Центрированные оптические системы.

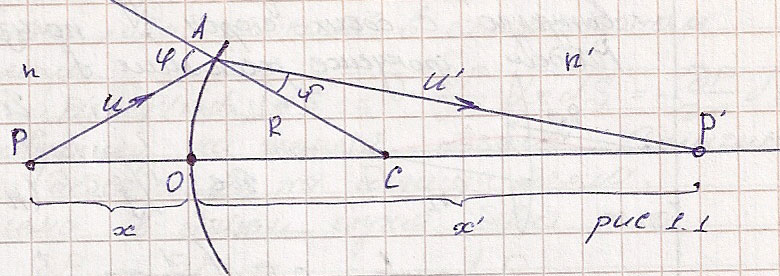
Центрированные оптические системы – это оптически однородные, преломляющие или отражающие среды, отделенные друг от друга сферическими поверхностями, центры кривизны которых расположены на одной прямой, называемой главной оптической осью.

**Правило знаков.**

1. Расстояния, отсчитываемые от линзы или зеркала, считаются положительными, если они совпадают с направлением света и отрицательными, если они противоположны направлению света.
2. Радиусы кривизны отсчитываются в направлении от сферической поверхности и подчиняются правилу 1.
3. Фокусные расстояния отсчитываются иначе – от фокусов к линзе или зеркалу (или главным плоскостям в случае системы линз).

**Задача** (теория). Преломление на сферической поверхности. Источник на главной оптической оси.

**Решение**. Рассмотрим центрированную оптическую систему с одной границей раздела – сферической поверхностью радиуса . Главную оптическую ось размещаем, так как на рисунке. Предположим, луч света распространяется из точки в точку .



Применяем правило знаков. Например, для длины мы получаем луч , поскольку отсчет ведется от сферической поверхности. И, так как он противоположен направлению света, то . Аналогично и для других расстояний. Радиус кривизны .

Таким образом, получаем

Учитывая, что

получаем

Для параксиальных лучей

тогда

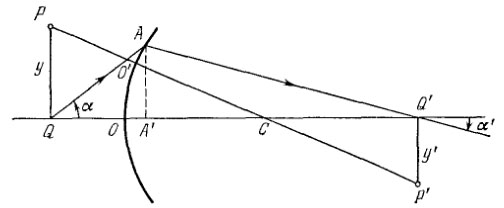
В этом случае положение точки не зависит от угла .

**Задача**. Найти расстояние до изображения от сферической границы раздела двух сред радиусом R = 4 см, если расстояние до неё от предмета d = 20 см. Предмет находится в воздухе, а изображение в воде (n = 1,33).

**Решение**.

**Задача** (теория). Преломление на сферической поверхности. Источник не лежит на главной оптической оси.

**Решение**. Пусть – источник света, который не лежит на оптической оси.



Проведем прямую через центр кривизны . Тем самым мы можем свести задачу к предыдущему случаю, если эту прямую рассматривать как главную оптическую ось. Это означает, что нам известна связь между и .

Лучи считаем параксиальными. В этом случае

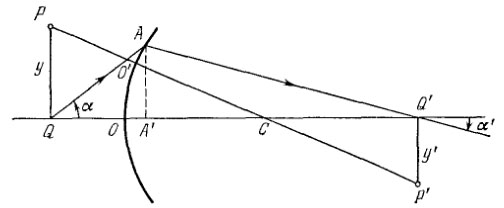
Т.е. пришли к аналогичной по форме формуле. Из нее следует, что

Из подобия треугольников и :

С учетом полученной формулы

**Теорема** Лагранжа Гельмгольца (рис).

где угол, отсчитываемый от главной оптической оси считается положительным, если он направлен противоположно вращению часовой стрелки .

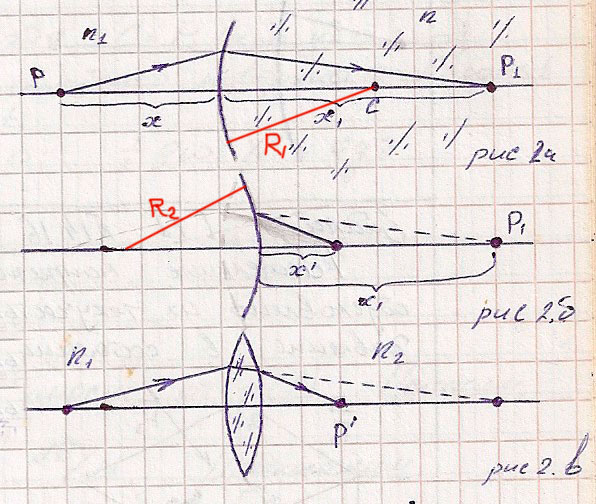
**Доказательство**. В приближениях параксиальной оптики можем считать, что

Из формул предыдущей задачи находим

Следовательно

**Задача** (теория). Формула тонкой линзы.

**Решение**. Применим известную формулу дважды для первой и второй сферической поверхности.



Складываем полученные решения

Если линза находится в однородной среде получаем

Если

где - фокусное расстояние.

**Задача**. Найти фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, ограниченной сферическими поверхностями с радиусами мм и мм. Показатель преломления стекла линзы .

**Решение**. Для фокусного расстояния имеем соотношение

Линза двояковыпуклая, поэтому согласно правилу знаков: .