

**УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЛИДСКОГО РАЙИСПОЛКОМА  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 1 г. ЛИДЫ»**

**УРОК ФИЗИКИ В 11Б КЛАССЕ**

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ  
«МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ»**



Матюк Анатолий Эдуардович,  
учитель физики  
ГУО «СШ №1 г. Лиды»,  
г. Лида, ул. Кирова, 18.  
тел. (8-0154) 65-27-91

Изучаемая тема: Механические колебания и волны

Количество часов: 23

Тема урока: Решение задач по теме «Механические колебания и волны»

Место урока в изучаемой теме: 20

Тип урока: урок закрепления знаний и формирования умений и навыков

Обучающая цель урока: предполагается, что к окончанию урока учащиеся будут уметь решать качественные, экспериментальные и расчетные задачи по теме «Механические колебания и волны», успешно выполняют тест.

Задачи воспитания и развития:

1. Создать условия для формирования умений решать качественные, экспериментальные и расчетные задачи.
2. Содействовать развитию логического мышления учащихся.
3. Способствовать формированию и развитию информационных, коммуникативных и рефлексивных умений учащихся.
4. Создать условия для формирования национального самосознания учащихся.

Оборудование: мультимедийная презентация «Решение задач по теме «Механические колебания и волны»; инструкционная карта с заданиями и критериями оценивания; тестовые задания по теме «Механические колебания и волны» в электронном приложении Online Test Pad; математический маятник длиной 25 см, секундомер (на каждую парту); игрушка-собачка с качающейся головой (демонстрационно).

## Ход урока

**Первый этап.** Организационный момент, формулировка темы урока – 1 мин.

Ожидаемый результат: понимание учащимися темы урока, настрой учащихся на позитивную работу.

Учащимся предлагается объяснить присутствие на уроке игрушки – собачки, которая качает головой. Игрушку, как правило, можно встретить в салоне автомобиля.

**Второй этап.** Постановка задач урока – 2 мин.

Ожидаемый результат: учащиеся будут четко представлять задачи урока.

Для постановки задач урока учащимся предлагаются на слайде презентации опорные слова, которые помогают определить задачи, которые поставят перед собой учащиеся. Учитель корректирует и обобщает высказывания учащихся. После этого учитель доводит до учащихся те задачи, которые необходимо решить на данном уроке.

**Третий этап.** Объяснение инструкционной карты – 1 мин.

Ожидаемый результат: учащиеся будут знать план урока, понимать, как работать с инструкционной картой.

Для удобства работы на уроке у каждого учащегося имеется инструкционная карта, в которой прописаны все задания на урок, критерии их оценивания, есть свободное место для решений, ответов и выставления баллов за каждое задание и итоговой отметки.

**Четвертый этап.** Задание «Собери формулы» – 3 мин.

Ожидаемый результат: учащиеся актуализируют знания по теме «Механические колебания и волны», вспомнят формулы по данной теме. Один из учащихся выполняет задание в презентации на интерактивной доске, остальные учащиеся – индивидуально в тетрадях.

**Пятый этап.** Решение задач из цикла «Geely Atlas Pro – колебательная система» – 29 мин.

Ожидаемый результат: умения определять теоретически и экспериментально характеристики колебательного и волнового движения, читать и строить графики

гармонических колебаний и волн, понимать сущность колебательных процессов, происходящих в автомобиле, иметь представление об отечественном автопроме.

Учащимся предлагается 5 задач, связанных с кроссовером Geely Atlas Pro совместного белорусско-китайского предприятия Белджи. В процессе решения данных задач учащиеся определяют период и частоту колебаний автомобиля как пружинного маятника, находят длину волны и расстояние до преграды, зафиксированное ультразвуковым парктроником автомобиля, рассчитывают частоту звукового сигнала и амплитуду колебаний мембраны клаксона, экспериментально моделируют колебания подвесной игрушки при езде автомобиля по ухабистой дороге, строят графики вынужденных колебаний поршней двигателя. С одной стороны, учащиеся оттачивают умения решать физические задачи по теме урока, определяя различные параметры колебательного движения, с другой стороны, знакомятся с достижениями отечественного автопрома, с третьей стороны, выстраивают единую картину физических процессов, происходящих в автомобиле, получая элементы политехнического образования.

Те учащиеся, у которых останется время после решения всех задач урока, могут взять игрушку-собачку для исследования ее колебаний. Исследование оценивается отдельно.

***Шестой этап. Физкультминутка (на 23-25-й минутах урока) «Верю-не-верю» + разминка для глаз – 2 мин.***

Ожидаемый результат: снятие локального утомления учащихся.

Все учащиеся встают около своих парт. Учитель задает вопрос «Верите ли Вы ...». Те учащиеся, которые верят утверждению, поднимают правую руку, которые не верят – левую. Возможны другие варианты движений. После того, как учитель озвучит правильный ответ, учащиеся, которые неправильно ответили, садятся на свои рабочие места и делают разминку для глаз (соответствующие упражнения учащимися изучены ранее). Остальные продолжают играть.

Вопросы физкультминутки подобраны по теме урока.

***Седьмой этап. Выполнение теста – 5 мин.***

Ожидаемый результат: осведомленность учащихся и учителя об учебных успехах и характере выявленных пробелов в изучении темы.

Учащимся предлагается 5 тестовых заданий в электронном приложении *Online Test Pad*. На первые три уровня даются задания с выбором ответа. На четвертом и пятом уровне – с вводом ответа.

***Восьмой этап. Итоговая рефлексия – 1 мин.***

Ожидаемый результат: учащиеся способны оценить свою деятельность на уроке, планируют коррекцию своих знаний.

Учащиеся подсчитывают в инструкционной карте итоговую отметку за урок. Активным учащимся учитель предлагает бонусные баллы.

Для эмоциональной рефлексии учитель предлагает учащимся продолжить предложения: «Я сегодня на уроке открыл для себя...», «Я удовлетворен своей работой потому что...», «Мне хотелось бы порекомендовать...» и т.п.

С помощью подобных рассуждений происходит осознание учащимися себя в собственной деятельности.

По итогам урока учитель оценивает работу учащихся.

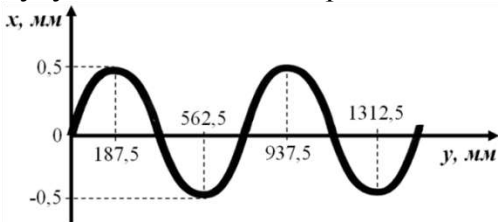
***Девятый этап. Домашнее задание – 1 мин.***


Ожидаемый результат: учащиеся понимают суть и объем домашнего задания.

Кроме обязательного домашнего задания (повторение параграфов из учебника и выполнения задач в онлайн-школе, учащимся предлагается дополнительное задание: выполнить домашний эксперимент по теме «Поющий бокал» и предоставить видеоотчет.

Инструкционная карта

Дата: \_\_\_\_\_ Фамилия, имя \_\_\_\_\_

№	Задание	Ответ	Макс балл за задание	Оценка
1.	<p><b>Собери формулы</b></p> $x = \frac{t}{N} \quad a_x(t) + \omega_x^2(t) \quad \frac{kA^2}{2} =$ $A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad v = \quad \lambda =$ $\frac{kx^2}{2} + \frac{m\vartheta^2}{2} = \quad T = \quad \vartheta \cdot T \quad 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ $\frac{2\pi}{T} \quad x = \quad \frac{1}{T} \quad \omega = \quad T =$ $x_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) = 0 \quad \frac{m\vartheta_{\max}^2}{2}$ <p>Составьте формулы из предложенных фрагментов</p>	$x = \dots$	1 (0,1 балла за каждую формулу)	
2.	<p><b>Автомобиль – пружинный маятник?</b></p> <p>Определите период <math>T</math> и частоту <math>\nu</math> собственных колебаний автомобиля <i>Geely Atlas Pro</i>, если его масса равна <math>m = 1700</math> кг, а жесткость каждой пружины амортизатора <math>k = 67</math> кН/м.</p> <p>Почему автомобиль не раскачивается как пружинный маятник? Каким образом происходит гашение колебаний?</p>	$T =$  $\nu =$	1  1  1	
3.	<p><b>Ультразвуковой парктроник</b></p> <p>Парковочный сонар автомобиля <i>Geely Atlas Pro</i> излучает ультразвуковые волны на частоте <math>\nu = 40</math> кГц. Определите длину волны <math>\lambda</math>. Скорость звуковых волн в воздухе равна <math>v = 330</math> м/с. Какое расстояние <math>l</math> до преграды зафиксировал парктроник, если посланный им сигнал вернулся через промежуток времени <math>\Delta t = 6</math> мс?</p> <p>Почему ультразвуковой парктроник не «видит» мелкие предметы, например, если пространство огорожено тонкими цепями или тросами, подвешенными на тонкие и невысокие столбики? При чем, система не срабатывает, даже если преграда находится в зоне ее действия.</p>	$\lambda =$  $l =$	1  1  1	
4.	<p><b>Звуковой сигнал</b></p> <p>Водитель автомобиля, увидев препятствие на дороге, подал звуковой сигнал, график которого изображен на рисунке. Определите частоту <math>\nu</math> звукового сигнала и амплитуду <math>A</math> колебаний мембраны клаксона.</p> 	$\nu =$  $A =$	1  1	

	От чего зависит громкость звукового сигнала?		1																							
5.	<b>Игрушка в салоне автомобиля</b> Игрушка-качели, подвешенная на зеркале заднего вида, раскачивается при неравномерном движении автомобиля. С какой скоростью $v$ движется автомобиль по ухабистой дороге, если игрушка раскачивается при такой езде с максимальной амплитудой. Расстояние между ухабами $L = 5\text{ м}$ . <i>Оборудование: математический маятник, секундомер.</i>	$T =$	1																							
		$v =$	1																							
	Почему при езде по ухабистой дороге водитель снижает скорость автомобиля? Прокомментируйте поговорку "Больше газа – меньше ям".		1																							
6.	<b>Двигатель автомобиля</b> <i>Geely Atlas Pro</i> оснащен трехцилиндровым бензиновым двигателем нового поколения. Кинематический закон движения поршня двигателя, работающего на холостых оборотах, имеет вид: $x = 46,6 \cdot \sin(24\pi t)$ (мм). Сколько оборотов в минуту $n$ совершает коленчатый вал двигателя? Чему равен ход поршня – расстояние $l$ от верхней мертвой точки до нижней мертвой точки? Запишите зависимости скорости $v_x(t)$ и ускорения $a_x(t)$ движения поршня от времени и постройте их графики.	$n =$	2																							
		$l =$	2																							
		$v_x(t) =$	2																							
		$a_x(t) =$	2																							
	График $v_x(t)$			2																						
График $a_x(t)$			2																							
7.	<b>Тест</b>  <table><tr><th>% выполнения теста</th><th>Балл</th></tr><tr><td>0 – 5%</td><td>0</td></tr><tr><td>6 – 19%</td><td>1</td></tr><tr><td>20 – 39%</td><td>2</td></tr><tr><td>40 – 59%</td><td>3</td></tr><tr><td>60 – 79%</td><td>4</td></tr><tr><td>80 – 100%</td><td>5</td></tr></table>	% выполнения теста	Балл	0 – 5%	0	6 – 19%	1	20 – 39%	2	40 – 59%	3	60 – 79%	4	80 – 100%	5	Процент выполнения теста	5									
% выполнения теста	Балл																									
0 – 5%	0																									
6 – 19%	1																									
20 – 39%	2																									
40 – 59%	3																									
60 – 79%	4																									
80 – 100%	5																									
8.	<b>Бонусные баллы</b> (активная работа, разминка и т.п.)																									
9.	<b>Шкала перевода суммы полученных баллов в итоговую отметку по десятибалльной шкале</b> <table><tr><th>Сумма баллов</th><th>Отметка</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>3-5</td><td>3</td></tr><tr><td>6-8</td><td>4</td></tr><tr><td>9-11</td><td>5</td></tr><tr><td>12-14</td><td>6</td></tr><tr><td>15-18</td><td>7</td></tr><tr><td>19-23</td><td>8</td></tr><tr><td>24-28</td><td>9</td></tr><tr><td>29-30</td><td>10</td></tr></table>	Сумма баллов	Отметка	1	1	2	2	3-5	3	6-8	4	9-11	5	12-14	6	15-18	7	19-23	8	24-28	9	29-30	10	<b>Сумма баллов</b>		
		Сумма баллов	Отметка																							
1	1																									
2	2																									
3-5	3																									
6-8	4																									
9-11	5																									
12-14	6																									
15-18	7																									
19-23	8																									
24-28	9																									
29-30	10																									
		<b>Отметка</b>																								

## Задачи «Geely Atlas Pro – колебательная система»

### 1. Автомобиль – пружинный маятник?

Определите период  $T$  и частоту  $\nu$  собственных колебаний автомобиля Geely Atlas Pro, если его масса равна  $m = 1700$  кг, а жесткость каждой пружины амортизатора  $k = 67$  кН/м. *Ответ:  $T = 0,5$  с;  $\nu = 2$  Гц.*

Почему автомобиль не раскачивается как пружинный маятник? Каким образом происходит гашение колебаний?

### 2. Акустический парктроник

Парковочный сонар, также известный как акустическая парковочная система (АПС), парктроник или ультразвуковой датчик парковки — вспомогательная система бесконтактных датчиков, опционально устанавливаемая на автомобилях для облегчения маневрирования при парковке. Она предупреждает водителя о приближении к препятствию.

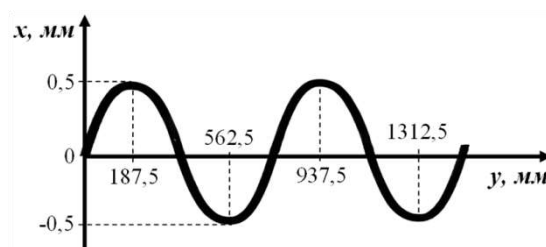
Парковочный сонар автомобиля Geely Atlas Pro излучает ультразвуковые волны на частоте  $\nu = 40$  кГц. Определите длину волны  $\lambda$ . Скорость звуковых волн в воздухе равна  $v = 330$  м/с. Какое расстояние  $l$  до преграды зафиксировал парктроник, если посланный им сигнал вернулся через промежуток времени  $\Delta t = 6$  мс? *Ответ:  $\lambda = 8,25$  мм;  $l \approx 1$  м.*

Почему ультразвуковой парктроник не видит мелкие предметы, например, если пространство огорожено тонкими цепями или тросами, подвешенными на тонкие и невысокие столбики? При чем, система не срабатывает даже если преграда находится в зоне ее действия.

### 3. Звуковой сигнал

Водитель автомобиля, увидев препятствие на дороге, подал звуковой сигнал, график которого изображен на рисунке. Определите частоту  $\nu$  звукового сигнала и амплитуду  $A$  колебаний мембраны клаксона.

*Ответ:  $\nu = 440$  Гц;  $A = 0,5$  мм.*



От чего зависит громкость звукового сигнала?

### 4. Игрушка-качели

Игрушка-качели, подвешенная на зеркале заднего вида, раскачивается при неравномерном движении автомобиля. С какой скоростью  $v$  движется автомобиль по ухабистой дороге, если игрушка раскачивается при такой езде с максимальной амплитудой. Расстояние между ухабами  $L = 5$  м. *Ответ:  $5$  м/с.*

*Оборудование: математический маятник, секундомер.*

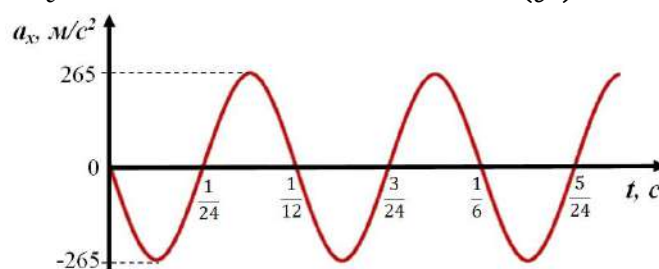
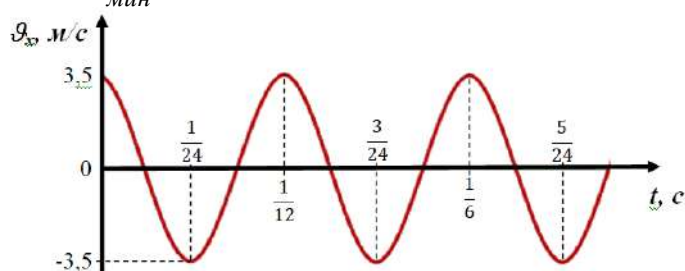
Почему при езде по ухабистой дороге водитель снижает скорость автомобиля? Прокомментируйте поговорку "Больше газа – меньше ям".

### 5. Двигатель автомобиля

Geely Atlas Pro оснащен трехцилиндровым бензиновым двигателем нового поколения. Кинематический закон движения поршня двигателя, работающего на



холостых оборотах, имеет вид:  $x(t) = 46,6 \cdot \sin(24\pi t)$  (мм). Сколько оборотов в минуту  $n$  совершает коленчатый вал двигателя? Чему равен ход поршня – расстояние  $l$  от верхней до нижней мертвой точки? Запишите зависимости скорости  $v_x(t)$  и ускорения  $a_x(t)$  движения поршня от времени и постройте их графики. *Ответ:*  $n = 720 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ ;  $l = 93,2 \text{ мм}$ ;  $v_x(t) = 3,5 \cdot \cos(24\pi t) (\frac{\text{м}}{\text{с}})$ ;  $a_x(t) = -265 \cdot \sin(24\pi t) (\frac{\text{м}}{\text{с}^2})$ .



### Физкультминутка «Верю-не-верю» по теме «Механические колебания и волны»

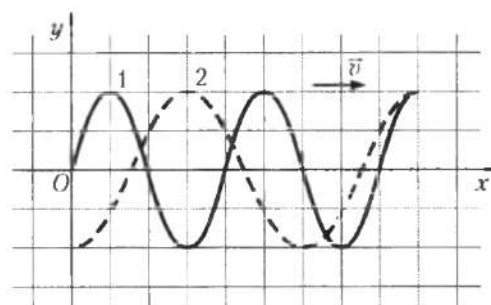
Верите ли вы что, ...

1. Верите ли Вы, что фаза колебаний измеряется в радианах? *(Да)*
2. Верите ли вы, что период колебания математического маятника зависит от амплитуды колебаний? *(Нет)*
3. Верите ли Вы, что затухающими называются колебания системы, вызываемые действием на нее периодических внешних сил? *(Нет, это вынужденные колебания)*
4. Верите ли вы, что комар быстрее машет крыльями, чем муха? *(Да. Муха – до 300 взмахов в секунду, комар – 800-1000)*
5. Верите ли Вы, что звук – это поперечная волна? *(Нет, продольная)*
6. Верите ли Вы, что самая большая длина волны, постоянно бегущей по Земле – 20000 километров? *(Да. Это приливная волна. Она поддерживается притяжением Луны и постепенно тормозит вращение Земли.*
7. Верите ли Вы, что средняя скорость волны цунами в океане 720 км/ч? *(Да)*

### Тест по теме «Механические колебания и волны»

Фамилия, имя \_\_\_\_\_

1. Единицей периода колебаний в СИ является:  
1) 1 с;    2) 1 кг;    3) 1 м;    4) 1 Дж;    5) 1 Па.
2. На рисунке представлены две поперечные волны 1 и 2, распространяющиеся с одинаковой скоростью вдоль оси Ох. Выберите ответ с правильным соотношением и периодов  $T_1$ ,  $T_2$  этих волн, и их амплитуд  $A_1$ ,  $A_2$ :  
1)  $T_1 = T_2$ ,  $A_1 < A_2$ ;



- 2)  $T_1 = T_2, A_1 > A_2$ ;
- 3)  $T_1 < T_2, A_1 = A_2$ ;
- 4)  $T_1 > T_2, A_1 < A_2$ ;
- 5)  $T_1 > T_2, A_1 > A_2$ .

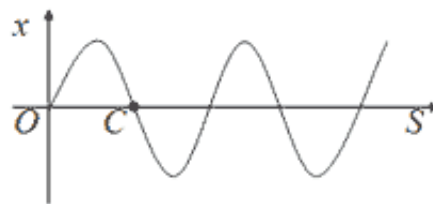
3. Массу  $m$  груза пружинного маятника, совершающего свободные гармонические колебания, увеличили в 4 раза. Как изменится период  $T$  колебаний маятника?

- 1) Увеличится в 4 раза;
- 2) Увеличится в 2 раза;
- 3) Уменьшится в 4 раза;
- 4) Уменьшится в 2 раза;
- 5) Не изменится.

4. Поплавок, качаясь на волнах, совершил  $N = 16$  полных колебаний за промежуток времени  $\Delta t = 10,0$  с. Если модуль скорости распространения волн  $v = 3,2 \frac{м}{с}$ , то расстояние  $l$  между соседними гребнями волн равно ... м.

Ответ: \_\_\_\_\_

5. По струне вдоль оси  $Os$  распространяется поперечная гармоническая волна длиной  $\lambda = 314$  мм, модуль скорости которой  $v = 40 \frac{м}{с}$  (см. рис.). Если амплитуда колебаний точек струны  $A = 1,0$  мм, то модуль мгновенной скорости  $v_0$  точки  $C$  струны равен ... см/с.



Ответ: \_\_\_\_\_

Ключи к тестам

№1 1) №2 3) №3 2) №4 2 №5 80.

№ задания	Балл за выполненное задание	Сумма баллов	Балльная оценка
1	2	2 - 4	1
2	4	6 - 10	2
3	6	12 - 16	3
4	8	18 - 22	4
5	10	24-30	5

### Домашнее задание

- Повт. § 1-6 (Физика-11, В.В. Жилко);
- Решить задачи в онлайн-школе.

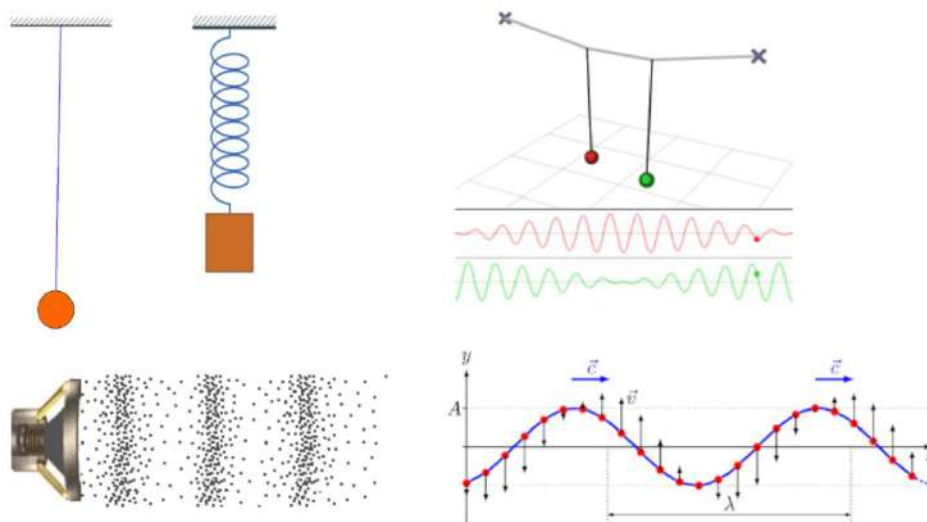
Творческое задание (по желанию):

- Провести опыт «Поющий бокал» в домашних условиях по теме "Звуковые волны" и предоставить видеоотчет.

## Список использованной литературы

1. Жилко, В. В. Физика : учеб. пособие для 11 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения (с электронным приложением для повышенного уровня) / В. В. Жилко, Л. Г. Маркович, А. А. Сокольский. — Минск : Народная асвета, 2021.
2. Сборник задач по физике : учеб. пособие для 11-го кл. учреждений образования, реализующих образоват. программы общ. сред. образования с рус. яз. обучения и воспитания (базовый и повыш. уровни) / В. В. Дорофейчик, М. А. Силенков. — Минск : Национальный институт образования, 2023.
3. Централизованное тестирование. Физика : сборник тестов / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Респ. Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2007, 2011, 2013, 2023.

### Решение задач по теме "Механические колебания и волны"



## Задачи урока:

**Повторить ...** основные понятия и формулы темы «Механические колебания и волны»

**Обобщить знания ...** о гармонических колебаниях, математическом и пружинном маятниках, явлении резонанса, механических волнах

**Отработать умения ...** решать текстовые, графические и экспериментальные задачи

**Выполнить ...** успешно тест



## Инструкционная карта

Решение задач по теме «Механические колебания и волны»

Дата: \_\_\_\_\_ Фамилия, имя: \_\_\_\_\_

№	Задание	Ответ	Макс. балл за задание	Оценка																												
1.	<p style="text-align: center;"><b>Собери формулы</b></p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%;"><math>x = \frac{l}{N}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>a_x(t) + \omega_x^2(t)</math></div> <div style="width: 33%;"><math>\lambda = \frac{kt^2}{2}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>A \sin(\omega t + \varphi_0)</math></div> <div style="width: 33%;"><math>v = \varphi \cdot T</math></div> <div style="width: 33%;"><math>2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>\frac{kx^2}{2} + \frac{m\vartheta^2}{2}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>T = \frac{2\pi}{\omega}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>x = \frac{1}{T}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>\omega = \frac{m\vartheta^2}{2}</math></div> <div style="width: 33%;"><math>x_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0)</math></div> <div style="width: 33%;"><math>T =</math></div> </div> <p>Составьте формулы из предложенных фрагментов</p>	$x =$ ...	1	(0,1 балла за каждую формулу)																												
2.	<p><b>Автомобиль – пружинный маятник?</b></p> <p>Определите период <math>T</math> и частоту <math>\nu</math> собственных колебаний автомобиля <i>Geely Atlas P20</i>, если его масса равна <math>m \approx 1700</math> кг, а жесткость каждой пружины амортизатора <math>k = 67</math> кН/м.</p> <p>Почему автомобиль не раскачивается как пружинный маятник? Каким образом происходит гашение колебаний?</p>	$T =$ $\nu =$	1	1																												
7.	<p><b>Тест</b></p> <table border="1" style="font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>% выполнения теста</th> <th>Баллы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 – 5%</td><td>0</td></tr> <tr><td>6 – 19%</td><td>1</td></tr> <tr><td>20 – 39%</td><td>2</td></tr> <tr><td>40 – 59%</td><td>3</td></tr> <tr><td>60 – 79%</td><td>4</td></tr> <tr><td>80 – 100%</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	% выполнения теста	Баллы	0 – 5%	0	6 – 19%	1	20 – 39%	2	40 – 59%	3	60 – 79%	4	80 – 100%	5	<table border="1" style="font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Процент выполнения</th> <th>Баллы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 – 5%</td><td>0</td></tr> <tr><td>6 – 19%</td><td>1</td></tr> <tr><td>20 – 39%</td><td>2</td></tr> <tr><td>40 – 59%</td><td>3</td></tr> <tr><td>60 – 79%</td><td>4</td></tr> <tr><td>80 – 100%</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Процент выполнения	Баллы	0 – 5%	0	6 – 19%	1	20 – 39%	2	40 – 59%	3	60 – 79%	4	80 – 100%	5	5	
% выполнения теста	Баллы																															
0 – 5%	0																															
6 – 19%	1																															
20 – 39%	2																															
40 – 59%	3																															
60 – 79%	4																															
80 – 100%	5																															
Процент выполнения	Баллы																															
0 – 5%	0																															
6 – 19%	1																															
20 – 39%	2																															
40 – 59%	3																															
60 – 79%	4																															
80 – 100%	5																															
8.	<b>Бонусные баллы (активная работа, размышка и т.п.)</b>																															
9.	<p><b>Шкала перевода суммы полученных баллов в итоговую отметку по десятибалльной шкале</b></p> <table border="1" style="font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Сумма баллов</th> <th>Отметка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3-5</td><td>3</td></tr> <tr><td>6-8</td><td>4</td></tr> <tr><td>9-11</td><td>5</td></tr> <tr><td>12-14</td><td>6</td></tr> <tr><td>15-18</td><td>7</td></tr> <tr><td>19-23</td><td>8</td></tr> <tr><td>24-28</td><td>9</td></tr> <tr><td>29-30</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Сумма баллов	Отметка	1	1	2	2	3-5	3	6-8	4	9-11	5	12-14	6	15-18	7	19-23	8	24-28	9	29-30	10	<p style="text-align: center;"><b>Сумма баллов</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Отметка</b></p>								
Сумма баллов	Отметка																															
1	1																															
2	2																															
3-5	3																															
6-8	4																															
9-11	5																															
12-14	6																															
15-18	7																															
19-23	8																															
24-28	9																															
29-30	10																															



## Задание "Собери формулы"

$$\begin{array}{llll}
 x = \frac{t}{N} & a_x(t) + \omega_x^2(t) & \frac{kA^2}{2} = & \\
 A \sin(\omega t + \varphi_0) & v = & \lambda = & \\
 & g \cdot T & 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} & \\
 \frac{kx^2}{2} + \frac{mg^2}{2} = & T = & 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} & \\
 \frac{2\pi}{T} & x = \frac{1}{T} & \omega = & T = \\
 & = 0 & \frac{mg_{\max}^2}{2} & \\
 x_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) & & T = & 
 \end{array}$$

4 of 29

## Geely Atlas Pro – колебательная система



5 of 29



## Автомобиль – пружинный маятник?



Определите период  $T$  и частоту  $\nu$  собственных колебаний автомобиля *Geely Atlas Pro*, если его масса равна  $m = 1700 \text{ кг}$ , а жесткость каждой пружины амортизатора  $k = 67 \text{ кН/м}$ .



## Автомобиль – пружинный маятник?

Определите период  $T$  и частоту  $\nu$  собственных колебаний автомобиля *Geely Atlas Pro*, если его масса равна  $m = 1700 \text{ кг}$ , а жесткость каждой пружины амортизатора  $k = 67 \text{ кН/м}$ .

Дано:

$$m = 1700 \text{ кг}$$

$$k = 67 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$T - ?$

$\nu - ?$

Решение:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{4k}} = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{1700 \text{ кг}}{4 \cdot 67000 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}} = 0,5 \text{ с};$$

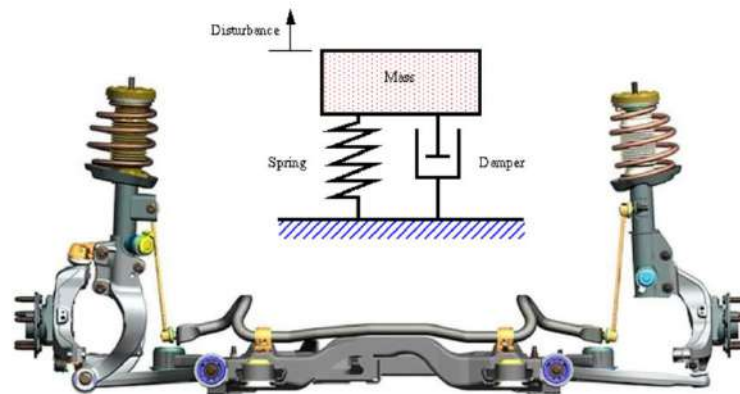
$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5 \text{ с}} = 2 \text{ Гц.}$$

Ответ:  $T = 0,5 \text{ с}$ ;  $\nu = 2 \text{ Гц}$ .



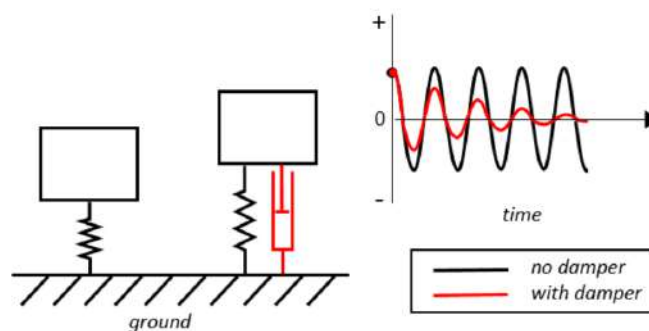
## Автомобиль – пружинный маятник?

Почему автомобиль не раскачивается как пружинный маятник? Каким образом происходит гашение колебаний?



8 of 29

## Демпфер предотвращает колебания



Почему автомобиль не раскачивается как пружинный маятник? Каким образом происходит гашение колебаний?

9 of 29

## Ультразвуковой парктроник

Парковочный сонар автомобиля *Geely Atlas Pro* излучает ультразвуковые волны на частоте  $\nu = 40$  кГц. Определите длину волны  $\lambda$ . Скорость звуковых волн в воздухе равна  $v = 330$  м/с. Какое расстояние  $l$  до преграды зафиксировал парктроник, если посланный им сигнал вернулся через промежуток времени  $\Delta t = 6$  мс?



10 of 23

## Ультразвуковой парктроник

Парковочный сонар автомобиля *Geely Atlas Pro* излучает ультразвуковые волны на частоте  $\nu = 40$  кГц. Определите длину волны  $\lambda$ . Скорость звуковых волн в воздухе равна  $v = 330$  м/с. Какое расстояние  $l$  до преграды зафиксировал парктроник, если посланный им сигнал вернулся через промежуток времени  $\Delta t = 6$  мс?

Дано:

$$\nu = 40 \text{ кГц}$$

$$v = 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta t = 6 \text{ мс}$$

$\lambda$  - ?

$l$  - ?

Решение:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{330 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{4 \cdot 10^4 \text{ Гц}} = 8,25 \text{ мм};$$

$$l = \frac{v \Delta t}{2} = \frac{330 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ с}}{2} \approx 1 \text{ м.}$$

Ответ:  $\lambda = 8,25 \text{ мм}; l \approx 1 \text{ м.}$

11 of 29



## Ультразвуковой парктроник

Почему ультразвуковой парктроник не "видит" мелкие предметы, например, если пространство огорожено тонкими цепями или тросами, подвешенными на тонкие и невысокие столбики? При этом, система не срабатывает, даже если преграда находится в зоне ее действия.



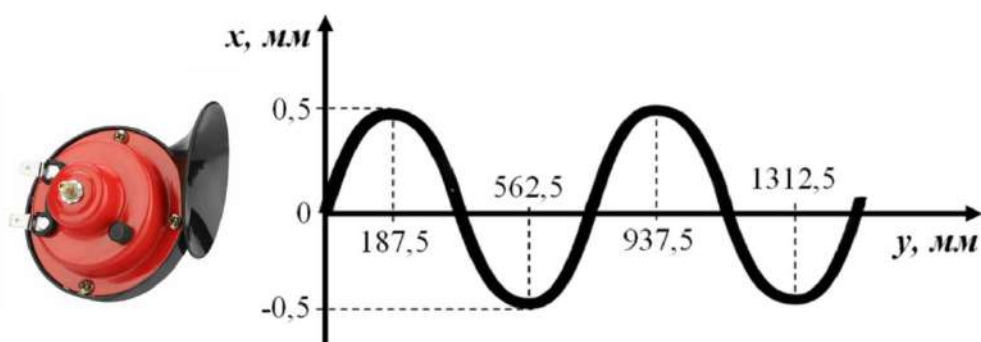
12 of 28



## Звуковой сигнал

Водитель автомобиля, увидев препятствие на дороге, подал звуковой сигнал, график которого изображен на рисунке.

Определите частоту  $\nu$  звукового сигнала и амплитуду  $A$  колебаний мембраны клаксона.



13 of 28



## Звуковой сигнал

Водитель автомобиля, увидев препятствие на дороге, подал звуковой сигнал, график которого изображен на рисунке.

Определите частоту  $\nu$  звукового сигнала и амплитуду  $A$  колебаний мембраны клаксона.

Дано:

График  $x(y)$

$$\nu = 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$A$  - ?

$\nu$  - ?

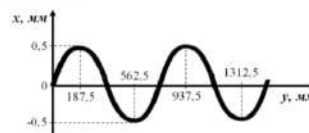
Решение:

$$A = 0,5 \text{ мм};$$

$$\lambda = 937,5 \text{ мм} - 187,5 \text{ мм} = 750 \text{ мм} = 0,75 \text{ м};$$

$$\nu = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{330 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,75 \text{ м}} = 440 \text{ Гц};$$

Ответ:  $A = 0,5 \text{ мм}$ ,  $\nu = 440 \text{ Гц}$ .



От чего зависит громкость звукового сигнала?

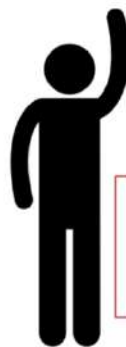


## Разминка "Верю - не верю"

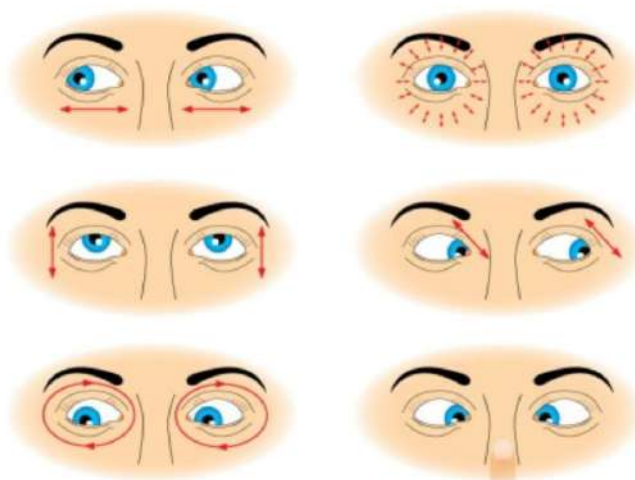
Верю



Не  
верю



## Разминка для глаз



16 of 29

## Игрушка в салоне автомобиля

Игрушка-качели, подвешенная на зеркале заднего вида, раскачивается при неравномерном движении автомобиля. С какой скоростью  $U$  движется автомобиль по ухабистой дороге, если игрушка раскачивается при такой езде с максимальной амплитудой. Расстояние между ухабами  $L = 5$



17 of 29

## Игрушка в салоне автомобиля

Игрушка-качели, подвешенная на зеркале заднего вида, раскачивается при неравномерном движении автомобиля. С какой скоростью  $U$  движется автомобиль по ухабистой дороге, если игрушка раскачивается при такой езде с максимальной амплитудой. Расстояние между ухабами  $L = 5$  м.

Дано:  
 $L = 5$  м

$v - ?$

Решение:

$$N = 10; \Delta t = 10 \text{ с};$$

$$T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{10 \text{ с}}{10} = 1 \text{ с};$$

$$v = \frac{L}{T} = \frac{5 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}};$$

$$\text{Ответ: } v = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$



## Игрушка в салоне автомобиля

Почему при езде по ухабистой дороге водитель снижает скорость автомобиля?



Прокомментируйте поговорку "Больше газа – меньше ям".





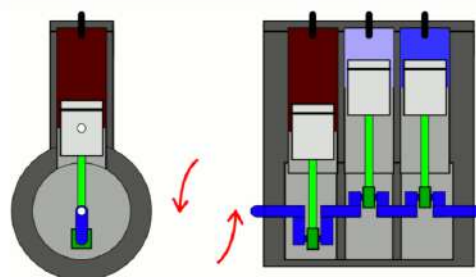
## Двигатель автомобиля

*Geely Atlas Pro* оснащен трехцилиндровым бензиновым двигателем нового поколения. Кинематический закон движения поршня двигателя, работающего на холостых оборотах, имеет вид:  $x = 46,6 \cdot \sin(24\pi t)$  (мм). Сколько оборотов в минуту  $n$  совершает коленчатый вал двигателя? Чему равен ход поршня – расстояние  $l$  от верхней до нижней мертвой точки? Запишите зависимости скорости  $v_x(t)$  и ускорения  $a_x(t)$  движения поршня от времени и постройте их графики.

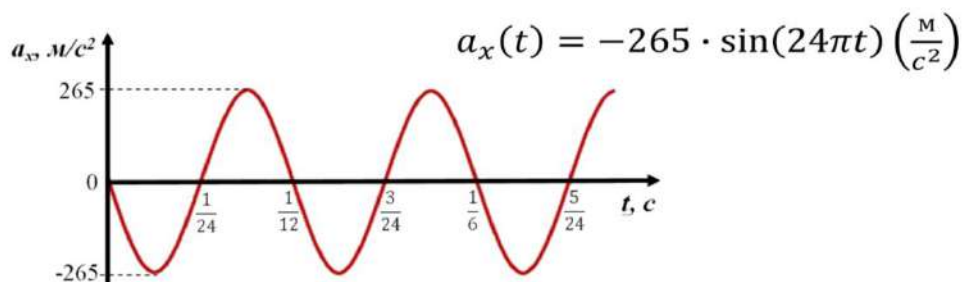
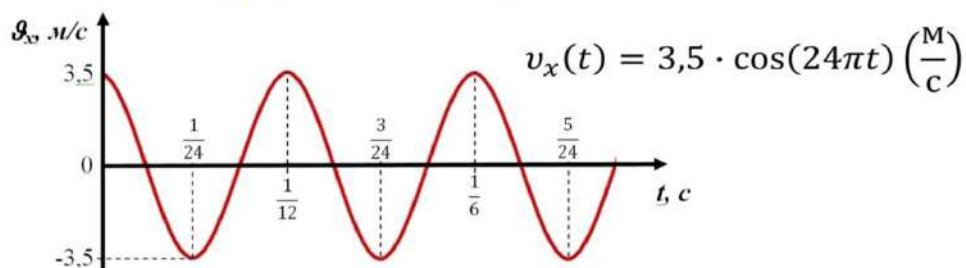


## Двигатель автомобиля

*Geely Atlas Pro* оснащен трехцилиндровым бензиновым двигателем нового поколения. Кинематический закон движения поршня двигателя, работающего на холостых оборотах, имеет вид:  $x = 46,6 \times \sin(24\pi t)$  (мм). Сколько оборотов в минуту  $n$  совершает коленчатый вал двигателя? Чему равен ход поршня – расстояние  $l$  от верхней до нижней мертвой точки? Запишите зависимости скорости  $v_x(t)$  и ускорения  $a_x(t)$  движения поршня от времени и постройте их графики.



## Двигатель автомобиля



## Двигатель автомобиля

*Geely Atlas Pro* оснащен трехцилиндровым бензиновым двигателем нового поколения. Кинематический закон движения поршня двигателя, работающего на холостых оборотах, имеет вид:  $x = 46,6 \cdot \sin(24\pi t)$  (мм). Сколько оборотов в минуту  $n$  совершает коленчатый вал двигателя? Чему равен ход поршня – расстояние  $l$  от верхней до нижней мертвой точки? Запишите зависимости скорости  $v_x(t)$  и ускорения  $a_x(t)$  движения поршня от времени и постройте их графики.

Дано:  
 $x = 46,6 \cdot \sin(24\pi t)$  (мм)

$n$  – ?  
 $l$  – ?  
 $v_x(t)$  – ?  
 $a_x(t)$  – ?  
График  $v_x(t)$  – ?  
График  $a_x(t)$  – ?

Решение:

$$x = A \cdot \sin(\omega t) \text{ (мм)}$$

$$A = 46,6 \text{ мм}; \quad \omega = 24\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

$$\omega = 2\pi n; \quad n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{24\pi}{2\pi} \frac{\text{об}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{об}}{\text{с}} = 720 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$l = 2A = 2 \cdot 46,6 \text{ мм} = 93,2 \text{ мм};$$

$$v_x(t) = x'(t) = 46,6 \cdot 24\pi \cdot \cos(24\pi t) \left(\frac{\text{мм}}{\text{с}}\right) \approx 3,5 \cdot \cos(24\pi t) \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right);$$

$$a_x(t) = v_x'(t) = -46,6 \cdot (24\pi)^2 \cdot \sin(24\pi t) \left(\frac{\text{мм}}{\text{с}^2}\right) \approx -265 \cdot \sin(24\pi t) \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$$

Ответ:  $n = 720 \frac{\text{об}}{\text{мин}}; \quad l = 93,2 \text{ мм}; \quad v_x(t) = 3,5 \cdot \cos(24\pi t) \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right);$

$$a_x(t) = -265 \cdot \sin(24\pi t) \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right).$$

## Выполните тест



Тест состоит из 5 вопросов.  
Три вопроса с вариантами ответов.  
Только один вариант ответа из пяти правильный.

Два вопроса с числовым вводным ответом. В ответ необходимо написать число без указания единицы измерения.

Время на выполнение теста – 5 минут.

Желаю удачи!



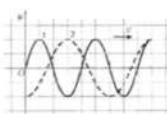
<https://onlinetestpad.com/srqdwc7wxzlig>

Тест по теме «Механические колебания и волны»

Фамилия и Имя \_\_\_\_\_

1. Единицей периода колебаний в СИ является:  
1) 1 с; 2) 1 кг; 3) 1 м; 4) 1 Дж; 5) 1 Па.

2. На рисунке поперечные волны 1 и 2, распространяющиеся с одинаковой скоростью вдоль оси  $Ox$ . Правильные периоды  $T_1$ ,  $T_2$  этих волн и их амплитуды  $A_1$ ,  $A_2$ :  
1)  $T_1 = T_2$ ,  $A_1 < A_2$ ;  
2)  $T_1 = T_2$ ,  $A_1 > A_2$ ;  
3)  $T_1 < T_2$ ,  $A_1 = A_2$ ;  
4)  $T_1 > T_2$ ,  $A_1 = A_2$ ;  
5)  $T_1 > T_2$ ,  $A_1 > A_2$ .



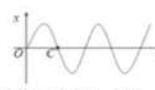
представлены две одинаковой скорости распространения волн. Выберите ответ с соотношением их периодов и амплитуд.

3. Массу  $m$  груза пружинного маятника, совершающего свободные гармонические колебания, увеличили в 4 раза. Как изменится период  $T$  колебаний маятника?  
1) Увеличится в 4 раза;  
2) Увеличится в 2 раза;  
3) Уменьшится в 4 раза;  
4) Уменьшится в 2 раза;  
5) Не изменится.

4. Поплавок, качаясь на волнах, совершил  $N = 16$  полных колебаний за промежуток времени  $\Delta t = 10,0$  с. Если модуль скорости распространения волны  $\theta = 3,2 \frac{м}{с}$ , то расстояние  $l$  между соседними гребнями волн равно ... м.

Ответ: \_\_\_\_\_

5. По струне вдоль оси  $Ox$  распространяется гармоническая волна с частотой  $\nu = 314$  Гц, модуль скорости (см. рис.). Если амплитуда струны  $A = 1,0$  мм, то мгновенной скорости  $v_x$  точек  $C$  струны равен ... см/с.



поперечная длиной  $\lambda = 40 \frac{см}{с}$  которой  $\theta = 40 \frac{см}{с}$  колебаний точек модуль

Ответ: \_\_\_\_\_

24 of 29

## Домашнее задание



Повт. § 1-6;  
задачи в  
онлайн-школе

Домашнее задание

- Груз на пружине совершает гармонические колебания. В каких единицах в СИ измеряется период его колебаний?
- Звуковая волна частотой  $\nu = 475$  Гц распространяется в воде со скоростью, модуль которой  $v = 1428 \frac{м}{с}$ . Чему равна длина  $\lambda$  звуковой волны? Ответ: 3 м.
- Период колебаний математического маятника в  $n = 2,0$  раза больше периода колебаний пружинного маятника массой  $m = 180$  г. Жесткость пружины  $k = 15 \frac{Н}{м}$ . Определите длину  $l$  нити математического маятника. Ответ: 48 см.
- Тело совершает гармонические колебания. Определите отношение кинетической энергии к ее потенциальной энергии для моментов времени, когда смещение тела от положения равновесия составляет а)  $x = \frac{A}{2}$ ; б)  $x = \frac{3A}{4}$ ; в)  $x = A$ . Ответ: а) 3; б) 0,78; в) 0.
- Математический маятник совершает свободные колебания вблизи стены с периодом колебаний, равным  $T_0 = 4$  с. Чему будет равен период колебаний  $T$  такого маятника, если на одной вертикали с точкой подвеса в стену вбить гвоздь на расстоянии  $3/4$  его длины от точки подвеса? Ответ: 3 с.
- Экспериментальное задание.  
<https://sites.google.com/view/phiz-oprtv/колебания-и-волны/механические-колебания-и-волны/механические-волны-звук/показаний-бокал?authuser=0>



25 of 29

## Продолжи предложение

- ✓ Я сегодня на уроке открыл для себя...
- ✓ Мне понравилось на уроке то, что...
- ✓ На уроке меня порадовало...
- ✓ Я удовлетворён своей работой, потому что...
- ✓ Мне хотелось бы порекомендовать...
- ✓ Если бы я был учителем, то ...

26 of 29

## Игрушка на панель автомобиля

Исследуйте колебания игрушки на панель автомобиля. Определите максимальное количество параметров колебательной системы. Оборудование выберите самостоятельно из подручных средств.



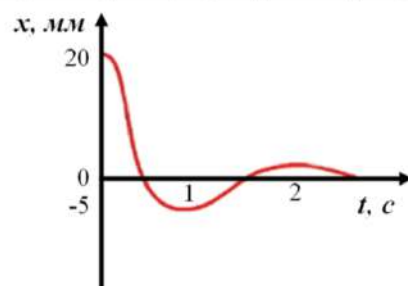
27 of 29



## Игрушка на панель автомобиля



Горизонтальные колебания						
№ измерения	$N$	$t, c$	$T, c$	$\nu, Гц$	Амплитуда	
					$N$	$A, мм$
1		1,99			0	20
2		2,03			1	5
3		2,04			2	0
4		1,96			—	—
5		1,98			—	—
Среднее	1	2,00	2	0,5	—	—



## Игрушка на панель автомобиля



Вертикальные колебания						
№ измерения	$N$	$t, c$	$T, c$	$\nu, Гц$	Амплитуда	
					$N$	$A, мм$
1		2,04			0	15
2		2,01			1	5
3		1,97			2	3
4		1,95			3	2
5		2,03			4	1
Среднее	5	2,00	0,4	2,5	5	0,8

