مغناطیسی تولید کند و نتیجه گرفت امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات همزمان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی باشند:

در واقع بار الکتریکی، میدان الکتریکی ایجاد می کند و جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می کند. اگر بارهای الکتریکی ساکن باشند، میدان الکتریکی حاصل از آنها با زمان تغییر نمی کند .به همین ترتیب اگر جریان الکتریکی ثابت باشد، میدان مغناطیسی حاصل از آن ثابت و بدون تغییر می شود امواج الکترومغناطیسی از رابطه متقابل میدان های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می آیند .یعنی هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می کند و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی متغیری به وجود می آورد این رابطه‌ی متقابل میدان ها سبب انتقالِ نوسان های میدان های الکتریکی و مغناطیسی از یک نقطه‌ی فضا به نقاط دیگر و یا همان انتشار موج الکترومغناطیسی می شود





به جهت فلشهای داخل شکل دقت نمایید

ویژگی‌های امواج الکترومغناطیسی را نام ببرید

۱- عامل اصلی ایجاد موج‌های الکترومغناطیسی ذرات باردار شتاب‌دار هستند

۲- برای تعیین جهت انتشار موج‌های الکترومغناطیسی کافی است چهار انگشت دست راست را طوری در جهت میدان الکتریکی ($\vec{E}$) قرار دهیم که جهت بسته شدن آنها (از سوی زاویه ۹۰) به طرف میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) باشد، در این صورت انگشت شست باز شده جهت انتشار را نشان می‌دهد.

۳- موج‌های الکترومغناطیس نتیجه دو میدان الکتریکی مغناطیسی نوسانی هستند که بر یکدیگر و بر راستای انتشار عمودند و با سرعت نور در خلاء منتشر می‌شوند.

۴- موج‌های الکترومغناطیس عرضی هستند.

۵- موج های الکترومغناطیس برای انتشار الزاما نیاز به محیط مادی ندارند یعنی هم در خلاء و هم در محیط های مادی منتشر می‌شوند.

۶- در خلاء و محیط‌های نارسانا میدان الکتریکی ومغناطیسی بر هم عمودند و هم فازند(هم گام) .

۷- حامل بار الکتریکی نمی باشند

۸- سرعت آنها در **خلاء** با هم برابر میباشد و برابرست با $\frac{1}{\sqrt{\mu_\circ \varepsilon_\circ}}$

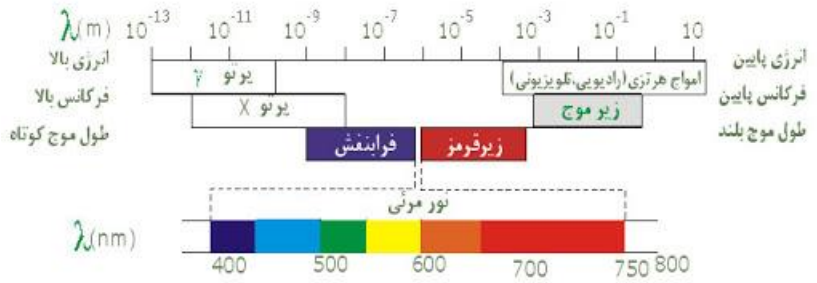
۹- طیف موجهای الکترومغناطیس به ترتیب عبارتند از: رادیویی، فروسرخ، نور مرئی، فرابنفش، ایکس و گاما

رادیویی ریزموج IR قرمز – نارنجی – زرد – سبز – آبی – نیلی – بنفش (مرئی) UV X γ فرابنفش

مادون قرمز

و کاهش نفوذپذیری کاهش بسامد و کاهش انرژی

افزایش طول موج و دوره تناوب موج



تست: عبارت $G=\frac{t}{\sqrt{\mu_{\circ}\varepsilon_{\circ}}}$ از جنس کدام گزینه است؟

طول　　سرعت

شتاب　　تندی

از صفحه قبل میدانیم که $\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ معادل سرعت امواج الکترومغناطیسی در خلا است حالا در سوال بالا یک t هم در صورت ضرب شده پس عبارت معادل Δx میشود و از جنس طول است

تست: کدامیک جزء ویژگی‌های مشترک امواج الکترو مغناطیسی نیست؟

۱- عرضی هستند

۲- حامل بار الکتریکی نمی باشند

۳- از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی متعامد ایجاد شده

۴- سرعت انتشار آنها با هم برابرست

گزینه ۴: زیرا سرعت انتشار امواج الکترومغناطسی در خلا باهم مساویست و نه در همه جا

تست: کدام گزینه از راست به چپ به ترتیب افزایش بسامد و نفوذپذیری مرتب شده است؟

۱- گاما فرابنفش ایکس　　۲- ایکس مرئی رادیویی

۳-رادیویی ایکس گاما　　۴- گاما رادیویی مرئی

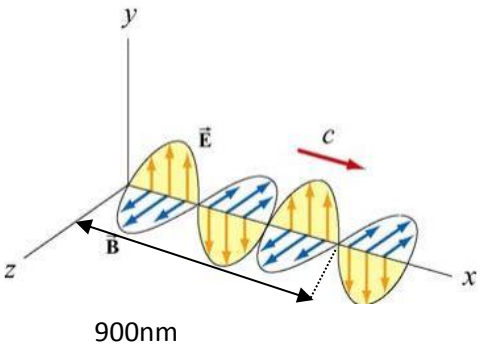
گزینه ۳

تست: در یک موج الکترومغناطیسی،جهت میدان الکتریکی $+Y$ و جهت میدان مغناطیسی $-Z$ است.جهت انتشار این موج کدام گزینه است؟

-x　　+x　　+z　　-y

چهار انگشت دست را طوری در جهت میدان الکتریکی ($\vec{E}$) قرار دهیم که جهت بسته شدن به طرف میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) باشد، در این صورت انگشت شست باز شده جهت انتشار را نشان می‌دهد.(گزینه اول)

تست: با توجه به موج الکترومغناطیسی شکل زیر،دوره تناوب این موج ..... ثانیه و طول موج آن .....نانو متر و نوع این موج..... است.



900nm

۱) رادیویی – $600 - 2 \times 10^{-15}$

۲) مرئی – $600 - 2 \times 10^{-15}$

۳) رادیویی – $900 - 10^{-15}$

۴) مرئی – $600 - 10^{-15}$

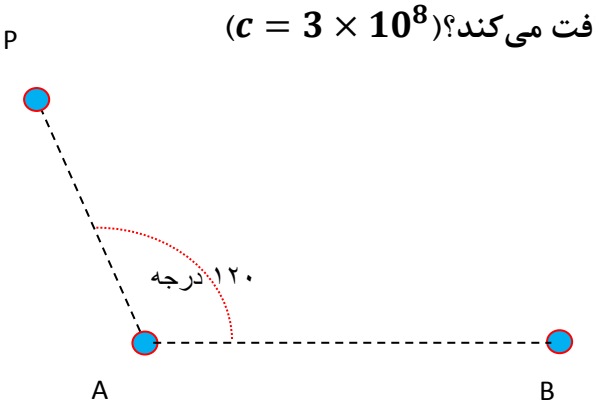
پاسخ: گزینه ۱

$$3\frac{\lambda}{2} = 900 \quad \lambda = 600nm \ , \quad T = \frac{\lambda}{V} = \frac{600 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{8}} = 2 \times 10^{-15}$$

طول موج ،امواج مریی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است پس این موج مرئی است

تست: مطابق شکل زیر دو ایستگاه رادیویی **A** و **B** به فاصله ۴۰ کیلومتر از هم قرار دارند و هریک سیگنالی را گسیل میکنند گیرنده **P** که در فاصله ۳۰ کیلومتری از **A** قرار دارد، این دو سیگنال را تقریبا با اختلاف زمانی چند میکرو ثانیه دریافت می‌کند؟($c = 3 \times 10^8$)

۱۰۰ ۵۰ ۲۰۰ ۸۰



ابتدا فاصله **PB** را پیدا میکنیم

$$PB = \sqrt{30^2 + 40^2 - 2(30)(40)Cos\ 120} \approx 60$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \ = \frac{x_2}{v_2} - \frac{x_2}{v_2} = \frac{(60-30) \times 1000}{3 \times 10^8} = 100 \times 10^{-6} = 100\mu s$$

پاسخ : گزینه ۱

صوت و پدیده دوپلر

صوت از نوع امواج مکانیکی می باشد که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد

گوش انسان(گوش سالم) بسامد ۲۰ تا ۲۰ هزار هرتز را میتواند بشنود موج‌های صوتی با بسامد پایین‌تر از ۲۰Hz را فروصوت و بالاتر از ۲۰Hzهزار را فراصوت می‌نامیم.

مفهوم موج صوتی

اگر یک دیاپازون را به ارتعاش درآوریم، ارتعاش دیاپازون باعث می‌شـــود هوای مجاور آن که در حال تعادل است، متراکم یا منسبط شود و در نتیجه فشار و چگالی هوای مجاور دیاپازون بیشتر و یا کمتر می‌شود. این لایه‌های هوای متراکم شده یا منبسط شده نیز لایه‌های مجاور خود را متراکم یا منبسط می‌کنند. در واقع این لایه‌های هوای متراکم شده یا منسبط شده به صورت تپ‌های متوالی تراکمی یا انبساطی در هوا منتشر می‌شوند و سبب تولید انتشار موج صوتی می‌شوند.

تذکر۱ : در انتشار صوت ذره‌های هوا منتقل نمی شوند بلکه حول وضع تعادل خود نوسان می‌کنند و سبب تولید لایه‌های تراکمی یا انبساطی می‌شوند.

تذکر۲ : در انتشار صوت به علت اینکه ذره‌های هوا درراستای انتشار نوسان می‌کنند پس موج صوتی در هوا موج طولی می‌باشد.

سرعت صوت

سرعت صوت به محیط انتشار (دما و نوع ماده‌ای که صوت در آن منتشر می شود) بستگی دارد. هر چه ماده متراکم‌تر باشد به علت اینکه مولکول‌های آن به هم نزدیکتر است، تپ ایجاد شده در آن در زمان کمتری به نقطه‌ی مجاور خود منتقل می‌شود پس سرعت صوت در آن بیشتر است.

با توجه به این موضوع می‌توان گفت عموما سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها می‌باشد اما استثناهایی نیز وجود دارد مثلا تندی صوت در گاز هیدروژن صفر درجه سانتیگراد از تندی صوت در متانول ۲۵ درجه سانتیگراد بیشتر است

سرعت صوت در آب بیشتر است یا هوا ؟ چرا؟

سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها می‌باشد

(زیرا مولکول‌های آن به هم نزدیکتر است تپ ایجاد شده در آن در زمان کمتری به نقطه‌ی مجاور خود منتقل می‌شود پس سرعت صوت در آن بیشتر است.)

تست: **فردی بین دو دیوار ایستاده، و فاصله وی از دیوار نزدیکتر ۲۴۰ متر است. او فریاد میزند و اولین پژواک صدای خود را پس از۱/۵ ثانیه می‌شنود،و صدای دوم را یک ثانیه پس از صدای اول می‌شنود،فاصله دو دیوار از هم چه قدر است؟**

۶۴۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۵۴۰

چون صوت شتابدار نیست و حرکت با سرعت ثابت است هم میتوانیم از فرمول $\Delta x = vt$ استفاده کنیم و هم میتوانیم تناسب ببندیم

۲۴۰m	۰/۷۵s
x	۱/۲۵s

$x = 400$ **فاصله کل** $= 240 + 400 = 640$

امواج لرزه‌ای

امواج لرزه ای موج هایی هستند از لایه های زمین عبور کرده و انرژی را منتقل می کنند یکی از منشاهای مهم امواج لرزه ای ، زمین لرزه ها هستند

انواع موج های لرزه ای: الف امواج اولیه P : این نوع امواج موجهای طولی هستند که از بین لایه های مختلف زمین زمین عبور می کنند

ب: امواج ثانویه این: نوع امواج موج های عرضی هستند که از بین لایه های مختلف زمین عبور می کنند

همانطور که گفته شد در اجسام جامد تندی انتشار موج های طولی بیشتر از تندی انتشار موج های عرضی است به همین علت تندی انتشار موج P بیشتر از تندی انتشار موج S بوده و در یک زمین لرزه موج P سریعتر توسط لرزه‌نگار دریافت می‌شود به همین علت به آنها امواج اولیه می گویند

در هنگام یک زمین لرزه یک لرزه نگار نخستین امواج P ، Δt ثانیه زودتر از نخستین امواج S دریافت می کند اگر تندی امواج P را با V_p و تندی امواج S را با V_s نمایش دهیم و ΔX فاصله محل زلزله از لرزه‌نگار باشد داریم: $\Delta X = \frac{V_p . V_s}{V_p . - V_s} \Delta t$

تست: اختلاف زمان رسیدن امواج لرزه‌ای عرضی و طولی به یک لرزه نگار ۱۵۰ ثانیه باشد و سرعت امواج عرضی و طولی ۸ و ۴ متر بر ثانیه باشد،فاصله محل وقوع زمین لرزه تا لرزه نگار چند متر است؟

۲۰ ۴۰۰ ۱۲۰۰ ۱۸۰۰

$$\Delta X = \frac{V_p . V_s}{V_p . - V_s} \Delta t \quad = \frac{8 \times 4}{8 - 4} \times 150 = 1200$$

شدت صوت

مقدار انرژی‌ای را که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار می‌رسد شدت صوت را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آوریم:

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

I: شدت صوت بر حسب وات بر متر مربع $\frac{w}{m^2}$

E: انرژی چشمه صوت بر حسب ژول J

P: توان چشمه‌ی صوت بر حسب وات w

A: سطح بر حسب متر مربع m^2

t: مدت زمان بر حسب ثانیه s

$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

خود شدت صوت را بخواهند

شدت صوت را در دوحالت مقایسه کنند

$$\frac{I_2}{I_1} = (\frac{f_2 A_2 R_1}{f_1 A_1 R_2})^2$$

تذکر:

۱- آهسته‌ترین صدایی (کمترین شدت) را که انسان می‌تواند بشنود آستانه‌ی شنوایی می‌نامیم.

۲- بلندترین صدایی (بیشترین شدت) را که انسان می‌تواند بشنود و آستانه‌ی دردناکی می‌نامیم.

۳- آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی به بسامد بستگی دارند.

تست: توان یک منبع صوتی ۱۵ وات ا ست، شدت صوت در فا صله ۵۰ سانتیمتری از این منبع تقریبا چند میکروواوت بر مترمربع است؟

۵ ۵×۱۰^{-۶} $۵\times۱۰^{+۶}$ ۴×۱۰^{-۶}

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{15}{4 \times 3 \times 0.25} = 5\frac{w}{m^2} = 5 \times 10^{+6}\ \frac{\mu w}{m^2}$$

تست:

به صورت فرضی، دامنه یک منبع صوتی ۲برابر و بسامد آن نصف می‌شود،همزمان فردی فاصله-اش از این منبع را ۳برابر میکند، شدت صوتی که به گوش وی میرسد تقریبا چند برابر حالت اولیه میشود؟

۹برابر ۰/۱ برابر $\frac{1}{3}$ برابر هیچکدام

$$\frac{I_2}{I_1} = (\frac{f_2 A_2 R_1}{f_1 A_1 R_2})^2 = \frac{1}{9} \approx 0.1$$

چون در تست کلمه تقریبا را آورده پس میتوانیم $\frac{1}{9}$ معادل ۰/۱ در نظر بگیریم

تست: یک چشمه صوت با توان ۱۲۰ میکروواوت انرژی در محیط منتشر میکند شخصی در فاصله دومتری از این چشمه قرار دارد و مساحت پرده گوش او ۲۴ سانتیمتر مربع است انرژی که در مدت ۵ دقیقه به گوش او می‌رسد تقریبا چند میکروژول است؟

۱/۸ ۷/۲ ۰/۹ ۳/۶

$$I_{\text{تولیدی منبع}} = \frac{p}{4\pi R^2} = \frac{120 \times 10^{-6}}{4 \times 3 \times 4} = 2.5 \times 10^{-6}$$

$$I_{\text{شنونده}} = \frac{\frac{E}{t}}{A_{\text{گوش}}} = \quad 2.5 \times 10^{-6} = \frac{\frac{E}{300}}{24 \times 10^{-4}} \quad E = 1.8\ \mu j$$

تراز شدت صوت

تراز شدت یک صوت عبارت است از لگاریتم (در پایه ده) نسبت شدت آن صوت به شدت صوت مبنا تراز شدت صوت را با نماد β نشان می‌دهند و یکای آن بل (β) و دسی‌بل (dB) می‌باشد. مقدار آن را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آوریم:

β بر حسب دسی بل (dB) $\qquad \beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$

β بر حسب بل (B) $\qquad \beta = \log\frac{I}{I_۰}$

$I_۰$ شدت صوت مبنا که برابر است با آستانه‌ی شنوایی گوش سالم در بسامد ۱۰۰۰Hz که $I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}$ در نظر گرفته می‌شود.

تست: تراز شدت صوتی ۲۰ دسی بل است، شدت این صوت چند وات برمتر مربع است؟

$$I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}$$

2×10^{-6} $\quad 2\times10^{-12}$ $\quad 9\times10^{-10}$ $\quad 10^{-10}$

$$\beta = 10Log\frac{I}{I_0} \rightarrow 20 = 10Log\frac{I}{I_0} \rightarrow I = 10^2\times10^{-12} = 10^{-10}$$

تست: تراز شدت صوتی ۲۴ دسی بل است، شدت این صوت چند تقریبا وات برمتر مربع است؟

$\log2=0/3$ و $I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}$

256×10^{-12} $\quad 256\times10^{-6}$ $\quad 64\times10^{-12}$ $\quad 64\times10^{-6}$

$$\beta = 10Log\frac{I}{I_0} \rightarrow 2.4 = Log\frac{I}{I_0} \rightarrow 8\times0.3 = Log\frac{I}{I_0} \quad 8Log2 = Log\frac{I}{I_0}$$

$$Log2^8 = Log\frac{I}{I_0} = \quad I = 2^8\times10^{-12} = 256\times10^{-12}$$

تست: یک منبع صوتی امواجی با بسامد ۱۰۰۰ هرتز و توان ۵۴ وات را در هوا منتشر میکند و فردی با گوش سالم و نرمال در ۳متری از منبع قرار دارد تقریبا کدام گزینه صحیح است؟

۱)صدای ۸۰ دسی بل به شخص میرسد و صدای منبع را به زحمت میشنود

۲) صدای ۱۱۷ دسی بل به شخص میرسد شخص صدای منبع را بدون مشکل میشنود

۳) صدای ۱۱۷ دسی بل به شخص میرسد گوش شخص از شنیدن صدا درد میگیرد

۴) صدای ۸۰ دسی بل به شخص میرسد شخص صدای منبع را بدون مشکل میشنود

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{54}{4 \times 3 \times 9} = 0.5$$

$$B = 10Log\frac{0/5}{10^{-12}} = 10Log5 \times 10^{+11} = 10(Log\ 5 + Log\ 10^{+11})$$

گوش سالم در صدای ۱۰۰۰ هرتزی

$$= 10(0.7 + 11) = 117 \text{دسی}$$

بین ۰ تا ۱۲۰ دسی بل را میشنود (گزینه۲)

تست: اگر شنونده‌ای در فاصله ۲۰متری از یک چشمه صوتی،صدای چشمه صوت را با تراز ۸ بل بشنود و در حین انتشار صوت،حدود ۴ درصد از توان توسط محیط جذب شده باشد، در اینصورت، توان چشمه صوتی چند میلی وات بوده است؟

۲۰ ۵۰۰ ۴۸۰ ۴۰۰

$$\beta = Log\frac{I}{I_0} \quad 8 = Log\frac{I}{I_0} \quad I = 10^8 \times 10^{-12} = 10^{-4}$$

$$I_{\text{شدت}} = \frac{p}{4\pi R^2} \quad 10^{-4} = \frac{p}{4(3)400} \quad P = 480mw$$

$$\frac{96}{100}P_{\text{کل}} = 480 \rightarrow P_{\text{کل}} = 500$$

تراز نسبی شدت صوت

تفاضل تراز شدت دو صوت را بلندی نسبی می‌نامیم و آن را $\Delta\beta$ نشان می‌دهیم

$$(\beta_2 = \log\frac{I_2}{I_0}, \beta_1 = \log\frac{I_1}{I_0}) \rightarrow \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = \log\frac{I_2}{I_0} - \log\frac{I_2}{I_0}$$

$$\Delta\beta = \log\frac{I_2}{I_1}$$ بل

$$\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1}$$ دسی بل

تست:

فردی فا صله اش از یک منبع صوتی را تغییر میدهد و تراز شدت صوتی که می‌شنود از ۲۰ به ۴۶ دسی بل میرسد.فاصله وی از منبع صوتی چند درصد کاهش یافته است؟(Log2=0/3)

۵ درصد ۵۰ درصد ۹۵ درصد ۲۰ درصد

$$\Delta\beta = 10Log\frac{I_2}{I_1} \quad (46-20) = 10Log\frac{I_2}{I_1} \quad 2.6 = Log\frac{I_2}{I_1} \quad 2+0.6 = Log\frac{I_2}{I_1}$$

$$Log10^2 \times Log2^2 = Log\frac{I_2}{I_1} \quad 400 = \frac{I_2}{I_1} \quad 400 = (\frac{R_1}{R_2})^2 \quad R_2 = \frac{5}{100}R_1$$

یعنی پس ۹۵ درصد کاهش یافته است

تست:

شدت صوتی را ۱۶ برابر میکنیم و تراز شدت صوت آن ۵ برابر می‌گردد، شدت اولیه این صوت چند وات بر مترمربع است؟

2×10^{-12} 4×10^{-12} 4×10^{-10} 2×10^{-10}

$$\Delta\beta = 10Log\frac{I_2}{I_1} \quad (5\beta - \beta) = Log\frac{I_2}{I_1} \quad 4\beta = Log\frac{16I_1}{I_1} \quad 4\,Log\frac{I}{I_0} = Log\,2^4$$

$$\frac{I}{I_0} = 2 \rightarrow I_0 = 2 \times 10^{-12}$$

ادراک شنوایی :وقتی دیاپازونی را با ضربه ای به ارتعاش وا می داریم، دیاپازون نو سان هایی انجام می دهد که به دلیل میرایی کم، به حرکت هماهنگ ساده نزدیک است .به صوت حاصل از چنین چشمه هایی تُنِ موسیقی یا به اختصار تُن[1]گفته می شود .با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می توان از هم متمایز ساخت ارتفاع و بلندی آن.

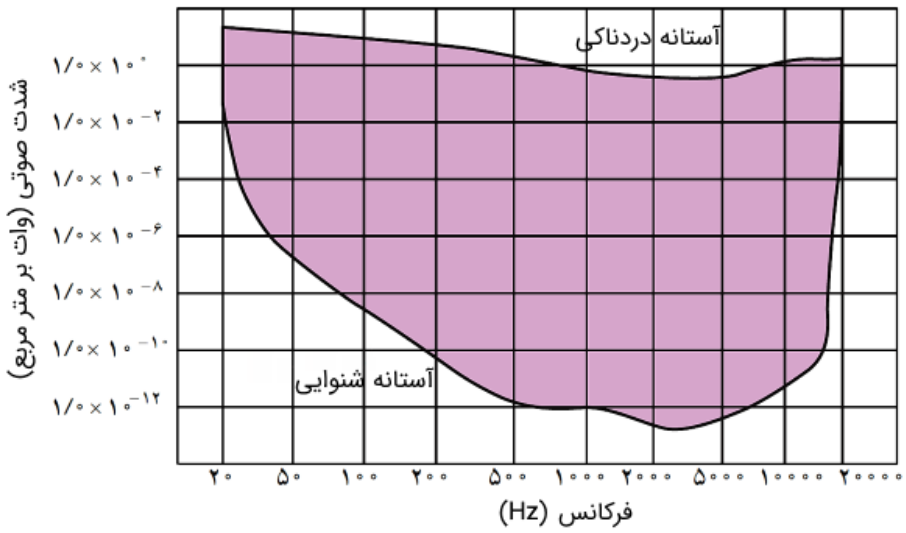
ارتفاع و بلندی هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می شوند. ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می کند اما بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند شدت را می توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می کنید .دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت های متفاوتی نشان می دهد، به طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گستره ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز است (اگرچه گوش انسان قادر به شنیدن تُن های صدای ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ میباشد)

نکات تکمیلی:

۱- آهسته‌ترین صدایی (کمترین شدت) را که انسان می‌تواند بشنود آستانه‌ی شنوایی می‌نامیم.(در بسامد ۱۰۰۰ هرتزی $I_0 = 10^{-12}\ w/m^2$ وات برمتر مربع یا همان صفر بل است)

۲- بلندترین صدایی (بیشترین شدت) را که انسان می‌تواند بشنود (بدون به درد آمدن گوش) آستانه‌ی دردناکی می‌نامیم. (برای همه بسامدها تقریبا حدود یک وات بر متر مربع یا ۱۲۰ دسی بل)

۳- آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی به **بسامد بستگی دارند.**



تست: کدام گزینه **ناصحیح** است؟

۱- آهسته‌ترین صدایی (کمترین شدت) را که انسان می‌تواند بشنود آستانه‌ی شنوایی می‌نامیم

۲- آستانه دردناکی تقریبا برای اکثر صدا ها یکسان است

۳- آستانه شنوایی تقریبا برای اکثر صدا ها یکسان است $I_0 = 10^{-12}\ \frac{w}{m^2}$

۴- شدت صوت با مجذور فاصله رابطه عکس دارد

جواب گزینه ۳

تست: ارتفاع و بلندی هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می شوند. ارتفاع، ..... است که گوش انسان درک می کند اما بلندی، ..... است که گوش انسان از صوت درک می کند (به ترتیب از راست به چپ...)

بسامدی- شدت صوتی شدت صوتی- بسامدی فرکانسی – دامنه‌ای دامنه‌ای- فرکانسی

جواب گزینه ۱

تست: کدام گزینه غلط است؟

۱- شدت صوت را می توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می کنید.

۲- بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گستره ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز است

۳- گوش انسان قادر به شنیدن تُن های صدای ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ میباشد

۴- شدت صوت با مجذور بسامد رابطه عکس و با مجذور دامنه رابطه مستقیم دارد

پاسخ گزینه ۴

اثر دوپلر

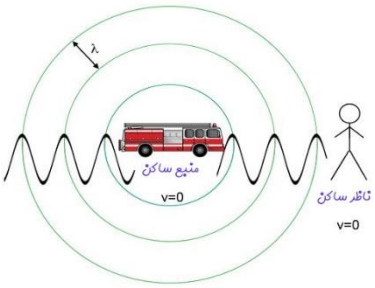
اگر دقت کرده باشید، وقتی یک ماشین آمبولانس آژیرکشان عبور می‌کند، صدای آن هنگامی که به شما نزدیک می‌شود با صدای آن هنگامی که از شما دور می‌شود متفاوت است.

علت این موضع تغییر بسامد صوتی است که به شما میرسد. این تغییر بسامد هم در حالتی که آمبولانس (چشمه صوت) ساکن است و شما (شنونده) حرکت می‌کنید و هم در حالتی که شما و آمبولانس حرکت می‌کنید رخ می‌دهد.

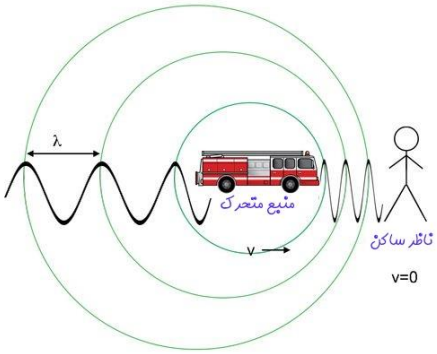
تغییر بسامدی که از حرکت چشمه، ناظر یا هر دو ناشی می‌شود اثر دوپلر می‌گویند. ما در این بخش به بررسی طول و بسامدی که به گوش شنونده میرسد خواهیم پرداخت

الف: طول موج

اگر منبع ساکن باشد طول موج جلوی منبع مساوی با عقب منبع است



اگر منبع حرکت کند طول موج جلوی منبع کمتر از عقب منبع است



ب: بسامد

اگر شنونده و منبع نسبت هم نزدیک شوند بسامدی که شنونده می‌شنود بزرگتر از منبع می‌شود

$$f_{\text{شنونده}} > f_{\text{منبع}}$$

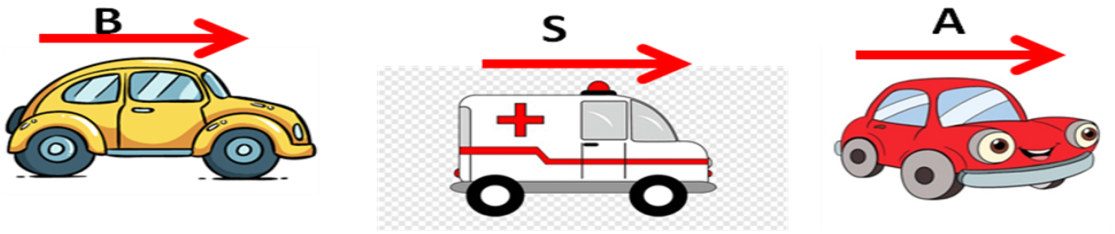
اگر شنونده و منبع نسبت هم دور شوند بسامدی که شنونده می‌شنود کوچکتر از منبع می‌شود

$$f_{\text{شنونده}} < f_{\text{منبع}}$$

تست: درشکل زیرآمبولانس در حال آژیر کشیدن است و سه اتومبیل با سرعتهای مساوی به سمت راست میروند کدام صحیح است؟

$\lambda_A < \lambda_B$ و $f_A = f_B$ $\quad$ $\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A > f_B$

$\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A = f_B$ $\quad$ $\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A < f_B$

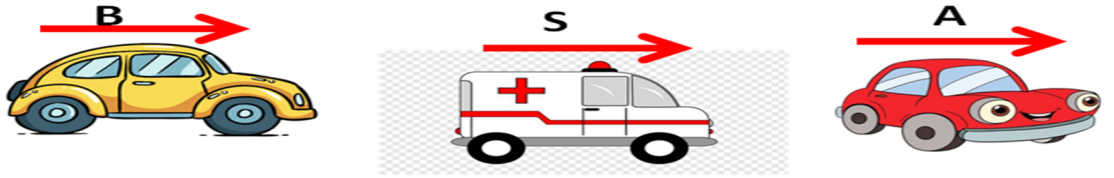


چون ماشین A جلوی منبع و ماشین B پشت منبع است بنابراین $\lambda_A < \lambda_B$ و چون سرعتها مساویست و اتومبیل ها از منبع دور یا نزدیک نمیشوند بنابرای $f_A = f_B$

تست: درشکل زیرآمبولانس در حال آژیر کشیدن و ساکن است و اتومبیلهای A و B با سرعتهای مساوی به سمت راست میروند کدام صحیح است؟

$\lambda_A > \lambda_B$ و $f_A = f_B$ $\quad$ $\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A > f_B$

$\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A = f_B$ $\quad$ $\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A < f_B$



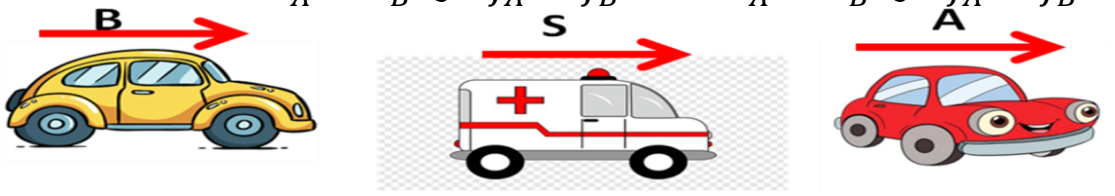
چون منبع ساکن است بنابراین $\lambda_A = \lambda_B$ و چون اتومبیل A از منبع دور و اتومبیل B ی نزدیک یشوند بنابرای $f_A < f_B$

گزینه ۴

تست: درشکل زیرآمبولانس با سرعت $2V$ به راست حرکت می کند اتومبیلهای Aو B با سرعتهای مساوی V به سمت راست میروند کدام صحیح است؟

$\lambda_A < \lambda_B$ و $f_A < f_B$ $\quad$ $\lambda_A < \lambda_B$ و $f_A > f_B$

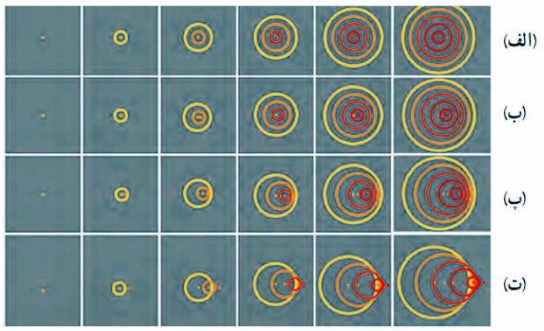
$\lambda_A < \lambda_B$ و $f_A = f_B$ $\quad$ $\lambda_A = \lambda_B$ و $f_A > f_B$



چون ما شین A جلوی منبع و ما شین B پ شت منبع ا ست بنابراین $\lambda_A < \lambda_B$ و چون ما شین A و آمبولانس نزدیک میشوند ولی ماشین B و آمبولانس دور میشوند بنابراین $f_A > f_B$

و گزینه ۲ صحیح است

تست: در شکل زیر جبهه‌های متوالی موج برای چهار منبع صوتی را مشاهده میکنید،چند مورد از موارد زیر صحیح است؟



صفر مورد $\quad$ یک مورد $\quad$ سه مورد $\quad$ چهار مورد

در شکل الف،منبع صوتی ساکن است

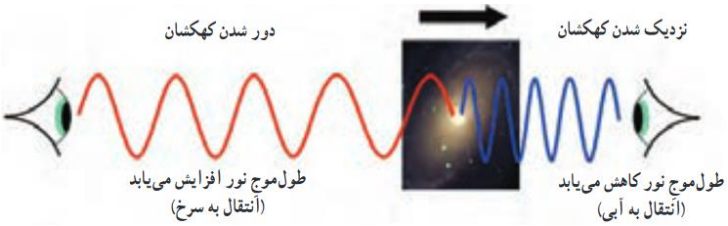
در شکل ب منبع صوتی با سرعتی کمتر از صوت به سمت راست حرکت میکند

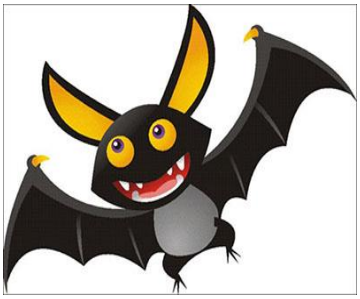
در شکل پ منبع صوتی با سرعتی مساوی با سرعت صوت به سمت راست حرکت میکند

در شکل ت منبع صوتی با سرعتی بیشتر از سرعت صوت به سمت راست حرکت میکند

پاسخ گزینه ۴

اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی :برای موج های الکترومغناطیسی همانند نور یا امواج رادیویی نیز اثر دوپلر برقرار است هر گاه چشمه موج الکترومغناطیسی نسبت به ناظر(آشکارساز)در حرکت باشد، بسامد و طول موج دریافتی از این چشمه تغییر می کند وقتی چشمه نور از ناظر(آشکارساز)دور می شود، طول موج افزایش می یابد که به آن اصطلاحاً انتقال به سر خ می گویند و وقتی چشمه نور به ناظر نزدیک می شود، طول موج کاهش پیدا می کند که به آن اصطلاحاً انتقال به آبی می گویند





برهم کنش امواج

شکست و بازتاب موج و...

(ادامه فصل ۳ برای تجربی ها و شروع فصل ۴ برای ریاضی ها)

در این قسمت میخواهیم به آموزش برهم کنش امواج بپردازیم، برهم کنش شامل موارد زیر است:

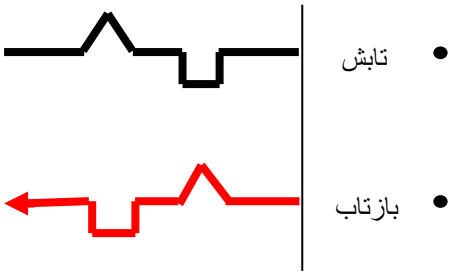
۱- بازتاب امواج ۲- شکست امواج ۳- پراش ۴- تداخل امواج

که بازتاب و شکست بین دانش آموزان ریاضی و تجربی مشترک است اما تعریف پراش و تداخل فقط ویژه دانش آموزان ریاضی است.

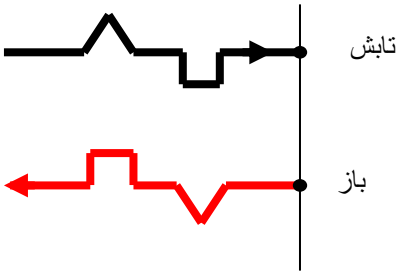
۱- بررسی بازتاب امواج در طناب های مرتعش (یک بعدی)

بازتاب یک تپ موج از انتهای طناب به نحوه‌ی اتصال انتهای طناب بستگی دارد. به همین منظور بازتاب موج از انتهای طناب را در دو حالت بررسی می‌کنیم.

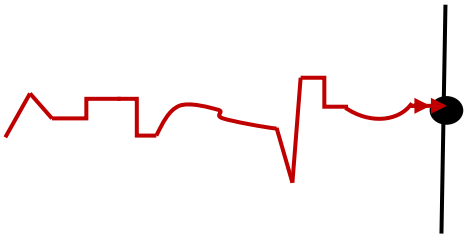
بازتاب از انتهای آزاد مانع نرم : در این حالت انتهای طناب به حلقه بسیار سبکی وصل شده است و می‌تواند بر روی وسیله‌ی قائم بدون اصطکاکی، بالا و پائین برود. در این وضعیت می‌توان گفت: تپ موج نسبت به محور yها به اندازه‌ی ۱۸۰ درجه دوران می‌کند.



بازتاب از انتهای ثابت یا بسته مانع سخت: در این حالت انتهای طناب به یک دیوار ثابت شده است و تپ موج بازتابیده، در خلاف جهت تپ موج تابشی و به شکل وارونه برگشت می‌کند. در این وضعیت می‌توان گفت که تپ موج نسبت به محور x و y به اندازه ۱۸۰ درجه دوران می‌کند.



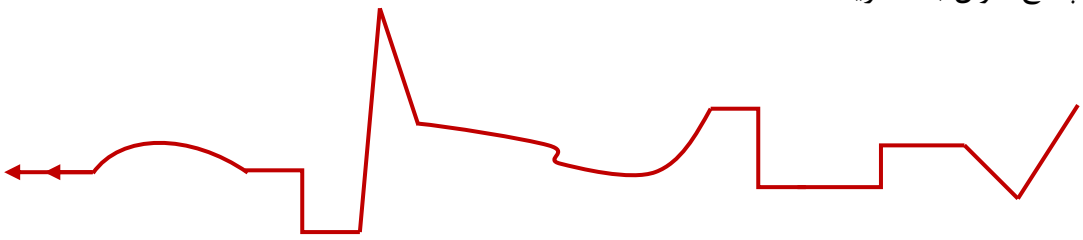
تست : با توجه به شکل موج فرضی! مقابل، شکل موج بازگشتی از مانع سخت را رسم نمایید؟



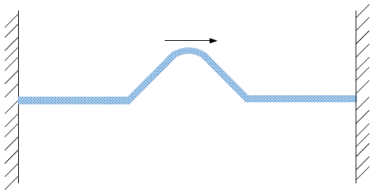
هرسه ممکن است

در بازگشت موج از مانع سخت(اگر شکل خیلی پیچیده باشد) کافیست ورقه سوال را سر و ته کنید و از روی آن نقاشی بکشید!

پاسخ سوال بالا (گزینه ۱)



تست: طنابی دوسربسته و کشیده شده، به طول ۱۶۰cm، بین دو نقطه بسته ایم. اگر در لحظه $t = 0$ تپی در وسط طناب این طناب مطابق شکل با تندی ۲۰cm/s در حال انتشار باشد . در لحظهٔ $t = 18s$ تصویر لحظه‌ای طناب به شکل کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۱)

۲)

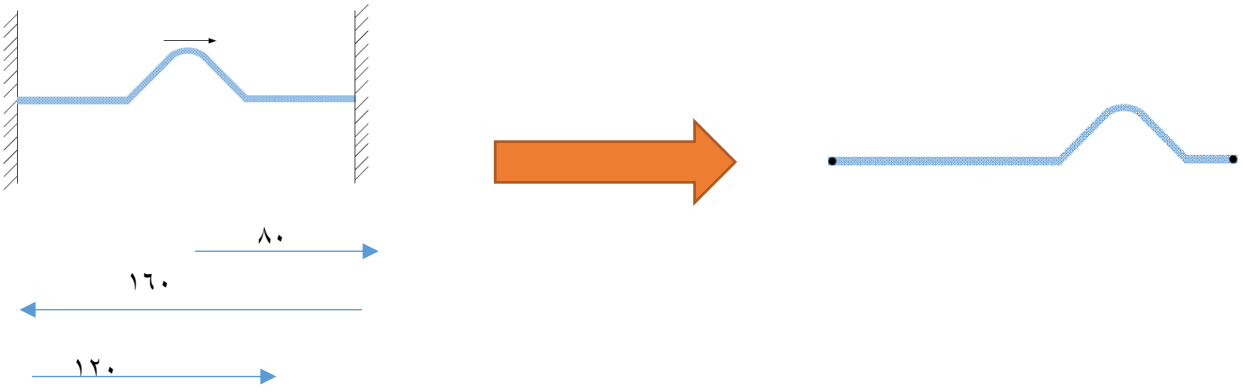
۳)

۴) بنا بر اصل عدم قطعیت نمیتوان محل آن را مشخش نمود

پاسخ: خب بچه ها گزینه آخر که مزخرفه! اصل عدم قطعیت چیکار داره به این سوال!!! ما اول باید از فرمول های حرکت شناسی بریم و ببینیم که موج در مدت زمان گفته شده چه مسافتی رو میره تا جای این تپ رو حدس بزنیم و چون واحد سرعت برحسب سانتیمتر بر ثانیه هست جواب ما هم سانتیمتر به دست میاد

$$L = Vt = 20 \times 18 = 360cm$$

حالا چون تپ وسط طناب هست برای اینکه مسافت ۳۶۰ رو بره باید ۸۰ تا از وسط تا آخر طناب سمت راست بره بعدش میخوره به دیوار و برمیگرده و ۱۶۰ تا میره تا بخوره به دیوار چپ، بعد دوباره برمیگرده و وارونه میشه و ۱۲۰ تا دیگه حرکت میکنه به راست تا کل ۳۶۰متر طی بشه پس یه جاهایی نزدیک دیوار سمت راست باید باشه و چون دوبار وارون شده قیافه اش مثل تپ اولیه میشه و گزینه ۲ درست هست

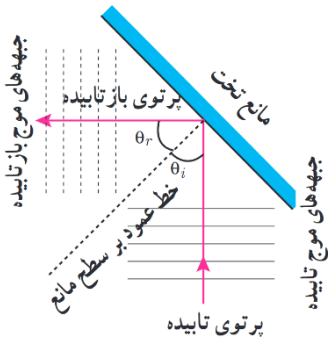


۲–بررسی بازتاب موج از مانع تخت:

ساده ترین شکل یک مانع، مانعی تخت است .در حضور این نوع مانع، امواج بازتابیده نیز تخت اند با استفاده از جبهه های موج می توانیم به طور تجربی به رفتار موج در برخورد با یک مانع پی ببریم .طرح معادل دیگری برای نشان دادن رفتار موج، استفاده از نمودار پرتویی است که در آن، یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه های موج است که جهت انتشار موج را نشان می دهد . در اینجا زاویه‌ی بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده(فرودی)را زاویه‌ی تابش می نامند و و زاویه‌ی بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را زاویه‌ی بازتابش می نامند

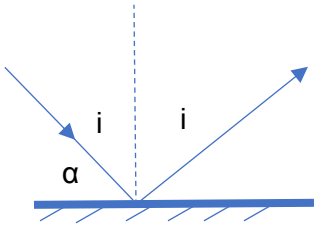
قانون بازتاب عمومی:

آزمایش ها نشـــان میدهد برای تمام انواع مانع ها و همه‌ی انواع موج (مانند امواج دایره ای یا کروی یا...)، همواره زاویه‌ی بازتابش برابر با زاویه‌ی تابش ا ست که به آن، قانون بازتاب عمومی گفته می شود $\theta i = \theta r$



تست: اگر در یک آینه تخت زاویه بین پرتو تابش و بازتابش ۴برابر زاویه بین پرتو تابش و سطح آینه باشد در اینصورت زاویه پرتو تابش چند درجه بوده است؟

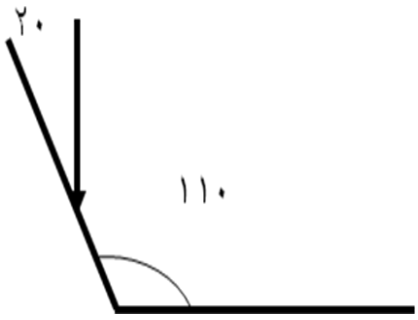
۳۰ ۴۵ ۶۰ ۷۲



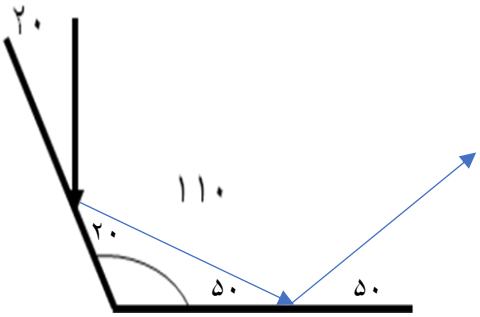
پاسخ: $2i = 4\alpha \rightarrow 2i = 4(90 - i) \rightarrow i = 60$

تست: با توجه به شکل مقابل پرتو تابیده شده به آینه ۱ پس از برخورد به آینه ۲ با چه زاویه ای از سطح آینه۲ باز میگردد؟

۳۰ ۱۴۰ ۵۰ ۴۰

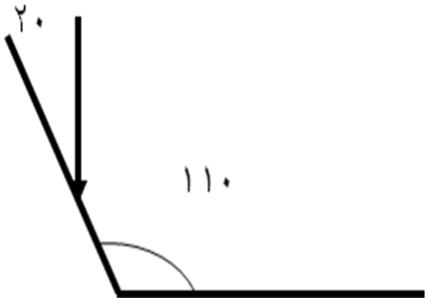


پاسخ: ۵۰ درجه

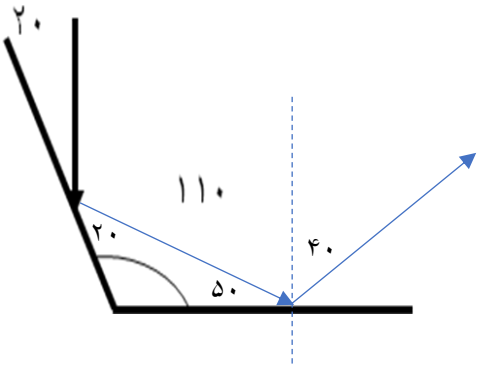


تست: با توجه به شکل مقابل پرتو تابیده شده به آینه ۱ پس از برخورد به آینه ۲ با چه زاویه ای از آینه۲ باز میگردد؟

۳۰ ۱۴۰ ۵۰ ۴۰

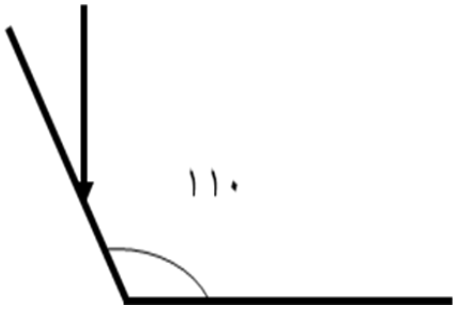


پاسخ : ۴۰ درجه



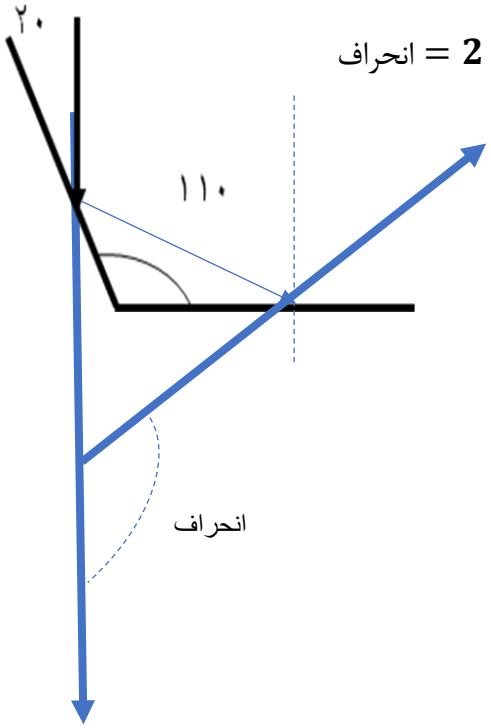
تست: با توجه به شکل مقابل پرتو تابیده شده به آینه۱ چه زاویه ای با پرتو بازتاب شده از آینه۲ می سازد؟ (زاویه انحراف پرتو خروجی از آینه ۲ نسبت به پرتو ورودی به آینه۱)

۴۰ ۵۰ ۱۴۰ ۳۰



پاسخ: برای پیدا کردن زاویه انحراف کافیت زاویه حاده دو آینه را ضربدر عدد ۲ کنیم

$$\text{انحراف} = 2 \times \text{حاده} = 2 \times 70 = 140$$



چند نکته تکمیلی در خصوص زاویای پرتو تابش و بازتابش

۱- زاویه تابش با زاویه بازتابش برابرست

۲- زاویه بین تابش و بازتابش $2i$ می‌شود

۳- زاویه موج تابیده شده با سطح آینه $90-i$ است

۴- در آینه های متقاتع زاویه انحراف برابرست با دوبرابر زاویه حاده دوآینه

۵- اگر آینه تختی را α درجه دوران دهیم،زاویه بین پرتو تابش و بازتابش به اندازه 2α کم یا زیاد می‌شود و برابر می‌شود با $2i-2\alpha$ یا $2i+2\alpha$

چند نکته تکمیلی در خصوص زاویای جبهه موج تابش و جبهه موج بازتابش

۱- زاویه جبهه تابش با زاویه جبهه بازتابش برابرست

۲- زاویه بین جبهه موج تابش با جبهه موج بازتابش $2i$یا $180-2i$ است

۳- زاویه جبهه موج تابیده شده با سطح آینه i است

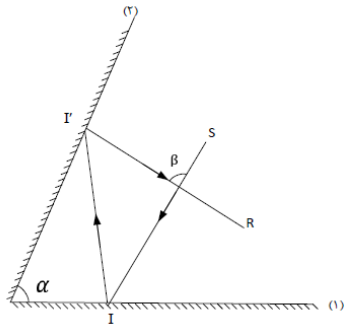
تست: شعاع نوری با زاویه ۲۰ درجه نسبت به سطح یک آینه تخت میتابد اگر آینه را ۱۵ درجه دوران دهیم در اینصورت زاویه بین شعاع تابش و بازتابش چند درجه میگردد؟

۱۰ یا ۷۰ ۱۱۰ یا ۱۷۰ ۳۰ یا ۴۰ ۲۰ یا ۳۰

اگر آینه تختی را α درجه دوران دهیم،زاویه بین پرتو تابش و بازتابش به اندازه 2α کم یا زیاد می‌شود و برابر می‌شود با $2i-2\alpha$ یا $2i+2\alpha$

$$2i - 2\alpha = 2(70) - 2(15) = 110 \quad , 2i + 2\alpha = 2(70) + 2(15) = 170$$

تست: در شکل روبه‌رو زاویه بین دو آینه تخت متقاطع $\alpha=30$ در اینصورت زاویه انحراف و زاویه β به ترتیب از راست به چپ برابرند با..؟



۱) ۶۰–۳۰

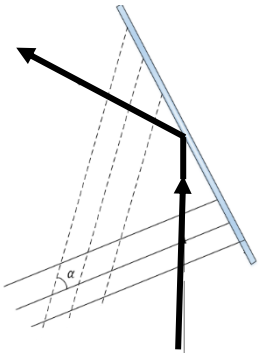
۲) ۳۰–۶۰

۳) ۳۰–۳۰

۴) ۶۰–۶۰

به زاویه نور تابیده شده به آینه اول با نور بازتاب شده از آینه دوم،زاویه انحراف میگوییم که با توجه به شکل همان β است و در نکته قبل دیدیم که زاویه انحراف دوبرابر زاویه حاده بین دو آینه است یعنی جواب گزینه چهار می‌شود

تست: نمودار جبهه موج و پرتوی تابش و بازتابش موجی از یک آینه تخت، مطابق شکل روبه‌رو می‌باشد. درصورتیکه زاویهٔ بازتابش ۵۰ درجه باشد زاویهٔ α برابر چند درجه است؟



۱) ۵۰

۲) ۴۰

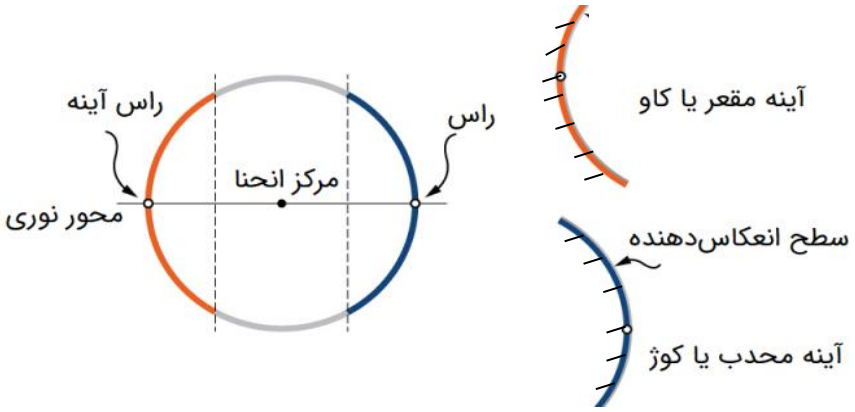
۳) ۱۰۰

۴) ۸۰

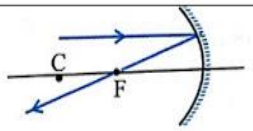
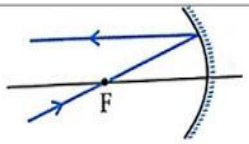
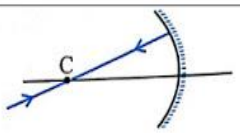
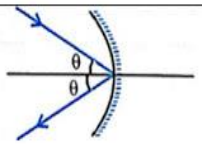
نکته: زاویه بین جبهه موج تابش و جبهه موج بازتابش دوبرابر i یا دوبرابر r است پس در این سوال زاویه بین جبهه موج تابش و جبهه موج بازتابش برابر میشه با ۱۰۰ ولی اگر دقت کنید،آلفا با زاویه بین جبهه موج تابش و جبهه موج بازتابش مکمل هست پس آلفا برابر میشه با۸۰= ۱۰۰-۱۸۰

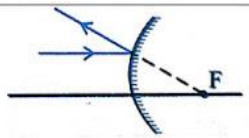
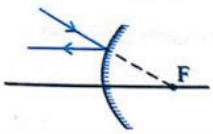
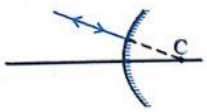
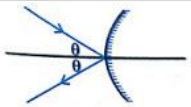
بررسی بازتاب موج از مانع های کروی

اگر یک گوی شیشه ای(کره شیشه ای) را از وسط برش بزنیم ،و در یکی از آنها سطح داخلی را جیوه بزنیم و دیگری را سطح خارجی اش را جیوه بزنیم، به این سطوح کروی کوژ و کاو (محدب و مقعر) میگوییم



اگر موجی به سطوح مقعر و محدب برخورد کند،شکل موج بازگشتی مطابق شکل های زیر است

۱- پرتوی که موازی محور اصلی آینه مقعر به آینه بتابد پس از بازتاب از کانون اصلی آینه می گذرد.	
۲- پرتوی که از کانون اصلی آینه مقعری بگذرد و به آینه بتابد پس از بازتاب موازی محور اصلی خواهد بود.	
۳- هر پرتوی که از مرکز آینه‌ی مقعر بگذرد و به آینه بتابد روی خودش بازتاب می شود. (چون عمود بر سطح آینه است.)	
۴- پرتو نوری که به راس آینه می تابد، با همان زاویه نسبت به محور اصلی بازتاب می شود.	

هر گاه پرتوی موازی محور اصلی آینه محدب به آن بتابد، طوری بازتاب می شود که امتداد پرتو بازتاب در پشت آینه از کانون اصلی آینه می گذرد.	
هرگاه پرتو نور طوری به آینه محدب بتابد که امتداد پرتو نور از کانون اصلی آینه بگذرد موازی محور اصلی آینه بازتاب خواهد شد.	
هرگاه پرتو نور طوری به آینه محدب بتابد که امتداد پرتو نور از مرکز آینه بگذرد روی خودش بازتاب خواهد شد.	
پرتو نوری که به راس آینه می تابد، با همان زاویه نسبت به محور اصلی بازتاب می شود.	

موازی بیاد از رو F میره

از رو F بیاد موازی میره

عروسی بره، عروسی میاد !

تست: در یک پارک تفریحی دو فرد در برابر دو سطح کاو قرار دارند،فرد شنونده و فرد تولید کننده صدا در چه فاصله ای از سطوح قرار بگیرند تا بهترین صدا شنیده شود؟

شنونده و منبع صوتی هردو روی مرکز نسبت به سطوح روبرویشان باشند

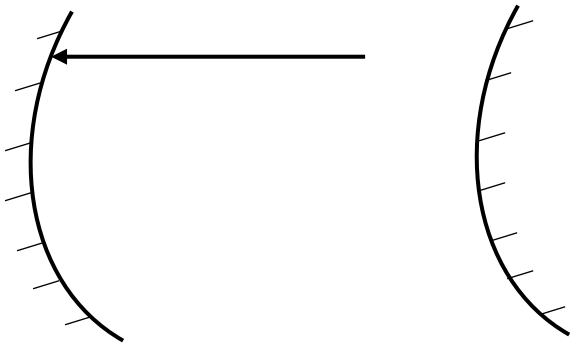
شنونده و منبع صوتی هردو روی کانون نسبت به سطوح روبرویشان باشند

شنونده روی مرکز و منبع صوتی روی کانون نسبت به سطوح روبرویشان باشند

شنونده روی کانون و منبع صوتی روی مرکز نسبت به سطوح روبرویشان باشند

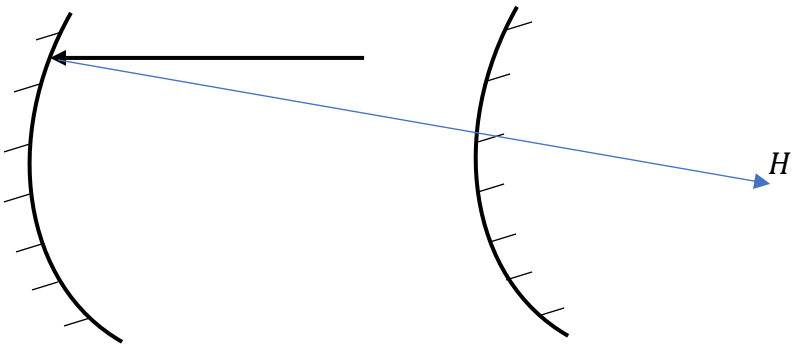
پاسخ: وقتی فرستنده و شنونده روی کانون باشند بهترین صدا شنیده میشود

تست: در شکل زیر شعاع آینه‌های مقعر و محدب به ترتیب ۶۰ و ۱۰ سانتی‌متر است.فاصله دو آینه از هم چند سانتی متر باشد تا پرتو تابیده شده بر روی خودش بازتابش کند؟

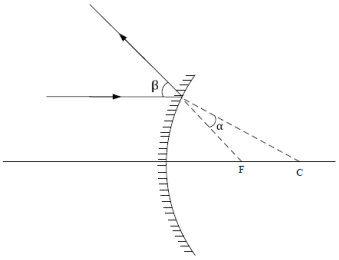


برای آنکه پرتو تابیده شده بر روی خودش بازتابش کند نقطه $\mathbf{H}$ باید برای آینه اول حکم $\mathbf{F}$ و برای آینه دوم حکم $\mathbf{C}(\mathbf{R})$ را داشته باشد بنابراین فاصله آینه ها از هم برابر میشود با

$$\text{فاصله} = F_1 - R_2 = 30 - 10 = 20$$



تست: شکل روبه‌رو، بازتابش از سطح آینهٔ کوژ (محدب) را نشان می‌دهد. F و C، کانون مرکز آینه هستند. کدام رابطه بین α و β درست است؟



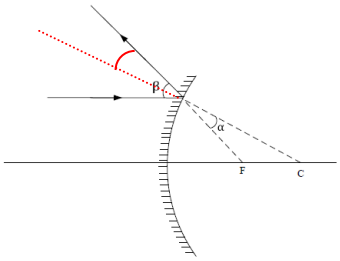
۱) $2\alpha < \beta < 3\alpha$

۲) $\alpha < \beta < 2\alpha$

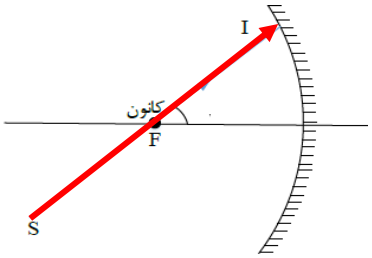
۳) $\beta = 2\alpha$

۴) $\beta = 3\alpha$

در تمام سطوح زاویه تابش با بازتابش برابرست پس اگر خط عمود بر سطح بین شعاع تابش و بازتابش را رسم کنیم مشاهده میکنیم که که آلفا با بتا تقسیم بردو متقابل به راس است پس جواب گزینه ۳ درست است



تست: در شکل مقابل، پرتوی SI با زاویه ۶۰ درجه نسبت به محور اصلی آینه و در راستای کانون به سطح آینهٔ مقعری می‌تابد. کدام گزینه صحیح است ؟



الف) زاویه بازتابش از آینه ۳۰ درجه است

ب) زاویهٔ انحراف آن ۳۰۰ درصد بیشتر از زاویه بازتابش این پرتو می‌باشد

ج) پرتو تابش شده پس از برخورد به آینه،به موازات محور اصلی بازمی‌گردد

د) در این آینه زاویه تابش با بازتابش برابر است

۱) یک مورد ۲) دومورد ۳)سه مورد ۴) ۴مورد

پاسخ : به زاویه نور تابیده شده با نور بازگشتی ، زاویه انحراف می‌گوییم که مطابق شکل ۱۲۰ درجه می‌شود

۱۸۰=۶۰+انحراف

۱۲۰=انحراف

از طرفی برای محاسبه زاویه تابش یا بازتابش کافیست عدد ۶۰ را بر ۲ تقسیم کنیم که برابر با ۳۰ می‌شود پس زاویه انحراف ۴ برابر زاویه بازتابش شده که یعنی ۳۰۰ درصد بیشتر از زاویه بازتابش است و مورد ج و د نیز از ویژگی های بدیهی است

بنابراین همه موارد صحیح است

پژواک :اگر ما در برابر دیوار یا صخره بلندی که چند ده متر از ما فاصله دارد،قرار بگیریم و داد بزنیم پس از مدت زمان کوتاهی، بازتاب صدای خود را خواهید شنید .اگر صوت ناشی از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود، به چنین بازتابی پژواک می گویند.

نکته مهم در پژواک:

اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از ۰/۱ثانیه باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد

تست: **فردی فریاد زنان و در فاصله ۶۸ متری از یک کوه ایستاده است،این فرد حداکثر چند درصد می‌تواند فاصله خود تا کوه را کاهش دهد تا صدای پژواک خود را از صدای اصلی اش تمیز دهد؟ (صوت در این محیط در هر ۳ ثانیه، ۱۰۲۰ متر را طی میکند)**

۲۵ ۵۰ ۸۱ ۷۵

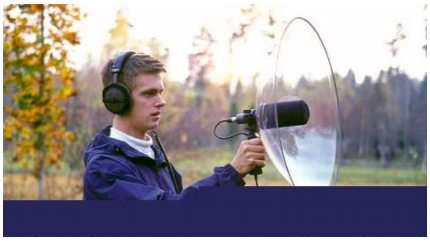
جواب گزینه ۴

اگر فرد در ۱۷ متری از کوه قرار بگیرد زمان پژواک حدود یک دهم میشود بنابراین فرد نهایتا تا ۱۷ متری میتواند به کوه نزدیک شود یعنی نهایتا ۵۱ متر میتواند به کوه نزدیک شود که این تغییر معادل ۷۵ درصد کاهش است

میکروفون سهموی

در این نوع میکروفون ،از یک سطح سهموی استفاده می‌شود که یک میکروفون در کانون آن قرار دارد و صوت های ضعیفی که به این سطح می رسند در کانون میکروفون جمع شده و شدت آن افزایش می‌یابد و میکروفون قادر به دریافت آن است، این نوع میکروفون ها کاربرد های فراوانی دارند به عنوان مثال در هنگام ضبط صداهای طبیعت و صداهای میدان های ورزشی و استراق سمع کاربرد دارد

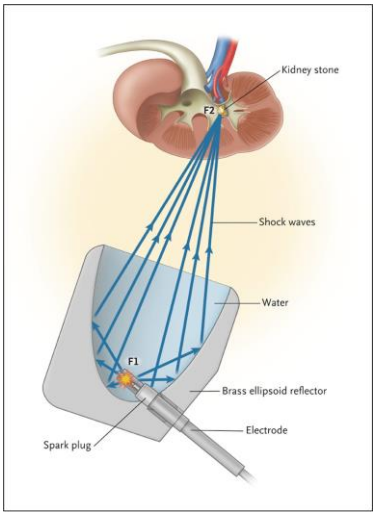
در این نوع میکروفون ها فقط می توان امواج با طول موج خیلی کوچکتر از قطر سهمی را متمرکز کند به همین دلیل برای ثبت همه نوع صدا مناسب نیستند در یک میکروفون سهموی دامنه و در نتیجه شدت موج صوتی افزایش می یابد ولی بسامد آن تغییر نمی‌کند

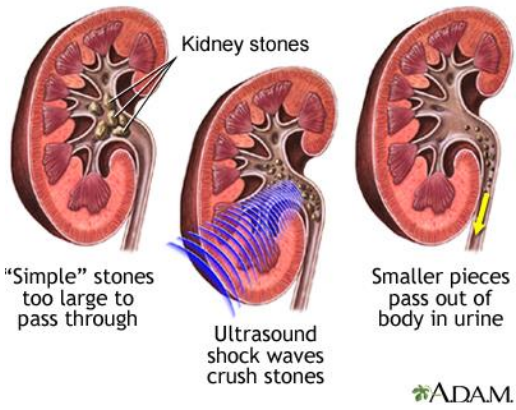


دستگاه لیتوتریپسی

گاهی اوقات سنگهای جمع شده در کلیه انسان ها به اندازه‌ای بزرگ است که نمی توانند از مجاری ادراری دفع شوند به همین علت به وسیله دستگاهی به نام لیتوتریپسی آنها را خرد کرده تا آنها از مجاری ادراری دفع شوند

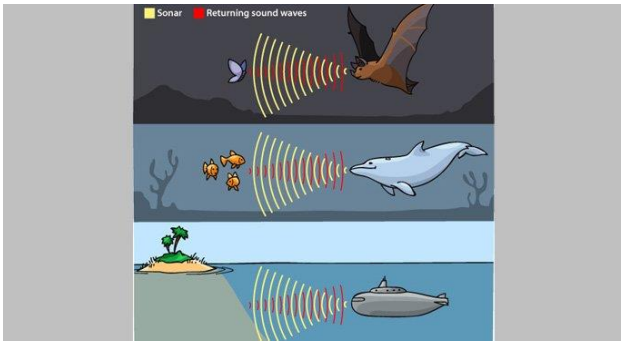
در این دستگاه به وسیله بازتابنده های بیضوی از بیرون بدن امواج صوتی به مرکز سنگ نشانه گیری شده و به صورت ضربه ای سنگ ها خرد میشود





مکان یابی پژواکی روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین میکنند، مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر دوبله در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می‌رود

خفاش و دلفین بدین گونه اطراف خود را بررسی می‌کنند در سونوگرافی نیز از مکان یابی پژواکی استفاده می‌شود برای تشخیص یک جسم بر اثر بازتاب صوت توسط آن جسم باید اندازه آن جسم در حدود طول موج به کار رفته یا بزرگتر از آن باشد



تست: تندی صوت در آب شور دریا ۱۵۶۰ متر بر ثانیه است یک وال عنبر با ارسال یک فراصوت با بسامد ۱۰۰ کیلو هرتز می خواهد اجسام A B C را که به ترتیب در فواصل ۵۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ متری از خود قرار دارند تشخیص دهد طول جسم A برابر ۲/۳سانتیمتر و طول جسم B ۱/۴ میلی‌متر و طول جسم C ۱/۵۶ سانتیمتر است این وال کدامیک از اجسام را به کمک مکان یابی پژواکی می‌تواند تشخیص دهد؟

فقط جسم A فقط جسم C جسم A وC جسم C و B و A

باید طول موج مذکور را پیدا کنیم سپس با ابعاد داده شده مقایسه کنیم و تذکر مهم آنکه فاصله ها ربطی به این سوال ندارد و سرکاری است!

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad 10^5 = \frac{1560}{\lambda} = \quad \lambda = 0.01560m = 1.56cm$$

برای تشخیص یک جسم بر اثر بازتاب صوت توسط آن جسم باید اندازه آن جسم در حدود طول موج به کار رفته یا بزرگتر از آن باشد بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

نکته:

نور مرئی بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است .بنابراین نور مرئی نیز از همان قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند؛ یعنی زاویه‌ی تابش و بازتابش در هر بازتابشی با هم برابرند. در مواردی که سطح بازتابنده‌ی نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند. نوع دیگر بازتابش، بازتاب پخشنده یا نامنظم است.این بازتاب وقتی رخ می دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد .پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابیده، و در تمام جهات پراکنده می شوند . در بازتاب آینه ای از یک آینه‌ی تخت، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را فقط در یک جهت می توانید ببینید، ولی در بازتاب پخشنده، بازتابش این دسته پرتو را می توانید در جهت های مختلف مشاهده کنید

کاغذ یک سطحی صیقلی است یا ناهموار؟

توجه کنید منظور از سطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار است؛ مثلاً یک کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می رسد اما از دید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که بسیار بزرگ تر از یک میکرومتر است .با توجه به اینکه طول موج نور مرئی در حدودیک میکرومتر است چنین سطحی برای نور مرئی، ناهموار محسوب می شود .در مقابل، ناهمواری های یک آینه بسیار کوچک تر از یک میکرومتر است است و بنابراین برای نور مرئی سطوحی هموار محسوب می شوند

در واقع هموار یا ناهموار بودن فقط به سطح بستگی ندارد و به طول موج تابیده شده نیز ارتباط دارد.

نکته : اگر مرتبه بزرگی ناهمواری ها خیلی بزرگتر از طول موج تابشی باشد،آن سطح را ناهموار محسوب کرده و بازتاب از آن نامنظم (پخشنده است)

تست : نوری قرمز را به سه سطح A , B , C , D تابانده‌ایم و مرتبه بزرگی ناهمواری های این چهار سطح برحسب متر به ترتیب عبارتند از

A: ۰/۰۰۰۱ B: ۰/۰۰۱ C: ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱ D: ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

کدام گزینه صحیح است؟

۱- در سطوح A,B بازتاب نامنظم(پخشنده) است و زاویه تابش با بازتابش متفاوت است

۲- در سطوح A,B بازتاب نامنظم(پخشنده) است و زاویه تابش با بازتابش یکسان است

۳- در سطوح C,B,A بازتاب نامنظم(پخشنده) است و زاویه تابش با بازتابش متفاوت است

۴- در سطوح C,D بازتاب نامنظم(پخشنده) است و زاویه تابش با بازتابش یکسان است

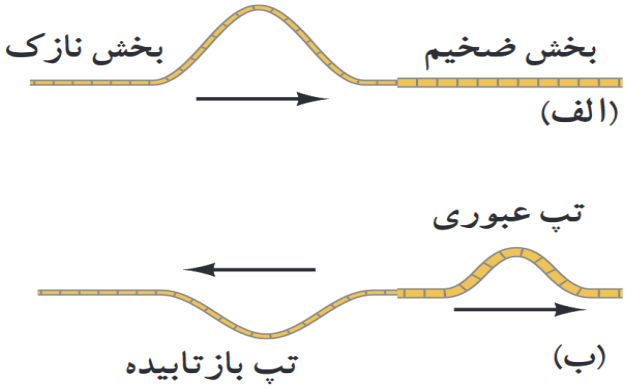
پاسخ: طبق نکته صفحه قبل، مرتبه بزرگی طول نور مرئی حدود یک میلیونیوم متر است و چون مرتبه ناهمواری های سطوح A,B خیلی بزرگتر از این عدد است،بنابراین سطوح A,B برای نور قرمز، غیرصیقلی محسوب شده و بازتاب از آنها پخشنده(نامنظم) می‌باشد بنابراین یا گزینه ۲ درست است یا گزینه ۳ اما بنابر قانون بازتاب عمومی، زاویه تابش و بازتابش برای تمام امواج و برای تمام سطوح با هم برابرست(پاسخ گزینه ۲)

تغییر محیط انتشار موج

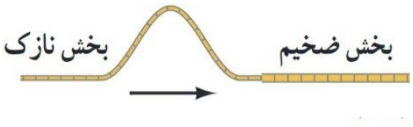
وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می رسد بخشی از آن بازتابیده می شود و بخشی دیگر عبور می کند و بخشی نیز جذب میشود

مثلاً عبور یک تپ در طول طنابی را در نظر بگیرید که از دو بخش، یکی نازک و دیگری ضخیم، تشکیل شده است .وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می رسد بخشی از این تپ بازمی تابد و بخشی دیگر عبور می کند برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد موج فرودی است که توسط چشمه‌ی موج تعیین می شود .بنابراین موج عبوری که تندی آن در قسمت ضخیم کمتر است، بنابراین طول موج کمتری نسبت به موج فرودی خواهد داشت

$$(\lambda = v/f)$$



تست : مطابق شکل زیر طنابی از دو بخش، یکی نازک و دیگری ضخیم، تشکیل شده است و تپی سینوسی در آن درحال انتشار است، وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می رسد کدام گزینه صحیح است؟



۱) بخشی از این تپ بازمی تابد و بخشی دیگر عبور می کند

۲) برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد موج فرودی است که توسط چشمه‌ی موج تعیین می شود

۳) موج عبوری که تندی آن در قسمت ضخیم کمتر است، طول موج کمتری نسبت به موج فرودی خواهد داشت

۴) همه موارد صحیح است

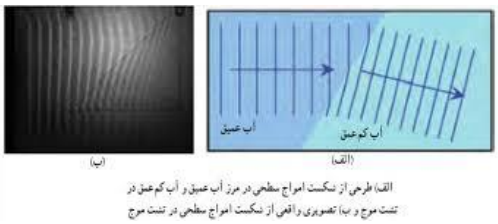
با توجه به درسنامه قبلی گزینه ۴ صحیح است

شکست موج

توضیحات بالا مربوط به حالت یک بعدی موج بود ،حال در حالت های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند

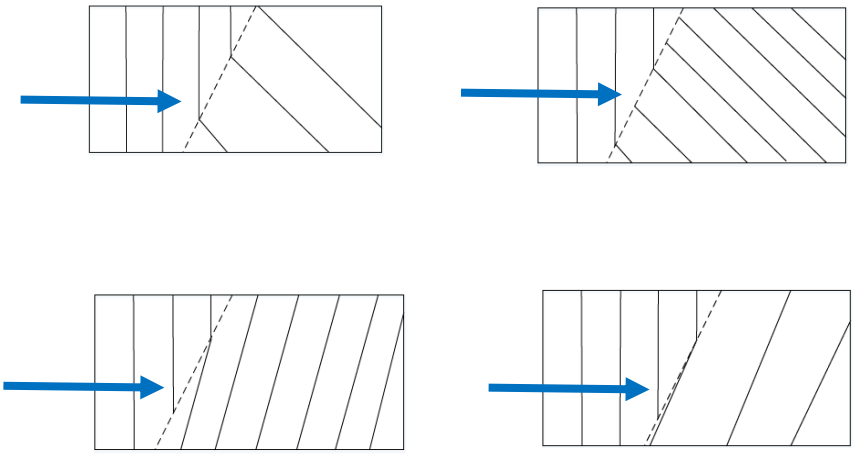
نکته: ورود موج از یک جای عمیق آب به یک جای کم عمق چه اتفاقی رخ می دهد؟

با ورود یک موج از جای عمیق به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می یابدو در نتیجه طول موج نیز کاهش می یابد



الف) طرحی از شکست امواج سطحی در مرز آب عمیق و آب کم‌عمق در تشت موج و ب) تصویری واقعی از شکست امواج سطحی در تشت موج

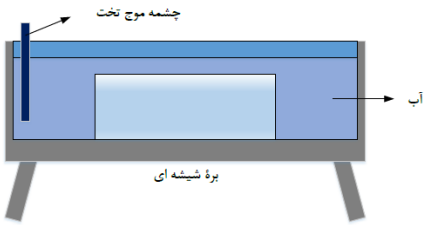
تست – در نزدیکی ساحل دریای خزر موجی تخت، از وسط دریا (قسمت عمیق آب) وارد حاشیه ساحلی(قسمت کم‌عمق آب) می‌شود کدام گزینه جبهه موج منتشر شده را نشان می‌دهد؟ (جهت انتشار جبهه موج از چپ به راست است)



وقتی جبهه موج از جای عمیق وارد کم عمق می‌شود،سرعت و طول موج کاهش باید پیدا کند که گزینه های ۱ و ۴ اینگونه هستند (این خطوط موازی هرچی متراکم تر باشند یعنی طول موج کمتره!)

و همنطور وقتی جبهه موج از جای عمیق وارد کم عمق می‌شود زوایه جبهه موج با مرز دو ناحیه نیز باید کم بشه پس گزینه ۴ صحیح هست

تست: در یک تشت موج یک نوسان‌ساز تیغه‌ای با بسامد ۲۰Hz کار می‌کند و امواجی ایجاد می‌کند به طوری که فاصلهٔ بین یک برآمدگی از دومین دره بعد از خودش برابر با ۱۵cm می‌شود. اگر مطابق شکل مقابل، یک ذرهٔ شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔ کم‌عمق بالای بره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیهٔ عمیق ۱۵۰ درصد بیشتر از تندی در ناحیهٔ کم‌عمق باشد، چند مورد از موارد زیر صحیح است؟



یک مورد سه مورد چهار مورد صفر مورد

الف) طول موج ناحیهٔ کم‌عمق چهار سانتی متر و و بسامد امواج ناحیهٔ کم‌عمیق ۲۰هرتز است

ب) نوع موج ایجاد شده از نوع امواج تخت است

ج) در ناحیه کم عمق، تندی انتشار امواج سطحی و طول موج کمتر از ناحیه عمیق است

د) بسامد در ناحیه عمیق برابر با بسامد در ناحیه کم عمق است

پاسخ: چهارمورد صحیح است

قانون شکست عمومی

شکست وقتی رخ می دهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند

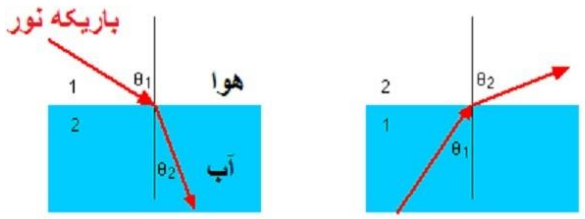
شکست هم برای امواج مکانیکی و هم برای امواج الکترومغناطیسی رخ میدهد در واقع هنگامیکه موج از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود. سرعت و طول موج آن تغییر می‌کند ولی بسامد و انرژی آن ثابت میماند.

از این به بعد زاویه پرتوی فرودی با خط عمود بر مرز را زاویه‌ی تابش می نامند و با θ_i نشان می دهند، در حالی که زاویه پرتوی شکسته با خط عمود بر مرز را زاویه‌ی شکست می نامند و با θ_r نشان میدهند اگر تندی انتشار موج فرودی را V_1 و تندی انتشار موج شکست یافته را V_2 بنامیم بین تندی های دو محیط و زاویه تابش و شکست رابطه زیر برقرار است که به آن قانون شکست عمومی میگوییم

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

نکات مربوط به شکست امواج الکترو مغناطیسی(مثلا نور!)

اگر نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ شود. سرعت و زاویه و طول موج آن کاهش می‌یابد ولی اگر از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود ولی اگر از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود. سرعت و طول موج و زاویه ی آن افزایش می‌یابد.



ضریب شکست (n): به نسبت تندی نور در خلا به تندی در آن محیط گفته میشود که هرچه محیط غلیظ تر باشد n نیز عددی بزرگتر میشود.در اکثر سوالات n را به ما میدهند فقط برای هوا یا خلا n=1 را حفظ باشید

نکته هنگامی که نور از یک محیط وارد محیط دیگر میشود، سرعت و زاویه و طول موج از روابط زیر محاسبه میشوند

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{V_2}{V_1}$$ قانون شکست عمومی

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{n_1}{n_2}$$ قانون شکست اسنل

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

در فرمول های بالا:

θ_1 زاویه نور تابیده شده در محیط اول با خط عمود بر سطح

θ_2 زاویه نور شکست گردیده در محیط دوم با خط عمود بر سطح

V_1 تندی نور در محیط اول

V_2 تندی نور در محیط دوم است

λ_1 طول موج نور در محیط اول

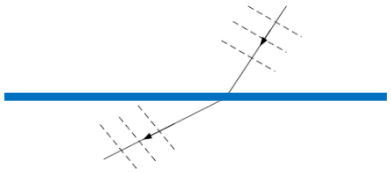
λ_2 طول موج نور در محیط دوم است

n_1 ضریب شکست در محیط اول

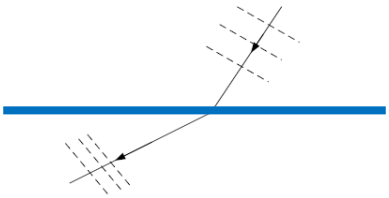
n_2 ضریب شکست در محیط دوم است

تست : یک جبهه موج از محیطی به ضریب شکست ۱/۶ وارد محیطی به ضریب شکست ۱/۸ می‌گردد. اگر باریکهٔ نوری به طور مایل از محیط رقیق به مرز دو محیط بتابد، شکل تقریبی جبهه موج و نمودار پرتو آن تقریبا گزینه می‌تواند باشد؟

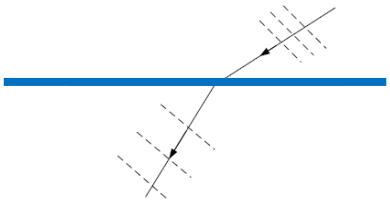
۱)



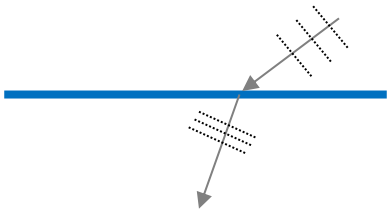
۲)



۳)

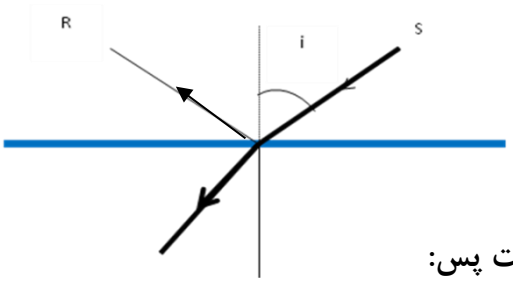


۴)



اگر نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ شود. زاویه نسبت به خط عمود و طول موج آن کاهش می‌یابد بنابراین گزینه ۴ درست است

تست: در شکل روبرو، پرتو SI از هوا به سطح یک محیط شفاف به ضریب شکست ۱/۷ تابیده است. بطوریکه قسمتی از آن بازتاب پیدا کرده و به محیط اول برگشته و قسمتی نیز شکسته و وارد محیط دوم شده است. اگر پرتوهای بازتاب و شکست بر هم عمود باشند. زاویه تابش (i) چند و زاویه انحراف به ترتیب از راست به چپ تقریبا درجه است؟



۳۰-۳۰ ۳۰-۶۰ ۳۰- ۶۰ ۱۷-۳۷

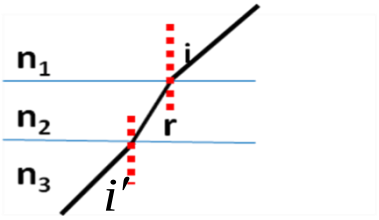
میدانیم که $\sqrt{3}$ همان ۱/۷ است پس:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \quad 1 \times \sin\theta_1 = \sqrt{3}\sin\theta_2$$

حالا باید حدس بزنیم که کدام دوزاویه متمم هستند که سینوس یکی $\sqrt{3}$ برابر دیگریست که متوجه میشویم ۳۰ درجه و ۶۰ درجه اینگونه هستند.و زاویه انحراف هم که برابر میشود با :

$$\text{زاویه انحراف} = |i - r| \quad 60 - 30 = 30$$

تست: در شکل مقابل مسیر یک پرتو نورانی در محیطهایی که ضریب شکست آنها n_1 , n_2 , n_3 است. نشان داده شده است. اگر $r < i < i'$ باشد. کدامیک از روابط زیر صحیح است؟

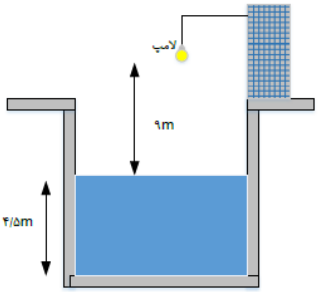


۱- $n_1 < n_3 < n_2$ ۲- $n_1 > n_3 > n_2$

۳- $n_3 < n_1 < n_2$ ۴- $n_3 > n_1 > n_2$

ضریب شکست و زاویه برعکس هم هستند یعنی اونی که زاویه اش از همه بزرگتره ضریب شکستش از همه کوچتره (جواب گزینه ۳ صحیح است)

تست: در شکل زیر حداقل زمان لازم برای آنکه نور لامپ پس از عبور از هوا و آب و برخورد به آینه کف ظرف مجددا به لامپ بازگردد چند ثانیه است؟ (ضریب شکست آب به هوا $\frac{4}{3}$ و سرعت نور در هوا 3×10^8 است)



2×10^{-8} 10^{-7} 5×10^{-8} 9×10^{-8}

ابتدا سرعت نور در آب را حساب میکنیم:

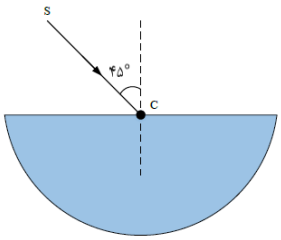
$$n_{\text{هوا}} v_{\text{هوا}} = n_{\text{آب}} v_{\text{آب}} \quad v_{\text{آب}} = \frac{3}{4} \times 3 \times 10^8$$

$$t_{\text{هوا}} = \frac{\Delta x}{v} = \frac{9}{3 \times 10^8} = 3 \times 10^{-8}$$

$$t_{\text{آب}} = \frac{\Delta x}{v} = \frac{4.5}{\frac{3}{4} \times 3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-8}$$

$$t_{\text{کل}} = 2(3 \times 10^{-8} + 2 \times 10^{-8}) = 10^{-7}$$

تست: در شکل مقابل، پرتوی SC از هوا به نقطهٔ C که مرکز نیم‌استوانهٔ شفافی به ضریب شکست $\sqrt{2}$ است تابیده شده و از طرف دیگر خارج شده است. پرتوی خروجی از نیم استوانه نسبت به پرتوی SC چند درجه منحرف شده است؟



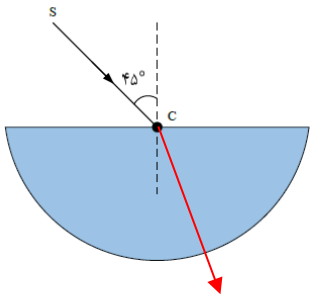
۱) صفر
۲) ۱۵
۳) ۶۰
۴) ۷۵

ابتدا قانون شکست اسنل رو مینویسیم تا ببینیم نور وقتی وارد محیط دوم میشه زاویه اش چه جوری میشه

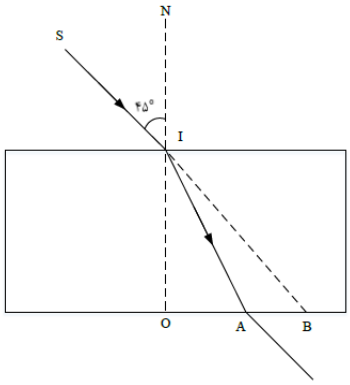
$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{n_1}{n_2}\quad \frac{\sin\theta_2}{\sin 45}=\frac{1}{\sqrt{2}}\quad \sin\theta_2=\frac{1}{2}\quad \theta_2=30$$

اما یادتون باشه وقتی نور از مرکز نیم استوانه و عمود بر سطح دایره ای تابیده میشه پس موقع خروج همونجوری بدون شکست میره بیرون و در نتیجه زاویه از ۴۵ به ۳۰ رسیده و مقدار انحراف ۱۵ درجه هست



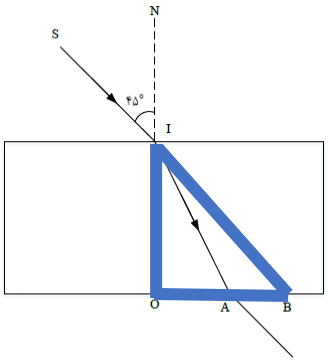
تست در شکل مقابل، پرتوی نور SI با زاویهٔ تابش 45° به سطح یک تیغهٔ شیشه‌ای به ضخامت ۳cm می‌تابد و در نقطهٔ A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای SI از شیشه خارج شود، AB چند سانتی‌متر است؟ ($\sqrt{2}$ = ضریب شکست تیغهٔ شیشه‌ای)



۱) $\sqrt{3}$
۲) $3-\sqrt{3}$
۳) $1+\sqrt{3}$
۴) $2\sqrt{3}$

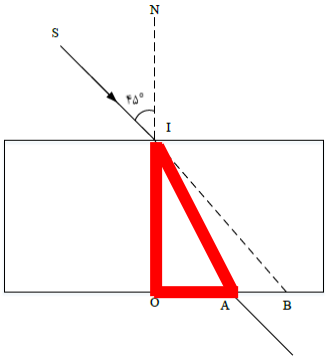
گزینه ۲

برای مثلث هایی که هایلایت کردم رابطه تانژانت را مینویسیم تا فواصل OB وOA محاسبه شود سپس این دو را از هم کم میکنیم تاABبه دست آید



$$tan45 = \frac{OB}{3} \rightarrow OB = 3$$

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \quad 1 \times \sin 45 = \sqrt{2}\sin\theta_2 \quad \theta_2 = 30$$

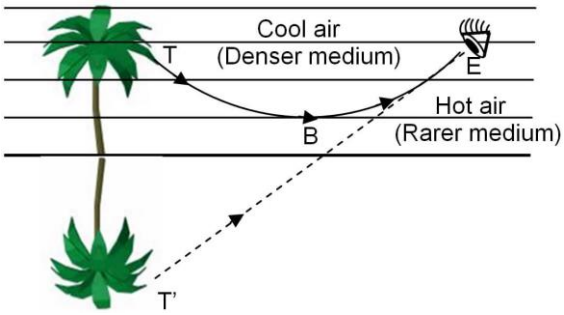


$$tan30 = \frac{OA}{3} \rightarrow OA = \sqrt{3}$$

$$AB = OB - 0A \quad 3-\sqrt{3}$$

سراب

در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتا داغ است از طرفی، چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد که در نتیجه هوا رقیقتر می‌شوند و ضریب شکست کاهش می‌یابد. حال پرتوهای خورشید برای رسیدن به سطح زمین باید از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شوند، لذا پرتوهای شکست مربوط به آن‌ها از خط عمود دورتر می‌شوند .زمانی که پرتوهای تابشی خورشید **به زاویه حد** می‌رسند. دیگر وارد لایه رقیق نخواهند شد. در نتیجه **بازتابش داخلی کلی** رخ داده و این پرتو ها به سمت بالا برمی گردند .پرتوهای بازتابی ضمن برخورد با ذرات هوا، رنگ آبی را بیش از سایر رنگها پراکنده کرده و موجب می‌شوند، که ناظر رنگ آبی را روی سطح زمین ببیند؛ و تصور کند که آنجا برکه‌ای وجود دارد. به بیان ساده‌تر لایه هوا مانند آینه عمل کرده و آسمان را در خود منعکس می‌کند و آن را به شکل برکه آبی در برابردیدگان ما هویدا می‌سازد. در این هنگام است که با یک سراب روبرو می‌شویم



تست: در خصوص پدیده سراب،کدام گزینه غلط است؟

۱) سراب در اثر بازتابش کلی رخ میدهد

۲) در پدیده سراب ، لایه هوای نزدیک به سطح زمین مانند آینه عمل کرده و آسمان را در خود منعکس می‌کند و آن را به شکل برکه آبی در برابردیدگان ما هویدا می‌سازد

۳) از پدیده سراب به علت مجازی بودن این رویداد، نمیتوان با دوربین عکاسی،عکسی را ثبت نمود

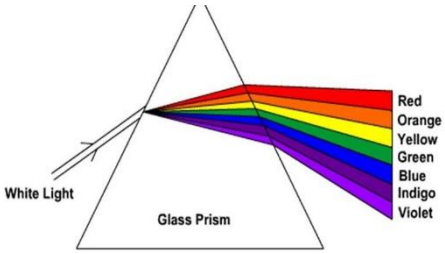
۴) سراب به این دلیل رخ میدهد که نور تابش شده از هوا به سطح زمین از زاویه حد بزرگتر است

پاسخ گزینه ۳

پاشندگی نور

وقتی باریکه‌ی نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند .به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور می گویند عموما ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است.

اگر مثلاً دو باریکه‌ی نور آبی و قرمز با زاویه‌ی‌تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند باریکه‌ی آبی (که طول موجش کمتر است) بیشتر از باریکه‌ی قرمز خم می شود.



تست : چند مورد از گزینه‌های زیر صحیح است؟

یک مورد دو مورد سه مورد چهار مورد

الف) وقتی باریکه‌ی نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند .به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور می گویند

ب) دلیل پدیدهٔ «پاشندگی نور» در منشور، متفاوت بودن ضریب شکست منشور برای رنگ‌های مختلف نور، به علت تفاوت در طول موج رنگ‌های مختلف در خلأ است

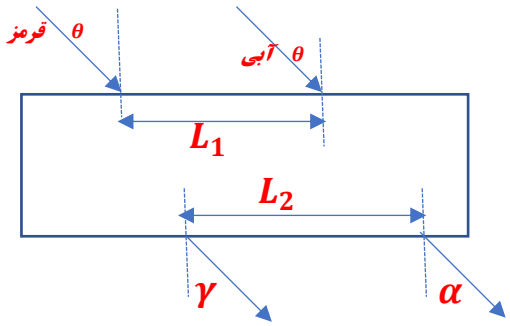
ج) در پدیدهٔ «پاشندگی نور» عموما ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است

د) در پدیدهٔ « پاشندگی نور» اگر دو باریکه‌ی نور آبی و قرمز از هوا وارد شیشه شوند باریکه‌ی آبی (که طول موجش کمتر است) بیشتر از باریکه ی قرمز خم می شود

سه مورد صحیح است و گزینه د غلط است برای آنکه گزینه د درست باشد باید عبارت با

زاویه‌ی‌تابش یکسانی در متن قرار داشته باشد!

تست: مطابق شکل زیر دو پرتو موازی به رنگهای قرمز و آبی تحت زاویه θ از هوا بر سطح یک تیغه شیشه‌ای تابیده میشود و در لحظه ورود فاصله نقاط تابش آنها L_1 باشد و هنگام خروج مجدد به هوا L_2 باشد، و زاویه‌ای که نور آبی و قرمز خروجی با خط عمود برسطح میسازند α و γ باشد کدام گزینه صحیح است؟



$L_2 = L_1$ و $\theta = \alpha = \gamma$

$L_2 = L_1$ و $\alpha > \theta > \gamma$

$L_2 < L_1$ و $\theta = \alpha = \gamma$

$L_2 > L_1$ و $\theta = \alpha = \gamma$

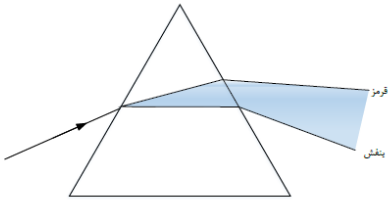
آقا اجازه؟

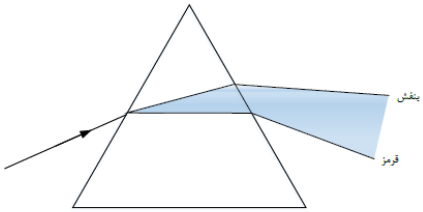
چرا ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است؟ مگه ضریب شکست از رابطه $n = \frac{c}{v}$ محاسبه نمیشه؟ مگه محیط برای نورهای قزمز و آبی و .. یکی نیست؟ پس چرا میگید ضریب شکست برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است؟

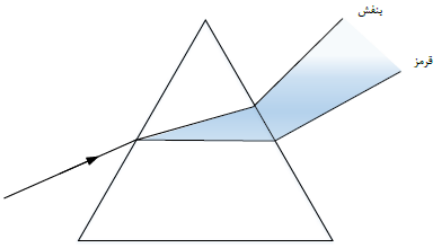
ببینید بچه ها سرعت امواج الکترومغناطیسی در هوا و خلا باهم برابر هست بنابراین سرعت نورآبی و قرمز در هوا یکی هست ولی اگه همین دوتا نور وارد شیشه بشوند سرعت‌هاشون فرق داره باهم پس نور آبی، در شیشه سرعتش کمتر است به دلیل این که فرآیند جذب و گسیل بیشتر طول می کشد در نتیجه نور آبی بیشتر از نور قرمز می شکند

در سوال بالا وقتی نورها در هوا هستند بنابراین زاویه هایشان برابر است ولی در شیشه سرعت و زاویه نور قرمز و آبی یکسان نیست (گزینه ۴)

تست : کدام‌یک از شکل‌های زیر، پدیدهٔ پراش را به درستی نشان داده شده است؟







هیچکدام

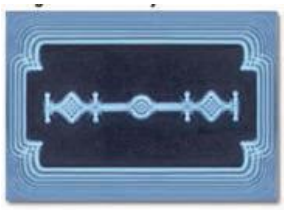
مواظب باشید گول نخورید!! من الان پاشندگی رو به شما درس دادم و نه پراش رو! پراش یک درس دیگه است که برای بچه های رشته ریاضی هست و در بخش بعدی میخوننش! اگر توی سوال میگفتم در کدام گزینه پاشندگی درست نشون داده شده،باید گزینه ۱ رو میزدی ولی صحبت از پراش کردم! بنابراین جواب هیچکدام میشه!

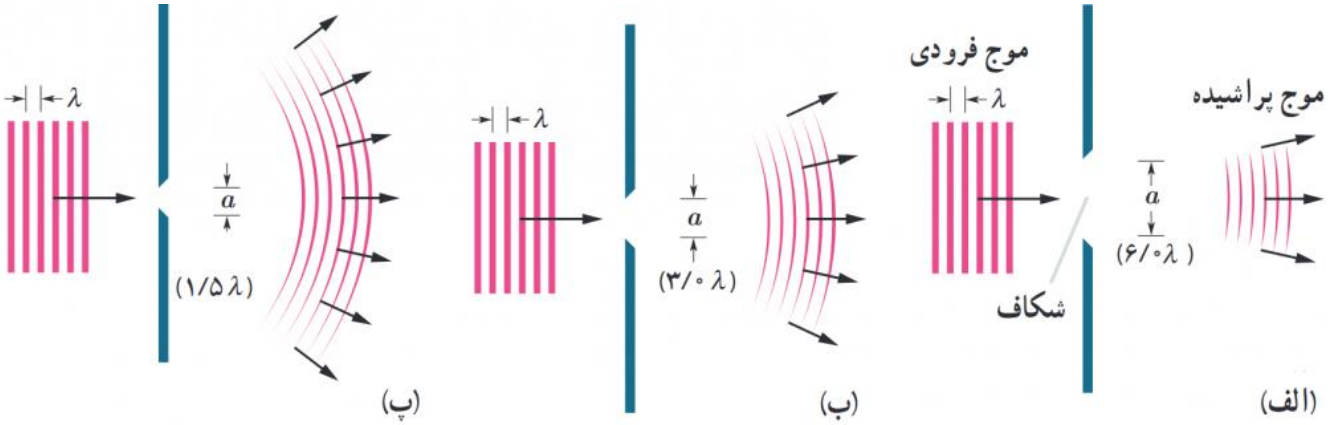
پراش

(ویژه دانش آموزان رشته ریاضی)

اگر در مسیر پیشروی یک موج مانعی قرار دهیم بخشی از موج که به مانع برخورد می کند، توسط مانع بازتاب و یا جذب می شود و به پشت مانع نمی رسد و بخشی دیگر، از لبه های مانع یا شکاف های موجود در آن، می گذرد .در صورتی که ابعاد مانع یا شکاف در حدود طول موج باشد، بخشی از موج که از لبه ها یا شکاف ها عبور می کند، به وضوح به اطراف مانع یا شکاف گسترده می شود

به این پدیده که موج در عبور از یک شکاف (یا لبه) با پهنایی از مرتبه طول موج، به اطراف گسترده می شود پراش می گویند. در شکل زیر پراش را هنگام عبور نور از وسط شکاف و همینطور هنگام عبور از لبه های تبغ سلمانی میبینیم





نکته مهم۱ : هرچه ابعاد سوراخ به ابعاد طول موج نزدیکتر باشد پراکندگی موج بیشتر میشود

نکته مهم۲ : پراش یعنی پراکنده شدن موج آنرا با پاشندگی (در منشور) اشتباه نگیرید!!

تست: ابعاد یک مانع چگونه باشد تا وقتی امواجی نور بنفش با بسامد هفت و نیم در ده به توان ۱۴ به آن برسند تا سایه ای ایجاد نشود؟

660nm 390nm 580nm 1200nm

پاسخ: $\text{طول موج} = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{7.5\times10^{14}} = 0.4\times10^{-6} = 400nm$

اگر ابعاد جسم در حدود طول موج یا کوچکتر از طول موج باشد پراش رخ نداده و سایه اش محو میشود پس جواب گزینه ۲ صحیح است

تست: کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد پدیده پراش نادرست است؟

۱) پدیده پراش برای تمامی امواج مانند مغناطیسی، الکترونیکی و صوتی و . . . رخ می‌دهد.

۲) هر چه پهنای شکاف در مقابل موج‌های تخت، کوچکتر باشد، موج‌ها بیش‌تر پراشیده می‌شوند.

۳) پدیده پراش برای پیشروی جبهه‌های موج، تنها به سمت موانع با لبه‌های تیز در حدود طول موج اتفاق می‌افتد.

۴) در پدیده پراش امواج هنگام عبور از شکاف، جبهه‌های موج از حالت تخت به حالت کروی تغییر شکل می‌دهند.

گزینه ۳ . پدیده پراش برای پیشروی موج‌هایی به سمت مانع‌هایی با لبه‌های تیز و شکاف‌هایی در حدود طول موج است.

تست: موجی الکترومغناطیس با بسامد f از شکافی به پهنای a عبور می‌کند. در کدام یک از حالات زیر، پراش بارزتری را مشاهده خواهیم کرد؟

۱) $f = 10^{11}\,Hz\,, a = 3mm$ ۲) $f = 10^{10}\,Hz\,, a = 3cm$

۳) $f = 10^{9}\,Hz\,, a = 3dm$ ۴) $f = 10^{10}Hz\,, a = 3mm$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر چه حاصل $\frac{\lambda}{a}$ بزرگتر باشد، پراش بارزتر است و چون طول موج با بسامد رابطه عکس دارد؛ بنابراین حاصل ضرب af هر چه کوچکتر باشد، پراش بارزتری رخ می‌دهد.

1) $af = 10^{11}\times3\times10^{-3} = 3\times10^{8}$ 3) $af = 10^{9}\times3\times10^{-1} = 3\times10^{8}$

2) $af = 10^{10}\times3\times10^{-2} = 3\times10^{8}$ 4) $af = 3\times10^{-3}\times10^{10} = 3\times10^{7}$

تداخل امواج

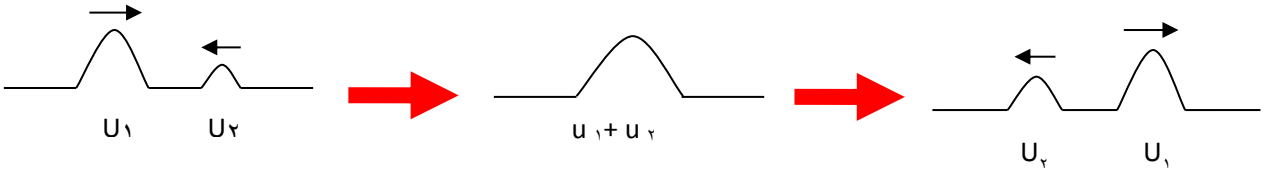
ویژه دانش آموزان ریاضی

به ترکیب موج ها با یکدیگر، تداخل می گوی(ترکیب دو یا چند موج که هم زمان از یک منطقه عبور می کنند) در واقع وقتی چندین موج به طور هم زمان بر ناحیه ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آنها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است که به آن اصل برهمنهی میگوییم

تداخل سازنده:

اگر تپ ها هنگام همپوشانی تپ بزرگ تری را ایجاد کنند که به آن تداخل سازنده می گویند

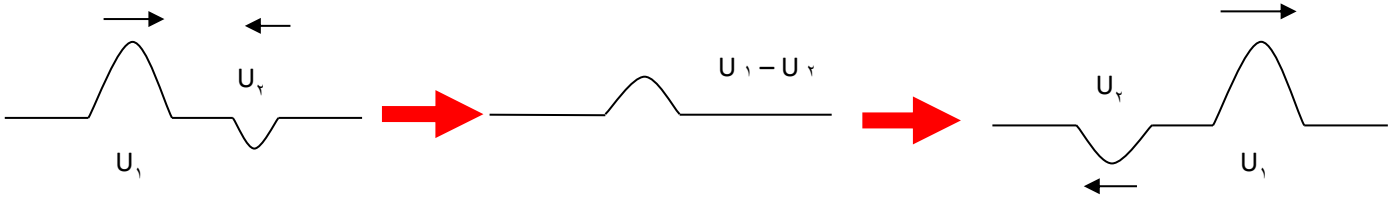
نکته: در تداخل سازنده دامنه موج حاصل از دامنه‌های هر دو موج بزرگتر است.



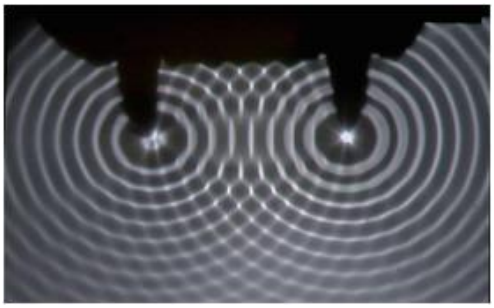
تداخل ویرانگر:

اگر تپ ها هنگام همپوشانی تپ کوچک تری را ایجاد کرده باشند به آنها تداخا ویرانگر میگوییم

نکته: در تداخل دامنه موج حاصل از هر دو دامنه بزرگتر نیست.

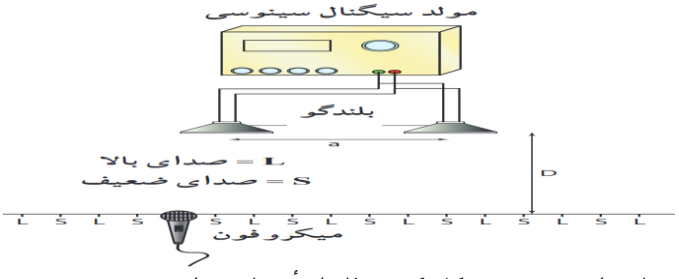


تداخل امواج سطحی آب



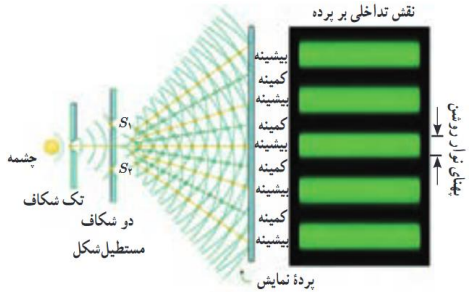
دو گوی کوچک را با بسامد یکسان، به طور هم زمان بر سطح آب به نوسان درمی آوریم .دو دسته موج دایره ای ایجاد می شود که بی آنکه بر انتشار یکدیگر تأثیر بگذارند با یکدیگر همپوشانی می کنند و اگر برآمدگی یک موج در یک زمان و در یک نقطه به فرورفتگی موج دیگر بر سد، دو موج یکدیگر را تضعیف می کنند (تداخل ویرانگر) و سطح آب در آن نقطه نوسان چندانی نمیکند ولی اگر دو برامدگی به هم برسند (دو دوفرورفتگی به هم برسند) دو موج همدیگر را تقویت میکنند (تداخل سازنده) و سطح آب را در آن نقطه به شدت بالا یا پایین میبرند

تداخل امواج صوتی



امواج صوتی نیز می توانند تداخل کنند .به این منظور، در این آزمایش دو بلندگو امواج سینوسی هم بسامدی را در فضا منتشر می کنند .با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصلهٔ مناسبی از بلندگوها قرار دارد درمی یابیم که بلندی صدا به طور متناوب کم و زیاد می شود(در واقع در جاهایی که موج ارسالی دو بلند گو تداخل سازنده میکنند صدای زیاد و در جاهایی که تداخل ویرانگر میکنند صدای کم توسط میکروفن دریافت میشود)

تداخل امواج نوری

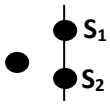


توماس یانگ به طور تجربی ثابت کرد نور نیز یک موج است در واقع او نشان داد که نور نیز مانند موج های سطحی آب، موج های صوتی و همهٔ انواع موج های دیگر تداخل می کند. نور حاصل از یک چشمهٔ تکفام مثلا(اینجا سبزرنگ) بر تک شکافی می تابد .سپس نور خروجی بر اثر پراش، گسترده می شود و دوشکاف را روشن میکند سپس موجهای حاصل از پراش نور توسط این دو شکاف با یکدیگر تداخل می کنند و روی پرده مقابلشان نوارهای تاریک و روشنی را ایجاد میکنند(در واقع در جاهایی که نور تداخل ویرانگر کرده نوارهای تاریک و در جاهایی که نور تداخل سازنده کرده نوارهای روشن تشکیل میگردد

تست: در باره تداخل امواج نوری کدام گزینه نادرست است؟

۱) در طرح اولیه یانگ، نور تک فام توسط شکافی پراشیده می‌شود.

۲) نقطه‌هایی با تداخل سازنده، فریزهای روشن را تشکیل می‌دهند.



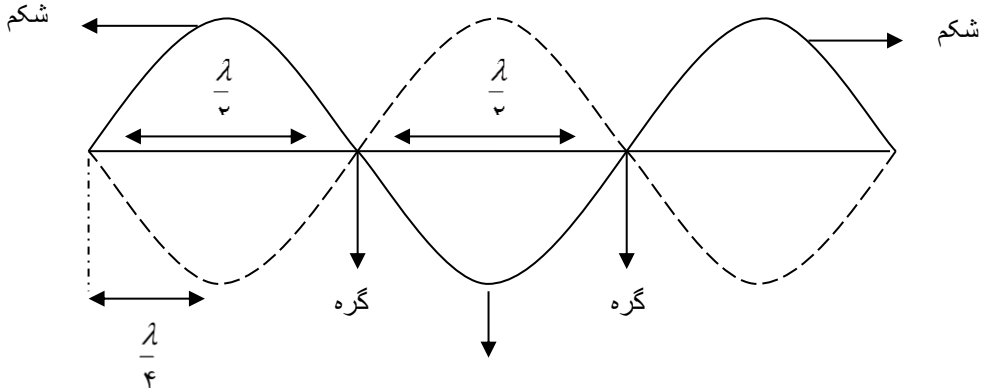
۳) علت روشن شدن چشمه‌های S_1 و S_2 پراش نور خروجی از چشمه است.

۴) یانگ به طور تجربی ثابت کرد که پهنای نوارهای تاریک یا روشن برابر با طول موج است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پهنای نوارهای تاریک و روشن متناسب با طول موج است.

تعریف موج ساکن یا ایستاده :

از بر هم‌نهی موج تابشی و بازتابش از انتهای یک تار روی تار موجی تولید می‌شود که شکل آن موجی شکل بوده ولی پیشروی نمی‌کند (رونده نیست). و تنها هر نقطه سر جای خود در حال نوسان است به شکل حاصل موج ساکن گفته می شود و مانند شکل زیر نمایش داده می شود. مکان هایی در طول ریسمان، مو سوم به گره، وجود دارد که در آنها ریسمان هرگز حرکت نمی کند .و سط گره های مجاور را شکم می گویند که دامنهٔ موج برایند در آنجا بیشـــینه اســـت این دو موج در این نقطه ها(گره ها)کاملاً ناهم فاز(در فاز مخالف) اند .اما در مکان هر یک از شکم ها ها وضعیت موج های تابیده و بازتابیده در تمام لحظات به گونه ای است که همدیگر را تقویت می کنند (تداخل سازنده .)در این حالت اصطلاحاً می گوییم این دو موج در این نقاط هم فاز ند.



روابط تارهای مرتعش دوسر بسته:

- طول طناب $L = n\frac{\lambda}{2}$
- بسامد حاصل $f = \frac{nv}{2L}$
- بسامد حاصل $f = \frac{v}{\lambda}$

- n = گره -1
- n = شکم
- n = هماهنگ

$$f_{\text{اصلی}} = \frac{f_{\text{حاصل}}}{n}$$

نکته مهم: در فرمول های بالا برای محاسبه v میتوانیم از فرمول های زیر برویم

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

تست: چگالی یک تار دوسربسته ۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و قطر مقطع آن یک میلیمتر و طول آن ۴۰ سانتیمتر است. اگر تار با نیروی ۳۰ نیوتن کشیده شود بسامد موج اصلی آن چند هرتز است . $(\pi = 3)$

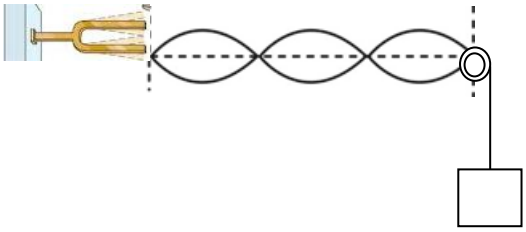
۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۵۰۰

تست: دو سر یک تار در دو نقطه، محکم بسته شده و در آن موج ایستاده تشکیل شده است و طول موج در تار، برابر با ۱۶سانتیمتر می باشد ، کدام یک از اندازه های داده شده بر حسب سانتی متر ، نمیتواند طول این تار باشد ؟

۱) ۲۴ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

تست: مطابق شکل در یک تار مرتعش تو سط دیاپازون موج ای ستاده با ب سامد ۱۵۰ هرتز ایجاد شده،اگر طول ناحیه مرتعش ۶۰ سانتیمتر و جرم آن ۲گرم با شد،جرم وزنه آویخته شده از انتهای تار چند گرم است؟

۳۶۰ ۶۸۰ ۱۲۰۰ ۱۰۰۰



تست: سیمی را آنقدر می‌ک شیم تا طولش ۴ برابر شود، فرکانس ا صلی آن با همان نیرو چند برابر خواهد شد؟

۱- $\frac{۱}{۴}$ ۲- $\frac{۱}{۲}$ ۳- ۲ ۴- ۴

پاسخ : $f_1 = \frac{V}{2L}$ (۲ برابر، ۴ برابر) و $V = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ (۴ برابر، ۱ برابر، ۲ برابر) ، $\frac{۱}{۲}$ برابر

گزینه ۲ صحیح است.

تست: در طول تار مرتعشی به هنگام تولید صوت ۳ گره موجود است. اگر نیروی کشش تار را ۴ برابر کنیم باز هم تار صوتی با همان بسامد تولید کند در این صورت در تار چند گره خواهد بود؟

۱- ۲ ۲- ۳ ۳- ۴ ۴- ۵

پاسخ: هماهنگ دوم → ۲ شکم → ۳ گره

$$V_۲ = \frac{۲V}{۲L}$$

$$V_n = \frac{V'}{۲L} \Rightarrow \text{در حالت دوم: } V = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \Rightarrow V' = ۲V$$

۲ گره ← ۱ شکم

تست: در یک تار مرتعش، بسامد هماهنگ سوم، *600 Hz* است. اگر با ثابت ماندن طول تار، نیروی کشش تار ۴۴ درصد افزایش یابد، بسامد هماهنگ پنجم این تار مرتعش چند هرتز است؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۱۲۰۰

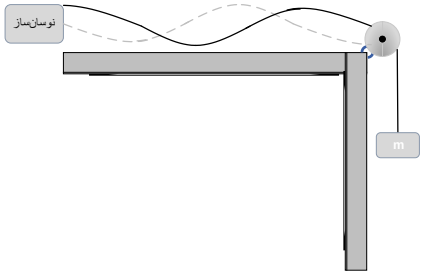
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$f_n = \frac{nv}{2L} \rightarrow f_3 = \frac{3v}{2L} = 600 \rightarrow \frac{v}{L} = 400$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \frac{v`}{v} = \sqrt{\frac{F`}{F}} = \sqrt{1.44} = 1.2 \rightarrow v` = 1.2\,V$$

$$f`_5 = \frac{5v`}{2L} = \frac{5}{2} \times \frac{1.2\,V}{L} = 3 \times \frac{v}{L} = 3 \times 400 = 1200\,Hz$$

تست: در شکل زیر، نوسان‌ساز، تار را با بسامد معینی به ارتعاش در می‌آورد و در طول تار سه شکم به وجود می‌آورد. جرم وزنه را چند درصد کاهش دهیم تا در طول تار پنج شکم تشکیل شود؟



۱) ۳۶ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۶۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فاصله میان هر دو گروه برابر نصف طول موج است و هماهنگ ۳ تشکیل شده پس طول طناب (L) برابر است با:

$$L = 3\left(\frac{\lambda}{2}\right) \rightarrow \lambda = \frac{2L}{3}$$

اگر ۵ شکم تشکیل شود هماهنگ ۵ را داریم و طول طناب برابر می‌شود با:

$$L = 5\left(\frac{\lambda`}{2}\right) \rightarrow \lambda` = \frac{2L}{5}$$

نسبت طول موج‌ها در دو حالت را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda`}{\lambda}=\frac{\frac{2L}{5}}{\frac{2L}{3}}=\frac{3}{5}=\frac{v`\cancel{f}}{v\cancel{f}`}$$

بسامد تغییری نکرده پس:

$$\frac{\lambda`}{\lambda}=\frac{3}{5}=\frac{v`}{v}$$

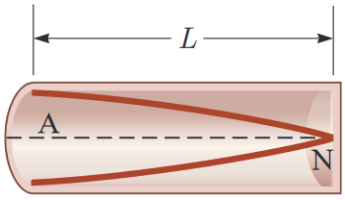
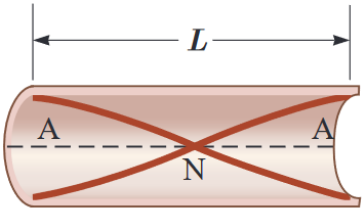
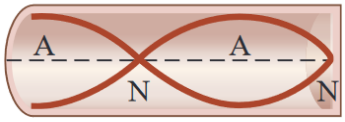
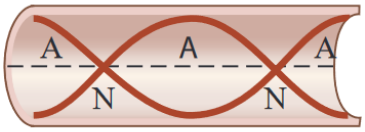
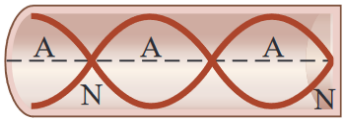
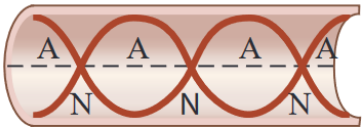
سرعت انتشار نیز برابر $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

$$\frac{\sqrt{\frac{F`}{\cancel{\mu}}}}{\sqrt{\frac{F}{\cancel{\mu}}}}=\frac{3}{5}\rightarrow\sqrt{\frac{F`}{F}}=\frac{3}{5}\rightarrow\frac{F`}{F}=\frac{9}{25}=\frac{36}{100}$$

پس ۶۴٪ در کشش طناب کاهش داشته‌ایم.

موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی:

همانطور که درطناب موج ایستاده را ایجاد میشود، به همین ترتیب می توان موج های صوتی ایستاده را در لوله ای پرشده از هوا ایجاد کرد وقتی موج های صوتی در هوای درون لوله حرکت می کنند، از هر انتها بازمی تابند و به درون لوله بازمی گردند و به طریق مشابه امواج ایستاده در آنها ایجاد میشود. شکل امواج و لوله های صوتی زیر را حفظ کنید

لوله صوتی بسته		لوله صوتی باز
	مد ۱(اصلی)	
	مد ۲	
	مد۳	

لوله صوتی یک سر بسته یک سر باز (لوله صوتی بسته)

- طول لوله $L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$
- بسامد حاصل $f = \frac{(2n-1)v}{4L}$
- بسامد حاصل $f = \frac{V}{\lambda}$
- $f_{\text{اصلی}} = \frac{f_{\text{حاصل}}}{2n-1}$

- n= گره
- n= شکم
- n= ۲n-۱ = هماهنگ

- طول لوله $L = n\frac{\lambda}{2}$
- بسامد حاصل $f = \frac{nv}{2L}$
- بسامد حاصل $f = \frac{V}{\lambda}$
- $f_{\text{اصلی}} = \frac{f_{\text{حاصل}}}{n}$

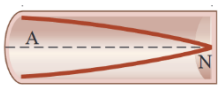
- n= ۱-شکم
- n= گره
- n= هماهنگ

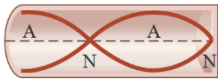
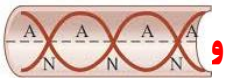
نکته: نیازی به حفظ کردن فرمول ها و روابط لوله های صوتی ندارید فقط شکل ها و مفاهیم را یاد بگیرید

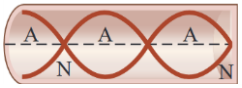
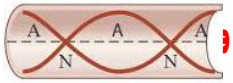
تست: موج ایجاد شده درون یک لوله صوتی از نوع..... و موج صوتی حاصل از آن که در هوا منتشر مشود از نوع ..... است

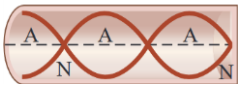
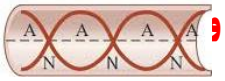
طولی- طولی　　عرضی – عرضی　　طولی – عرضی　　عرضی - طولی

تست : در کدام گزینه شکل امواج در لوله صوتی باز و بسته برای مد سوم صحیح رسم شده است؟

۱)  و

۲)  و 

۳)  و 

۴)  و 

تست : کدام گزینه درباره لوله‌های صوتی ناردست است؟

۱) در لوله صوتی، موج ایستاده طولی، در اثر بر هم کنش بین موج فرودی و بازتابی ایجاد می‌شود.

۲) وقتی در لوله صوتی دو انتها باز، ۳ شکم ایجاد می‌شود، ۲ گروه وجود دارد.

۳) وقتی در لوله صوتی یک انتها بسته، دو گره ایجاد می‌شود، یک شکم وجود دارد.

۴) در لوله‌های صوتی، فاصله گره‌های مجاور $\frac{\lambda}{2}$ است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تعداد گره‌ها و شکم‌ها در لوله با یک انتها بسته برابر است.

تشدیگر هلمهولتز:

اگر در دهانه باریک یک بطری بدمید، می توانید آن را به صدا در آورید. در واقع یک بطری مانند یک لوله صوتی با یک انتهای باز است که بسامدهای تشدید معینی دارد. وقتی در دهانه یک بطری می دمیم، گستره وسیعی از بسامدها ایجاد می شود. اگر یکی از این بسامد ها با یکی از بسامدهای تشدیدی بطری منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می شود.

البته نوسان های بطری دقیقا مانند نوسان هایی نیست که در یک لوله صوتی ساده ایجاد می شود، زیرا بطری یک گردن دارد و هوای موجود در این گردن با هوای موجود در بقیه قسمت های بطری چیزی را تشکیل می دهد که به آن تشدیدگر هلمهولتز می گویند. که این موجب نوسانات هوای درون بطری می شود. نوع اول تشدیدگر هلمهولتز، کره هایی تو خالی با دهانه ای باز به شکل یک گردن بود. تشدیدگرهای هلمهولتز بسامد های تشدیدی معینی دارند و هرگاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدیدی تشدیدگر باشد، تشدیدگر پاسخ قوی تری به این صوت می دهد.

به عنوان یک مثال دیگر با دمیدن در بطری های یکسان با سطوح مایع مختلف می توان آهنگی با بسامدهای متفاوت ایجاد کرد زیرا هرکدام از این بطری ها با سطوح مایع متفاوت، تشدیدگر هلمهولتز هستند و بسامدهای تشدیدی معینی دارند. هر چه سطح مایع درون ظرف ها بالاتر باشد و ارتفاع هوای بالای آنها کمتر باشد، بسامد تشدیدی بیشتر است.بنابر این با دمیدن در این بطری ها گستره ای از بسامد ها ایجاد می کنیم که در هر بطری یکی از آنها بر بسامد تشدید منطبق است که این بسامدها با هم متفاوتند. بنابر این صداهایی با بسامدهای مختلف شنیده می شود.

یا بع عنوان یک مثال دیگر ، وقتی بطری آبی را خالی می کنیم، با خالی شدن آب صدای قلوپ قلوپ را می شنویم. موقع خالی شدن گالن بسامد این صدا کمتر می شود زیرا همزمان با خالی شدن بطری، حجم هوای داخل آن افزایش می یابد و چون بسامد ها با طول ستون هوا نسبت عکس دارند، هر چه فضای هوای خالی افزایش می یابد، بسامدهای تشدیدی کمتر می شود. بنابر این در موقع خالی شدن آب بطری، صدا بم تر می شود.

تست ۱: هرگاه در ناحیه‌ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی به وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورتر می‌شوند که به آن ..... می‌گویم

۱) نوسان دوره‌ای مرکب ۲) موج ۳) حرکت هماهنگ ساده ۴) حرکت نوسانی

تست ۲: چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) صوت از امواج مکانیکی است و سرعت انتشار صوت ، به جنس و دمای محیط بستگی دارد.

ب) در طیف امواج الکترومغناطیسی در خلاء، با حرکت از امواج رادیویی به سمت پرتو گاما، دوره تناوب موج و طول موج کاهش می‌یابد.

پ) در امواج طولی در حال انتشار در یک فنر کشیده شده، در نقاطی که بیشترین بازشدگی حلقه‌ها وجود دارد، جابه‌جایی هر جزء فنر صفر است.

ت) در انتشار امواج سطحی روی آب‌های کم‌عمق، تندی انتشار در نقاط عمیق‌تر بیشتر از نقاط کم عمق‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۳: چندتا از جمله‌های زیر در مورد امواج مکانیکی درست است؟

الف – با نصف شدن بسامد منبع موج، بیشینهٔ سرعت ارتعاش ذرات محیط تغییری نمیکند زیرا سرعت به محیط بستگی دارد و نه منبع موج

ب – سرعت انتشار موج عرضی در طناب یا فنر ها مرتعش با چگالی آنها رابطهٔ عکس دارد.

ج – امواج مکانیکی در جامدات فقط به صورت عرضی منتشر میگردد

د – در یک محیط یکسان با چهار برابر شدن بسامد منبع موج،سرعت انتشار موج چهار برابر می‌شود.

۱)صفر ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۴: کدام گزینه درست است؟

۱) در امواج عرضی راستای انتشار و ارتعاش برهم عمودند ولی در موج‌های طولی، همواره ارتعاش و انتشار همجهت باهم هستند

۲) تندی انتشار موج‌های سطحی در سطح آب‌های کم عمق، در نقاط عمیق‌تر بیشتر از نقاط کم عمق‌تر است.

۳) امواج الکترومغناطیسی در محیط های مادی منتشر نمی‌شوند و فقط در خلا منتشر می‌شوند، اما امواج مکانیکی در محیط های مادی منتشر شده و در خلا منتشر نمیشوند

۴) سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی، در محیط‌های شفاف یکسان ولی بسامد و طول موج ها متفاوت است

تست۵: معادله‌ی حرکت نوسانی در محیطی در SI به صورت $X = 0/07Cos(20\pi t)$ می‌باشد. اگر سرعت انتشار موج دراین محیط ۷۲Km/h باشد، فاصله زمانی یک پاستیغ از دومین ستیغ مجاورش و فاصله مکانی یک پاستیغ از سومین ستیغ مجاورش است به ترتیب از راست به چپ، بر حسب SI است ؟

۰/۰۵ – ۰/۱۵ ۵ – ۰/۵ ۱۲–۱۰ ۵ – ۰/۱۵

تست۶: شخصی به یک انتهای ریل فلزی بسیار بلند ضربه‌ای با چکش وارد می‌کند. شخصی دیگر که در انتهای ریل گوش خود را در نزدیک آن قرار داده است، دو صدا با اختلاف زمانی 3/6 شنیده می‌شوند. اگر طول ریل چند متر است؟ (سرعت انتشار صوت در فلز و هوا را به ترتیب $2240\frac{m}{s}$ و $320\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۱۳۴۴ ۲) ۳۳۲ ۳) ۲۳۱ ۴) ۱۲۴۶

تست۷: در یک زلزله، دستگاه لرزه‌نگار نخستین بار امواج p را ۴۸۰ ثانیه زودتر از نخستین امواج s دریافت می‌کند. اگر فاصلهٔ مرکز لرزه تا محل لرزه‌نگار ۵۷۶۰ کیلومتر باشد، در صورتی که تندی موج‌های s برابر $4/8\ \frac{km}{s}$ باشد، تندی موج p چند $\frac{km}{s}$ است؟

۱) ۷/۷ ۲) ۱۲/۹ ۳) ۸ ۴) ۹

تست۸: وال عنبر با استفاده از پژواک امواج فراصوتی تولیدی خود با بسامد $200kHz$ مکان‌یابی می‌کند. این وال در لحظهٔ $t_0 = 0$ با سرعت ثابت $10\frac{m}{s}$ به سمت صخره‌ای مرجانی که در فاصلهٔ $420m$ آن است، شروع به حرکت کرده و موجی با طول موج λ تولید می‌کند. اگر پژواک این موج در لحظهٔ $t = 4s$ توسط وال دریافت شود، λ تقریبا چند میلی‌متر است؟

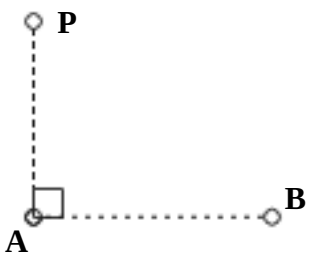
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۰/۵ ۴) ۱

تست۹: عقرب ماسه‌ای وجود طعمهٔ خود را با امواجی که در اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کند. اگر موج طولی و عرضی که از طعمه در سطح ساحل شنی منتشر می‌شود، با اختلاف زمانی $20\ ms$ توسط عقرب احساس شود، فاصلهٔ طعمه تا عقرب چند سانتی‌متر است؟ (تندی حرکت امواج عرضی و طولی در اثر حرکت طعمه به ترتیب $100\frac{m}{s}$ و $300\frac{m}{s}$ است.)

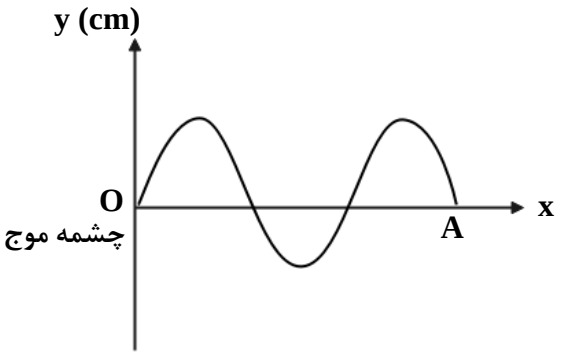
۱) ۷۱۷ ۲) ۵۱ ۳) ۱۵۰ ۴) ۳۰۰

تست۱۰: مطابق شکل زیر، دو ایستگاه A و B به فاصلهٔ $80\ km$ از هم قرار دارند و هر یک سیگنالی را گسیل می‌کنند. گیرندهٔ P که در فاصلهٔ ۶۰ کیلومتری از A قرار دارد، این دو سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می‌کند؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

۱) $\frac{4}{3} \times 10^{-4}$ ۲) $\frac{4}{3} \times 10^{-7}$ ۳) $\frac{2}{3} \times 10^{-4}$ ۴) $\frac{2}{3} \times 10^{-7}$



تست۱۱: مطابق شکل زیر، یک موج عرضی با بسامد $\frac{1}{3}Hz$ در یک طناب با قطر مقطع $2mm$ و چگالی $600\frac{kg}{m^3}$ منتشر می‌شود. اگر اندازهٔ نیروی کشش طناب $2N$ باشد، فاصلهٔ نقطهٔ A از محیط انتشار موج تا چشمهٔ موج چندمتر است؟ $(\pi = 3)$



۱) ۱۲۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۵۰

تست۱۲: طناب همگنی به چگالی $60\frac{g}{m}$ با نیروی کشش $24\ N$ کشیده می‌شود. اگر یک سر طناب را با بسماد $100Hz$ عمود بر راستای طناب به ارتعاش درآوریم، بعد از ۳۰۰ نوسان کامل، موج در طناب چند متر پیش‌روی می‌کند؟

۱) ۲۵ ۲) ۶۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

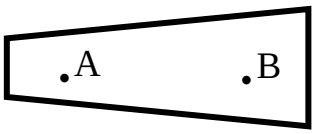
تست۱۳: تاری با چگالی $8\frac{g}{cm^3}$ و قطر مقطع $2\ mm$ با نیروی 62.8 نیوتن کشیده شده است. اگر معادلهٔ چشمهٔ موجی که موج عرضی در این تار ایجاد می‌کند به صورت $x = 0.05\ Sin(50\pi t + \frac{\pi}{2})$ باشد، مسافتی که این موج در مدت نصف دوره تناوب دوره طی می‌کند، چند سانتیمتر است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۱۰ ۴) ۵۰

تست۱۴: سیمی به مساحت مقطع $30\ mm^2$ و چگالی $2\frac{g}{cm^3}$ تحت نیروی کشش $864\ N$ قرار دارد و در آن موجی عرضی ایجاد می‌شود. اگر موج ایجاد شده طول این سیم را در ۰۲/ ثانیه طی کند، طول سیم چندسانتیمتر است؟

۱) ۶۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۲۱۰

تست۱۵: با توجهبه طناب مرتعش شکل زیر اگر کشش طناب در تمام نقاط یکسان باشد کدام رابطه در خصوص طول موج و سرعت انتشار موج در نقاط A و B صحیح است؟



$\lambda_A > \lambda_B$ و $V_A > V_B$

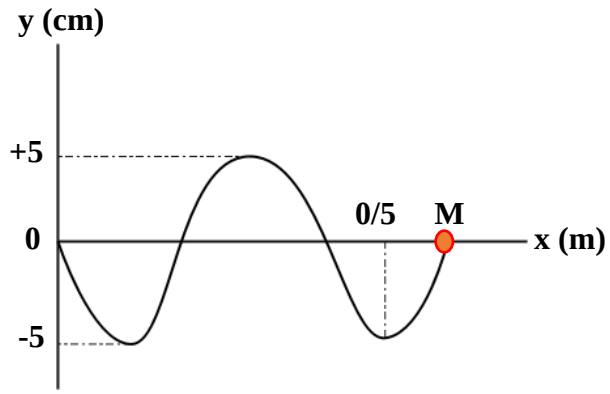
$\lambda_A < \lambda_B$ و $V_A < V_B$

$\lambda_A = \lambda_B$ و $V_A = V_B$

$\lambda_A = \lambda_B$ و $V_A > V_B$

تست۱۶:

با توجه به نقش موج مقابل،تندی ارتعاش ذره **M** چند برابر تندی انتشار موج است؟



۱) یک برابر

۲) سه برابر

۳) π برابر

۴) $\frac{\pi}{4}$ برابر

تست۱۷: شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظهٔ t_1 نشان می‌دهد.

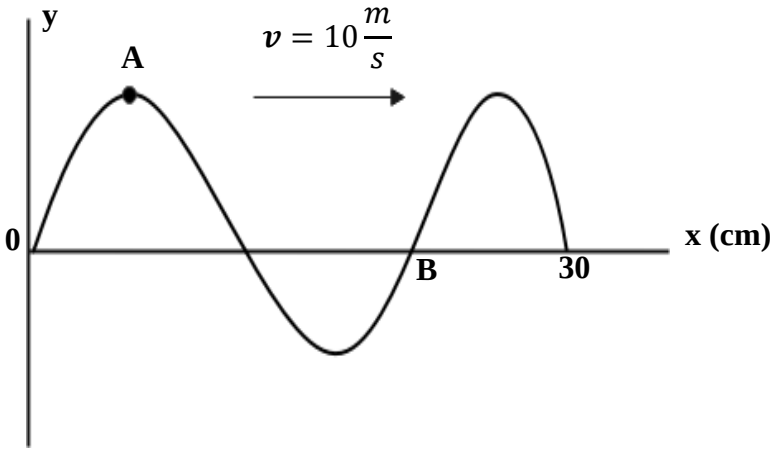
در لحظهٔ $t_2 = t_1 + \frac{9}{400}s$ کدام مورد، درست است؟

۱) تندی ذرهٔ B، صفر و A بیشینه است

۲) تندی ذرهٔ A، صفر و B بیشینه است.

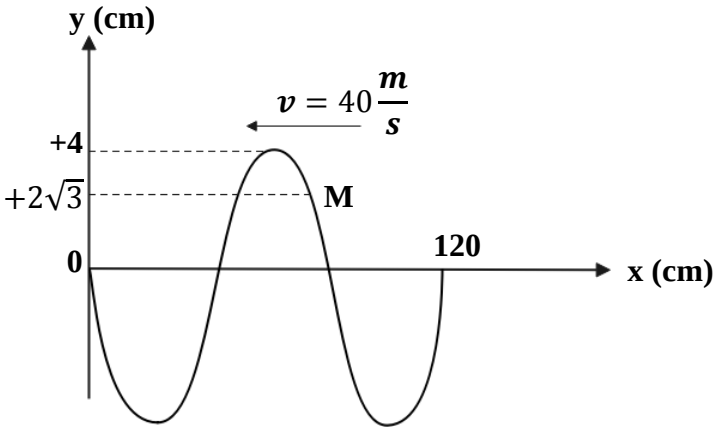
۳) حرکت ذرهٔ A، تندشونده با شتاب منفی است.

۴) حرکت ذرهٔ B، تندشونده با شتاب مثبت است.



تست۱۸:

شکل زیر نمودار جابه‌جایی – مکان یک موج عرضی را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. میان این لحظه و لحظه $\frac{1}{200}s$ به مدت t_1 ثانیه حرکت ذره M تندشونده و به مدت t_2ثانیه حرکت این ذره کندشونده است. حاصل $t_1 - t_2$ بر حسب ثانیه کدام است.



۱) $\frac{1}{40}$

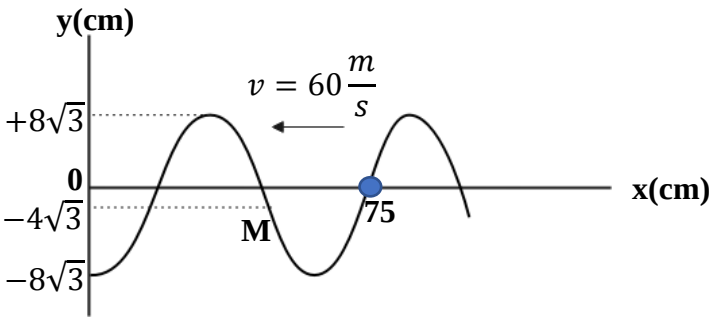
۲) $\frac{1}{150}$

۳) $\frac{1}{600}$

۴) $\frac{1}{200}$

تست۱۹:

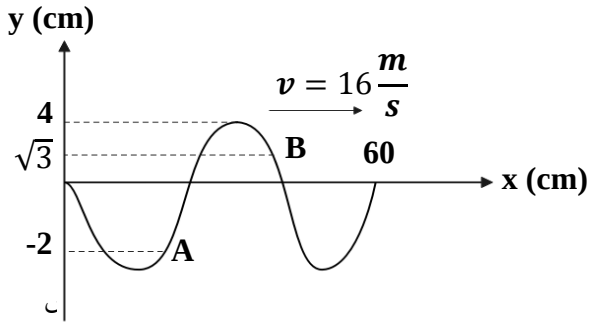
نمودار جابه‌جایی – مکان یک موج عرضی که در یک ریسمان کشیده شده در خلاف جهت محور x در حال انتشار است، در لحظه‌ای به صورت مقابل است. حداقل زمان برای آن که شتاب نقطه M بیشینه منفی شود، چند ثانیه است؟



۱) $\frac{1}{300}$
۲) $\frac{1}{50}$
۳) $\frac{1}{600}$
۴) $\frac{1}{100}$

تست۲۰:

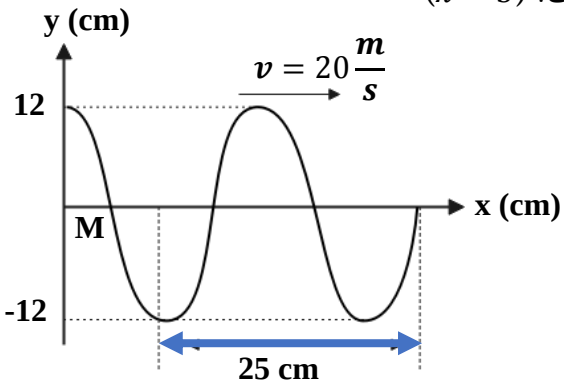
نقش یک موج عرضی در طنابی در لحظهٔ $t = 0$ مطابق شکل زیر است. در بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{1}{80}s$ بزرگی سرعت متوسط ذرهٔ B، چند برابر ذرهٔ A است؟



۱) $\frac{1}{4}$
۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
۳) $\frac{1}{5}$
۴) اطلاعات کافی نیست

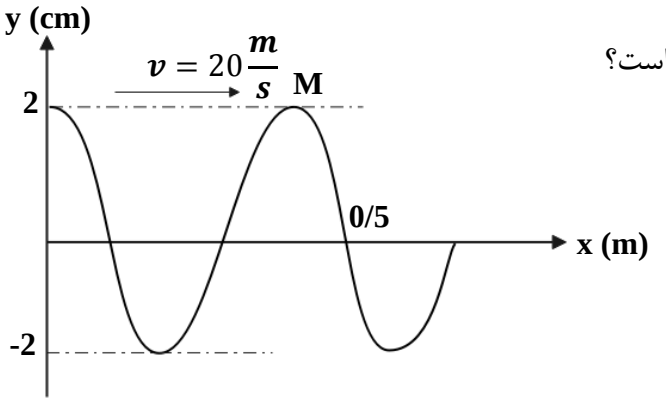
تست ۲۱:

شکل زیر نمودار جابه‌جایی – مکان یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = 0$ نشان می‌دهد. سرعت نقطهٔ M از محیط در $t = \frac{1}{200}s$ پس از لحظهٔ $t = 0$ چند متر بر ثانیه است؟ $(\pi = 3)$



۱) ۷۲
۲) -۵۶
۳) ۵۶
۴) -۷۲

تست ۲۲: شکل زیر نقش یک موج عرضی در یک تار مرتعش در $t = 0$ را نشان می‌دهد. تندی متوسط ذرهٔ M از این تار در یک دوره نوسان چند $\frac{m}{s}$ است؟



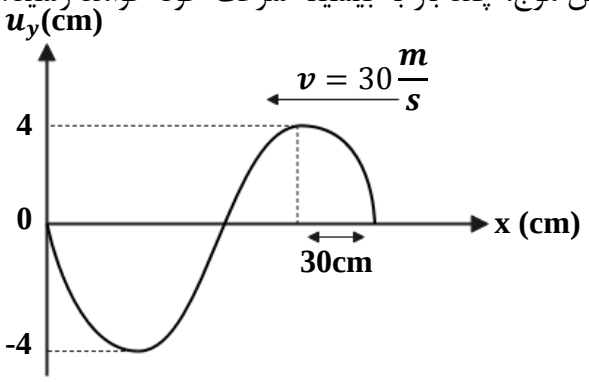
۱) ۲

۲) ۴

۳) ۶

۴) ۸

تست ۲۳: شکل زیر نقش یک موج عرضی را در یک لحظه نشان می‌دهد. این موج در خلاف جهت محور x انتشار می‌یابد. در هر ثانیه هر نقطه از محیط انتشار این موج، چند بار به بیشینهٔ سرعت خود خواهد رسید؟



۱) ۲۵

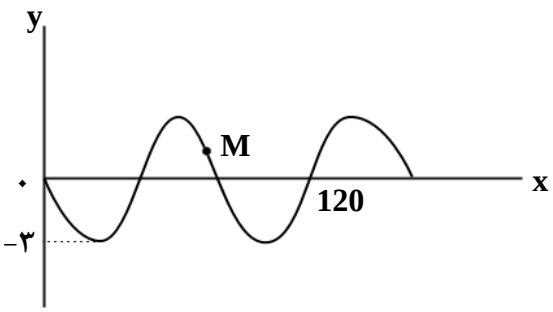
۲) ۵۰

۳) ۱۰۰

۴) ۲۰۰

تست ۲۴:

شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظهٔ $t = 0$ نشان می‌دهد که با سرعت $10\frac{m}{s}$ در حال انتشار است. مسافتی که ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_1 = 0/01s$ تا $t_2 = 0/05s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۳

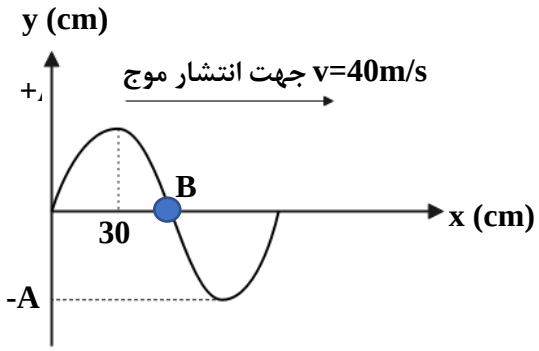
۲) ۶

۳) ۹

۴) ۱۲

تست ۲۵:

شکل زیر نقش موج عرضی را در یک طناب در لحظهٔ $t = 0$ نشان می‌دهد. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه ذرهٔ B برای دومین بار در مکان (A-) قرار می‌گیرد؟

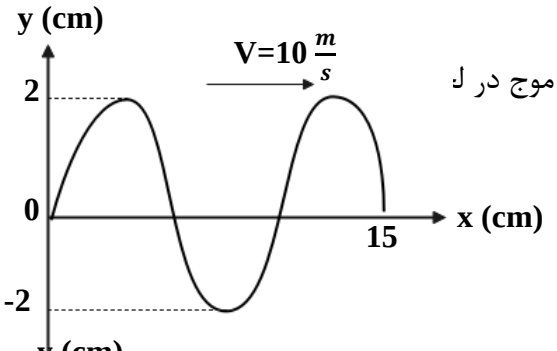


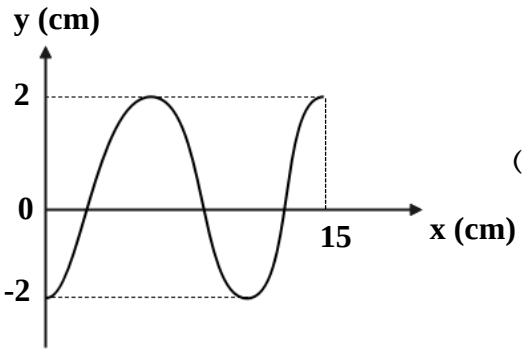
۱) $\frac{41}{100}$ ۲) $\frac{20}{400}$

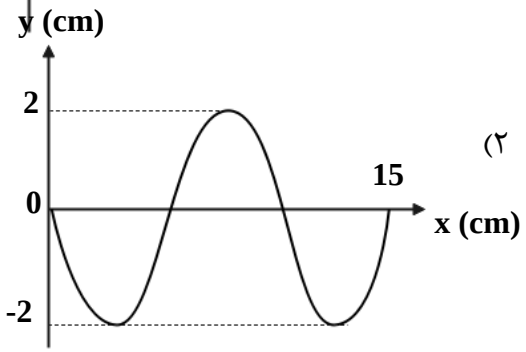
۳) $\frac{21}{400}$ ۴) $\frac{22}{103}$

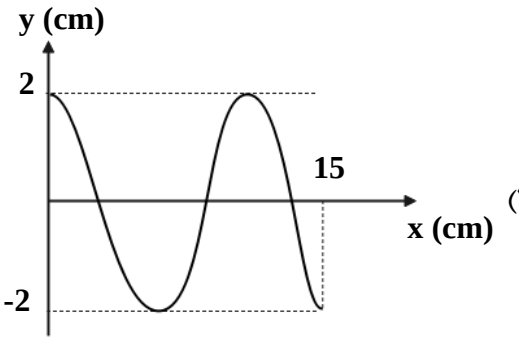
تست ۲۶:

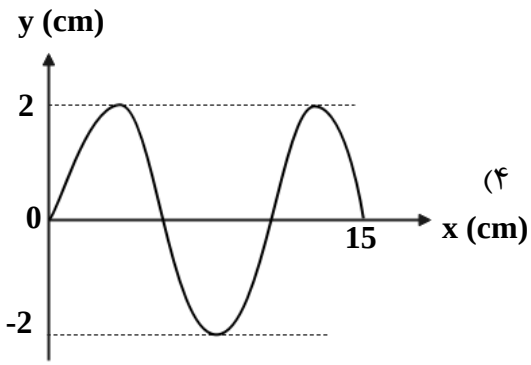
نقش موجی در لحظهٔ $t = \frac{1}{400}s$ مطابق شکل است، نقش موج در ل



۱)


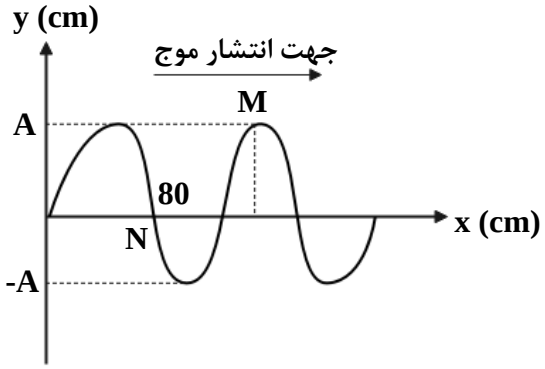
۲)


۳)


۴)


تست ۲۷:

شکل زیر نمودار جابه‌جایی – مکان موجی را در یک طناب در لحظهٔ $t = 0$ نشان می‌دهد، پس از چند ثانیه ذرهٔ M برای اولین بار در موقعیت ذرهٔ N قرار می‌گیرد؟ ($v = 40\frac{m}{s}$ سرعت انتشار موج)



۱) ۰/۰۱

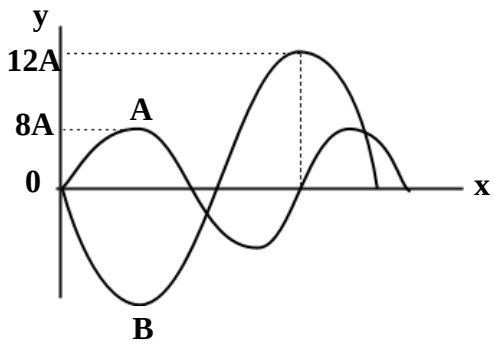
۲) ۰/۰۲

۳) ۰/۰۳

۴) ۰/۰۴

تست ۲۸:

در شکل مقابل نمودار جابه‌جایی – مکان دو موج مکانیکی که در یک محیط منتشر می‌شوند، در یک لحظه نشان داده شده است. مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج A چند برابر مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج B است؟



۱) ۴

۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{64}{81}$

۴) $\frac{8}{9}$

تست ۲۹:

کدام عبارت در مورد موج‌های الکترومغناطیسی درست است؟

۱) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی موج با هم موازیند

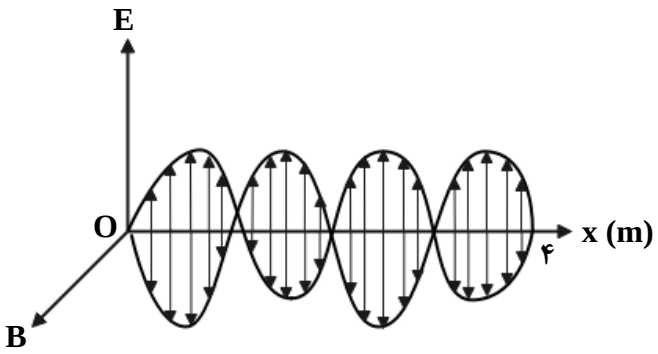
۲) سرعت انتشار موج‌های الکترومغناطیسی یکسان است.

۳) تعداد نوسان‌های میدان الکتریکی و مغناطیسی در واحد زمان با هم برابرند.

۴) میدان های الکتریکی و مغناطیسی در فاز مخالف قرار دارند

تست ۳۰:

نمودار میدان الکترومغناطیسی برحسب مکان یک موج الکترومغناطیسی که در خلاء منتشر می‌شود، مطابق شکل زیر است. کدام مورد با توجه به نمودار درست است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)



۱) طول موج ۴ متر است.

۲) دورهٔ موج ۸ ثانیه است.

۳) دورهٔ موج ۱۶ نانوثانیه است.

۴) بسامد موج $1.5 \times 10^8 Hz$ است.

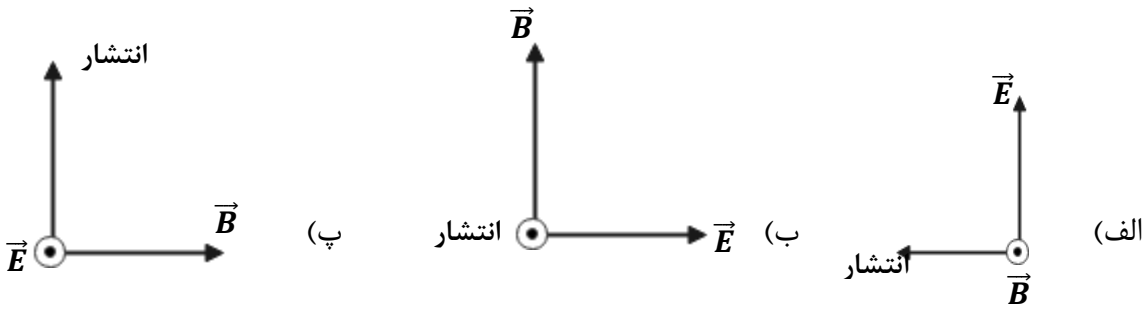
تست ۳۱:

اشعهٔ گاما در مقایسه با امواج فروسرخ دارای طول موج و دوره تناوب ..... و نفوذپذیری و کوانتوم انرژی ..... است.

۱) کوتاه‌تر – کم‌تر ۲) بلندتر – کم‌تر ۳) بلندتر – بیش‌تر ۴) کوتاه‌تر – بیش‌تر

تست ۳۲:

برای یک موج الکترومغناطیس که در خلاء منتشر می‌شود چند شکل برای راستای نوسان $\vec{E}$ و $\vec{B}$ و انتشار موج درست است؟



۱) فقط الف درست است ۲) فقط الف و ب درست است ۳) فقط ب و پ درست است ۴) همه موارد صحیح است

تست ۳۳:

طول آنتن یک تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{2}$ طول موج دریافتی آن است. اگر طول چنین آنتنی تقریبا $24cm$ فرض شود، بسامد موجی که تلفن همراه با آن کادر می‌کند، چند مگاهرتز است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

۱) ۶۲۵ ۲) ۲۵۶ ۳) ۴۸۰۰ ۴) ۴۸۰

تست ۳۴:

کدام گزینه صحیح است؟

۱)عبارت $\frac{t}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ یا $t(\varepsilon_0\mu_0)^{-\frac{1}{2}}$ از جنس کمیت طول هستند

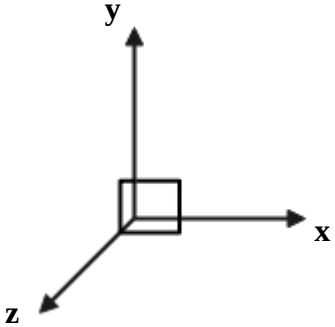
۲) عبارت $\frac{1}{t\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ یا $t^{-1}(\varepsilon_0\mu_0)^{-\frac{1}{2}}$ از جنس کمیت شتاب هستند

۳) امواج الکترومغناطیس در خلاء با سرعت $(\varepsilon_0\mu_0)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ منتشر می‌شوند..

۴) همه موارد صحیح است

تست ۳۵:

در یک لحظه خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت $+z$ و برابر $\frac{\sqrt{3}}{2}E_{max}$ و جهت انتشار موج در جهت $-x$ است. میدان مغناطیسی در این لحظه و در این نقطه از فضا در جهت ..... و برابر ..... است. (جهت مثبت محورها، مطابق شکل مقابل است).



۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}B_{max}\,,-y$ ۲) $\frac{1}{2}B_{max}\,,+y$ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}B_{max}\,,+y$ ۴) $\frac{1}{2}B_{max}\,,-y$

تست ۳۶:

شخصی بین دو صخرهٔ قائم و موازی ایستاده است و فاصله‌اش از صخرهٔ نزدیک‌تر ۵۱۰ متر است. اگر این شخص فریاد بزند، اولین پژواک صدای خود را ۳ ثانیهٔ بعد می‌شوند و پژواک دوم را یک ثانیه پس از آن می‌شوند. فاصلهٔ بین دو صخره چند متر است؟

۱) ۱۳۶۰ ۲) ۱۱۹۰ ۳) ۱۰۲۰ ۴) ۸۵۰

تست ۳۷:

در مکانی که تراز شدت صوت ۹۶ دسیبل است، در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمود بر مسیر انتشار صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ ($I_0 = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$, $Log\ 2 = 0/3$)

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۲۴۰ ۴) ۴۸۰

تست ۳۸:

توان متوسط یک چشمهٔ صوت $600\ mW$ است، شخصی در فاصلهٔ ۱۰ متری از این چشمهٔ صوت قرار دارد. اگر ۷۵ درصد توان چشمهٔ صوت توسط محیط جذب شود، تراز شدت صوتی که شخص می‌شنود، چند دسی‌بل می‌شود؟ ($Log_5 = 0/7$ $I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$, $\pi \simeq 3$)

۱) ۸۱ ۲) ۶۱ ۳) ۲۱ ۴) ۸۷

تست ۳۹:

توان یک چشمهٔ صوت ۵۰۰ میلی‌وات است. اگر در یک فضای باز، شنونده‌ای در فاصلهٔ ۲۰ متری از چشمه، صوت حاصل را با بلندی ۸۰ دسی‌بل احساس کند، در انتشار صوت در این فاصله چند درصد توان توسط محیط جذب شده است؟ ($\pi = 3$, $I_0 = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$)

۱) ۹۶ ۲) ۴ ۳) ۲۵ ۴) ۸

تست ۴۰:

شنونده‌ای در فاصلهٔ ۲ متری از یک چشمهٔ صوت قرار دارد و صدای حاصل از چشمه را با تراز $27\ dB$ می‌شنود. اگر مساحت پردهٔ هر گوش شنونده $5mm^2$ باشد، در هر سه ثانیه چند پیکوژول انرژی به پردهٔ یکی از گوش‌های او که عمود بر راستای انتشار صوت است، می‌رسد؟ $(Log\ 2 = 0/3\ ,\ I_0 = 19^{-12}\ \frac{W}{m^2})$ و از جذب انرژی صوتی در محیط صرف‌نظر کنید.)(مشابه کنکور سراسری)

۱) 25×10^{-5} ۲) 3.6×10^{-3} ۳) 10^{-5} ۴) $7/5 \times 10^{-3}$

تست ۴۱:

دو شخص به فاصلهٔ d_1 و d_2 از یک چشمهٔ صوت قرار دارند. شخصی که در فاصلهٔ d_1 قرار دارد، صدا را ۱۸ دسی‌بل بلندتر می‌شوند. $\frac{d_2}{d_1}$ کدام است؟ $(Log\ 2 = 0/3)$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)(کنکور سراسری)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۶

تست ۴۲:

یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 28dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز $\beta_2 = 92dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب $\frac{W}{m^2}$) به ترتیب I_1 و I_2است. $\frac{I_2}{I_1}$ کدام است؟ $(Log\ 2 = 0/3)$(کنکور سراسری)

۱) $2/5 \times 10^6$ ۲) $2/5 \times 10^8$ ۳) 4×10^6 ۴) 4×10^8

تست ۴۳:

سه ناظر A، B و C در فاصله‌های r، 2r و 4r از یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند، β و $\frac{5}{6}\beta$ است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی‌بل است؟ ($Log\ 2 = 0/3$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)(کنکور سراسری)

۱) ۲۴ ۲) ۳۰ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

تست ۴۴:

گزینهٔ نادرست کدام است؟

۱) شدت صوت آستانه شنوایی و شدت صوت آستانه دردناکی هر دو با تغییر بسامد تغییر میکنند

۲) هر تُن موسیقی دارای دو ویژگی ارتفاع و بلندی است.

۳) بلندی و ارتفاع صوت هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

۴) شدت صوت و بلندی صدا را می‌توان با یک آشکارساز اندازه گرفت.

تست ۴۵:

اگر شنونده‌ای مطابق شکل با سرعت ثابت از یک آمبولانس ساکن که در حال آژیر کشیدن است، دور شود، بسامد صوتی که می‌شنود ..... و طول موجی که میشنود نسبت به طول موج منبع ..... است

۱) ثابت بوده و کم‌تر از بسامد منبع صوت است- طول موج برابر است

۲) به تدریج کم شده ولی مقدار آن همواره کم‌تر از بسامد منبع صوت است.طول موج کمتر

۳) ثابت بوده و بیشتر از بسامد منبع صوت است – طول موج برابر

۴) به تدریج کم شده ولی مقدار آن همواره بیش‌تر از بسامد منبع صوت است.-طول موج بیشتر

تست ۴۶:

چند گزینه از موارد زیر دربارهٔ پدیدهٔ دوپلر درست است؟

الف) وقتی چشمهٔ متحرک به شنوندهٔ ساکن نزدیک می‌شود، طول موج دریافتی شنونده نسبت به منبع کاهش می‌یابد و وقتی چشمهٔ متحرک از شنوندهٔ ساکن دور می‌شود، طول موج دریافتی شنونده نسبت به منبع افزایش می‌یابد

ب) وقتی یک شنونده به چشمهٔ ساکن نزدیک می‌شود، طول موج دریافتی کمتر و اگر دور شود بیشتر می‌شود.

پ) وقتی شنونده متحرک به چشمهٔ ساکن نزدیک می‌شود، سرعت دریافت صوت کم‌تر می‌شود وقتی چشمهٔ متحرک از شنوندهٔ ساکن دور می‌شود، سرعت دریافت صوت کاهش می‌یابد.

ت وقتی چشمهٔ نور از بیننده دور می‌شود پدیده دوپلر در خصوص نور نیز صادق است و طول موج دریافتی افزایش می‌یابد که اصطلاحاً انتقال به آبی نامیده می‌شود.

۱) ۱مورد ۲) مورد ۳) ۳مورد ۴) صفر مورد

تست ۴۷:

مطابق شکل زیر، آمبولانسی در حال حرکت به سمت یک فرد ساکن است که در بلندگو در حال فریاد زدن است و پس از مدتی آمبولانس به آن فرد رسیده و از آن دور می‌شود. بسامد و طول موج دریافتی توسط راننده آمبولانس از چشمهٔ صوت، در زمان دور شدن نسبت به زمان نزدیک شدن به چشمه، به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش – کاهش

۲) افزایش – ثابت

۳) کاهش – کاهش

۴) کاهش – ثابت

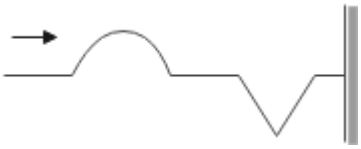
تست ۴۸:

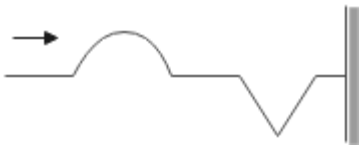
یک آمبولانس آژیرکشان و به صورت دنده عقب حرکت نموده و به فرد ساکنی نزدیک می‌شود و طول موج صوتی که به ناظر می‌رسد، برابر λ_1 است. اگر آمبولانس بایستد و ناظر به آن نزدیک شود، طول موج صوتی که به ناظر می‌رسد برابر λ_2 می‌شود، کدام گزینه درست است؟

۱) $\lambda_1 = \lambda_2$ ۲) $\lambda_1 > \lambda_2$ ۳) $\lambda_1 < \lambda_2$ ۴) بسته به تندی ها دارد

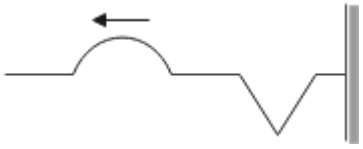
تست ۴۹:

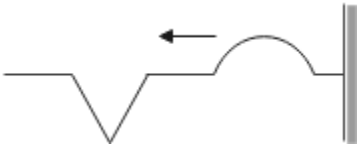
موجی مطابق شکل روبه‌رو به انتهای بستهٔ طناب می‌رسد، بازتاب موج به چه شکلی است؟



۱)


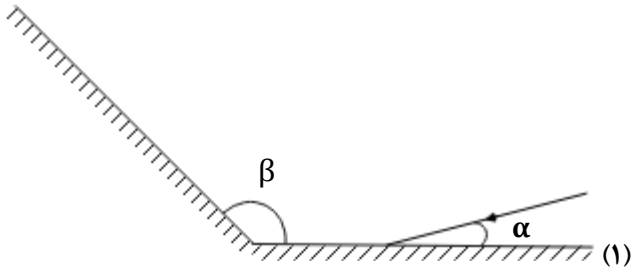
۲)

۳)


۴)


تست ۵۰:

مطابق شکل زیر، پرتوی نوری تحت زاویهٔ α به آینهٔ ۱ می‌تابد و پس از بازتاب به آینهٔ ۲ می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینهٔ ۲ چه زاویه‌ای با سطح آن آینه می‌سازد؟



۱) $\pi - \beta$

۲) $\beta - \alpha$

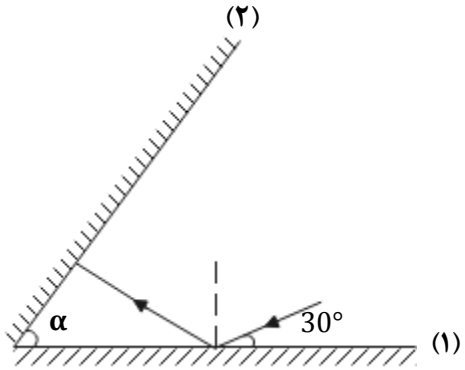
۳) $\pi - (\beta - \alpha)$

۴) $\pi - (\alpha + \beta)$

تست ۵۱:

مطابق شکل مقابل، پرتو نوری تحت زاویهٔ $30°$ به آینه تخت ۱ می‌تابد و پس از بازتاب به آینه تخ ۲ می‌تابد.

اگر در دومین بازتاب از آینه ۱ پرتو نور موازی آینه ۲ شود، زاویهٔ α چند درجه است؟



۱) ۳۰

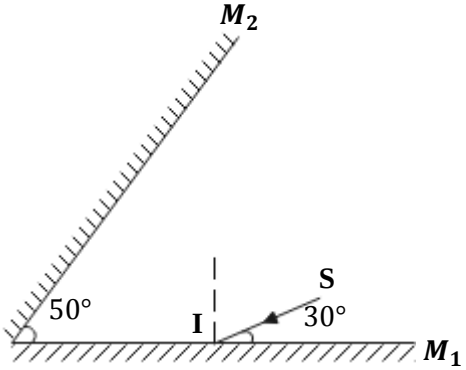
۲) ۴۰

۳) ۵۰

۴) ۶۰

تست ۵۲:

در شکل مقابل، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینهٔ M_2 با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟



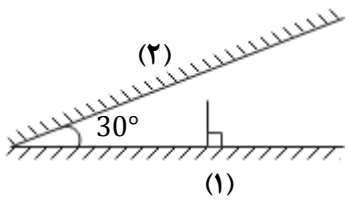
۱) ۴۰

۲) ۷۰

۳) ۱۰۰

۴) ۱۱۰

تست ۵۳: مطابق شکل مقابل، پرتوی نوری به صورت عمود به آینهٔ (۱) می‌تابد، این پرتو در مجموع چند مرتبه با آینهٔ (۱) برخورد کرده و در نهایت زاویهٔ آن با آینهٔ (۲) چند درجه خواهد شد؟ (طول آینه‌ها به حد کافی بلند است.)



۱) یک - $180°$

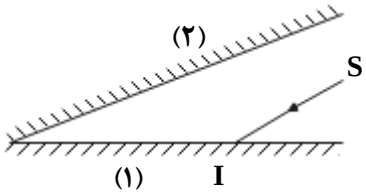
۲) یک - $60°$

۳) دو - $60°$

۴) دو - $180°$

تست ۵۴:

مطابق شکل زیر، پرتوی SI موازی سطح آینهٔ (۲) به آینهٔ (۱) می‌تابد و بعد از بازتابش‌های متوالی از آینه‌ها در امتداد اولیه باز می‌گردد. اگر در مجموع این پرتو ۵ بار به سطح آینه‌ها برخورد کرده باشد، زاویهٔ بین دو آینهٔ تخت چند درجه است؟



۱) ۳۰

۲) ۲۵

۳) ۲۰

۴) ۶۰

تست ۵۵:

منظور از سطح ناهموار در بازتاب پخشنده امواج چیست؟

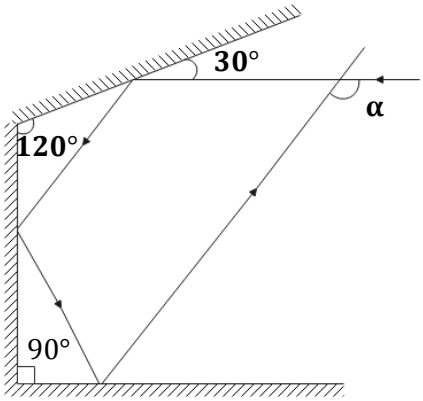
۱) اگر طول موج نور تابیده شده در حدود $0/5\mu m$ باشد، سطح مورد تابش پخشنده خواهد بود.

۲) اگر طول موج نور تابیده شده در حدود $1\mu m$ باشد، سطح مورد تابش پخشنده خواهد بود.

۳) اگر طول موج نور تابیده شده بسیار بزرگ‌تر از ابعاد ناهمواری سطح باشد.

۴) اگر طول موج نور تابیده شده بسیار کوچک‌تر از ابعاد ناهمواری سطح باشد.

تست ۵۶: در شکل روبه‌رو، زاویهٔ α چند درجه است؟



۱) ۱۱۰

۲) ۱۲۰

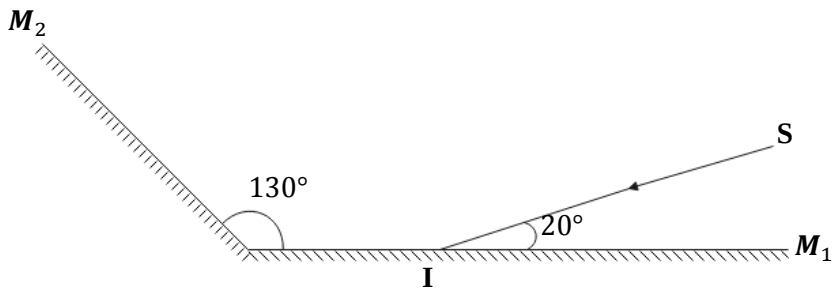
۳) ۱۳۰

۴) ۱۵۰

تست ۵۷:

در شکل زیر، دو آینهٔ تخت M_1 و M_2 نشان داده شده است. اگر پرتو SI به آینهٔ M_1 بتابد، به ترتیب از راست به چپ زاویهٔ بازتابش در آینهٔ M_2 و زاویهٔ بین پرتو SI و پرتو بازتاب از آینهٔ M_2 برحسب درجه کدام است؟

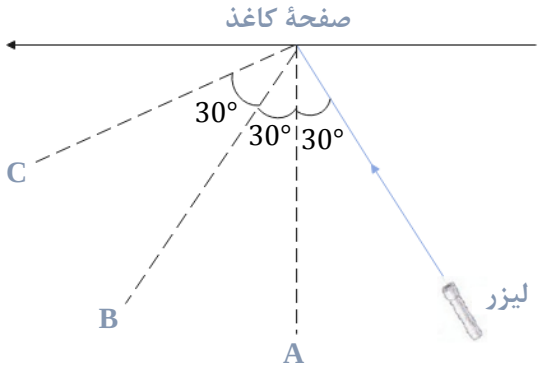
۱) ۶۰، ۵۰ ۲) ۶۰، ۱۰۰ ۳) ۳۰، ۵۰ ۴) ۳۰، ۱۰۰



تست ۵۸ : وقتی که یک موج سینوسی از قسمت نازک یک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود، به ترتیب از راست به چپ بسامد و طول موج آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت – افزایش ۲) ثابت – کاهش ۳) افزایش ثابت ۴) کاهش – ثابت

تست ۵۹: در شکل مقابل، نور لیزر را به یک صفحهٔ کاغذ تابانده‌ایم. اگر سه ناظر در نقاط A و B و C قرار گرفته باشند، کدام یک نور لیزر را می‌بینند؟



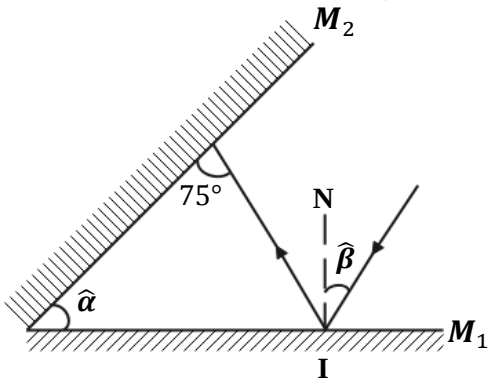
۱) B و C

۲) فقط A

۳) فقط B

۴) A و B و C

تست ۶۰: با توجه به شکل زیر، رابطهٔ بین دو زاویهٔ $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$ کدام است؟ (NI خط عمود بر آینهٔ M_1 است.)



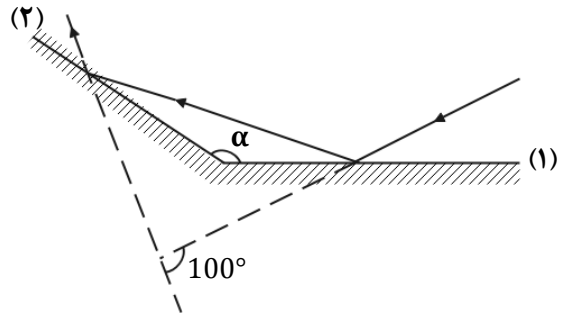
۱) $\hat{\alpha} - \hat{\beta} = 15°$

۲) $\hat{\alpha} + \hat{\beta} = 15°$

۳) $\hat{\alpha} = \hat{\beta} + 30°$

۴) $\hat{\alpha} = \hat{\beta} - 15°$

تست ۶۱: مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینهٔ ۱ می‌تابد و پس از بازتاب، به آینهٔ ۲ برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینهٔ ۱ با امتداد پرتو بازتاب آینهٔ ۲ زاویهٔ $100°$ بسازد، α چند درجه است؟



۱) ۱۰۰

۲) ۱۲۰

۳) ۱۳۰

۴) ۱۴۰

تست ۶۲: میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف استفاده می‌شود، نمونه‌ای از بازتاب صوت از سطوح ..... است. امواج صوتی پس از بازتاب از این سطح در نقطه‌ای به نام ..... جمع می‌شوند.

۱) تخت – کانون ۲) تخت – رأس ۳) کاو – کانون ۴) کاو – رأس

تست ۶۳:

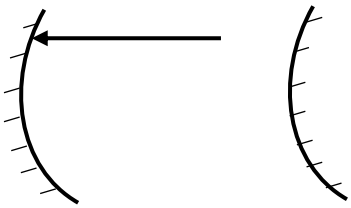
در دستگاه لیتوتریپسی که در ..... کاربرد دارد، از بازتابنده‌های ..... استفاده می‌شود.

۱) شکستن سنگ‌های کلیه – سهموی ۲) شکستن سنگ‌های کلیه – بیضوی

۳) ثبت صداهای ضعیف – سهموی ۴) ثبت صداهای ضعیف – بیضوی

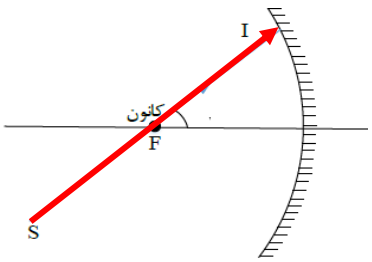
تست ۶۴: در شکل زیر شعاع آینه‌های مقعر و محدب به ترتیب ۸۰ و ۵ سانتی‌متر است.فاصله دو آینه از هم چند سانتی متر باشد تا پرتو تابیده شده بر روی خودش بازتابش کند؟

۷۵ ۳۵ ۴۵ ۲۵



تست ۶۵: در شکل مقابل، پرتوی SI با زاویه ۳۰ درجه نسبت به محور اصلی آینه و در راستای کانون به سطح آینهٔ مقعری می‌تابد. زاویه تابش و زاویه انحراف از راست به چپ برابرست با....

۳۰-۱۵ ۱۵-۱۵۰ ۱۵-۳۰ ۱۵ - ۱۵



تست۶۶: در یک محیط انتشار موج، حداقل فاصله تا مانع باید برابر ۲۰ متر باشد تا شخص بتواند پژواک صدای خود را بشنود. اگر در این محیط، شخص بین دو مانع با فاصلهٔ $1km$ از هم فریاد بزند و پژواک صدای خود را با اختلاف زمانی $1s$ دریافت کند، فاصلهٔ شخص تا مانع نزدیک‌تر چند متر است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

تست۶۷: در کدام‌یک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟

۱) میکروفون سهموی ۲) دستگاه لیتوتریپسی

۳) تعیین تندی خودروها ۴) تعیین تندی شارش خون (گریچه‌های قرمز) در رگ‌ها

تست۶۸: برای شخصی حداقل زمان تأخیر بین دو صوت برای تفکیک آن‌ها ۰/۱۲ ثانیه است. اگر سرعت صوت در محیط $340\frac{m}{s}$ باشد کم‌ترین مسافت لازم بین چشمه و سطح بازتابنده چندمتر باشد تا شخص بتواند پژواک صوت اولیهٔ را تشخیص دهد؟

۱) ۱۸/۶ ۲) ۲۰/۴ ۳) ۱۷/۵ ۴) ۲۱/۲

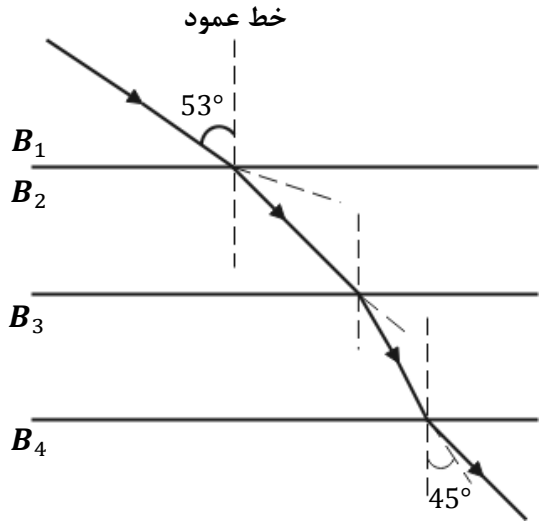
تست۶۹: ناهمواری‌های سطوح a و b و C به ترتیب در ابعاد ۰/۱ و ۵ و ۱۰ میکرومتر است. بازتاب نور مرئی از سطوح a و b و c به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

۱) آینه‌ای – آینه‌ای – آینه‌ای ۲) آینه‌ای – آینه‌ای – پخشنده

۳) آینه‌ای – پخشنده – پخشنده ۴) پخشنده – پخشنده – پخشنده

تست۷۰: مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف ۱ وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر سرعت نور در محیط ۲، ۲۵ درصد کم‌تر از سرعت نور در محیط ۱ باشد و سرعت نور در محیط ۴، ۴۰ درصد بیشتر از سرعت نور در محیط ۳ باشد، ضریب شکست محیط ۲ چند برابر ضریب شکست محیط ۳ است؟

$(Sin53° = 0/8, Sin45° = 0/7)$



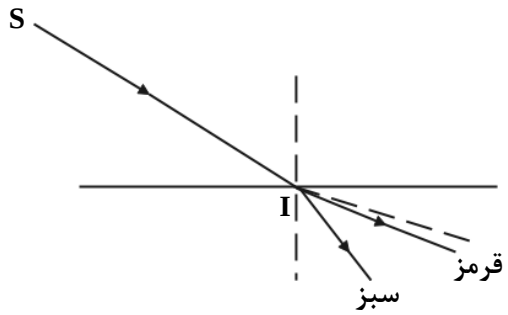
۱) $\frac{4}{3}$

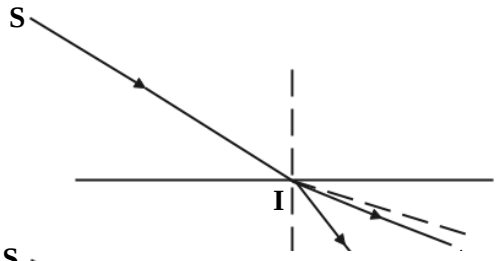
۲) $\frac{6}{5}$

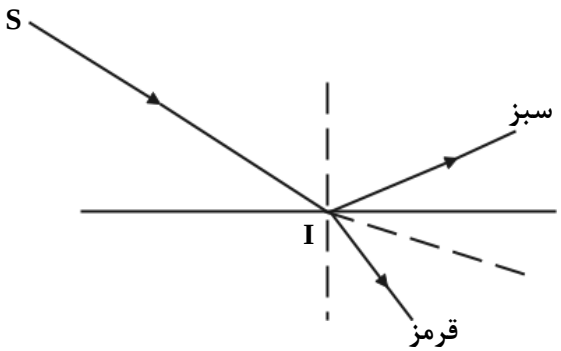
۳) $\frac{3}{4}$

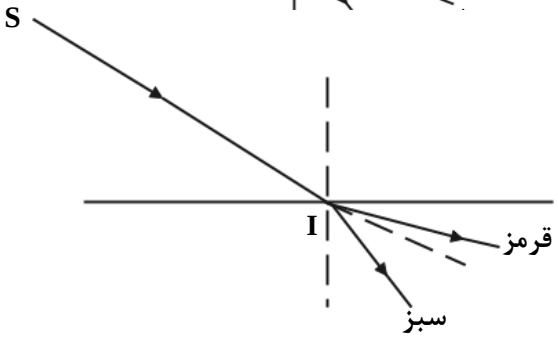
۴) $\frac{5}{6}$

تست۷۱: در شکل زیر، پرتو فرودی SI شامل نورهای تکفام قرمز و سبز است که از هوا وارد یک مایع شفاف می‌شود. کدام‌یک از شکل‌های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟

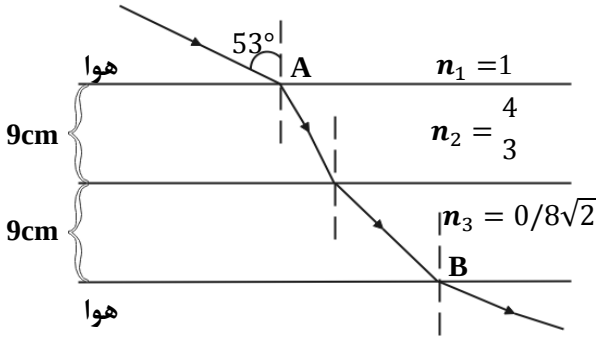
۱)


۲)


۳)


۴)


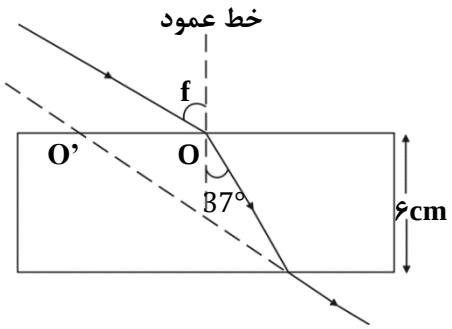
تست۷۲: پرتو نوری مطابق شکل زیر، از هوا وارد محیط‌های شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانوثانیه طی می‌کند؟ ($Sin37° = 0/6$، تندی نور در هوا، $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ =)



۱) ۰/۶ ۲) ۹۶ ۳) ۹۸ ۴) ۹/۶

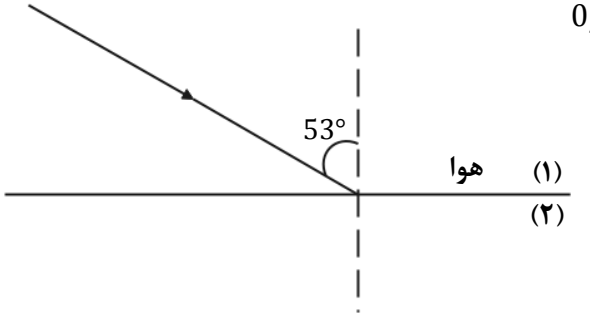
تست۷۳: پرتو نوری، مطابق شکل زیر از هوا به یک تیغهٔ متوازی‌السطوح می‌تابد و پس از شکست در محیط شفاف، دوباره وارد هوا می‌شود. اگر امتداد پرتو خروجی در O' به تیغه برخورد کند و $OO' = 3/5cm$ باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟

($Sin37° = 0/6$)



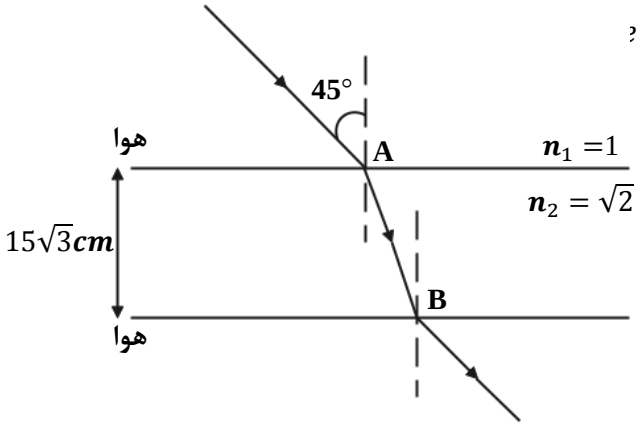
۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{5}{3}$

تست۷۴: مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط ۲، $16°$ از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط دوم، $\frac{1}{8}\mu m$ از طول موج نور هوا کم‌تر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟ (سرعت نور در هوا، $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ = ، $0/8$)



۱) 6×10^{14} ۲) 6×10^{15} ۳) $\frac{8}{4} \times 10^{14}$ ۴) $\frac{8}{4} \times 10^{15}$

تست۷۵: مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند ثانیه طی می‌کند؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)



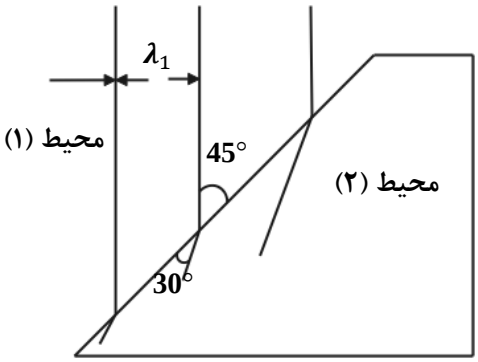
۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۲) ۱

۳) $\sqrt{2}$

۴) ۳

تست۷۶: شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط ۱ وارد محیط ۲ شده است. تندی نور در محیط ۱ چند برابر تندی نور در محیط ۲ است؟



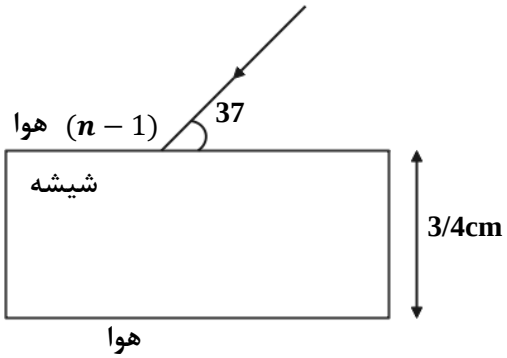
۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۲) $\sqrt{\frac{3}{2}}$

۳) $\sqrt{2}$

۴) ۲

تست۷۷: در شکل زیر پرتوی نور تک‌رنگی از هوا وارد تیغهٔ شیشه‌ای متوازی‌السطوحی به ضخامت 2/4cm و ظریب شکست $\frac{4}{3}$ می‌تابد. مسافتی که این پرتو در داخل این تیغه طی می‌کند برابر چند سانتی‌متر است؟ ($Sin37° = 0/6$)



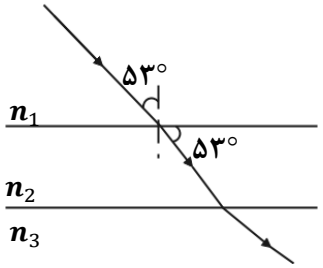
۱) ۴

۲) ۳/۶

۳) ۳/۲

۴) ۳

تست۷۸: مطابق شکل زیر، پرتوی نور تک‌رنگی از محیط شفاف (۱) وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. طول موج پرتو مورد نظر در محیط (۳) چند برابر طول موج پرتو مورد نظر در محیط (۲) است؟ ($Sin37° = 0/6$ و $n_3 = \frac{5}{4}$)

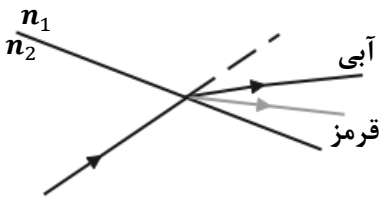


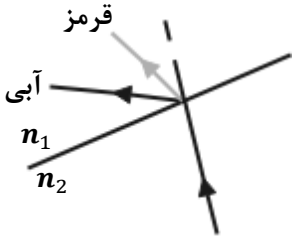
۱) $\frac{4}{5}$ ۲) $\frac{16}{15}$ ۳) $\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{15}{16}$

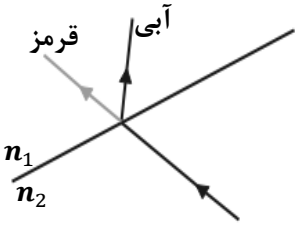
تست۷۹: کدام باریکهٔ نور در ورود از شیشه به هوا کم‌تر منحرف می‌شود؟

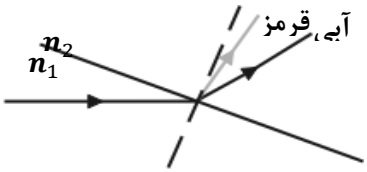
۱) زرد ۲) سبز ۳) نارنجی ۴) نیلی

تست۸۰: در شکل‌های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است در سطح مشترک دو ماده شکست پیدا کرده‌اند. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ ($n_2 > n_1$)

۱)


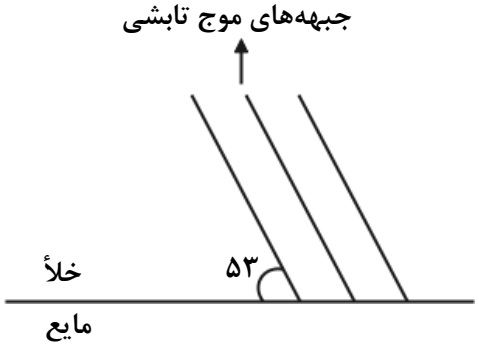
۲)


۳)


۴)


تست۸۱: شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی تابشی از خلأ به مایعی را نشان می‌دهد. زاویهٔ بین جبهه‌های موج بازتاب در محیط اول (خلأ) با جبهه‌های موج شکست در مایع چند درجه است؟

$(Sin37° = 0/6, n_{\text{مایع}} = \frac{4}{3})$



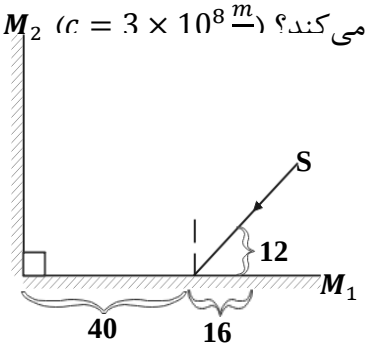
۱) ۳۷

۲) ۵۳

۳) ۹۰

۴) ۱۲۰

تست۸۲: مطابق شکل زیر، یک منبع نور لیزر به مجموعهٔ دو آینهٔ تخت متقاطع شروع به تابش نور می‌کند. بعد از گذشت چند میکروثانیه پرتو تابش شده، به سطح آینهٔ دوم برخورد می‌کند؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$



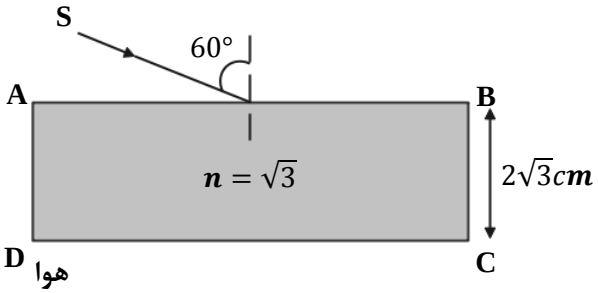
۱) $\frac{7}{30}$

۲) $\frac{7}{3}$

۳) ۰/۱۴

۴) $\frac{28}{15}$

تست۸۳: مطابق شکل پرتو نوری با زاویهٔ تابش $60°$ به وجه AB از یک تیغهٔ تخت فرود می‌آید و از وجه CD خارج می‌شود. جابه‌جایی پرتو (فاصلهٔ پرتو خروجی و امتداد پرتو ورودی از یکدیگر) چند سانتی‌متر است؟



۱) ۱

۲) ۲

۳) $\sqrt{3}$

۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

تست۸۴: پرتو نوری با بسامد f، طول موج λ و تندی c در خلأ حرکت می‌کند. اگر این پرتو وارد محیط شفافی با ضریب شکست مطلق n شود، در این محیط بسامد، طول موج و تندی آن به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

۱) f و $n\lambda$ و $\frac{c}{n}$ ۲) $\frac{f}{n}$ و $\frac{\lambda}{n}$ و $\frac{c}{n}$ ۳) $\frac{f}{n}$ و λ و $\frac{c}{n}$ ۴) f و $\frac{\lambda}{n}$ و $\frac{c}{n}$

تست۸۵: پدیدهٔ سراب ناشی از وابستگی ضریب شکست محیط به ..... است و پاشندگی نور توسط منشور ناشی از وابستگی ضریب شکست محیط به ..... است.

۱) طول موج، دما ۲) دما، طول موج

۳) دما، دما ۴) طول موج، طول موج

تست۸۶: پرتوی نور آبی رنگی (تک رنگ) در خلأ با عبور از شکاف پراشیده می‌شود. کدام‌یک از پرتوهای زیر، با عبور از همان شکاف، بیش‌تر از نور آبی پراشیده خواهد شد؟ (پهنای شکاف، ثابت است.)

۱) نارنجی ۲) نیلی ۳) بنفش ۴) هیچ‌کدام

تست۸۷: درباره پراش نور کدام مورد نادرست است؟

۱) موج در برخورد با یک مانع که ابعاد آن در حدود طول موج است، مانع را دور می‌زند که به این پدیده پراش گویند.

۲) در اثر پراش نور از یک شکاف باریک و قرار دادن پرده‌ای در برابر آن، نوارهای تاریک و روشن روی پرده ایجاد می‌شود.

۳) هر چقدر پهنای شکافی که نور به آن می‌تابد در مقایسه با طول موج کوچکتر باشد، پدیده پراش بارزتر است.

۴) اگر پرتو زرد به شکافی تابیده شود و پراش ایجاد گردد، با استفاده از پرتو بنفش پدیده بارزتری ایجاد می‌کند

تست۸۸: کدام گزینه درباره تداخل و پراش امواج نادرست است؟

۱) هرچه طول موج به کار رفته نسبت به پهنای شکافی که نور به آن تابیده می‌شود، بیشتر باشد پدیده پراش بارزتر خواهد بود.

۲) در آزمایش یانگ، تشکیل فریزهای روشن روی پرده تداخل سازنده را نشان می‌دهد.

۳) وقتی موج بازتابیده و موج تابیده در ریسمان کشیده شده بر هم نهی کنند، موج ایستاده ایجاد می‌شود.

۴) در موج ایستاده دامنه شکم‌ها، برابر با دامنه موج تابیده است.

.

تست۸۹: با اجزای آزمایش یانگ در هوا، پهنای هر نوار روشن 1/2mm است. اگر این آزمایش در مایعی انجام شود که تندی نور در آن $2/5 \times 10^8 \frac{m}{s}$ است و سایر شرایط آزمایش ثابت بماند، پهنای هر نوار تاریک چند میلی‌متر خواهد بود؟ $(c = 3 \times 10^5 \frac{km}{s})$

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۷ ۴) ۱/۹

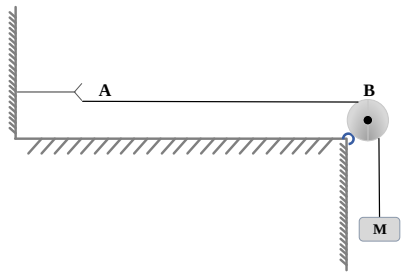
تست۹۰: در شکل زیر با ارتعاش دیاپازون در طول طناب *AB*، یک شکم ایجاد می‌شود. جرم وزنه آویخته شده را چند برابر کنیم تا در طول طناب دو شکم ایجاد شود؟

۱) $\frac{1}{4}$

۲) $\frac{1}{2}$

۳) 4

۴) 2



تست۹۱: در یک تار مرتعش، موج ایستاده ایجاد شده‌است. اگر بسامد این موج ۴۰۰ هرتز و سرعت انتشار موج در تار *160 m/s* باشد، فاصله بین دو گره متوالی در این تار چند سانتی متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

تست۹۲: مجموع بسامدهای دو هماهنگ نخست یک تار دو انتها بسته ۳۷۵ هرتز است. اگر طول تار *40 cm* و جرم آن ۱۰ گرم باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۲۵۰

تست۹۳: تاری به طول $25\ cm$ و چگالی خطی ۲۰ گرم بر متر در مقابل انتهای باز یک لوله بسته به طول $85\ cm$ که از هوا پرشده، قرار دارد. اگر تار که دو انتهای آن ثابت است، فرکانس اصلی خود را تولید کند، موج صوتی ناشی از آن باعث می‌شود هوای درون لوله دومین مد خود را تولید کند. نیروی کشش تار چند نیوتون است؟ (سرعت انتشار صوت در هوای درون لوله $340\ m/s$ است.)

۱) ۲۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ امواج و برهمکنش امواج

تست ۱: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

تست ۲: گزینه ۴ پاسخ صحیح است، و همه موارد صحیح هستند

تست ۳: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. و همه گزینه ها غلط هستند بررسی گزینه ها:

الف – غلط است زیرا سرعت انتشار به محیط بستگی دارد ولی اینجا بیشینه سرعت ارتعاش را از شما پرسیدم که طبق رابطه $V_m = A\omega$ با بسامد رابطه دارد!

ب – غلط است سرعت انتشار موج عرضی در طناب یا فنر ها مرتعش با جذر چگالی آنها رابطهٔ عکس دارد ونه خود چگالی!

ج – غلط است امواج مکانیکی در محیط های جامد هم طولی و هم عرضی میتوانند منتشر شوند

د – غلط است در یک محیط یکسان با چهار برابر شدن بسامد منبع موج،سرعت انتشار تغییر نمیکند زیرا سرعت انتشار به محیط بستگی دارد

تست ۴: پاسخ گزینه ۲

۱) غلط است زیرا در قسمت دوم گفته شده که موج‌های طولی، همواره ارتعاش و انتشار همجهت باهم هستند در حالی که الزاما همجهت نیستند بلکه هم راستا هستند

۲) این گزینه صحیح است

۳)غلط است امواج الکترومغناطیسی هم محیط های مادی منتشر میشوند و هم در خلا

۴) سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی، فقط در خلاء یکسان است

تست ۵: فاصله زمانی یک پاستیغ از دومین ستیغ مجاورش یعنی $6\frac{T}{4}$ و فاصله مکانی یک پاستیغ از سومین ستیغ مجاورش یعنی 2.5λ

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad 20\pi = \frac{2\pi}{T} \quad T = \frac{1}{10} \qquad 6\frac{T}{4} = 0.15$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad 20 = \frac{\lambda}{\frac{1}{10}} \quad \lambda = 2 \quad 2.5\lambda = 5$$

تست ۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است، طول ریل را L و زمان رسیدن صوت در هوا و فلز را به ترتیب L_2 و L_1 بگیریم:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{L}{v_2} - \frac{L}{v_1} = L\left(\frac{v_1 - v_2}{v_2 v_1}\right) \rightarrow L = \frac{v_2 v_1}{v_1 - v_2}\Delta t \qquad (I)$$

$$\overset{(I)}{\rightarrow} L = \frac{2240 \times 320}{2240 - 320} \times 3/6 = \frac{2240}{6} \times 3/6 = 1344\ m$$

تست ۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

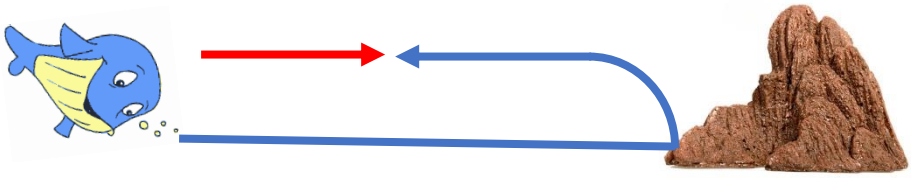
$$\Delta t = \Delta t_S - \Delta t_P = \Delta x\left(\frac{1}{v_S} - \frac{1}{v_P}\right) \Rightarrow 480 = 5760(\frac{1}{4/8} - \frac{1}{v_P})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{4/8} - \frac{1}{v_P} \Rightarrow v_P = \frac{12 \times 4/8}{12 - 4/8} = 8\ \frac{km}{s}$$

تست ۸:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گام اول: ابتدا شکل ساده‌ای از مسیر حرکت موج را رسم می‌کنیم. در این شکل مسافت طی شده توسط موج برابر I و مسافت طی شده توسط وال برابر x در نظر گرفته شده است.



گام دوم: از آنجایی که موج و وال هر دو با سرعت ثابت حرکت می‌کنند، داریم:

$$2(420) = \Delta x_{\text{وال}} + \Delta x_{\text{موج}} \Rightarrow v_1 t + v_2 t = 840 \Rightarrow 10(4) + v_{\text{موج}}(4) \quad v_{\text{موج}} = 200\frac{m}{s}$$

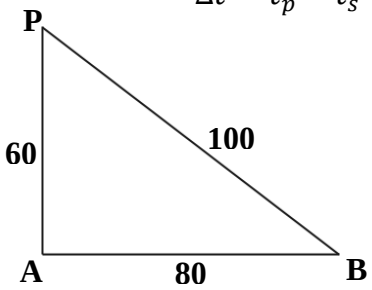
$$\lambda_{\text{موج}} = \frac{v_{\text{موج}}}{f_{\text{موج}}} = \frac{200}{2 \times 10^5} = 10^{-3}m = 1mm$$

تست ۹:

گزینهٔ ۴ پاسخ صحیح است. عقرب ابتدا موج طولی و با یک تأخیر زمانی، موج عرضی را دریافت می‌کند.

$$\Delta t = t_p - t_s \Rightarrow 0.02 = \frac{L}{100} - \frac{L}{300} \Rightarrow 0.02 = \frac{2L}{300} \Rightarrow L = 3m = 300cm$$

تست ۱۰:



گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta t = \frac{\Delta x_1}{V} - \frac{\Delta x_2}{V} = \left(\frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{V}\right) = \frac{100 - 60km}{3 \times 10^8 \frac{m}{s}} = \frac{4 \times 10^4 m}{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{4}{3} \times 10^{-4} s$$

تست ۱۱:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

اول تندی انتشار موج در محیط را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{F}{\rho(\pi r)^2}} = \sqrt{\frac{2}{600 \times 3 \times 10^{-6}}} = \frac{100}{3}\frac{m}{s}$$

حالا طول موج را پیدا می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{\frac{100}{3}}{\frac{1}{3}} = 100m$$

ودر آخرین قدم فاصلهٔ نقطهٔ A تا چشمهٔ موج برابر $3(\frac{\lambda}{2})$ است که اندازهٔ آن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{فاصلهٔ نقطهٔ } A \text{ تا چشمهٔ موج} = 3\left(\frac{\lambda}{2}\right) = 3(50) = 150m$$

تست۱۲: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\mu = 60\frac{g}{m} = 60 \times 10^{-3}\frac{kg}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{24}{60 \times 10^{-3}}} \Rightarrow v = 20\frac{m}{s}$$

$$f = \frac{N}{t} \Rightarrow 100 = \frac{300}{t} \Rightarrow t = 3\ s$$

$$\Delta x = vt = 20 \times 3 \Rightarrow \Delta x = 60m$$

تست۱۳: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

میدانیم که $62.8 = 20\pi$ است پس:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} = \frac{2}{2 \times 10^{-3}}\sqrt{\frac{20\pi}{8 \times 10^{3}\pi}}$$

$$\Rightarrow v = 1000 \times \sqrt{\frac{1}{400}} = \frac{1000}{20} = 50\frac{m}{s}$$

$$\omega = 50\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2}{50}(s)$$

$$\Delta t \text{ نصف دوره} = \frac{T}{2} = \frac{2}{50} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{50}(s)$$

$$\Delta x = v\Delta t = 50 \times \frac{1}{50} = 1(m) = 100cm$$

تست۱۴: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

به کمک رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ داریم:

$$v = \sqrt{\frac{864}{2 \times 10^{3} \times 30 \times 10^{-6}}} = 120\frac{m}{s} \rightarrow L = v\Delta t \rightarrow L = 120 \times \frac{2}{100} = 2.4m = 240cm$$

تست۱۵: گزینه ۱ صحیح است

چون $\mu_A < \mu_B$ است (در طناب ناهمگن μ جاهای ضخیمتر بیشتر است) و نیروها مساویند پس طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ تندی در نقطه A بیشتر از B است و طول موج هم به علت مساوی بودن بسامد ها ، همانند V رفتار میکند

تست۱۶:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است، نقطه M دارای حداکثر سرعت نوسان است و سرعتش از رابطه $v_m = A\omega$ به دست می‌آید ولی تندی انتشار امواج از $V = \frac{\lambda}{T}$ محاسبه میشود پس داریم

$$\frac{v_m}{v} = \frac{A\omega}{v} = \frac{A\frac{2\pi}{T}}{\frac{\lambda}{T}} = \frac{2\pi A}{\lambda}$$

با توجه به نمودار، $\frac{5}{4}\lambda = 0/5$ و در نتیجه $\lambda = 0/4\ m$ است:

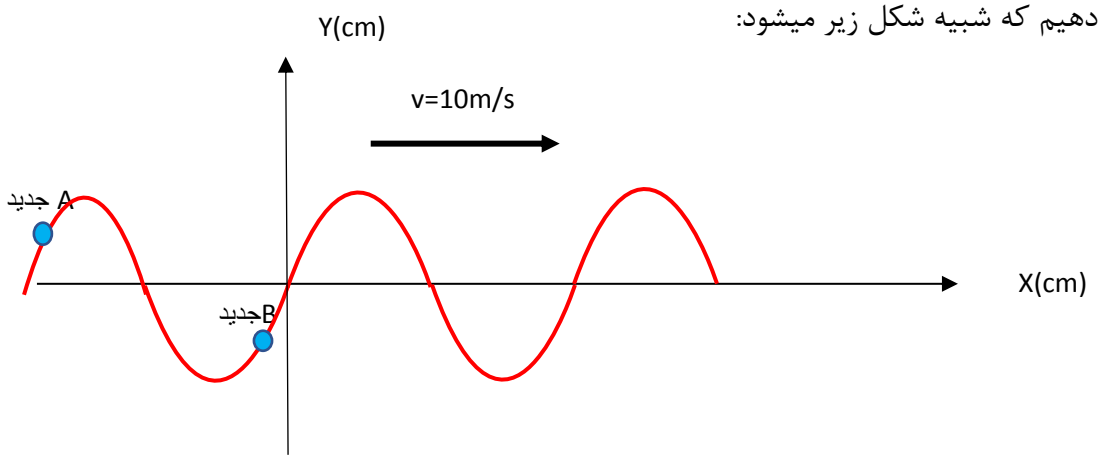
$$\frac{v_m}{v} = \frac{2\pi \times 5 \times 10^{-2}}{0/4} = \frac{\pi}{4}$$

تست۱۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{3\lambda}{2} = 30 \Rightarrow \lambda = 20cm \Rightarrow \lambda = V.T \Rightarrow 0.2 = 10T \Rightarrow T = \frac{2}{100}S = \frac{8}{400}s$$

پس بنابراین $\frac{9}{400}$ یعنی یک دوره کامل و یک هشتم دوره پس نقاط را به اندازه $T + \frac{T}{8}$ به سمت چپ باید شیفت دهیم که شبیه شکل زیر میشود:



تست۱۸:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$3\frac{\lambda}{2}=120\ \lambda=80\ =0.8m$$

$$\lambda=vT\longrightarrow 0/8=40T\longrightarrow T=\frac{1}{50}s$$

لحظه $t=\frac{1}{200}s$ یعنی لحظه $\frac{T}{4}$ پس نوسانگر در این بازه زمانی

از $y=0$ عبور می‌کند و به $y=-\frac{1}{2}A$ می‌رسد.

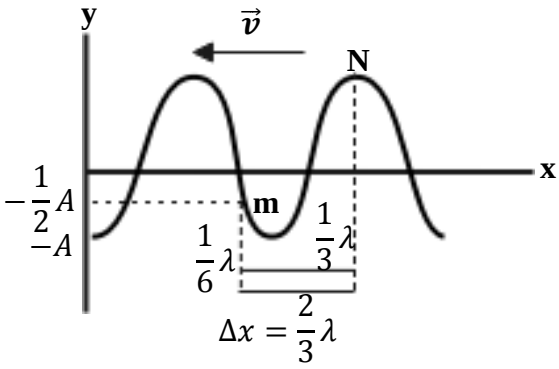
در مدت زمان $t_1=\frac{T}{6}$ نوسانگر به مرکز نوسان می‌رسد. در این

مدت حرکت تندشونده است. در ادامه در مدت $t_2=\frac{T}{12}$ از ۰ به $-\frac{1}{2}A$ می‌رود که در این مدت حرکت

کندشونده است.

$$t_1-t_2=\frac{T}{6}-\frac{T}{12}\rightarrow t_1-t_2=\frac{\frac{1}{50}}{12}=\frac{1}{600}s$$

تست ۱۹ : گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



شتاب بیشینه منفی در A+ رخ می‌دهد. با توجه به جهت انتشار

موج به سمت چپ محور x، هنگامی که وضعیت نوسانی نقطه M

به وضعیت نوسانی نقطه N تبدیل شود، این اتفاق رخ می‌دهد.

با توجه به نمودار جابه‌جایی – مکان $\lambda=0.6$ $5\frac{\lambda}{4}=75cm$ است:

$$\lambda=vT\longrightarrow 0/6=60T\longrightarrow T=\frac{1}{100}s$$

با توجه به انتشار موج با تندی ثابت در محیط $(\Delta x\propto\Delta t)$، برای آن که به اندازه $\frac{2}{3}\lambda$ جابه‌جایی صورت گیرد

به مدت زمان $\Delta t=\frac{2}{3}T$ نیاز است:

$$\Delta t=\frac{2}{3}\times\frac{1}{100}=\frac{1}{150}s$$

تست ۲۰: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مقداری که برابر ۳۰ سانتی‌متر نشان داده شده ۱/۵ برابر طول موج است:

$$\rightarrow 1/5\lambda = 60cm$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{60}{1/5} = 40\ cm = 0/4m \qquad \rightarrow T = \frac{\lambda}{V} = \frac{0/4}{16} = \frac{1}{40}s$$

$$v = 16\frac{m}{s}$$

پس بازهٔ $t = \frac{1}{80}s$ نصف دوره است. ظرف مدت نصف دوره، هر نوسانگر به نقطه قرینهٔ مکان فعلی‌اش خواهد رسید پس نسبت سرعت متوسط ها همان نسبت جابه جایی ها میشود

$$\begin{cases} y_B\left(\frac{1}{80}s\right) = -y_B(0) = -\sqrt{3} \rightarrow \Delta y_B = -\sqrt{3} - \sqrt{3} = -2\sqrt{3} \\ y_A\left(\frac{1}{80}s\right) = -y_A(0) = -(-2) = 2 \rightarrow \Delta y_A = 2 - (-2) = 4 \end{cases}$$

$$\rightarrow \left|\frac{\Delta y_B}{\Delta y_A}\right| = \left|-\frac{2\sqrt{3}}{4}\right| = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

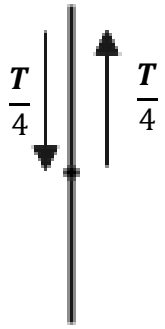
تست ۲۱: گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

ابتدا باید ببینیم بازهٔ زمانی $\frac{1}{200}$ ثانیه چه کسری از دورهٔ تناوب است، پس:

$$\frac{\lambda}{4} + \lambda = 25 \Rightarrow \lambda = 20cm = \frac{2}{10}m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow \frac{2}{10} = 20T \Rightarrow T = \frac{1}{100}s$$

$$\left.\begin{matrix} \Delta t = \frac{1}{200} \\ T = \frac{1}{100} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$



پس ذرهٔ M که جهت ارتعاش آن به سمت بالا است و در مرکز نوسان قرار دارد باید $\frac{T}{2}$ به ارتعاش درآید. چنانچه ملاحظه می‌شود ذرهٔ M مجدداً به مرکز نوسان برمی‌گردد و جهت ارتعاش آن به سمت پایین است، پس در $t = \frac{1}{200}s$، سرعت بیشینه و در جهت منفی است.

$$v = -v_{max} = -A\omega \Rightarrow v = -A\left(\frac{2\pi}{T}\right) = -\frac{12}{100} \times \frac{2\pi}{\frac{1}{100}} \Rightarrow v = -24\pi\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow V = -24 \times 3 = -72\frac{m}{s}$$

تست ۲۲: گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{5\lambda}{4} = 0/5 \Rightarrow \lambda = \frac{2}{5}m$$

$$\lambda = VT \Rightarrow \frac{2}{5} = 20T \Rightarrow T = \frac{1}{50}s$$

مسافت طی شده توسط ذرهٔ M در یک دورهٔ تناوب برابر 4A یعنی 8cm است:

$$\bar{S} = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow \bar{S} = \frac{4A}{T} = \frac{\frac{8}{100}}{\frac{1}{50}} \Rightarrow \bar{S} = \frac{8}{2} = 4\frac{m}{s}$$

تست ۲۳: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم که فاصلهٔ هر گره از قله یا درهٔ مجاورش در نقش موج برابر با $\frac{\lambda}{4}$ است، پس داریم:

$$\frac{\lambda}{4} = 30cm \Rightarrow \lambda = 120cm$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $\lambda = vT$ داریم:

$$\lambda = vT \Rightarrow 1.2 = 30T \Rightarrow T = 0.04s$$

می‌دانیم که دوره (T) و بسامد (f) یک موج، همان دوره و بسامد نوسان ذرات محیط موج است.

$$T_{\text{موج}} = T_{\text{نوسان}} = 0.04 \Rightarrow f_{\text{نوسان}} = 25Hz$$

در هر ثانیه ۲۵ نوسان کامل انجام می‌شود، از طرفی می‌دانیم که در هر نوسان کامل، سرعت نوسانگر دو بار بیشینه می‌شود. بنابراین در هر ثانیه ۵۰ بار سرعت هر نقطه از محیط انتشار موج بیشینه خواهد بود.

تست ۲۴:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است، طبق نمودار:

$$\frac{3\lambda}{2} = 120cm \Rightarrow \lambda = 80cm = 0/8m$$

در نتیجه برای بسامد خواهیم داشت:

$$f = \frac{7}{\lambda} = \frac{10}{0/8} = 12/5Hz$$

ذره دارای حرکت نوسانی است و برای مسافت طی شدهٔ آن خواهیم داشت:

$$\text{مسافت} = 4nA = 4(f.t)A = 4(12/5 \times 0/04)3 = 6cm$$

تست ۲۵:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ذرهٔ B ابتدا به سمت بالا حرکت می‌کند و پس از $\frac{3T}{4}$، برای اولین بار به A- می‌رسد و پس از $T + \frac{3T}{4} = \frac{7T}{4}$،

برای دومین بار در مکان A- قرار می‌گیرد.

$$\lambda = 4 \times 30cm = 120cm = 1.2m$$

$$\lambda = VT \Rightarrow 1.2 = 40T \Rightarrow T = \frac{3}{100}s \Rightarrow t = \frac{7T}{4} = \frac{7}{4}(\frac{3}{100}) = \frac{21}{400}s$$

تست ۲۶:

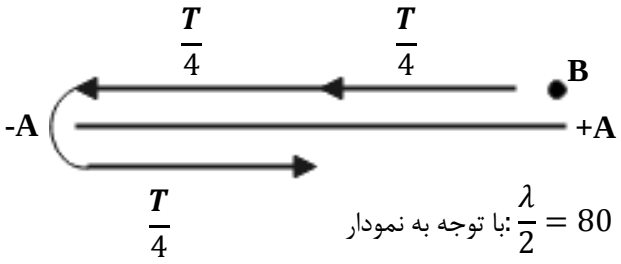
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{3}{2}\lambda = 15 \Rightarrow \lambda = 10cm \Rightarrow \lambda = vT \Rightarrow 0/1 = 10T \Rightarrow T = \frac{1}{100}s$$

$$\Delta t = \frac{1}{200} - \frac{1}{400} = \frac{1}{400} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{4}, \Delta x = \frac{\lambda}{4}$$

تست ۲۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ذرهٔ M در ابتدا در مکان A+ قرار دارد. با توجه به جهت انتشار ذرهٔ M به سمت مرکز نوسان حرکت می‌کند و بعد از مدت $\Delta t = \frac{3T}{4}$ برای اولین بار به موقعیت ذرهٔ N می‌رسد. (ذرهٔ N در مرکز نوسان قرار دارد.)



با توجه به نمودار: $\frac{\lambda}{2} = 80 \Rightarrow \lambda = 160cm = 1.6m$

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{1.6}{40} = 0/04s$$

$$\Delta t = 3\frac{T}{4} = 0/03s$$

تست ۲۸:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد موج متناسب است. با توجه به شکل $\lambda_B = \frac{4}{3}\lambda_A$ است. با توجه به یکسان بودن محیط انتشار و برابر بودن سرعت انتشار این دو موج به کمک $f = \frac{v}{\lambda}$ داریم:

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{A_A}{A_B} \times \frac{f_A}{f_B}\right) = \left(\frac{8}{12} \times \frac{4}{3}\right)^2 = \frac{64}{81}$$

تست ۲۹:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

تست ۳۰:

$$2\lambda = 4 \rightarrow \boxed{\lambda = 2}$$

$$\lambda f = c \rightarrow 2 \times f = 3 \times 10^8 \rightarrow f = 1.5 \times 10^8 Hz$$

گزینه «۴» صحیح است.

تست ۳۱:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

تست ۳۲:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با استفاده از قاعده دست راست $\vec{E}$ میدان و $\vec{B}$ عمود بر گف دست و جهت انتشار انگشت شست است. ب و پ صحیح هستند

تست ۳۳:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا طول موج را محاسبه می‌کنیم:

$$L = \frac{1}{2}\lambda = 24cm \Rightarrow \lambda = 48cm = 48 \times 10^{-2}m$$

برای محاسبهٔ بسامد خواهیم داشت:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{48 \times 10^{-2}} = 625 \times 10^{6}Hz = 625MHz$$

تست ۳۴:

گزینه ۴ همه موارد صحیح است

تست ۳۵:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

به کمک قاعده دست راست و با توجه به جهت $\vec{E}$ و جهت انتشار موج، جهت $\vec{B}$، در جهت y+ است. به دلیل همگام بودن میدان‌ها، میدان مغناطیسی $\frac{\sqrt{3}}{2}B_{max}$ است

تست ۳۶:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل، ابتدا سرعت صوت را پیدا می‌کنیم و با کمک آن فاصله شخص تا دیوار دور را می‌یابیم:

$$\Delta x_1 = v\Delta t \Rightarrow 510 = v \times 1/5 \Rightarrow v = 340\frac{m}{s} \Rightarrow \Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 510 + 680 = 1190m$$
$$\Delta x_2 = 340 \times 2 = 680\ m$$

تست ۳۷:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\beta = 10Log\frac{I}{I_0} \Rightarrow 9/6 = Log\ \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow Log_{10}^{9} + Log_2^2 = Log\frac{I}{10^{-12}}$$

$$9 + 2 \times 0/3$$

$$\Rightarrow I = 4 \times 10^{-3}\frac{W}{m^2}$$

$$E = IAt = 4 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \times 60 = 0/24 \times 10^{-6}J = 0/24\mu J$$

تست ۳۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا توانی که توسط شنونده دریافت می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{دریافت شده}} = \frac{25}{100}(600) = 150mW$$

در ادامه شدت صوت دریافتی توسط شخص را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{150 \times 10^{-3}}{4 \times 3 \times 100} = \frac{5}{4} \times 10^{-4}\frac{W}{m^2}$$

و در نهایت تراز شدت صوت دریافتی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\beta = 10Log\frac{I}{I_0} = 10\ Log\left(\frac{\frac{5}{4} \times 10^{-4}}{10^{-12}}\right) = 10Log\left(\frac{5}{4} \times 10^8\right)$$

$$= 10[Log\ 5 - Log\ 2^2 + Log10^8] = 10[0/7 - 0/6 + 8] = 81dB$$

تست ۳۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا شدت صوت مرتبط با $80dB$ را پیدا می‌کنیم:

$$10Log\frac{I}{I_0}=80\ Log=\frac{I}{I_0}=8\Rightarrow\frac{I}{I_0}=10^8\Rightarrow I=10^8\times10^{-12}=10^4\frac{W}{m^2}$$

توان چشمه $500mW$ است. اگر اتلاف نمی‌داشتیم شدت صوت در فاصله ۲۰ متری چشمه از این قرار بود:

$$I'=\frac{P}{4\pi r^2}=\frac{500\times10^{-3}}{4\times3\times20^2}=\frac{\frac{1}{2}}{4\times3\times400}=\frac{1}{9600}$$

نسبت این دو شدت عبارت است از:

$$\frac{I}{I'}=\frac{10^{-4}}{\frac{1}{9600}}=\frac{9600}{10000}=\frac{96}{100}$$

پس ۴٪ توان چشمه در این فاصله تلف شده است

تست ۴۰:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گام اول: شدت صوتی که به هرگوش شنونده می‌رسد را به دست می‌آوریم:

$$\beta=10Log\frac{I}{I_0}\Rightarrow\frac{2}{7}=Log\frac{I}{I_0}\Rightarrow3-0/3=Log\frac{I}{I_0}$$

$$\Rightarrow Log10^3-Log\ 2=Log\frac{I}{I_0}\Rightarrow Log\frac{10^3}{2}=Log\frac{I}{I_0}\Rightarrow I=5\times10^{-10}\frac{W}{m^2}$$

گام دوم: به کمک شدت صوت، انرژی که در مدت زمان $3s$ به پردهٔ گوش شنونده می‌رسد را محاسبه میکنیم:

$$I=\frac{E}{A.t}\Rightarrow5\times10^{-10}=\frac{E}{5\times10^{-6}\times3}\Rightarrow E=75\times10^{-16}J\Rightarrow E=7/5\times10^{-3}PJ$$

تست ۴۱: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\beta_1-\beta_2=10Log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2\Rightarrow18=10Log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2\Rightarrow1.8=Log(\frac{d_2}{d_1})$$

$$6\times0.3=Log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2\ Log2^6=\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2\Rightarrow\frac{d_2}{d_1}=8$$

تست ۴۲:

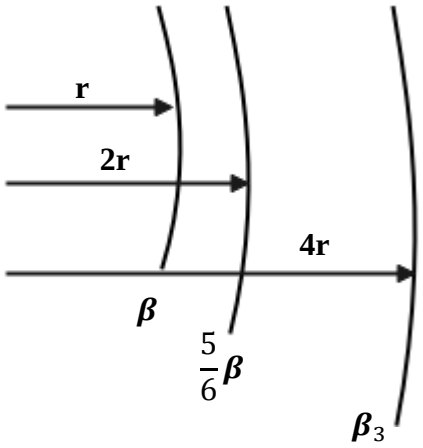
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\beta_2 - \beta_1 = 10Log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 6/4 = Log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 7 - 2 \times 0/3 = Log10^7 - Log2^2$$

$$Log\frac{10^7}{4} = Log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 2/5 \times 10^6 \ \frac{W}{m^2}$$

تست ۴۳:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\beta_2 - \beta_1 = 20Log\frac{r_1}{r_2}$$

$$-\frac{1}{6}\beta = 20Log\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{6}\beta = -20 \times 0.3 \Rightarrow \beta = 36$$

$$\beta_3 - \beta_2 = 20Log\frac{1}{2} \Rightarrow \beta_3 - \frac{5}{6}\beta = -6 \Rightarrow \beta_3 = 24db$$

تست ۴۴:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

شدت صوت، یک کمیت فیزیکی است و می‌توان آن را با یک دستگاه اندازه‌گیری کرد، اما بلندی صوت این‌گونه نیست و مربوط به درک انسان از شدت صوت است و قابل اندازه‌گیری نیست.

تست ۴۵:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با دور شدن ناظر از منبع صوت بسامد صوتی که می‌شنوید از بسامد منبع صوت کم‌تر است، ولی چون ناظر با سرعت ثابت حرکت می‌کند. بسامد صوتی که می‌شنود ثابت است. و چون منبع ساکن است طول موج نیز یکسان است

تست ۴۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

الف) درست طول موج جلوی منبع از عقب کمتر است

ب) غلط اگر منبع ساکن باشد طول موج همه جا یکسان است

پ) غلط سرعت صوت در محیط ثابت است

ت)غلط با دور شدن چشمهٔ نور طول موج دریافتی افزایش می‌یابد که به آن **«انتقال به سرخ»** می‌گوییم.

تست ۴۷:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

دقت کنید که در این سوال، راننده آمبولانس شنونده است و فردی که ایستاده، منبع صوتی است!!

در هنگام نزدیک شدن خودرو به چشمهٔ صوت، خودرو بسامد بیشتری نسبت به حالت سکون و در حال دور شدن از آن، بسامد کم‌تری را نسبت به حالت سکون دریافت می‌کند. بنابراین بسامد دریافتی توسط خودرو و در زمان دور شدن از چشمهٔ صوت، نسبت به زمان نزدیک شدن به آن کاهش می‌یابد. ولی چون منبع صوت ساکن است طول موج یکسان است

تست ۴۸:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

در حالتی که چشمهٔ صوت (آمبولانس) ساکن است، طول موج صوت آن در همهٔ جهات برابر λ_s است:

$$\lambda_s = \frac{v}{f_s}$$

V در این رابطه تندی انتشار صوت در محیط می‌باشد. بنابراین $\lambda_2 = \lambda_s$ است، اما در حالتی که ناظر ساکن است و آمبولانس (چشمهٔ صوت) به او نزدیک می‌شود، طول موج صوت در جلوی چشمه کوچک‌تر از λ_s است پس $\lambda_1 < \lambda_s$ و در نتیجه $\lambda_1 < \lambda_2$ می‌شود.

تذکر : دنده عقب و جلو رفتن فرقی ندارد! جلو و عقب منبع با توجه به جهت حرکت ماشین مشخص میشود

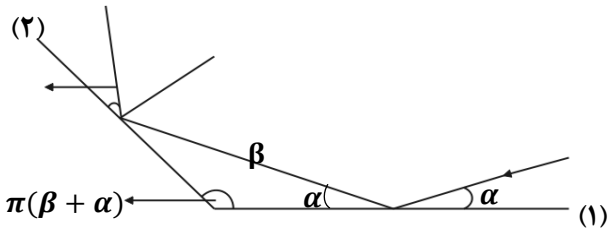
تست ۴۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در بازتاب موج از انتهای بستهٔ طناب، موج وارون می‌شود. علاوه بر این نقاطی که زودتر به انتهای بسته می‌رسند، در موج بازتابی هم جلوتر قرار می‌گیرند.

تست ۵۰:

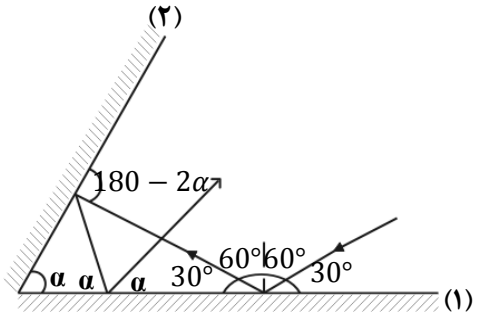
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

?



تست ۵۱:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$30+\alpha+(180-2\alpha)+180-360+4\alpha=180\Longrightarrow\alpha=50$$

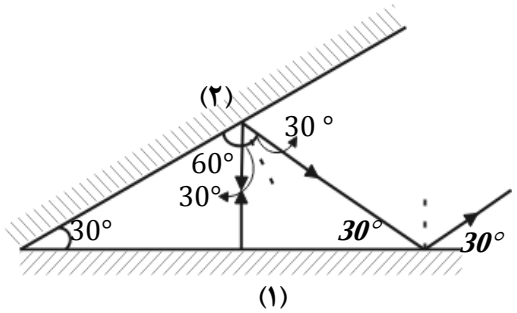
تست ۵۲:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زاویه انحراف در آینه‌های متقاطع با زاویه حاده 2α است.

$$2(50)=100$$

تست ۵۳:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از قانون بازتاب عمومی و برابر بودن زاویهٔ تابش و بازتابش، ادامهٔ مسیر حرکت پرتوی نور را رسم می‌کنیم:



در نتیجه این پرتو نور در مجموع دو مرتبه با آینهٔ (۱) برخورد کرده و در نهایت با آینهٔ (۲) موازی می‌شود.

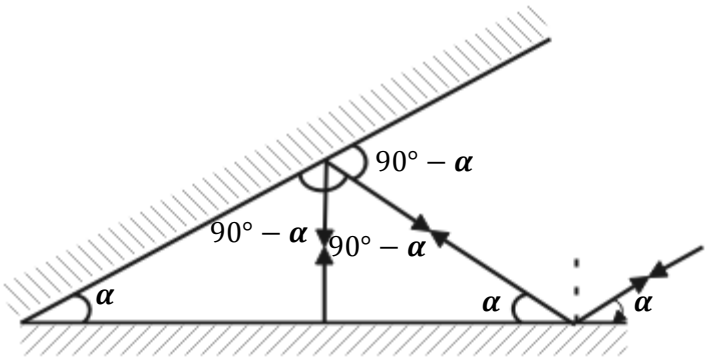
تست ۵۴:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با توجه به قضیهٔ خطوط موازی و مورب، چون پرتو SI موازی آینهٔ (۲) است، اگر زاویهٔ بین دو آینه برابر α باشد، زاویهٔ پرتو SI با سطح آینهٔ (۱) نیز برابر α خواهد بود.

از طرف دیگر پرتو مورد نظر ۵ بار به آینه‌ها برخورد کرده است. بنابراین همانطور که در شکل زیر می‌بینید، حتماً در سومین برخورد بر سطح آینهٔ (۱) به طور عمود تابیده است و در نتیجه روی خودش بازتابیده است.

بنابراین داریم:



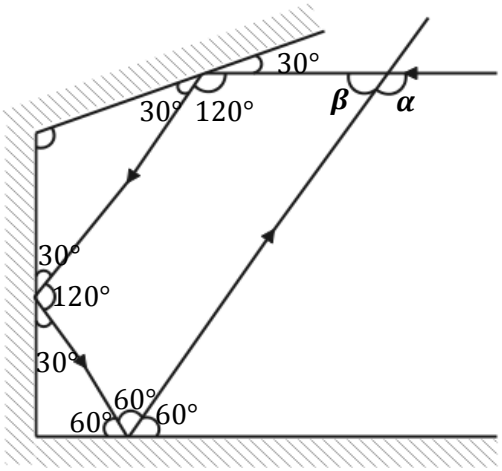
$$3(90° - \alpha) = 180° \Rightarrow 90° - \alpha = 60° \Rightarrow \alpha = 30°$$

تست ۵۵:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است، اگر طول موج تابیده شده به سطح بسیار بزرگتر از ناهمواری سطوح باشد، بازتاب از سطح منظم است و اگر کوچک‌تر باشد، از سطح بازتاب پخشنده خواهد داشت.

تست ۵۶:

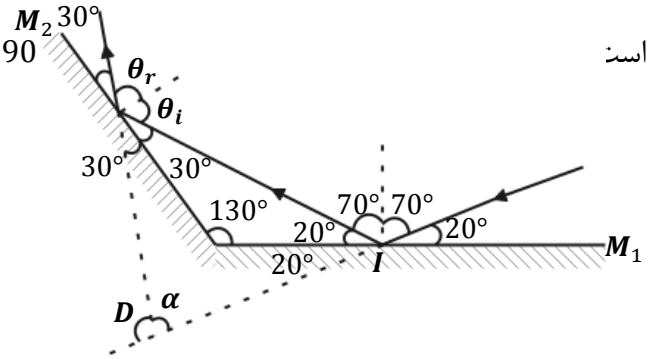
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$120° + 120° + 60° + \beta = 360° \Rightarrow \beta = 60°$$
$$\alpha = 180° - \beta = 180° - 60° = 120°$$

تست ۵۷:

گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است. پرتو ابتدا به آینهٔ M_1 برخورد کرده و سپس به آینهٔ M_2 برخورد می‌کند. زاویهٔ تابش در آینهٔ M_2 برابر است: $\theta_r = \theta_i = 90$



برای محاسبهٔ زاویهٔ بین پرتو تابش SI و پرتو تابش از آینه M_2 از شکل بالا استفاده می‌کنیم و این زاویه را D می‌نامیم. D برابر است با: $\alpha + 40° + 60° = 180° \Rightarrow \alpha = 80°$

$$D = 180° - \alpha \Leftrightarrow D = 100°$$

تست ۵۸:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد فقط به منبع بستگی دارد و تغییر نمی‌کند، با افزایش جرم واحد طول(μ) سرعت انتشار کاهش پیدا می‌کند $V = \frac{F}{\mu}$ و با کاهش سرعت انتشار و ثابت بودن بسامد طول موج کاهش پیدا می‌کند.

$$\lambda = VT$$

تست ۵۹: گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نور لیزر روی کاغذ به صورت یک نقطهٔ نورانی دیده می‌شود و هر سه ناظر می‌توانند آن را ببینند.

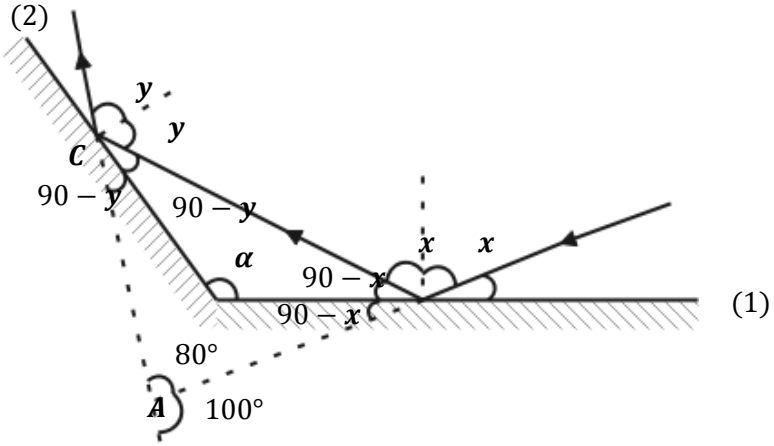
تست ۶۰: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. خط NI عمود بر آینهٔ M_1 است، بنابراین زاویهٔ سوم مثلث تشکیل شده متمم زاویهٔ β خواهد بود (زاویهٔ پرتوی تابش و بازتاب با هم برابرند). در نتیجه:

$$\alpha + 75° + (90 - \beta) = 180 degree \implies \alpha - \beta = 15°$$

تست ۶۱: گزینه ۳ پاسخ صحیح است $\alpha = 130$

$$A\overset{\Delta}{\widehat{B}}C: (180 - 2y) + (180 - 2x) + 80° = 180° \ (1)$$

$$O\overset{\Delta}{\widehat{B}}C: (90 - y) + (90 - x) + \alpha = 180° \ (2)$$



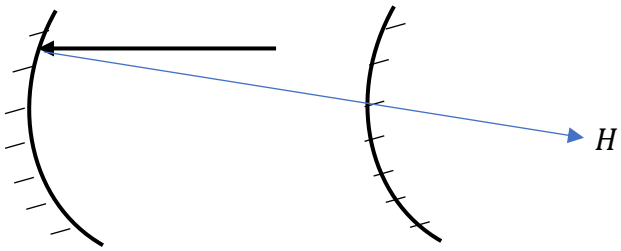
تست ۶۲: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

تست ۶۳: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. صفحه ۹۲ کتاب درسی

تست۶۴:

برای آنکه پرتو تابیده شده بر روی خودش بازتابش کند نقطه H باید برای آینه اول حکم F و برای آینه دوم حکم C(R) را داشته باشد بنابراین فاصله آینه ها از هم برابر میشود با

$$\text{فاصله} = F_1 - R_2 = 40 - 5 = 35$$



تست۶۵:

به زاویه نور تابیده شده با نور بازگشتی ، زاویه انحراف می‌گوییم که مطابق شکل ۱۵۰ درجه می‌شود

۱۸۰=۳۰+انحراف

۱۵۰=انحراف

از طرفی برای محاسبه زاویه تابش یا بازتابش کافیست عدد ۳۰ را بر ۲ تقسیم کنیم که برابر با ۱۵ می‌شود

تست۶۶: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پژواک صدا در صورتی شنیده می‌شود که حداقل اختلاف زمانی $0/1s$ باشد.

$$2 \times 20 = v \times 0.1 \Rightarrow v = 400\frac{m}{s}$$

$$\begin{cases} 2\Delta x_1 = 400t_1 \\ 2(1000 - \Delta x_1) = 400t_2 \end{cases} \Rightarrow t_2 - t_1 = 1s \Rightarrow \frac{2000 - 2\Delta x_1}{400} - \frac{2\Delta x_1}{400} = 1 \Rightarrow \Delta x_1 = 400m$$

تست۶۷: گزینه ۴ بنا بر متن کتاب درسی

تست۶۸: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta t = \frac{d}{V} + \frac{d}{V}$$

$$\frac{12}{100} = \frac{2d}{340} \Rightarrow d = 20/4m$$

تست۶۹: گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نور مرئی طول موجی در گسترهٔ ۰/۲ تا ۰/۷ میکرومتر دارد، اگر سطح بازتاب کننده دارای ناهمواری‌های کوچک‌تر از طول موج باشد، بازتاب آینه‌ای و اگر ناهمواری‌ها بزرگ‌تر از طول موج باشد، بازتاب پخشنده است.

تست۷۰: گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{n_1}{n_4} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_2}{n_3} \times \frac{n_3}{n_4} \Rightarrow n_1 Sin53^\circ = n_4 Sin45^\circ \Rightarrow \frac{n_1}{n_4} = \frac{sin45^\circ}{Sin53^\circ} = \frac{v_2}{v_1} \times \frac{n_2}{n_3} \times \frac{v_4}{v_3}$$

$$\Rightarrow \frac{0/7}{0/8} = \frac{0/75v_1}{v_1} \times \frac{n_2}{n_3} \times \frac{1/4v_3}{v_3} \Rightarrow \frac{n_2}{n_3} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$$

تست۷۱: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. پرتوها به خط عمود نزدیک می‌شوند ولی ضریب شکست برای نور سبز با داشتن طول موج کم‌تر، بیش‌تر است پس بیش‌تر به خط عمود نزدیک می‌شود.

تست۷۲: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_1 Sin\theta_1 = n_2 Sin\theta_2$$
$$1 \times Sin53 = \frac{4}{3} Sin\theta_2 \quad \Rightarrow \theta_2 = 37°$$

$$n_1 Sin\theta_1 = n_3 Sin\theta_3$$
$$1 \times Sin53 = 0/8\sqrt{2} Sin\theta_3 \quad \Rightarrow \theta_3 = 45°$$

$$\Delta t_1 = \frac{d}{v} = \frac{d}{\frac{c}{n}} = \frac{11/25 \times 10^{-2}}{\frac{3 \times 10^8}{\frac{4}{3}}} = 50\, ns$$

$$\Delta t_2 = \frac{d}{v} = \frac{d}{\frac{c}{n}} = \frac{\frac{12}{72} \times 10^{-2}}{\frac{3 \times 10^8}{0/8\sqrt{2}}} = 48\, ns$$

$$\Rightarrow \Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 50 + 48 = 98\, ns$$

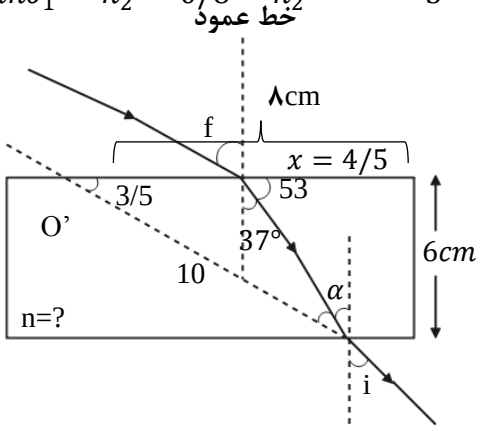
تست۷۳: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$tg\,53 = \frac{6}{x} \Rightarrow \frac{Sin\,53°}{Cos\,53°} = \frac{6}{x} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{6}{x}$$

$$\Rightarrow x = \frac{9}{2} = 4/5cm$$

$$Sin\alpha = \frac{8}{10} \Rightarrow \alpha = 53 \Rightarrow i = \alpha = 53$$

$$\frac{sin\,\theta_2}{Sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{0/6}{0/8} = \frac{1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{4}{3}$$

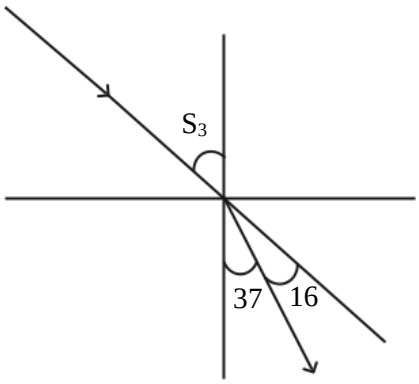


تست۷۴: گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{Sin\theta_2}{sin\theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{4}$$

$$\begin{cases} \lambda_1 - \lambda_2 = \frac{1}{8} \times 10^{-6} \\ \lambda_2 = \frac{3}{4}\lambda_1 \end{cases} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{1}{2} \times 10^{-6}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3 \times 10^8}{\frac{1}{2} \times 10^6} = 6 \times 10^{14} Hz$$



تست۷۵: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_1 Sin\theta_1 = n_2 Sin\theta_2 \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \times Sin\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 30°$$

$$Cos\ 30 = \frac{15\sqrt{2}}{AB} \Rightarrow AB = 30cm$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{V_2}{3 \times 10^8} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_2 = \frac{3}{\sqrt{2}} \times 10^8$$

$$\Delta x = V.\Delta t \Longrightarrow AB = \frac{3}{\sqrt{2}} \times 10^8 \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \sqrt{2} \times 10^{-9} = \sqrt{2}\, ns$$

تست۷۶: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{Sin\theta_1}{Sin\theta_2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

تست۷۷: گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\theta_i = 90 - 37 = 53$$

$$n_1 Sin\theta_i = n_2 Sin\theta_r \Rightarrow 1Sin53 = \frac{4}{3}Sin\theta_r$$

$$\Rightarrow 0/8 = \frac{4}{3}Sin\theta_r \Rightarrow Sin\theta_r = 0/6 \Rightarrow \theta_r = 37°$$

$$Cos\theta_r = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} \Rightarrow Cos\ 37° = \frac{a}{d}$$

$$\Rightarrow 0/8 = \frac{2/4}{d} \Rightarrow d = 3cm$$

تست۷۸: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گام اول: نسبت سرعت موج در دو محیط (۱) و (۲) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{Sin\theta_2}{Sin\theta_1} = \frac{Sin\ 37°}{Sin\ 53°} = \frac{0/6}{0/8} = \frac{3}{4}\ (1)$$

دقت کنید: در محیط دوم، زاویهٔ بین پرتو و خط عمود بر سطح برابر $37°$ است.

گام دوم: نسبت سرعت انتشار موج در دو محیط (۱) و (۳) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{5}{4}} = \frac{4}{5}(2)$$

گام سوم: از آنجایی که f ثابت است، طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج پرتو متناسب با تندی انتشار است و داریم:

$$\frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \frac{\frac{v_3}{v_2} \xrightarrow{(1);(2)} \lambda_3}{\lambda_2} = \frac{\frac{4}{5}v_1}{\frac{3}{4}v_1} = \frac{16}{15}$$

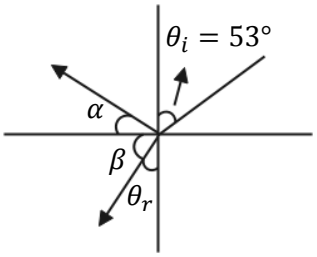
تست۷۹: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ضریب شکست نور نارنجی از رنگ‌های دیگر کم‌تر و شکست کم‌تری دارد.

تست۸۰: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگام عبور نورهای قرمز و آبی از مرز دو محیط نور آبی بیش‌تر شکسته می‌شود. ضمناً در هنگام ورود از محیط غلیظ به رقیق پرتوها باید از خط عمود دور شوند و هنگامی که از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌شوند باید به خط عمود نزدیک شوند.

تست۸۱: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم زاویهٔ بین جبهه‌های موج و سطح، همان زاویهٔ پرتو تابش است پس کافی است زاویهٔ بین پرتو تابش و پرتو شکست را حساب کنیم، پس $\theta_i = 53°$ طبق رابطهٔ اسنل:



$$\frac{Sin\theta_i}{Sin\theta_r} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{Sin\ 53°}{Sin\theta_4} = \frac{\frac{4}{3}}{1} \Rightarrow \theta_r = 37°$$

زاویهٔ بازتاب نیز با زاویهٔ تابش برابر است که همان ۵۳ می‌شود، پس $\alpha = 90 - 53$ و $\beta + 37 = 90$ می‌باشد، بنابراین $\alpha + \beta$ که پاسخ سؤال است ۹۰ می‌شود.

تست۸۲: گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

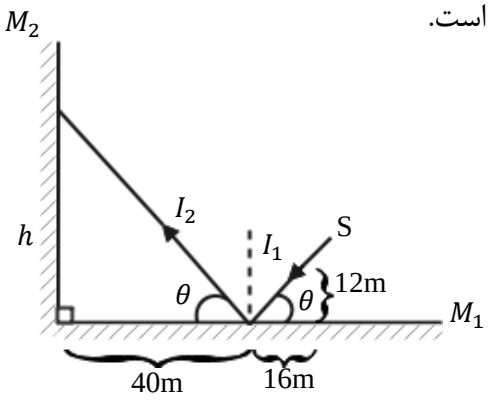
پرتو تا رسیدن به آینهٔ دوم دو مسافت I_1 و I_2 را طی می‌کند.

$$\tan\theta = \frac{12}{16} = \frac{h}{40} \Rightarrow h = 30m$$

$$I_1 = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20m$$

$$I_2 = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50m$$

حرکت نور، یک حرکت یکنواخت است.



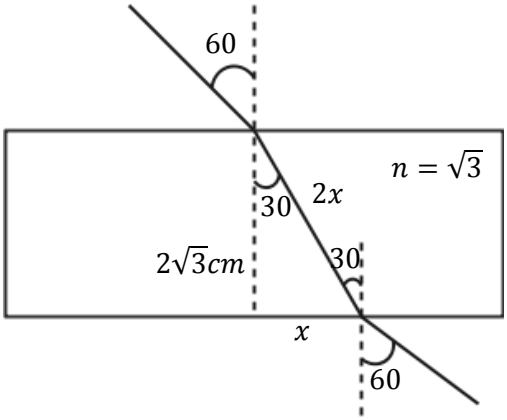
$$I_1 + I_2 = c\Delta t$$

$$\Rightarrow 70 = 3 \times 10^8 \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{7}{3} \times 10^{-7} s = \frac{7}{30} \mu s$$

تست۸۳: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$n_1 Sin\, i = n_2 Sin\, r \Rightarrow Sin\, 60° = \sqrt{3} Sin\, r \Rightarrow Sin\, r = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \hat{r} = 30°$$



ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۳۰ درجه، نصف وتر است، بنابراین در مثل قائم‌الزاویه حاصل، رابطهٔ فیثاغورث را می‌نویسیم:

$$(2x)^2 = x^2 + (2\sqrt{3})^2 \Rightarrow 4x^2 = x^2 + 12 \Rightarrow x = 2cm$$

تست۸۴: گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد موج فقط به منبع بستگی دارد و با تغییر محیط تغییر نمی‌کند.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{n} \Rightarrow V_2 = \frac{V}{n} = \frac{C}{n}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda}{n}$$

تست۸۵: گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است. پدیدهٔ سراب ناشی از وابستگی ضریب شکست محیط به دما و اختلاف در لایه‌های دما ایجاد می‌شود. پاشندگی نور توسط منشور به دلیل وابستگی ضریب شکست محیط به طول موج است که باعث می‌شود میزان شکست نورهای با طول موج مختلف، متفاوت باشد.

تست۸۶: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هرچه نسبت طول موج به پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد، پراش شدیدتر خواهد بود. در اینجا چون پهنای شکاف ثابت است، اگر طول موج زیاد می‌شود، پس باید از نورهایی با طول موج بیش‌تر از نور آبی استفاده کنیم.

تست۸۷: گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنای کوچکتر از مرتبه طول موج به اطراف گسترده می‌شود پدیده پراش رخ می‌دهد و هر چقدر پهنا در مقایسه با طول موج کمتر باشد (طول موج بیشتر از پهنا بشود) پدیده پراش بارزتر خواهد بود.

تست۸۸:

پاسخ: گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

درستی گزینه (۱): برای ایجاد پراش طول موج نور به کار رفته باید بزرگتر از پهنای مانع یا شکاف باشد.

درستی گزینه (۲): وقتی موج فرودی روی پرده تلاقی سازنده انجام دهند نوارها (فریزهای) روشن ایجاد می‌شود.

درستی گزینه (۳): برای تشکیل موج ایستاده بر هم نهی موج تابیده و بازتابیده الزامی است.

نادرستی گزینه (۴): در موج ایستاده، شکم‌ها در اثر تلاقی سازنده بین قله‌ها و یا دره‌ها به وجود می‌آیند.

بنابراین دامنه شکم دو برابر دامنه موج فرودی است

تست۸۹: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا نسبت طول موج نور در آزمایش را در دو محیط محاسبه می‌کنیم:

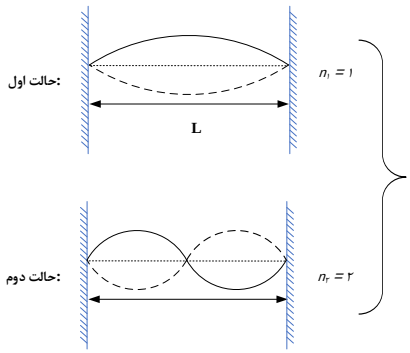
$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_{\text{مایع}}}{\lambda_{\text{هوا}}} = \frac{v_{\text{مایع}}}{v_{\text{هوا}}} = \frac{2/5 \times 10^8}{3 \times 10^8} = \frac{2/5}{3} = \frac{25}{30} = \frac{5}{6}$$

پهنای هر نور تاریک را w فرض می‌کنیم و w با طول موج نور رابطهٔ مستقیم دارد، بنابراین:

$$\frac{w_{\text{مایع}}}{w_{\text{هوا}}} = \frac{\lambda_{\text{مایع}}}{\lambda_{\text{هوا}}} \Rightarrow \frac{w_{\text{مایع}}}{1/2} = \frac{5}{6} \Rightarrow w_{\text{مایع}} = 1mm$$

تست۹۰: گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با ثابت بودن بسامد دیاپازون و طول طناب و با توجه به رابطه $f = \frac{nv}{2L}$، برای تغییر در تعداد شکم‌ها (n) باید سرعت انتشار موج را تغییر داد و این کار با تغییرات کشش طناب، امکان پذیر است.



$$\rightarrow \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2} \xrightarrow{F=Mg} \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \frac{1}{2} \rightarrow M_2 = \frac{1}{4}M_1$$

تست۹۱:

پاسخ: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$f = 400Hz\,, v = 160\frac{m}{s}$$
$$v = \lambda f = \lambda = \frac{v}{f} = \frac{160}{400} = 0.4\,m = 40\,cm$$
فاصله دو گره متوالی: $\frac{\lambda}{2} = \frac{40}{2} = 20\,cm$

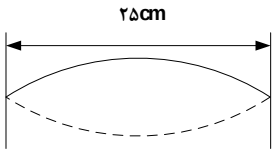
تست۹۲:

پاسخ: گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$f_1 + f_2 = f_1 + 2f_1 = 3f_1 = 375 \rightarrow f_1 = 125\,Hz$$
$$f_n = \frac{nV}{2L} \rightarrow f_1 = \frac{1 \times v}{2L} \rightarrow 125 = \frac{1 \times v}{0.8} \rightarrow V = 100\frac{m}{s}$$
$$V = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \rightarrow 100 = \sqrt{\frac{F.(0.9)}{10 \times 10^{-3}}} \rightarrow F = 250\,N$$

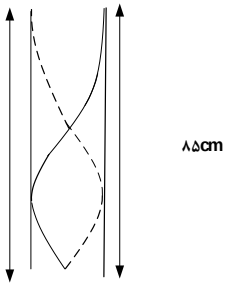
تست۹۳:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از آن جایی که ارتعاش تار، موج صوتی درون لوله را ایجاد کرده‌است، بنابراین فرکانس هر دو موج با یکدیگر برابر است با:



$$f_1 = f_{3\ \text{لوله}}$$

$$f_{3\text{لوله}} = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{4L_{\text{لوله}}} = \frac{3 \times 340}{4 \times 0.85} = 300\ Hz = f_{\text{۱تار}}$$



$$L = \frac{3\lambda}{4}$$

$$\lambda = \frac{4L}{3}$$

$$f_{1\text{تار}} = 300\ Hz = \frac{\text{موج عرضی در تار} v}{2L_{\text{تار}}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\rightarrow F = (300)^2 \times \left(2L_{\text{تار}}\right)^2 \times \mu$$

$$\rightarrow F = (300)^2 \times (2 \times 0.25)^2 \times (0.02) = 450\ N$$

فصل ۴ آشنایی با فیزیک جدید و لیزر

بچه ها توی این فصل می‌خواهیم به بررسی فیزیک جدید بپردازیم

اما بچه ها اگه گفتید که تفاوت فیزیک کلاسیک (قدیمی!) با فیزیک جدید در چیه؟

اگربه زبون ساده بخوام بگم به مجموعه قانون ها و نظریه هایی که تا اوا سط قرن نوزدهم تو سط دانشـــمندانی همچون نیوتن و کولن و فاراده و ماکســـول .... ارائه شـــدند رو ما امروزه بهشـــون فیزیک‌کلاسیک می گیم، در واقع فیزیک کلاسیک همان فیزیکی است که شما در دوران نهم دهم یازدهم و دوازدهم تاکنون در کتاب های درسی خود خوانده اید

اما حالا میخواهیم در این بخش به بررسی فیزیک جدید بپردازیم

توی فیزیک جدید میخواهیم به بررسی عملکرد ذرات در سرعتهای بسیار بسیار بالا و و به بررسی ذرات ب سیار ب سیار ب سیار کوچک بپردازیم در واقع خیلی از چیزهایی که توی فیزیک کلا سیک خوندیم در ســرعت های خیلی بالا و ابعاد کوچک ممکن اســت درســت درنیایند که ما آنها را در فیزیک جدید بررســـی میکنیم د واقع فیزیکدانها تا آخر قرن ۱۹ میلادی توانســـته بودند تعداد زیادی پدیده های تجربی را به کمک فیزیک کلاســـیک یعنی قوانین نیوتون قانون کولن و قانون فاراده در تحلیل و بررسی نمایند (فیزیک کلاسیک) اما در اواخر قرن نوزدهم و در سال‌های اولیه قرن بی ستم دان شمندان با پدیده هایی روبرو شدند که تو سط فیزیک کلا سیک قابل تو ضیح و توجیه نبودند که این پدیده ها به کمک فیزیک جدید و نوین توجیه و تو ضیح مجدد گردیدند در جمع بندی زیر نخست تفاوت فیزیک های جدید و کلاسیک را در یک نگاه ببینید سپس به تست زیر آن پاسخ دهید

فیزیک کلا سیک: (فیزیک کلا سیک شامل نظریه های نیوتن در حرکت و ترمودینامیک و نظریه ماک سول در الکترو مغناطیس میباشد و عموما به بررسی اجسام درشت در سرعت های پایین می‌پردازد)

فیزیک جدید: (شامل نظریه نسبیت(مطالعه پدیده ها با سرعت های بسیار بالا) ونیز نظریه کوانتمی(شامل فیزیک اتمی(برر سی رفتار الکترون) و فیزیک ه سته‌ای (شامل برر سی ساختار ه سته اتم) میبا شد .در واقع برر سی پدیده ها در سرعت های ب سیار بالا (نزدیک به سرعت نور و اج سام ب سیار کوچک در ابعاد ه سته و اتم می‌پردازد)

تست: اساس و چکیده فیزیک جدید را نظریه های ..... می‌سازد

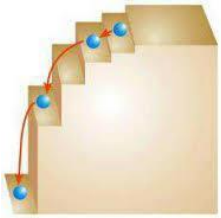
نیوتن- ماکسول ماکسول- ترمودینامیک نسبیت – ماکسول نسبیت-کوانتمی

پاسخ: با توجه به متن بالا،اساس فیزیک جدید را نظریه های نسبیت -کوانتمی و اساس فیزیک کلاسیک را نظریه های نیوتن و کولون و فاراده و ماک سول و ترمودینامیک ت شکیل میدهد بنابراین گزینه ۴ صحیح است

کمیت های کوانتومی:

بچه ها در فیزیک به کمترین مقدار ممکن از یک کمیت، مقدار پایه یا یک کوانتم آن کمیت می‌گویند.

اما بعضی کمیت ها هستند که گسسته هستند و به این کمیت های گسسته(نا پیوسته) (همانند بار الکتریکی یا تعداد انسانها) کمیت های کوانتومی گفته میشود، یعنی این کمیت ها هر مقداری را نمیتوانند دارا باشند، و تنها میتوانند مضرب درستی از یک مقدار پایه باشند.



مثلا ما ۳/۵ تا آدم نداریم یا ۳ تا داریم یا ۴تا! که به این جور کمیت ها کوانتومی میگیم

یا همینطور که توی سال یازدهم خوندیم مقدار بار الکتریکی هر عددی نمیتونه باشه و فقط مضاربی از e میتونه باشه که به این کمیت هم کوانتومی میگیم

تست: کدام گزینه می‌تواند بار موجود در یک جسم باشد؟

۱) 32×10^{-20} ۲) 52×10^{-20} ۳) 62×10^{-20} ۴) هر سه مورد

ما باید فرمول $q=ne$ رو بنویسیم و چون بار کمیتی کوانتومی است پس n نمیتونه عدد اعشاری باشه و باید صحیح باشه

$$q = ne \rightarrow 32\times10^{-20} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2$$

$$q = ne \rightarrow 52\times10^{-20} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 3.25$$

$$q = ne \rightarrow 62\times10^{-20} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 3.87$$

همانطوری که میبینید، فقط گزینه اول مقدار n صحیح هست و توی بقیه گزینه ها اعشاری شده

پس جواب گزینه یک درسته

نظریه پلانک در مورد تابش:

آقای پلانک کشف کرد که مقدار انرژی که یک جسم به صورت امواج الکترومغناطیسی تابش میکند نمیتواند هر مقداری داشته باشد ،بلکه مضرب درستی از hf میباشد و از فرمول‌های زیر حساب می‌شود:

$$E = nhf$$

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

بچه ها در فرمول بالا، n تعداد فوتون ها ، h یک عدد ثابت هست که در سوال به ما می‌دهند(ثابت پلانک) و f بسامد و c سرعت نور و لاندا طول موج می‌باشد

آقا اجازه، فوتون چیه؟

در فیزیک مدرن، فوتون ذره‌ای بنیادی است که منشا تولید امواج الکترومغناطیسی محسوب می‌شود. این ذره منتقل‌کننده تابش الکترومغناطیسی در تمامی طول موج‌ها است. در حقیقت این ذره تابش‌های گاما، پرتو ایکس، نور مرئی و امواج فرابنفش را ایجاد می‌کند

تذکر: یادآوری فرمول از فصل کار و انرژی:

$$P_{\text{خروجی (مفید)}} = \frac{E}{t} \quad \text{یا} \quad R_a \times P_{\text{ورودی (کل)}} = \frac{E}{t}$$

تست: توان کل (ورودی) یک لامپ ۲۰۰۰ میلی وات و بازده آن ۳۰در صد ا ست. اگر طول موج نور خروجی آن ۶۰۰ نانومتر باشـــد، تعداد فوتونهای خروجی از آن در مدت زمان ۲۰ ثانیه تقریبا برابرست با.....؟ ثابت پلانک 6×10^{-34} ژول ثانیه

۱) 3×10^{20} ۲) 4×10^{19} ۳) 32×10^{12} ۴) 5×10^{19}

$$R_a \times P_{\text{ورودی (کل)}} = \frac{E}{t}$$

$$\frac{30}{100}\times 2 = \frac{n \times 6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{600\times10^{-9}}}{20} \rightarrow n = 4\times10^{19}$$

پاسخ:گزینه ۲

تذکر۱: بچه ها ما برای انرژی واحدهای مختلفی داریم مثل ژول و کالری و کیلووات ســـاعت و .... توی این فصـــل با یک وا حد دیگه آشـــنا میشـــیم به اســـم الکترون و لت،در واقع یکای ا ندازه گیری انرژی اســـت که با نماد e.V نمایش داده می شـــود و ا ندازه آن برابر انرژی یک الکترون تحت ولتاژ ۱ ولت است .

برای تبدیل ژول و الکترون ولت از فرمول روبرو باید استفاده کنیم:

$$\frac{j}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = eV$$

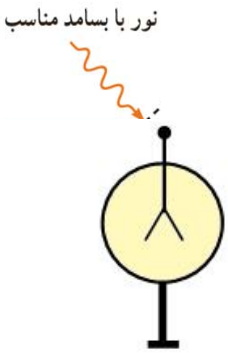
تذکر۲: در سوالاتی که از فرمول های توان ا ستفاده میکنیم واحد انرژی حتما باید ژول با شد واگر برحسب الکترون ولت دادند باید ابتدا از فرمول بالا،آنرا تبدیل واحد کنیم

پدیده فوتوالکتریک

وقتی نوری با بسامد و انرژی کافی به سطح یک فلز بتابد الکترونهای آن برانگیخته و از سطح فلز جدا می‌شوند که به این پدیده **فتوالکتریک** میگویند.

همچنین به الکترونهایی که از سطح فلز جدا شده اند **فوونخمبتوالکترون** گفته ،

بچه ها دقت کنید من الان یک الکتروسکوپ با بار منفی رو اینجا قرار میدم و چون باردار هست، ورقه ها همدیگر رو دفع کردند،حالا اگر نور فرابنفش بهش بتابونم در نهایت تعجب ورقه ها جمع تر میشن! میدونید علتش چیه؟ دلیلش اینه که وقتی نور فرابنفش به ورقه های الکتروسکوپ میخوره، الکترونهای آن برانگیخته و از سطح فلز جدا می‌شوند که با که با جدا شدن الکترونها، بار منفی الکتروسکوپ ضعیف میشه و ورقه ها جمعتر میشوند. که اسم این پدیده فوتوالکتریک هست(یعنی جدا کردن الکترونهای یک فلز با تاباندن نور (موج الکترومغناطیسی به فلز)



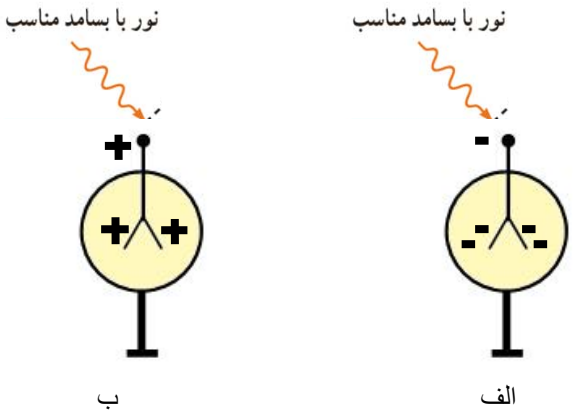
تست: در شکل های الف و ب دو الکتروسکوپ دیده میشود که یکی دارای بار مثبت و دیگری دارای بار منفی است، اگر نوری فرابنفش (با بسامدی بیشتر از بسامد آستانه فلز الکتروسکوپ) به کلاهک الکتروسکوپ بتابانیم کدام گزینه می‌تواند صحیح باشد؟

در شکل الف ورقه های الکتروسکوپ جمع تر و در شکل ب بازتر میشوند

در شکل الف ورقه های الکتروسکوپ بازتر تر و در شکل ب جمع تر میشوند

در شکل الف ورقه های الکتروسکوپ جمع تر و در شکل ب نیز جمع تر میشوند

در شکل الف ورقه های الکتروسکوپ جمع تر و در شکل ب تغییری ایجاد نمیشوند



آقا اجازه! بسامد آستانه یعنی چی؟ببینید بچه ها، هر نوری عرضه ی کندن الکترونها رو نداره! درواقع حداقل بسامدی که میتونه باعث جدا شدن الکترونها از سطح فلز بشه رو بهش بسامد آستانه میگیم!

پاسخ:

در هردو شکل با تابش ماورابنفش، تعدادی از الکترونها برانگیخته و جدا میشوند (فتوالکتریک رخ میدهد)، اما در شکل الف با جدا شدن الکترونها، بار الکتروسکوپ- بوده و جدا شدن الکترون باعث ضعیف شدن بار منفی الکتروسکوپ میشود و ورقه ها به هم نزدیک میشوند، اما در شکل ب با جدا شدن الکترونها، بار + بوده و حالا مثبت تر میشود که باعث میشود ورقه ها از هم بازتر شوند

نکات تکمیلی فوتوالکتریک

بنابر نظر انیشتین وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد هرفوتون صرفاً با یکی از الکترون های فلز برهمکنش می‌کند اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرآیند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد الکترون به طور آنی از آن گسیل می شود در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از سطح فلز می شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می شود اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه که به جنس فلز بستگی دارد کمتر باشد فوتون‌ها حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از سطح فلز را ندارند و پدیده فتو الکتریک رخ نمی دهد همچنین برای نوری که فوتونهای آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیده فتو الکتریک هستند افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون ها و افزایش تعداد فتو الکترون ها می شود در حالی که انرژی جنبشی فتوالکترون ها بدون تغییر باقی می‌ماند

نکته:

بر اساس قوانین فیزیک کلاسیک، چون نور فرودی از امواج الکترومغناطیسی می‌باشد می‌توان انتظار داشت هنگام برهمکنش با سطح فلز، میدان الکتریکی آن، نیرویی به الکترونها وارد کرده و آن‌ها را وادار به نوسان می کند در این حالت هنگامی که دامنه نوسان برخی از الکترون ها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای جدا کردن از سطح فلز را به دست می‌آورددر حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست

نتایج اثر فوتوالکتریک:

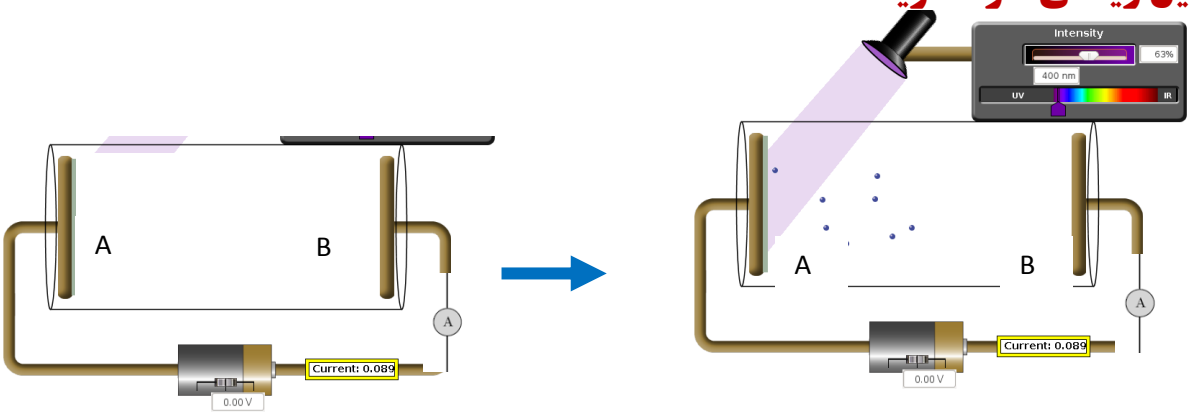
۱- انرژی جنبشی سریعترین الکترونها به شدت نور فرودی بستگی ندارد و تابع انرژی فوتون فرودی است و اگر شدت نور فرودی زیاد شود تعداد فوتون های تابشی زیاد میشود اما انرژی یک فوتون تغییر نمی کند در این صورت انرژی جنبشی

فتوا الکترونها تغییر نمی کند اما به علت افزایش تعداد فوتون های تابشی، تعداد الکترون های بیشتری آزاد شده و شدت جریان افزایش می یابد

۲- انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکترون ها به بسامد نور فرودی بستگی دارد

۳- تابع کار از مشخصات فلز مورد آزمایش است در این صورت انرژی جنبشی سریعترین فتو الکترون ها نیز وابسته به جنس فلز می باشد

مسایل ریاضی فتوالکتریک



در شکل بالا(سمت چپ)آمپرسنج صفر آمپر را نشان میدهد زیرا مدار بین نقاط AB قطع است،حال اگر نوری با بسامد کافی به فلز A بتابد ناگهان آمپرسنج عددی را نشان میدهد و جریان در مدار برقرار میشود، زیرا با تابش نور به فلز A فوتوالکتریک رخ میدهد و الکترونها از فلز A به طرف فلز B میروند و جریان در مدار برقرار میشود

$$E = W_\circ + K_m$$
$$hf = hf_\circ + K_m$$
$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_\circ} + K_m$$

فرمول

در رابطه بالا :

E : انرژی نور فرودی و تابیده شده است

W.: حداقل انرژی مورد نیاز برای کندن الکترون(تابع کار) است

Km: حداکثر انرژی جنبشی فتوالکترونها است

f: بسامد نور فرودی (نور تابیده شده) است

f.: حداقل بسامدی است که میتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند (بسامد آستانه)(بسامد قطع)

λ: طول موج نور فرودی (نور تابیده شده) است

λ. : حداکثر طول موجی است که میتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند(طول موج آستانه)(طول موج قطع)

شرایط روی دادن پدیده فتو الکتریک: هر نوری عرضه ی کندن الکترون از سطح فلز را ندارد پس برای آنکه فتوالکتریک رخ بدهد باید انرژی نور فرودی از حداقل انرژی مورد نیاز برای کندن الکترون بیشتر(یا مساوی) باشد. همچنین بسامد نور فرودی هم از بسامد آستانه بیشتر مساوی باشد ولی طول موج نور فرودی باید کوچکترمساوی طول موج آستانه باشد (آخه طول موج با انرژی و بسامد رابطه عکس داره!)

جمعبندی فتوالکتریک:

فتوالکتریک

تبدیل واحد: $j = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ev$

فرمول:

$$E = W_۰ + K_m$$

$$hf = hf_۰ + K_m$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_۰} + K_m$$

شروط روی دادن فتوالکتریک:

$$E \geq W_۰$$

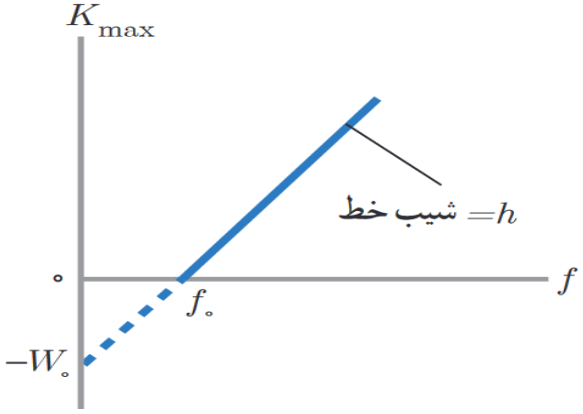
$$f \geq f_۰$$

$$\lambda \leq \lambda_۰$$

نکته: معادله فتوالکتریک را میتوانیم به صورت زیر بنویسیم:

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

تابع درجه یک بالا را رسم کنیم خطی مطابق شکل زیر می‌شود که شیب آن h و عرض از مبدا آن w. است . همچنین محل برخورد نمودار با محور افقی بسامد آستانه (بسامد قطع) را نشان می‌دهد



تست: در یک آزمایش فتوالکتریک، نوری با طول موج ۸۲۸ نانومتر تابش میشود، اگر طول موج قطع ۴۱۴ نانومتر باشد حداکثر انرژی فتو الکترونها چند الکترون ولت میشود؟ (**ثابت پلانک** $4/14\times10^{-15}$)

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) -۱/۵ ۴) ۰

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_.} + K_m$$

$$4.14\times10^{-15}\times\frac{3\times10^{8}}{828\times10^{-9}} = 4.14\times10^{-15}\times\frac{3\times10^{8}}{414\times10^{-9}} + K_m$$

$1.5 = 3 + K_{m\rightarrow}$ *error*!!!! همون اول هم میتونستی بفهمی که فتوالکتریک رخ نمیده (با طول موج ها)

بچه ها گول خوردید!

اصلا در این سوال فتوالکتریک رخ نمیدهد! چون انرژی نور فرودی از تابع کار کمتر شده است در ضمن همون اول هم میتونستی بفهمی که فتوالکتریک رخ نمیده چون طول موج تابشی بیشتر از طول موج آستانه است

تست: در یک آزمایش فتوالکتریک، نوری با طول موج ۴۱۴ نانومتر تابش میشود، اگر طول موج قطع ۸۲۸ نانومتر باشد حداکثر انرژی فتو الکترونها چند الکترون ولت میشود؟

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) -۱/۵ ۴) ۰

$$4.14\times10^{-15}\times\frac{3\times10^{8}}{414\times10^{-9}} = 4.14\times10^{-15}\times\frac{3\times10^{8}}{828\times10^{-9}} + K_m$$

$$3 = 1.5 + K_{m\rightarrow}\quad k_m = 1.5$$

تست: در یک آزمایش فتوالکتریک، موجی الکترومغناطیسی با بسامد 3×10^{15} هرتز تابش می‌شود، اگر طول موج قطع(آستانه) ۰/۲ میکرون باشد بیشینه انرژی فوتوالکترونها چند الکترون ولت میشود؟

$$h = 6.4 \times 10^{-34}\ j.s$$

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

واحدها یکی نیست! پس ابتدا ثابت پلانک را از js به evs تبدیل میکنیم:

$$\frac{\text{j}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = \text{eV}$$

$$\frac{6/4\times10^{-34}}{1.6 \times 10^{-19}} = 4 \times 10^{-15} evs$$

$$E = W. + K_m$$

$$hf = \frac{hc}{\lambda.} + K_m \rightarrow 4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{15} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}}{0.2 \times 10^{-6}} + \text{K}_\text{m}$$

$$12 = 6 + K_m \rightarrow K_m = 6\ ev$$

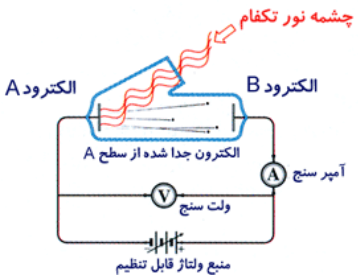
یاداوری :تبدیل ژول و ev

همانطور که در سوال بالا دیدیم برای تبدیل ژول و الکترون ولت به یکدیگر از دستور روبرو باید استفاده کنیم

$$\frac{\text{j}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = \text{eV}$$

تست :

در آزمایش فوتوالکتریک مطابق شکل نوری با طول موج ۳۰۰ نانومتر به الکترود A میتابد و تابع کار آن ۲ الکترون ولت است و ولتاژ منبع ۷ ولت است. بیشینه انرژی جنبشی الکترونی که از الکترود Aبه الکترود B میرسد چند الکترون ولت است؟



ثابت پلانک = $۶/۴\times۱۰^{-۳۴}\,J.S$

۲ ۵ ۷ ۹

$$E = W_{\circ} + K_m$$

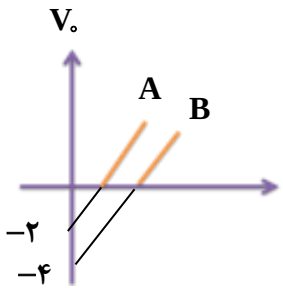
$$\frac{hc}{\lambda_{\circ}} = 2 + K_{m_A} \rightarrow \frac{4\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{300\times10^{-9}} = 2 + K_{m_A} \rightarrow K_{m_A} = 4 - 2 = 2$$

$$K_{m_B} = K_{m_A} + V_{\text{باتری}} \rightarrow K_{m_B} = 2 + 7 = 9$$

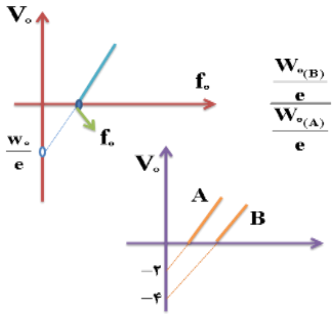
تست: منحنی تغیرات ولتاژ متوقف کننده برای دو فلز A وBمطابق شکل زیر رسم شده است

طول موج قطع فلز A چند برابر فلز B است؟

۱) ۲ ۲) ۳) ۴ ۴) $\frac{۱}{۴}$



پاسخ:



$$\frac{\frac{W_{\circ(B)}}{e}}{\frac{W_{\circ(A)}}{e}} = \frac{۴}{۲} \Rightarrow \frac{\frac{hc}{\lambda_{\circ(B)}}}{\frac{hc}{\lambda_{\circ(A)}}} = ۲ \rightarrow \frac{\lambda_{\circ(A)}}{\lambda_{\circ(B)}} = ۲$$

تست: آزمایش فتوالکتریک با نوری با بسامد f انجام میشود،اگر از نوری استفاده کنیم که بسامدش صد درصد بیشتر از f باشد،بیشنیه انرژی جنبشی ۲۰۰ درصد افزایش مییابد،بسامد آستانه برای این فلز تقریبا چند درصد کمتر از f است؟

۲۳ ۵۲ ۶۷ ۷۴

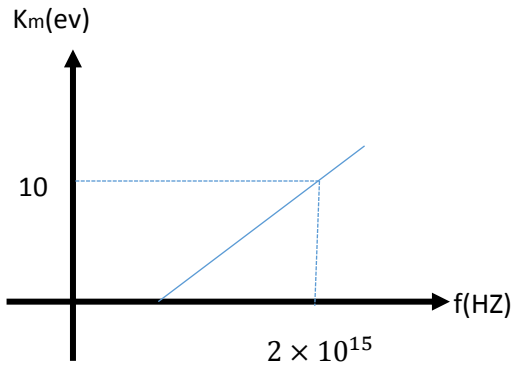
$$K = hf - hf_0$$

$$3K = 2hf - hf_0$$

$$3(hf - hf_0) = 2hf - hf_0 \qquad f_0 = \frac{1}{2}f$$

پس یعنی ۵۰ درصد کمتر است و چون طراح کلمه تقریبا را در سوال گذاشته باید نزدیکترین گزینه به آن یعنی گزینه ۲ را بپذیریم

تست: نمودار انرژی جنبشی بیشینه بر حسب بسامد برای فلزی مطابق شکل است،اگر نوری با طول موج ۴۰۰ نانومتر به فلز بتابد،بیشینه تندی فتوالکترونهای گسیل شده،چند متر بر ثانیه میشود؟(ثابت پلانک بر حسب evs $=4\times10^{-15}$ و جرم الکترون بر حسب کیلوگرم 10^{-30})



ببینید بچه ها ما اینجا اول از اطلاعات روی نمودار باید تابع کار رو پیدا کنیم،ضمنا حواستون باشه که واحد ها رو به واحد اصلی تبدیل کنیم:

$$K_m = hf - W_0 \quad 10 = 4\times10^{-15}\times2\times10^{15} - W_0 \quad W_0 = 2ev$$
$$K_m = h\frac{c}{\lambda} - W_0 \quad K_m = 4\times10^{-15}\ \frac{3\times10^{8}}{400\times10^{-9}} - 2 \quad K_m = 1ev$$

حالا فرمول انرژی جنبشی رو باید بنویسیم تا تندی محاسبه بشه ولی حواستون باشه که قبلش واحد انرزی رو باید به ژول تبدیل کنیم:

$$k = \frac{1}{2}mv^2 \quad 1.6\times10^{-19} = \frac{1}{2}10^{-30}v^2 \quad v = 4\sqrt{2}\times10^{5}$$

طیف خطی:

بچه ها از سطح همه اجسام و در هردمایی موج الکترومغناطیسی با طیف پیوسته ساطع میشود، گسیل موجهای الکترومغناطیسی از سطح اجسام را تابش گرمایی می‌نامند و ماکزیمم طول موج تابش شده در هر دمایی ، با دمای مطلق رابطه عکس دارد

نکته:

برای یک جسم جامد مانند رشته داغ یک لامپ روشن این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول موج ها است به همین دلیل طیف ایجاد شده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می نامیم بخشی از این طیف که در محدوده طول موج های مرئی است و در شکل نشان داده شده است تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است حال اگر گازهای کم فشار و رقیق که اتم های منفرد آنها از برهم کنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته طیفی گسسته را گسیل می کنند این طیف گسسته را طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می نامند و طول موج های ایجاد شده در آنها برای اتم های هرگاز منحصر به فرد می باشند همانند اثر انگشت یک انسان و این طیف ها سرنخ های مهمی را در رابطه با نوع و ساختار اتم های آن است به ما می‌دهند برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتمهای هر گاز مانند هیدروژن و هلیوم جیوه و غیره معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده می‌شود دو الکترود به نام‌های آند و کاتد در دو طرف این لامپ قرار دارند که به ترتیب به قطب های مثبت و منفی یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا و وصل هستند این ولتاژ بالا سبب تخلیه الکتریکی در گاز می شود و اتم‌های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می‌کند طیف خطی و همینطور رنگ نور تابش شده به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد

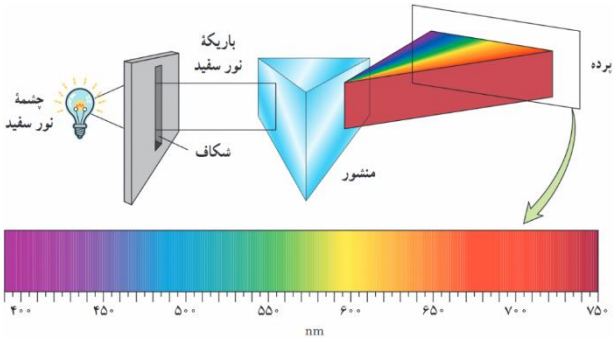
آقا اجازه طیف یعنی چی؟

بچه ها **طیف** به مجموعه ای از نوارهای تک رنگ گفته میشود که به صورت نوارهای پهن یا باریک یا خطوط دور یا نزدیک به هم ، پس از تجزیه تابش الکترو مغناطیسی در منشور، قابل مشاهده است،طیف ها در دوحالت گسیلی و جذبی بررسی میشود.

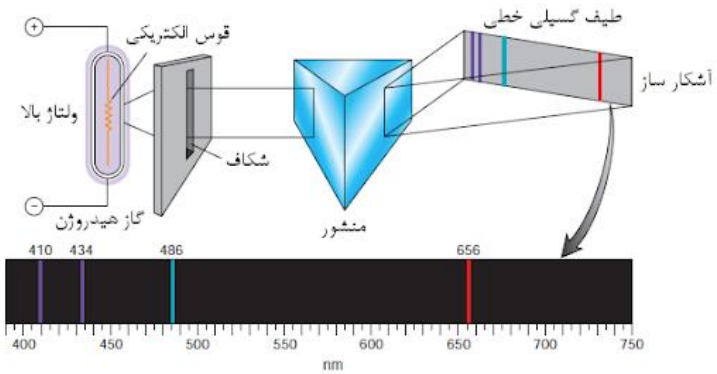
الف: طیف گسیلی(تابشی)(نشری)

طیف گسیلی پیوسته: توسط اجسام جامد ملتهب و یا مایعات حاصل از ذوب آنها تشکیل میشود.

در این طیف رنگها به هم پیوسته هستند و در طول طیف کم کم تغییر رنگ ایجاد میشود



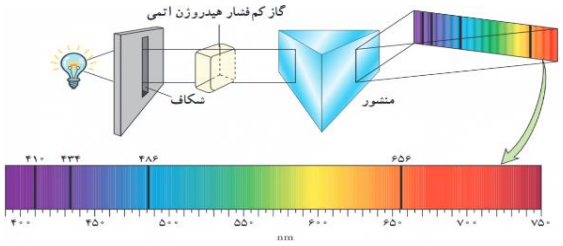
طیف گسیلی خطی: اگر نور گسیل شده توسط بخار عناصر را از منشور عبور دهیم مشاهده میکنیم که طیف آن پیوسته نیست و از چند خط رنگی جدا از هم تشکیل شده است



ب: طیف جذبی

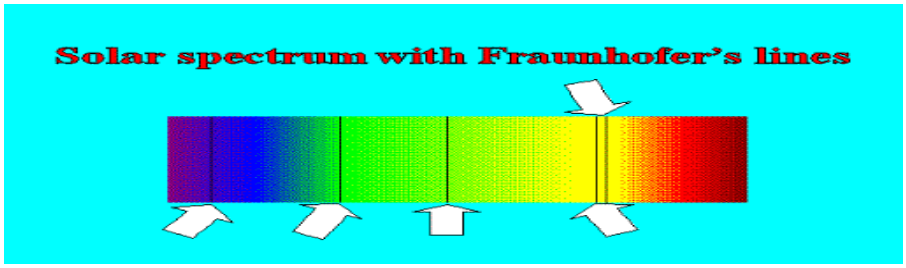
در صفحه قبل درباره طیف گسیلی صحبت کردیم حال به بررسی طیف جذبی خواهیم پرداخت

اگر نور سفید را از بخار یک عنصر(گاز کم فشار) عبور دهیم و سپس نور خروجی را توسط منشور تجزیه کنیم، روی پرده طیف پیوسته ای با خط های تاریک مشاهده می کنیم. خط های تاریک مربوط به طول موج هایی است که توسط بخار عنصر جذب شده است. به این طیف، طیف جذبی می گویند.



خطوط فرانهوفر:

خطوط تاریک موجود در طیف خورشید را خطوط فرانهوفر مینامند. این خطوط معرف طول موجهایی است که توسط جو، از نور تابشی خورشید حذف شده است. از مقایسه طیف خورشید با طیف جذبی عناصر میتوان فهمید که در جو خورشید چه عناصری وجود دارد.. (طیف خورشید از نوع جذبی گسسته است)



نکات تکمیلی:

۱- در طیف گسیلی و جذبی هر عنصر،طول موجهای معینی وجود دارد که مشخصه همان عنصر است. یعنی طیفهای هیچ دو اتمی مثل همدیگر نمیباشند

۲- اتم هر عنصر دقیقا همان طول موجهایی را جذب میکند که اگر به اندازه کافی گرم شود، همان طول موجها را تابش میکند. یعنی طیف جذبی یک عنصر بر طیف گسیلی آن منطبق است.

۳- تهیه و بررسی طیف های گسیلی و جذبی را طیف نمایی مینامند.

۴- از نظر فیزیک کلاسیک، این که چرا فقط طول موجهای خاصی توسط اتم ، جذب یا گسیل میشوند، قابل توصیف نیستند.

تست: یک قطعه طلا را در یک اتاق کاملا تاریک قرار میدهیم،و آن را به آرامی گرم میکنیم، اولین نوری که مشاهده میکنیم کدامست؟

بنفش زرد قرمز سفید

گزینه ۳ چون در دمای پایینتر طول موجهای بزرگتر تابش میشود،و بین نورهای مرئی،طول موج قرمز از همه بیشتر هست

تست: طیف حاصل از جامدهای ملتهب و گازهای رقیق به ترتیب از راست به چپ .....و .....

گسسته- پیوسته پیوسته- گسسته گسسته- گسسته پیوسته- پیوسته

گزینه۲

تست: نور گسیل شده از رشته تنگستن ملتهب و گداخته را از گاز هیدروژن کم فشار اتمی عبور میدهیم سپس آنرا از منشور میگذرانیم چه طیفی ایجاد میشود؟

گسیلی (پیوسته) گسیلی (خطی)(گسسته) طیف جذبی ترکیبی از هرسه

گزینه ۳

تست: در طیف نور خورشید که به زمین می‌رسد،خطوط تاریکی دیده می‌شود،که به آنها خطوط..... گفته میشود و نشان دهنده..... است.

فرانهوفر-عناصر موجود در اتمسفر زمین و جو خورشید

فرانهوفر – عدم وجود بعضی از مواد و عناصر در خورشید

براکت - عناصر موجود در اتمسفر زمین و جو خورشید

پفوند - عدم وجود بعضی از مواد و عناصر در خورشید

گزینه ۱

رابطه بالمر

همانظور که در قسمت های قبل گفتیم ، اگر نور تولید شده توسط گازهای کم فشار و رقیق و ملتهب را از منشور عبور دهیم طیف طیف گسیلی خطی را تولید می‌کند و طول موج های ایجاد شده در آنها برای اتم های هر گاز منحصر به فرد می‌باشد (شناسه آن گاز می‌باشد)

ما در سال دوازدهم طیف گسیلی خطی برای گاز هیدروژن را مورد بررسی دقیق قرار خواهیم داد

بالمر دانشمند سوییسی برای محاسبه طول موج های مریی طیف اتم هیدروژن رابطه زیر را ارایه کرد:

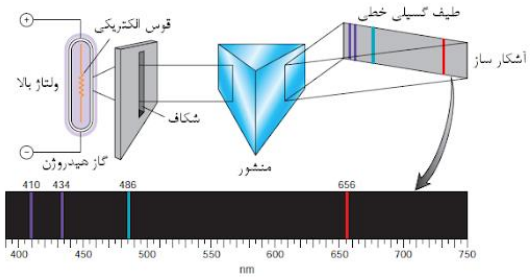
$$\lambda_{\text{نانومتر}} = 364.56\frac{n^2}{n^2-2^2}$$

خط قرمز $n=3 \rightarrow \lambda_1 = 656/20\text{nm}$

خط آبی $n=4 \rightarrow \lambda_2 = 486/08\text{nm}$

خط نیلی $n=5 \rightarrow \lambda_3 = 434/00\text{nm}$

خط بنفش $n=6 \rightarrow \lambda_4 = 410/13\text{nm}$



آقا اجازه این ها گفتید یعنی چی؟

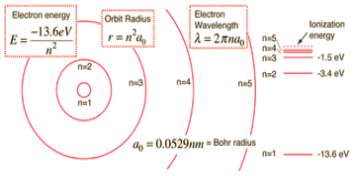
ببینید بچه ها،اگر الکترونی از تراز شماره ۲ در اتم هیدروژن برانگیخته بشه و به ترازهای بالاتر برود،دوست نداره در حالت برانگیخته باقی بمونه و دوست داره به همون خونه شماره ۲ برگرده که موقع برگشت از خودش نور ساطع میکنه و طول موج این نورهای مرئی از رابطه بالا حساب میشه! یعنی به عنوان مثال اگر الکترونی از تراز ٤ به ۲ برگرده و ما در فرمول بالا عدد ٤ را جایگذاری کنیم طول موج نور تابش شده حدود ٤٨٦ نانومتر به دست می‌آید که مربوط به نور آبی است

آقا اجازه! اگر تراز اولیه خونه ۲ نبود چی؟

بچه ها صبر کنید در ادامه بهتون خواهم گفت

رابطه ریدبرگ:

بچه ها همانطور که در صفحه قبل دیدیم ، رابطه بالمر فقط برای اتم هیدروژن و فقط برای حالتی بود که تراز مقصد (خانه مادر) تراز شماره ۲ بود اما ریدبرگ (دانشمند سوئدی) فرمول بالمر را به صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد به گونه ای که برای تمام ترازها قابل استفاده است:



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

که در فرمول بالا $R=0.01=\frac{E_R}{hc}$ **است**

معنی و مفهوم رابطه بالا:

طبق رابطه بالا،اگر الکترونی در اتم هیدروژن از تراز برانگیخته n به تراز n' بازگردد،طول موج ساطع شده از رابطه بالا بر حسب نانومتر محاسبه می‌شود

تست : دراتم هیدروژن الکترون از تراز برانگیخته ۵ به تراز ۳ تابش کرده است طول موج و بسامد، موج ساطع شده را تقریبی محاسبه کنید؟(R=0/01 nm-1)

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\quad \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{5^2}\right)\rightarrow \lambda\approx 1406nm$$

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{3\times 10^8}{1406\times 10^{-9}}$$

نکته:

ببینید بچه ها،گاهی اوقات در سوالات به جای آنکه مقدار n' (یعنی تراز مادر) را به ما بدهند،نام دانشمندی که آن طیف را کشف کرده،می‌دهند،مثلا اگر تراز مادر،خانه شماره ۱ باشد ممکن است به جای عدد ۱، به ما در سوال اسم آقای لیمان را بگویند،به طور کلی اگر در یک تست:

کلمه لیمان را شنیدید، به جای n' عدد ۱ بگذارید

کلمه بالمررا شنیدید، به جای n' عدد ۲ بگذارید

کلمه پاشن را شنیدید، به جای n' عدد ۳ بگذارید

کلمه براکت را شنیدید، به جای n' عدد ۴ بگذارید

کلمه لیمان را شنیدید، به جای n' عدد ۵ بگذارید

نام رشته	مقدار n'	رابطه‌ی ریدبرگ مربوط	مقدارهای n	گستره‌ی طول موج
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{n^2})$	$n=2,3,4,...$	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2})$	$n=3,4,5,...$	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{n^2})$	$n=4,5,6,...$	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{4^2}-\frac{1}{n^2})$	$n=5,6,7,...$	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda}=R_H(\frac{1}{5^2}-\frac{1}{n^2})$	$n=6,7,8,...$	فروسرخ

لیمان و بالمر پاشن برن پفک بخرند!

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

تست : دراتم هیدروژن و در یک سری پاشن الکترون از تراز برانگیخته ۵ تابش کرده است طول موج و بسامد، موج ساطع شده را تقریبی محاسبه کنید؟($R=0/01\ nm^{-1}$)

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{3\times10^{8}}{1406\times10^{-9}}\frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{5^2}\right)\rightarrow\lambda\approx1406nm$$

بچه ها دقت کنید این همون سوال دوصفحه قبل هست!!

تست : در اتم هیدروژن، الکترون از تراز برانگیخته ۴ به تراز پایینتری بازمی‌گردد و نوری **مشاهده** میشود طول موج نور ساطع شده تقریبا چند نانومتر است؟ ($E_R=13/6\ ev$ و $hc=1250$نانو)

۵۳۳ ۳۸۹ ۵۹۵ ۴۳۴

$$\frac{1}{\lambda}=\frac{E_R}{hc}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right)\rightarrow\lambda\approx533nm$$

بچه ها توی این سوال،طراح، مقدار n' رو نداده و حتی اسم سری و دانشمند رو هم نداده!! ولی چون گفته نوری مشاهده میشود، پس طبق جدول صفحه قبل،نور مرئی بوده n' عدد ۲ است (سری بالمر)

محاسبه طول موج خط k ام:

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

تست : طول موج دومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته براکت را محاسبه تقریبا چند نانومتر است؟($R=0/01\ nm^{-1}$)

۶۰۹۸ ۳۰۹۸ ۴۴۵۷ ۲۸۸۰

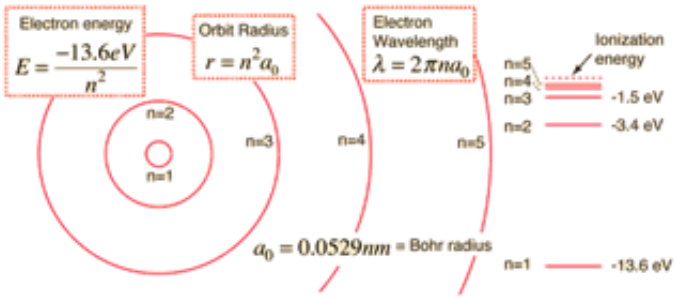
$$\frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{4^2}-\frac{1}{(4+2)^2}\right)\rightarrow\lambda\approx2880nm$$

تست : در یک اتم، الکترونی از تراز برانگیخته ۵ به ۳ باز می‌گردد. کدام طیف از امواج الکترومغناطیسی مشاهده می‌گردد؟

۱) فرابنفش ۲) مریی یا فرابنفش ۳) فرو سرخ ۴) نمیتوان اظهار نظر کرد

گزینه ۴ چون نگفته اتم هیدروژن!!

محاسبه طول موج های بیشینه و کمینه در یک سری:



محاسبه طول موج های بیشینه و کمینه به طور کلی:

هرگاه e بیشترین فاصله را طی کند : طول موج min محاسبه میشود

هرگاه e کمترین فاصله را طی کند : طول موج max محاسبه میشود

تست : طول موج مینیمم و ماکزیمم را در یک سری **پفوند تقریبا از راست به چپ**.....(R=0/011)

۷۴۳۸-۲۲۷۳ ۰- بینهایت ۹۸۴۰-۳۷۶۵ ۸۶۵۴-۲۲۵۰

$$\frac{1}{\lambda_{min}}=0.011\left(\frac{1}{5^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)\rightarrow \lambda_{min}\approx 2273nm$$

$$\frac{1}{\lambda_{max}}=0.011\left(\frac{1}{5^2}-\frac{1}{6^2}\right)\rightarrow \lambda_{max}\approx 7438nm$$

تست : الکترونی در اتم هیدروژن در تراز n=5 قرار دارد طول موج مینیمم و ماکزیمی که میتواند تابش کند به ترتیب از راست به چپ برابرست با..... **$R=0/01\ nm^{-1}$**

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = 0.01\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}\right) \rightarrow \lambda_{max} \approx 4444nm$$

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = 0.01\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2}\right) \rightarrow \lambda_{min} \approx 104nm$$

مثال: سه عدد از بلندترین طول موجهای رشته بالمر در اتم هیدروژن را محاسبه کنید؟

(R=0/01)

پاسخ:

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = 0.01\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{(2+1)^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = 0.01\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{(2+2)^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = 0.01\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{(2+3)^2}\right)$$

حل در منزل:

تست : در اتم هیدروژن، کوتاه ترین طول موج مربوط به رشته ی پاشن چند برابر بلندترین طول موج مربوط به رشته ی بالمر است؟

۱) $\frac{۹}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

تست : در اتم هیدروژن مربع کوتاه ترین طول موج مرئی،تقریبا چند برابر مجموع بلندترین طول موج فرابنفش با کوتاهترین طول موج فرابنفش است؟($R = 0.01nm^{-1}$)

۴۵۰ ۹/۵ ۳۴۰ ۳۷۸

ببینید بچه ها،کوتاهترین طول موج مرئی موقعی رخ میده که از تراز ۶ به ۲ برگردم (اگه گفتی چرا؟)

پس داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right) \quad \lambda = 450\,nm$$

اما بلند ترین طول موج فرابنفش زمانی است که از تراز ۷ به ۲ برویم (چرا؟)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{7^2}\right) \quad \lambda = 435.5\,nm$$

اما کوتاهترین طول موج فرابنفش زمانی است که از تراز بینهایت به ۱ برویم

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right) \quad \lambda = 100\,nm$$

$$\text{جواب نهایی} = \frac{450^2}{435.5 + 100} = 378.1$$

تست : در آزمایش فتوالکتریک،طول موج آستانه فلز ۴۰۰۰ نانومتر است،اندازه فوتون فرودی به سطح فلز،برابر اندازه طول موج دومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته براکت باشد، در اینصورت انرژی جنبشی بیشینه فتوالکترونها برحسب الکترون ولت به کدام گزینه نزدیکتر است؟ $h_{\text{پلانک}} = 4 \times 10^{-15} ev.s$

۱/۱ ۱ ۰/۰۹ ۰/۱۱

اول باید طول موج دومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته براکت رو حساب کنیم:

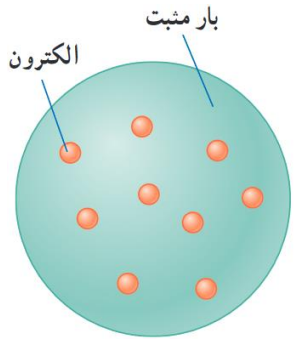
$$\frac{1}{\lambda} = 0.01\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{(4+2)^2}\right) \rightarrow \lambda \approx 2880nm$$

حالا از فرمول فتوالکتریک میریم برای محاسبه انرژی جنبشی بیشینه فتوالکترونها

$$K_m = h\frac{c}{\lambda} - h\frac{c}{\lambda_0} \quad K_m = 4 \times 10^{-15}\left(\frac{3 \times 10^8}{2880 \times 10^{-9}} - \frac{3 \times 10^8}{4000 \times 10^{-9}}\right) \quad K_m = 0.11ev$$

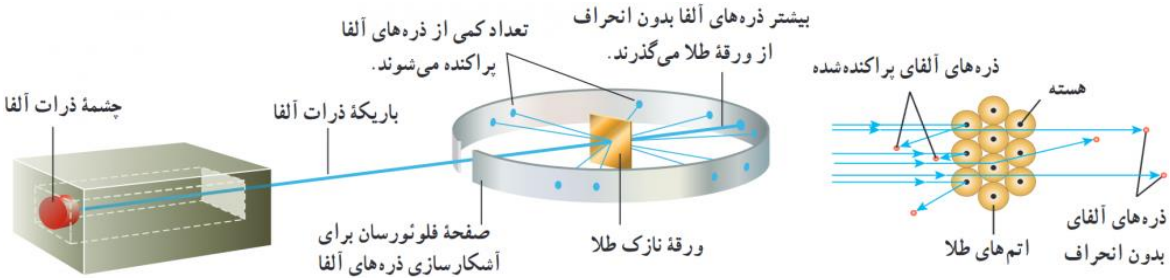
الگوهای اتمی

مدل ۱: الگوی اتمی تامسون (کیک کشمشی)



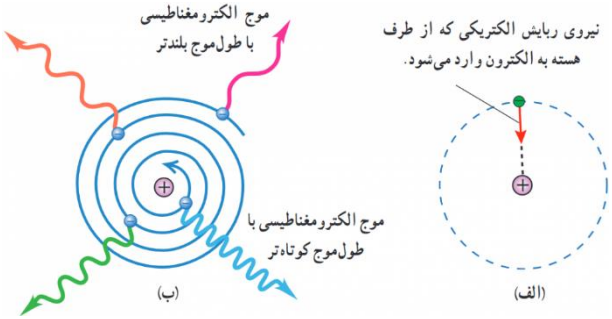
تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم شد بنا بر مدل تامسون، اتم همچون کره ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن پخش شده است و الکترون ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده اند .این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می گویند، زیرا الکترون ها مانند دانه های کشمش در آن پخش شده اند در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون ها با بسامدهای معیّنی حول وضع تعادلشان نوسان می کنند این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می شود .یکی از ناکامی های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که این مدل پیش بینی می کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود

مدل۲ : الگوی اتمی رادرفورد



رادرفورد و همکارانش باریکه ای از ذره های دارای بار مثبت را(از جنس هسته اتم هلیم که به آن ذره آلفا گفته می شود)بر سطح ورقه ای نازک از جنس طلا فرو تاباندند رادرفورد بنابر مدل تامسون انتظار داشت که تمامی ذره های آلفا، با انحراف بسیار اندکی از ورقه طلا بگذرند . در عمل نیز بیشتر این ذره ها بدون انحراف یا با انحراف اندکی از ورقه طلا می گذشتند و در برخورد با صفحه فلوئورسان، در پشت آن، جرقه های نورانی تولید می کردند .با وجود این، برخی از ذره های آلفا در هنگام خروج از ورقه نازک طلا، در زاویه های بزرگ منحرف و پراکنده می شدند و حتی تعدادی از آنها نیز به عقب برمی گشتند !رادرفورد پس از انجام این آزمایش و بر اساس مدل تامسون و شناختی که از باریکه ذرات آلفا داشت، گفت :مثل آن بود که گلوله توپی را به ورقه نازکی از کاغذ شلیک کنید و با شگفتی مشاهده کنید که پس از برخورد گلوله توپ با سطح کاغذ، گلوله بازگردد این ذره ها باید با چیز پرجرمی برخورد کرده باشد وی سرانجام نتیجه گرفت باید هسته ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هر اتم باشد که با مدل اتمی تامسون به طور آشکار مغایرت داشت بنا بر مدل رادرفورد، اتم دارای یک هسته بسیار چگال و کوچک با بار مثبت است است که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور احاطه شده است .در حالت طبیعی، اتم از نظر الکتریکی خنثی است؛ زیرا بار مثبت

هسته، درست مساوی مجموع بار منفی الکترون هایی است که هسته را دربرگرفته اند .مدل اتمی رادرفورد که آن را مدل اتم هسته ای یا مدل هسته ای اتم می نامند در مواردی با موفقیت همراه بود، ولی با چالش های تازه ای نیز مواجه شد اگر الکترون ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، پس باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه اتم باید ناپایدار باشد؛ چیزی که با واقعیت جور درنمی آید . همچنین اگر الکترون ها، مانند سیاره های منظومه خورشیدی که دور خورشید می چرخند، به دور هسته در گردش باشند، باز هم این حرکت پایدار نمی ماند .زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است .بنا بر فیزیک کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می شود که بسامد آن، با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است .با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می شود .این کاهش انرژی باعث می شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچک تر و بسامد حرکت آن به تدریج بیشتر شود .این افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترون ها، سبب می شود تا بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل شده نیز به تدریج زیاد شود .به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی در پی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد . این نتیجه افزون بر اینکه با واقعیت ناسازگار است با طیف خطی گسیل شده توسط اتم ها نیز جور درنمی آید



الگوی اتمی بور

بور مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد .این مدل افزون بر آنکه مسئله ناپایداری اتم را در مدل رادرفورد حل می کرد معادله ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را نیز جوابگو بود بنا بر مدل اتمی بور:

مدارها و انرژی های الکترون ها در هر اتم کوانتیده اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته معیّنی مجاز هستند بور پس از محاسبات نسبتاً ساده ای نشان داد که شعاع این مدارها و انرژی الکترون و تندی الکترون برای اتم هیدروژن از رابطه های زیر به دست می آید:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \qquad R_n = n^2 R_1 \qquad V_n = \frac{V_1}{n}$$

وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی شود .از این رو گفته می شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود .هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر یک فوتون تابش می شود در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است، یعنی:

$$E_U - E_L = hf$$

موفقیت های مدل بور:

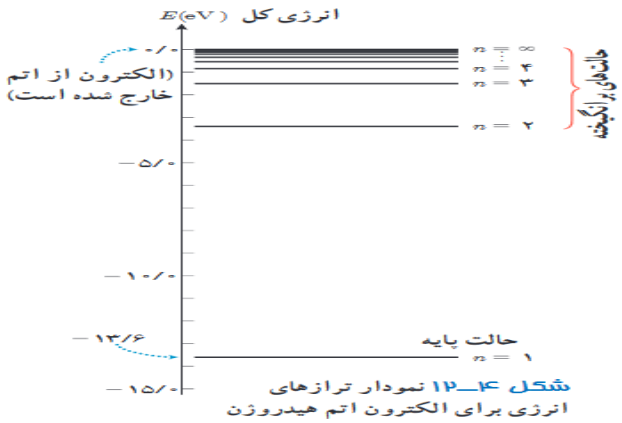
مدل بور تصویری از چگونگی حرکت الکترون ها به دور هسته ارائه می کند .این مدل در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی ومحاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است همچنین مدل بور می تواند انرژی یونش و همچنین طول موج های طیف خطی اتم های هیدروژن گونه مانند لیتیم دو بار یونیده را پیش بینی کند که با تجربه سازگاری خوبی دارد.

نارسایی های مدل اتمی بور:

مدل بور به رغم موفقیت هایی که اشاره شد، نارسایی هایی نیز دارد که تنها به دو مورد از آنها اشاره می کنیم .این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد به کار نمی رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می کند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های 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.

نمودار ترازهای انرژی الکترون برای اتم هیدروژن:

در این نمودار، که برای اتم هیدروژن رسم شده است بالاترین تراز انرژی به $n=\infty$ با انرژی صفر و پایینترین تراز $n=1$ است که انرژی آن ۱۳/۶ الکترون ولت است. ما به $n=1$ حالت پایه میگوییم



شکل ۴ـ۱۲ نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

چند نکته از مدل بور اتم H

- انرژی جنبشی: $\frac{Ke^{۲}}{۲r}$
- انرژی پتانسیل: $-\frac{Ke^{۲}}{r}$
- انرژی کل مکانیکی: $E=\frac{-Ke^{۲}}{۲r}$
- انرژی در مدار nام: $E_n=\frac{-E_R}{n^{۲}}$
- شعاع مدار nام: $R_n=n^{۲}R_۱$
- سرعت در مدار nام: $V_n=\frac{V_۱}{n}$
- تعداد حالات ممکن برای تابش: $\frac{n(n-۱)}{۲}$

تمرین : الکترونی در تراز برانگیخته $n=4$ اتم هیدروژن قرار دارد و به $n=3$ بازمی‌گردد،

الف : اتم در حال تابش است یا جذب؟ چرا؟

تابش،زیرا از تراز بالاتر به ترازپایینتر آمده

ب: کدام سری را مشاهده میکنید و کدام طیف از امواج الکترو مغناطیسی جذب یا تابش میشود؟

پاشن $n=3$ فروسرخ

پ: انرژی و شعاع مدار آن هر یک چند برابر می‌شود؟

$$\frac{R_3}{R_4}=\frac{n^2R_1}{n^2R_1}=\frac{9}{16}\frac{E_3}{E_4}=\frac{\frac{E_R}{n^2}}{\frac{E_R}{n^2}}=\frac{16}{9}$$

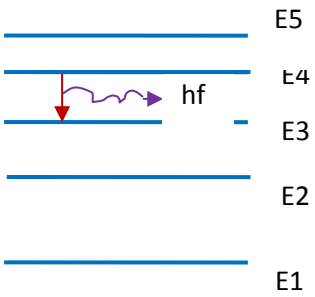
ج: انرژی چه قدر تغییر میکند؟

$$E_3-E_4=\frac{-E_R}{n^2}-\frac{-E_R}{n^2}=\frac{-13.6}{3^2}-\frac{-13.6}{4^2}$$

د: چه طول موجی تابش یا جذب می‌شود؟

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{4^2})$$

و: نمودار تراز انرژی آنرا رسم کنید؟



تست : الکترونی در دومین حالت برانگیخته‌ی اتم هیدروژن قرار دارد به ترتیب از راست به چپ انرژی الکترون را در این حالت چند الکترون ولت است و اگر الکترون از از این تراز به حالت پایه برود چند الکترون ولت انرژی آزاد می‌شود و طول موج تابش شده چند نانومتر است؟

۱/۵۱- و ۱۲/۰۹ و ۱۰۲

۳/۴- و ۱۰/۲ و ۱۲۱/۵

۱/۵۱- و ۱۲/۱ و ۱۲۹

۳/۴- و ۱۲/۲ و ۱۲۹

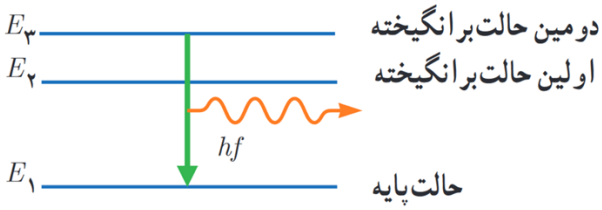
دومین حالت برانگیخته یعنی در n=3 قرار داشته!!!!!! حالت پایه هم یعنی n=1

$$E_3 = \frac{-E_R}{n^2} = \frac{-13.6}{3^2} = -1.51ev$$

$$\Delta E = |E_3 - E_1| = -1.51 - (-13.6) = 12.09$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow 12.09 = \frac{1240}{\lambda} \rightarrow \lambda = 102nm$$

در سوال بالا نمودار تراز انرژی را رسم کنید؟



تست : الکترونی در تراز $n=4$ قرار دارد، با در نظر گرفتن تمام حالات ممکن، به چند طریق میتواند تابش کند؟

۶ ۴ ۱۰ ۸

$$\frac{n(n-1)}{2} = 6$$

حل در منزل

تست : در یک اتم هیدروژن بلندترین طول موج رشته براکت تابش می‌شود، در این صورت به ترتیب از راست به چپ،شعاع مدار و انرژی و سرعت هریک چند برابر می‌شود؟

$\frac{5}{4}, \frac{25}{16}, \frac{16}{25}$ $\frac{4}{5}, \frac{25}{16}, \frac{16}{25}$ $\frac{5}{4}, \frac{16}{25}, \frac{25}{16}$ $\frac{4}{5}, \frac{16}{25}, \frac{25}{16}$

$E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ $R_n = n^2 R_1$ $V_n = \frac{V_1}{n}$

تست: چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

۱مورد ۲مورد ۴ مورد ۵ مورد

الف: تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم شد

ب: این شکل یکی از نارسایی های مدل رادفورد را نمایش می‌دهد

ج : مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد به کار نمی رود

د: مدل بور نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد

و : مطابق مدل اتمی بور، هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر، یک فوتون تابش می شود در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است

گزینه ۴

آشنایی با لیزر

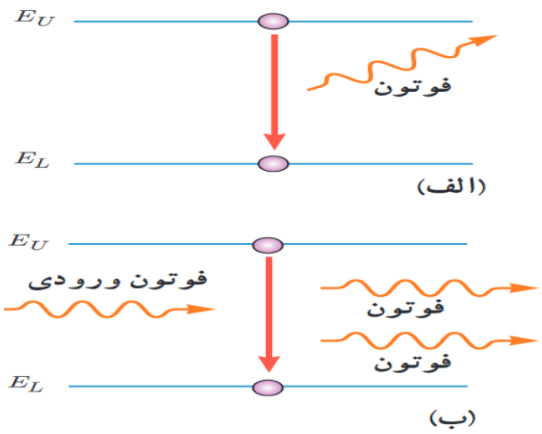
ایده اصلی لیزر استفاده از انرژی فوتون آزاد شده در هنگام برگشت الکترون از ترازهای بالاتر به ترازهای پایین‌تر است.

نکته۱: هرگاه یک فوتون توسط یک اتم جذب شود، این الکترون به ترازهای بالاتر میرود و میگوییم اتم **برانگیخته** شده است. اتم* = فوتون+اتم

نکته۲: چنانچه اتمی در حالت برانگیخته باشد، با از دست دادن فوتون به حالت پایه میرود که به این عمل **گسیل خودبه خودی** میگوییم.(شکل الف) فوتون+اتم = اتم*

نکته۳: چنانچه بر یک اتم برانگیخته، یک فوتون که انرژی آن برابر اختلاف انرژی دو تراز است بتابانیم، در این صورت علاوه بر فوتون اولی، فوتون دیگری با همان بسامد گسیل می‌شود که این حالت را **گسیل القایی(تحریک شده)** می‌نامیم. ۲فوتون + اتم = فوتون + اتم*

(شکل ب)



نکته۴: اساس کار لیزر گسیل القایی است

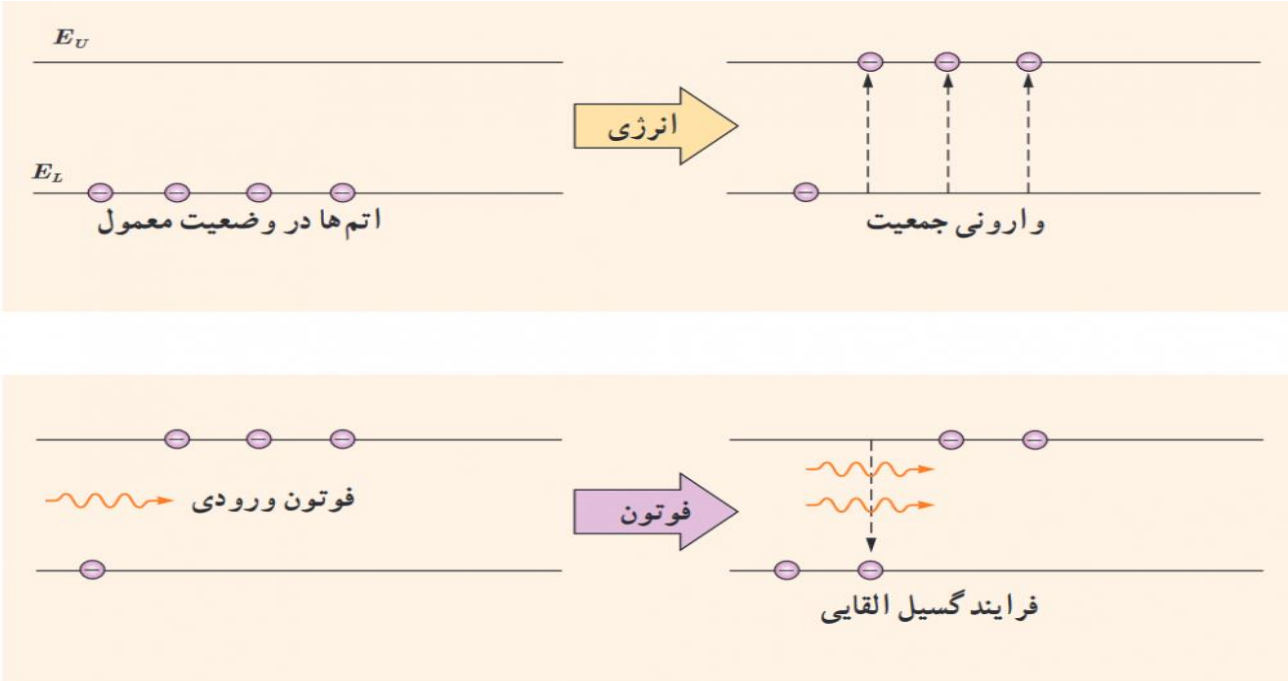
نکته ۵: راندمان و توان لیزر

$$R_a = \frac{P_{\text{خروجی (مفید)}}}{P_{\text{ورودی}}}$$

$$R_a \times P_{\text{ورودی (کل)}} = \frac{E}{t} \qquad P_{\text{خروجی (مفید)}} = \frac{E}{t}$$

نکته ۶ :

همانطور که گفتیم اساس کار لیزر ها گسیل القایی است و گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش می دهد و نور را تقویت می کند .دوم اینکه فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می کند .سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است .به این ترتیب فوتون هایی که باریکه لیزری را ایجاد می کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند .این انرژی می تواند به روش های متعددی از جمله درخش های شدید نور معمولی و یا تخلیه های ولتاژ بالا فراهم شود .اگر انرژی کافی به اتم ها داده شود الکترون های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است. وارونی جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار 1 نسبت به تراز پایین تر بسیار بیشتر باشند .در این ترازها الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی میمانند این زمان طولانی تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر را فراهم میکند



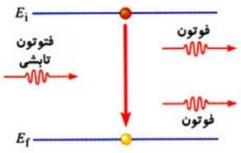
تست: توان ورودی یک لیزر ۲/۵ مگاوات و بازده آن ۸۰ درصد است. اگر تعداد فوتونهای تابشی آن در هر دقیقه ۴×۱۰^{۲۶} باشد .طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟ h پلانک = $۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ js$

۶۶۰ ۶۶ ۶/۶ ۰/۶۶

$$R_a \times P_{\text{ورودی (کل)}} = \frac{E}{t}$$

$$\frac{80}{100}\times 2.5\times 10^{6} = \frac{4\times 10^{26}\times 6.6\times 10^{-34}\times \frac{3\times 10^{8}}{\lambda}}{60} \rightarrow \lambda = 660\ nm$$

تست : شکل زیر نشان دهنده ..... است که اساس ساخت ..... می*باشد*



گسیل خودبه‌خودی- لیزرها

گسیل القایی – لیزرها

گسیل خودبه‌خودی- طیف سنج ها

گسیل القایی – طیف سنج ها

تمرین در منزل: توان باریکه نور خروجی از یک لیزر۰/۵ میلی وات و توان ورودی آن۵۰ وات است، اگر طول موج باریکه نور خروجی۶۴۰ نانومتر باشد ($6/4\times10^{-34}$ ثابت پلانک)

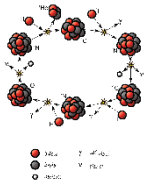
الف) راندمان لیزر؟

ب) پس از ۱/۶ ثانیه چند فوتون از آن خارج میشود؟

جواب الف:۰/۰۰۱ درصد

جواب ب : 10^{15}

فیزیک هسته‌ای



بچه ها قبل از ورود به فیزیک هسته ای چند مقدمه اولیه زیر رو اول بخونید تا بعد اصل درس رو براتون شروع کنم:

نکته ۱: فیزیک هسته ای، شاخه ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش ها و واپاشیِ هسته های اتمی سروکار داریم.

نکته ۲: کشف پرتوزایی طبیعی توسط هانری بکرل انجام شد که آغازی برای پی بردن به وجود هسته‌ی اتم بود. با کاوش درون اتم، در مرکز آن، هسته را می یابیم که شعاع آن تقریبا یک صدهزارم شعاع اتم است.

نکته ۳: هسته‌ی اتم از نوترون ها و پروتون ها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده می شوند. نوترون توسط جیمز چادویک، کشف شد .نوترون بار الکتریکی ندارد، و جرمش اندکی بیشتر از پروتون است.قبلا خوانده ایم که الکترون نیز خارج از هسته با بار منفی در حال حرکت است و کاشف آن آقای تامسون است

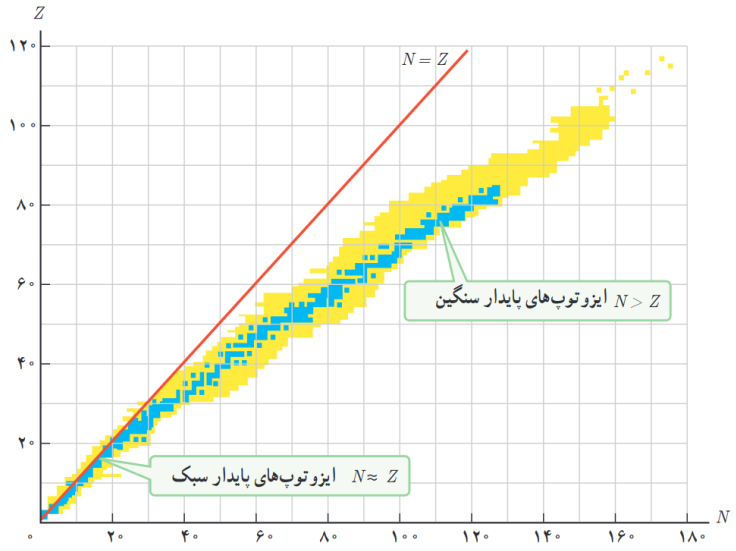
نکته ۴: تعداد پروتون های هسته را عدد اتمی Z می نامند و در عنصرهای مختلف متفاوت است .در یک اتم خنثی، تعداد پروتون های هسته با تعداد الکترون های دور هسته برابر است . تعداد نوترون های هسته، عدد نوترونی N نامیده می‌شود. همچنین مجموع تعداد کل پروتون ها و نوترون ها را عدد

جرمی می نامند A

$$A=Z+N$$

نکته۵ : به هسته هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارندایزوتوپ یا هم مکان میگویند ایزوتوپ ها خواص شیمیایی یکسانی دارند مانند کربن ۱۲ و کربن ۱۳

نکته ۶: برای پایداری هســـته، باید نیروی دافعه‌ی الکتروســـتاتیکی بین پروتون ها با نیروی جاذبه‌ی بین نوکلئون ها، که ناشی از نیروی هسته ای است، موازنه شده باشد .ولی به دلیل بلند بُرد بودن نیروی الکترو ستاتیکی یک پروتون تمام پروتون های دیگر درون ه سته را دفع می کند، در حالی که یک پروتون یا یک نوترون، فقط نزدیک ترین نوکلئون های مجاور خود را با نیروی ه سته ای جذب می کند .به همین دلیل وقتی تعداد پروتون های درون ه سته افزایش یابد، اگر ه سته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون های درون ه سته نیز افزایش یابد همچمین به جز توریم و اورانیم که در طبیعت یافت می شوند سایر ه سته های سنگین با عدد اتمی بزرگ تر از 83 ناپایدارند .این دو عن صر، تنها عن صرهایی اند که واپا شی آنها چنان کُند ا ست که از هنگام تشکیل منظومه شمسی در چندین میلیارد سال پیش، فقط مقدار کمی از آنها بر اثر واپاشی، به عنصرهای سبک تر تبدیل شده اند



یادآوری از شیمی

$_{Z}^{A}X_{N}$

A عدد جرمی

Zعدد اتمی

تعداد نوترون ها $N = A - Z$

ایزوتوپ : اتم هایی که عدد اتمی آنها باهم یکسان است

نیروی هسته ای : نیرویی است بسیار قوی تر از نیروی الکتریکی و نیروی گرانشی که باعث غلبه برنیروی دافعه ی میان پروتون های هسته می شود و سبب پایداری نوکلئون ها در هسته می شود. نیروی هسته ای کوتاه برد و قوی است و از نوع نیروهای جاذبه میباشد

پایداری هسته: هر چه تعداد نوکلئون ها ی یک هسته بیشتر باشد، هسته بزرگ تر و فاصله ی بین نوکلئون زیادتر می شود. در نتیجه تعادل بین نیروها از بین می رود و هسته ناپایدار می گردد. این گونه ایزوتوپ ها را ایزوتوپ های ناپدار می خوانند. تمام عنصرهایی که عدد اتمی آن ها بزرگ تر از Z=83 است ناپایدار هستند. مانند رادیوم ، توریوم و اورانیوم

عدد اتمی عناصر طبیعی $1 \leq Z \leq 92$ می‌باشد و عناصری که در آنها Z>92 باشد بطور مصنوعی در آزمایشگاه تولید میشوند

تست: هسته اتم کربن ۱٤ از هسته اتم کربن معمولی:

۱) دو پروتون بیشتر دارد ۲) دو نوترون بیشتر دارد

۳)دو الکترون بیشتر دارد ٤) یک نوترون و یک الکترون بیشتر دارد

$^{14}_{6}C$ N=14-6=8

$^{12}_{6}C$ N=12-6=6

گزینه ۲

رابطه انیشتن در خصوص تبدیل جرم به انرژی:

تبدیل جرم به انرژی

$$E = M C^2$$

$$R_a \times P = \frac{M C^2}{t}$$

تست: از تبدیل۸ گرم اورانیوم به انرژی، چند لامپ ۱۰۰ وات را میتوان ٤۰ ساعت روشن نگاه داشت؟ (از تلفات انرژی صرفنظر کنید)

۵۰۰ ۵۰۰۰ ۵۰۰۰۰۰ ۵۰۰۰۰۰۰۰

$$R_a \times P = \frac{M C^2}{t} \qquad 100x = \frac{8 \times 10^{-3} (3 \times 10^8)^2}{40 \times 3600} \rightarrow x = 50000000$$

تست: اگر در یک واکنش هستهای یک گرم جرم به انرژی تبدیل شود، انرژی حاصل چه جرمی از ماده را میتواند یکصد متر از سطح زمین بالا ببرد؟

۹۰میلیون تن ۹۰ تن ٤۵۰ میلیون کیلوگرم ٤۵۰ کیلوگرم

$$Mc^2 = mgh$$

$$1 \times 10^{-3}(3 \times 10^8)^2 = m \times 10 \times 100 \rightarrow m = 90 \text{ میلیون تن}$$

انرژی بستگی هسته

همانطور که می‌دانیم،هسته از نوترون و پروتون تشکیل شده، بنابراین انتظار داریم جرم هسته با جرم مجموع نوترونها و پروتونها برابر باشد. **ولی** اندازه‌گیریهای دقیق نشان میدهد که جرم هسته از مجموع جرم نوکلئونها کمتر است!!!! $M_X < ZM_P + NM_N$

این اختلاف جرم به این علت است که بخشی از جرم هسته به صورت انرژی تابش شده است. که این انرژی تابش شده، همان انرژی بستگی هسته نام دارد

اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می شود، مطابق رابطه معروف اینشتین در مربع تندی نور ضرب کنیم انرژی بستگی هسته ای به دست می آید.

همچنین انرژی ای معادل انرژی بستگی هسته ای تامین شودا هسته به نوکلئون های تشکیل دهنده آن تقسیم شود.

تست: انرژی بستگی هسته انرژی ای است که.....

۱- هسته یک عنصر هنگام تشکیل از دست میدهد
۲- به الکترون جهت یونیزه شدن اتم داده میشود
۳- به الکترون داده میشود به ترازهای بالاتر رود یا الکترون از دست می‌دهد به تراز های پایینتر برود
٤- مجموع انرژهای درونی اتم را نشان میدهد

تست: وقتی نوکلون ها به هم میپیوندند و هسته ای پایدار را تشکیل میدهند،جرم ..... و مقداری انرژی..... می‌شود

افزایش-آزاد افزایش_مصرف کاهش – آزاد کاهش - مصرف

تست: جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته برابر کدامست؟

۱- اختلاف جرم هسته با مجموع نوکلئون های تشکیل دهند
۲- اختلاف جرم اتم با جرم هسته
۳- تفاوت جرم نوترون ها و پروتون ها
۴- مجموع نوترون ها و پروتون ها

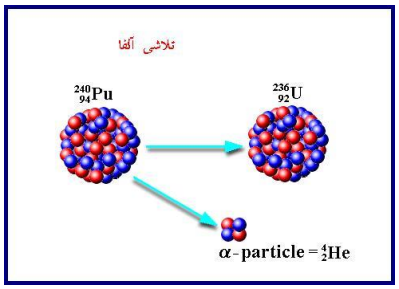
پرتوزایی:

وقتی یک هسته‌ی ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی(یا اصطلاحاً خودبه خود)واپاشی می کند، نوع معیّنی از ذرات یا فوتون های پر انرژی آزاد می شوند .این فرایند واپاشی، پرتوزایی طبیعی نام دارد در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می شود آلفا و بتا و گاما در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون ها در طی فرایند واپاشی هسته ای پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون ها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون ها پس از فرایند مساوی است.

ما در ادامه واپاشی های معروف را با هم بررسی خواهیم نمود

۱- واپاشی آلفازا:

واپاشی آلفازا در **هسته‌های سنگین** رخ می‌دهد، که در آن یک هسته اتم هلیم به خارج از هسه پرتاب شده و عدد اتمی ۲ واحد و عدد جرمی ٤ واحد کاهش میابند.

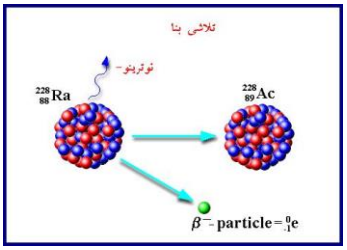


$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{۴}_{۲}x + {}^{A-۴}_{Z-۲}y$$

۲-واپاشی بتازا

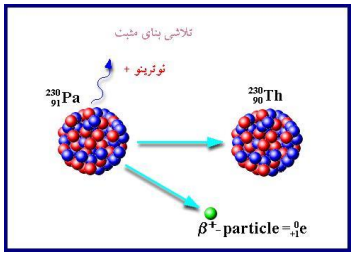
واپاشی بتازا به دو صورت الکترونی و پوزیترونی انجام میشود:

بتازای الکترونی (متداولترین نوع واپاشی): اگر الکنرون به بیرون هسته پرتاب شود عدد اتمی یک واحد افزایش یافته و عدد جرمی تغییر نمیکند که به آن بتازای الکترونی میگویند میگویند.



$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-۱}\beta + {}^{A}_{Z+۱}y$$

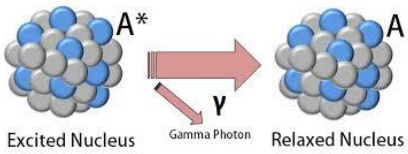
بتازای پوزیترونی : اگر پوزیترون به بیرون هسته پرتاب شود عدد اتمی یک واحد کاهش یافته و عدد جرمی تغییر نمیکند که به آن بتازای پوزیترونی میگویند.



$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+۱}\beta + {}^{A}_{Z-۱}y$$

۳- واپاشی گامازا:

در واپاشی گامازا فقط یک فوتون گاما به بیرون هسته پرتاب می‌شود و در نتیجه هسته برانگیخته می‌شود ولی عدد اتمی و عدد جرمی تغییری نمی‌کند.



$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}x + {}^{0}_{0}\gamma$$

واپاشی هسته‌ای

آلفازا	$^{4}_{2}\alpha$
بتازای الکترونی	$^{0}_{-1}\beta$
بتازای پوزیترونی	$^{0}_{+1}\beta$
گاما زا	$^{0}_{0}\gamma$
نوترون	$^{1}_{0}n$
متداول ترین نوع واپاشی	بتایی الکترونی
هسته مادر	هسته اولیه
هسته دختر	هسته پس از واپاشی و پرتو زایی

تست: به صورت فرضی عنصر $^{238}_{92}U^{\bigstar}$ ده ذره بتا (الکترونی) و چهار ذره آلفا و پنج ذره گاما تابش می‌کند، عدد جرمی و عدد اتمی آن به ترتیب برابر میشود با .....

۱- ۲۲۲ و ۹۴ ۲- ۲۵٤ و ۹۰ ۳- ۲۲۲و۹۰ ٤- ۲۵٤ و ۹٤

$$^{238}_{92}U^{\bigstar} \rightarrow 10\ {}^{0}_{-1}\beta + 4\ {}^{4}_{2}\alpha + 5\ {}^{0}_{0}\gamma + {}^{A}_{Z}X$$

$238=10(0)+4(4)+5(0)+A \quad A=222$
$92=10(-1)+4(2)+5(0)+Z \quad Z=94$

تست: به صورت فرضی عنصر $^{238}_{92}U^{\bigstar}$ ده ذره بتا (الکترونی) و چهار ذره آلفا و پنج ذره گاما تابش می‌کند، عدد جرمی و عدد اتمی آن به ترتیب..... و .....

۱- ۱٦ واحد کاهش – ۲ واحد افزایش
۲- ۱٦ واحد کاهش – ۲ واحد اکاهش
۳- ۱٦ واحد افزایش – ۲ واحد افزایش
٤- ۱٦ واحد افزایش – ۲ واحد اکاهش

این همان سوال بالاست ولی با یک ادبیات دیگر (جواب گزینه۱)

تست: در یک واپاشی هسته ای فرضی، سرب $^{207}_{82}pb$ با تابش ذرات آلفا و بتای الکترونی، و دو نوترون به عنصر $^{197}_{79}Au$ تبدیل میشود، به ترتیب از راست به چپ چند ذره آلفا و چند ذره بتا تابش خواهد کرد؟

۲و۱ ۱و۲ ۳و۲ ۲و۷

$$^{207}_{82}Pb \rightarrow X\ ^{4}_{2}\alpha + Y\ ^{0}_{-1}\beta + 2\ ^{1}_{0}n + {}^{197}_{79}Au$$

207=4X+Y(0)+2(1)+197 X=2
82=2(2)+Y(-1)+2(0)+79 Y=1

نیم عمر

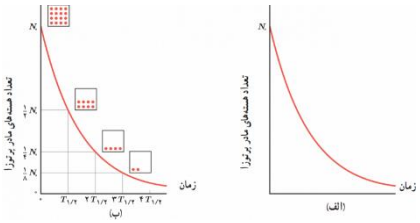
زمانی است که طول می‌کشد تا نیمی از هسته ماده پرتوزا به هسته مواد دیگر تبدیل شود.(تابش شود)

نیم عمر

تعریف نیم عمر (T): به مدت زمانی گویند که ماده پرتوزا بر اثر واکنشهای پرتوزایی به نصف مقدار اولیه‌ی خود کاهش یابد تقلیل یابد.

تعداد نیم عمر : $n = \frac{t(\text{تجزیه زمان})}{T\ (\text{نیم عمر})}$

فرمول اصلی: $M_{\text{ماندہ باقی}} = \frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n}$



تست: نیم عمر یک ماده رادیواکتیویته ۱۴ روز است، هرگاه ۸ گرم از آن موجود باشد پس از ۵۶ روز چند گرم از آن بصورت فعال **باقی میماند**؟

۱) ۰/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۲ ٤) ۵

$$n = \frac{t(\text{تجزیه زمان})}{T\ (\text{نیم عمر})} \rightarrow n = \frac{56}{14} = 4 \quad \rightarrow \quad M_{\text{ماندہ باقی}} = \frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n} \rightarrow M_{\text{ماندہ باقی}} = \frac{8}{2^4} = 0.5$$

تست: نیم عمر یک ماده رادیواکتیویته ۱۴ روز است، هرگاه ۸ گرم از آن موجود باشد پس از ۵۶ روز چند گرم از **واپاشی (تجزیه) می‌شود** ؟

۱) ۰/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۲ ٤) ۵

با توجه به سوال قبلی 8-0/5=7/5

تست: نیم عمر یک ماده رادیواکتیویته ۱۴ روز است، پس از ۵۶ چه کسری از آن بصورت فعال **باقی** میماند؟

۱) $\frac{1}{8}$ ۲) $\frac{7}{8}$ ۳) $\frac{1}{16}$ ۴) $\frac{15}{16}$

$$n=\frac{t(\text{تجزیه زمان})}{T\ (\text{نیم عمر})}\rightarrow n=\frac{56}{14}=4\rightarrow M_{\text{مانده باقی}}=\frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n}\rightarrow M_{\text{مانده باقی}}=\frac{M_{\text{اولیه}}}{2^4}=\frac{1}{16}m.$$

تست: نیم عمر یک ماده رادیواکتیویته ۱۴ روز است، پس از ۵۶ روز چه کسری از **تجزیه (واپاشی)** میشود؟

۱) $\frac{1}{8}$ ۲) $\frac{7}{8}$ ۳) $\frac{1}{16}$ ۴) $\frac{15}{16}$

جواب : $\frac{15}{16}$

تست: نیم عمر یک ماده رادیواکتیویته ۱۴ روز است، پس ازچند روز ۶/۲۵ درصد از آن **باقی** می ماند؟

۱) ۵۶ ۲) ۲۸ ۳) ۴۲ ۴) ۷۰

$$M_{\text{مانده باقی}}=\frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n}\rightarrow\frac{6.25m.}{100}=\frac{m.}{2^n}\rightarrow n=4\quad n=\frac{t(\text{تجزیه زمان})}{T\ (\text{نیم عمر})}\rightarrow 4=\frac{t}{14}\rightarrow t=56$$

تست: نیم عمر یک ماده رادیواکتیویته ۱۴ روز است، پس ازچند روز ۹۳/۷۵ درصد از آن **تجزیه (واپاشی)** می‌شود؟

۱) ۵۶ ۲) ۲۸ ۳) ۴۲ ۴) ۷۰

این همان سوال قبلی است!!!!!!!!!!!!!!!! جواب : ۵۶

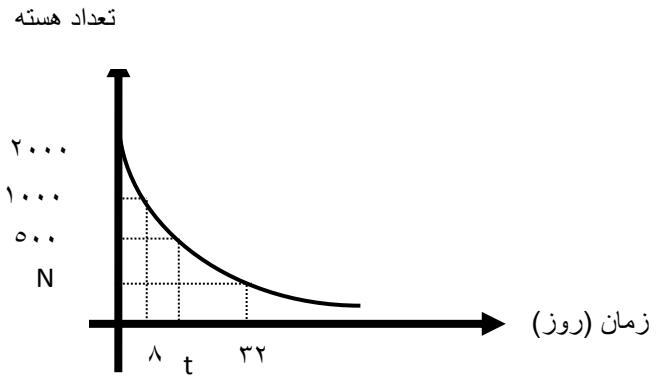
تست: نمودار جرم باقی مانده عنصر پرتوزایی مطابق شکل زیر است،N و t به ترتیب کدامند؟

۱۲۵ و ۱۶

۲۵۰ و ۱۶

۱۷۵ و ۲۴

۲۰۰ و ۲۴



محاسبه N:

$$T=8 \quad n=\frac{t(\text{تجزیه زمان})}{T\ (\text{نیم عمر})}=\frac{32}{8}=4 \quad M_{\text{ماندہ باقی}}=\frac{2000}{2^4}=125$$

$$T=8 \quad M_{\text{ماندہ باقی}}=\frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n}\rightarrow 500=\frac{2000}{2^n}\rightarrow n=2 \quad \rightarrow 2=\frac{t'}{8}\rightarrow t'=16$$

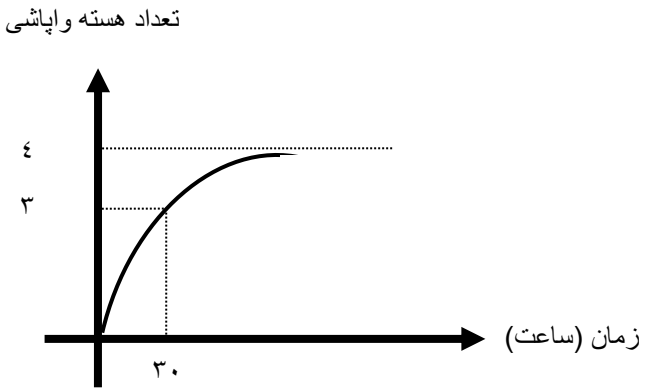
تست: نمودار جرم واپاشیده شده یک ماده رادیواکتیویته مطابق شکل زیر است، به ترتیب از راست به چپ نیم عمر این ماده چند ساعت است و پس از چند ساعت، $\frac{63}{64}$ از آن، واپاشیده می‌شود؟

۱۵–۷۵

۹۰–۱۵

۳۰–۹۰

هیچکدام



$$T=8 \quad M_{\text{ماندہ باقی}}=\frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n}\rightarrow \frac{M.}{4}=\frac{M.}{2^n}\rightarrow n=2 \quad \rightarrow 2=\frac{30}{T}\rightarrow T=15$$

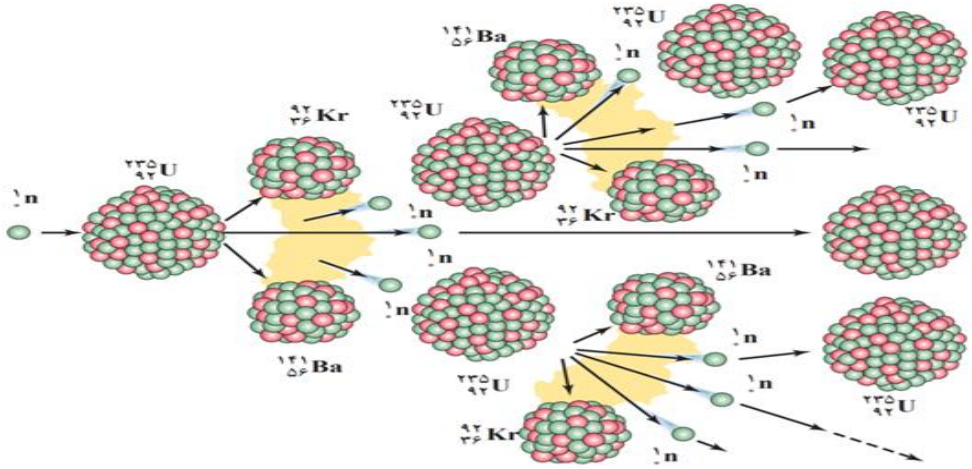
$$T=8 \quad M_{\text{ماندہ باقی}}=\frac{M_{\text{اولیه}}}{2^n}\rightarrow \frac{M.}{64}=\frac{M.}{2^n}\rightarrow n=6 \quad \rightarrow 6=\frac{t}{15}\rightarrow T=90$$

ویژه دانش آموزان ریاضی

شکافت هسته ای

فرایند تقسیم شدن یک هسته‌ی سنگین به دو هسته با جرم کمتر، شکافت هسته ای نامیده می شود

واکنش زنجیری :همان طور که دیدیم فرایند شکافت اورانیوم جذب یک نوترون کُند آغاز می شود نوترونها پس از کُند شدن، توسط هسته های دیگر جذب می شوند و باعث شکافت در تعدادی هسته اورانیم دیگر می شوند و نوترون آزاد می کنند .اگر هر یک از این نوترون ها نیز موفق به شکافت یک هسته‌ی اورانیم شود باز هم تعدادی یگر نوترون آزاد می شود و به همین ترتیب تا آخر این داستان ادامه پیدا میکند که این رشته واکنش را، واکنش زنجیری می نامند



غنی سازی اورانیم:

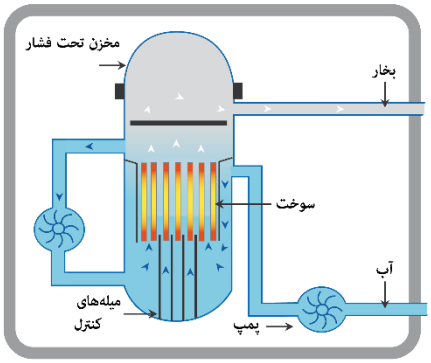
به فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ 235 در یک نمونه، غنی سازی گفته می شود .بیشتر راکتور های تجاری تولید برق، مانند راکتور نیروگاه هسته ای بوشهر، از اورانیمی استفاده می کنند که در آنها ایزوتوپ اورانیوم که تا ۳ درصد غنی سازی شده استفاده میکنند همچنین در بیشتر راکتور های پژوهشی، مانند راکتور پژوهشی دانشگاه تهران، از سوختی استفاده می شود که ایزوتوپ اورانیوم آن تا ۲۰ درصد غنی سازی شده است

راکتور هسته ای

راکتور هسته ای، جایی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به شکل کنترل شده رخ می دهد

اجزا یک راکتور هسته ای:

راکتورهای هسته ای افزون بر سوخت هسته ای و ماده کندُساز دارای، میله های کنترل و شاره ای(معمولا آب)هستند که گرما را به خارج راکتور انتقال می دهد میله های کنترل معمولاً از مواد جذب کننده‌ی نوترون، مانند کادمیم یا بور، ساخته می شوند



گداخت(همجوشی) هسته ای

یک نوع دیگر واکنش هسته ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است، گداخت یا همجوشی هسته ای نام دارد .در فرایند گداخت هسته ای، دو هسته‌ی سبک با یکدیگر ترکیب می شوند و هسته‌ی سنگین تری به وجود می آورند

مثلا: $D + T \rightarrow {}_4He + {}_1n$

تست ۱: چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

یک مورد　　دومورد　　سه مورد　　چهار مورد

الف : اساس و چکیده فیزیک جدید را نظریه های نسبیت و کوانتومی می‌سازد

ب: بعضی کمیت ها هستند که گسسته هستند و به این کمیت های گسسته(نا پیوسته) (همانند بار الکتریکی یا تعداد انسانها) کمیت های کوانتومی گفته میشود، یعنی این کمیت ها هر مقداری را نمیتوانند دارا باشند، و تنها میتوانند مضرب درستی از یک مقدار پایه باشند.

ج: مقدار انرژی که یک جسم به صورت امواج الکترومغناطیسی تابش میکند نمیتواند هر مقداری داشته باشد و کوانتومی است

د: وقتی نوری با بسامد و انرژی کافی به سطح یک فلز بتابد الکترونهای آن برانگیخته و از سطح فلز جدا می-شوند که به این پدیده فتوالکتریک میگویند

تست ۲: یک لامپ ۱۰۰ واتی نوری با طول موج $۶۰۰\mu m$ تولید می کند. اگر بازده لامپ ۲۰ درصد باشد، در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می شود؟ ($h = 4 \times 10^{-15} eV.s\,, c = 3 \times 10^{8} \frac{m}{s}$)

۱) $4/25 \times 10^{23}$　　۲) $3/75 \times 10^{23}$

۳) $4/25 \times 10^{24}$　　۴) $3/75 \times 10^{24}$

تست ۳: لامپ A با توان ورودی $۲۰۰W$ و بازده ٪۵۰ امواجی با طول موج ۵۰۰nm تولید می کند و لامپ B با توان ورودی ۵۰W و بازده ٪۲۵ امواجی با طول موج ۴۰۰nm تولید می کند. در یک مدت زمان معین تعداد فوتون های تابش شده توسط لامپ A چند برابر لامپ B است؟

۱) 10　　۲) $\frac{1}{10}$　　۳) 5　　۴) $\frac{1}{5}$

تست ۴: یک لامپ رشته ای با توان 25W در یک محیط، نور تولید می کند و یک ناظر در فاصله ی $۱۰۰m$ از آن ایستاده است. لامپ ۲۰ درصد از انرژی دریافتی را به نور مرئی تبدیل می کند. اگر ٪۲ از این تابش مرئی دارای طول موج ۶۶۰nm باشد، در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول موج وارد هر مردمک چشم ناظر می شود؟ (قطر مردمک $۴mm$ است و $e = 1/6 \times 10^{-19} C\,, hc = 1320 eV.nm$)

۱) $6/25 \times 10^{۹}$　　۲) $3/125 \times 10^{۹}$

۳) $6/25 \times 10^{7}$　　۴) $3/125 \times 10^{7}$

تست ۵: در ارتباط با پدیده ی فوتوالکتریک چه تعداد از عبارت های زیر صحیح هستند؟

الف) هنگامی که پدیدهی فوتوالکتریک رخ می دهد، افزایش تعداد فوتون های فرودی، می تواند شدت جریان و بیشینهی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها را افزایش دهد.

ب) بنابر نظر ماکسول، شدت نور با مربع دامنه ی میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است. ($I \propto E^2$)

ج) برای افزایش بیشینهی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها می توان از فلزی با تابع کار کمتر استفاده کرد.

د) اگر بسامد نور فرودی در پدیدهی فوتوالکتریک از حد معینی کمتر باشد، با افزایش تعداد فوتون های تابیده شده نمی توان پدیدهی فوتوالکتریک را انجام داد.

۱) 4 ۲) 3 ۳) 2 ۴) 1

تست ۶:

تابش الکترومغناطیسی با بسامد $8/5 \times 10^{14}$ هرتز به سطح فلزی که تابع کار آن 2/5 الکترون ولت است، می تابد. اگر ثابت پلانک $4 \times 10^{-15} eV.s$ باشد، بیشینه تندی فوتوالکترون ها چند متر بر ثانیه است؟ (جرم هر الکترون $۹ \times 10^{-31} kg$ فرض شود.)

۱) $4\sqrt{2} \times 10^5$ ۲) 4×10^5 ۳) ۰/۹ ۴) 4

تست ۷: چند مورد از عبارت های زیر در مورد پدیده فوتوالکتریک صحیح نیست؟

الف) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه فروسرخ طیف قرار دارد.

ب) اگر بسامد نور فرودی از مقدار معینی کمتر باشد، شدت نور فرودی بیش تر باعث رخ دادن پدیده فوتوالکتریک می شود.

پ) با افزایش انرژی نور فرودی حتما فوتوالکتریک رخ می دهد.

ت) افزایش دامنه الکترون ها باعث افزایش انرژی جنبشی آنها می شود.

ث) میدان الکتریکی امواج نور فرودی باعث نوسان الکترون ها می شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۸: آزمایش فوتوالکتریک را با نور تکفام انجام می دهیم و پدیده ی فوتوالکتریک رخ می دهد. برای افزایش بیش تر انرژی فوتوالکترون ها و افزایش شدت جریان، به ترتیب کدام یک از تغییرات زیر موثر است؟

۱) افزایش بسامد نور فرودی - افزایش بسامد نور فرودی

۲) افزایش بسامد نور فرودی - افزایش شدت نور فرودی

۳) افزایش شدت نور فرودی - افزایش شدت نور فرودی

۴) افزایش شدت نور فرودی - افزایش بسامد نور فرودی

تست ۹: کدام گزینه دربارهی پدیده فوتوالکتریک درست است؟

۱) اگر کوتاه ترین طول موج رشته ی لیمان باعث پدیده ی فوتوالکتریک در سطح یک فلز شود، بلندترین طول موج رشته پاشن نیز این قابلیت را خواهد داشت. ($n' = 3$ پاشن و $n' = 1$ لیمان)

۲) ممکن است بسامد آستانه برای فلزی مربوط به طیف مرئی باشد ولی با طیف فرابنفش، پدیدهی فوتوالکتریک رخ ندهد.

۳) در نمودار $K_{max} - f$ شیب نمودار معرف تابع کار است.

۴) وقتی پدیدهی فوتوالکتریک رخ می دهد با دو برابر کردن بسامد تابشی، K_{max}بیش تر از دو برابر می شود

تست ۱۰:در پدیده فوتوالکتریک، برای این که بیشینه سرعت خروج الکترون ها از سطح فلز افزایش یابد، باید .....

۱) بسامد نور تابشی کاهش یابد.

۲) در بسامد ثابت، شدت نور فرودی افزایش یابد.

۳) از فلزهایی که از نظر الکتریکی رساناتر هستند، استفاده شود.

۴) از نوری با طول موج بلندتر استفاده شود.

تست ۱۱:

تابع کار فلزی $۴/۵eV$ است. اگر نوری به طول موج ۱۵۰ نانومتر به آن فلز بتابانیم، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های جدا شده از سطح فلز چند الکترون ولت است؟ ($h = 4 \times$ و $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ $(10^{-15} eV.s$

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۵ ۴) ۴

تست ۱۲:

در آزمایش فوتوالکتریک که با نوری با طول موج λ انجام شده است، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها $6/4 \times 10^{-19} J$ است. اگر از نوری با طول موج λ ۲ استفاده شود، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها ۷۵ درصد کاهش می یابد. بسامد آستانه ی این فلز چند تراهز تر است؟

$(e = 1/6 \times 10^{-19} C\ ,\ hc = ۱۲۰۰\ eV.nm)$

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

تست ۱۳:

در آزمایش فوتوالکتریک، بسامد آستانه ی فلز $\frac{5}{8} \times 10^{15} Hz$ است اگر انرژی هریک از فوتون های فرودی به فلز $4/125 \times 10^{-19} J$ باشد، بیشینه ی تندی فوتوالکترون های تولید شده چند متر بر ثانیه است؟

$(e = 1/6 \times 10^{-19} C\ ,\ m_e = 9 \times 10^{-31} kg\ \ ,\ \ h = 4 \times 10^{-15} eV.s\ )$

۱) $\frac{1}{6} \times 10^5$ ۲) $\frac{1}{6} \times 10^6$

۳) $\frac{5}{7} \times 10^4$ ۴) $\frac{5}{7} \times 10^5$

تست ۱۴:

در یک آزمایش فوتوالکتریک، تابع کار فلز ۲/۵eV است. بلند ترین طول موجی که سبب گسیل فوتوالکترون ها می شود، در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

$(e = 1/6 \times 10^{-19} C\ ,\ h = 6/6 \times 10^{-34} J.s\ \ ,\ c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}\ )$

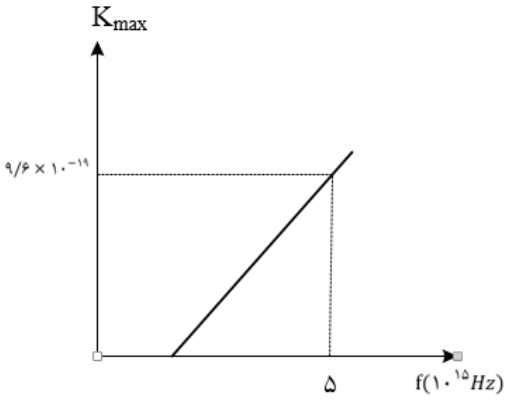
۱) اشعه‌ی x ۲) مرئی 3) مرئی ۴) فروسرخ

تست ۱۵:

نمودار بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های گسیل شده از سطح یک فلز بر حسب بسامد نور فرودی بر آن در یک آزمایش فوتوالکتریک مطابق شکل زیر است. اگر نوری با بسامد $7/5 \times 10^{15} Hz$ بر سطح این فلز تابش کنیم، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های گسیل شده چند الکترون ولت می شود؟

($h = 4 \times 10^{-15} eV.s$, $c = 3 \times 10^{8} \frac{m}{s}$)

۱) ۱۴ ۲) ۱۶ ۳) ۸ ۴) ۳۰

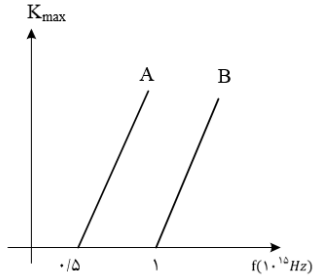


تست ۱۶:

در آزمایش فوتوالکتریک، نمودار تغییرات انرژی جنبشی سریع ترین فوتوالکترون های گسیل شده از دو فلز A و B بر حسب بسامد نور فرودی به این دو فلز، مطابق شکل زیر است. فوتون هایی با بسامد f_A و f_B را به ترتیب به فلزهای A و B می تابانیم و سریع ترین فوتوالکترون های این دو فلز با سرعت یکسانی از فلز خارج می شوند. اگر $\frac{f_B}{f_A} = n$ باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $1 < n < 2$ ۲) $n = 1$

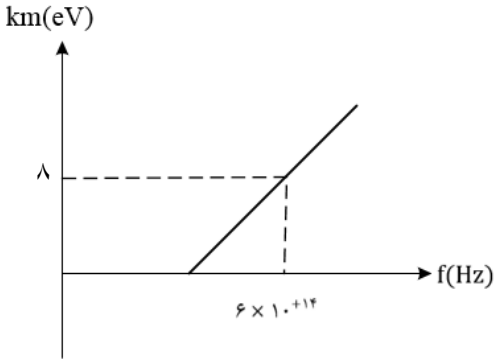
۳) $n = \frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{2} < n < 1$



تست ۱۷:

نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترونها برای فلزی بر حسب بسامد مطابق شکل روبه رو است. تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟ $(h = 4 \times 10^{-15} eV.s)$

۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $2/4$ ۳) $5/6$ ۴) $6/4$



تست ۱۸:

در یک آزمایش فوتوالکتریک، تابع کار فلز $۳eV$ است. اگر نوری با طول موج $۲۰۰nm$ بر سطح فلز بتابد، بیشینه‌ی سرعت فوتوالکترون ها برابر V است و اگر نوری با طول موج $۳۰۰nm$ بر فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترون ها V' است. $\frac{V'}{V}$ کدام است؟ $(hc = ۱۲۰۰\ eV.nm)$

۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) 3

تست ۱۹:

در یک آزمایش فوتوالکتریک، نوری با بسامد $۱۵۰۰THz$ به یک فلز معین می تابد و بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های گسیل شده برابر $5/1 \times 10^{-19} J$ است. در آزمایش دیگری از نوری با بسامد $۳۰۰۰THz$ برای همان فلز استفاده می شود. بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها برابر چند ژول می شود؟ $(h = 6/6 \times 10^{-34} Js)$

۱) 4×10^{-19} ۲) 6×10^{-19}

۳) $1/02 \times 10^{-18}$ ۴) $1/5 \times 10^{-18}$

تست ۲۰:

تابع کار دو فلز A و B، به ترتیب $۴/۵eV$ و $3eV$ است. اگر نوری با طول موج ۱۵۰nm به هر دو فلز بتابد بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های فلز A چند درصد کمتر از بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های B است؟ $(e = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}\ ,\ h = 4 \times 10^{-15} eV.s)$

۱) 30 ۲) 40 ۳) 60 ۴) 70

تست ۲۱:

طیف نشری عناصر در حالت جامد، دارای طیف ..... و در حالت گاز با غلظت بسیار کم دارای طیف . ..... است.

1) پیوسته - گسسته ۲) گسسته - پیوسته

۳) پیوسته – پیوسته ۴) گسسته – گسسته

تست ۲۲:

طیف حاصل از کدام موارد زیر، یک طیف گسیلی پیوسته است؟

۱) طیف نور سفیدی که از یک شیشه قرمز عبور می کند

۲) طیف حاصل از تخلیه الکتریکی گازها

۳) طیف حاصل از گازهای کم فشار و رقیق جیوهای

۴) طیف حاصل از یک جسم جامد در حالت التهاب

تست ۲۳:

در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر $\frac{8}{3} \times 10^{15} Hz$ است؟

$(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}\ ،\ R = 0/011(nm)^{-1})$

۱) اولین ۲) دومین ۳) سومین ۴) چهارمین

تست ۲۴:

طول موج پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته ی بالمر $(n' = 2)$ تقریبا چند نانومتر است و این خط در کدام گستره‌ی طیف موج های الکترومغناطیسی قرار دارد؟ $(R = 0/011(nm)^{-1})$

۱) ۳۹۶ فرابنفش ۲) ۴۶۰ مریی ۳) ۶۳۶ مریی ۴) ۳۶۰ فرابنفش

تست ۲۵:

اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته ی پاشن $(n' = 3)$ چند نانومتر است؟

$(R = 0/011(mm)^{-1})$

۱) $\frac{825}{8}$ ۲) 150 3) $\frac{825}{4}$ ۴) 300

تست ۲۶:

در طیف اتم هیدروژن کوتاه ترین طول موج مرئی چند برابر کوتاه ترین طول موج فرابنفش است؟

۱) $\frac{۹}{2}$ ۲) $\frac{1}{8}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) 4

تست ۲۷:

در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟ $R = 0/01(nm)^{-1}$

۱) 100 و بالمر ۲) ۱۰۰ و لیمان

۳) $\frac{400}{3}$ و بالمر ۴) $\frac{400}{3}$ و لیمان

تست ۲۸:

بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته $2/5 \times 10^{14} Hz$ است؟

$(R = \frac{1}{100}(nm)^{-1}$ ، $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

۱) پاشن $(n' = 3)$ ۲) براکت $(n' = 4)$

۳) پفوند $(n' = 5)$ ۴) بالمر $(n' = 2)$

تست ۲۹:

در اتم هیدروژن، الکترون از مدار n به مدار n' می رود و فوتونی با طول موج ۱۱۲/۵ نانومتر گسیل می کند. n و n' به ترتیب کدام هستند؟ $(R = \frac{1}{100}(nm)^{-1})$

۱) ۳ و ۱ ۲) ۴ و ۱ ۳) ۳ و ۲ ۴) ۴ و ۲

تست ۳۰:

طول موج خط دوم سری بالمر $((n' = 2))$ در اتم هیدروژن چند برابر بلند ترین طول موج سری بالمر آن است؟

۱) $\frac{16}{25}$ ۲) $\frac{20}{27}$ ۳) $\frac{8}{27}$ ۴) $\frac{5}{192}$

تست ۳۱:

در رشته بالمر $(n' = 2)$ بلند ترین طول موج غیر مرئی چند برابر کوتاه ترین طول موج غیر مرئی این رشته است؟

۱) $\frac{۹}{5}$ ۲) $\frac{۴۹}{5}$ ۳) $\frac{۴۹}{45}$ ۴) $\frac{18}{5}$

تست ۳۲:

در اتم هیدروژن در رشته ی بالمر $(n' = 2)$، بلندترین طول موج گسیل شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاه ترین موج این رشته است؟ $(R = 0/011(mm)^{-1})$

۱) 240 ۲) 320 3) 400 ۴) 500

تست ۳۳:

در طیف اتمی هیدروژن، کم ترین بسامد فوتون فرابنفش تابشی در سری بالمر $(n' = 2)$، چند برابر بیش ترین بسامد فوتون تابشی در سری لیمان $(n' = ۱)$ است؟

۱) $\frac{2}{۹}$ ۲) $\frac{36}{5}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{45}{۱۹۶}$

تست ۳۴:

کدام یک از موارد زیر را نمی توان برای اتم های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟

۱) تبیین پایداری اتم
۲) طول موج های گسیلی طیف اتم
۳) گسسته بودن تراز های انرژی الکترون در اتم
۴) متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی اتم

تست ۳۵:

کدام یک از موارد زیر بر طبق الگوی اتمی بور صحیح نیست؟

۱) این مدل را می توان برای اتم های هیدروژن گونه مثل Li^{2+} به کار برد.

۲) این الگو در محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن کاملا موفق است.

۳) این الگو می تواند پایداری حرکت الکترون به دور هسته در اتم هیدروژن را توجیه کند.

۴) این الگو می تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی از اتم هیدروژن را توضیح دهد.

تست ۳۶:

الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای این که الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19}C\ , E_R = 13/6eV)$

۱) 1.632×10^{-18}
۲) 1.6×10^{6}
۳) 5.5×10^{4}
۴) 5.7×10^{5}

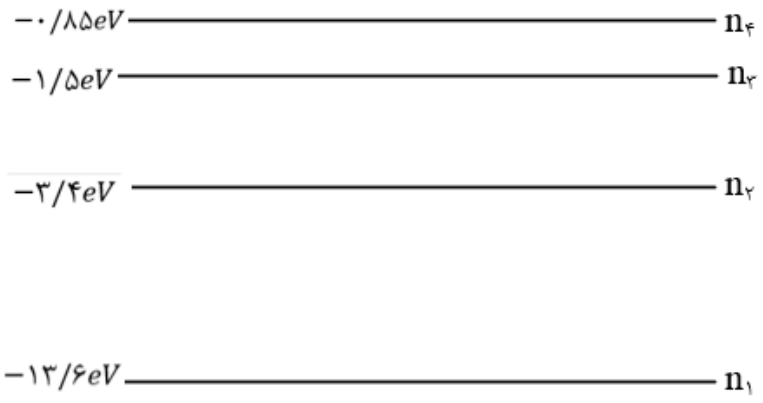
تست ۳۷:

الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم انرژی ترین فوتونی که می تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهز تر است؟ $(E_R = 13/6eV\ ,\quad h = 4 \times 10^{-15}eV.s)$

۱) ۲۵/۵
۲) ۷۶/۵
۳) ۱۷۰
۴) ۳۲۶۴

تست ۳۸:

شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد. کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با بسامد $4/75 \times 10^{14} Hz$ منجر شود؟ $(h = 4 \times 10^{-15} eV.s)$



۱) n_2 به n_3 ۲) n_1 به n_2 ۳) n_2 به n_4 ۴) n_1 به n_4

تست ۳۹:

کدام یک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند؟

۱) مکانیت نیوتونی و پدیده ی فوتوالکتریک ۲) پدیده‌ی فوتوالکتریک و طیف خطی

۳) لیزر و نظریه ی الکترومغناطیسی ماکسول ۴) نظریه ی الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

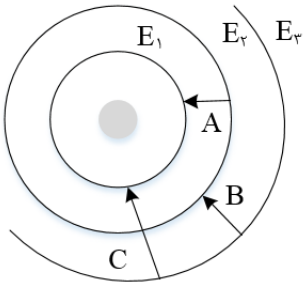
تست ۴۰:

در اتم هیدروژن اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۳ برابر ΔE و بین ترازهای ۴ و ۶ برابر $\Delta E'$ باشد، نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$ کدام است؟

۱) 35/8 ۲) 25/6 ۳) 3/98 ۴) 1

تست ۴۱:

در شکل زیر، مدارهای الکترون در الگوی بور برای اتم هیدروژن نشان داده شده است. کدام یک از گزینه های زیر، در مورد فوتون های تابش شده در هر گذار نادرست است؟



1) بسامد فوتون C بیشتر از بسامد فوتون B است.

۲) طول موج فوتون A کوتاه تر از طول موج فوتون B است.

۳) طول موج فوتون C کم تر از طول موج فوتون B است.

۴) انرژی فوتون B بیشتر از انرژی فوتون A است.

تست ۴۲:

در الگوی اتمی بور، الکترون از یک مدار مانا به مدار مانای یک شماره بالاتر می رود. تغییر شعاع مدار الکترون، $\frac{7}{16}$ شعاع مدار مانای بالاتر است. شمارهی مدار مانای پایین تر کدام است؟

۱) 5 ۲) 4 ۳) 2 ۴) 3

تست ۴۳:

بر اساس مدل اتمی بور، برای اتم هیدروژن کدام گزینه درست است؟

۱) $\Delta E\,(2 \to 4) = \Delta E\,(4 \to 2) - \Delta E\,(2 \to 1)$

2) $\Delta E\,(5 \to 4) = \Delta E\,(4 \to 3) - \Delta E\,(5 \to 4)$

3) $\Delta E\,(3 \to 5) = \Delta E\,(3 \to 2) - \Delta E\,(5 \to 2)$

4) $\Delta E\,(4 \to 1) = \Delta E\,(4 \to 3) - \Delta E\,(3 \to 1)$

تست ۴۴:

اگر الکترون در اتم هیدروژن از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 2$ انتقال یابد، چند نوع فوتون مختلف در محدوده‌ی فروسرخ می تواند گسیل کند؟

۱) 7 ۲) 6 ۳) 5 ۴) 3

تست ۴۵:

در اتم هیدروژن انرژی الکترون در یک مدار $-۰/۸۵eV$ است. اگر الکترون از این مدار به مداری که انرژی الکترون در آن $۳/۴eV$ - است برود، شعاع مداری که در آن حرکت می کند چند برابر می شود؟ ($E_R = 13/6eV$)

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) 2 ۴) 4

تست ۴۶:

کدام جمله در رابطه با لیزر صحیح است؟

۱) اگر انرژی کافی به اتم ها داده شود، الکترون های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد.

۲) در ترازهای شبه پایدار، الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می مانند.

۳) زمان طولانی، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می کند.

۴) هر سه گزینه صحیح است.

تست ۴۷:

کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

۱) مدل اتمی بور، طیف گسیلی بخار عناصر را به خوبی پیش بینی می کند.

۲) بر اساس مدل اتمی رادرفورد، پایداری اتم به خوبی توجیه گردید.

۳) بر اساس مدل اتمی رادرفورد، طیف گسسته اتم ها پیش بینی گردید.

۴) وارونی جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهای شبه پایدار نسبت به ترازهای پایین تر بسیار بیشتر باشند.

تست ۴۸:

کدام گزینه نادرست است؟

۱) در گسیل القایی نور تقویت می شود.

۲) در گسیل خود به خودی فوتون در جهت کاتورهای گسیل می شود.

۳) در گسیل القایی انرژی فوتون ورودی باید بزرگتر یا مساوی اختلاف انرژی در تراز باشد.

۴) در گسیل القایی باید یک چشمه انرژی خارجی مناسب برای برانگیخته کردن الکترون ها وجود داشته باشد.

تست ۴۹:

کدام گزینه نادرست است؟

۱) فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می کنند، هم بسامد و هم جهت و هم فاز هستند.

۲) وقتی وارونی جمعیت الکترون ها رخ می دهد که تعداد الکترون های ترازهای شبه پایدار نسبت به الکترون های تراز پایین تر بسیار کمتر باشد.

۳) در ترازهای شبه پایدار، الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تری را نسبت بر حالت برانگیخته معمولی، باقی می مانند

۴) گستره طول موج لیمان $\frac{1}{30}\mu m$ است

تستهای فیزیک هسته ای

تست ۵۰:

چند مورد از عبارت های زیر نادرست است؟

یک مورد　　دومورد　　سه مورد　　چهار مورد

الف) تمام هسته هایی که $Z > 83$ است، ناپایدارند.

ب) زمان فروپاشی توریوم بسیار کند است.

پ) برای پایداری هسته باید نیروی دافعه الکترواستاتیکی بین پروتون ها از نیروی جاذبه بین نوکلئون ها بسیار کمتر باشد.

ت) با افزایش Z، نسبت $\frac{N}{Z}$ برای هر هسته افزایش می یابد.

تست ۵۱:

در هسته ی اتم یک عنصر، اگر نیروی ربایشی هسته ای بین دو پروتون مجاور F و بین دو نوترون مجاور برابر F' و بین یک پروتون و یک نوترون مجاور برابر F" باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

۱) $F = F' = F''$　　۲) $F'' > F' > F$

۳) $F' > F'' > F$　　۴) $F > F' > F''$

تست ۵۲:

کدام موارد زیر، درست است؟

الف) ویژگی های هسته را تعداد پروتون ها و نوترون های آن تعیین می کند.

ب) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های هسته تعیین می کند.

پ) نوکلئون های درون هسته می توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.

ت) هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته می شوند.

1) الف و ب　　۲) الف و ت

۳) ب و پ　　۴) ب وت

تست ۵۳:

در هسته های سنگین، یک پروتون با نیروی الکتروستاتیکی، ..... و با نیروی هسته ای ..... .

۱) فقط پروتون‌های نزدیک خود را دفع می کند - تمام نوکلئون های درون هسته را جذب می کند.

۲) تمام نوکلئون های درون هسته را دفع می کند - فقط نوکلئون های نزدیک خود را جذب می کند.

۳) فقط نوکلئون های مجاور خود را دفع می کند - تمام نوترون و پروتون های هسته را جذب می کند.

۴) تمام پروتون های درون هسته را دفع می کند - فقط نوکلئون های مجاور خود را جذب می کند.

تست ۵۴:

۸ عدد لامپ ۲۰۰ واتی به مدت ۲۰ شبانه روز روشن هستند. چند گرم از جرم عنصری در یک واکنش هسته ای به انرژی تبدیل شود تا بتواند انرژی معادل آن را تأمین کند؟ ($c = 3 \times 10^5 \frac{km}{s}$)

۱) 16×10^{-11} ۲) 8×10^{-11}

۳) $3/07216 \times 10^{-5}$ ۴) $3/07216 \times 10^{-5}$

تست ۵۵:

اگر در یک واکنش هسته ای ۴ گرم جرم به طور کامل به انرژی تبدیل شود، انرژی حاصل معادل با انرژی مصرف شده در چند لامپ ۱۰۰ واتی است که به مدت ۲۰ ساعت روشن باشند؟

۱) ۵ هزار ۲) ۵۰ هزار

۳) ۵ میلیون ۴) ۵۰ میلیون

تست ۵۶:

اگر در یک واکنش هسته ای، اختلاف جرم طرفین واکنش ۰/۰۰۲u (u واحد جرم اتمی) باشد و هر واحد جرم اتمی $1/7 \times 10^{-27} kg$ فرض شود در این واکنش مقدار ..... انرژی ..... می شود.

۱) $30/6 \times 10^{-14}$ – آزاد ۲) $3/6 \times 10^{-22}$ – جذب

۳) $10/2 \times 10^{-14}$ – آزاد ۴) $10/2 \times 10^{-22}$ – جذب

تست ۵۷:

در واکنش $^{237}_{92}X \rightarrow Y + 3\alpha + {}^{0}_{-1}\beta$ تعداد نوکلئون های Y چه قدر است؟

۱) 224 ۲) 225 ۳) 226 ۴) 228

تست ۵۸:

در واکنش هسته ای $^{A}_{Z}X \Rightarrow {}^{A-8}_{Z}Y + \ldots + \ldots$ به جای نقطه چین ها چند آلفا و چند بتای منفی باید قرار داد؟

۱) یک آلفا و ۳ بتا ۲) ۲ آلفا و ۴ بتا

۳) ۲ آلفا و ۲ بتا ۴) ۲ آلفا و ۳ بتا

تست ۵۹:

در واکنش هسته ای (نوترون) $^{207}_{82}X \rightarrow {}^{197}_{79}Y + N(\alpha) + M(\beta^{-}) + 2$، M و N به ترتیب کدام اند؟

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱و ۲ ۳) ۲ و ۲ ۴) ۲ و ۳

تست ۶۰:

کدام موارد درست است؟

الف) در واپاشی β^{-}، الکترون گسیل شده در هسته ی مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون های مداری اتم

نیست.

ب) در واپاشی β^{+}، ذرهی گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.

پ) اغلب هسته ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می گیرند.

ت) در واپاشی β^{+} ، یکی از نوترون های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می شود.

۱) الف و ب ۲) الف وپ

۳) ب وت ۴) ب وپ

تست ۶۱:

نپتونیم $^{237}_{93}Np$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی آن از طریق گسیل ۳ ذره‌ی α و یک ذره‌ی β الکترونی می گیرد. در این واپاشی، هسته ی نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟

۱) ۱۳۶ و ۸۷ ۲) ۱۳۶ و ۸۸

۳) ۱۳۷ و ۸۷ ۴) ۱۳۷ و ۸۸

تست ۶۲:

کدام موارد درست است؟

الف) پرتوهای α، سنگین اند و برد بلندی دارند.

ب) تعداد نوکلئون ها در طی فرایند واپاشی هسته پایسته است.

پ) یکی از کاربردهای گسترده‌ی واپاشی α، در آشکارسازی های دود است.

ت) واپاشی α در هسته های سبک صورت می گیرد.

۱) الف و ب ۲) الف و پ

۳) ب وت ۴) ب وپ

تست ۶۳:

هسته‌ی $^{234}_{90}Th$ و واپاشی B انجام می دهد. عدد اتمی هسته ی دختر چند برابر عدد نوترونی آن است؟

۱) $\frac{91}{144}$ ۲) $\frac{89}{145}$ ۳) $\frac{89}{144}$ ۴) $\frac{91}{143}$

تست ۶۴:

هسته ای در تابش های پی در پی به ایزوتوپ دیگر خود با ۸ نوترون کم تر تبدیل شده است. در این واکنش به ترتیب چند ذره‌ی α و چند ذره‌ی β^- تابش شده است؟

۱) ۲ و ۴ ۲) ۴ و ۲

۳) ۸ و ۴ ۴) ۴ و ۸

تست ۶۵:

کدام یک از گزینه های زیر، در مورد ذرات و پرتوهای حاصل از واکنش های هسته ای $(\gamma, \beta^-, \beta^+, \alpha)$ درست است؟

۱) قدرت نفوذ پرتوی β^+ بیشتر از قدرت نفوذ پرتوی β^- است.

۲) هنگام عبور پر توی β^- از یک میدان الکتریکی، نیرویی در خلاف جهت خطوط میدان به پرتو وارد می شود.

۳) پرتوهای γ در وسایل آشکارساز دود مورد استفاده قرار می گیرند.

۴) متداول ترین نوع واپاشی در هسته ها، واپاشی α است.

تست ۶۶:

یک عنصر رادیواکتیو تعداد پرتوی α و β^- تابش می کند و به یک عنصر ایزوتوپ خود تبدیل می شود که عدد اتمی آن ثابت و عدد جرمی آن ۱۶ واحد کاهش یافته است. اگر m پرتوی α و n پرتوی β^- تابش شده باشد، $3m + 4n$چه قدر است؟

۱) 40 ۲) 44 ۳) 36 ۴) 12

تست ۶۷:

عنصر رادیواکتیو $^{226}_{88}Ra$با تابش ذرات α و βالکترونی به عنصر پایدار $^{206}_{82}Pb$ تبدیل می شود در این تبدیل اختلاف تعداد ذرات آلفا و بتا چقدر است؟

۱) 4 ۲) 5 ۳) 9 ۴) 1

تست ۶۸:

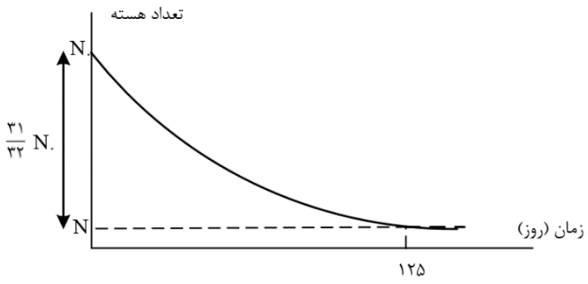
ذمسیر واکنش هسته $^1_0n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{A}_{Z}X + 3(^1_0n)$ تعداد نوکلئون های هسته ی X چه قدر است؟

۱) 92 ۲) 36 ۳) 56 ۴) 141

تست ۶۹:

نمودار واپاشی هسته های یک ماده‌ی پرتوزا بر حسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟

۱) 5 ۲) 25 ۳) 50 ۴) 62/5



تست ۷۰:

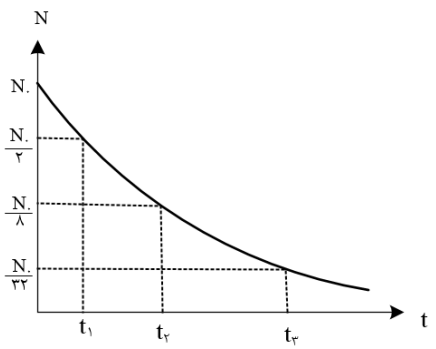
دانشمندی به یک نمونه از زغال قدیمی اشاره می کند و ادعا می کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا، کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه عمر کربن ۵۷۳۰ سال است.)

۱) 1/56 ۲) 3/13 ۳) 6/25 ۴) 12/50

تست ۷۱:

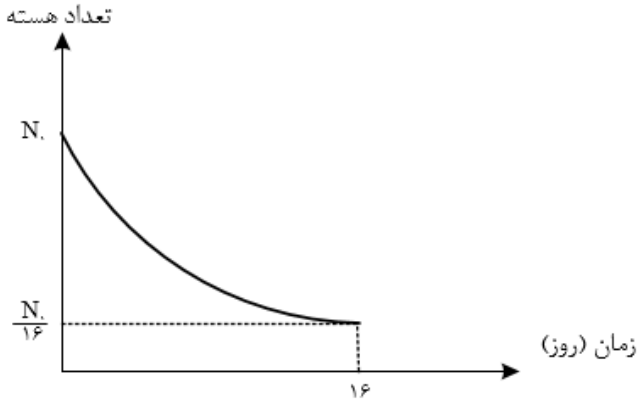
نمودار تغییرات تعداد هسته های یک عنصر رادیواکتیو نسبت به زمان مطابق شکل زیر است. حاصل $\frac{t_1}{t_2+t_3}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{5}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{3}{5}$



تست ۷۲:

نمودار تغییرات تعداد هسته های فعال باقی مانده ی یک ماده ی پرتوزا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته های آن فعال باقی می ماند؟

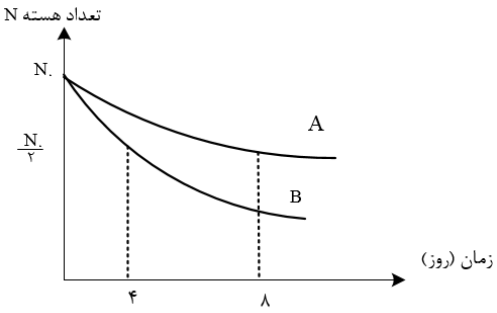


۱) 75 ۲) 50 ۳) 25 ۴) 10

تست ۷۳:

نمودار تعداد هسته های فعال باقی مانده ی بر حسب زمان دو ماده ی پرتوزای A و B مطابق شکل مقابل است. پس از ۳۲ روز، اگر تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده را به ترتیب با N_A و N_B نشان دهیم، $\frac{N_B}{N_A}$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{1}{16}$



تست ۷۴:

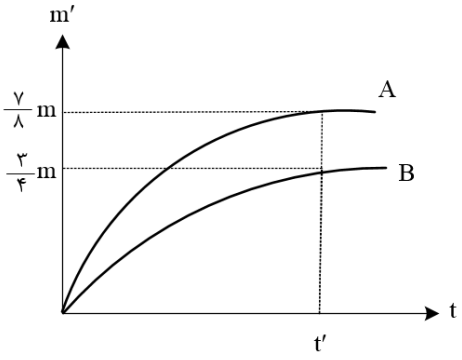
نیمه عمر هسته ی رادیواکتیو A، ۳ برابر نیمه عمر هسته ی رادیواکتیو B است. اگر پس از گذشت مدت زمان t، ۲۵ درصد از هسته های ناپایدار A باقی مانده باشند، در این مدت زمان حدود چند درصد از هسته های مادهی B واپاشیده شده است؟

۱) 1/5 ۲) 25 ۳) 75 ۴) 98/4

تست ۷۵:

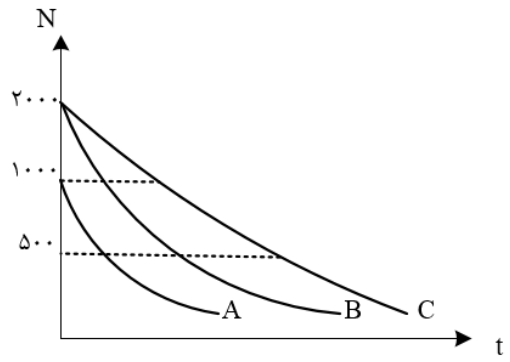
نمودار جرم متلاشی شده بر حسب زمان برای دو ماده رادیواکتیو A و B مطابق شکل مقابل است. نیمه عمر A چند برابر B است؟ (جرم اولیه دو ماده برابر است)

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{7}{6}$ ۴) $\frac{6}{7}$



تست ۷۶:

نمودار تغییرات تعداد هسته های سه عنصر رادیواکتیو بر حسب زمان مطابق شکل زیر است، اگر نیمه عمر این عناصر به ترتیب T_A و T_B و T_C باشد، کدام رابطه صحیح است؟



1) $T_A > T_B > T_C$

2) $T_A < T_B < T_C$

3) $T_B = T_A < T_C$

4) $T_B = T_C > T_A$

تست ۷۷:

کدام گزینه درباره ی واکنش گداخت هسته ای درست است؟

۱) نوترون های تولید شده کند هستند.

۲) مشکل اصلی آن بالا بردن غلظت ^{235}U است.

۳) این فرایند در راکتورهای تجاری موجود، استفاده می شود.

۴) برای تولید آن به دمای در حدود ده میلیون درجه سلسیوس نیاز است.

تست ۷۸:

در فعل و انفعال هسته ای زیر، تعداد ..... نوترون سریع آزاد شده و از ..... به عنوان کندساز نوترون ها استفاده می شود.

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{133}_{51}Sb + {}^{99}_{41}Nb + K(^{1}_{0}n)$$

۱) ۴- کادمیم ۲) ۴- گرافیت

۳) ۳- کادمیم ۴) ۳- گرافیت

تست ۷۹:

در واکنش های شکافت هسته ای از میله هایی از جنس کادمیم یا ..... برای ..... استفاده می شود.

۱) گرافیت - هدایت گرما به بیرون راکتور

۲) بور - هدایت گرما به بیرون راکتور

۳) گرافیت - تنظیم آهنگ واکنش شکافت

۴) بور - تنظیم آهنگ واکنش شکافت

تست ۸۰:

در واکنش گداخت هسته ای، مجموع جرم محصولات فرایند ..... از مجموع جرم هسته های اولیه است. حاصل همجوشی هسته های دوتریم و تریتیم، هسته ی هلیم و ..... نوترون پرانرژی است.

۱) کم تر - یک ۲) بیشتر - سه

۳) کم تر – سه ۴) بیشتر - یک

تست ۸۱:

چه تعداد از جملات زیر صحیح است؟

الف) افزایش درصد فراوانی $^{238}_{92}U$ را غنی سازی می گوییم.

ب) میله های کنترل کننده از مواد جذب کننده ی نوترون مثل سرب ساخته می شوند.

ج) آب معمولی یک کند کننده ی نوترون در واکنش شکافت هسته ای است.

د) واکنش $D + T \rightarrow {}^{4}He + {}^{1}n$ یک واکنش شکافت هسته ای است.

۱) 1 ۲) 2 ۳) 3 ۴) 4

تست ۱:

هر چهار مورد صحیح است

تست ۲: گزینه ۴

گام اول: ابتدا انرژی نورانی گسیل شده از لامپ را در هر دقیقه به دست می آوریم:

$$R_a \times P = \frac{E}{t} \rightarrow \frac{20}{100} \times 100 = \frac{E}{60} \rightarrow$$

$$\rightarrow E = 1200J = \frac{1200}{1/6 \times 10^{-19}} eV = 75 \times 10^{20} eV$$

گام دوم: تعداد فوتون های گسیل شده از لامپ را در بازه زمانی موردنظر محاسبه می کنیم:

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} \rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc}$$

$$\rightarrow n = \frac{75 \times 10^{20} \times 600 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}} = \frac{75 \times 6}{4 \times 3} \times 10^{23} = 3/75 \times 10^{24}$$

تست ۳: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد فوتون های تابش شده را بر حسب توان، بازده بر حسب درصد (R_a) و طول موج به دست می آوریم:

$$\begin{cases} E = nhf = nh\frac{c}{\lambda} \\ E = P_{\text{خروجی}} \times \Delta t = R_a \times P_{\text{ورودی}} \times \Delta t \end{cases} \rightarrow nh\frac{c}{\lambda} = R_a P_{\text{ورودی}} \Delta t$$

برای مقایسه ی دو حالت با توجه به یکسان بودن زمان خواهیم داشت:

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{R_{a_A}}{R_{a_B}} \times \frac{P_A}{P_B} \times \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{50}{25} \times \frac{200}{50} \times \frac{500}{400} = 10$$

تست ۴: گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا محاسبه می کنیم که انرژی کل نور مرئی با طول موج داده شده چند ژول است:

$$E_{\text{مربوط به طول موج}} = P_{\text{نور مرئی}} \times t \times \frac{2}{100} = \left(25 \times \frac{20}{100}\right) \times 1 \times \frac{2}{100} = 0/1J$$

چون نور به طور یکسان در تمام جهات پراکنده می شود، نسبت انرژی عبور کرده از مردمک به کل انرژی برابر با نسبت مساحت کره ای به شعاع $R = ۱۰۰m$ به مساحت مردمک ناظر است

$$\frac{E_{\text{مردمک}}}{E_{\text{کل}}}=\frac{S_{\text{مردمک}}}{S_{\text{کل}}}\rightarrow\frac{E_{\text{مردمک}}}{0/1}=\frac{\pi r^2}{4\pi R^2}=\frac{r^2}{4R^2}\rightarrow\frac{E_{\text{مردمک}}}{0/1}=\frac{(2\times10^{-3})^2}{4\times100\times100}\rightarrow E_{\text{مردمک}}=10^{-11}J$$

برای محاسبه ی تعداد فوتون ها خواهیم داشت:

$$E=n\frac{hc}{\lambda}\rightarrow n=\frac{E\lambda}{hc}\rightarrow n=\frac{10^{-11}\times660}{1320\times1/6\times10^{-19}}=3/125\times10^7$$

تست ۵: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فقط عبارت «الف» نادرست است. افزایش تعداد فوتون های فرودی نمی تواند بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها را افزایش دهد.

تست ۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$K_{max}=hf-W_0\rightarrow K_{max}=4\times10^{-15}\times8/5\times10^{14}-2/5=0/9eV$$

$$K=\frac{1}{2}mv^2\rightarrow0/9\times1/6\times10^{-19}=\frac{1}{2}\times9\times10^{-31}v^2$$

$$\rightarrow v^2=2\times1/6\times10^{+11}\rightarrow v=4\sqrt{2}\times10^5\,m/s$$

تست ۷: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت های نادرست:

ب) افزایش شدت نور اگر بسامد از بسامد آستانه کمتر باشد تأثیری در رخ دادن فوتوالکتریک ندارد.

پ) انرژی هر فوتون برای فوتوالکتریک مهم است نه انرژی نور فرودی

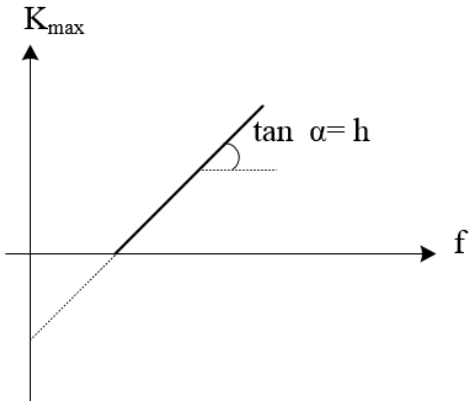
تست ۸: گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها به بسامد و تابع کار وابسته است.

($k_{max}=hf-w_0$) و شدت جریان عبوری متناسب با شدت نور فرودی است.

تست ۹:گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

نادرستی گزینه ی ۱: انرژی فوتون ها رشته لیمان بیشتر از فوتون های رشته ی پاشن هستند.

نادرستی گزینه ی ۲: اگر فوتون های نور مرئی بتوانند بر تابع کار غلبه کنند، فوتون های فرابنفش که پر انرژی تر از مرئی هستند، نیز می توانند.



نادرستی گزینه ی ۳: در نمودار $K_{max}-f$ شیب نمودار h را معلوم می کند.

درستی گزینه ی ۴: $\frac{K'_{max}}{K_{max}}=\frac{h(2f)-W_0}{h(h)-W_0}=\frac{hf+hf-W_0}{hf-W_0}=\frac{hf}{hf-W_0}+1>2$

تست ۱۰: گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای افزایش سرعت خروج الکترون ها دو راه وجود دارد:

۱- افزایش بسامد با کاهش طول موج

۲- استفاده از فلزاتی که رساناتر هستند.

تست ۱۱: گزینه ۳ پاسخ صحیح است

$$\begin{cases} hf-w_0=K_{max} \\ f=\frac{c}{\lambda} \end{cases} \rightarrow \frac{hc}{\lambda}-w_0=K_{max}$$

$$K_{max}=\frac{4\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{150\times10^{-9}}-4/5=3/5eV$$

تست ۱۲:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$K_{max}=hc\left(\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}\right)\rightarrow \underbrace{\frac{6/4\times10^{-19}}{1/6\times10^{-19}}}_{4}=1200\left(\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}\right)\rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{\lambda_0}+\frac{1}{300}(*)$$

حالت دوم: $\frac{25}{100}\times4=1200\left(\frac{1}{2\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}\right)\overset{(*)}{\rightarrow}\frac{1}{1200}=\frac{1}{2\lambda_0}\rightarrow\lambda_0=600nm$

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}} = 500 \times 10^{12} Hz = 500 THz$$

تست ۱۳:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$k_{max} = hf - W_0$$

$$W_0 = hf_0 = 4 \times 10^{-15} \times \frac{5}{8} \times 10^{15} = 2/5eV \rightarrow 2/5 \times 1/6 \times 10^{-19} J$$

$$hf = 4/125 \times 10^{-19} \rightarrow k_{max} = 4/125 \times 10^{-19} - 2/5 \times 1/6 \times 10^{-19} = 0/125 \times 10^{-19} j$$

$$k_{max} = \frac{1}{2} m V_{max}^2 \rightarrow 0/125 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times V_m^2 \rightarrow V = \frac{1}{6} \times 10^6 \, m/s$$

تست ۱۴:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

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

$$E_{min} = W_0 \rightarrow \frac{hc}{\lambda} = W_0$$

$$\rightarrow \frac{6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda} = 2/5 \times 1/6 \times 10^{-19} \rightarrow \lambda = 495nm$$

در طیف امواج مرئی قرار دارد

تست ۱۵:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تابع کار را محاسبه می کنیم:

$$K_{max} = hf - W_0 = \frac{9/6 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4 \times 10^{-15} \times 5 \times 10^{15} - W_0$$

$$6 = 20 - W_0 \rightarrow W_0 = 14eV$$

در حالت دوم برای محاسبه ی بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون ها خواهیم داشت:

$$K_{max} = hf - W_0 = 4 \times 10^{-15} \times 7/5 \times 10^{15} - 14 = 16eV$$

تست ۱۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل:

با توجه به برابر بودن سرعت ها داریم:

$$f_{0B} = 2f_{0A}$$

$$K_B = hf - hf_0$$

$$K_{mA} = K_{mB} \rightarrow hf_A - hf_{0A} = hf_B - hf_{0B}$$

$$\frac{f_A}{f_B} - \frac{f_{0A}}{f_{0B}} = \frac{f_B}{f_A} - \frac{f_{0B}}{f_{0A}}$$

طرفین را به f_A تقسیم می کنیم

$$\rightarrow \frac{f_B}{f_A} = 1 + \frac{f_{0B} - f_{0A}}{f_A} = 1 + \frac{f_{0A}}{f_A}$$

با توجه به اینکه $f_A > f_{0A}$ را پس داریم:

$$0 < \frac{f_{0A}}{f_A} < 1 \rightarrow 1 < \frac{f_B}{f_A} < 2$$

تست ۱۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$K_m = hf - W_0 \rightarrow 8 = 4 \times 10^{-15} \times 6 \times 10^{14} - W_0 = 5/6eV$$

تست ۱۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است

$$\begin{cases} K_{max} = \frac{1}{2}mV_{max}^2 \\ K'_{max} = \frac{1}{2}mV'^2_{max} \end{cases} \rightarrow \left(\frac{V_{max}}{V'_{max}}\right)^2 = \frac{\frac{1200}{200} - 3}{\frac{1200}{300} - 3} = 3$$

$$\Longrightarrow \frac{V_{max}}{V'_{max}} = \sqrt{3} \Longrightarrow \frac{N'_{max}}{N_{max}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

تست ۱۹:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است

$h_f = W + K$

$K_{max} = h_f - W_O \Rightarrow 5.1 \times 10^{-19} = 6.6 \times 10^{-34} \times 1500 \times 10^{12} - W_O$

$= 4/8 \times 10^{-19}$

نور دیگر: $K_{max} = h_f - W_O = 6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{15} - 4/8 \times 10^{-19} = 1/5 \times 10^{-18} J$

تست ۲۰:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بیشینه‌ای انرژی جنبشی فوتوالکترون ها، برابر با اختلاف انرژی فوتون تابیده شده با تابع کار فلز است:

$$K_{max} = \frac{hc}{\lambda}, w \Rightarrow \begin{cases} K_A = \dfrac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}}{150 \times 10^{-9}} - 4/5 = 8 - 4/5 = 3/5eV \\ K_B = \dfrac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}}{150 \times 10^{-9}} - 3 = 8 - 3 = 5eV \end{cases}$$

به دلیل این که $K_A = 3/5eV$ و $K_B = 5eV$ است، در نتیجه K_A به اندازه ی ۳۰ درصد از K_B کمتر است.

تست ۲۱:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

طیف جامدات یک طیف پیوسته است و طیف گازها با غلظت کم، یک طیف گسسته یا خطی است.

تست ۲۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گزینه (۱) طیف جذبی پیوسته است.

تست ۲۳:

گزینه 2 پاسخ صحیح است.

$$V = \lambda f = C \to \lambda = \frac{3 \times 10^8}{\frac{8}{3} \times 10^{15}} = \frac{900}{8} nm$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H = \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2}\right) \to \frac{8}{900} = 100\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n^2}\right) \to n = 3$$

پس دومین خط لیمان است

تست ۲۴:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پنجمین خط بالمر، انتقال الکترون از $n = 7$ به $n' = 2$است که فرابنفش تابش می کند.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \to \frac{1}{\lambda} = \frac{11}{1000}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{49}\right) \to \lambda \cong 396nm$$

تست ۲۵:

گزینه 3 پاسخ صحیح است.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H = \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \to \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right) \to \lambda = \frac{9 \times 25 \times 10^{25}}{16^4} = \frac{25 \times 25 \times 9}{4}$$

$$= \frac{625 \times 9}{4} = \frac{5625}{4}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36}\right) \to \lambda = \frac{36^{12} \times 9^1 \times 100}{27^3} = 1200$$

$$\frac{5625}{4} - \frac{4800}{4} = \frac{825}{4}$$

تست ۲۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در طیف اتم هیدروژن پرتوهای مرئی گسیل شده مربوط به رشته ی بالمر می باشند و کوتاه ترین طول موج مرئی گسیل شده در رشته ی بالمر مربوط به گذار الکترون از لایه ی $n = 6$ به $n' = 2$ است و داریم:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) = R\left(\frac{8}{36}\right) = \frac{2R}{9} \to \lambda_1 = \frac{9}{2R}$$

از طرف دیگر در رشته های ایمان و بالمر می تواند پرتوهای فرابنفش گسیل شود. با توجه به این که کوتاه ترین طول موج فرابنفش گسیل شده خواسته شده است و با توجه به این که فوتون های گسیلی در رشته ی لیمان نسبت به فوتون های گسیلی در رشته ی بالمر انرژی بیشتر و طول موج کوتاه تری دارند، پس برای به دست آوردن کوتاه ترین طول موج فرابنفش گسیلی باید طول موج فوتون های گسیل شده در رشته ی لیمان را بررسی کنیم و در بین آنها کوتاه ترین طول موج مربوط به گسیل الکترون از لایه ی $n=\infty$ به $n'=1$ است و داریم:

$$\frac{1}{\lambda_2}=R\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{\infty}\right)=R\rightarrow\lambda_2=\frac{1}{R}$$

و در نهایت نسبت این دو طول موج برابر است با:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{\frac{9}{2R}}{\frac{1}{R}}=\frac{9}{2}$$

تست ۲۷:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کوتاه ترین طول موج گسیلی متناظر است با بیش ترین انرژی طیف اتم هیدروژن که مربوط به رشته لیمان $n'=\infty$ و $n=1$ است:

$$n=1\,,n'=\infty\ \rightarrow\frac{1}{\lambda}=0/01\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\rightarrow\frac{1}{\lambda_{min}}=0/01\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)$$

$$\rightarrow\lambda_{min}=100nm$$

تست ۲۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$f=\frac{c}{\lambda}\rightarrow 2/5\times10^{14}=\frac{3\times10^8}{\lambda}\rightarrow\lambda=\frac{3\times10^8}{2/5\times10^{14}}=\frac{6}{5}\times10^{-6}$$

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\rightarrow\frac{6}{5}\times10^{-6}=10^{-2}\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{(n+3)^2}\right)\rightarrow n=3$$ پاشن

تست ۲۹:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\rightarrow\frac{1}{112/5}=0/01\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)=\frac{8}{900}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

$$\rightarrow\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}=\frac{8}{9}\rightarrow n'=1\,,\qquad n=3$$

تست ۳۰:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. خط دوم سری بالمر یعنی گذار الکترون از تراز ۴ به تراز ۲، پس خواهیم داشت:

$$n=4\,,n'=2$$

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right)=R\left(\frac{4-1}{16}\right)=R\left(\frac{3}{16}\right)$$

بلندترین طول موج سری بالمر یعنی $n'=2$ و $n=3$، زیرا کم ترین انرژی قرار است آزاد شود.

$$n=3\,,n'=2$$

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)=R\left(\frac{5}{36}\right)$$

$$\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{\frac{1}{\lambda'}}{\frac{1}{\lambda}}=\frac{R\left(\frac{5}{36}\right)}{R\left(\frac{3}{16}\right)}=\frac{5\times16}{3\times36}=\frac{5\times4}{3\times9}=\frac{20}{27}$$

تست ۳۱:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بلندترین طول موج مرئی مربوط به گذار از تراز $n=7$ به تراز $n'=2$ است.

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)=\frac{1}{\lambda}=R\times\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{49}\right)\rightarrow\lambda_{max}=\frac{4\times49}{45R}$$

این طول موج غیر مرئی مربوط به مدار م $n=\infty$ به $n'=2$ است.

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{4}-0\right)\rightarrow\lambda_{min}=\frac{4}{R}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}=\frac{\frac{4\times49}{45R}}{\frac{4}{R}}=\frac{49}{45}$$

تست ۳۲:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = 0/01\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{9}\right) \rightarrow \lambda_{max} = 720nm$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = 0/01\left(\frac{1}{4}\right) \rightarrow \lambda_{min} = 400nm$$

تست ۳۳:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بیشترین بسامد فوتون تابشی در سری لیمان زمانی ایجاد می شود که الکترون از لایه ی $n = \infty$ به لایه ی اول بیاید. در این صورت داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\text{لیمان}}} = R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right) = R\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{\infty}\right) = R \rightarrow \lambda_{\text{لیمان}} = \frac{1}{R}$$

و کمترین بسامد فوتون فرابنفش تابشی در سری بالمر، مربوط به گذار الکترون از لایه ی ۷ به لایه ی ۲ است و داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\text{بالمر}}} = R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right) = R\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{49}\right) = R\left(\frac{45}{196}\right) \rightarrow \lambda_{\text{بالمر}} = \frac{196}{45R}$$

و در نهایت طبق رابطه ی $\lambda = \frac{c}{f}$ داریم:

$$\frac{f_{\text{بالمر}}}{f_{\text{لیمان}}} = \frac{\lambda_{\text{لیمان}}}{\lambda_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{1}{R}}{\frac{196}{45R}} = \frac{45}{196}$$

تست ۳۴:

گزینه 4 پاسخ صحیح است.

تست ۳۵:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

موارد ۱، ۲ و ۳ با الگوی پور قابل توجیه است، ولی الگوی بور نمی تواند متفاوت بودن شدت نور طیف گسیلی بخار هیدروژن را توضیح دهد و گزینه (۴) نادرست است

تست ۳۶:

گزینه 1 پاسخ صحیح است.

$$\Delta E = E_1 - E_2 = -\frac{E_R}{1^2} - \left(-\frac{E_R}{1^2}\right) = -13/6 - 3/4 = 10/2eV$$

$$\rightarrow 10/2eV \xrightarrow{\times 1/6\times 10^{-19}} 1/632 \times 10^{-18}J$$

تست ۳۷:

گزینه 2 پاسخ صحیح است. اگر از ۵ به ۴ بیاید کمترین انرژی فوتون گسیلی را داریم

$$E_5 - E_4 = hf \rightarrow -0/544 - (-0/850) = 4 \times 10^{-14} f \rightarrow 0/306 = 4 \times 10^{-14}$$

$$f = \frac{306 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-15}} = 76/5THz$$

تست ۳۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta E = hf = 1/9eV \xrightarrow{\text{روی شکل}} E_{n_2} - E_{n_3}$$

تست ۳۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

تست ۴۰:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$E = -\frac{E_R}{n^2} \rightarrow \{\Delta E = E_R\left(1 - \frac{1}{9}\right) = \frac{8E_R}{9}, \qquad \Delta E' = E_R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36}\right) = \frac{5E_R}{144} \rightarrow \frac{\Delta E}{\Delta E'} = 25/6$$

تست ۴۱:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به طور کلی، با افزایش شماره ی لایه ها تفاوت انرژی لایه های متوالی، کاهش می یابد، بنابر این اختلاف انرژی لایه های ۲ و ۳ ($E_3 - E_2$) کم تر از اختلاف انرژی لایه های ۱ و ۲($E_2 - E_1$) است و در نتیجه انرژی فوتون B کم تر از انرژی فوتون A است و عبارت مطرح شده در گزینه ی (۴) نادرست است.

دقت کنید: به طور کلی، طول موج فوتون های رشته ی لیمان کمتر از طول موج فوتون های رشته ی بالمر است، بنابر این طول موج فوتون های A و C کم تر از طول موج فوتون B می باشد

تست ۴۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در الگوی بور شعاع مدار مانای n از رابطه $r_n = n^2 a_0$ به دست می آید. با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:

$$\Delta r = \frac{7}{16} r_2 \rightarrow r_2 - r_1 = \frac{7}{16} r_2$$

$$\xrightarrow{r_1 = r_n = n^2 a_0} (n+1)^2 a_0 - n^2 a_0 = \frac{7}{16}(n+1)^2 a_0$$

$$\frac{9}{16}(n+1)^2 = n^2 \rightarrow \frac{3}{4}(n+1) = n \rightarrow n = 3$$

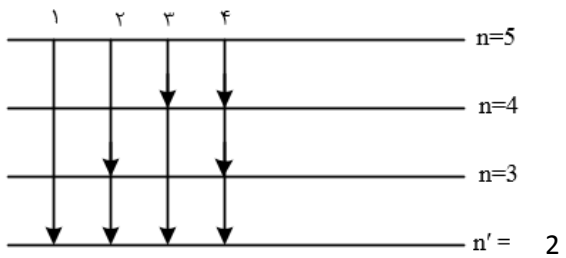
تست ۴۳:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای اختلاف انرژی فوتون گسیل در دو حالت مختلف، چنین رابطه ای وجود دارد که به راحتی هم قابل اثبات است: $\Delta E(n_1 \rightarrow n_2) = \Delta E(n_1 \rightarrow n_3) - \Delta E(n_2 \rightarrow n_3)$

در واقع تراز مشترک در دو گسیل از رابطه ی نهایی حذف می شود. پس با این حال تنها گزینه ی ۳ قابل محاسبه است.

تست ۴۴:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تابش های مربوط به رشته ی بالمر $(n' = 2)$ در طیف فرابنفش و مرئی قرار دارند و تابش های پاشن $(n' = 3)$ و براکت $(n' = 4)$ در محدوده ی فروسرخ قرار دارند. گذارهای ممکن را رسم می کنیم چهار گذار ممکن است که در گذار ۱ ، تنها تابش در رشته ی بالمر است که فروسرخ نیست بقیه ی گذارها می توانند به تابش فروسرخ منجر شوند.



تست ۴۵:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \rightarrow n_1^2 = \frac{-13/6}{-0/85} = 16 \rightarrow n_1 = 4$$

$$n_2^2 = \frac{-13/6}{-3/4} = 4 \rightarrow n_2 = 2$$

$$r_n = a_0 n^2 \rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$

تست ۴۶:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است

تست ۴۷:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گزینه (۱): این طیف فقط طیف هیدروژن را به خوبی پیش بینی می کند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. موارد ۲، ۳ و ۴ توسط فیزیک کلاسیک توجیه نمی شود. بر طبق پیش بینی فیزیک کلاسیک با کاهش طول موج انرژی، موج الکترومغناطیس تابش شده زیاد شده و فوتوالکترون ها با انرژی جنبشی بیش تری خارج می شوند.

تست ۴۸:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی فوتون ورودی باید دقیقا برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد

تست ۴۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وارونی جمعیت مربوط به حالتی است که الکترون ها مدت زمانی در حدود $(10^{-3}s)$ را با تعداد بسیار بیشتری (نسبت به حالت برانگیخته معمولی که مدت زمان الکترون ها با تعداد کم تر در حدود $(10^{-8}s)$ است) فرصت تقویت نور لیزر را فراهم می کنند. در واقع تعداد بسیار بالاتر و مدت زمان حضور در این ترازها عامل تقویت نور لیزر می شود.

برررسی درستی گزینه ۴: همان طور که می دانید اختلاف کوتاه ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را گستره ی طول موجهای آن رشته می نامند، بنابراین گستره ی طول موج های رشته ی لیمان برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) \rightarrow \lambda_{max} = \frac{400}{3} nm \\ \frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{\infty}\right) \rightarrow \lambda_{min} = 100nm \end{cases}$$

$$\rightarrow \text{گستره طول موج لیمان} = \frac{400}{3} - 100 = \frac{100}{3} nm = \frac{1}{30} \mu m$$

پاسخ فیزیک هسته ای

تست ۵۰:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت های نادرست:

الف) توریم (Z = ۹۰) و اورانیوم (Z = ۹۲) استثناء هستند.

پ) برای پایداری باید نیروهای الکترواستاتیکی و نیروهای بین نوکلئون ها موازنه باشند.

تست ۵۱:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی قوی هسته ای بین نوکلئون ها (پروتون ها و نوترون ها) در فاصله یکسان برابر است.

تست ۵۲:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

الف) صحیح است. پروتون ها و نوترون ها به ترتیب عدد اتمی و عدد جرمی (مجموع پروتون و نوترون) را تعیین می کنند که ویژگی های هسته را مشخص می کند.

ب) صحیح است. تعداد پروتون ها، هویت شیمیایی یک اتم و جایگاه در جدول تناوبی و ... را مشخص می کنند .

پ) غلط است. نوکلئون انرژی کوانتومی دارد و بازه های مشخصی است. کمیت پیوسته و دلخواه نیست.

ت) غلط است. الکترونها برانگیخته می شوند، نه هسته ها

تست ۵۳:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نیروی الکترواستاتیکی بلند برد و نیروی هسته ای کوتاه برد است.

تست ۵۴:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه ی اینشتین $E = mc^2$ و $P = \frac{E}{t}$ می توان نوشت:

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow P = \frac{mc^2}{t} \rightarrow Pt = mc^2 \rightarrow 8 \times 200 \times 20 \times 24 \times 3600 = m \times 9 \times 10^{16}$$

$$\rightarrow m = \frac{27648 \times 10^5}{9 \times 10^{16}} \times 1000 = 3/072 \times 10^{-5} g$$

تست ۵۵:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$E = mc^2 = 4 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 4 \times 10^{-3} \times 9 \times 10^{16} = 36 \times 10^{13} J$$

$$P = \frac{E_1}{t} \rightarrow \begin{cases} P = 100W \\ t = 20 \times 3600s \end{cases} \rightarrow E_1 = 72 \times 10^5 J \rightarrow n = \frac{E}{E_1} = \frac{36 \times 10^{13}}{72 \times 10^5}$$

$$= 5 \times 10^7 = 50 \text{ میلیون لامپ}$$

تست ۵۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اختلاف جرم طرفین رابطه (واکنش) به صورت انرژی آزاد می شود.

$$m = ۰/۰۰۲U = ۲ \times ۱۰^{3} \times ۱/۷ \times ۱۰^{-27} = ۳/۴ \times ۱۰^{-30}$$

$$E = mc^2 = 3/4 \times ۱۰^{-30} \times \left(3 \times ۱۰^8\right)^2 = 3/4 \times ۱۰^{-30} \times 9 \times ۱۰^{16}$$

$$E = 30/6 \times ۱۰^{-14}$$

تست ۵۷:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جمع جبری عدد جرمی و عدد اتمی دو طرف واکنش باید یکسان باشد. ذره آلفا دارای عدد جرمی ۴ و عدد اتمی ۲ است و ذره بتای منفی عدد جرمی صفر و عددی اتمی ۱- است. با نوشتن معادله تعداد نوکلئون های Y برابر $A_y = 237 - 3 \times 4 = 225$ می شود.

تست ۵۸:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به موازنه بار و جرم در دو طرف معادله و این که $_{-1}^{0}\beta, {}_{2}^{4}\alpha$ داریم:

$$\begin{cases} A = A - 8 + 2(4) + 0 \\ Z = Z + 2(2) + 4(-1) \end{cases}$$

تست ۵۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است .

$$۲۰۷ = ۱۹۷ + \mathrm{N}\left(۴\right) + \mathrm{M}\left(۰\right) + ۲\ \left(۱\right)\mathrm{N} = ۲$$

$$۸۲ = ۷۹ + \mathrm{N}\,(۲) + \mathrm{M}\,(-۱) + ۲\,(۰) = \mathrm{M} = ۱$$

$$^{4}_{2}He: \alpha$$

$$^{0}_{-1}e^{-}: \beta^{-}$$

$$^{1}_{0}n:$$ نوترون

تست ۶۰:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

تست ۶۱:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$^{273}_{93}Np \rightarrow 3^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z}Y$$

$$\begin{cases} ۲۳۷ = ۱۲ + A \rightarrow A = 225 \\ ۹۳ = ۶ - ۱ + Z \rightarrow Z = 88 \end{cases}, A = Z + N \rightarrow N = 137$$

تست ۶۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پرتوهای αبرد کوتاهی دارند و واپاشی α در هسته های سنگین صورت می گیرد.

تست ۶۳:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Y + {}^{0}_{-1}e$$

$$Z = p = 91$$

$$n = 234 - 91 = 143 \rightarrow \frac{Z}{n} = \frac{91}{143}$$

تست ۶۴:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون هسته به ایزوتوپ دیگر تبدیل شده است، عدد اتمی آن تغییر نمی کند، بنابراین:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-8}_{Z}X + n\underbrace{(^{4}_{2}He)}_{\alpha} + m\underbrace{(^{0}_{-1}e^{-})}_{\beta}$$

$$\rightarrow \begin{cases} A = A - 8 + 4n \rightarrow 4n = 8 \rightarrow n = 2 \\ Z = Z + 2n - m \rightarrow m = 4 \end{cases}$$

تست ۶۵:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه ها:

۱) نادرست، قدرت نفوذ پرتوهای β^+ و پرتوهای β^- یکسان است.

۲) درست

۳) نادرست، پرتوهای α در وسایل آشکارساز دود استفاده می شوند.

۴) نادرست، متداول ترین نوع واپاشی در هسته ها، واپاشی β است.

تست ۶۶:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای تعیین m و n معادله واپاشی را می نویسیم:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-16}_{Z}Y + m^{4}_{2}He + n\,{}^{0}_{-1}e^{-} \rightarrow \begin{cases} A = A - 16 + 4m \\ Z = Z + 2m - n \end{cases} \rightarrow \begin{cases} m = 4 \\ n = 8 \end{cases}$$

برای تعیین خواسته ی مسئله خواهیم داشت: $3m + 4n = 3 \times 4 + 4 \times 8 = 44$

تست ۶۷:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow n^{4}_{2}\alpha + m\,{}^{0}_{-1}\beta^{-} + {}^{206}_{82}Pb$$

$$226 = 4n + (0 \times m) + 206 \rightarrow n = 5$$

$$88 = 4n - m + 82 \rightarrow 88 = 2 \times 5 - m + 82 \rightarrow m = 4$$

$$5 - 4 = 1$$

$^{4}_{2}\alpha$از جنس هسته ی اتم هلیم و دارای بار مثبت است. $^{0}_{-1}\beta^{-}$از جنس الکترون و دارای بار منفی است.

تست ۶۸:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{Z}_{A}X + 3(^{1}_{0}n)$$

$$۱ + ۲۳۵ = ۱۴۱ + A + ۳ \rightarrow A = 92$$

$$0 + 92 = 56 + Z + 0 \rightarrow Z = 36$$

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{92}_{36}X$$

A عدد جرمی است که برابر مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته (یا مجموع تعداد نوکلئون های هسته) است.

تست ۶۹:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل تعداد هسته ها پس از ۱۲۵ روز برابر $N=\frac{N_0}{32}$ است

$$N=\frac{N_0}{2^2}=\frac{N_0}{32}\rightarrow n=\frac{t}{T}=5\rightarrow T=\frac{t}{n}=\frac{125}{5}=25days$$

تست ۷۰:

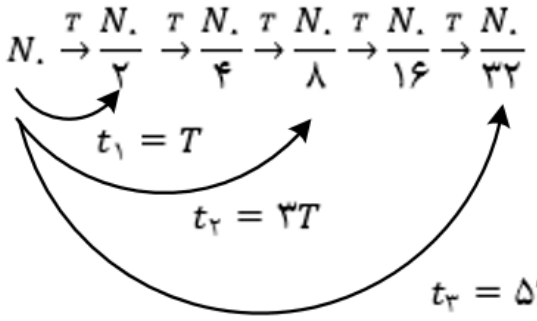
گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n=\frac{t}{T}=\frac{22920}{5730}=4$$

$$N=\left(\frac{1}{2}\right)^n N_0\rightarrow N=\frac{1}{16}N_0\rightarrow\frac{1}{16}\rightarrow 6.25\%$$

تست ۷۱:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر نیمه عمر عنصر را با نماد T نشان دهیم:



$$\frac{t_1}{t_2+t_3}=\frac{T}{3T+5T}=\frac{T}{8T}=\frac{1}{8}$$

تست ۷۲:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از نمودار، نیمه عمر (T) این ماده را محاسبه می کنیم:

$$2^{(\frac{t}{T})}=\frac{N_0}{\frac{N_0}{16}}\rightarrow 2^{\frac{16}{T}}=16=2^4\rightarrow T=4\text{روز}$$

حال بار دیگر رابطه ی نیمه عمر را می نویسیم تا محاسبه کنیم بعد از۸ روز چند درصد از هسته ها فعال باقی می ماند.

$$2^{\frac{8}{2}} = \frac{N_0}{N} \rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{N}{N_0} \times 100 = \frac{1}{4} \times 100 = \%25$$

تست ۷۳:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نمودار N - t نشان می دهد که تعداد هسته های فعال باقی ماندهی پرتوزای A در مدت ۸ روز ماده ی B در مدت ۴ روز به نصف تعداد اولیه رسیده است. بنابراین نیمه عمر ماده ی A برابر $T_A = 8(\text{روز})$ و ماده ی B برابر $T_B = 4(\text{روز})$ است.

$$n_A = \frac{t}{T_A} = \frac{32}{8} = 4 \qquad n_B = \frac{t}{T_B} = \frac{32}{4} = 8$$

بنابر این تعداد هسته های فعال باقی ماندهی ماده های A و B برابر است:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow \begin{cases} N_B = \frac{N_0}{2^8} \\ N_A = \frac{N_0}{2^4} \end{cases} \rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{\frac{N_0}{2^8}}{\frac{N_0}{2^4}} = \frac{2^4}{2^8} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16}$$

توجه: تعداد هسته های فعال اولیه هر دو ماده با توجه به نمودار برابر است. $(N_{0A} = N_{0B} = N_0)$

تست ۷۴:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$N_{\text{باقی مانده } (A)} = \frac{1}{2^n A} N_{0(A)} = \left(\frac{25}{100}\right) N_{0(A)} \rightarrow n_A = 2$$

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow \frac{n_B}{n_A} = \frac{t_B}{t_A} \times \frac{T_A}{T_B} \rightarrow \frac{n_B}{2} = 1 \times \frac{3}{1} \rightarrow n_B = 6$$

$$N_{\text{باقی مانده } (B)} = \frac{1}{2^n B} N_{0(B)} = \frac{1}{64} N_{0(B)} \ (*)$$

$$N_{\text{واپاشیده } (B)} = N_{0(B)} - N_{\text{باقی مانده } (B)} = N_{0(B)} = \frac{1}{64} N_{0(B)}$$

$$= \frac{63}{64} N_{0(B)} \cong \%98/4 N_{0(B)}$$

تست ۷۵:

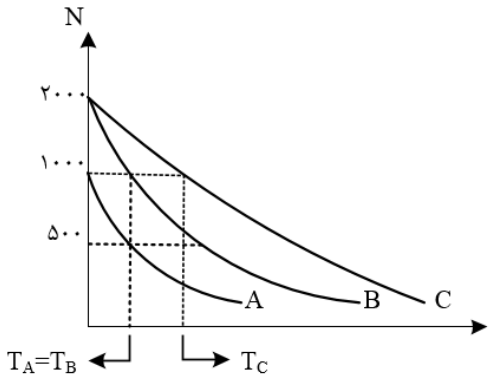
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$m_0 - \frac{7}{8}m_0 = \frac{1}{8}m_0 \quad A \text{ جرم باقی مانده } \rightarrow \frac{1}{8}m_0 = \frac{m_0}{2^n}$$

$$m_0 - \frac{3}{4}m_0 = \frac{1}{4}m_0 \quad B \text{ جرم باقی مانده } \rightarrow \frac{1}{4}m_0 = \frac{m_0}{2^n}$$

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow n_A = 3\,, n_B = 2$$

$$\rightarrow \frac{t}{T_A} = 3\,, \quad \frac{t}{T_B} = 2 \rightarrow T_A = \frac{2}{3}T_B$$



تست ۷۶:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می کشد، تعداد هسته های مادر عنصر رادیواکتیو نصف شود، مطابق شکل صورت سؤال، مدت زمانی که تعداد هسته های عنصر A نصف شده (از ۱۰۰۰ به ۵۰۰ رسیده) با مدت زمان نصف شدن تعداد هسته های B (از ۲۰۰۰ به ۱۰۰۰) برابر است ولی مدت زمان C از این دو بزرگ تر است.

تست ۷۷:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در گداخت هسته ای، نوترون های تولید شده بسیار پرانرژی و سریع هستند. مشکل اصلی نیاز به ایجاد دماهای بالا است و هنوز در راکتورهای تجاری موجود قابل استفاده نیستند.

تست ۷۸:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در فرایند شکافت اورانیم، اصل پایستگی عدد جرمی و عدد اتمی برقرار است برای به دست آوردن تعداد نوترونهای حاصل از شکافت از اصل پایستگی عدد جرمی استفاده می کنیم:

$$۱ + ۲۳۵ = ۱۳۳ + ۹۹ + \mathrm{K}$$

$$K = 4 \text{ تعداد نوترون‌های تند}$$

هم چنین در واکنش های شکافت هسته ای از گرافیت، آب معمولی و آب سنگین به عنوان کندساز استفاده می شود.

تست ۷۹:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. میله های کنترل معمولا از مواد جذب کننده ی نوترون، مانند کادمیم و بور ساخته می شوند، با وارد کردن میله های کنترل به داخل راکتور، آهنگ واکنش شکافت تنظیم می شود.

تست ۸۰:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. حاصل همجوشی هسته های دو ایزوتوپ هیدروژن، یعنی دوتریم و تریتیم، هسته ی هلیم و یک نوترون پرانرژی تولید می شود. در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند، کمتر از مجموع جرم هسته های اولیه است.

تست ۸۱:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تنها جمله ی ج صحیح است. بررسی سایر گزینه ها:

الف) افزایش درصد $^{235}_{92}U$ را غنی سازی می گوییم.

ب) میله های کنترل کننده از کادمیم و بور ساخته می شوند.

د) واکنش ذکر شده هم جوشی هسته ای است.