نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک ۳ موج

۱ اگر موجی با طول موج λ به مانعی برخرد کند که شکافی به پهنای a در آن باشد قسمتی از موج از شکاف می‌گذرد، در این باره کدام گزینه درست است؟

۱) هر چه پهنای شکاف بزرگ‌تر از λ باشد، موج گذر کرده، انحناء کمتری دارد.

۲) هر چه پهنای شکاف کوچک‌تر از λ باشد موج گذر کرده، انحناء کمتری دارد.

۳) هر چه پهنای شکاف نسبت به حالت قبل بیشتر شود موجی که از شکاف می‌گذرد به اطراف شکاف گسترده می‌شود.

۴) هر چه پهنای شکاف نسبت به حالت قبل کمتر شود موج گذر کرده از شکاف، شکل موج تختی بیشتری خواهد داشت.

۲ چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) تندی امواج روی سطح آب موجود در تشت موج به عمق آب بستگی دارد.

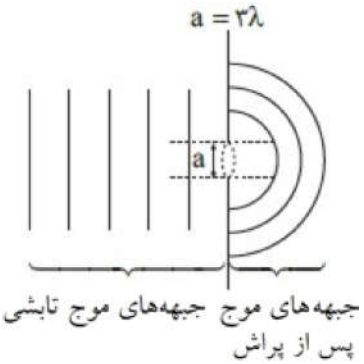
ب) با افزایش دما، ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد.

پ) در پاشندگی نور سفید، نور قرمز کم ترین و نور بنفش بیش‌ترین میزان انحراف را دارند.

ت) هر چه نسبت طول‌موج به پهنای شکاف بیشتر باشد، پراش بارزتری مشاهده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳ کدام‌یک از موارد زیر باعث می‌شود که در شکل مقابل خمیدگی و گسترش نور (پراش نور) پس از عبور از شکاف کمتر شود؟ (a ضخامت شکاف و λ طول موج است)



۱) استفاده از نور قرمز به جای آبی ۲) کاهش a

۳) مایل کردن جبهه‌های موج نسبت به مانع ۴) انجام آزمایش در آب

۴ نوری تکفام به شکافی به ضخامت $۰/۶\text{mm}$ که روی صفحه‌ای کدر قرار دارد، می‌تابد. به ازای کدام‌یک از بسامدهای زیر برحسب گیگاهرتز پراش نور بیشتر است؟ ($c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$)

۱) ۱۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۵ کدام‌یک از گزینه‌های زیر درخصوص پدیده‌ی پراش نادرست است؟

۱ در پدیده‌ی پراش، جبهه‌های موج هنگام عبور از شکاف، از حالت تخت به حالت کروی تغییر شکل می‌دهند.

۲ پدیده‌ی پراش برای تمامی امواج مانند الکترومغناطیسی، صوتی و ... رخ می‌دهد.

۳ هرچه پهنای شکاف در مقابل موج‌های تخت، کوچک‌تر باشد، موج‌ها بیشتر پراشیده می‌شوند.

۴ پدیده‌ی پراش در پیشروی جبهه‌های موج، تنها به سمت موانع با لبه‌های تیز در حدود طول موج اتفاق می‌افتد.

۶ در سطح یک صفحه‌ی مستطیل شکل فلزی شکافی به ضخامت ۲mm ایجاد شده است. بسامد موج الکترومغناطیسی تابشی به صفحه چند گیگاهرتز باشد تا پدیده‌ی پراش بارزتر رخ دهد؟ ($c = ۳\times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$)

۱ ۷۵ ۲ ۱۵۰ ۳ ۳۰۰ ۴ ۶۰۰

۷ کدام جمله در مورد پراش موج نادرست است؟

۱ هنگامی اتفاق می‌افتد که موج از روزنه‌ای یا از لبه‌های مانعی به ابعاد حدود طول موج عبور کند.

۲ هنگامی که نور از یک شکاف باریک عبور می‌کند، نوارهای روشن و تاریک روی یک پرده تشکیل می‌دهد.

۳ پراش فقط در موج‌های الکترومغناطیسی اتفاق می‌افتد.

۴ اگر موج تخت از شکاف باریکی به ابعاد طول موج عبور کند، از حالت تخت خارج می‌شود.

۸ چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) تحلیل نقش پراش، مبتنی بر بحث برهم‌نهی موج است.

ب) سراب و سراب آبگیر تفاوتی ندارد.

پ) پدیده شکست برای امواج مکانیکی نیز رخ می‌دهد.

ت) پراش تنها نتیجه بر هم کنش امواج با محیط است.

ث) بازتاب تنها راه بر هم‌کنش امواج با محیط است.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۹ آزمایش یانگ را یک‌بار با چشمه‌ای به طول موج ۴۵۰nm در هوا و بار دیگر با چشمه‌ای به طول موج ۶۰۰nm در محیط آب انجام می‌دهیم. پهنای نوار روشن در آزمایش دوم چند برابر آزمایش اول است؟ (طول موج ۶۰۰nm در هوا می‌باشد.) $\left(n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}\right)$

۱ $\frac{۴}{۳}$ ۲ ۱ ۳ $\frac{۳}{۴}$ ۴ $\frac{۳}{۲}$

۱۰ در هر یک از شکل‌های زیر، جبههٔ موج تختی با طول موج λ به سمت شکاف پیشروی می‌کنند. در کدام شکل، جبههٔ موج پس از عبور از شکاف تقریباً تخت باقی می‌ماند و در کدام شکل، پراش بارزتری مشاهده می شود؟ (به‌ترتیب از راست به چپ)

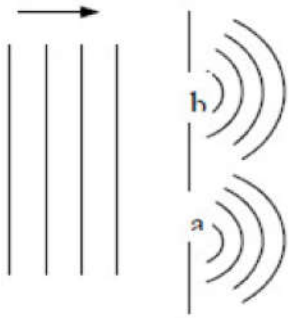
الف) $a = ۳\lambda$

ب) $a = ۶\lambda$

ج) $a = \lambda$

۱ ب - الف ۲ الف - ج ۳ ب - ج ۴ الف - ب

۱۱) مطابق شکل، موج تختی با طول موج λ به سمت دو شکاف با پهنای a و b پیش‌روی می‌کند. کدام مورد در بازه‌ی جبهه‌ی موج عبوری از دو شکاف صحیح است؟



۱) $a = b < \lambda$ ۲) $a > b = \lambda$ ۳) $\lambda = a < b$ ۴) $\lambda = a > b$

۱۲) کدام گزینه در مورد پدیدهٔ پراش صحیح است؟

۱) هرچه ابعاد روزنه نسبت به طول‌موج بزرگ‌تر باشد، گسترش نور به اطراف نور کم‌تر است.

۲) هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول‌موجِ موج، باشد پدیدهٔ پراش رخ می‌دهد.

۳) در پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز، نوارهای تاریک و روشن روی پرده تشکیل می‌شود.

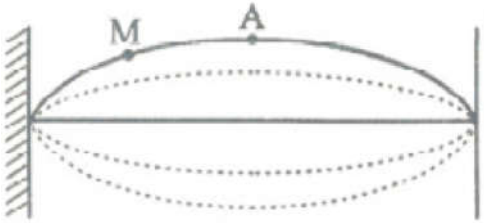
۴) هر سه گزینه صحیح است.

۱۳) در کدام‌یک از حالت‌های زیر، پدیده پراش بیشتر خواهد بود؟

۱) بسامد نور تابشی بیشتر و پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد. ۲) بسامد نور تابشی کمتر و پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد.

۳) بسامد نور تابشی بیشتر و پهنای شکاف کوچک‌تر باشد. ۴) بسامد نور تابشی کمتر و پهنای شکاف کوچک‌تر باشد.

۱۴) در یک طناب موج ایستاده‌ای مطابق شکل مقابل است. کدام گزینه برای دو نقطهٔ A و M درست بیان شده است؟



۱) سرعت A در هنگام عبور از وضع تعادل کمتر از سرعت M در هنگام عبور از وضع تعادل است.

۲) دامنه نوسان هر دو نقطه یکسان است.

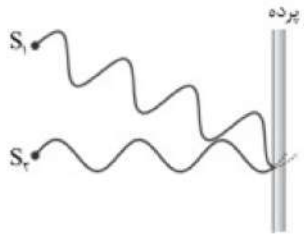
۳) دو نقطهٔ A و M با یکدیگر اختلاف فاز دارند.

۴) سرعت A در هنگام عبور از وضع تعادل بیش از سرعت M در هنگام عبور از وضع تعادل است.

۱۵) آزمایش یانگ را در آب با ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ انجام می‌دهیم. اگر بسامد نور مورد آزمایش را ۲۰ درصد افزایش دهیم و آزمایش را به جای آب در هوا انجام دهیم، ضخامت نوارهای تاریک یا روشن نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۹}{۱۰}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۱۰}{۹}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۱۶) با توجه به شکل مقابل کدام مورد استنباط نمی‌شود؟



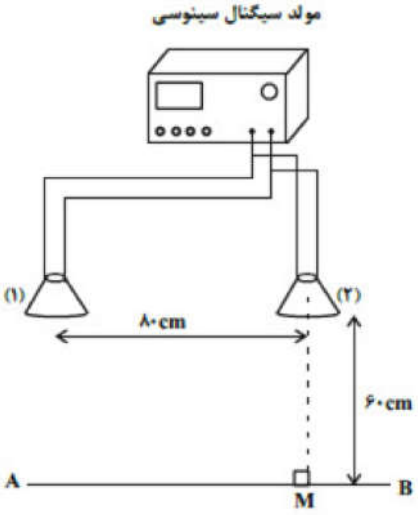
۱) در اثر تلاقی بین دو موج، تداخل سازنده ایجاد شده است.

۲) در اثر تداخل سازنده، فریزهای روشن ایجاد شده است.

۳) تداخل امواج نوری و آزمایش اوّلیه یانگ نشان داده شده است.

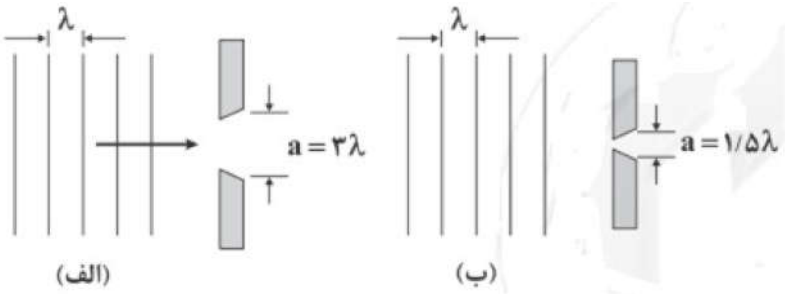
۴) پدیده پراش نور بررسی می‌شود.

۱۷) در شکل مقابل، دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل‌اند، امواج سینوسی هم‌بسامدی با معادلهٔ نوسان‌های $x_1 = x_2 = 0/2\,\mathrm{Cos}\,(80\pi t)$ در فضا منتشر می‌کنند. اگر تندی انتشار این امواج در فضا برابر با $6/4\,\frac{m}{s}$ باشد، اختلاف فاصلهٔ نقطهٔ M از دو بلندگو چند برابر طول‌موج است؟



۱) $2/5$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $3/5$

۱۸) در شکل‌های (الف) و (ب)، موج فرودی تختی با طول موج λ نشان داده شده است، به ترتیب از راست به چپ، در کدام شکل پراش به صورت بارزتری رخ می‌دهد و در کدام شکل، جبهه‌های موج عبوری تقریباً تخت باقی می‌مانند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

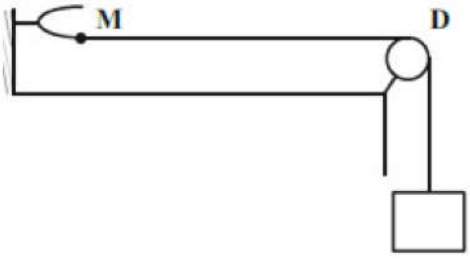


۱) «الف» - «الف» ۲) «الف» - «ب» ۳) «ب» - «ب» ۴) «ب» - «الف»

۱۹ موج ایستاده‌ای در یک تار به طول ۱ متر، ۵ گره تشکیل داده است. اگر سرعت انتشار موج در تار $V = ۲۰۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد هماهنگ اصلی چند هرتز است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۲۰ مطابق شکل مقابل، جرم وزنه برابر با $۱۰\,kg$ و در تار افقی به طول یک متر، موجی ساکن با ۴ گره ایجاد شده است. اگر بسامد نوسان‌ها $۳۰۰\,Hz$ باشد، جرم سیم MD چند گرم است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$

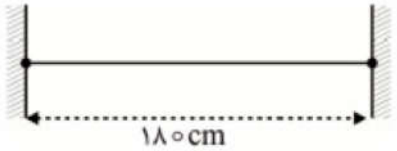


۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۲۱ در یک تار مرتعش، بسامد دو هماهنگ متوالی تار $۲۴۰\,Hz$ و $۳۲۰\,Hz$ است. این بسامدها، هماهنگ‌های ..... و ..... بسامد اصلی بوده و طول تار ..... متر است. (سرعت انتشار موج در تار $۱۶۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) سوم و چهارم، ۱ ۲) سوم و چهارم، ۲ ۳) سوم و چهارم، ۰/۵ ۴) دوم و سوم، ۲

۲۲ دو انتهای تاری به طول $۱۸۰\,cm$ محکم بسته شده است و در آن موج‌های ایستاده تشکیل می‌شود. اگر اختلاف طول موج دو هماهنگ متوالی $۱۲\,cm$ باشد، طول موج موج ایستاده با شماره هماهنگ کوچک‌تر چند سانتی‌متر است؟

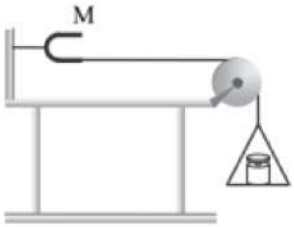


۱) ۷۲ ۲) ۳۶ ۳) ۶۰ ۴) ۳۰

۲۳ سیمی به طول $۴۸\,cm$ و جرم $۳۶\,g$ بین دو نقطه با نیروی $۲۴۳۰\,N$ کشیده شده است. در این سیم دو انتها بسته موجی ایستاده تشکیل می‌شود که در آن پنج گره وجود دارد. بسامد تشدید شده توسط سیم چند هرتز است؟

۱) ۹۳۷/۵ ۲) ۷۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۱۸۷۵

۲۴ در شکل روبه‌رو، دیاپازون در حال ارتعاش است، اگر به ازای وزنه‌ای که داخل کفه است، سه شکم در طول تار ایجاد شود، با کاهش تدریجی جرم وزنه، کدام‌یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟



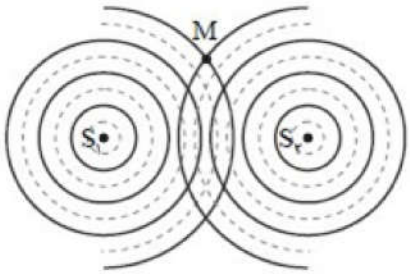
۱ تعداد شکم‌ها کاهش می‌یابد و بسامد زیر کاهش می‌یابد.

۲ تعداد شکم‌ها افزایش می‌یابد و بسامد زیر افزایش می‌یابد.

۳ تعداد شکم‌ها کاهش می‌یابد ولی بسامد ثابت می‌ماند.

۴ تعداد شکم‌ها افزایش می‌یابد ولی بسامد ثابت می‌ماند.

۲۵ در شکل مقابل دو چشمه موج با بسامد یکسان، به طور هم‌زمان به سطح آب نوسان می‌کنند. دایره‌های کامل جبهه‌های موج در برآمدگی را نشان می‌دهد و خط های خط چین جبهه‌های فرورفتگی هر چشمه موج را نشان می‌دهد. در نقطه M چه تداخلی داریم و وضعیت نوسانی این نقطه چگونه است؟



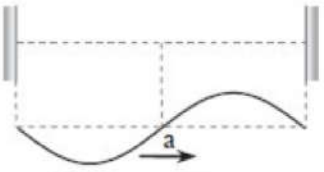
۱ سازنده، با دامنه بیشینه بالا و پایین می‌رود.

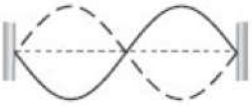
۲ سازنده، همواره بالا می‌ماند.

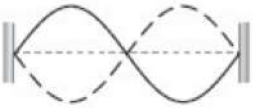
۳ ویران‌گر، ساکن است.

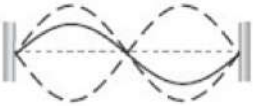
۴ ویران‌گر، نوسان قابل توجهی ندارد.

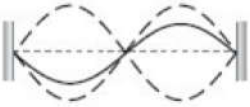
۲۶ در یک ریسمان که دو طرف آن به جای ثابتی بسته شده است یکی از هماهنگ‌های موج ایستاده تشکیل شده است. این موج ایستاده از تداخل موج رونده‌ی a و موج رونده‌ی b (بازتاب موج a) به وجود آمده است. اگر در لحظه‌ی $t = t_۱$ موج a در طناب به صورت شکل روبه‌رو باشد، در لحظه $t = t_۱ + \frac{T}{۸}$ موج ایستاده در طناب به چه شکل خواهد بود؟



۱ 

۲ 

۳ 

۴ 

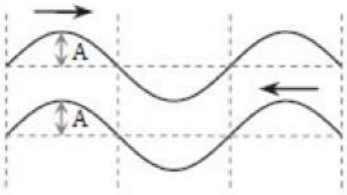
۲۷ نیروی کشش تار مرتعشی را ۳۶ درصد کاهش می‌دهیم. در این صورت بسامد اصلی و طول موج اصلی چند برابر می‌شوند؟

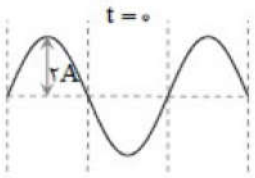
۱) ۲۰ درصد کاهش - بدون تغییر
۲) ۳۶ درصد کاهش - ۲۰ درصد کاهش
۳) بدون تغییر - بدون تغییر
۴) ۲۰ درصد افزایش - ۳۶ درصد کاهش

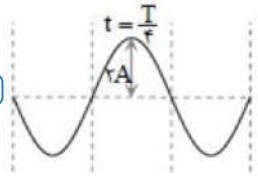
۲۸ تار ویولونی به طول ۵cm در نزدیکی بلندگویی قرار داده شده است که توسط یک نوسان‌ساز صوتی که با بسامد متغیر کار می‌کند، به کار می‌افتد. بسامد نوسان‌ساز در محدوده‌ی ۶۰۰Hz تا ۱۸۰۰Hz تغییر می‌کند ولی تار فقط در بسامد ۹۶۰ و ۱۴۴۰ هرتز به نوسان درمی‌آید. بسامد اصلی و سرعت انتشار موج چند هرتز و $\frac{m}{s}$ به‌ترتیب از راست به چپ است؟

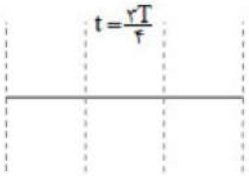
۱) ۱۴۰، ۲۴
۲) ۲۴۰، ۴۸
۳) ۴۸۰، ۲۴
۴) ۴۸۰، ۴۸

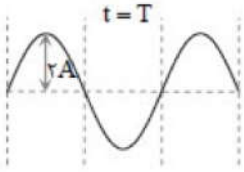
۲۹ در شکل روبه‌رو نقش دو موج را به طور جداگانه در لحظه‌ی $t = ۰$ ریسمان می‌بینیم. کدام‌یک از شکل‌های زیر موج ایستاده در طناب در لحظه‌ی مشخص شده را درست نشان نمی‌دهد؟ (دامنه‌ی موج‌ها یکسان است.)



۱)


۲)


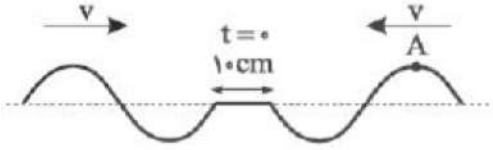
۳)


۴)


۳۰ در یک تار مرتعش، موج ایستاده با ۸ گره تشکیل شده است. اگر نیروی کشش تار را ۹۶ درصد افزایش دهیم و با همان بسامد قبلی تار را مرتعش کنیم، تعداد گره‌های ایجاد شده در حالت دوم چه‌قدر می‌شود؟

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

۳۱ در شکل زیر دو تپ عرضی مشابه با طول موج ۳۰cm و سرعت $۵\frac{\text{cm}}{s}$ به سمت یک‌دیگر در حال حرکت هستند. چند ثانیه پس از لحظهٔ داده شده برحسب ثانیه، مکان ارتعاشی نقطهٔ A نسبت به وضع تعادلش بیشینه می‌شود؟

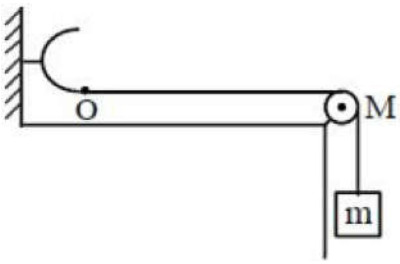


۱) ۳/۲۵
۲) ۵/۵
۳) ۷/۷۵
۴) ۱۰

۳۲ طول تارهای هم‌جنس و هم‌قطر A و B که تحت نیروهای کشش یکسان F قرار دارند، به ترتیب ۱۰۰cm و ۱۴۴cm است. تار B را به دیاپازونی وصل می‌کنیم که بسامد و دامنه ارتعاش‌های آن به ترتیب ۲ و $۰/۶۴$ برابر بسامد و دامنه ارتعاش‌های دیاپازون متصل به تار A است. فاصله یک قله و دره متوالی در تار B چند برابر فاصله یک قله و دره متوالی در تار A است؟

۱) $۲/۴$ ۲) $\frac{۳}{۵}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۳۳ در شکل زیر نقطهٔ O توسط دیاپازون با بسامد ۵۰Hz به نوسان درمی‌آید. اگر طول تار OM برابر ۶۰cm ، جرم تار OM برابر $۴۵g$، جرم وزنهٔ آویزان از M چند کیلوگرم باشد تا در طول تار، سه شکم پدید آید؟ (تار در انتها بسته فرض شده و جرم تار آویزان از M ناچیز فرض می‌شود.) $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

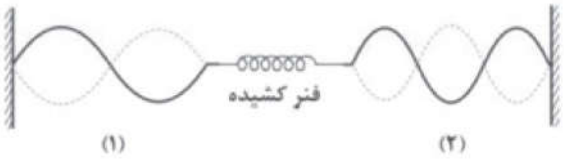


۱) ۴ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۳ ۴) ۳

۳۴ هنگام تشکیل امواج دایره‌ای بر سطح آب تشت موج، بسامد گوی متحرک برابر ۲۰ هرتز است و در قسمت کم‌عمق فاصلهٔ بین یک برآمدگی و فرورفتگی متوالی برابر ۱۰cm است. اگر هنگام حرکت موج به قسمت عمیق، تندی حرکت امواج، $۶\frac{m}{s}$ تغییر کند، در این قسمت موج، فاصلهٔ بین دو نقطه که برابر ۲ متر است را در مدت چند ثانیه می‌پیماید؟

۱) ۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۵ ۴) ۰/۵

۳۵ دو ریسمان نشان‌داده‌شده در شکل زیر، دارای طول‌های یکسان بوده و توسط یک فنر به نوسان درمی‌آیند. اگر چگالی خطی ریسمان (۱) ، μ باشد، چگالی خطی ریسمان (۲) کدام است؟

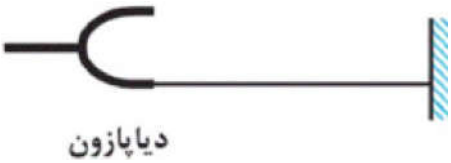


۱) μ ۲) $\frac{۲}{۳}\mu$ ۳) $\frac{۳}{۲}\mu$ ۴) $\frac{۹}{۴}\mu$

۳۶ بسامد هماهنگ سوم یک تار مرتعش که بین دو نقطه ثابت شده است، ۱۲۰ هرتز است. آن را چنان تحت کشش قرار می‌دهیم که طولش ۴ برابر شده و نیروی کشش آن را ۹ برابر می‌کنیم. بسامد هماهنگ پنجم در تار جدید چند هرتز می‌شود؟

۱) ۲۴۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۶۰

۳۷ مطابق شکل، یک انتهای سیم همگنی به دیوار و انتهای دیگر آن به دیاپازونی بسته شده است. در اثر نوسان دیاپازون، در طناب موج‌های ایستاده تشکیل می‌شود. اگر در همین شرایط، به جای این دیاپازون، از دیاپازونی با بسامد بیش‌تر استفاده کنیم و موج‌های ایستاده در سیم تشکیل شود، فاصلهٔ اولین شکم از دیوار .....

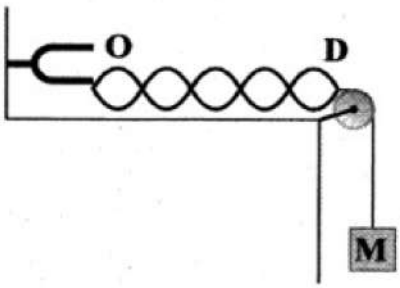


۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) بسته به بسامد دیاپازون، هر سه حالت ممکن است.

۳۸ در شکل زیر، طناب را با نیروی F کشیده‌ایم تا با کمترین بسامد خود توسط دیاپازون به حال تشدید درآید. تدریجاً نیروی کشش طناب را چند درصد تغییر دهیم تا مجدداً برای بار بعدی در طول طناب شاهد تشدید باشیم؟ (دو سر طناب ثابت است)

۱) ۱۰۰ درصد
۲) ۳۰۰ درصد
۳) ۷۵ درصد
۴) ۵۰ درصد

۳۹ مطابق شکل زیر، به وسیله‌ی یک دیاپازون، موجی ایستاده در تار ایجاد می‌کنیم. جرم وزنه M را چند برابر کنیم تا تعداد گره‌های تشکیل‌شده در تار نصف شود؟ (در نقاط O و D همواره گره تشکیل می‌شود.)



۱) $\frac{۲۵}{۴}$
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) $\frac{۱۶}{۴۹}$
۴) $\frac{۳}{۷}$

۴۰ هنگامی که یک مجسمه‌ی توپر آلومینیومی را از یک طناب آویزان می‌کنیم، فرکانس اصلی موج ایستاده درون طناب ۲۵۰Hz است. مجسمه را به طور کامل در آب فرو می‌بریم. در این حالت فرکانس اصلی موج ایستاده درون طناب چند هرتز خواهد شد؟ $\left(\rho_{\text{آلومینیم}} = ۲۵۰۰\ \frac{\text{kg}}{m^۳}, \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\ \frac{\text{kg}}{m^۳}\right)$

۱) ۱۲۵
۲) صفر
۳) $۱۲۵\sqrt{۵}$
۴) $۲۵۰\sqrt{۰/۶}$

۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر چهار عبارت ذکر شده صحیح است.

۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

برای کاهش پراش باید عدد m در رابطه‌ی $m = \frac{a}{\lambda}$ افزایش یابد. در گزینه‌ی (۱) و (۲) عدد m کاهش می‌یابد.

$$a = \frac{\lambda}{m}$$

بنابراین پراش افزایش می‌یابد و گزینه‌ی (۳) در پراش تأثیری ندارد. در گزینه‌ی (۴)، $\lambda_۲ = \frac{\lambda_۱}{n} \Rightarrow \lambda_۲ < \lambda_۱$ سپس با کاهش مقدار λ عدد m افزایش یافته و پراش کاهش می‌یابد.

۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

بیشترین پراش وقتی رخ می‌دهد که طول موج نور تابشی برابر با اندازه‌ی شکاف باشد.

$$a = ۰/۶\text{mm}$$

$$a = \lambda$$

$$\lambda = \frac{V}{F} \Rightarrow f = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶\times۱۰^{-۴}} = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{۱۲}\ \text{Hz}$$

$$\lambda = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{۱۲}\times۱۰^{-۹}\ \text{GH} = ۵۰۰\text{Hz}$$

۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پدیده‌ی پراش در مورد پیشروی موج‌هایی به سمت مانع‌هایی با لبه‌های تیز و شکاف‌های در حدود طول موج است.

۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید ضخامت شکاف در حد طول موج نور تابشی باشد.

$$d = \lambda \Rightarrow \lambda = ۲\text{mm}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{۳\times۱۰^{۸}}{f} = ۲\times۱۰^{-۳} \Rightarrow f = ۱/۵\times۱۰^{۱۱}\ \text{Hz}$$

$$f = ۱/۵\times۱۰^{۱۱}\times۱۰^{-۹} = ۱۵۰\text{GHz}$$

۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پراش موج برای همه موج‌هاست.

۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌های نادرست

الف) تحلیل نقش پراش، مبتنی بر بحث تداخل موج است.

ت) شکست نیز نتیجه بر هم کنش امواج با محیط است.

ث) بازتاب و شکست و پراش نیز از راه‌های بر هم کنش امواج با محیط هستند.

۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طول موج دوم در هوا:

$$\frac{\lambda'_۲}{\lambda_۲}=\frac{v'_۲}{v_۲}=\frac{n_۲}{n'_۲}\Rightarrow\frac{\lambda'_۲}{۶۰۰}=\frac{۱}{\frac{۴}{۳}}\Rightarrow\lambda'_۲=۴۵۰\text{nm}$$

آب
هوا

$$W\propto\lambda\Rightarrow\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{\lambda'_۲}{\lambda_۱}=\frac{۴۵۰}{۴۵۰}=۱$$

دقت کنید نسبت ضخامت نوارها به نسبت طول موج است.

۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد (مرتبهٔ بزرگ‌تری از طول موج)، پراش موج کم‌تر انجام می‌شود و هرچه پهنای شکاف در حد طول موج باشد و کوچک‌تر باشد، پراش موج بیش‌تر است.

۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون موج در عبور از شکاف a پراش بیش‌تری پیدا کرده، حتماً $\lambda=a$ بوده و b به دلیل پراش کم‌تر باید از a بزرگ‌تر باشد. پس گزینه ۳، $\lambda=a<b$ صحیح است.

۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر چه ابعاد روزنه نسبت به طول‌موج بزرتر باشد، پدیدهٔ پراش کمتر رخ می‌دهد. پدیدهٔ پراش هنگام عبور از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موجِ موج باشد نیز رخ می‌دهد. در هنگام پراش نوری تکفام از لبه‌های باریک و تیز، نوارهای روشن و تاریک روی پرده تشکیل می‌شود.

۱۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر اندازه پهنای شکاف به طول موج نور تابشی نزدیک‌تر باشد، پدیده پراش بهتر صورت می‌گیرد. برای تحقق این منظور، هر اندازه طول موج نور تابشی بیشتر (بسامد آن کمتر) و پهنای شکاف کوچک‌تر باشد، پراش بیشتری رخ می‌دهد.

۱۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نقاط بین دو گره متوالی هم‌فاز و هم‌فرکانس هستند ولی دامنه‌های آن‌ها متفاوت است.

$\omega_A=\omega_M$ و دامنه M دانه A

$$V_{max}=A\omega\Rightarrow V_A>V_M$$

دامنه ↑

۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم ضخامت نوارها متناسب با طول‌موج نور فرودی است. داریم:

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

$$f_{\text{هوا}}=f_{\text{آب}}+\frac{۲۰}{۱۰۰}f_{\text{آب}}\Rightarrow\frac{f_{\text{هوا}}}{f_{\text{آب}}}=۱/۲$$

$$\frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{آب}}}=\frac{v_{\text{هوا}}}{v_{\text{آب}}}\times\frac{f_{\text{آب}}}{f_{\text{هوا}}}=\frac{۴}{۳}\times\frac{۱}{۱/۲}=\frac{۱۰}{۹}$$

نکته: می‌دانیم ضریب شکست با تندی موج به صورت $n=\frac{c}{v}$ رابطه دارد.

۱۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر ۳ مورد ۱، ۲ و ۳ درباره آزمایش یانگ و تلاقی سازنده درست است.

۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا باید بسامد امواج و سپس طول‌موج آن‌ها را به دست آوریم:

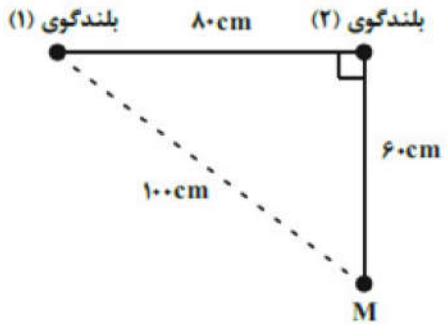
$$\omega = ۲\pi f \Rightarrow ۸۰\pi = ۲\pi f \Rightarrow f = ۴۰\ \text{Hz}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{۶/۴}{۴۰} = ۰/۱۶m \Rightarrow \lambda = ۱۶\ \text{cm}$$

اکنون اختلاف فاصلهٔ دو بلندگو را از نقطهٔ M برحسب طول‌موج به دست می‌آوریم:

$$\Delta L = ۱۰۰ - ۶۰ = ۴۰\ \text{cm}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta L}{\lambda} = \frac{۴۰}{۱۶} \Rightarrow \Delta L = ۲/۵\lambda$$



۱۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم هرچه پهنای شکاف کوچک‌تر باشد (شکل (ب))، پراش بارزتر رخ می‌دهد. هم‌چنین هرچه پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد (شکل الف)، جبهه‌های موج تغییر کمی می‌کنند و بیشتر به‌صورت تخت باقی می‌مانند.

۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$۴\frac{\lambda}{۲} = ۱ \Rightarrow \lambda_۴ = ۰/۵$$

$$f_۲ = \frac{V}{\lambda_۴} = \frac{۲۰۰}{۰/۵} = ۴۰۰\ \text{Hz}$$

$$f_۱ = \frac{f_۴}{۴} = ۱۰۰\ \text{Hz}$$

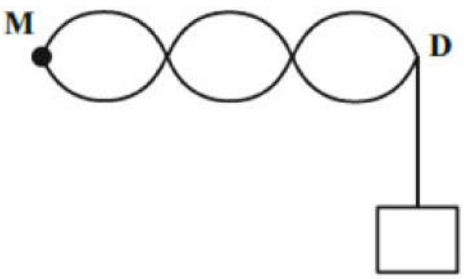
۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل مقابل، تعداد شکم‌های موج ایجاد شده، برابر با $n = ۳$ است. با استفاده از رابطهٔ بسامد هماهنگ‌های یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت داریم:

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۳۰۰ = \frac{۳\times v}{۲\times ۱} \Rightarrow v = ۲۰۰\frac{m}{s}$$

بنابراین جرم تار برابر است با:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[v=۲۰۰\frac{m}{s},L=۱m]{F=mg=۱۰\times ۱۰=۱۰۰N} ۲۰۰ = \sqrt{\frac{۱۰۰\times ۱}{m}}$$

$$\Rightarrow ۴\times ۱۰^{۴} m = ۱۰۰ \Rightarrow m = ۲/۵\times ۱۰^{-۳}\ \text{kg} = ۲/۵g$$



۲۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $f_n = \frac{nv}{۲L}$، برای پیدا کردن شماره‌ی هماهنگ‌ها، کافی است این بسامدها را به هم تقسیم کنیم.

$$\frac{۲۴۰}{۳۲۰} = \frac{n}{n+۱} = \frac{۸۰\times۳}{۸۰\times۴} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \text{هماهنگ‌های سوم و چهارم} \;,\; f_۱ = ۸۰\ \text{Hz}$$

حال داریم: $f_۱ = \frac{v}{۲L} \Rightarrow ۸۰ = \frac{۱۶۰}{۲\times L} \Rightarrow L = ۱m$

۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در امواج ایستاده تشکیل شده در یک تار با دو انتهای ثابت، داریم:

$$\begin{cases} \lambda_n = \frac{۲L}{n} \\ \lambda_{n+۱} = \frac{۲L}{n+۱} \end{cases} \Rightarrow \lambda_n - \lambda_{n+۱} = ۲L\left(\frac{۱}{n} - \frac{۱}{n+۱}\right)$$

$$۱۲ = ۳۶۰\left(\frac{۱}{n(n+۱)}\right) \Rightarrow n = ۵$$

$$\lambda_۵ = \frac{۲\times۱۸۰}{۵} = ۷۲\ \text{cm}$$

۲۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

در موج‌های ایستاده ایجاد شده در یک سیم دو انتها بسته، تعداد شکم‌ها یک واحد کمتر از تعداد گره‌ها است $(n = ۴)$

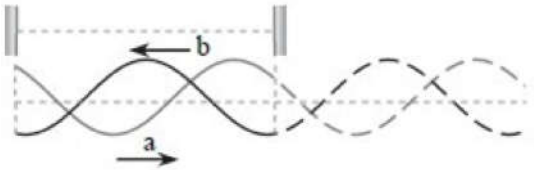
$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{۲۴۳۰\times ۰/۴۸}{۳۶\times ۱۰^{-۳}}} = ۱۸۰\ \frac{m}{s}$$

$$f_n = n\,\frac{v}{۲L} \rightarrow f_۴ = ۴\,\frac{v}{۲L} = ۲\,\frac{v}{L} \rightarrow f_۴ = ۲\,\frac{۱۸۰}{۰/۴۸} = ۷۵۰\ \text{Hz}$$

۲۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد موج به چشمه موج وابسته است. بنابراین ثابت می‌ماند. با توجه به رابطه $f = \frac{nV}{۲L}$ و رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با کاهش جرم F و در نتیجه V کاهش می‌یابد. با ثابت ماندن f و کاهش V باید n افزایش یابد و تعداد شکم‌ها زیاد می‌شود.

۲۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون جبهه‌های موج در برآمدگی به هم می‌رسند و هم‌دیگر را تقویت می‌کنند. این نقطه با دامنه زیاد نوسان می‌کند.

۲۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. $\frac{T}{۸}$ ثانیه گذشت زمان معادل $\frac{\lambda}{۸}$ متر پیشروی موج است.



موج a را $\frac{\lambda}{۸}$ جلو می‌بریم و مقداری از آن‌را که داخل مانع رفته است هم می‌کشیم (خط چین آبی) این مقدار را نسبت به خط افقی قرینه می‌کنیم (خط چین قرمز) سپس آن‌را نسبت به امتداد مانع بازتاب می‌دهیم تا به موج b در این لحظه برسیم (خط سبز) حال اگر این دو موج رونده را با هم تداخل بدهیم شکل موج ایستاده معلوم می‌شود (خط قرمز) از آن‌جا که دو موج در این لحظه کاملاً هم فاز نیستند، موج ایستاده در ماکزیمم انحراف خودش قرار نمی‌گیرد.

۲۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$f=\frac{V}{۲\mathrm{L}}\Rightarrow\frac{f'}{f}=\frac{V'}{V}=\frac{\sqrt{\frac{F'}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F}{\mu}}}=\sqrt{\frac{F'}{F}}=\sqrt{\frac{۶۴}{۱۰۰}}=\frac{۸}{۱۰}$$

دقت کنیم که رابطه طول موج اصلی برابر با $L=\frac{\lambda}{۲}$ است و چون L ثابت است $\lambda_۱=۲\mathrm{L}$ ثابت می‌ماند.

۲۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

بسامدها ضریب در سرعتی از بسامد اصلی هستند. $f_۱$ بسامد اصلی است:

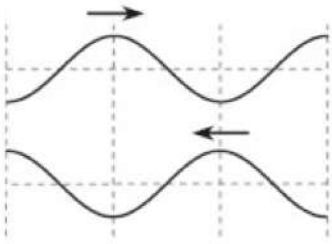
$$\left.\begin{matrix}۹۶۰=۲\times۴۸۰\\ ۱۴۴۰=۳\times۴۸۰\end{matrix}\right\}\Rightarrow f_۱=۴۸۰\ \mathrm{Hz}$$

حال سرعت را از رابطه بسامد و طول تار به‌دست می‌آوریم:

$$f=\frac{\mathrm{nV}}{۲\mathrm{L}}\Rightarrow f_۱=\frac{V}{۲\mathrm{L}}\Rightarrow ۴۸۰=\frac{V}{۲\times۰/۰۵}\Rightarrow V=۴۸\ \frac{m}{s}$$

۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در لحظه‌ی $t=\frac{T}{۴}$ شکل دو موج مطابق شکل مقابل شکل خواهد بود:

در نتیجه موج ایستاده به شکل یک خط راست است.



۳۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$n_۱ = ۸ - ۱ = ۷$$

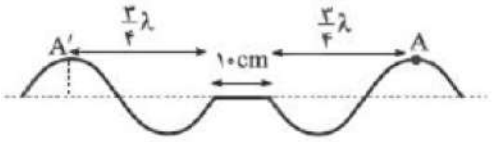
$$f_۱ = f_۲ \Rightarrow \frac{n_۱ V_۱}{۲L} = \frac{n_۲ V_۲}{۲L}$$

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} = \sqrt{۱/۹۶} = ۱/۴$$

$$\Rightarrow \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{v_۱}{V_۲} = \sqrt{\frac{F_۱}{F_۲}} \Rightarrow \frac{n_۲}{۷} = \frac{۱}{۱/۴} \Rightarrow n_۲ = ۵$$

در حالت دوم تعداد شکم‌ها باید ۵ و تعداد گره‌ها باید ۶ باشد.

۳۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وقتی نقطهٔ A' در موج سمت چپ به نقطهٔ A برسد، مکان نقطهٔ A بیشینه می‌شود.



$$\Delta x = \frac{۳}{۴}\lambda + ۱۰ + \frac{۳}{۴}\lambda = ۱۰ + \frac{۳}{۲}\lambda = ۱۰ + \frac{۳}{۲} \times ۳۰ = ۵۵ \text{ cm}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{۵۵}{۱۰} = ۵/۵ s$$

۳۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

فاصله یک قله به یک دره متوالی در یک موج برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است. $\lambda = \frac{v}{f}$ و $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{p_A}}$ است. از آنجا که F، p و A در هر دو تار یکسان است: $v_A = v_B$

$$\frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{f_A}{f_B} = \frac{۱}{۲}$$

۳۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون دیاپازون متصل به طناب است، بسامد منبع ثابت است و در تار مرتعش OM داریم که:

$$L = ۳\frac{\lambda}{۲} = ۶۰\text{cm} \Rightarrow \lambda = ۰/۴ m$$

دقت کنید که نیروی کشش تار همان وزن وزنهٔ آویزان از M است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = ۲۰\frac{m}{s} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\text{به توان ۲}} ۴۰۰ = \frac{F}{\frac{۴۵\times۱۰^{-۳}}{۶۰\times۱۰^{-۲}}} \Rightarrow F = ۳۰\text{N}$$

$$\Rightarrow \text{mg} = ۳۰ \Rightarrow m = ۳\text{ kg}$$

۳۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی انتشار موج در قسمت کم‌عمق را حساب می‌کنیم.

$$\begin{cases} \lambda = \frac{v}{f} \\ \frac{\lambda}{۲} = ۱۰\text{cm} \end{cases} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{v}{۲۰} \Rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$

با حرکت امواج از قسمت کم‌عمق به عمیق، تندی حرکت موج افزایش می‌یابد، در این‌صورت داریم:

$$v' = v + ۶ \Rightarrow v' = ۱۰\frac{m}{s}$$

با توجه به ثابت بودن تندی حرکت در این قسمت داریم:

$$v' = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰ = \frac{۲}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۰/۲\text{s}$$

۳۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

براساس شکل و اطلاعات داده‌شده در صورت سؤال می‌توان گفت: از آن‌جا که هر دو ریسمان به فنر مشترکی متصل‌اند، بنابراین فرکانس آن‌ها برابر با فرکانس فنر است.

$$f_۱ = f_۲ = f_{\text{فنر}}$$

هر دو ریسمان به یک سرفنر کشیده‌شده متصل‌اند، بنابراین بزرگی نیروی کشش آن‌ها با یک‌دیگر برابر است.

$$F_۱ = F_۲ = F_{\text{فنر}}$$

از طرفی در صورت سؤال ذکر شده است که طول ریسمان‌ها برابر است.

$$L_۱ = L_۲ = L$$

باتوجه به شکل سؤال، می‌توان فهمید که $\lambda_۱ = L$ و $\lambda_۲ = \frac{۲}{۳}L$.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \mu = \frac{F}{v^۲} \xrightarrow{v=\lambda f} \mu = \frac{F}{\lambda^۲ f^۲}$$

$$\frac{\mu_۲}{\mu_۱} = \frac{\frac{F_۲}{\lambda_۲^۲ f_۲^۲}}{\frac{F_۱}{\lambda_۱^۲ f_۱^۲}} = \frac{\frac{F}{\frac{۴}{۹}L^۲ f^۲}}{\frac{F}{L^۲ f^۲}} = \frac{۹}{۴} \xrightarrow{\mu_۱ = \mu_۰} \frac{\mu_۲}{\mu_۰} = \frac{۹}{۴} \Rightarrow \mu_۲ = \frac{۹}{۴}\mu_۰$$

۳۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

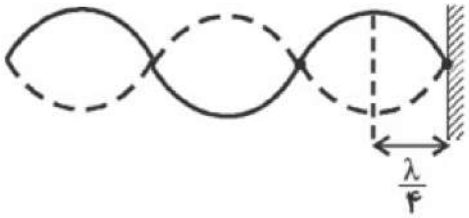
$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۳ = \frac{۳v}{۲L} \Rightarrow ۱۲۰ = \frac{۳v}{۲L} \Leftrightarrow \frac{v}{۲L} = ۴۰\text{Hz} \quad (*)$$

$$\begin{cases} f_۵ = \frac{۵v'}{۲L'} \\ v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F} \times \frac{L'}{L}} = \sqrt{۹ \times ۴} = \sqrt{۳۶} = ۶ \Rightarrow v' = ۶v \end{cases}$$

$$\Rightarrow f_۵ = \frac{۵ \times ۶v}{۲ \times ۴L} = \frac{۱۵}{۲} \times \frac{v}{۲L} \xrightarrow{(*)} f_۵ = \frac{۱۵}{۲} \times ۴۰ = ۳۰۰\text{Hz}$$

دقت کنید: هنگامی که تار را تحت کشش قرار می‌دهیم، جرم آن ثابت می‌ماند.

۳۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر چون در انتهای بسته گره تشکیل می‌شود، فاصلهٔ اولین شکم از دیوار برابر $\frac{\lambda}{۴}$ است. از طرف دیگر با افزایش بسامد دیاپازون، بسامد موج در طناب نیز افزایش می‌یابد و چون سرعت انتشار موج در طناب ثابت است، طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج کاهش خواهد یافت، بنابراین فاصلهٔ اولین شکم از دیوار نیز کاهش می‌یابد.



۳۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کمترین بسامد مربوط به هماهنگ اول است:

$$\lambda_۱ = \frac{۲\mathrm{L}}{۱} = ۲L$$

تنها حالت نزدیک به این حالت هماهنگ دوم است:

$$\lambda_۲ = \frac{۲\mathrm{L}}{۲} = L$$
$$\Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۱}{۲}$$

با توجه به رابطهٔ بین طول‌موج و سرعت انتشار موج داریم:

$$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۱}{۲}$$

از طرف دیگر از رابطهٔ بین سرعت و نیروی وارد بر طناب داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \left(\frac{v_۲}{v_۱}\right)^۲ = \frac{۱}{۴}$$

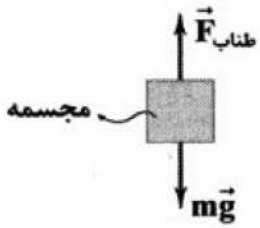
بنابراین نیرو $\frac{۱}{۴}$ برابر شده و در نتیجه ۷۵ درصد کاهش یافته است.

۳۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. شماره‌ی هماهنگ، برابر با تعداد گره‌ها منهای یک است. پس در حالت اول هماهنگ پنجم و در حالت دوم که تعداد گره‌ها نصف‌شده، هماهنگ دوم را خواهیم داشت.
نیروی کشش طناب (F) برابر با Mg است.

$$f' = f \Rightarrow \frac{n'v'}{۲\mathrm{L}} = \frac{\mathrm{nv}}{۲\mathrm{L}} \Rightarrow ۲\mathrm{v}' = ۵\mathrm{v} \Rightarrow v' = \frac{۵}{۲}v$$
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = \frac{۵}{۲} \Rightarrow \sqrt{\frac{M'g}{\mathrm{Mg}}} = \frac{۵}{۲} \Rightarrow M' = \frac{۲۵}{۴} \times M$$

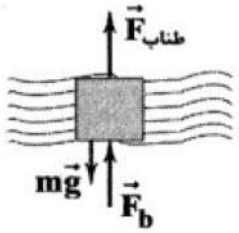
۴۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرکانس اصلی تولیدی درون یک طناب دو سر بسته از رابطه‌ی $f_۱ = \frac{v}{۲\mathrm{L}}$ محاسبه می‌گردد. که در این رابطه، $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ است. از آن‌جا که سرعت انتشار موج به نیروی کشش طناب بستگی دارد، بنابراین داریم:

حالت اول: در این حالت وزن مجسمه توسط طناب تحمل می‌شود.



$$F_{۱_{\text{طناب}}} = \mathrm{mg} = \rho_{\text{آلومینیم}} Vg$$

حالت دوم: در این حالت مجسمه به طور کامل درون آب فرو می‌رود، بنابراین از طرف آب نیروی شناوری به سمت بالا به مجسمه وارد می‌شود که باعث کاهش نیروی کشش طناب می‌شود.



$$F_{۲_{\text{طناب}}} = \mathrm{mg} - F_b = \rho_{\text{آلومینیم}} Vg - F_b$$

F_b در این رابطه نیروی شناوری است که از رابطه‌ی $F_b = \rho_{\text{آب}} V_{\text{in}}\, g$ به دست می‌آید. از آن‌جا که مجسمه به طور کامل درون آب فرورفته، بنابراین $V_{\text{in}} = V$. پس:

$$F_{۲_{\text{طناب}}} = \rho_{\text{آلومینیم}} V_g - \rho_{\text{آب}} \mathrm{Vg} = (\rho_{\text{آلومینیم}} - \rho_{\text{آب}})\ \mathrm{Vg}$$

اگر فرکانس اصلی طناب در حالت اول را با $f_{۱_{\text{هوا}}} = \frac{v_{\text{هوا}}}{۲\mathrm{L}}$ و برای حالت دوم فرکانس اصلی طناب را با $f_{۱_{\text{آب}}} = \frac{v_{\text{آب}}}{۲\mathrm{L}}$ نمایش دهیم. می‌توان گفت L در دو حالت یکسان است، بنابراین:

$$\frac{f_{۱_{\text{آب}}}}{f_{۱_{\text{هوا}}}} = \frac{v_{\text{آب}}}{v_{\text{هوا}}} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} = \sqrt{\frac{(\rho_{\text{آلومینیم}} - \rho_{\text{آب}})\,\mathrm{Vg}}{\rho_{\text{آلومینیم}}\,\mathrm{Vg}}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_{۱_{\text{آب}}}}{f_{۱_{\text{هوا}}}} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{آلومینیم}} - \rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آلومینیم}}}} = \sqrt{\frac{۲۵۰۰ - ۱۰۰۰}{۲۵۰۰}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_{۱_{\text{آب}}}}{۲۵۰} = \sqrt{\frac{۳}{۵}} \Rightarrow f_۱ = ۲۵۰\sqrt{\frac{۳}{۵}}\ \mathrm{Hz} = ۲۵۰\sqrt{۰/۶}\ \mathrm{Hz}$$

۱	**۱**	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	**۴**
۳	۱	۲	۳	**۴**
۴	۱	۲	۳	**۴**
۵	۱	۲	۳	**۴**
۶	۱	**۲**	۳	۴
۷	۱	۲	**۳**	۴
۸	۱	**۲**	۳	۴
۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۴	۱	۲	۳	**۴**
۱۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶	۱	۲	۳	**۴**
۱۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۹	۱	**۲**	۳	۴
۲۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۴	۱	۲	۳	**۴**
۲۵	**۱**	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	۳	**۴**
۲۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	**۴**
۲۹	۱	**۲**	۳	۴
۳۰	۱	۲	۳	**۴**
۳۱	۱	**۲**	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	**۴**
۳۳	۱	۲	۳	**۴**
۳۴	۱	**۲**	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	**۴**
۳۶	۱	**۲**	۳	۴
۳۷	**۱**	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	**۳**	۴
۳۹	**۱**	۲	۳	۴
۴۰	۱	۲	۳	**۴**