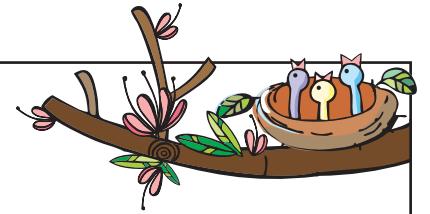




تهیه و تنظیم: استاد بهزاد عرب
 شماره تماس: ۰۹۱۱۹۰۰۷۷۳۸
 سایت آموزشی: www.riazifizik100.ir



نام و نام خانوادگی:
 نام آزمون: تشدید در حرکت نوسانی

مطابق شکل به طنابی افقی آونگ‌های ساده‌ای با طول‌های متفاوت و جرم‌های یکسان آویخته‌ایم. اگر آونگ ۵ را به نوسان درآوریم، کدام حالت اتفاق می‌افتد؟

۱ فقط آونگ ۲ به نوسان در می‌آید.
 ۲ همه‌ی آونگ‌ها نوسان می‌کنند ولی آونگ ۲ دیرتر می‌ایستد.
 ۳ همه‌ی آونگ‌ها نوسان می‌کنند و همزمان می‌ایستند.
 ۴ همه‌ی آونگ‌ها نوسان می‌کنند ولی آونگ ۲ زودتر می‌ایستد.

آونگ‌های A, B, C و D مطابق شکل از سقف آویزان شده‌اند. جنس گلوله‌های A, B و C از چوب ولی گلوله D از فولاد است و A و D هم طول هستند. اگر آونگ A به‌طور منظم نوسان کند، کدام گزینه درست است؟

۱ بقیه آونگ‌ها نیز با بسامد آونگ A نوسان می‌کنند.
 ۲ فقط آونگ C با بسامد آونگ A نوسان می‌کند.
 ۳ آونگ B با بسامد بیش‌تر از آونگ A نوسان می‌کند.
 ۴ فقط آونگ D با بسامد آونگ A نوسان می‌کند.

در شکل زیر، اگر وزنه A با بسامد طبیعی خود به نوسان درآید، پدیده تشدید برای کدام یک از وزنه‌های دیگر رخ می‌دهد؟

۱ C و D
 ۲ B و C
 ۳ B و C, D
 ۴ B و D

در پی زمین‌لرزه بزرگی که در سواحل مکزیک رخ داد، ساختمان‌های نیمه‌بلند فرو ریختند ولی ساختمان‌های بلندتر و کوتاه‌تر پابرجا ماندند. این پدیده بدان علت بود که:

۱ بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی بیش‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
 ۲ بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی کم‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
 ۳ بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند بسیار نزدیک و یا برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود.
 ۴ ساختمان‌های نیمه‌بلند با دوره کم‌تر از دوره نوسان طبیعی خود به ارتعاش درآمدند.

در شکل مقابل، به میله‌ی افقی، آونگ‌های ساده با جرم‌های یکسان و طول‌های متفاوت آویخته‌ایم، به‌طوری که طول آونگ‌های ۱ و ۴ باهم مساوی‌اند. با به نوسان در آوردن آونگ ۱، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱ فقط آونگ ۴ شروع به نوسان می‌کند.
 ۲ همه آونگ‌ها با دوره‌ی نوسان‌های برابر شروع به نوسان می‌کنند.
 ۳ آونگ ۴ ساکن می‌ماند و بقیه آونگ‌ها شروع به نوسان می‌کنند.
 ۴ به همه آونگ‌ها انرژی منتقل می‌شود، ولی بیشترین انرژی به علت تشدید به آونگ ۴ منتقل می‌شود.

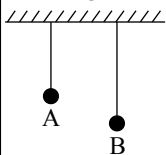


استاد بهزاد عرب

۰۹۱۱۹۰۰۷۷۳۸

www.riazifizik100.ir

در شکل زیر، با انجام کدام یک از کارهای زیر، گلوله‌های آونگ‌های کم دامنه A و B که هر دو از جنس آهن هستند با هم به تشدید در می‌آیند؟



۲ در زیر آونگ B آهنربایی قرار دهیم.

۱ در زیر آونگ A آهنربایی قرار دهیم.

۴ طول آونگ A را کم کنیم.

۳ طول آونگ B را زیاد کنیم.

۶

بین حرکات نوسانگر هماهنگ ساده وزنه - فنری و حرکات آونگ ساده‌ی کم دامنه‌ای تشدید رخ داده است. در صورتی که طول آونگ را نصف کنیم، ثابت فنر نوسانگر هماهنگ ساده را چند برابر کنیم تا دوباره بین حرکات آن‌ها تشدید رخ دهد؟

۴ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

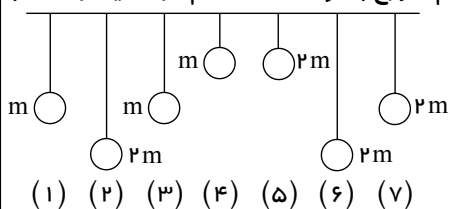
۳ $\frac{1}{2}$

۲ $\sqrt{2}$

۱ ۲

۷

مطابق شکل زیر، هفت آونگ از یک میله‌ی افقی آویزان شده‌اند. اگر آونگ شماره یک با دامنه‌ی کم شروع به نوسان کند، کدام آونگ یا آونگ‌ها با آونگ شماره یک به حالت تشدید در می‌آیند؟



۲ آونگ‌های ۳ و ۶

۱ آونگ‌های ۲ و ۵

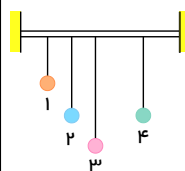
۴ آونگ‌های ۳ و ۷

۳ فقط آونگ ۳

(۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶) (۷)

۸

در شکل زیر اگر آونگ شماره ۴ را کمی از وضع تعادل خود منحرف کنیم و آن را رها سازیم، کدام آونگ به نوسان در می‌آید؟



۲ فقط آونگ شماره ۲

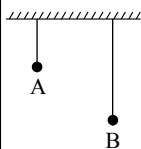
۱ فقط آونگ شماره ۱

۴ هر سه آونگ ۱، ۲ و ۳ به نوسان در می‌آیند.

۳ فقط آونگ شماره ۳

۹

در شکل زیر گلوله‌های آونگ‌های A و B هر دو از جنس آهن هستند. اگر بخواهیم دو آونگ با هم به تشدید در آیند، کدام یک از اعمال زیر این امکان را فراهم می‌سازد؟



۲ در زیر آونگ B آهنربایی قرار دهیم.

۱ در زیر آونگ A آهنربایی قرار دهیم.

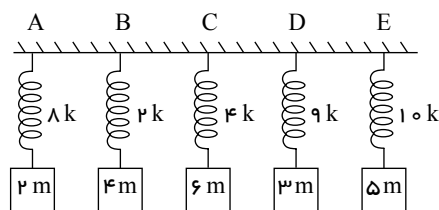
۴ گزینه‌های ۲ و ۳ هر دو صحیح هستند.

۳ از طول آونگ B کم کنیم.

۱۰

مطابق شکل، پنج جسم به فنرهای سبکی با ضرایب سختی‌های متفاوت بسته شده‌اند. اگر نوساناتی با دامنه یکسان در فنرها و نوساناتی با بسامد

زاویه‌ای در گستره پیوسته $\sqrt{\frac{k}{3m}} \leq \omega \leq \sqrt{\frac{k}{m}}$ در مجاورت آن‌ها ایجاد کنیم پدیده تشدید، برای چند نوسانگر رخ می‌دهد؟



۱ ۱

۲ ۲

۳ ۳

۴ ۴

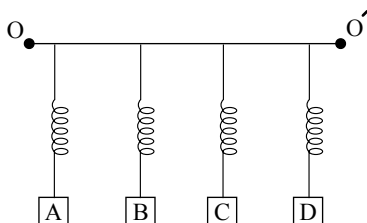
۱۱

استاد بهزاد عرب

۰۹۱۱۹۰۰۷۷۳۸

www.riazifizik100.ir

مطابق شکل زیر، چهار سامانه جرم - فنر با ثابت فنر یکسان $36 \frac{N}{m}$ به میله OO' وصل شده‌اند. اگر میله با بسامد زاویه‌ای $\omega_{OO'} = 3 \frac{rad}{s}$ در راستای قائم شروع به نوسان کند، بیشینه انرژی مکانیکی ذخیره شده در کدام سامانه از بقیه بیشتر است؟

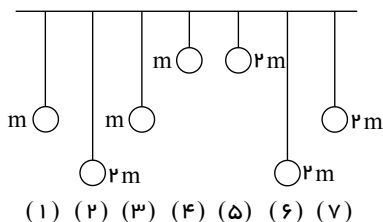


$m_A = 9 \text{ kg}$ $m_B = 4 \text{ kg}$ $m_C = 10 \text{ kg}$ $m_D = 5 \text{ kg}$

- B
- A
- C
- D

۱۲

مطابق شکل زیر، هفت آونگ از یک میله افقی آویزان شده‌اند. اگر آونگ شماره (۱) با دامنه کم شروع به نوسان کند، کدام آونگ یا آونگ‌ها با آونگ شماره (۱) به حالت تشدید در می‌آید؟



- ۱ آونگ‌های ۳ و ۷
- ۲ آونگ‌های ۲ و ۵
- ۳ آونگ‌های ۳ و ۶
- ۴ فقط آونگ ۳

۱۳

پاسخنامه تشریحی

۱	گزینه ۲ هنگامی که آونگ ۵ را به نوسان در می آوریم به دلیل پدیده تشدید همه آونگ‌ها به نوسان در می آیند. اما چون طول و جرم آونگ‌های ۲ و ۵ یکسان است بیشترین انرژی به آونگ ۲ منتقل می شود و آونگ ۲ دیرتر از بقیه می ایستد.
۲	گزینه ۴ دوره و بسامد آونگ ساده‌ای که نوسان‌های کم دامنه انجام می دهد، به جرم و جنس گلوله بستگی ندارد. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ <p>وقتی آونگ A نوسان می کند چون طول آونگ A و D یکسان است، آونگ D نیز طبق پدیده تشدید مثل آونگ A و با همان بسامد شروع به نوسان می کند.</p>
۳	گزینه ۲ زمانی تشدید رخ می دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود. طبق رابطه $T = \frac{1}{f}$ می توان گفت دوره حرکت برابر بین دو نوسانگر باعث می شود تشدید رخ دهد. $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m_A}{k_A}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{400}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}} s, T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m_B}{k_B}} = 2\pi\sqrt{\frac{3}{300}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}} s$ $T_C = 2\pi\sqrt{\frac{m_C}{k_C}} = 2\pi\sqrt{\frac{5}{500}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}} s$ $T_D = 2\pi\sqrt{\frac{m_D}{k_D}} = 2\pi\sqrt{\frac{3}{200}} s$ <p>بین نوسان گرهای A، B و C به علت دوره حرکت برابر و در نتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می دهد.</p>
۴	گزینه ۳ می دانیم اگر بسامد طبیعی یک سازه با بسامد ارتعاش زمین لرزه بهم نزدیک و یا مساوی باشند، پدیده تشدید رخ می دهد. یعنی سازه با حداکثر دامنه ممکن شروع به ارتعاش می کند.
۵	گزینه ۴ در کتاب درسی و در توضیح پدیده تشدید که در بخش پایانی فصل حرکت هماهنگ ساده آمده است، بیان شده که وقتی یک آونگ ساده شروع به نوسان می کند، انرژی آن به آونگ‌های دیگر منتقل شده و آن‌ها را به حرکت در می آورد، ولی بیشترین انرژی به آونگ مشابه منتقل می شود. به این حالت، تشدید گفته می شود و به همین دلیل آونگ مشابه دیرتر از بقیه آونگ‌ها می ایستد.
۶	گزینه ۲ نکته: شرط رخ دادن پدیده تشدید برای دو آونگ برابر بودن دوره نوسانات آن ۲ آونگ است. ($T_A = T_B$) و همچنین می دانیم: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ بنابراین برای یکسان شدن دوره‌ی نوسان‌های آونگ‌های A و B باید طول آونگ B کم یا طول آونگ A زیاد شود و یا شتاب قائم حاکم بر آونگ B افزایش یابد یا شتاب قائم حاکم بر A کاهش یابد. اکنون به تحلیل گزینه‌ها می پردازیم. گزینه (۱): شتاب قائم حاکم بر آونگ A افزایش می یابد \Rightarrow کاهش دوره نوسانات آونگ A گزینه (۲): شتاب قائم حاکم بر آونگ B افزایش می یابد \Rightarrow کاهش دوره نوسانات آونگ B گزینه (۳): طول آونگ B افزایش یابد \Rightarrow افزایش دوره نوسانات آونگ B گزینه (۴): طول آونگ A کاهش یابد \Rightarrow کاهش دوره نوسانات آونگ A در این سؤال طول اولیه آونگ B بیشتر است، بنابراین دوره نوسان آن بیشتر از آونگ A است بنابراین تغییری موجب برابر شدن دوره نوسان دو آونگ می شود که دوره A را افزایش دهد یا دوره آونگ B را کاهش دهد. که این اتفاق فقط در گزینه (۲) رخ می دهد.
۷	گزینه ۱ نکته: شرط رخ دادن پدیده تشدید بین دو نوسانگر برابر شدن دوره نوسان آن دو نوسانگر است. $T_A = T_B \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{L}{g} = \frac{m}{k} \Rightarrow L \propto \frac{1}{k} \Rightarrow \frac{1}{2} \propto \frac{1}{k} \Rightarrow k$ <p>۲ برابر: k</p>
۸	گزینه ۴ آونگ‌هایی با یکدیگر تشدید می کنند که دوره نوسان آن‌ها با هم برابر باشند و دوره آونگ‌ها در یک محل فقط به طول آونگ وابسته است، بنابراین آونگ (۱) باعث تشدید در آونگ‌های (۳) و (۷) می شود. نکته: دوره آونگ به جرم گلوله آونگ بستگی ندارد. ($T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$)
۹	گزینه ۴ با نوسان آونگ شماره ۴، آونگ‌های شماره ۱، ۲ و ۳، به نوسان در می آیند اما پس از چند نوسان می ایستند. اما از آن‌جا که طول دو آونگ ۲، ۴ و ۵ با یکدیگر برابر است، بنابراین بسامد نوسان طبیعی دو آونگ نیز با یکدیگر برابر است و با نوسان آونگ شماره ۴، به علت پدیده تشدید بیشترین انرژی به آونگ شماره ۲، منتقل می شود و این آونگ پس از مدت زمان طولانی تری می ایستد.

۱۰ گزینه ۴ طبق رابطه دوره آونگ ($T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$) برای آنکه دوره آونگها یکسان شود و به تشدید درآیند می توان طول آونگ B را کاهش داد و یا با یک آهنربا نیروی وارد بر آونگ B و در نتیجه (g) را افزایش دهیم تا تشدید رخ دهد.

۱۱ گزینه ۲ ابتدا بسامد زاویه ای هر جسم را حساب می کنیم:

$$\omega_A = \sqrt{\frac{8k}{2m}} = \sqrt{\frac{4k}{m}}, \quad \omega_B = \sqrt{\frac{2k}{4m}} = \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

$$\omega_C = \sqrt{\frac{4k}{6m}} = \sqrt{\frac{2k}{3m}}, \quad \omega_D = \sqrt{\frac{9k}{3m}} = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

$$\omega_E = \sqrt{\frac{10k}{5m}} = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

بسامد زاویه ای برای هر شکل حساب شده است حال باید ببینیم در کدام شکل این بسامد زاویه ای در محدوده $\sqrt{\frac{k}{3m}} \leq \omega \leq \sqrt{\frac{k}{m}}$ است.

بنابراین در دو شکل B و C نوسانگر با شدت بیشتری به نوسان در می آید.

۱۲ گزینه ۱ بسامد زاویه ای طبیعی هر یک از سامانه ها را به دست می آوریم:

$$\omega_A = \sqrt{\frac{k_A}{m_A}} = \sqrt{\frac{36}{9}} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_B = \sqrt{\frac{k_B}{m_B}} = \sqrt{\frac{36}{4}} = 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_C = \sqrt{\frac{k_C}{m_C}} = \sqrt{\frac{36}{10}} = \sqrt{3.6} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_D = \sqrt{\frac{k_D}{m_D}} = \sqrt{\frac{36}{5}} = \sqrt{7.2} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

تنها سامانه ای که با نوسان میله دچار تشدید می شود، B است. بنابراین جسم B با دامنه ای خیلی بزرگتر از سه جسم دیگر نوسان می کند. در نتیجه طبق رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ انرژی مکانیکی ذخیره شده در آن از بقیه بیشتر است.

۱۳ گزینه ۱ آونگهایی با آونگ (۱) تشدید می کنند که دوره یا به عبارت دیگر بسامد زاویه ای برابر با بسامد زاویه ای آونگ (۱) داشته باشند. با توجه به اینکه $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ است و g برای تمامی آونگها یکسان است، فقط آونگهایی با آونگ (۱) تشدید می شوند که طولی برابر با طول آن داشته باشند، یعنی آونگهای (۳) و (۷). دقت کنید که جرم آونگ تأثیری در دوره نوسانهای کم دامنه آن ندارد.

پاسخنامه کلیدی

۱	۲	۴	۳	۷	۱	۱۰	۴	۱۳	۱
۲	۴	۵	۴	۸	۴	۱۱	۲		
۳	۲	۶	۲	۹	۴	۱۲	۱		

استاد بهزاد عرب

۰۹۱۱۹۰۰۷۷۳۸

www.riazifizik100.ir