



Республиканская физическая олимпиада 2024 года (3 этап)

Экспериментальный тур

11 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. **При отсутствии оборудования или сомнения в его работоспособности немедленно обращайтесь к представителям оргкомитета.**

3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы.

4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и подпишите все построенные графики. Листы миллиметровой бумаги вложите в свою тетрадь.

5. Подписывать рабочие страницы и графики запрещается.

6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к организаторам.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

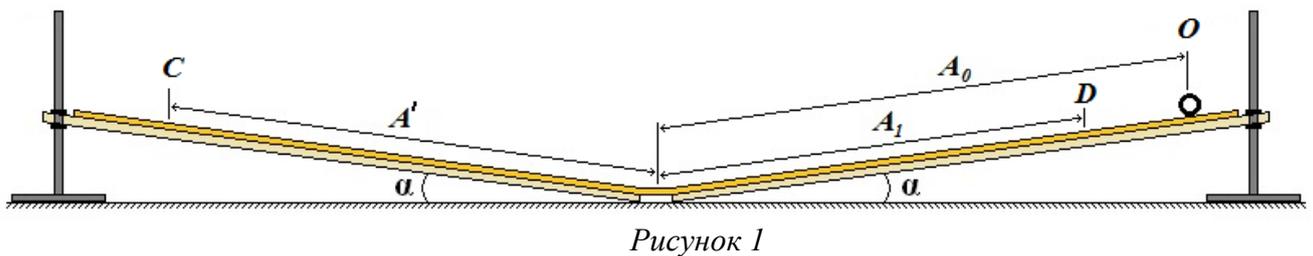
Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия двух заданий (4 стр.).

Задание 11-1. Негармонические колебания

Оборудование: два штатива, желоб пластиковый длиной 110см закреплённый на двух дощечках длиной 56см каждая (ширина дощечек 5,0 - 6,0см, толщина 1,0 - 2,0см), шарик стальной диаметром 2,5см, мерная лента, секундомер, линейка 40см, скотч тонкий, ножницы.

В данной задаче Вам предстоит исследовать негармонические колебания шарика в V-образном желобе. Желоб в штативах должны установить организаторы олимпиады предварительно. Экспериментальная установка должна выглядеть как на рисунке 1. Искривлением желоба в изгибе при выводе уравнений пренебречь. Под полным колебанием будем понимать движение шарика из точки O в точку C и возврат в точку D. Угол наклона желоба α в части 1 и 2 задачи установите таким, чтобы $\operatorname{tg} \alpha \leq 0,08$. При вычислениях используйте значение $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



Часть 1. Период и амплитуда

1.1 Получите уравнение зависимости между периодом колебания T и амплитудой A_0 для физической модели движения шайбы по гладкой V-образной поверхности. Считайте, что в изгибе поверхности удара не происходит. В уравнении используйте так же необходимые величины указанные на рисунке 1.

1.2 Экспериментально исследуйте зависимость периода первого колебания шарика по V-образному желобу от начальной амплитуды $T(A_0)$.

1.3 Используя результаты полученные в п.1.2, обоснуйте, можно ли применять физическую модель движения шайбы по гладкой V-образной поверхности к колебаниям шарика по V-образному желобу. (**Подсказка:** проверьте графически, подтверждается или нет уравнение, полученное Вами в п.1.1).

Часть 2. Декремент затухания

Быстроту затухания колебаний описывают с помощью декремента затухания D , который равен отношению начальных амплитуд двух

последовательных колебаний $D = \frac{A_i}{A_{i+1}}$ (1).

2.1 Исследуйте экспериментально зависимость начальной амплитуды от порядкового номера колебания $A_i(i)$.

2.2 Используя результаты полученные в п.2.1, подтвердите или опровергните справедливость уравнения (1) для колебаний шарика по V-образному желобу. Определите декремент затухания. Вычислите погрешности.

2.3 Окончательный результат запишите в виде $D = \langle D \rangle \pm \Delta D$

Часть 3. Период и угол наклона желоба

3.1 Получите уравнение зависимости $T(\alpha)$ между периодом T первого колебания шарика по V-образному желобу и углом наклона сторон желоба α . (*Подсказка. Амплитуды A_0, A', A_1 считайте известными и независимыми от угла α . Если Вам понадобится ввести в уравнение константу, то смело вводите и поясните её. В зависимости $T(\alpha)$ будет не сам угол, а некоторая тригонометрическая функция угла*).

3.2 Исследуйте экспериментально зависимость периода колебания от угла наклона желоба $T(\alpha)$. Угол наклона желоба увеличивайте до тех пор пока не обнаружите проскальзывание шарика по желобу во время движения.

3.3 Используя результаты полученные в п.3.2, проверьте, подтверждается или нет зависимость, полученная Вами в п.3.1.

Задание 11-2. Линзы и лазер

Оборудование: собирающая и рассеивающая линзы на держателях, экран на держателе, лазер на держателе, источник питания для лазера, мерная лента, линейка (30 – 40см), транспортер.

***Внимание!!!** Лазер включайте только на время измерений. При длительном включении лазер может перегореть.*

Часть 1. Рассеивающая линза и лазер

1.1 Расположите вдоль одной прямой лазер, рассеивающую линзу и экран. Включите лазер, наблюдайте образование освещённого пятна на экране. Сделайте схематический рисунок экспериментальной установки с указанием хода лучей и обозначением необходимых физических величин. Получите уравнение зависимости $D(l_1)$: D – линейный размер освещённого пятна на экране, l_1 – расстояние между рассеивающей линзой и экраном. Используйте так же следующие обозначения: F_p – фокусное расстояние рассеивающей линзы, δ – диаметр поперечного сечения лазерного луча.

1.2 Исследуйте зависимость $D(l_1)$ экспериментально. Результаты эксперимента представьте таблично и графиком линеаризованной зависимости.

1.3 По экспериментальным данным определите диаметр поперечного сечения лазерного луча δ , и фокусное расстояние рассеивающей линзы F_p . Результаты запишите в виде: $F_p = \langle F_p \rangle \pm \Delta F_p$, $\delta = \langle \delta \rangle \pm \Delta \delta$.

Часть 2. Две линзы и лазер

2.1 Расположите вдоль одной прямой лазер, рассеивающую и собирающую линзы (на некотором расстоянии друг от друга) и экран. Включите лазер, получите освещённое пятно на экране наименьшего диаметра. Сделайте схематический рисунок экспериментальной установки с указанием хода лучей и обозначением необходимых физических величин. Получите уравнение зависимости $f_1(l_2)$: f_1 – расстояния между собирающей линзой и экраном, l_2 – расстояния между рассеивающей и собирающей линзой. Используйте так же следующие обозначения: F_c – фокусное расстояние собирающей линзы, F_p – фокусное расстояние рассеивающей линзы. ***Подсказка:** уравнение может быть получено в неявном виде. Для собирающей линзы справедливо уравнение $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где F - фокусное расстояние, d - расстояние от предмета до линзы, f - расстояние от изображения до линзы.*

2.2 Исследуйте зависимость $f_1(l_2)$ экспериментально. Результаты эксперимента представьте таблично и графиком линеаризованной зависимости.

2.3 По результатам эксперимента определите фокусное расстояние собирающей линзы F_c . Результаты запишите в виде: $F_c = \langle F_c \rangle \pm \Delta F_c$,

Часть 3. Поворот собирающей линзы

(пункты 3.1 и 3.2 теоретические)

3.1 Сделайте рисунок: покажите ход параллельного пучка лучей падающего на собирающую линзу вдоль главной оптической оси. На рисунке укажите фокусы линзы. (Достаточно показать ход двух крайних лучей пучка с одной и другой стороны от главной оптической оси).

3.2 Сделайте рисунок: покажите ход параллельного пучка лучей падающего на собирающую линзу под углом 30° к главной оптической оси. На рисунке обозначьте расстояние f_3 от оптического центра до побочного фокуса линзы, в котором сходится пучок лучей. Получите соотношение между f_3 и фокусным расстоянием F_c .

3.3 Расположите вдоль одной прямой лазер собирающую линзу и экран. Перемещая экран, получите освещённое пятно наименьшего диаметра. Измерьте расстояние F_c .

3.4 Поверните линзу относительно лазерного луча на угол 30° . Перемещая экран, получите на экране освещённое пятно наименьшего диаметра в данном случае. Измерьте расстояние f_3 от оптического центра линзы до пятна на экране.

3.5 Соотнесите результат п. 3.4 с результатом п.3.2. Дайте объяснение полученным результатам. Какие параметры нужно учесть, чтобы теория была близка к эксперименту.