

Республиканская физическая олимпиада 2018 год.
(Заключительный этап)

Экспериментальный тур. Условия задач

Задача 9-1

Приборы и оборудование: Мензурка с водой, пробирка градуированная с крышкой, соль, тарелка и ложка одноразовые, набор одинаковых гаек.

Плотность воды считайте равной $\rho_0 = 1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Часть 1. Соль

- 1.1 Постепенно добавляя соль в пробирку, измерьте зависимость объема погруженной части пробирки от объема насыпанной соли. Объем погруженной части измеряйте как по шкале пробирки, так и по шкале мензурки.
- 1.2 Можно ли считать различия в измеряемых объемах (по шкалам пробирки и мензурки) значимыми, или ими можно пренебречь? В чем причина возможных отличий этих объемов? С точки зрения искусства экспериментатора по какой шкале предпочтительнее проводить измерения?
- 1.3 Постройте график зависимости объема погруженной части пробирки от объема насыпанной соли.
- 1.4 Используя полученный график, определите плотность соли.
- 1.5 Оцените погрешность измерения плотности соли.

Часть 2. Металлический болт

- 2.1 Измерьте плотность материала, из которого изготовлены гайки.

Кратко опишите методику измерений, приведите расчетные формулы, результаты необходимых измерений, оцените погрешность измерения плотности материала гаек.

Задача 9-2 Сколько лампочек в коробке?

Приборы и оборудование: Черный ящик белого цвета, источник питания для ящика, линза собирающая, экран, линейка, лист белой бумаги формата А3, пластилин.

Оценка погрешностей в данной работе не требуется.

Вскрывать коробку запрещено!

Укажите в работе номер коробки, с которой вы работали.

Рекомендуем положить лист белой бумаги на столе и на нем располагать приборы. На этом листе вы можете проводить любые построения и измерения. Сдать этот лист не требуется.

Подключите выводы коробки к источнику. Расположите экран перед коробкой, при этом Вы должны увидеть на экране несколько светлых пятен. Если между экраном и коробкой расположить линзу, то при некотором положении экрана и линзы вы сможете увидеть четкое изображение лампочек (для каждой лампочки положение экрана и линзы при которой изображение четкое может быть своим).

Известно, что расстояния от предмета до линзы a и от линзы до изображения b связаны с фокусным расстоянием линзы соотношением, которое называется «формулой линзы»

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}. \quad (1)$$

где F - фокусное расстояние линзы.

1. Измерьте фокусное расстояние линзы.
2. Проведите измерения и определите положения всех лампочек (или их изображений) находящихся «внутри» коробки. Кратко опишите, как вы это сделали. Сделайте рисунок (с соблюдением масштаба) на котором изобразите положение коробки и всех видимых «лампочек».
3. Предложите оптическую схему расположения элементов внутри коробки, определите ее параметры (размеры, углы и т.д.). Нарисуйте эту схему в свое тетради (с соблюдением масштабов), изобразите схематический ход световых лучей внутри ящика.

Задача 10-1 Модуль кручения.

Во время теоретического тура Вы решали задачу про опыты О. Кулона. Сейчас вам предстоит проделать работу, которая предшествовала созданию крутильных весов, а, именно исследовать упругие свойства закрученных проволок.

По результатам своих исследований кручения нитей и проволок О. Кулон показал, что, во-первых, модуль силы упругости, возникающей при закручивании проволоки пропорционален углу кручения φ (выполняется закон Гука)

$$M = K\varphi \quad (1)$$

где K - постоянная, которая называется модуль кручения. Он зависит от материала проволоки и ее геометрических размеров - длины l и радиуса r , причем эта зависимость носит степенной характер

$$K = Cl^\alpha r^\beta \quad (2)$$

В данной работе вам необходимо проверить выполнение закона Гука (1) и определить показатели степеней в формуле (2).

Приборы и оборудование: Штатив с двумя лапками, набор из трех медных проволок различных диаметров, зажим для проволоки с закрепленной иглой, отвертка, одноразовый стаканчик, набор разновесов, угломерная шкала, линейка.

Исследуемая проволока натягивается между лапками штатива. Штатив с проволокой располагается горизонтально. На проволоке закрепляется зажим с иглой. Хорошо закручивайте винты зажима, чтобы он не проскальзывал по проволоке. Желательно, чтобы при не закрученной проволоке иголка располагалась почти вертикально. В ушко иголки вставлена нитка, на которую можно подвесить небольшой стаканчик, в который помещаются гирьки из набора. Угол отклонения иголки следует измерять с помощью шкалы. Не забывайте располагать ее вертикально, используйте для этого отвес.

При изучении деформаций обычно измерения проводятся в двух «направлениях – при нагрузке и при разгрузке» после чего вычисляется среднее значение деформации (в данном случае угла кручения).

Часть 1. Нооке или не Нооке?

В этой части работы используйте проволоку минимального диаметра. Зажим с иглой расположите ровно на середине проволоки.

- 1.1 Исследуйте зависимость угла закручивания проволоки от массы подвешенного груза.
- 1.2 Постройте зависимость угла кручения от момента силы, приложенной к проволоке. Не забудьте привести все расчетные формулы и результаты расчетов по ним.
- 1.3 Можно ли считать, что закон Гука (1) выполняется?
- 1.4 Определите модуль кручения проволоки в данном эксперименте. Оцените погрешность найденного значения.

В остальных частях задачи оценивать погрешности не требуется!

Часть 2. Чему равен показатель α ?

Измерения в данной части проводите с той же проволокой. Не снимайте проволоку со штатива – изменяйте положение зажима. Его положение задавайте с помощью координаты x - расстояния от одного из концов проволоки до места крепления зажима.

2.1 Получите теоретическую зависимость модуля кручения от координаты точки крепления зажима.

2.2 Исследуйте зависимость модуля кручения системы от координаты точки крепления зажима x . Приведите результаты ваших измерений и расчетов.

Напоминаем – единичные измерения не допустимы, измерить модуль кручения по одной «точке» (при одной массе подвешенного груза) нельзя!

2.3 Постройте график зависимости модуля кручения от координаты точки крепления зажима.

2.4 Выскажите предположение о показателе степени α . На основании экспериментальных данных (с помощью графика линеаризованной зависимости) подтвердите свое предположение о показателе α . Если вы напрямую правильно определите этот показатель с помощью Вашей зависимости, то получите за этот пункт высший балл.

Часть 3. Чему равен показатель β ?

Диаметры проволок вам будут указаны, их измерять не требуется.

3.1 Измерьте модуль кручения для двух других проволок. Их длины должны быть одинаковы. Рекомендуем зажим крепить на середине проволоки.

3.2 Используя полученные данные определите показатель степени β . Ваш ответ обоснуйте результатами измерений и их обработки. (теоретические выводы не требуются и не оцениваются).

Часть 2. Кинематика и динамика поршня

Приборы и оборудование: штатив, шприц одноразовый (50 – 100мл), грузы с крючками с обеих сторон (100г, 10шт), кольцо из алюминиевой проволоки для крепления грузов к поршню (самодельное), секундомер электронный с памятью этапов, линейка (20 – 30см), скотч, ножницы, весы (2шт. на кабинет).

Часть 1. Трение поршня.

Если закрыть отверстие шприца и вдвигать, или выдвигать поршень, то после его освобождения он будет немного смещаться. Проведите подобные измерения и определите силу трения поршня о стенки шприца при его движениях в противоположных направлениях. Оцените погрешность найденного значения.

Атмосферное давление в день проведения эксперимента вам будет указано.

Часть 2 Движение поршня.

В данной части Вам предстоит исследовать движение поршня шприца под действием постоянной внешней силы. Соберите экспериментальную установку как показано на рисунке 1 (Постарайтесь обойтись одним штативом).

Подвесьте к поршню за кольцо несколько грузов. Наблюдайте за движением поршня. Подвесьте столько грузов, чтобы поршень опускался из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение.

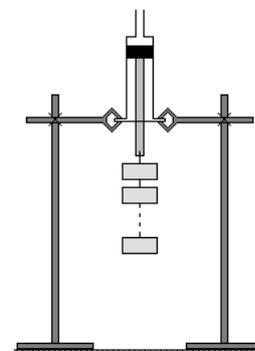


Рисунок 1

- 2.1 Определите минимальное количество подвешиваемых к поршню грузов, при которых поршень опускается в крайнее нижнее положение. Аккуратно извлеките поршень из цилиндра. Определите суммарную массу поршня с кольцом и грузами.
- 2.2 Исследуйте экспериментально зависимость координаты поршня от времени $X(\tau)$. Постройте график полученной зависимости.
- 2.3 По экспериментальным данным постройте график зависимости скорости поршня от времени $v(\tau)$.
- 2.4 Определите математический вид зависимости координаты поршня от времени $X(\tau)$, определите ее параметры.
- 2.5 Постройте график зависимости равнодействующей силы, действующей на поршень, от координаты $F_p(X)$.

Задача 1 «Лимонка»

Все держали в руках и даже использовали всевозможные гальванические элементы – для фонариков, часов, ... мультиметров! Но мало кто видел их изнутри. А там все просто, два металла и лимон. Не пытайтесь построить теоретическую модель и тем, более рассчитать ожидаемые результаты измерений. Эта теория слишком сложна!

Приборы и оборудование: свежий лимон, мультиметр, набор резисторов (их сопротивление вы можете и должны измерить), соединительные провода, набор электродов: угольный (не ошибитесь), гвозди (железный, оцинкованный, омедненный – легко отличить по цвету), оловянный (очень гибкая проволока), серебряный (лапки резисторов).

При проведении измерений не торопитесь, необходимо дождаться установления постоянного значения измеряемого напряжения. Электроды всовывайте в лимон на расстоянии не менее 2 см. Металлические электроды вставляйте в лимон только на время измерений (они могут окисляться и растворяться). Если измеряемые напряжения испытали резкий скачек (особенно это касается оцинкованного гвоздя) обращайтесь к организаторам – возможно, что покрытие разрушилось - электрод заменим! Строго соблюдайте порядок подключения в соответствии с указаниями в данной задаче.

Часть 1. Электрохимический ряд металлов.

При погружении двух различных металлов в раствор электролита (в данной задаче – внутрь лимона) между ними возникает ЭДС, исследовать которую Вам и предстоит в данной части этого задания.

1.1 Измерьте значения напряжения между угольным и металлическим электродом. Угольный электрод подключайте ко входу мультиметра «СОМ».

Обозначим измеренное напряжение Φ_X , где индекс X обозначает символ металла (Fe, Cu, Zn, Sn, Ag).

1.2 Оцените погрешность измерения величины Φ_{Zn} для цинка.

1.3 Проведите измерения напряжения U_{YX} , возникающего при подключении к двум металлическим электродам (Y, X) для всех пар имеющихся металлов. При этом металл Y должен быть подключен ко входу «СОМ».

Обращаем внимание, что U_{YX} и U_{XY} не одно и то же!

Результаты измерений представьте в таблице.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
$\Phi_X \rightarrow$					
Y_1	-				
Y_2		-			
Y_3			-		
Y_4				-	
Y_5					-

В ячейки второй строки занесите измеренные значения величин Φ_X (напряжения в паре с угольным электродом), В остальные ячейки – значения U_{YX} .

1.4 На одном бланке постройте графики зависимости величин U_{YX} от Φ_X для каждого элемента Y (всего 5 графиков).

1.5 Найдите зависимость величин U_{YX} от величин Φ_X , Φ_Y . Ваш вывод обоснуйте результатами измерений и построенных графиков.

Часть 2. Нагрузочная характеристика лимонного элемента.

В данной части исследуйте гальванический элемент с парой углерод – медь.

Подключайте к вашему элементу резисторы различных сопротивлений (не забывайте про комбинаторику).

2.1 Измерьте зависимость напряжения на подключенном резисторе от его сопротивления.

2.2 Постройте график зависимости напряжения на резисторе от силы тока через него.

2.3 Обоснованно ответьте на вопрос: «Можно ли считать ЭДС и внутреннее сопротивление лимонного гальванического элемента постоянными?»

2.4 На основании проведенных измерений оцените, в каких пределах изменяются ЭДС и внутреннее сопротивление элемента при изменении силы тока через него.

2.5 Кратко (в 3-4 предложениях) выскажите свои гипотезы о характере наблюдаемых зависимостей.

Задача 2 Опять оптика?

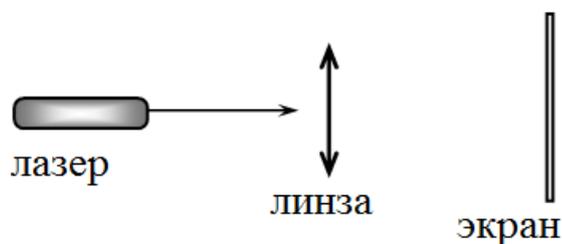
Внимание! При оценивании данной задачи баллы выставляются за точность настройки. Во время выполнения работы Вы должны дважды подзвать члена жюри и показать ему настроенную установку. Вы можете делать это несколько раз! При отсутствии отметки о проверенной юстировке результаты ваших измерений оцениваться не будут!

Во многих оптических экспериментах возникают серии пятен, полос, происхождение которых заранее не известно. Вам необходимо разобраться с причиной их появления в двух случаях.

Приборы и оборудование: лазер на подставке с блоком питания, стеклянная пластинка (подставка – металлический цилиндр с кусочком пластилина), линза собирающая, линза рассеивающая, экран, плоское зеркало, линейка измерительная.

Часть 1 Подготовительная – фокусные расстояния.

В схеме, показанной на рисунке, при смещении линзы поперек луча световое пятно на экране также смещается. По зависимости смещения пятна от смещения линзы можно определить фокусное расстояние линзы.

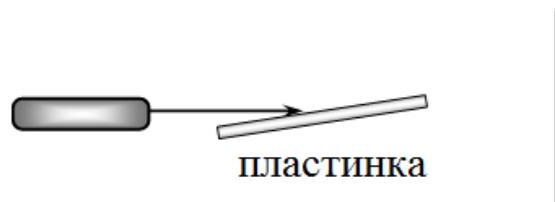


Проведите необходимые измерения, представьте их результаты в виде таблицы и графика. Укажите, какие величины вы измеряли, какими расчетными формулами пользовались.

По результатам измерений определите фокусные расстояния обеих линз, оцените погрешности их измерения.

Часть 2. Пятна на экране.

Если луч лазера направить под малым углом на поверхность стеклянной пластинки, то на экране, расположенном перпендикулярно лучу можно заметить 6-8 световых пятен.



Настройте установку, так чтобы пятна были отчетливо видны.

Пригласите представителя жюри, продемонстрируйте полученный результат!

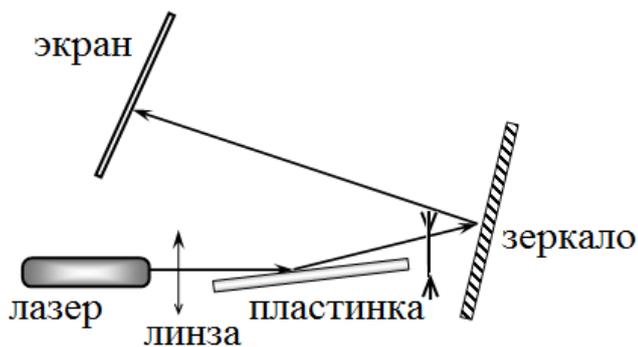
Проведите измерения положения пятен. Объясните причину их возникновения (изобразите ход лучей), укажите расстояния между оптическими элементами.

На основании результатов измерений определите показатель преломления стекла.

Часть 3. Полосы.

В оптической схеме, показанной на рисунке возможно наблюдение системы полос.

Объясните причину их возникновения, нарисуйте ход лучей, объясняющий их возникновение. Получите картину на экране



Пригласите представителя жюри, продемонстрируйте полученный результат!

Измерьте координаты всех видимых полос. Проведите необходимые измерения, рассчитайте теоретическое значение ширины полосы, сравните с результатами ваших измерений.