

Механические колебания и волны. Звук

Подготовка к ГИА



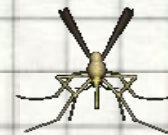
Учитель: Попова И.А.
МОУ СОШ № 30 г. Белово
Белово 2010

Цель:

- повторение основных понятий и законов, графиков и формул, связанных с механическими колебаниями и волновым движением, а также типовых задач по теме в соответствии с кодификатором ГИА и планом демонстрационного варианта экзаменационной работы

КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

- Колебания – один из самых распространенных процессов в природе и технике.
- крылья насекомых и птиц в полете,
- высотные здания и высоковольтные провода под действием ветра,
- маятник заведенных часов и автомобиль на рессорах во время движения,



Промежуток времени, через который движение повторяется называется **периодом**.

Виды колебаний

Механические



Химические

Электромагнитные



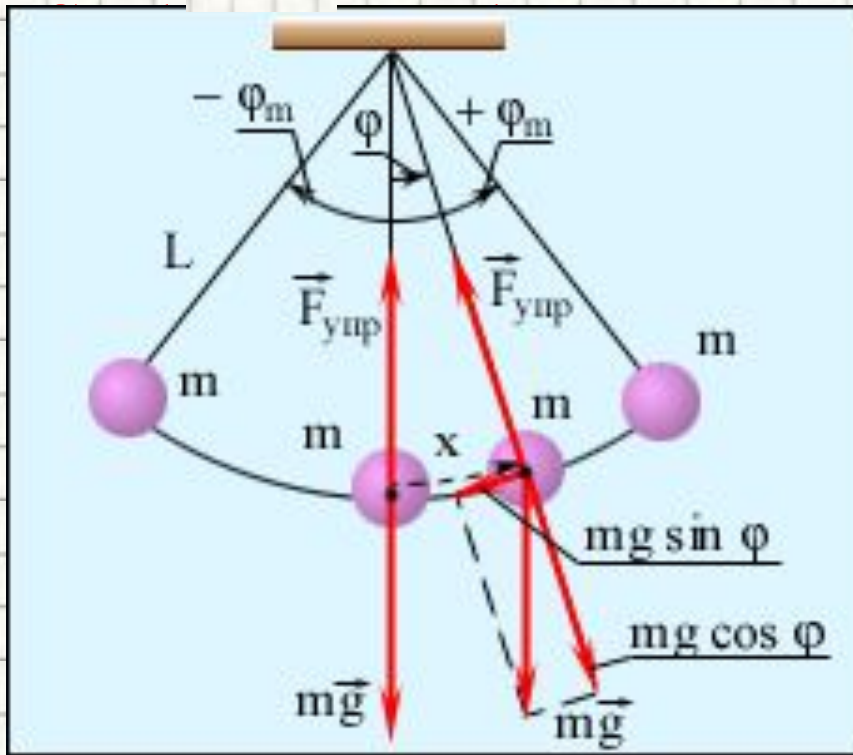
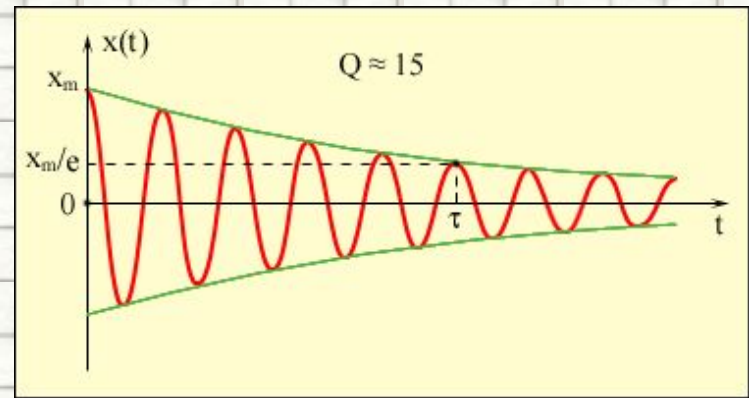
Термодинамические

Признаком колебательного движения является его
периодичность

Движение, повторяющееся через определенный промежуток времени, называется **колебательным**



Свободные и вынужденные колебания



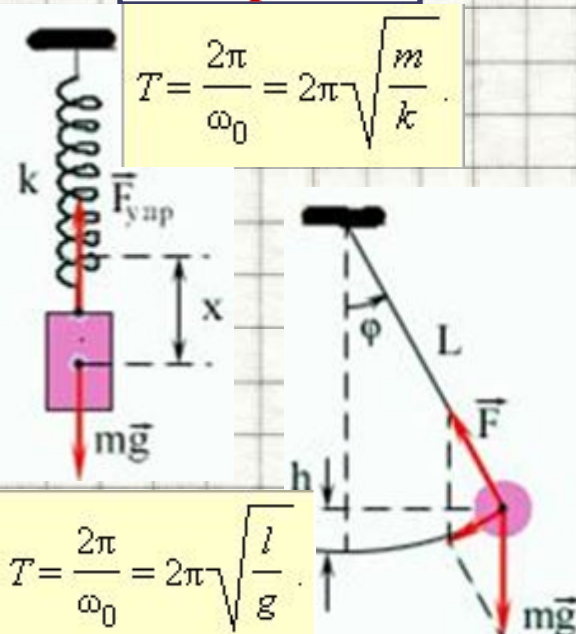
- Реальные колебательные процессы являются **затухающими**, так как на колеблющееся тело действуют силы сопротивления движению.
- **Вынужденные колебания** совершаются под действием **внешней периодически изменяющейся силы**, которую называют **вынуждающей**.

Амплитуда, период, частота колебаний



Период

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- **A** - **амплитуда** механических гармонических колебаний - *модуль наибольшего смещения* колеблющегося тела (материальной точки) от положения равновесия. Единица измерения амплитуды – 1 метр.

- **ω** - **круговая (циклическая) частота**

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

- **T** - **период колебаний** – время, за которое колеблющееся тело совершит одно полное колебание
- **ν** - **частота** (величина, обратная периоду) показывает, сколько колебаний совершается за единицу времени

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

Фаза колебаний. Разность фаз

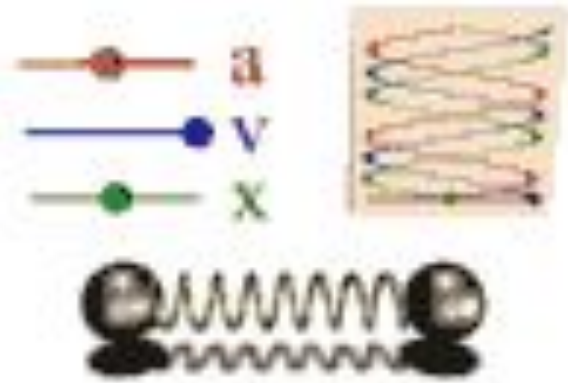
- В любой момент времени **скорости** маятников направлены **в противоположные стороны** – колебания происходят **в противоположных фазах**.
- В любой момент времени **скорости** маятников направлены **в противоположные стороны** – колебания происходят **в противоположных фазах**.



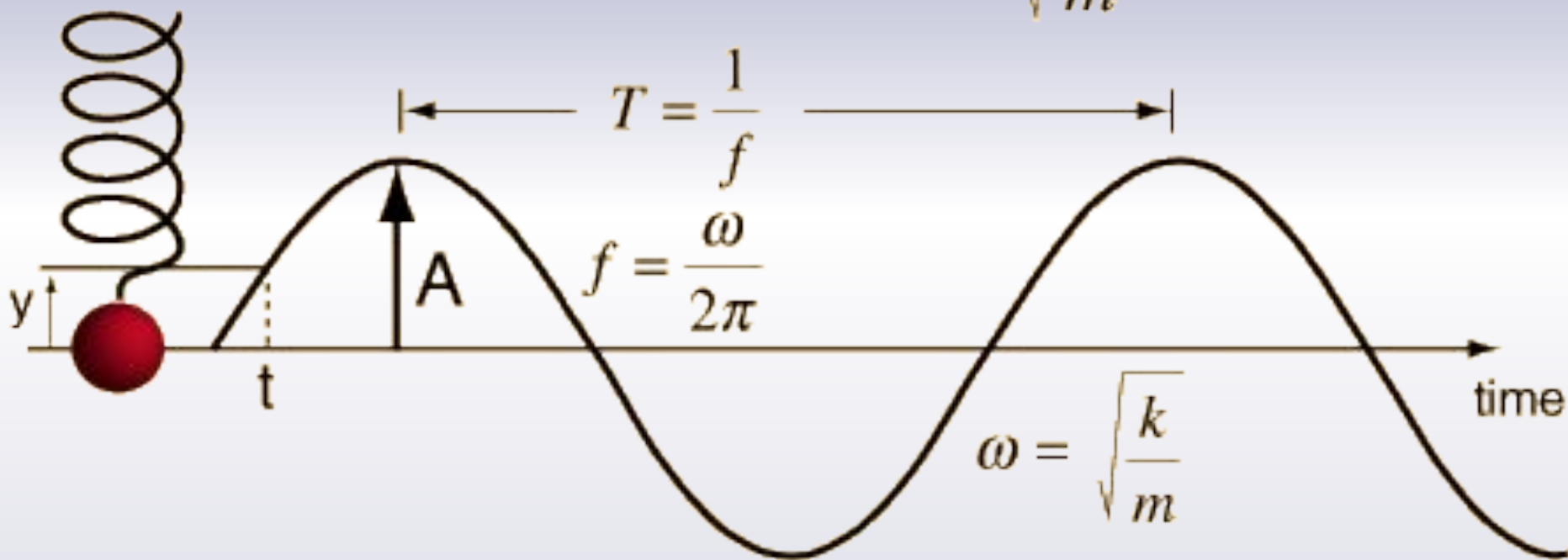
Колебания происходят с определенной **разностью фаз**

Гармонические колебания

$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0).$$



$$y = A \sin \omega t = A \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$$



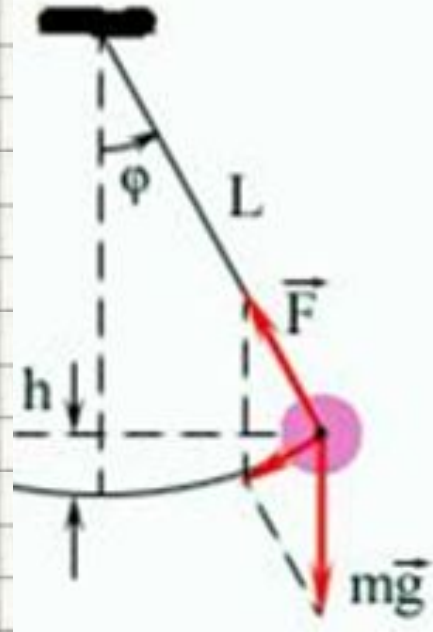
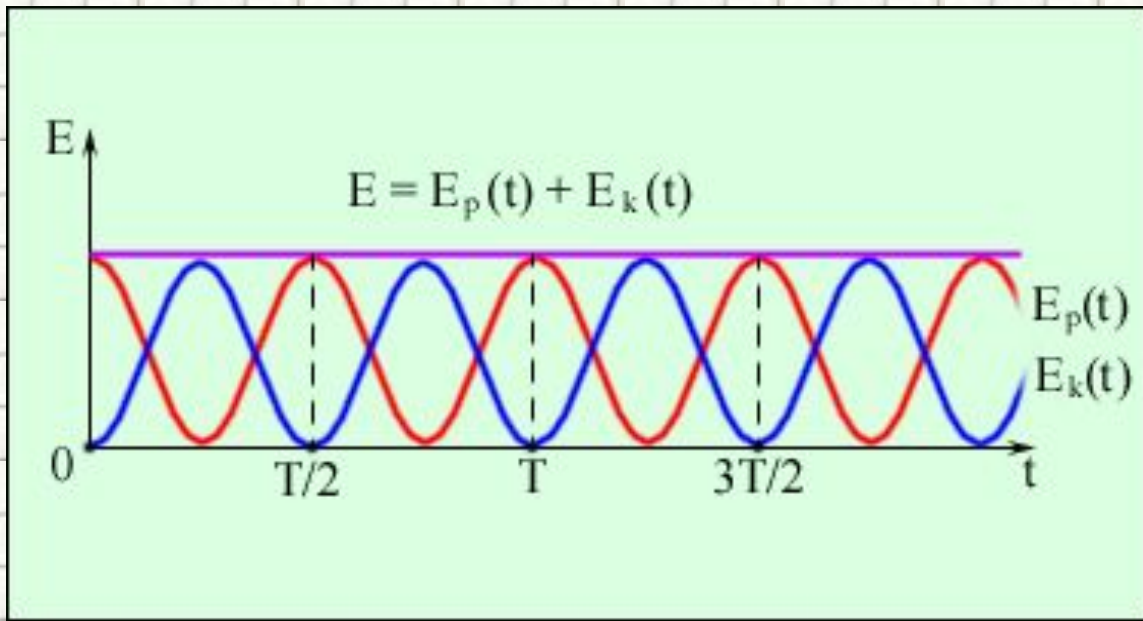
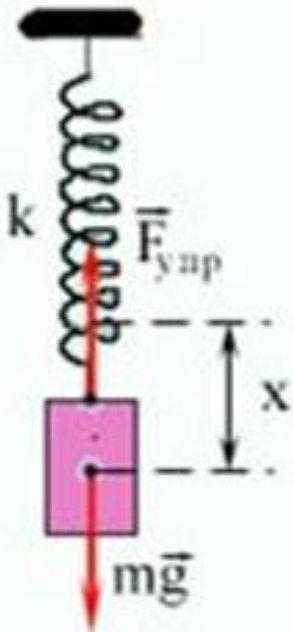
косинуса

Превращения энергии при свободных механических колебаниях

При гармонических колебаниях происходит периодическое превращение кинетической энергии в потенциальную и наоборот

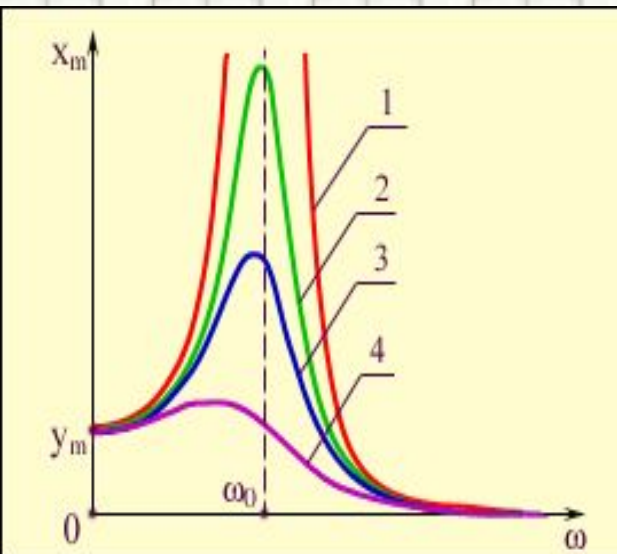
- Для груза на пружине
- Для математического маятника

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}, \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}, \quad E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mgx^2}{2l}, \quad \omega_0^2 = \frac{g}{l}$$



Вынужденные колебания. Резонанс.

- Если частота ω изменения вынуждающей силы совпадает с частотой ω_0 собственных колебаний системы, то амплитуда вынужденных колебаний достигает максимального значения – наступает **резонанс**.



Резонансные кривые при различных уровнях затухания:

1 – колебательная система без трения; при резонансе амплитуда x_m вынужденных колебаний неограниченно возрастает;

2, 3, 4 – реальные резонансные кривые для колебательных систем с различной добротностью: $Q_2 > Q_3 > Q_4$.

На низких частотах ($\omega \ll \omega_0$) $x_m \approx y_m$.

На высоких частотах ($\omega \gg \omega_0$) $x_m \rightarrow 0$.



Автоколебания - процесс незатухающих колебаний в системах, в которых незатухающие колебания возникают не за счет периодического внешнего воздействия, а в результате имеющейся у таких систем способности **самой регулировать поступление энергии** от постоянного источника

Функциональная схема автоколебательной

Механические волны. Звук



- Явление распространения колебаний в пространстве с течением времени называется **механической волной**.

Механические волны бывают

поперечными и

продольными:

колебания частиц **поперечной**

волны происходят

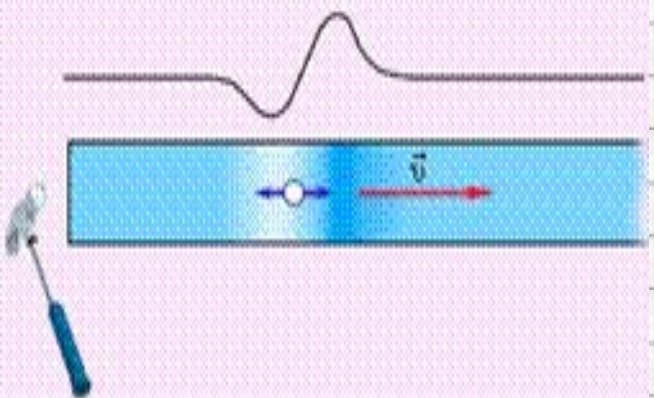
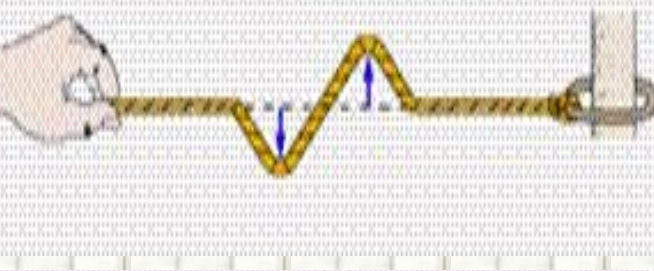
перпендикулярно (поперек)

направлению распространения

волны

колебания частиц **продольной**

волны — **вдоль** этого направления



Механические волны.

Звук

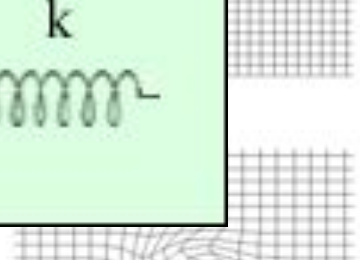
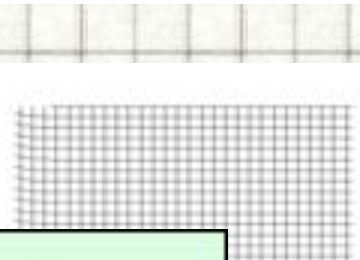
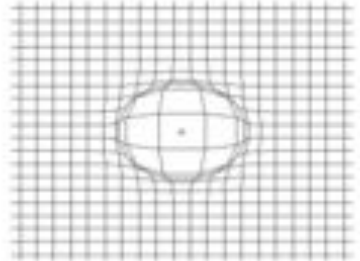
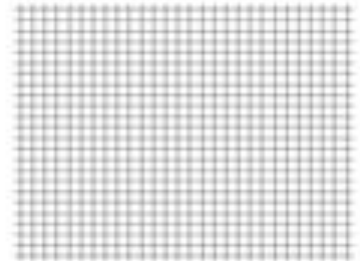
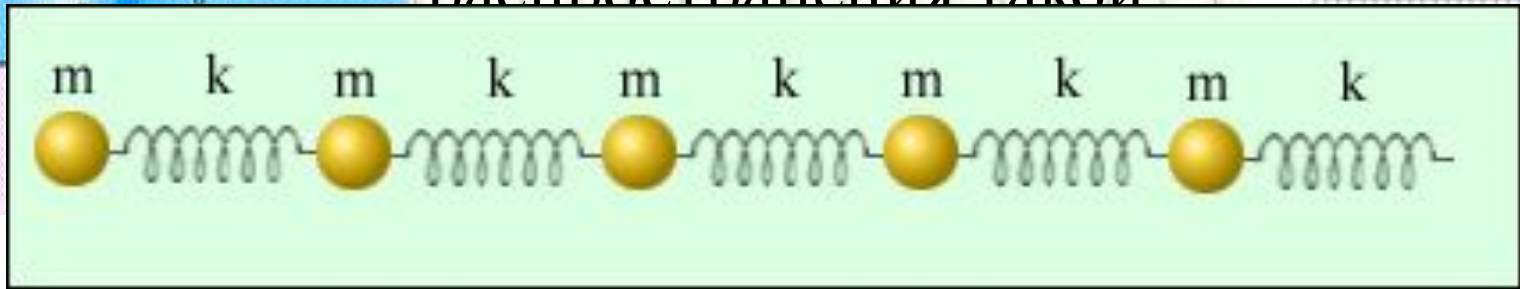
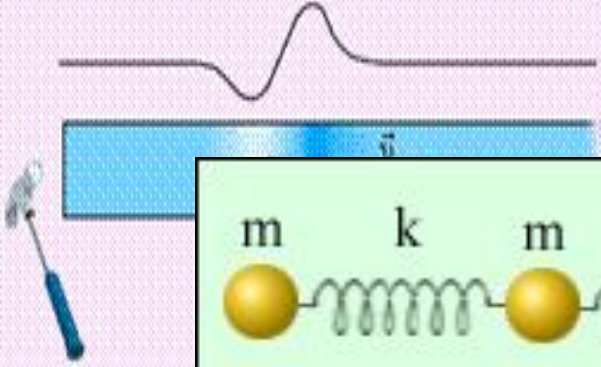
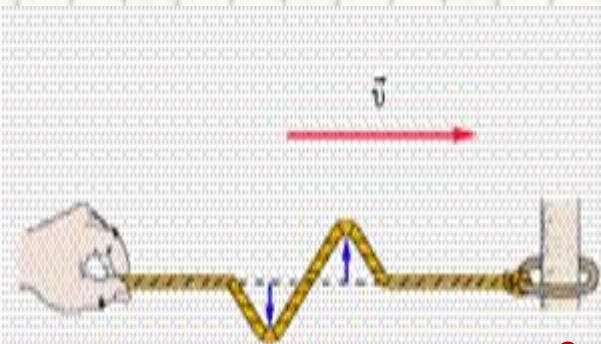
- **Продольные волны** — это периодические сгущения и разрежения среды.

Поэтому такие волны могут существовать в **любых телах** — твердых, жидких, газообразных.

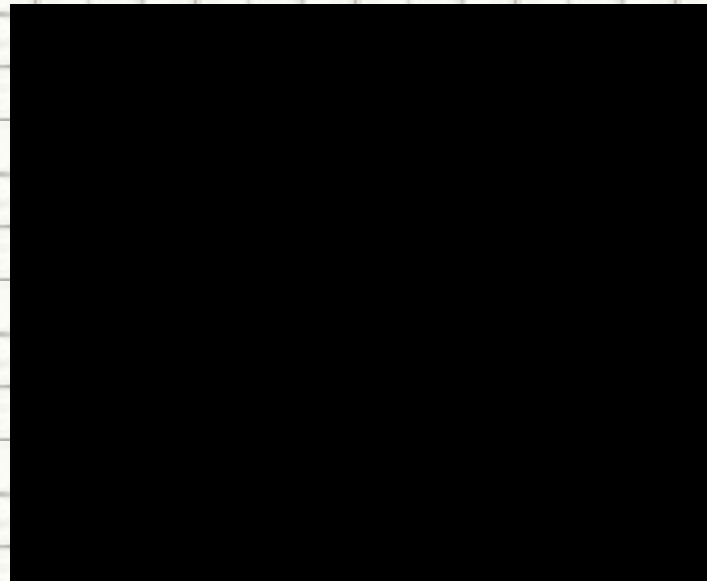
- **Поперечные волны** могут существовать лишь в **твердых телах** (для распространения такой

упругости).

- Простейшая одномерная модель твердого тела



Поперечные волны

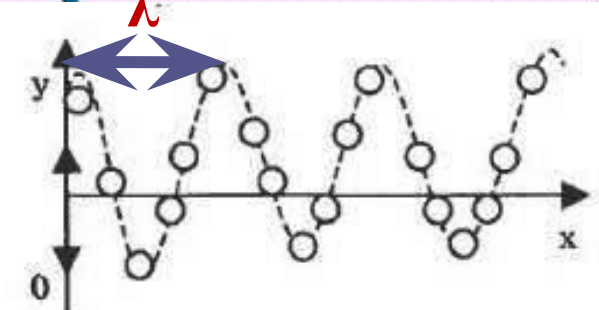
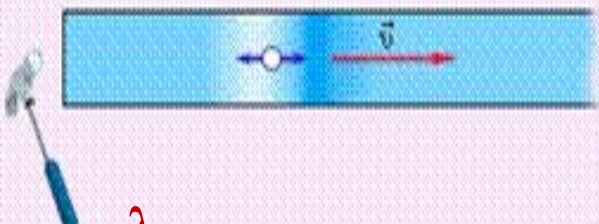
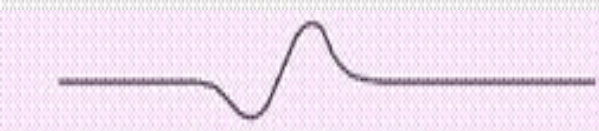


Продольные волны

- **Здесь должен быть видеофрагмент**
 - **«Продольные волны»**
- **Скачайте фильм по адресу:**
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/a57a06f5-66cb-4403-8416-ad9b2b2cbe80/view/>
и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Характеристики волн

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



• Физическая величина, равная отношению длины волны (λ) к периоду колебаний ее частиц (T), называется **скоростью волны**

• Расстояние между двумя ближайшими частицами среды, находящимися в **одинаковом состоянии**, называется **длиной волны**.

• **Период колебаний** частиц **равен** периоду колебаний **возбудителя волны**.

Скорость распространения волн в различных средах **различна**

Связь частоты колебаний и длины волны

- **Здесь должен быть видеофрагмент**
- **«Связь частоты колебаний и длины волны»**

- **Скачайте фильм по адресу:**
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/2af127cf-cdc5-4dd4-b048-ec3cfe4a9a19/view/> и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Свойства механических волн

- **Отражение волн** - механические волны любого происхождения обладают способностью **отражаться от границы раздела двух сред.**
- **Преломление волн** - при распространении механических волн можно наблюдать и явление преломления.
- **Дифракция волн** (лат. "дифрактус" – преломленный) - **отклонение волн от прямолинейного распространения, то есть огибание ими препятствий.**
- Дифракция наиболее отчетливо проявляется, если **длина набегающей волны больше размеров препятствия.** Позади него волна распространяется так, как будто препятствия не было вовсе.
- **Интерференция волн** - **взаимовлияние двух волн** (лат. "интер" – взаимно, "ферио" – ударяю).

Звук. Звуковые волны

$$20\text{Гц} \leq \nu \leq 20000\text{Гц}$$

- Звуковыми волнами или просто звуком принято называть волны, воспринимаемые человеческим ухом.
- Волны с частотой *менее 20 Гц* называются **инфразвуком**, а с частотой *более 20 кГц* – **ультразвуком**.
- Скорость звука в воздухе $\approx 330 \text{ м/с}$.
- Скорость распространения звуковых волн **в разных средах неодинакова**. Медленнее всего звук распространяется в газах.
- В жидкостях звук распространяется быстрее.
- В твердых телах – еще быстрее.
- В стальном рельсе, например, звук распространяется со скоростью $\gg 5000 \text{ м/с}$.
- При **распространении** звука в газе атомы и молекулы колеблются **вдоль** направления распространения волны.

Распространение звука в воздухе

- **Здесь должен быть видеофрагмент «Распространение звука в воздухе»**

- **Скачайте фильм по адресу:**
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/57062f4d-4448-4b1f-a04a-8f5a8ae254d6/view/> и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Звук от струн гитары

- **Здесь должен быть видеофрагмент**
 - **«Звук от струн гитары»**

- **Скачайте фильм по адресу:**

<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/0e6b2d85-9242-4166-8058-eb5a79278ea3/view/>

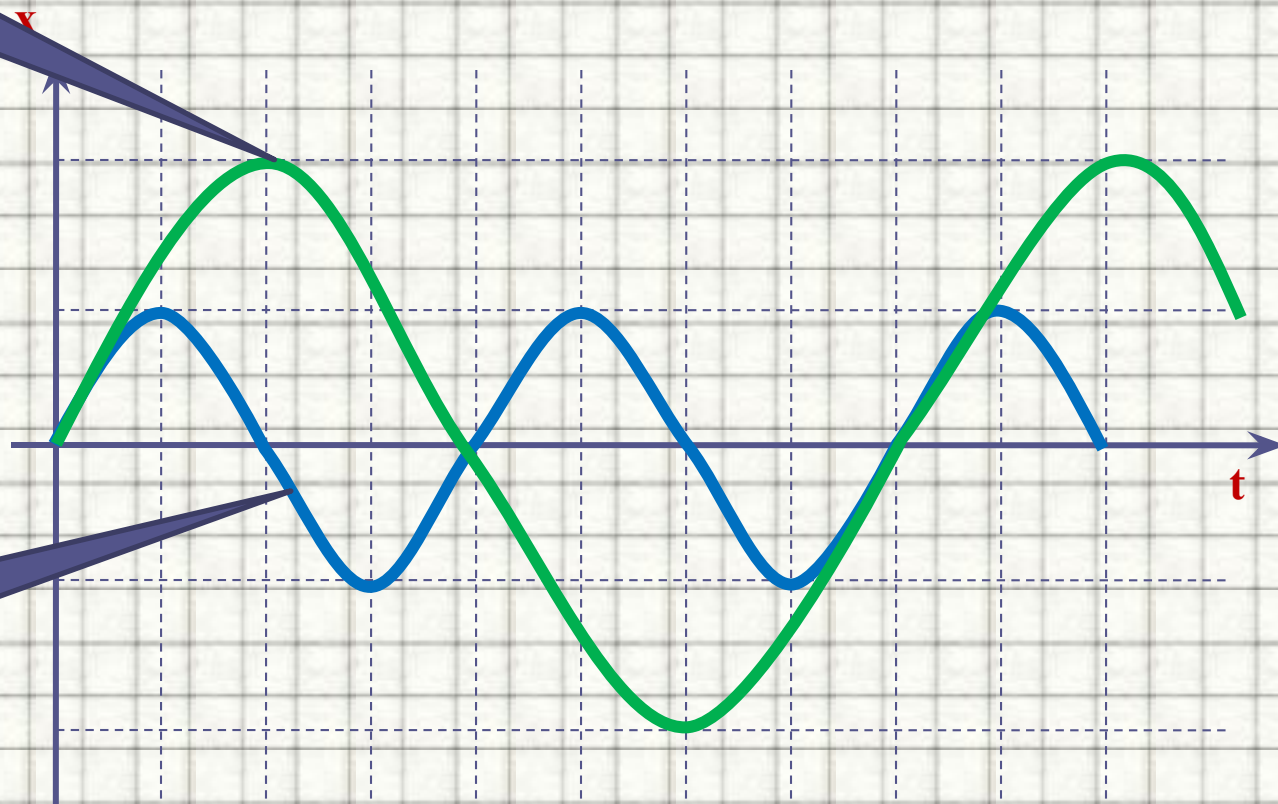
и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

ХАРАКТЕРИСТИК И ЗВУКА

Более громкий
звук

- **Громкость** звука определяется **амплитудой** волны
- **Высота** звука определяется **частотой** волны

Более высокий
голос



Принцип действия слухового аппарата человека

- **Здесь должен быть видеофрагмент «Принцип действия слухового аппарата человека»**
- **Скачайте фильм по адресу:**
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/c9eb315f-52c2-4485-9bf4-120d39c58af3/view/> и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Работа эхолокатора

- **Здесь должен быть видеофрагмент**
 - **«Работа эхолокатора»**

- **Скачайте фильм по адресу:**

<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/a8006565-bc53-4be4-afb3-9702ca9dd58b/view/>

и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Рассмотрим задачи:

Подборка заданий по кинематике
(из заданий ГИА 2008-2010 гг.)

ГИА-2010-4. Какова длина математического маятника с периодом колебаний $T = 1$ с?

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2}$$

- 1) 100 см
- 2) 55 см
- 3) 25 см
- 4) 15 см

$$l = \frac{(1\text{с})^2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4\pi^2} = 0.25\text{м}$$

ГИА-2010-6. Эхо, вызванное ружейным выстрелом, дошло до стрелка через 4 с после выстрела. На каком расстоянии от стрелка произошло отражение звуковой волны, если скорость звука в воздухе равна 330 м/с?

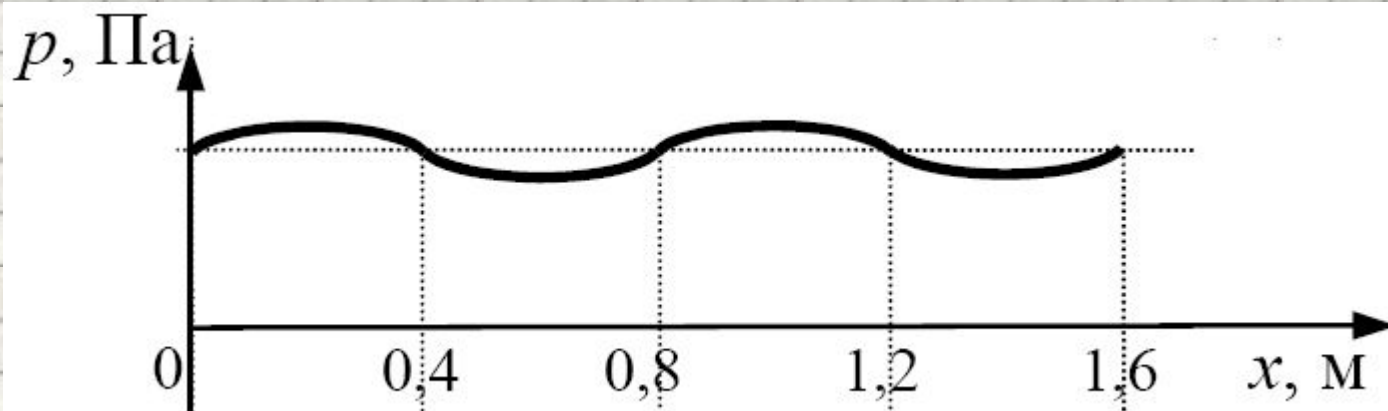
- 1) 330 м
- 2) 660 м
- 3) 990 м
- 4) 1320 м

$$2s = v \cdot t$$

$$s = \frac{330 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{с}}{2} = 660 \text{м}$$

(ГИА 2009 г.) 4. На рисунке представлен график зависимости давления воздуха от координаты в некоторый момент времени при распространении звуковой волны. Длина звуковой волны равна

1. 0,4 м
2. 0,8
3. 1,2
4. 1,6 м



ГИА-2010-4. Звуковые волны могут распространяться

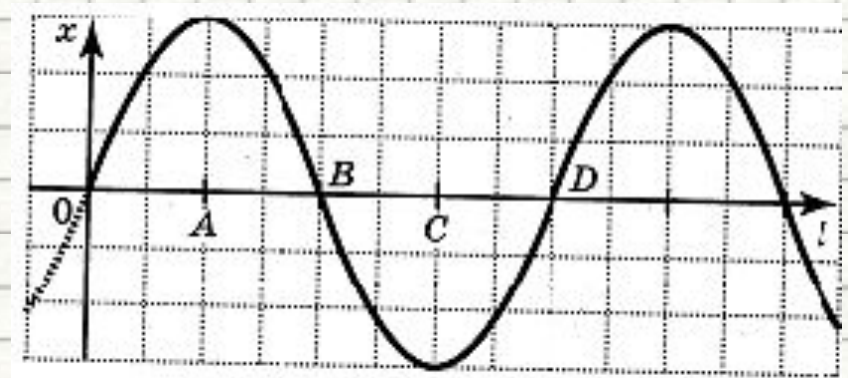
- 1) только в газах
- 2) только в жидкостях
- 3) только в твердых телах
- 4) в газах, жидкостях и твердых телах

ГИА-2010-4. Период колебаний математического маятника может быть значительно уменьшен путем

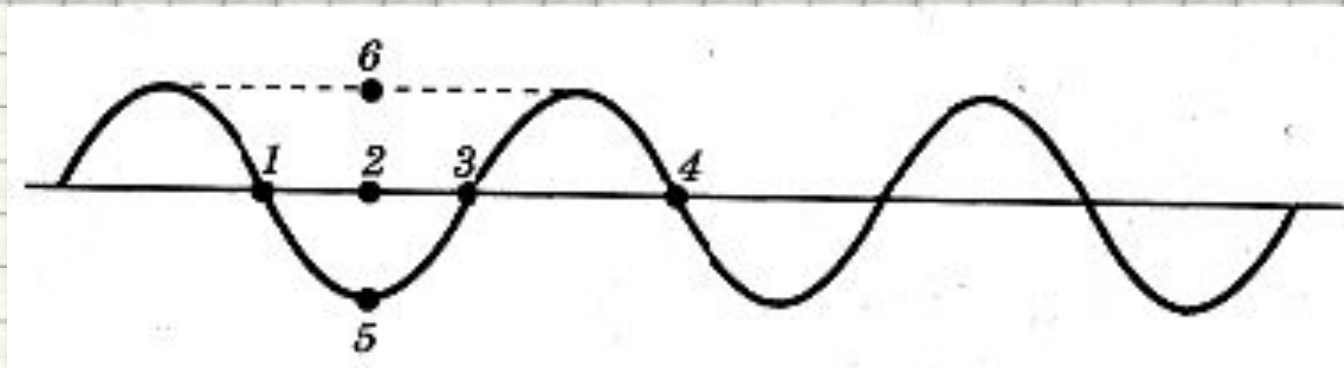
- 1) увеличения массы груза маятника
- 2) уменьшения объема груза маятника
- 3) уменьшения длины маятника
- 4) уменьшения амплитуды колебаний маятника

ГИА-2010-4. На рисунке отображен шнур, по которому распространяется поперечная волна в некоторый момент времени. Расстояние между какими точками равно половине длины волны?

1. **OB**
2. **AB**
3. **OD**
4. **AD**



ГИА-2010-4. На рисунке показан профиль волны, распространяющейся по воде. Расстояние между какими точками на рисунке равно длине волны?



1. 1 – 2
2. 1 – 3
3. 1 – 4
4. 2 – 5

ГИА-2010-6. К звучащему камертону подносят по очереди два других камертона. Вторым камертон и точности такой же, как и первый. Третий — настроен на меньшую частоту. Какой из камертонов начнет звучать с большей амплитудой?

1. второй
2. третий
3. оба камертона будут звучать одинаково
4. ни один из них

ГИА-2010-6. Динамик подключен к выходу звукового генератора. Частота колебаний 170 Гц. Определите длину звуковой волны в воздухе, зная, что скорость звуковой волны в воздухе 340 м/с.

1. 0,5 м
2. 1 м
3. 2 м
4. 57 800 м

ГИА-2010-6. Камертон, настроенный на ноту «ля» первой октавы, колеблется с частотой 440 Гц. Сколько длин волн уложится на расстоянии, которое звук, изданный камертоном, пройдет за 2 с? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

$$s = N \cdot \lambda = V \cdot t$$

$$N = \frac{(V \cdot t)}{\lambda}$$

1. 880
2. 660
3. 990
4. 1320

$$N = \frac{(V \cdot t)}{\frac{V}{\nu}} = \nu \cdot t$$

$$\lambda = \frac{V}{\nu}$$

ГИА-2010-6. Высота звука зависит от

- 1) амплитуды колебаний
- 2) частоты колебаний
- 3) скорости звука
- 4) длины волны

ГИА-2010-6. При переходе из одной среды в другую длина звуковой волны увеличилась в 3 раза. Как при этом изменилась высота звука?

- 1) увеличилась в 3 раза
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) не изменилась
- 4) увеличилась в 9 раз

ГИА-2010-6. Амплитуда звуковых колебаний увеличилась в 5 раз. Как изменилась высота звука при неизменной частоте звуковых колебаний?

- 1) уменьшилась в 5 раз
- 2) увеличилась в 5 раз
- 3) не изменилась
- 4) уменьшилась в 25 раз

ГИА-2010-6. Громкость звука зависит от

- 1) частоты звука
- 2) амплитуды колебаний
- 3) скорости звука
- 4) длины звуковой волны

ГИА-2009-11. При увеличении длины математического маятника в 4 раза его период свободных колебаний ...

1. увеличивается в 16 раз.
2. увеличивается в 4 раза.
3. увеличивается в 2 раза.
4. уменьшается в 2 раза.
5. уменьшается в 4 раза.

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{4l}{g}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{4} = 2$$

ГИА-2009-11. При увеличении в 4 раза массы груза, подвешенного на пружине, его период свободных колебаний ...

- 1. увеличивается в 16 раз.
- 2. увеличивается в 4 раза.
- 3. увеличивается в 2 раза.
- 4. уменьшается в 2 раза.
- 5. уменьшается в 4 раза.

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{4m}{k}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{4} = 2$$

(ГИА 2009 г.) 6.

Верхняя граница частоты колебаний звуковых волн, воспринимаемая ухом человека, с возрастом уменьшается. Для детей она составляет 22 кГц, а для пожилых людей – 10 кГц. Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.
Звук с длиной волны 17 мм

1. услышит только ребенок
2. услышит только пожилой человек
3. услышит и ребенок, и пожилой человек
4. не услышит ни ребенок, ни пожилой человек

ГИА 2010 г. 4.

Звуковые волны могут распространяться

1. только в газах
2. только в жидкостях
3. только в твердых телах
4. в газах, жидкостях и твердых телах

ГИА-2010-15. Какой из двух экспериментов подтверждает гипотезу, что звук распространяется только в материальной среде?

I. Через получасовые интервалы стреляли из пушки, расположенной на расстоянии 30 км, и наблюдатели отмечали промежуток времени между появлением вспышки и моментом, когда был услышан звук.

II. Колокол помещали в сосуд, из которого можно было откачивать воздух. Туда же помещали механизм, который позволяет колоколу звонить автоматически. Слух отчетливо улавливал ослабление звука по мере уменьшения давления воздуха в сосуде.

- 1) только I
- 2) только II
- 3) и I, и II
- 4) ни I, ни II

(ЕГЭ 2001 г.) А5.

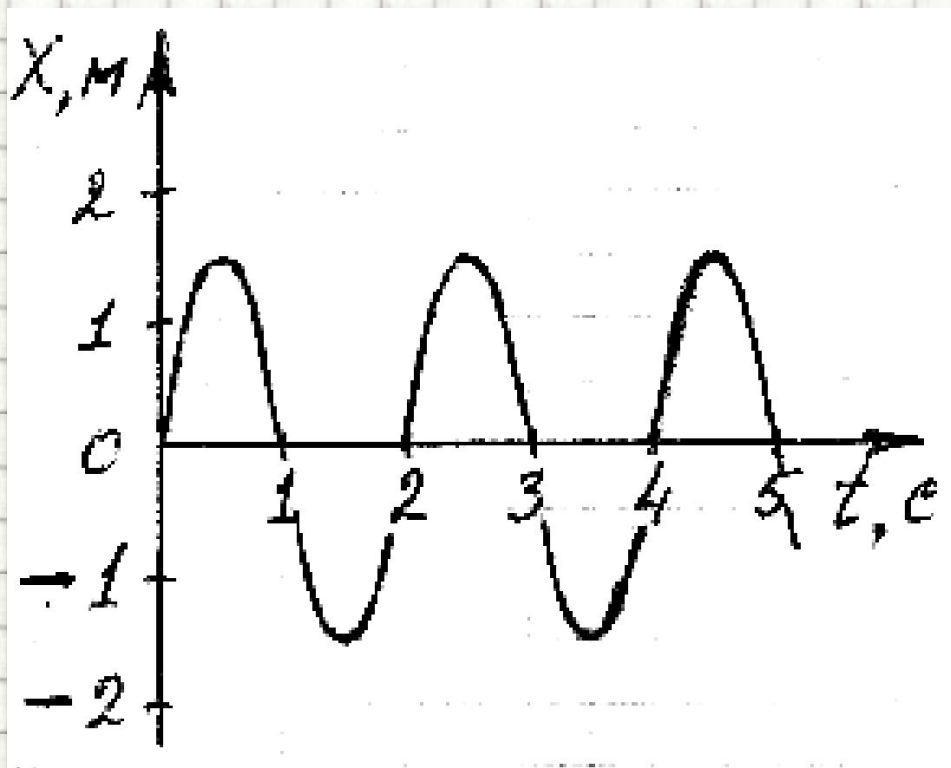
Период колебаний нитяного маятника равен 1,5 с. Для того, чтобы увеличить период колебаний до 3 с надо

- 1) увеличить амплитуду колебаний в 2 раза
- 2) увеличить массу маятника в $\sqrt{2}$ раза
- 3) увеличить длину маятника в 4 раза
- 4) уменьшить амплитуду колебаний в 2 раза

(ЕГЭ 2001 г., Демо) А10.

На рисунке приведен график колебаний маятника — груза на нити. Согласно этому графику, длина маятника приблизительно равна...

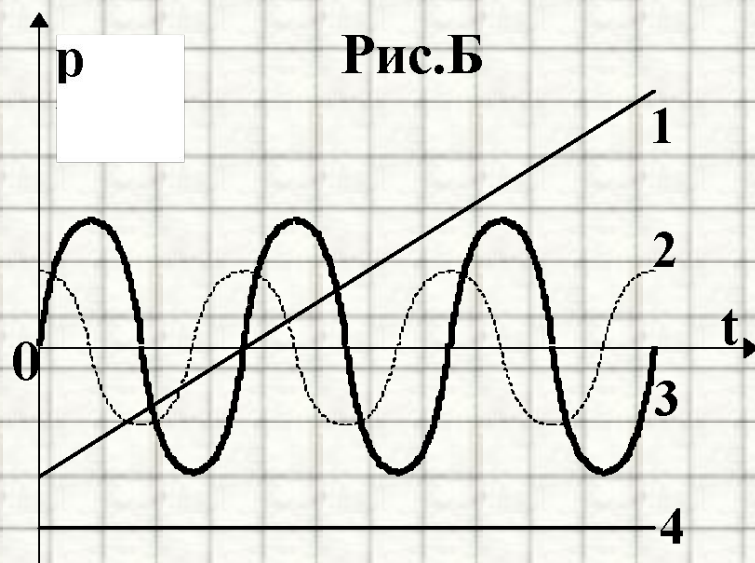
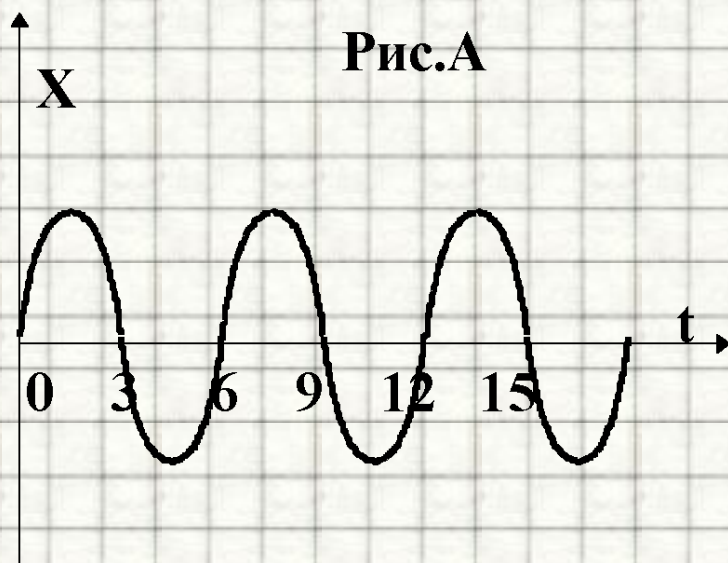
1. 1 м.
2. 0,5 м
3. 4 м.
4. 1,5 м



(ЕГЭ 2002 г., Демо) А7.

На рис.А представлен график зависимости координаты тела от времени при гармонических колебаниях. Какой из графиков на рис.Б выражает зависимость импульса колеблющегося тела от времени?

- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4



2005 г. А7 (КИМ).

При гармонических колебаниях вдоль оси Oх координата тела изменяется по закону

$$x = 0,9 \cdot \sin 3t \text{ (м)}$$

Чему равна частота колебаний ускорения?

1) $\frac{3t}{2\pi}$

2) $\frac{2\pi}{3}$

3) 3

4) $\frac{3}{2\pi}$

(ЕГЭ 2003 г., КИМ) А6.

При гармонических колебаниях вдоль оси ОХ координата тела изменяется по закону (м). Какова амплитуда колебаний?

$$x = 0,9 \cdot \cos 5t$$

1. 5 м
2. 4,5 м
3. 0,9 м
4. 0,18 м

(ЕГЭ 2003 г., КИМ) А7.

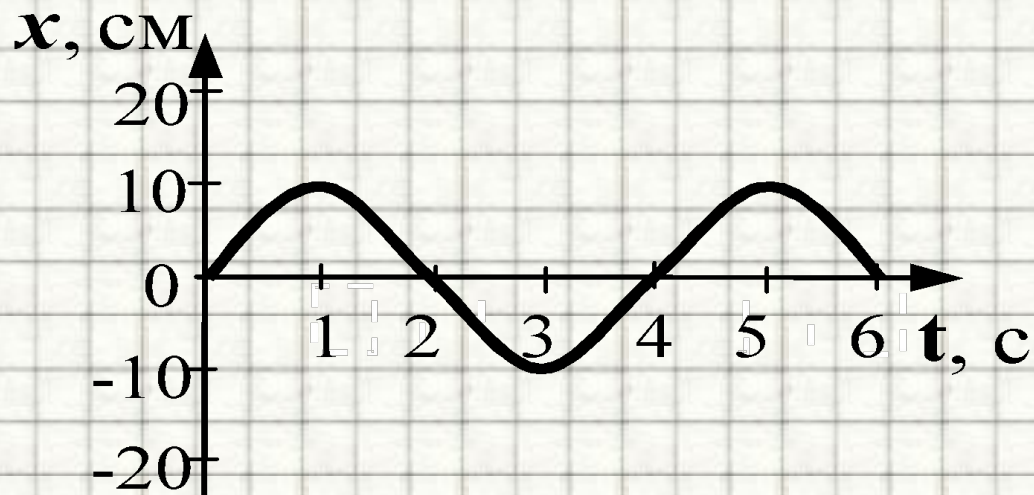
Человеческое ухо может воспринимать звуки частотой от 20 до 20 000 Гц. Какой диапазон длин волн соответствует интервалу слышимости звуковых колебаний? Скорость звука в воздухе примите равной 340 м/с.

1. от 20 до 20 000 м
2. от 6800 до 6 800 000 м
3. от 0,06 до 58,8 м
4. от 17 до 0,017 м

(ЕГЭ 2004 г., КИМ) А6.

На рисунке представлена зависимость координаты центра шара, подвешенного на пружине, от времени. Период колебаний равен

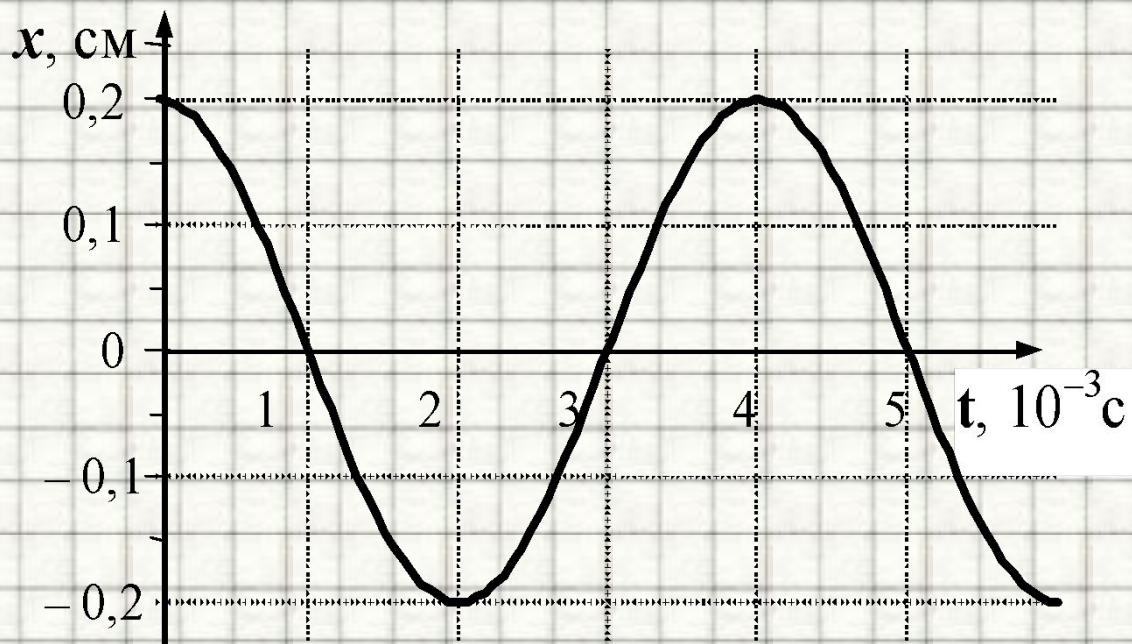
1. 2 с
2. 4 с
3. 6 с
4. 10 с



(ЕГЭ 2005 г., ДЕМО) А6.

На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику, период этих колебаний равен

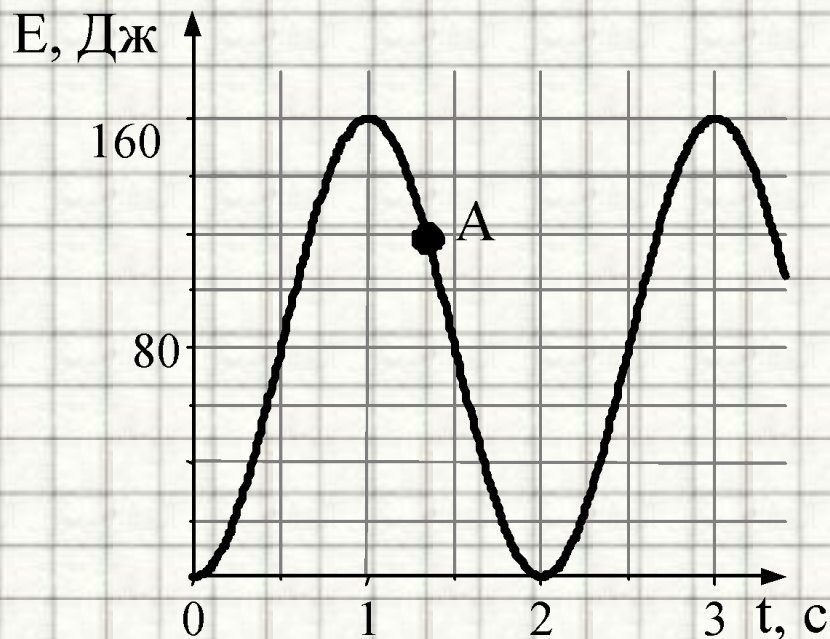
1. $1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
2. $2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
3. $3 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
4. $4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$



(ЕГЭ 2006 г., ДЕМО) А6.

На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребенка, качающегося на качелях. В момент, соответствующий точке А на графике, его потенциальная энергия, отсчитанная от положения равновесия качелей, равна

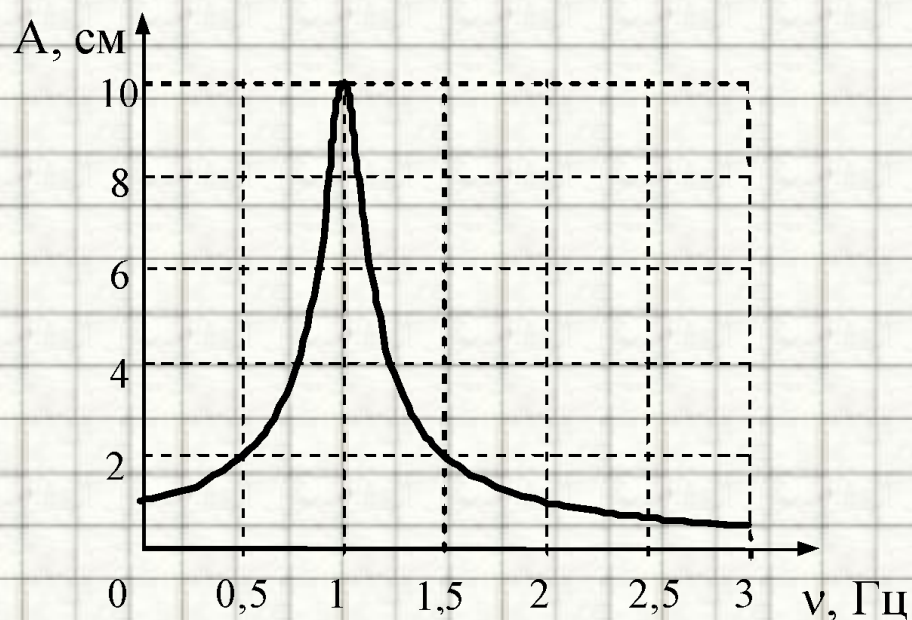
1. 40 Дж
2. 80 Дж
3. 100 Дж
4. 120 Дж



(ЕГЭ 2007 г., ДЕМО) А7.

На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц равно

1. 10
2. 2
3. 5
4. 4



(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) А7.

Если и длину математического маятника, и массу его груза увеличить в 4 раза, то период свободных гармонических колебаний маятника

1. увеличится в 2 раза
2. увеличится в 4 раза
3. уменьшится в 4 раза
4. уменьшится в 2 раза

(ЕГЭ 2009 г., ДЕМО) А6.

Принято считать, что женский голос сопрано занимает частотный интервал от $\nu^1 = 250$ Гц до $\nu^2 = 1000$ Гц.

Отношение граничных длин звуковых волн этого интервала $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ равно

1. 1
2. 2
3. 1/4
4. 4

(ЕГЭ 2009 г., ДЕМО) В1.

Груз массой m , подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с максимальной потенциальной энергией пружины, периодом и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОР
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) максимальная потенциальная энергия пружины	3) не изменится

А	Б	В
2	1	3

(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО) А5.

Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Как изменится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое больше?

1. увеличится в 2 раза
2. увеличится в 4 раза
3. уменьшится в 2 раза
4. уменьшится в 4 раза

(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО) А6.

Скорость тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени в соответствии с уравнением $u = 3 \cdot 10^{-2} \sin 2\pi t$, где все величины выражены в СИ. Какова амплитуда колебаний скорости?

1. $3 \cdot 10^{-2}$ м/с
2. $6 \cdot 10^{-2}$ м/с
3. 2 м/с
4. 2π м/с

Литература

1. Видеоролик - анимация "Поперечные волны". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/b7ad9b74-6ecd-42bb-98c8-00d96af3da5e/view/>;
2. Видеоролик - анимация "Принцип действия слухового аппарата человека". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/c9eb315f-52c2-4485-9bf4-120d39c58af3/view/>;
3. Видеоролик "Работа эхолотатора". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/a8006565-bc53-4be4-afb3-9702ca9dd58b/view/>;
4. Видеоролик "Звук от струн гитары". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/0e6b2d85-9242-4166-8058-eb5a79278ea3/view/>;
5. Видеоролик "Поперечные волны". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/f07f54e1-74d0-45e1-b929-266b8457f5fb/view/>;
6. Видеоролик "Продольные волны". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/a57a06f5-66cb-4403-8416-ad9b2b2cbe80/view/>;
7. Видеоролик "Распространение звука в воздухе". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/57062f4d-4448-4b1f-a04a-8f5a8ae254d6/view/>;
8. Видеоролик "Связь частоты колебаний и длины волны". Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/2af127cf-cdc5-4dd4-b048-ec3cfe4a9a19/view/>;
9. Гутник, Е. М., Физика. 7 класс. Учебник для общеобразовательных школ / Е. М. Гутник, А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 302 с.
10. Зорин, Н.И. ГИА 2010. Физика. Тренировочные задания: 9 класс / Н.И. Зорин. – М.: Эксмо, 2010. – 112 с. – (Государственная (итоговая) аттестация (в новой форме)).
11. Кабардин, О.Ф. Физика. 9 кл.: сборник тестовых заданий для подготовки к итоговой аттестации за курс основной школы / О.Ф. Кабардин. – М.: Дрофа, 2008. – 219 с;
12. Колебания. Материал из Википедии — свободной энциклопедии / <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F>
13. КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ. Класс!ная физика для любознательных // [Электронный ресурс]// http://class-fizika.narod.ru/9_21.htm;
14. Механические колебания и волны. Электронная версия по физике для студентов Инженерно - Технического Факультета / http://e-lib.qmii.uz/ebooks/048_fizika_sadullayev_ru/Mehan.htm
15. Механические Колебания и Волны. Эта удивительная физика. [Sfiz.ru/ http://www.fizika.asvu.ru/page.php?id=77](http://www.fizika.asvu.ru/page.php?id=77)
16. Перышкин, А. В., Физика. 7 класс. Учебник для общеобразовательных школ / А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 198 с.
17. Перышкин, А. В., Физика. 8 класс. Учебник для общеобразовательных школ / А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 196 с.
18. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика [ГИА-9 2010 г.](http://fipi.ru/view/sections/214/docs/) // [Электронный ресурс]// <http://fipi.ru/view/sections/214/docs/>
19. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика ЕГЭ 2001-2010// [Электронный ресурс]// <http://fipi.ru/view/sections/92/docs/>