

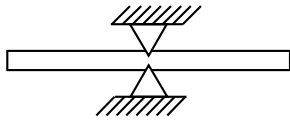
# Типовой расчет по физике, 1 курс, 2 семестр, 9 вариант

## Задача 4-1

### Условие

Для стержня длиной  $L$ , закрепленного, как указано на рисунке, необходимо:

- 1) вывести формулу для возможных частот продольных волн, возбуждаемых в стержне, при которых в нём образуется стоячая волна,
- 2) указать какая частота колебаний является основной, а какие частоты относятся к обертонам (к высшим гармоникам),
- 3) определить частоту и длину волны  $i$ -ой гармоники,
- 4) для этой гармоники нарисовать вдоль стержня качественные картины стоячих волн амплитуд смещений и деформаций.



Материал: алюминий,  
 $\rho = 2.7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  
 $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ ,  
 $L = 1.2 \text{ м}$ ,  
 $i = 3$ .

Стоячая волна будет образовываться при наложении двух противоположных волн  $\xi_1 = A \cos(\omega t - kx + \varphi_1)$  и  $\xi_2 = A \cos(\omega t + kx + \varphi_2)$ . Она будет иметь вид:

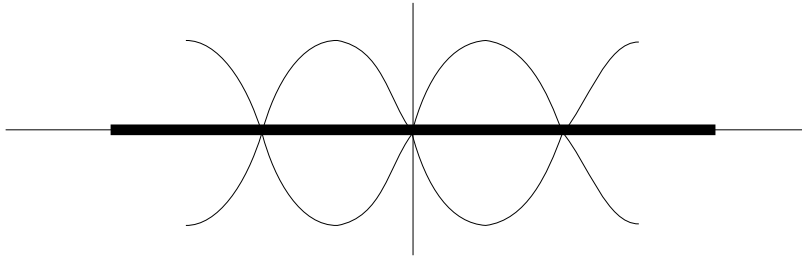
$$\xi = A \cos(\omega t + \widetilde{\varphi}_1) \cos(kx + \widetilde{\varphi}_2)$$

Для данного типа крепления на длину стоячей волны накладывается ограничение:  $\lambda = \frac{2L}{i}$ ,  $i \in \mathbb{N}$   
Скорость распространения волн в твердом веществе:  $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ . Найдем последовательно искомые величины:

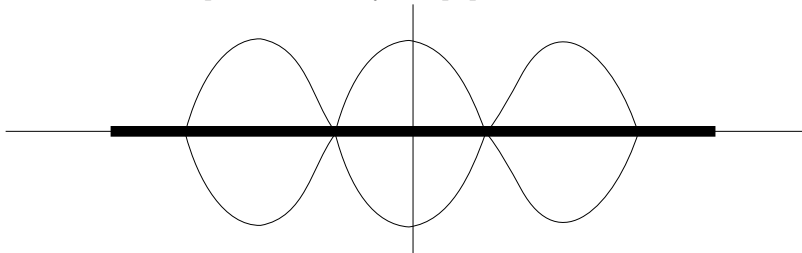
- 1) Найдем ограничение, накладываемое на частоту волн, способных образовывать стоячие волны:

$$\omega = \frac{2\pi c}{\lambda} \Rightarrow \omega = \frac{\pi i}{L} \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad i \in \mathbb{N}$$

- 2) Частота  $\omega_0 = \frac{\pi}{L} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \approx 4.215 \cdot 10^5 \text{ Гц}$  является основной, частоты при  $i > 1$  относятся к обертонам.
- 3) Частота  $i$ -ой гармоники:  $\omega_i = \frac{\pi i}{L} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \approx 1.265 \cdot 10^6 \text{ Гц}$ , длина волны:  $\lambda_i = \frac{2L}{i} \approx 0.8 \text{ м}$ .
- 4) Качественная картина амплитуд смещений:



- 5) Качественная картина амплитуд деформаций:



# Типовой расчет по физике, 1 курс, 2 семестр, 14 вариант

## Задача 4-1

### Условие

Для волновода длиной  $L$ , закрепленного, как указано на рисунке, необходимо:

- 1) вывести формулу для возможных частот продольных волн, возбуждаемых в стержне, при которых в нём образуется стоячая волна,
- 2) указать какая частота колебаний является основной, а какие частоты относятся к обертонам (к высшим гармоникам),
- 3) определить частоту и длину волны  $i$ -ой гармоники,
- 4) для этой гармоники нарисовать вдоль стержня качественные картины стоячих волн амплитуд смещений и давлений.



Среда: воздух,  
 $c = 340\text{м/с}$ ,  
 $L = 1.7\text{м}$ ,  
 $i = 1$ .

Стоячая волна будет образовываться при наложении двух противоположных волн  $\xi_1 = A \cos(\omega t - kx + \varphi_1)$  и  $\xi_2 = A \cos(\omega t + kx + \varphi_2)$ . Она будет иметь вид:

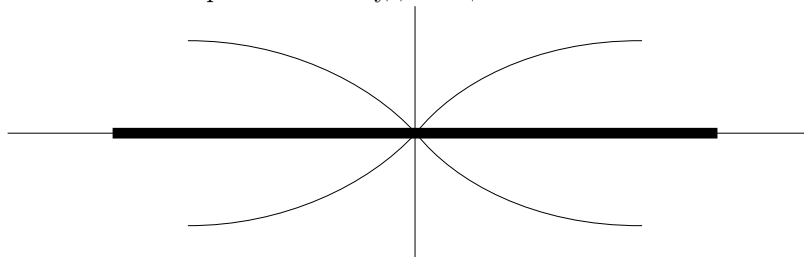
$$\xi = A \cos(\omega t + \widetilde{\varphi}_1) \cos(kx + \widetilde{\varphi}_2)$$

На длину стоячей волны накладывается ограничение:  $\lambda = \frac{L}{i}$ ,  $i \in \mathbb{N}$  Найдем последовательно искомые величины:

- 1) Найдем ограничение, накладываемое на частоту волн, способных образовывать стоячие волны:

$$\omega = \frac{2\pi c}{\lambda} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi c i}{L}, \quad i \in \mathbb{N}$$

- 2) Частота  $\omega_0 = \frac{2\pi c}{L} \approx 1.257 \cdot 10^3 \text{Гц}$  является основной, частоты при  $i > 1$  относятся к обертонам.
- 3) Частота  $i$ -ой гармоники:  $\omega_i = \frac{2\pi c i}{L} \approx 1.257 \cdot 10^3 \text{Гц}$ , длина волны:  $\lambda_i = \frac{L}{i} \approx 1.7\text{м}$ .
- 4) Качественная картина амплитуд смещений:



- 5) Качественная картина амплитуд деформаций:

