

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Исследовательский сектор. Исследования.
Командный кейс «Поющая бутылка»

Актуальность

Все мы хотя бы раз в жизни наливали в пустую стеклянную бутылку или банку воду из крана. Этот процесс сопровождается характерным звуком, тон которого изменяется по мере заполнения ёмкости. Причиной данного явления являются звуковые колебания воздуха, которые образуются вследствие схлопывания пузырьков воздуха в процессе заполнения ёмкости. Ёмкость играет роль резонатора, усиливающего колебания определенной частоты. При наполнении бутылки или банки водой происходит изменение длины резонатора, что приводит к уменьшению звуковых волн и увеличению их частоты. Схожие физические процессы можно наблюдать в работе духовых инструментов, к примеру, флейты.

В рамках кейса предлагается изучить процесс возникновения волновых колебаний в закрытом или открытом с одного края резонаторе. В качестве исследовательской задачи данной проблематики предлагается определить зависимость частоты от времени звуковых колебаний, возникающих в заполняющейся водой ёмкости в двух конфигурациях: с закрытыми торцами и с открытым одним торцом. На спектрограмме необходимо определить и визуально выделить звуковые тона.

Рекомендации при построении модели

Для выявления закономерностей рекомендуется построить модель. Как образуются звуковые колебания? Как распространяются звуковые колебания в резонаторе? Какие факторы влияют на изменение звукового тона?

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования. Командный кейс «Поющая бутылка»

Этапы работы над кейсом:

- Провести литературный обзор по теме: воздушные колебания в трубах, резонатор Гельмгольца, основы теории колебаний, звуковые колебания.
- Предложить схему экспериментального стенда, моделирующего звуковой резонатор с изменяющимися параметрами длины.
- Построить экспериментальный стенд, способный демонстрировать физические процессы в акустическом резонаторе.
- Построить график зависимости частоты от времени звуковых колебаний, возникающих в заполняющейся водой ёмкости в двух конфигурациях: с закрытыми торцами и с открытым одним торцом.
- Оценить погрешность измерений.
- Качественно описать полученные результаты.
- Теоретически объяснить полученные результаты.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- Вода
- Стеклянная бутылка
- Стеклянная банка
- Микрофон
- Осциллограф
- Деревянные рейки для создания измерительной конструкции

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поющая бутылка»

- Инструменты для создания экспериментального стенда, например, струбцины, саморезы, винты, пила и т.д.
- Персональный компьютер с программным обеспечением для построения графиков и обработки аудио файлов (например, Excel, Origin, Matplotlib, Matlab, Mathematica, Python, Adobe Audition).

Требования к представлению решения кейса

Представленное командой решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов теоретического и экспериментального исследований и их анализа в формате .pdf. Объем основного текста – не более 30 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется использование шрифтов Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист должен содержать следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название профиля олимпиады.

Кроме того, решение должно содержать видеозапись, иллюстрирующую процесс проведения эксперимента на экспериментальном стенде. Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поющая бутылка»

располагается на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.). В течении всего видео в кадре должна быть разработанная командой установка и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с установкой. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчётливо слышны подаваемые голосовые команды и действия команды. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.
Командный кейс «Гидроудар в стаканчике»

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

Компетенция	Сложность			
Постановка гипотезы				
Проведение эксперимента				
Обработка данных				
Формулировка выводов				

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ
Постановка гипотезы	Знать: основные законы механики и кинематики, понятие силы, закон Бернулли, скорости звука Уметь: пользоваться основами алгебры, анализировать размерности, исследовать научную литературу по выбранной тематике
Проведение эксперимента	Знать: основные техники эксперименты (контроль переменных, повторяемость эксперимента), принципы безопасного обращения с материалами и оборудованием. Уметь: планировать и организовывать эксперимент проводить измерения базовых величин, таких как длины, толщины и массы, фиксировать результаты.
Обработка данных	Знать: основы математической статистики и принципы построения графиков Уметь: систематизировать и записывать результаты эксперимента. Использовать графики и таблицы для представления данных. Выделять зависимости из множества экспериментальных данных

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Гидроудар в стаканчике»

Формулировка выводов	Уметь: на основе данных эксперимента и проведенных вычислений сделать вывод о правильности выполнения поставленной задачи.
----------------------	--

1. Актуальность

При построении и расчёте систем переноса жидкостей, например теплотрасс, каналов снабжения гидроэлектростанций или просто системы водоснабжения городских строений важно учитывать возможность опасного явления, носящего название гидроудар. Вследствие этого изучение возможных причин его образования и постановка разумных ограничений является важной технической задачей.

В работе предлагается исследовать явление гидроудара на примере пластикового стаканчика, сброшенного с некоторой высоты с небольшим количеством воды. После проведения экспериментов должна быть получена эмпирическая зависимость для условия образования гидроудара, достаточного для его разрушения.

2. Техническое задание

Если наполнить пластиковый стаканчик водой на треть и аккуратно отпустить его с высоты чуть больше полутора метров с основанием, параллельным плоскости падения, по образующим стаканчика пойдут одна или несколько характерных трещин.

Команда, выполняющая настоящую работы должна предложить теоретическую и эмпирическую зависимость высоты, с которой необходимо сбросить пластиковый стаканчик, от параметров самого стаканчика, таких как толщина слоя пластика, его прочности, количества налитой жидкости и т.д. В ходе решения данного кейса необходимо выдвинуть гипотезу о возможном виде зависимости, и обосновать её собственной методикой проведения эксперимента с возможно большей точностью с учётом погрешности.

3. Этапы работы над кейсом

Провести литературный обзор по теме: динамика жидкостей и газов, гидроудар, предел прочности на разрыв

Предложить схему экспериментального стенда для определения высоты, необходимой для разрыва стаканчика, и построить его.

Предложить набор параметров стаканчика, потенциально влияющих на высоту, и определить методику их измерения

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Гидроудар в стаканчике»

Провести серию испытания для большого числа стаканчиков и предложить возможные зависимости высоты от параметров системы.

Оценить погрешность измерений.

Качественно описать полученные результаты.

Теоретически объяснить полученные результаты.

4. Примерный перечень средств и инструментов для выполнения исследования

№	Наименование
1	Пластиковые стаканчики с различными высотами, диаметрами и толщинами
2	Метр швейный или рулетка
3	Вода
4	Штатив лабораторный с муфтой и лапкой
5	Набор грузов лабораторный
6	Штангенциркуль
7	Линейка

5. Требования к представлению решения кейса

Представляемое командой решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов теоретического и экспериментального исследований и их анализа в формате .pdf. Объем основного текста – не более 30 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется использование шрифтов Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Гидроудар в стаканчике»

Титульный лист должен содержать следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название профиля олимпиады.

Оформленная работа должна содержать рисунки и фотографии, поясняющие методику эксперимента и вид экспериментальной установки, графики, выражающие вид зависимостей и анализ экспериментальных данных, таблицы с экспериментальными значениями

6. Структура и содержание решения кейса

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

1. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
2. Цель и задачи работы.
3. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
4. Общее описание работы: этапы работы, описание отдельно каждого этапа.
5. Описание методики измерений
6. Таблицы экспериментальных значений
7. Заключение, результаты работы, анализ полученной зависимостей
8. Список литературных источников.
9. Приложение с фотографиями установки

7. Методические материалы (необходимые программы, ссылки, научная литература, онлайн курсы и т.д.)

1. Ю. Н. Работнов. Соппротивление материалов. М.: Физматгиз, 1963. — 456 с.
2. Бутиков Е. И., Кондратьев А. С. Физика. Книга 1. Механика. — М.: Наука, 1994. — 367 с..

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Исследовательский сектор. Исследования.
Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

Компетенция	Сложность			
Постановка гипотезы				
Проведение эксперимента				
Обработка данных				
Формулировка выводов				

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ
Постановка гипотезы	Знать: основные законы школьного курса физики по теме «Оптика», подраздела “поляризация”, “дисперсия”. Уметь: на основе теоретических знаний сформулировать задачу по постановке эксперимента, а также способ проверки правильности эксперимента.
Проведение эксперимента	Знать: правила работы с электрическими приборами, оптическими компонентами, выполнения смеси сахарного раствора в необходимой концентрации. Уметь: пользоваться осветительными приборами; электрическими нагревательными приборам; оптическими элементами - поляризационными пленками.
Обработка данных	Знать: основы работы в любом табличном редакторе. Уметь: анализировать экспериментальные данные, строить графики и делать выводы на основании полученных результатов.
Формулировка выводов	Уметь: на основе данных эксперимента и проведенных вычислений сделать вывод о правильности выполнения поставленной задачи.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

1. Актуальность

Современные научные исследования в биологии и медицине нуждаются в точных измерениях. Оптические методы, использующие поляризацию света, стали очень важными. Например, изучение вращения плоскости поляризации света помогает понять структуру молекул в веществах.

В работе предлагается исследовать вращение плоскости поляризации за счет раствора воды с сахаром, фруктозой, глюкозой. Изучая угол поворота плоскости поляризации, можно определить концентрацию растворов. Также данная работа демонстрирует дисперсию света в оптически активных средах. В результате дисперсии можно наблюдать радужные спирали в колбе.

2. Техническое задание

Команде участников предлагается изготовить растворы воды с сахаром, фруктозой, глюкозой и увидеть явление поляризации света в оптически активных средах.

Установка состоит из 3-х прозрачных колб с растворами, также необходимо подобрать мощный источник света: галогенная лампа или светодиодная лампа. Участникам следует изготовить 3 разных раствора для сравнения направления поворота плоскости в них, так как каждый раствор будет поворачивать плоскость поляризации в разных направлениях (по часовой/против часовой стрелки).

Далее следует пронаблюдать эффект поляризации в каждом растворе. Для наблюдения изменения цвета на выходе из раствора следует поставить за колбой белый лист. При повороте второго поляризатора на листе будет наблюдаться изменение цвета. Для наблюдения эффекта следует упорядочить колебания электромагнитной волны света с помощью пары поляризационных листов.

Краткая теория:

Свет представляет собой электромагнитную волну, колебания которой происходят в различных плоскостях равновероятно. Колебания можно упорядочить с помощью специальных оптических устройств - поляризаторов. Свет, проходя через линейный поляризатор, становится плоско поляризованным, так как колебания светового вектора происходят в одной плоскости. Плоскость, перпендикулярная к плоскости колебаний -

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

плоскость поляризации. Существует класс веществ, способных проворачивать плоскость поляризации света, такие вещества называют оптически активными.

Раствор сахара (фруктозы, глюкозы) с водой является оптически активным веществом в силу асимметричности молекул сахара (фруктозы, глюкозы). При пропускании света через такой раствор плоскость поляризации различных длин волн будет меняться (рисунок 1).

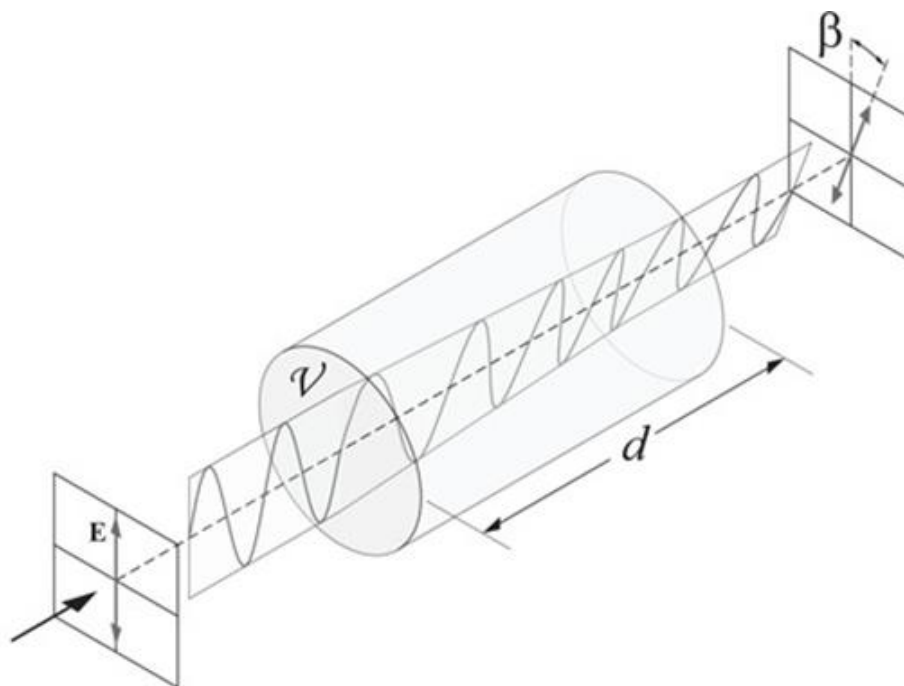


Рисунок 1. Поворот плоскости поляризации на угол β в среде длиной d

Свет можно представить как сумму волн всех цветов. Попадая в раствор, волна каждого цвета с разной скоростью распространяется в нем. В результате в колбе наблюдаются радужные спирали.

Изменение цвета света при выходе из раствора объясняется тем, что второй поляризатор (рисунок 2, пункт 5) на выходе пропускает в каждый момент времени только определенную волну, то есть определенный цвет.

Для различных растворов угол поворота плоскости поляризации будет разным. Измерение этого угла позволяет вычислить концентрацию вещества в растворе по формуле:

$$\rho = \frac{\beta \cdot 10000}{\alpha \cdot L} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

ρ - концентрация сахара в растворе;

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

β - измеренный угол поворота поляризации;

α - удельное вращение (в зависимости от температуры и длины волны);

L - длина раствора.

3. Этапы работы над кейсом

1) Требования к назначению изделия: измерения концентрации сахара в растворах (сладких газированных напитках и вина) на предприятиях путем поляризованного света

2) Функциональные требования:

2.1) Для получения максимального визуального эффекта концентрация сахарного раствора должна быть 75 миллиграммов сахара на 1 миллилитр воды. Вода должна быть фильтрованной. Для фруктозы и глюкозы концентрация 1.1 кг на 2 литра воды. Необходимо рассчитать концентрацию приготовленного раствора по формуле:

$$\rho = \frac{\text{Сахар}}{\text{Объем воды}} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

2.2) В этом эксперименте очень важно подобрать мощную, яркую лампу. Мощности фонариков, ламп накаливания не хватает, чтобы осветить цилиндрическую кювету. Эффект просто не будет наблюдаться. Светодиодные лампы представляют собой усовершенствованные лампы накаливания, так как они обладают более высокой световой отдачей при одинаковой мощности. В опыте были использованы и диодные, и галогенные лампы. По итогу эффект ярче наблюдался с диодной лампой.

3) Для получения линейно поляризованного света используют специальные устройства - поляризаторы. В качестве поляризаторов используют специальные поляризационные призмы, с помощью которых выделяют один из лучей (обыкновенный или необыкновенный), а второй отводится в сторону или поглощается. Кроме того, широко используются поляроидные плёнки (также встречаются названия: поляроид, поляризационная пленка, поляризатор), состоящие из запрессованных в полиэтилен мелких дихроичных кристаллов.

Расположить листы поляризатора необходимо максимально близко к концам колбы, а расстояние от колбы до лампы — 20 см.

4) Для расчета угла поворота плоскости поляризации используем установку, которая будет описана далее.

Процедура:

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

4.1) Установка: Расположите первый поляризационный фильтр (поляризатор) перед источником света. Второй фильтр (анализатор) разместите за первым, на некотором расстоянии. Поворачивайте анализатор до тех пор, пока свет не перестанет проходить через него (полная темнота). Это исходное положение.

4.2) Внесение образца: Поместите сосуд с раствором оптически активного вещества (в нашем случае растворы сахарозы, глюкозы, фруктозы) между поляризатором и анализатором. Раствор повернёт плоскость поляризации.

4.3) Измерение: Поворачивайте анализатор до тех пор, пока свет снова не перестанет проходить через него. Угол поворота анализатора приблизительно равен углу поворота плоскости поляризации раствором. Транспортиром измерить угол поворота анализатора. Это и будет являться поворотом плоскости поляризации.

4. Регламент испытаний

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

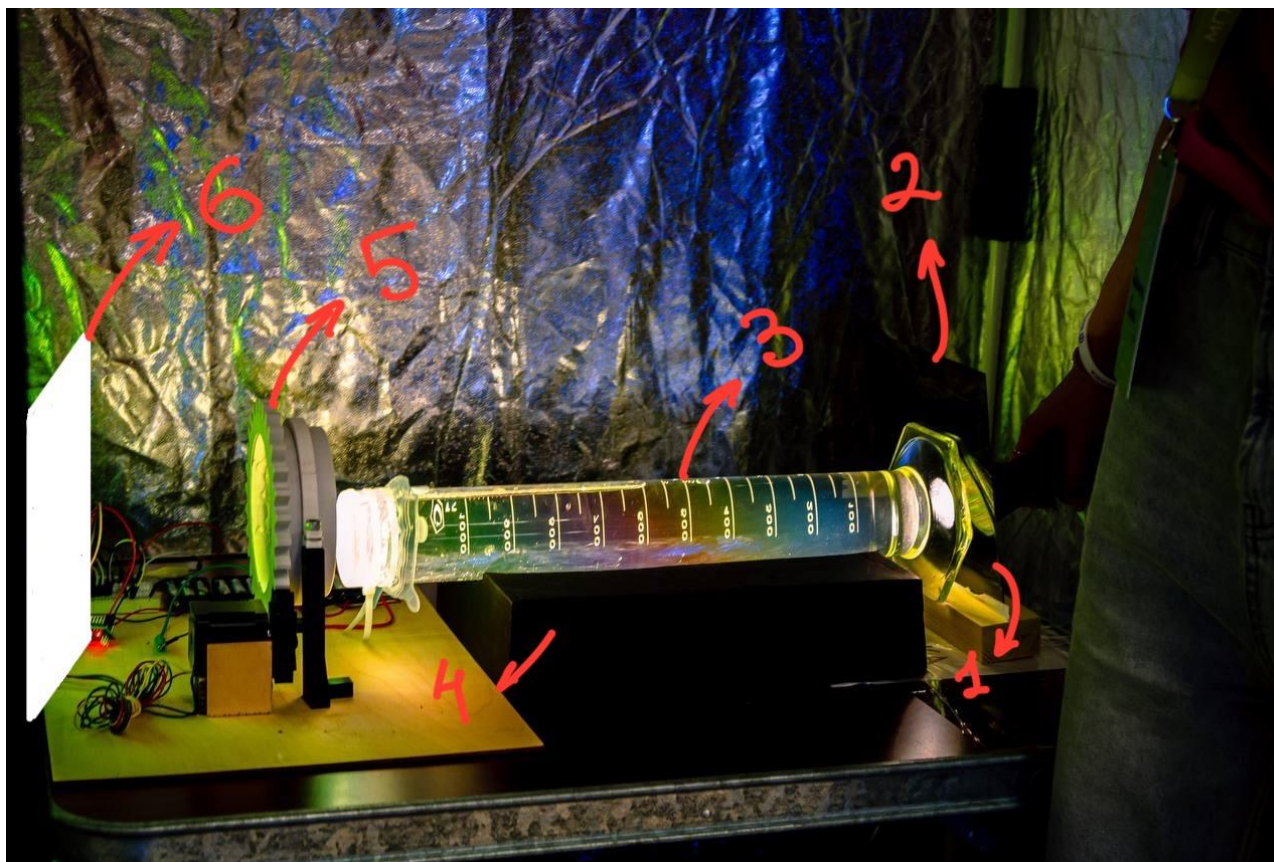


Рисунок 2.

Схема установки (Сахариметр)

(1 - источник света; 2 - поляризационная пленка; 3 - стеклянная прозрачная колба; 4 –
подставка; 5 - анализатор; 6 - демонстрационный экран).

Создание установки:

- 1) Приготовить сахарный раствор в цилиндрической колбе или кювете;
- 2) Закрыть конец сосуда резиновой крышкой и зафиксировать крышку стяжками (резинками);
- 3) На одном конце сосуда разместить лист поляризатора, на другом конце - лист анализатора.
- 4) Расположить сосуд одним концом напротив лампы;
- 5) Включить лампу и пустить свет через сосуд;
- 6) Поворачивать анализатор для наблюдения эффекта.

5. Примерный перечень средств и инструментов для выполнения исследования

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

№	Наименование
1	Поляризационная пленка (2шт).
2	Стойка штатива для источника излучения.
3	Экран демонстрационный (лист белого картона).
4	Резиновая крышка для колбы.
5	Стяжки или резинки.
6	Источник света: Лампа или фонарь (для колбы в 1 м длиной, необходим фонарь мощностью около 100 Вт).
7	Цилиндрическая колба или кювета.
8	Раствор сахарозы, фруктозы, глюкозы.
9	Транспортир и линейка (для измерения угла поворота плоскости поляризации).

5. Требования к представлению решения кейса

Представляемое командой решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов теоретического и экспериментального исследований и их анализа в формате .pdf. Объем основного текста – не более 30 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется использование шрифтов Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист должен содержать следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название профиля олимпиады.

Также решение должно включать видеоролик, демонстрирующий радужные спирали в колбах и изменение цвета света на выходе из системы поляризаторов и растворов. Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.). В течении всего видео в кадре должна быть разработанная командой

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Поляризационный сахариметр»

установка и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с установкой. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчётливо слышны подаваемые голосовые команды и действия команды. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

6. Структура и содержание решения кейса

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

1. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
2. Цель и задачи работы.
3. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
4. Общее описание работы: этапы работы, описание отдельно каждого этапа.
5. Описание установки.
6. Фотографии разработанной установки и ее составных частей.
7. Заключение, результаты работы, анализ оптического явления, предложения по возможному улучшению устройства.
8. Список литературных источников.
9. Приложение с фотографиями установки и ссылкой на видео.

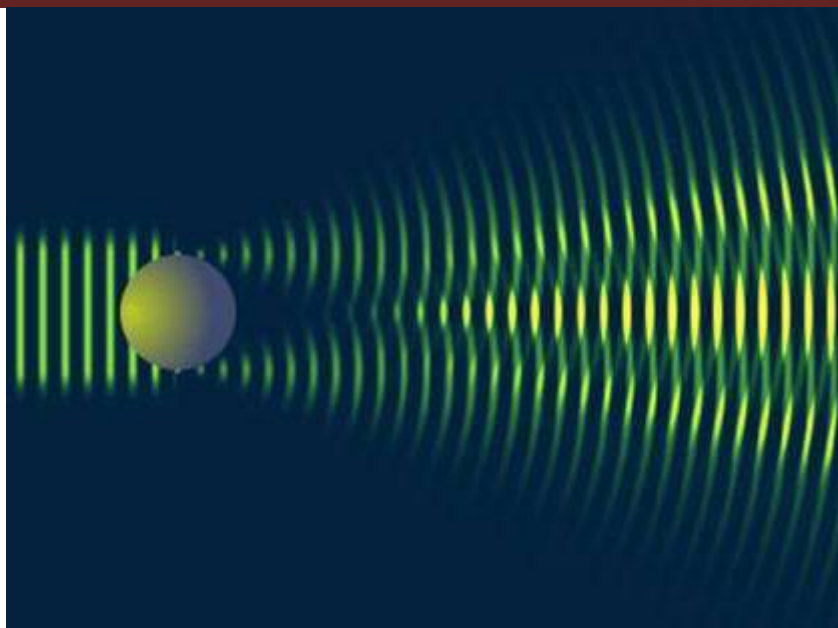
7. Методические материалы (необходимые программы, ссылки, научная литература, онлайн курсы и т.д.)

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 т. Т. 4. Волны. Оптика: учебное пособие. 5-е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2021. 256 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. В 5 т. Т. IV. Оптика. — 3-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 792 с.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Дифракция лазерного излучения на малых объектах»



Актуальность

Явление дифракции и интерференции света широко используется в современной науке и технике. На основе этих явлений создано большое количество приборов, измеряющих расстояние до объектов, толщины тонкопленочных покрытий, осуществляющих контроль геометрии поверхности зеркал и т.д. Кроме того, волновые свойства света используются для монохроматизации излучения, изучения качества периодических систем (дифракционных решеток, микроэлектронных структур), а также в системах высокоточного позиционирования для различных промышленных систем. При этом использование коротковолнового излучения, к которому относится рентгеновское излучение, позволяет использовать волновые свойства света для анализа атомарной структура вещества, в том числе белков и вирусов.

В этом кейсе вам предстоит создать измерительный стенд для определения толщины микрообъектов, используя явление дифракции и интерференции света. Проведённая работа позволит углубиться в понимание волновых свойств света, физических принципов в основе этих явлений, ознакомиться с техникой эксперимента и принципами детектирования.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Дифракция лазерного излучения на малых объектах»

Задание

Создать экспериментальный стенд по измерению толщины микроволокон с использованием явления дифракции света. Разработать и создать оптическую схему и математическую модель. В работе может быть реализована автоматизированная система сбора и оцифровки данных, что будет оценено дополнительно.

Произвести измерение дифракционной картины от различных образцов. Сделать выводы о зависимости дифракционной картины от формы исследуемых объектов.

Этапы работы над кейсом

- Изучение литературы по физическим и техническим темам кейса: волновые свойства света, дифракция света, интерференция света, когерентное излучение и его свойства, принципы детектирования, системы управления и оцифровки данных;
- Сборка экспериментальной схемы, состоящей из рамы, источника излучения (лазерная указка), держателя образца, оптических линз (при необходимости), экрана/детектора (web-камера, при необходимости), линейная подвижка с управлением arduino (при необходимости);
- Апробация собранной схемы на эталонных образцах (измеренная микрометром проволока) и наблюдение интерференционной картины;
- [дополнительный пункт для повышенной оценки] Сборка и автоматизация системы детектирования на основе моторизированной линейной подвижки и стенопа (pinhole) web-камеры или двумерной матрицы web-камеры.
- Анализ полученных результатов с ответом на вопросы о зависимости дифракционной картины от формы исследуемых объектов и от длины волны излучения;

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Дифракция лазерного излучения на малых объектах»

- Подготовка отчетных материалов.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания

- Лазерная указка красного (650 нм) или зеленого цвета (532 нм)
- Линейка или рулетка
- Набор штативов или иных креплений
- Набор образцов (тонкая проволока, человеческий волос и др.)
- Оптические линзы (при необходимости)
- Экран или Web-камера (при необходимости)
- Линейная подвижка детектора (стеное Web-камеры) с управлением arduino (при необходимости)
- Компьютер для автоматизации эксперимента, сбора и анализа данных (при необходимости).

Требования к представлению решения кейса

Представляемое командой решение кейса представляет собой описание методики исследования, результатов теоретического и экспериментального исследований и их анализа в формате .pdf. Объем основного текста – не более 30 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется использование шрифтов Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист должен содержать следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название профиля олимпиады.

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Дифракция лазерного излучения на малых объектах»

- Цель и задачи;
- Материалы и методы;
- Результаты и обсуждение;
- Выводы;
- Список литературы.

Раздел «Цели и задачи» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы.

Раздел «Материалы и методы» включает в себя характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору существующих и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т.д.).

Раздел «Результаты и обсуждение» содержит полученные в ходе работы результаты, их обработку и обсуждение в контексте известных теорий. Объемные таблицы и графики можно вынести в приложение.

В разделе «Выводы» кратко и четко формулируются выводы и результаты, полученные авторами. Представить выводы о наблюдаемом явлении; о зависимости параметров дифракционной картины от размера исследуемого объекта (микроволокно), длины волны лазера, расстояния лазер – объект, объект – экран; о влиянии ошибки измерений различных параметров; об ограничениях и применимости используемой схемы.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

Список литературы

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — М.. — Т. IV. Оптика.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Исследовательский сектор. Исследования.

Командный кейс «Дифракция лазерного излучения на малых объектах»

2. Г. С. Ландсберг. Колебания, волны. Оптика. Строение атома. — 4-е
испр. — М.: Наука, 1966.