

Задание 3. «Опыт Араго»

В давние времена точное определение скорости света являлось важной экспериментальной проблемой. В данной задаче рассматривается опыт Араго, который в своё время позволил относительно точно вычислить значение скорости света. Для простоты мы будем использовать лазер в качестве источника света.

Схема установки представлена на рисунке 1 (вид сверху). Тонкий параллельный лазерный луч шириной $d = 5,0 \text{ мм}$ проходит через отверстие в экране Э и попадает на маленькое плоское двухстороннее зеркальце 31, находящееся на расстоянии $L = 20 \text{ м}$ от экрана, которое может вращаться вокруг вертикальной оси. Пусть φ – угол его поворота (рис. 1). После этого луч попадает на сферическое зеркало 32, радиус кривизны которого равен $R = 10 \text{ м}$. Размеры зеркала будем

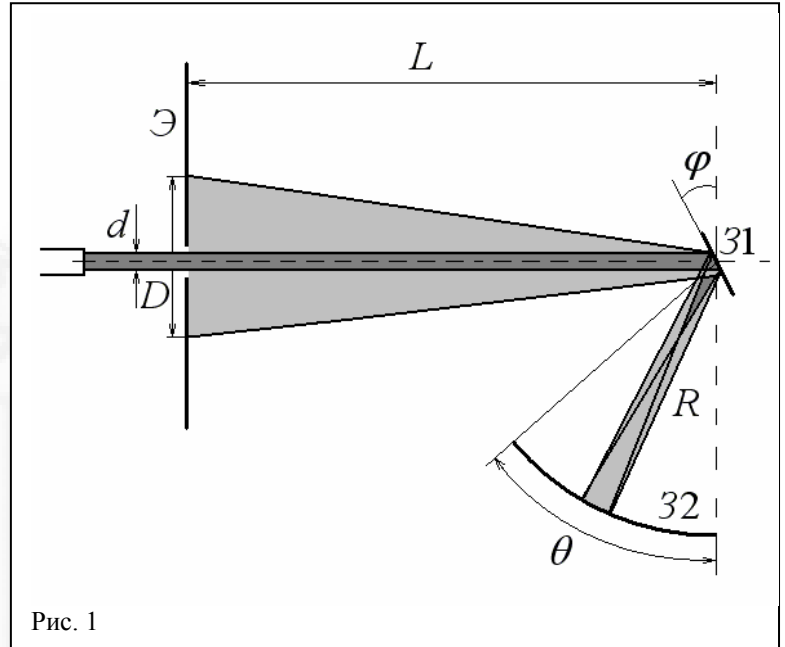


Рис. 1

характеризовать величиной угла $\theta = 10^\circ$ – угол, под которым видно это зеркало из центра зеркальца 31. Маленькое зеркальце находится в центре кривизны зеркала 32, т.е. на расстоянии R от него. После отражения от сферического зеркала, лазерный луч снова попадает на зеркальце 31, отражается и формирует на экране пятно некоторого диаметра D .

1. При каких углах φ можно наблюдать пятно в центре экрана.
2. Определите диаметр пятна D .

Начнём вращать зеркальце с достаточно большой скоростью. Пусть зеркальце совершает $\nu = 5,0 \cdot 10^2$ оборотов в секунду. Скорость света равна $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

3. Покажите, что пятно на экране сдвинется на некоторое расстояние в ту или другую сторону, в зависимости от направления вращения. Определите величину этого смещения x .

С помощью такой установки Араго также удалось измерить показатель преломления воды. Для этого необходимо добавить ещё одно сферическое зеркало и резервуар с водой, занимающий практически всё пространство между зеркальцем 31 и вторым зеркалом 33 (см. рисунок 2). Стенки резервуара полукруглые, поэтому преломлением света на его границе можно пренебречь.

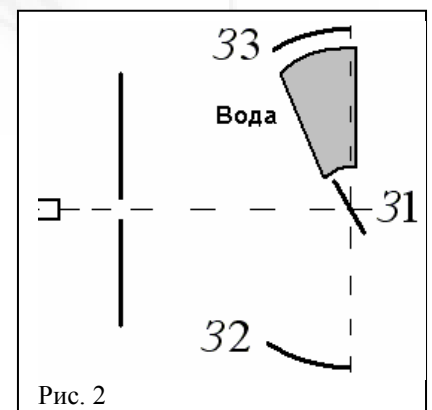


Рис. 2

4. При какой частоте вращения ν' можно наблюдать два отдельных пятна. Показатель преломления воды $n = 1,3$