



Республиканская физическая олимпиада 2022 года (Заключительный 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 (3 стр.).

Задание 11-1. Растекание токов и распределение потенциала.

По закону Ома (записанному в дифференциальной форме)

$$\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E} \quad (1)$$

распределение вектора плотности тока при его распространении в протяженной среде полностью совпадает с распределением вектора напряженности электрического тока.

Измерение распределения напряженности и потенциала в электростатических полях является сложной и труднореализуемой проблемой. Измерение же разности потенциалов при протекании электрического тока является банальной и элементарной задачей, легко решаемой с помощью обыкновенного мультиметра. Это и предстоит сделать Вам в ходе выполнения данного задания.

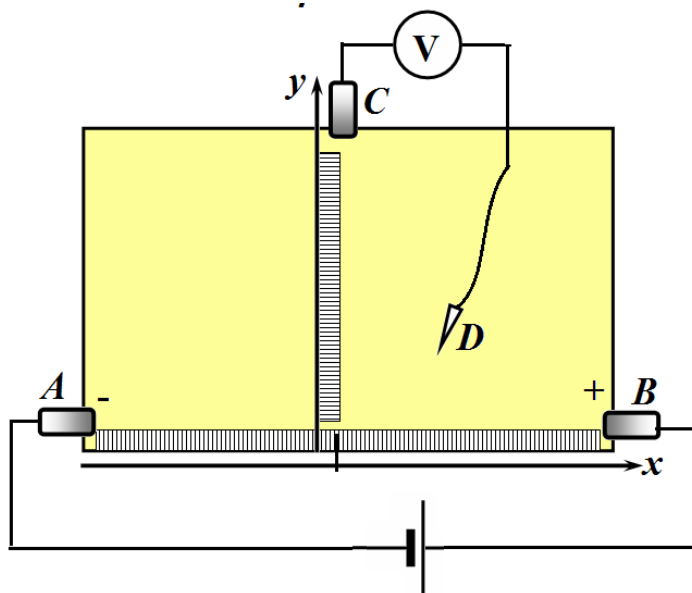
Приборы и оборудование: лист влажного картона формата А4, источник напряжения 4,5 В (гальванический элемент); мультиметр, соединительные провода с зажимами-клипсами, подвижный контакт (ластик с гвоздиком).

Картон вам надо намочить самостоятельно. Опустите его в воду на несколько десятков секунд, а потом протрите салфеткой.

Вам предоставлен лист картона. На этот лист нанесены 2 шкалы (оси координат). Условимся длинную нижнюю ось обозначать осью x . Начало отсчета находится в центре листа. Перпендикулярную ось, проходящую по середине листа, назовем осью y . Источник тока следует подключить к клеммам А и В, находящимся на оси ОХ. Убедитесь в наличии электрического контакта между этими клеммами и картоном, соблюдайте полярность подключения. Если вы не проводите измерений отключайте источник от цепи, не давайте ему разряжаться!

Один вывод вольтметра подключите к клемме С, расположенной на середине противоположной стороны листа. Второй вывод подключайте к подвижному контакту D.

Отрегулируйте положение контакта С таким образом, чтобы при подключении к точкам А и В мультиметр давал равные по модулю и противоположные по знаку значения напряжения. После этого подберите такое положение начала отсчета оси X, чтобы значения напряжения между точкой С и началом отсчета равнялось нулю. При такой настройке вольтметр будет показывать значение потенциала в произвольной точке подключения подвижного контакта.



Часть 1. Распределение потенциала вдоль оси X

1.1 Измерьте зависимость потенциала от координаты x на оси OX (т.е. при $y=0$): $\varphi_0(x)$.

Постройте график полученной зависимости.

1.2 Можно предположить, что в данном случае зависимость потенциала от расстояния до источника (укажите, что в данном случае может рассматриваться как источник) обратно пропорциональна расстоянию до источника (как потенциал поля точечного заряда). Проверьте, выполняется ли в данном случае это предположение.

1.3 Полученная зависимость $\varphi_0(x)$ может быть аппроксимирована (приближенно описана) функцией вида

$$\varphi_0(x) = ax + bx^3 \quad (2)$$

Используя все полученные экспериментальные данные, рассчитайте значения коэффициентов a, b этой зависимости.

1.4 Выскажите предположение о виде зависимости потенциала точечного источника от расстояния в данной задаче.

Часть 2. Распределение поля в плоскости.

2.1 Измерьте значения потенциалов в узлах квадратной сетки с шагом $h=2\text{см}$ для положительных значений координат φ_{ij} в точках с координатами $x_i = ih, y_j = jh, i, j = 1, 2, \dots$

2.2 На основании проведенных измерений нарисуйте на листе миллиметровой бумаги (в масштабе 1:1), эквипотенциальную линию, проходящую через точку с координатами $x=10\text{см}, y=0$. Приведите формулы, по которым вы получили эту линию. Можете построить эту же линию, проведя дополнительные измерения. Опишите использованный вами метод.

2.3 Во всех узловых точках (т.е. с шагом 2 см) на прямой с координатой $x=10\text{см}$ укажите направление вектора напряженности электрического поля в картоне. Построение выполните на том же листе миллиметровой бумаги.

Задание 11-2. Стекланный песок.

В формулировке задания 1 были даны подробные инструкции. Поэтому при выполнении этого задания Вам предоставляется гораздо большая свобода и возможность проявить свои таланты. Целью данной работы является изучение оптических свойств стекланный песка.

Приборы и оборудование: песок стекланный, отражательная полоска, источник света – лазер с источником питания, линзы собирающая и рассеивающая, экран, стекланный пластинка, штатив с лапками, пластилин для крепления, линейка, бумага для дополнительных экранов.

Часть 1. Собирающая линза.

1.1 Измерьте с максимальной точностью фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линз. Оцените погрешность найденных значений. Приведите схему установки, кратко опишите последовательность измерений.

Всегда более точные результаты получаются при исследовании зависимостей, например... угла отклонения луча от...

Заметим, что измерять расстояния от предмета до линзы и от линзы до изображения не рекомендуется – погрешности велики!

Часть 2. Изображения песчинок.

2.1 Получите на экране увеличенные изображения песчинок. Приведите оптическую схему, с помощью которой вы получили изображения, укажите геометрические параметры установки.

2.2 Получите изображения при нескольких расстояниях от песчинок до линзы. Постройте график зависимости размеров изображения песчинок от расстояния от них до линзы.

2.3 Используя все полученные данные, найдите средний диаметр песчинок.

Если несколько песчинок положить на стеклянную пластинку, то они удерживаются на ней безо всякого клея.

Часть 3. Рассеяние света песком.

3.1 Направьте луч лазера на отдельную группу и небольшую кучку песчинок. Кратко опишите результат рассеяния света песчинками. Какие интересные особенности Вам удалось увидеть в проходящем свете?

3.2 Исследуйте рассеяние света «назад» от отдельных песчинок и от их небольшой группы. Качественно (т.е. без формул) объясните появление ярких круговых пятен света.

Не забудьте привести оптические схемы.

Лист бумаги с проделанным отверстием можно использовать как экран.

Часть 4. Светоотражающая полоска.

Для того, чтобы препятствия на дороге, машины и люди были лучше видны в свете фар, используют светоотражательные материалы. Кусок такого материала предоставлен Вам.

4.1 Опишите наиболее интересные наблюдаемые вами «картинки» в свете, отраженном полоской.

4.2 Иногда утверждают, что основой подобных отражателей являются стеклянные шарики, содержащиеся в краске. Подтверждают, или опровергают подобное утверждение ваши наблюдения?