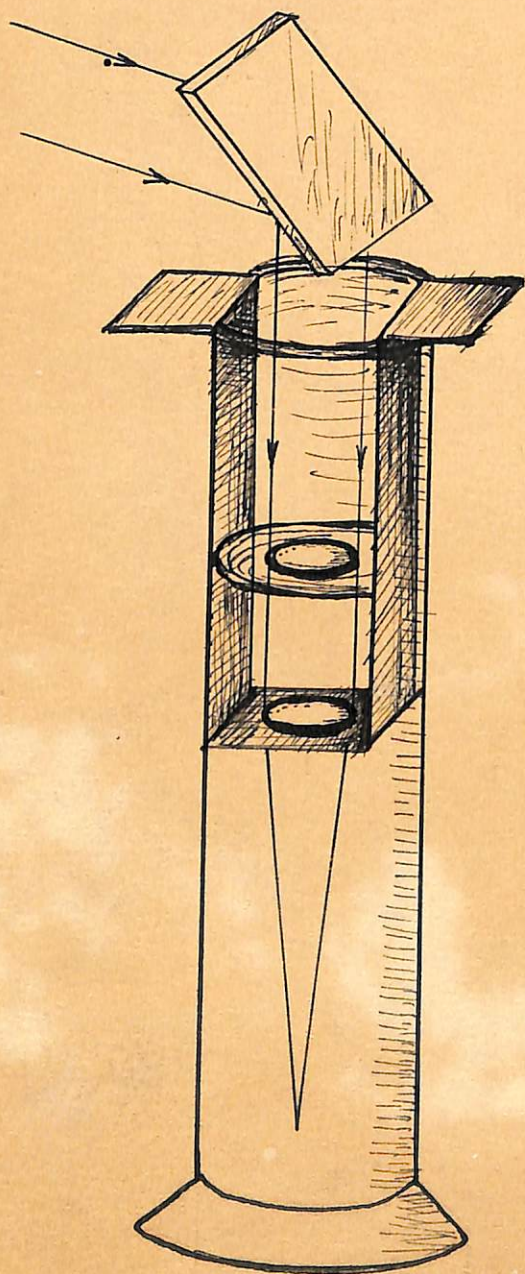


Ю. КИ

Н. Ф. ПЛАТОНОВ.

# ЛИНЗА В ВОДЕ.



СЕКЦИЯ ФИЗИКИ  
ЛЕН. ГОР. МЕТОДКАБИНЕТА.





## ЛИНЗА В ВОДЕ.

Можно рассчитать заранее, как изменится фокусное расстояние линзы, если мы ее поместим в воду, и можно подтвердить верность нашего расчета на опыте.

Ученики 10 класса умеют на основе волнообразной теории выводить соотношение  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_0}{v_2}$ , где  $v_0$  - скорость света в воздухе,  $v_2$  - скорость света в стекле, и на опыте с шайбой Гартля убеждаются, что для стекла это постоянное отношение равно  $\frac{3}{2}$  /близко к абсолютному показателю преломления стекла/, подобным же образом получается соотношение  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_0}{v_1}$ , где  $v_0$  - скорость света в воздухе,  $v_1$  - скорость света в воде, а постоянное отношение  $\frac{v_0}{v_1}$ , как показывает опыт, равно  $\frac{4}{3}$  /близко к абсолютному показателю преломления воды/.

Но в связи с заданной задачей надо установить, чему равно отношение  $\frac{v_1}{v_2}$  /так называемый относительный показатель преломления при переходе луча из воды в стекло/. Это отношение легко найти. Мы имеем:  $\frac{v_0}{v_2} = \frac{3}{2}$ ;  $\frac{v_0}{v_1} = \frac{4}{3}$

Разделим первое равенство на второе:

$$\frac{v_0 v_1}{v_0 v_2} = \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 4} = \frac{9}{8}$$

Полученное число есть относительный показатель преломления при переходе луча из воды в стекло.



В курсе оптики дается соотношение, позволяющее вычислить главное фокусное расстояние выпуклой линзы, если мы знаем радиусы кривизны ее поверхности и показатель преломления стекла:

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \left( \frac{3}{2} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Обозначая допускаемое расстояние той же линзы в воде

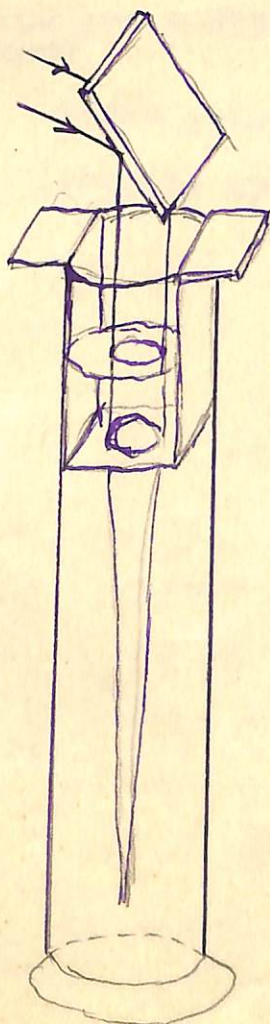
через  $F_1$ , мы имеем:

$$\frac{1}{F_1} = \left( \frac{3}{8} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{8} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Деля первое равенство на второе, получаем:

$$\frac{1}{F} : \frac{1}{F_1} = \frac{F_1}{F} = \frac{1}{2} : \frac{1}{8} = \frac{8}{2} = 4, \text{ т.е. } F_1 = 4F$$

Это значит, что фокусное расстояние линзы, помещенной в воду, в четыре раза более фокусного расстояния той же линзы в воздухе.



Подтвердим это на опыте. Возьмем стеклянный цилиндр, возможно более высокий, вложим в него сверху жестяную пластинку, согнутую так, как показано на рисунке, предварительно вырезавши в ее нижней части круглое отверстие, диаметра ~~равно~~ немного меньшего, чем <sup>какой имеет</sup> исследуемая линза.

Положим линзу на сделанное отверстие, нальем в цилиндр воды <sup>в</sup> столько, чтобы она покрыла линзу, немного подкрасим воду флуоресцен- ном, поставим цилиндр на окно, освещенное лучами солнца, и при



помощи зеркала направим лучи вниз на линзу. Мы увидим длинный световой конус в воде, измерим его длину и убедимся в том, что действительно фокусное расстояние линзы в четыре раза больше в воде, чем в воздухе.

Мы пользовались двумя небольшими линзами с фокусным расстоянием в 13 см. каждая. Положивши их одну на друга, мы получим сложную линзу, имеющую фокусное расстояние  $6\frac{1}{2}$  см. в воздухе. Поместивши эти две линзы на жестяной станочек в воду, мы получили в воде для этих двух линз фокусное расстояние 26 см., как это и предусматривается теорией, изложенной выше.

Такое ухищрение позволило нам наблюдать явление в цилиндре сравнительно не очень высоком.