

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Определение длины волны света лазера.
- Определение зависимости коэффициента преломления воздуха от давления.
- Определение коэффициента преломления стекла.
- Определение качества поверхности кусочка липкой ленты.

## ЦЕЛЬ ОПЫТА

Демонстрация и исследование работы интерферометра Майкельсона.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

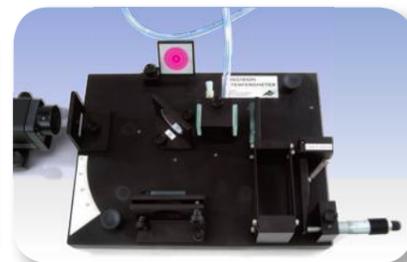
В интерферометре Майкельсона когерентный луч света разделяется на два имеющих разные направления луча путем помещения на их пути полупросеребрённого зеркала. Разделенные лучи отражаются вдоль своих направлений, а затем вновь складываются. После этого на смотровом экране можно наблюдать интерференционную картину, которая заметно меняется, когда оптические длины расстояний, проходимых каждым из разделенных лучей, изменяются на доли длины волны света.

## НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Интерферометр	U10350
1	Набор принадлежностей для интерферометра	U10351
1	Гелий-неоновый лазер	U21840
1	Ручной вакуумный насос	U205001
1	Силиконовая трубка диаметром 6 мм	U10146



Стеклопластина на пути луча интерферометра Майкельсона.



Вакуумная камера на пути луча интерферометра Майкельсона.

2

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Изначально интерферометр Майкельсона был изобретен *А. А. Майкельсоном*, для того чтобы проверить, можно ли обнаружить движение Земли в универсальной среде - эфире, - в котором, как тогда думали, распространяется свет. Однако его конструкция (см. рис. 1) сыграла ключевую роль в проведении интерферометрических измерений, например, изменений длины, толщины слоя или коэффициента преломления. Расходящийся световой луч разделяется на два луча полупросеребрённым зеркалом, и эти два луча идут разными путями. Затем они отражаются обратно вдоль своих траекторий и вновь складываются так, что на экране можно наблюдать картину их интерференции. Получаемая в результате картина очень чувствительна к любым различиям оптических расстояний, которые проходят разделенные лучи. Если коэффициент преломления остается постоянным, можно рассчитать степень изменения геометрических путей, например, изменения размера различных материалов вследствие теплового расширения. Напротив, если геометрия сохраняется неизменной, можно определить коэффициенты преломления или их изменения вследствие изменений давления, температуры или плотности.

В зависимости от того, увеличиваются или уменьшаются оптические пути, в центре картины могут появляться или исчезать интерференционные линии. Взаимосвязь между изменением  $\Delta s$  оптических путей и длиной волны  $\lambda$  выглядит следующим образом

$$(1) \quad 2 \cdot \Delta s = z \cdot \lambda$$

Число  $z$  является положительным или отрицательным целым, соответствующим количеству интерференционных линий, появляющихся или исчезающих на экране.

Если требуется измерить длину волны света в воздухе, двигая одно из двух зеркал на расстояние  $\Delta x$ , которое точно определяется с помощью механизма тонкой регулировки, коэффициент преломления можно принять равным  $n = 1$ , что является достаточно хорошим приближением. Тогда изменение оптического пути составит:

$$(2) \quad \Delta s = \Delta x$$

Ситуация меняется, если на пути одного из разделенных лучей помещается камера длиной  $d$ , из которой откачан воздух. Впуская воздух в камеру, пока его давление не поднимется до значения  $p$ , мы изменяем оптический путь следующим образом

$$(3) \quad \Delta s = (n(p) - 1) \cdot d = A \cdot p \cdot d$$

Это происходит потому, что коэффициент преломления воздуха при постоянной температуре изменяется с изменением давления таким образом, что его можно представить в виде:

$$(4) \quad n(p) = 1 + A \cdot p$$

## ПРИМЕЧАНИЕ

В дополнительный комплект входит стеклянная пластинка. Ее можно поместить на пути одного из лучей света и поворачивать под определенным углом, так чтобы часть оптического пути, которая проходит через стекло, увеличивалась, а та часть пути, которая проходит вне стекла, уменьшалась. Создаваемое в результате изменение оптического пути позволяет определить коэффициент преломления стекла. Можно также продемонстрировать качество поверхности кусочка липкой ленты, приклеенной к стеклу. На практике такие опыты проводятся с использованием интерферометра *Тваймана-Грина*, который представляет собой вариант интерферометра Майкельсона.

## ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Решение уравнений (1) и (2) для длины волны дает выражение для длины волны, которая зависит от изменения положения зеркала:

$$\lambda = \frac{2 \cdot \Delta x}{z}$$

Определение коэффициента преломления воздуха: Коэффициент  $A$  в уравнении (4) можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$A = \frac{z \cdot \lambda}{2 \cdot d \cdot p}$$

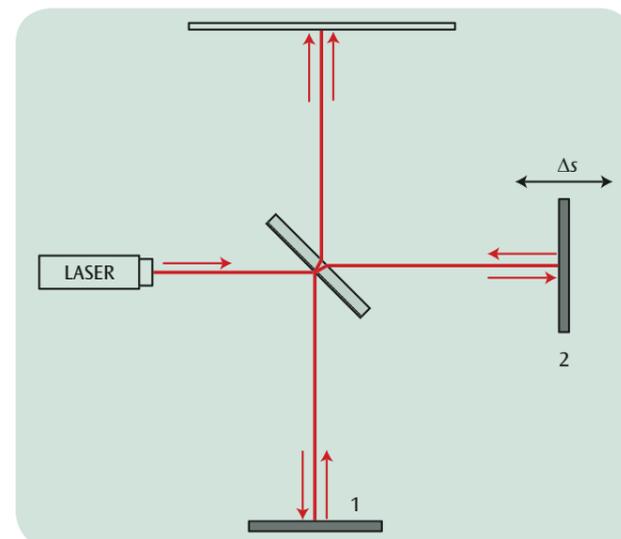


Рис. 1: Оптические расстояния в интерферометре Майкельсона с подвижным зеркалом

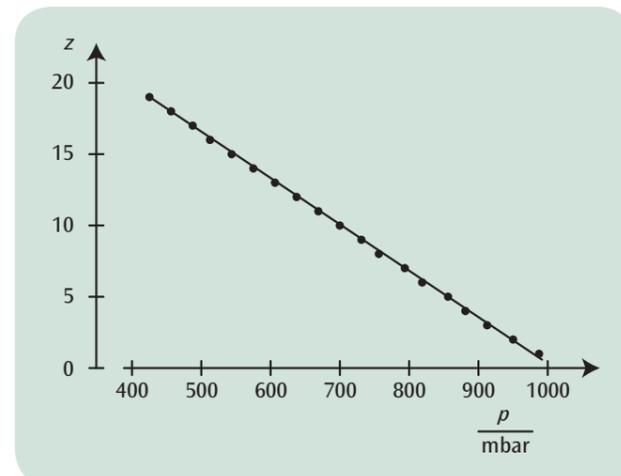


Рис. 2: Зависимость числа интерференционных линий от давления воздуха