№13

**План работы учащегося 11 класса по физике. Разработчик:**

**учитель физики специализированного лицея №165 Нам Эльза Маршаковна**

**Уроки № 88-95 обобщающее повторение**

**Уроки № 91 обобщающее повторение темы «Математический и пружинный маятники»**

**Тема урока:** **обобщающее повторение темы «Математический и пружинный маятники»**

**Цели работы для учащегося:**

- понимание основных понятий и формул колебательного процесса;

- формирование навыков решения задач на колебания маятников

**Краткая теория**

**Математический маятник**

**Математическим маятником** называют тело небольших размеров, подвешенное на тонкой, длинной и нерастяжимой нити, масса которой пренебрежимо мала по сравнению с массой тела. Только в случае малых колебаний математический маятник является гармоническим **осциллятором**, то есть системой, способной совершать гармонические (по закону sin или cos) колебания. Практически такое приближение справедливо для углов порядка 5–10°. Колебания маятника при больших амплитудах не являются гармоническими.

Циклическая частота колебаний математического маятника рассчитывается по формуле:

Формула Циклическая частота колебаний математического маятника

**Период колебаний математического маятника:**

Формула Период колебаний математического маятника

Полученная формула называется формулой Гюйгенса и выполняется, **когда точка подвеса маятника неподвижна**. Важно запомнить, что период малых колебаний математического маятника не зависит от амплитуды колебаний. Такое свойство маятника называется **изохронностью**. Как и для любой другой системы, совершающей механические гармонические колебания, для математического маятника выполняются следующие соотношения:

1. Путь от положения равновесия до крайней точки (или обратно) проходится за четверть периода.
2. Путь от крайней точки до половины амплитуды (или обратно) проходится за одну шестую периода.
3. Путь от положения равновесия до половины амплитуды (или обратно) проходится за одну двенадцатую долю периода.

**Пружинный маятник**

Свободные колебания совершаются под действием внутренних сил системы после того, как система была выведена из положения равновесия. Для того, чтобы свободные колебания совершались по гармоническому закону, необходимо, чтобы сила, стремящаяся возвратить тело в положение равновесия, была пропорциональна смещению тела из положения равновесия и направлена в сторону, противоположную смещению. Таким свойством обладает сила упругости.

Таким образом, груз некоторой массы *m*, прикрепленный к пружине жесткости *k*, второй конец которой закреплен неподвижно, составляют систему, способную совершать в отсутствие трения свободные гармонические колебания. Груз на пружине называют **пружинным маятником**.

Циклическая частота колебаний пружинного маятника рассчитывается по формуле:

Формула Циклическая частота колебаний пружинного маятника

**Период колебаний пружинного маятника:**

Формула Период колебаний пружинного маятника

При малых амплитудах период колебаний пружинного маятника не зависит от амплитуды (как и у математического маятника). При горизонтальном расположении системы пружина–груз сила тяжести, приложенная к грузу, компенсируется силой реакции опоры. Если же груз подвешен на пружине, то сила тяжести направлена по линии движения груза. В положении равновесия пружина растянута на величину *x*0, равную:

Положение равновесия вертикального пружинного маятника

А колебания совершаются около этого нового положения равновесия. Приведенные выше выражения для собственной частоты *ω*0 и периода колебаний *T* справедливы и в этом случае. Таким образом, полученная формула для периода колебаний груза на пружине остается справедливой во всех случаях, независимо от направления колебаний, движения опоры, действия внешних постоянных сил.

При свободных механических колебаниях кинетическая и потенциальная энергии периодически изменяются. При максимальном отклонении тела от положения равновесия его скорость, а, следовательно, и кинетическая энергия обращаются в нуль. В этом положении потенциальная энергия колеблющегося тела достигает максимального значения. Для груза на пружине потенциальная энергия – это энергия упругой деформации пружины. Для математического маятника – это энергия в поле тяготения Земли.

Когда тело при своем движении проходит через положение равновесия, его скорость максимальна. Тело проскакивает положение равновесия по инерции. В этот момент оно обладает максимальной кинетической и минимальной потенциальной энергией (как правило, потенциальную энергию в положении равновесия полагают равной нулю). Увеличение кинетической энергии происходит за счет уменьшения потенциальной энергии. При дальнейшем движении начинает увеличиваться потенциальная энергия за счет убыли кинетической энергии и так далее.

Таким образом, при гармонических колебаниях происходит периодическое превращение кинетической энергии в потенциальную и наоборот. Если в колебательной системе отсутствует трение, то полная механическая энергия при свободных колебаниях остается неизменной. При этом, максимальное значение кинетической энергии при механических гармонических колебаниях задаётся формулой:

Формула Максимальное значение кинетической энергии при механических гармонических колебаниях

Максимальное значение потенциальной энергии при механических гармонических колебаниях пружинного маятника:

Формула Максимальное значение потенциальной энергии при механических гармонических колебаниях

Взаимосвязь энергетических характеристик механического колебательного процесса (полная механическая энергия равна максимальным значениям кинетической и потенциальной энергий, а также сумме кинетической и потенциальной энергий в произвольный момент времени):

Формула Взаимосвязь энергетических характеристик колебательного процесса

**Ссылки на интернет-ресурс:** <https://educon.by/index.php/materials/phys/>kolebania

**Задания для самостоятельного решения**

**Превращение энергии при колебательном движении. Вынужденные колебания. Резонанс**

**Задание #1**

*Вопрос:*

На гладком горизонтальном столе находится пружина, один конец которой соединён с шариком, а другой прикреплён к стене. Для начала колебаний шарика пружину растягивают. Какую энергию сообщают при этом колебательной системе?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) Потенциальную энергию упругой деформации

2) Внутреннюю энергию

3) Кинетическую энергию

4) Потенциальную энергию тела поднятого над землей

**Задание #2**

*Вопрос:*

Вынужденные колебание происходят под действием

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) Силы тяжести

2) Силы трения

3) Силы сопротивления воздуха

4) Периодически изменяющейся силы

**Задание #3**

*Вопрос:*

Примером полезного проявления резонанса может быть

А: дребезжание стекол в автобусе

Б: постепенное раскачивание тяжелого языка колокола

Верно(-ы) утверждение(-я)

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) И А, и Б

2) Только Б

3) Ни А, ни Б

4) Только А

**Задание #4**

*Вопрос:*

На рисунке представлен график зависимости амплитуды А вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей силы. Резонанс происходит при частоте



*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) 10 Гц

2) 0 Гц

3) 20 Гц

4) 30 Гц

**Задание #5**

*Вопрос:*

Груз на нити совершает свободные колебания между точками 1 и 3. В каком положении скорость груза будет максимальной?



*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) В точках 1, 2, 3

2) Ни в одной точке

3) В точке 2

4) В точках 2 и 3

**Задание #6**

*Вопрос:*

Груз, подвешенный на пружине, совершает свободные колебания между точками 1 и 3 (см. рисунок). В каком (-их) положении (-ях) скорость груза будет минимальной?



*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) В точке 1 и 3

2) В точке 2

3) В точках 1, 2, 3

4) Ни в одной из этих точек

**Задание #7**

*Вопрос:*

Свободные колебания пружинного маятника постепенно прекращаются. Какая сила приводит к уменьшению амплитуды колебаний?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) Сила трения и сила сопротивления воздуха

2) Сила упругости

3) Сила реакции опоры

4) Сила тяжести

**Задание #8**

*Вопрос:*

Грузик пружинного маятника имеет массу 0,1 кг. С какой скоростью он проходит положение равновесия, если жесткость пружины 40 Н/м, а амплитуда колебаний равна 2 см?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) 0,4 м/с

2) 10 м/с

3) 4 м/с

4) 0,1 м/с

**Задание #9**

*Вопрос:*

Полная механическая энергия пружинного маятника увеличилась в 3 раза. Во сколько раз изменилась амплитуда колебаний?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) Уменьшилась в 3 раза

2) Уменьшилась в  раз

3) Увеличилась в 3 раза

4) Увеличилась в  раз

**Задание #10**

*Вопрос:*

Период собственных вертикальных колебаний железнодорожного вагона равен 1,25 с. На стыках рельсов вагон получает периодические удара, вызывающие вынужденные колебания вагона. При какой скорости поезда возникнет резонанс, если длина каждого рельса между стыками 25 м?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) 72 м/с

2) 31,25 м/с

3) 63 м/с

4) 20 м/с