

Краевая научно-практическая конференция
учебно-исследовательских работ учащихся 6-11 классов
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики и физики»

экспериментальная физика

Тайны колебаний

Гладких Андрей Валерьевич,
9 кл., МБОУ «Березовская СОШ№2»,
с. Березовка, Пермского края

Дёмина Галина Ивановна,
учитель физики

Пермь. 2017

Содержание:

Введение.....	3
1. Исследование зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины	4
2. Исследование зависимости периода колебаний нитяного маятника от массы	5
3. Исследование зависимости периода колебаний нитяного маятника от амплитуды.....	6
4. Исследование зависимости пружинного маятника от жесткости пружины.....	6
5. Исследование зависимости пружинного маятника от массы тела.....	5
6. Исследование зависимости пружинного маятника от амплитуды.....	6
7. Распознавание колебаний в прыжках мяча.....	7
8. Применение зависимостей колебаний на практике.....	8
9. Исследование зависимости периода колебаний от наличия магнита.....	8
10. Распознавание колебаний в различных ситуациях.....	9
Заключение.....	11
Источники информации.....	12

Введение

Колебательное движение – одно из самых распространённых в природе и технике. Почти невозможно себе представить такую область явлений, в которой бы не встречались колебания. Колеблются деревья в лесу, пшеница в поле, трава на лугу, листья на деревьях. Колеблются струны музыкальных инструментов, мембрана телефона, диффузор громкоговорителя, звучащий колокол, двигатели машин. Колеблются провода, телевышки, заводские трубы, трубопроводы, плоскости самолёта, корпус ракеты, поршни двигателей и т.д. С колебаниями мы встречаемся также в живых организмах: биение сердца, дыхание, колебания голосовых связок, движения конечностей при ходьбе и плавании, движение глаз при чтении.

Колебательное движение – движение, сопровождающее нас с детства, буквально на каждом шагу, а потому ставшее таким привычным и незаметным. Например, девочка качается на качелях. Колебание – увлекательное движение. Можно долго наблюдать за этими движениями, т.к. они повторяются. При более пристальном внимании к этому интересному движению, я призадумался - изменится ли время одного колебания, если на качели сядут две девочки? В своей школьной жизни часто встречаемся с повторяющимися движениями - прыжками мяча. Будут ли прыжки мяча колебаниями?

Чтобы ответить на ряд возникших вопросов возникает необходимость их всестороннего изучения. Нужно знать, как зависят между собой величины, характеризующие колебания.

Проблема: Определение взаимосвязей характеристик колебаний

Поскольку тема механических колебаний в школьном курсе изучается сжато, но при этом широко проявляется в нашей жизни, я решил выполнить исследование по колебаниям, где через физические эксперименты более глубоко изучить и сами колебания, механизм их создания, закономерности и зависимости между величинами, характеризующими колебания.

Цель: Выяснить экспериментальным путем зависимости между характеристиками колебаний и определить их применение на практике.

Задачи:

1. Исследовать зависимость периода колебаний пружинного и нитяного маятников от параметров колебательной системы;
2. Изучить теоретические основы колебаний;

3. Показать применение законов физики на практике.

В своей работе выдвинул следующие гипотезы:

- 1) чем больше длина нити маятника, тем больше период колебаний;
- 2) чем больше масса груза маятника, тем больше период колебаний;
- 3) чем больше амплитуда колебаний маятника, тем больше период колебаний;
- 4) период колебаний пружинного маятника зависит от жёсткости пружины;
- 5) зависимости между характеристиками используются на практике.

Для выполнения работы я использовал оборудование кабинета физики:

штатив, нить разной длины, 2 пружины разной жесткости, линейку, секундомер, полосовой магнит, 2 металлических шарика разной массы, 2 груза разной массы (100г, 200г). Мы провели 8 экспериментов, результаты которых мы проанализировали, обобщили и систематизировали.

В каждом мы измеряли время всех колебаний, а период колебаний вычисляли по формуле. ($T = t/N$).

Результаты экспериментальной части работы.

- 1) а) *исследование зависимости математического маятника от длины нити*
- 2) Для этого определил время 30 полных колебаний маятников длиной 5 см, 20см, 45см, 80см, 125см.

	1	2	3	4	5
L, см	5	20	45	80	125
N	30	30	30	30	30
t, с	14	30	40,5	54	70
T, с	0,5	1	1,35	1,8	2,5
v, Гц	2	1	0,8	0,5	0,4

Вычислил период колебаний в каждом случае по формуле $T = t / N$ и частоту $\nu = 1 / T$.

$$T = 14\text{с} / 30 = 0,5\text{с}$$

$$T = 30\text{с} / 30 = 1\text{с}$$

$$T = 40,5\text{с} / 30 = 1,35\text{с}$$

$$T = 54\text{с} / 30 = 1,8\text{с}$$

$$T = 70\text{с} / 30 = 2,5\text{с}$$

Вывод1: Чем больше длина нити, тем больше период колебаний.
Следовательно

Вывод2: Чем больше длина нити, тем меньше частота колебаний.

б) выяснение математической зависимости между длиной маятника и его периодом.

$T_2 / T_1 = 2$	$T_3 / T_1 = 3$	$T_4 / T_1 = 4$	$T_5 / T_1 = 5$
$L_2 / L_1 = 4$	$L_3 / L_1 = 9$	$L_4 / L_1 = 16$	$L_5 / L_1 = 25$

Вывод 3: Закономерность между периодом колебаний и длиной нити: $T \sim \sqrt{L}$

2) исследование зависимости математического маятника от массы тела

Для этого подвешивал к нити неизменной длины грузы разной массы, сохраняя одинаковую амплитуду колебаний.

N	m, кг	t, с	T, с
30	0,05	11	0,36=0,4
30	0,10	12	0,4
30	0,171	12	0,4

Вывод 4: Период колебаний математического маятника не зависит от массы груза.

3) исследование зависимости математического маятника от амплитуды колебания;

N	A, см	t, с	T, с
---	-------	------	------

30	4	10	0,9
30	5	10	0,9

Вывод5: Период колебаний математического маятника не зависит от амплитуды.

4) исследование зависимости пружинного маятника от жесткости пружины

жесткость	N	t, с	T, с
меньшая	30	11	0,4
большая	30	8	0,3

Вывод 6: Чем больше жёсткость пружины, тем меньше период колебаний: $T \sim \frac{1}{k}$

5) исследование зависимости пружинного маятника от массы тела

N	m, кг	t, с	T, с
30	0,1	9	0,3
30	0,2	12	0,4

$$T=9с/30=0,3с$$

$$T=12с/30=0,4с$$

Вывод7: Чем больше масса груза, тем больше период его колебаний, причем $T^2 \sim m$

б) исследование зависимости пружинного маятника от амплитуды колебания;

N	A, см	t, с	T, с
30	3	9	0,3
30	4	9	0,3

$$T=t/N$$

$$T=9с/30=0,3с$$

Вывод8: Период колебаний пружинного маятника не зависит от амплитуды.

Вывод: Период и частота колебаний маятников зависят только от параметров колебательной системы.

В ходе выполнения работы я подтвердил предположения: чем больше длина нити маятника, тем больше период колебаний; период колебаний пружинного маятника зависит от жёсткости пружины и массы тела, прикрепленного к пружине. Оказалось, что период колебаний не зависит от амплитуды колебаний. А период колебаний нитяного маятника не зависит от массы тела на нити. Поэтому я смог самостоятельно ответить на вопрос о времени одного колебания двух девочек на качелях. Если все параметры колебательной системы останутся прежними, а изменится только масса тела на качелях, то период останется неизменным.

Также в своей работе я проверил: являются ли прыжки мяча колебаниями? Если да, то какими? За счет чего он подпрыгивает?

Провел эксперимент: бросил мяч о пол.

Измерил секундомером время первых пяти прыжков и следующих пяти.

Вывод: длительность прыжков уменьшается - постоянного периода нет!

Определение учебника относится только к периодическим колебаниям, когда амплитуда и период постоянны. Существуют непериодические колебания, для которых нужно другое определение! Пример — прыжки мяча.

За счет чего он подпрыгивает?

Упругий удар об пол заставляет мяч вернуться в верхнее положение, а сила тяжести заставляет его вновь падать. Возникают свободные колебания – движения, которые почти точно повторяются через период. Поэтому свободные колебания с течением времени прекращаются.

Для нахождения примеров использования на практике закономерностей между характеристиками колебаний я изучал литературу и использовал материалы Интернет. Зависимости между величинами, характеризующими колебания, используют в геологической разведке, цель которой - найти залежи полезных ископаемых под землей, не роя ям, не копая шахт.

Тяжелую руду нужно искать в тех местах, где g наибольшее. Напротив, залежи легкой соли обнаруживают по местным заниженным значениям величины g .

Залегание руд в области Курской магнитной аномалии было уточнено измерением ускорения свободного падения.

Я решил расширить исследование и определить зависимость периода колебаний от наличия магнита, при этом измерить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.

Для этого установив длину маятника 25 см, повесил шарик и измерил период колебаний. Затем установил под шариком постоянный магнит и снова измерил период колебаний. Во втором случае период уменьшился. В обоих случаях вычислил ускорения свободного падения g по формуле $g=4\pi L / T^2$

Число колебаний -30

Длина маятника, см	25	25
Наличие магнита	нет	да
Время колебаний, с	30	28
Период колебаний, с	1	0,93
Ускорение свободного падения, м/с ²	9,8	11,3

$$g=4*3,14^2*0,25\text{м}/1\text{с}^2=9,8\text{м}/\text{с}^2$$

$$g=4*3,14^2*0,25\text{м}/0,93\text{с}^2=11,3\text{м}/\text{с}^2$$

Ускорение свободного падения g при наличии магнита увеличилось. Это подтверждает способ нахождения железных руд по изменению g .

Методы разведки при помощи маятников и сверхточных весов имеют большое практическое значение и для поисков нефти. Дело в том, что при гравитационных методах разведки легко обнаружить подземные соляные купола, а очень часто оказывается, что где есть соль, там и нефть. Причем нефть лежит в глубине, а соль ближе к земной поверхности. Методом гравитационной разведки была открыта нефть в Казахстане и в других местах.

Найденный материал натолкнул меня на самостоятельное экспериментальное определение ускорения свободного падения на Высоковском месторождении нефти около д. Дубовое.

Длина маятника -45см, период колебаний 0,78 с. Значение ускорения свободного падения при этих данных получил $9,2 \text{ м/с}^2$.

$g=4*3,14^2*0,45\text{м}/0,608\text{с}^2=9,2\text{м/с}^2$. Теория подтверждает практику.

Кроме того, захотелось определить в конкретных ситуациях встречаемые движения, будут ли колебаниями.

1. Автобус движется от остановки до остановки.
2. Автобус проходит обкатку по улице центральной, проезжая ее 6 раз.
3. Груз подвешен на резинке
4. Ребята играют в бадминтон, удерживая воланчик в игре до ста ударов
5. Мальчик совершает прыжки на батуте
6. Ведро раскачивается на коромысле
7. Бабушка месит тесто руками
8. Гимнаст раскачивается на перекладине
9. На стройке сваю забивают с помощью груза, который поднимают периодически вверх и отпускают, при ударе он загоняет сваю в грунт
10. Корпус автомобиля раскачивается на рессорах
11. Мышцы сердца, сокращаясь, проталкивают кровь в аорту.
12. Девочка играет в резиночку
13. Мама месит тесто миксером
14. Ветка дерева раскачивается
15. Груз, подвешенный на резинке, выведен из положения равновесия

Распознать механические колебания - значит, установить наличие существенных признаков этого движения в конкретной ситуации.

Существенными признаками являются:

1.прохождение телом одного и того же положения неоднократно, т.е. периодичность движения

2. Противоположное направление скорости при последующем прохождении некоторого положения по сравнению с предыдущим.

Если оба признака присутствуют(+), то в данной ситуации имеют место колебания. Если хотя бы один из признаков отсутствует(-), то колебания нет. Если же хотя бы один из признаков неопределен(?), то нельзя наверняка сказать, является ли описанное движение колебательным или нет. Таким образом, движение в случаях 2,3,4,5,6,7,10,11,12,15 являются колебаниями.

Заключение:

В результате выполнения исследовательской работы я выяснил опытным путем зависимости между характеристиками колебаний.

В ходе выполнения работы я подтвердил предположения: чем больше длина нити маятника, тем больше период колебаний; период колебаний пружинного маятника зависит от жёсткости пружины и массы тела, прикрепленного к пружине. Оказалось, что период колебаний не зависит от амплитуды колебаний. Так же и гипотеза о зависимости периода колебаний от массы не нашла подтверждения. Период колебаний нитяного маятника не зависит от массы тела на нити.

Колебания - широко распространенные движения, но не всегда можем их объяснить. Выполнив работу, я расширил кругозор, смог распознать в конкретных ситуациях колебания.

Меня поразило проявление колебаний в повседневной жизни. Оказалось удивительным что с помощью, казалось бы простого нитяного маятника, можно легко обнаружить нефть методом гравитационной разведки.

Я самостоятельно открывал новые для себя факты и строил новые для себя понятия, а не получал их в качестве готовых от учителя. Самостоятельно прошел путь научного познания (от гипотез к выводу через эксперимент) и по физике мои знания стали более глубокими. За время проведения исследования, я стал более терпеливым, настойчивым, ответственным.

Источники информации

Материалы на печатной основе

А.П.Рыженков, Физика. Человек. Окружающая среда. М., «Просвещение»2000

А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. Физика. Учебник для общеобразовательных учреждений. 9–й класс.
— М: Дрофа, 2003, глава II.

В.И. Лукашик, Е.В. Иванова Сборник задач по физике для 7–9 классов общеобразовательных учреждений . — М.: Просвещение, 2000.

Дж. Оорир. Популярная физика.— М: Мир, 2009.

Н.И. Карякин, К.Н. Быстреев. Краткий справочник по физике. — М.: Высшая школа, 2004

Интернет, ресурсы

<http://school.holm.ru/predmet/physic/> — полезные материалы по физике