



Республиканская физическая олимпиада 2023 года (Заключительный этап)

Экспериментальный тур

9 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!

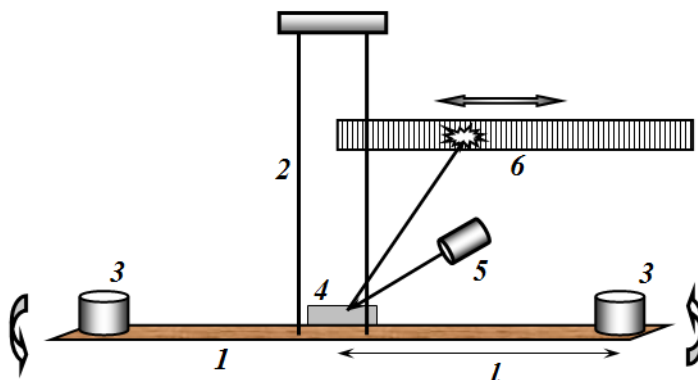
Данный комплект заданий содержит:

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

Задание 1. Долгопериодный маятник.

Приборы и оборудование: крутильный маятник (линейка с грузами на подвесе в штативе), секундомер с памятью этапов, линейка 1 м, лазер с блоком питания, пластилин.

Крутильный маятник устроен следующим образом: деревянная линейка (1) подвешена на четырёх вертикальных нитях (2), закрепленных в штативе. На линейку поставлены два одинаковых груза (3), которые Вы можете передвигать по линейке, изменяя их расстояние до середины линейки l . В центре линейки на пластине закреплено небольшое стеклышко (4), на которое падает луч лазера (5), отраженный луч должен попадать на метровую линейку (6), прикрепленную к столу с помощью пластилина. Линейка может совершать крутильные колебания вокруг вертикальной оси, которые Вам предстоит исследовать. Амплитудой колебания называется максимальное отклонение от положения равновесия.



Расположите лазер так, чтобы его луч попадал на стеклышко маятника, а его отражение попадало на метровую линейку. При вращении линейки отраженный луч должен двигаться по метровой линейке, или вблизи нее. Координату зайчика следует отсчитывать от его положения при неподвижной линейке (1) (в положении равновесия).

Не изменяйте длину нитей подвеса и расстояние между ними!
Расстояние от стёклышка до метровой линейки (Вашей шкалы) должно равняться 30 см.

Рассчитывать погрешности в данной работе не требуется!

Часть 1. Закон движения.

Расположите грузы на концах линейки (1).

- 1.1 Используя секундомер с памятью этапов, измерьте зависимость координаты зайчика на шкале от времени $x(t)$. Постройте график полученной зависимости.
- 1.2 Укажите, в каких пределах координат зайчика, его движение можно считать равномерным. Найдите скорость этого движения.

Часть 2. Изучение колебаний.

- 2.1 Исследуйте зависимость периода колебаний маятника от их амплитуды. Измерения проводите при грузах, расположенных на концах линейки. Сформулируйте закон, описывающий Ваши результаты.

При изменении положения грузов на линейке период колебаний маятника изменяется. Теоретические расчеты показывают, что при симметричном положении грузов на линейке период колебаний зависит от величины l по закону

$$T = \sqrt{Al^2 + B} \quad (1)$$

2.2 Экспериментально докажите, что данная формула является верной, рассчитайте численные значения постоянных коэффициентов A , B в этой формуле. Для доказательства постройте график линеаризованной зависимости периода колебаний от положения грузов.

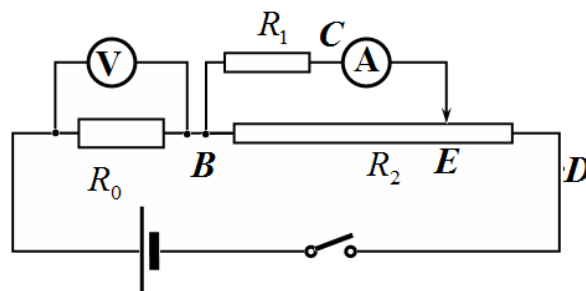
Задание 2. Деление токов и деление напряжений.

Приборы и оборудование: Источник тока (батарея «Крона»), кусок проволоки длиной 110 см, мультиметр, амперметр стрелочный, вольтметр стрелочный, постоянный резистор, ключ, соединительные провода, линейка.

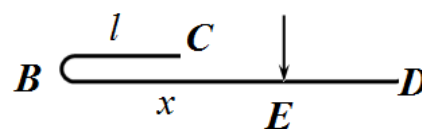
Часть 1. Делитель тока.

В данной части Вам необходимо исследовать соотношения между силами токов в цепи.

Соберите цепь, показанную на рисунке. Резистор R_0 - резистор с постоянным сопротивлением. В качестве вольтметра используйте мультиметр в режиме измерения напряжения, в качестве амперметра используйте стрелочный амперметр. Обязательно используйте электрический ключ. Замыкайте ключ только при проведении измерений, чтобы не разрядить батарею.



В качестве резисторов R_1 и R_2 используйте длинный кусок проволоки. Согните проволоку в точке B , так чтобы длина участка BC была равна $l \approx 10\text{ см}$ (этот участок играет роль резистора R_1), а длина участка BD равна $L \approx 100\text{ см}$ (этот участок играет роль резистора R_2). Длинный участок проволоки BD закрепите на столе. Амперметр подключайте к точке E . Длину участка BE обозначим x . Положение этой точки Вам необходимо изменять в ходе измерений. Сопротивление 1 см проволоки обозначим r .



Также используйте следующие обозначения:

I_0 - сила тока через резистор R_0 ;

I_1 - сила тока через резистор R_1 ;

U_0 - напряжение на резисторе R_0 .

В данной части Вам необходимо измерять значения напряжения U_0 и силы токов I_1 при различных значениях расстояния x .

В ходе измерений в этой части задания значение напряжения источника может изменяться, поэтому использовать его в расчетах не рекомендуется.

Задания.

- 1.1 Запишите формулу для расчета силы тока I_0 , по результатам измерений.
- 1.2 Получите формулу для расчета силы тока I_1 , выразите ее через силу тока I_0 , длины участков проволоки l и x .
- 1.3 Измерьте с помощью мультиметра сопротивление постоянного резистора R_0 , укажите погрешность измерения.
- 1.4 Измерьте длины участков проволоки BC и BD , приведите значения погрешностей измерения.

1.5 Измерьте зависимости напряжения U_0 и силы тока I_1 от длины участка BE - x .

1.6 Постройте график зависимости отношения сил токов $\frac{I_1}{I_0}$ от параметра x .

1.7 Выберите такие новые переменные $Y\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$ и $X(x)$, чтобы зависимость между ними была линейной

$$Y = aX + b. \quad (1)$$

Постройте график этой линеаризованной зависимости.

1.8 Используя экспериментальные данные, рассчитайте значения параметров a, b этой зависимости, оцените их погрешности.

1.9 Используя теоретическую формулу, полученную в п. 1.2, рассчитайте теоретические значения параметров a, b .

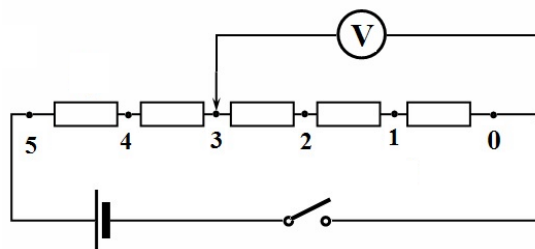
1.10 Сравните теоретические и экспериментальные значения коэффициентов a, b .

Объясните возможные причины их расхождений.

Часть 2. Делитель напряжения.

В этой части Вам необходимо исследовать распределение напряжений в цепи электрического тока. В этой части напряжение источника U_S можно считать постоянным, так как силы токов в цепи малы.

Используйте цепочку, состоящую из 5 одинаковых постоянных резисторов, включенную в цепь, как показано на рисунке.



Оценка погрешностей в данной части не требуется.

2.1 Измерьте зависимость напряжения от числа подключенных резисторов $U(n)$, используя а) мультиметр; б) стрелочный вольтметр. Постройте графики полученных зависимостей.

2.2 Дайте теоретическое объяснение зависимости (т.е. получите формулу, описывающую данную зависимость, сравните ее с результатами измерений), измеренной с помощью цифрового мультиметра.

2.3 Укажите, какова основная причина отличия результатов измерений, полученных с помощью мультиметра и стрелочного вольтметра.

2.4 Предложите теоретическую модель, объясняющую результаты, полученные с помощью стрелочного вольтметра. Сравните теоретические результаты, полученные в рамках вашей модели, с результатами измерений.