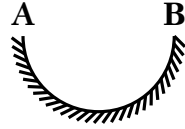
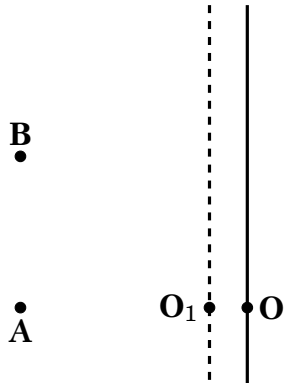


## Задачи по оптике.

Летняя Физическая Школа, июль–август 2015.

1	Докажите, что если $n_{12}$ показатель для преломления из среды 1 в среду 2, а $n_{13}$ — показатель преломления из среды 1 в среду 3, то показатель преломления из среды 2 в среду 3 равен $n_{23} = n_{13}/n_{12}$ .	
2	Пусть свет отражается от вогнутого сферического зеркала, выполненного в виде полусферы радиуса $R$ . Выведите закон отражения света для этого случая при распространении света от точки <b>A</b> к точке <b>B</b> .	
3	Рассмотрим преломление луча на сферической стеклянной поверхности. Для простоты будем рассматривать только те лучи, которые пересекают ось линзы под маленьким углом. Докажите, что $\frac{1}{a} + \frac{n}{b} = \frac{n-1}{R},$ где $n$ — показатель преломления стекла, $a$ — расстояние от точечного источника до поверхности, $b$ — расстояние от изображения точечного источника до поверхности, $R$ — радиус сферической поверхности.	
4	От точечного монохроматического источника <b>A</b> отодвигают точечный монохроматический источник <b>B</b> (источники когерентны) до тех пор, пока в точке <b>O</b> , где наблюдается интерференция, не наступает потемнение. Расстояние <b>AB</b> при этом равно $d = 2$ мм. Расстояние между источником <b>A</b> и экраном равно $L = 9$ м. На сколько надо передвинуть экран к источнику <b>A</b> , чтобы в точке <b>O</b> <sub>1</sub> возникло потемнение?	

*Примечание.* Источники называются **монохроматическим**, если напряжённость создаваемого им поля выражается в виде  $E = E_0 \cos \omega t$ .

5	От двух когерентных источников света $S_1$ и $S_2$ получена система интерференционных полос на экране <b>AB</b> , удалённом от источников на $a = 2$ м. Расстояние между источниками $d \ll a$ . Во сколько раз изменится ширина интерференционных полос, если между источниками и экраном поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием $F = 25$ см? Рассмотрите два случая: а) Расстояние линзы от источников равно $2F$ ( <b>1 балл</b> ); б) источники находятся в фокальной плоскости линзы ( <b>1 балл</b> ).
---	---

*Примечание.* Источники называются **когерентными**, если разность фаз их колебаний не зависит от времени.

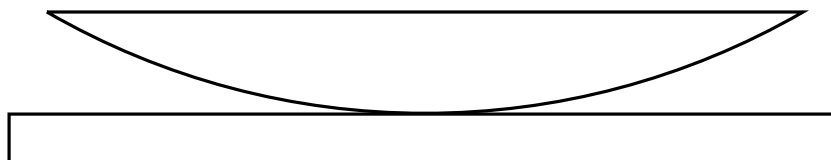
6	Используя <i>волновое уравнение</i> , докажите принцип суперпозиции: если $y_1(x, t)$ и $y_2(x, t)$ являются решениями волнового уравнения, то и $y_1(x, t) + y_2(x, t)$ — тоже решение.
---	--

*Примечание.* Волновым уравнением называется уравнение для колебаний, полученное на занятии:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}.$$

7	Пусть линия, соединяющая два источника $S_1$ и $S_2$ перпендикулярна плоскости экрана. Расстояние между источниками $d$ , расстояние от источников до экрана $L$ , при этом $d \ll L$ . Какую интерференционную картину наблюдатель увидит на экране? <b>(0.5 балла)</b> Найдите расстояние между соседними максимумами освещённости <b>(1 балл)</b> .
8	На стеклянный стол с показателем преломления $n$ кладут плосковыпуклую линзу из такого же материала. Сверху линзу освещают параллельным пучком света, падающим перпендикулярно плоскости. Почему будет наблюдаться интерференционная картина в этом случае? <b>(0.5 балла)</b> Определите её структуру <b>(0.5 балла)</b> . Определите расстояние между соседними максимумами освещённости <b>(1 балл)</b> . Радиус кривизны выпуклой поверхности равен $R$ , длина волны света $\lambda$ .

*Указание.* Вспомните про то, что свет на границе раздела сред может как отражаться, так и преломляться.



9	Две тонкие линзы находятся на расстоянии $L = 25$ см друг от друга так, что их главные оптические оси совпадают. Эта система линз создаёт прямое действительное изображение предмета в натуральную величину. Если линзы поменять местами, не изменяя положение предмета, то снова получается прямое действительное изображение предмета, но с увеличением $\Gamma = 4$ . На сколько отличаются оптические силы линз?
---	--

*Примечание.* Оптической силой линзы  $D$  называется величина, обратная её фокусному расстоянию  $F$ :  $D = 1/F$ .

10	Сложный объектив состоит из двух тонких линз: положительной с фокусным расстоянием $F_1 = 20$ см и отрицательной с фокусным расстоянием $F_2 = 10$ см. Линзы расположены на расстоянии $l = 15$ см друг от друга. С помощью объектива получают на экране изображение Солнца. Какое фокусное расстояние должна иметь тонкая линза, чтобы изображение Солнца, полученное с её помощью, имело такой же размер?
----	---

11

Рассеивающая линза  $L_1$  и собирающая линза  $L_2$  расположены на одной главной оптической оси. Такая оптическая система создаёт изображение  $A_1B_1$  предмета  $AB$ . С помощью построения найдите положение главных фокусов обеих линз.

