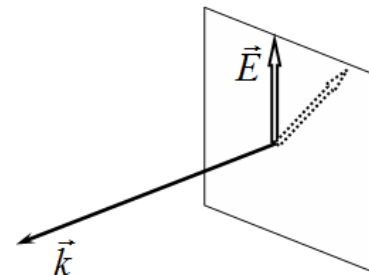


## 11 класс

### Поляризация

**В этой задаче погрешности оценивать не нужно!**

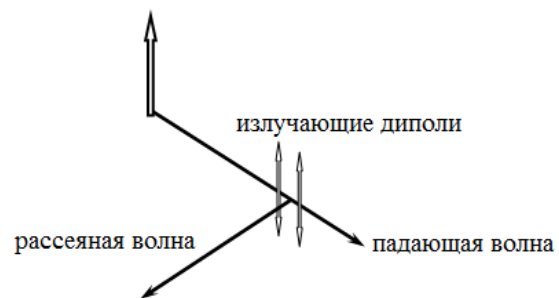
Свет является поперечной волной, то есть направление колебаний вектора напряженности электрического поля  $\vec{E}$  перпендикулярно направлению распространения волны, который задается вектором  $\vec{k}$ . Иными словами вектор  $\vec{E}$  всегда лежит в плоскости, перпендикулярной направлению распространения. В связи с этим у света (как и любой другой электромагнитной волны) появляется совокупность характеристик, определяющих положение вектора  $\vec{E}$  в этой плоскости. Эти характеристики определяют поляризацию света.



Если направление вектора  $\vec{E}$  непостоянно и хаотически изменяется в этой плоскости, принимая равновероятно любые направления, то такой свет называется **неполяризованным, или естественным**. Если направление вектора  $\vec{E}$  остается строго постоянным, то такой свет называют **линейно поляризованным**. Если свет является смесью естественного и линейно поляризованного света, то такой свет называется **частично поляризованным**.

**Поляризатором** называется оптический прибор, который пропускает свет, поляризованный в одной плоскости, и поглощает свет, поляризованный в перпендикулярной плоскости.

Процесс рассеяния света можно описать следующим образом. Падающая электромагнитная волна возбуждает в среде колебания электрических диполей, ориентированных в плоскости поляризации волны. Учтите, что колеблющийся диполь излучает волны преимущественно в направлении, перпендикулярном оси диполя (вдоль оси он вообще не излучает) и поляризованные преимущественно в плоскости, совпадающей с осью диполя.



#### Оборудование.

Поляризаторы 2шт, пробирка, лазер красный, лазер зеленый, фонарик белого света, стакан с 300 мл водного раствора молока, стакан с 400 мл водного раствора фруктозы с добавлением молока, фотодетектор (флюксометр), миллиметровка, транспортир, пластилин, пустые стаканы, канцелярский зажим, шприц, силиконовая трубка, штатив.

Содержание молока (в моль/мл) в воде и растворе фруктозы одинаково.

*Примечание по использованию зеленого лазера*

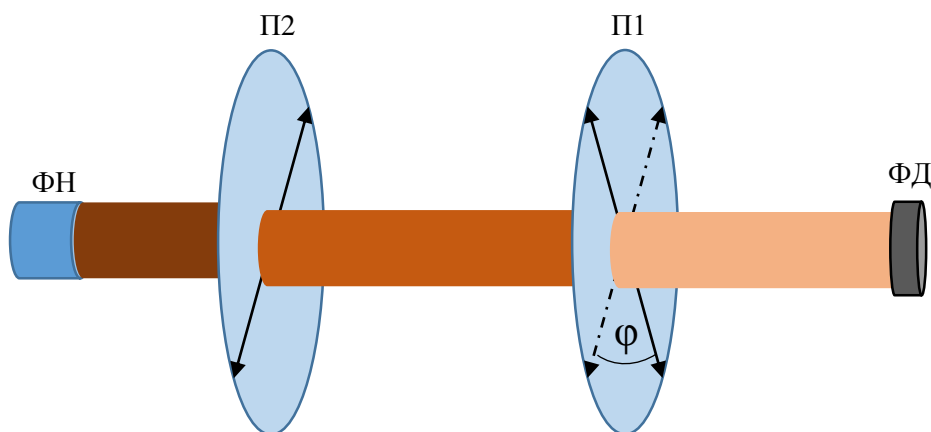
*Предполагается, что во время работы зеленый лазер можно включать на некоторое время, используя канцелярский зажим для фиксации кнопки в нажатом состоянии, чтобы освободить руки экспериментатора. Но при этом не следует оставлять лазер включенным на время, превышающее одну минуту. Это может привести к порче лазера (с уменьшением мощности излучения).*

*Примечание по использованию поляризаторов*

**Внимание! Используя поляризаторы наблюдения нужно проводить со стороны, отмеченной кружком соответствующего цвета! (т.е. источник нужно располагать с другой стороны).**

**Часть 1. Изучение поляризаторов**

Вам даны два поляризатора. На одном из них указано направление плоскостей поляризации излучения, которое поляризатор пропускает. Соберите оптическую систему, как показано на схеме:



ФН – фонарь

П1, П2 – поляризаторы, плоскости которых параллельны друг другу и перпендикулярны направлению распространения излучения фонаря

ФД – фотодетектор

Плоскость поляризации поляризатора 1 отмечена опорной красной линией и зеленым кружочком с нужной стороны. (Смотреть на поляризатор нужно с этой стороны, т.е. глаз должен видеть кружок зеленого цвета). На поляризаторе 2 проведена опорная линия красного цвета на стороне, отмеченной красным кружком. На этот поляризатор также нужно смотреть со стороны красного кружка.

Считая, что фотодетектор регистрирует интенсивность падающего на него излучения, определите, как зависят его показания от относительной ориентации поляризаторов 1 и 2.

На основании результатов измерений и данных о главной плоскости пропускания поляризатора 1 определите главную плоскость пропускания второго поляризатора, т.е. угол между опорной линией (синей) и главной плоскостью пропускания.

**ВАЖНО:** категорически запрещается наносить на поляризатор какие-либо пометки.

**Часть 2. Поляризация лазерного излучения**

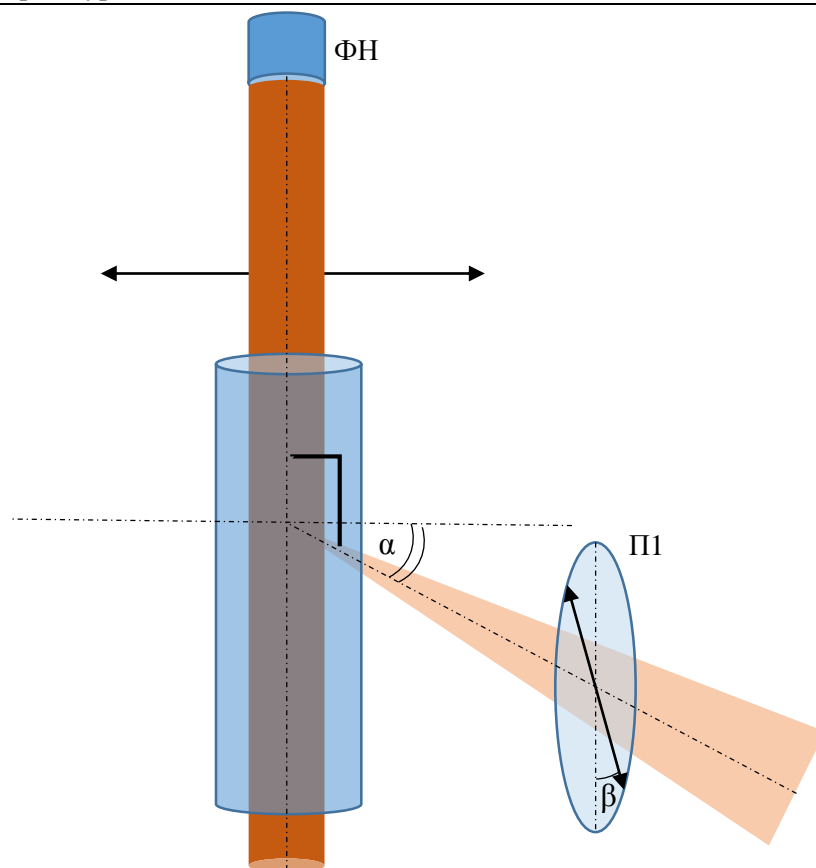
В установке, собранной при выполнении предыдущего пункта замените фонарик и поляризатор 2 на красный лазер. Проведите измерение показаний фотодетектора от ориентации поляризатора 1. На основании полученных результатов измерений сделайте вывод о степени поляризации лазерного излучения.

*Примечание. Излучение зеленого лазера можно считать неполяризованным.*

**Часть 3. Поляризация рассеяния**

Снова соберите установку как в первой части, только без поляризатора 2 и фотодетектора.

Расположите пробирку и наполните ее водой с молоком. Молоко будет рассеивать излучение, проходящее через него.



Посмотрите на «столб света» внутри жидкости. При этом вы видите именно рассеянный молоком свет. Поместите между глазом и «столбом света» поляризатор П1.

*Рекомендации по выполнению: для того, чтобы наблюдениям за рассеянным светом не мешал свет, отраженный от пузырьков воздуха, образующихся во время наливания жидкости в сосуд на стенках пробирки следует воспользоваться выданной вам силиконовой трубкой. Плавно помещивая жидкость в пробирку и задевая ей стенки пробирки можно удалить большую часть образовавшихся пузырьков. Данный совет действителен и для раствора сахарозы, с которым вы будете работать, выполняя последующие задания.*

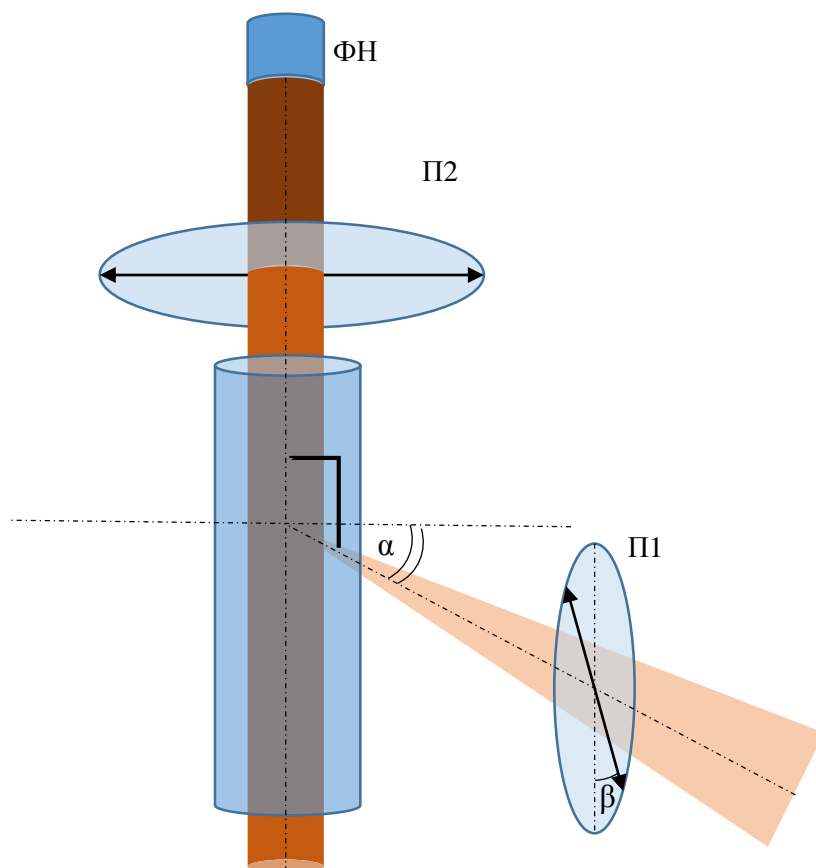
### **3а. Рассеяние света естественной поляризации**

Визуально определите следующие характеристики процесса рассеяния поляризованного света молоком:

- Определите является ли рассеянное излучение поляризованным.
- Плоскость поляризации рассеянного излучения (угол между плоскостью поляризации излучения и направлением распространения света в жидкости –  $\beta$  )
- Как поляризация рассеянного света зависит от направления распространения (от угла между плоскостью поляризации поляризатора 1 и направлением распространения рассеянного света –  $\alpha$  )

### **3б. Рассеяние поляризованного света**

Добавьте между пробиркой и фонариком поляризатор 2. Проведите аналогичные наблюдения. Качественно опишите зависимость интенсивности рассеяния от угла  $\alpha$ .



### **ВАЖНО!**

Перед выполнением следующих пунктов тщательно продумайте как вы будете расходовать раствор фруктозы. Заранее определите последовательность действий, чтобы вам ее хватило на все измерения. Раствор фруктозы больше выдаваться не будет.

### **Часть 4. Поворот плоскости поляризации**

Замените воду в пробирке на концентрированный раствор фруктозы. Фонарик замените на лазер. Поляризатор П2 используйте по необходимости.

При распространении поляризованного света в растворе фруктозы происходит поворот плоскости поляризации излучения.

Измерьте, как зависит поворот плоскости поляризации излучения от следующих характеристик:

- Длины пути излучения в растворе
- Концентрации раствора.

На основании измеренных величин предложите аналитическую зависимость угла поворота плоскости поляризации от концентрации раствора и пройденного расстояния. Найдите коэффициенты в предложенной зависимости.

Выполните измерение для двух предоставленных лазеров.

**Часть 5. Визуальное определение поворота плоскости поляризации**

Снова налейте в пробирку не менее 250мл раствора фруктозы.

**5a. Вращение красного лазера**

В качестве источника излучения используйте красный лазер. Внимательно рассмотрите столб рассеянного света и опишите наблюдаемую картину.

- Является ли интенсивность рассеяния лазерного излучения монотонно спадающей/возрастающей?
- Как изменится наблюдаемая картина если повернуть штатив с пробиркой вокруг вертикальной оси на 90 градусов?

**5b. Вращение красного лазера**

Замените красный лазер на зеленый лазер с поляризатором 2 и проведите аналогичные наблюдения.

**5c. Сравнение наблюдаемых картин**

Чем отличаются наблюдаемые картины.

**5d. Обоснование результатов**

На основании результатов выполнения части 3 дайте объяснение наблюдений в пункте 5a и 5b.

**Часть 6. «Радуга»**

Замените лазер на фонарик и поляризатор.

Опишите наблюдаемую картину. На основании результатов, полученных в предыдущих заданиях, дайте объяснение наблюдаемой картине.