



Аберрации

Определение

Разность координат (угловых или линейных) даваемых реальной и идеальной оптической системой называют погрешностями или абберациями оптической системы.

Количественно абберации можно получить сравнив координаты вычисленные по точным тригонометрическим формулам и формулам параксиальной оптики.

Виды аберраций:

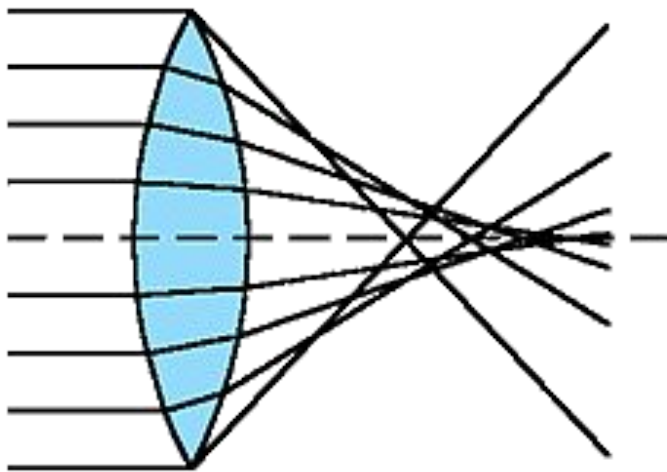
- Монохроматические (абerrации не зависящие от длины волны света)
- Хроматические (абerrации зависящие от длины волны света)



Монохроматические Аберрации

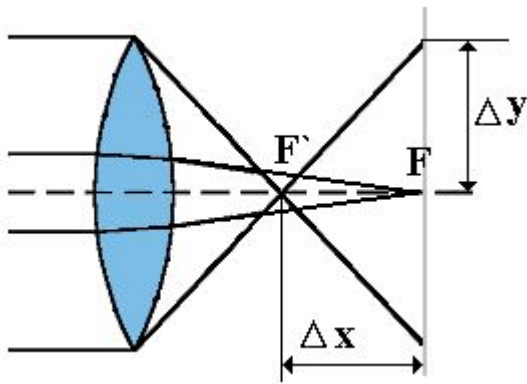
- Сферическая Аберрация
- Кома
- Астигматизм
- Кривизна поля
- Дисторсия

Сферическая Аберрация



- Сферическая Аберрация обусловлена широкими пучками лучей
- Сферическая Аберрация выражается в том, что вместо точки, получаемой идеальной системой, отображается светлый диск с неравномерной освещенностью.

Сферическая абберрация



- Мерами сферической абберрации являются поперечная и продольная сферические абберрации

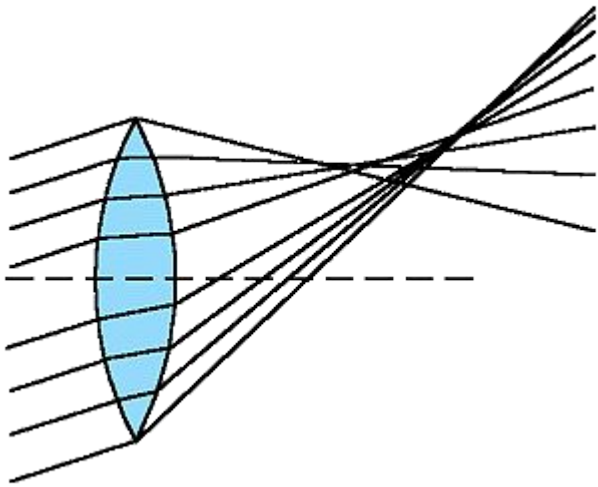
Продольной сферической абберрацией по величине равна разности между положением F (точка получаемая лучами параксиальной области) и F' (точка получаемая крайними лучами линзы)— Δx . Продольная абберрация называется положительной если точка F' лежит правее точки F и отрицательной в обратном случае.

Поперечная сферическая абберрация по величине равна разности между положением F (точка получаемая лучами параксиальной области) и положением точки пересечения крайних лучей и плоскости получения параксиального изображения— Δy .

Сферическая абберрация

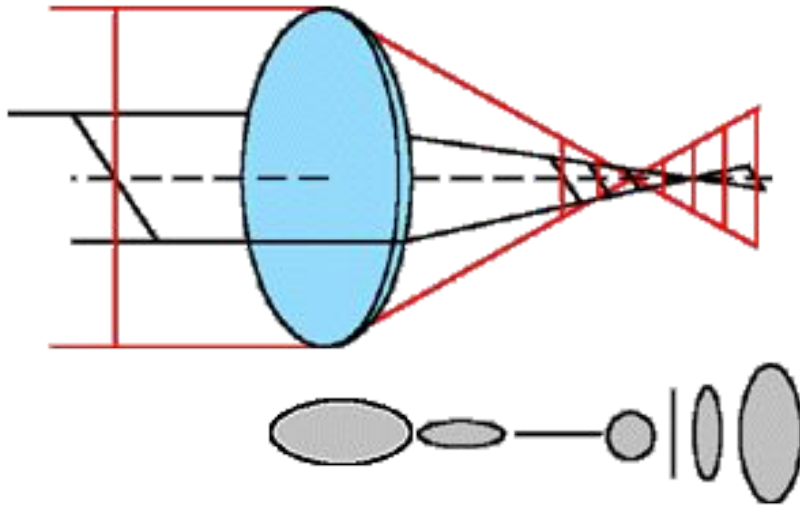
- Для частичного исправления сферической абберрации используют комбинацию положительной и отрицательной линз.

Кома



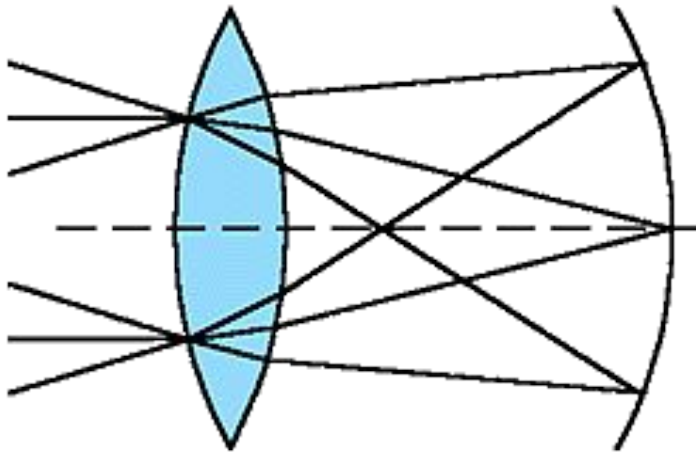
- Кома также как и Сферическая Абберация обусловлена широкими пучками лучей
- Кома получается при построение изображения точки лежащей вне оптической оси.

Астигматизм



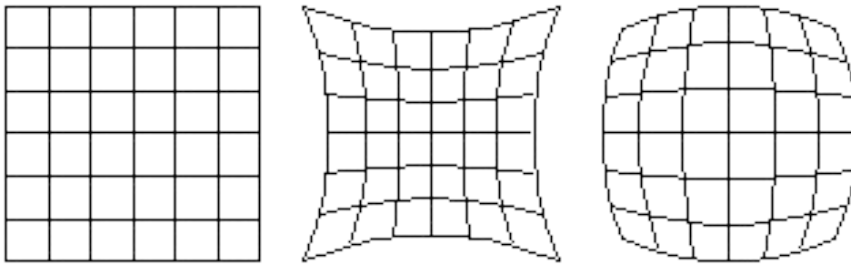
- Причиной астигматизма является нарушение осевой симметрии системы.
- Она выражается в том что лучи лежащие в сагиттальных и меридиональных будут иметь разные фокусные расстояния, т.е. для каждой группы лучей будет своя поверхность получения идеального изображения

Кривизна поля



- Кривизной поля называется aberrация системы при которой поверхность наилучшего изображения не является плоскостью
- С астигматизмом кривизна поля связана тем что поверхность наилучшего изображения лежит между плоскостями изображений для сагиттальных и меридиональных лучей

Дисторсия



- Дисторсия связана с непостоянством линейного увеличения для различных углов поля зрения
- Если линейное увеличение возрастает от центра то это подушкообразная дисторсия
- Если линейное увеличение уменьшается от центра то это бочкообразная дисторсия



Хроматические aberrации

- Хроматическая aberrация увеличения
- Хроматическая aberrация положения

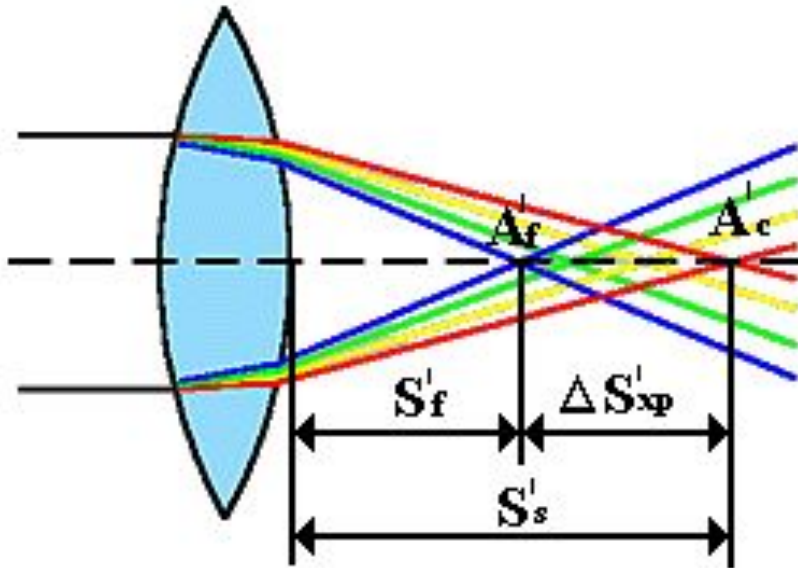
Хроматические aberrации

- Хроматическая aberrация связана с дисперсией (зависимостью показателя преломления от длины волны света). Т.к. фокусное расстояние зависит от показателя преломления, то для каждой длины волны будет построено свое изображение не совпадающие с остальными.

$$\frac{1}{f} := (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R1} - \frac{1}{R2} \right)$$

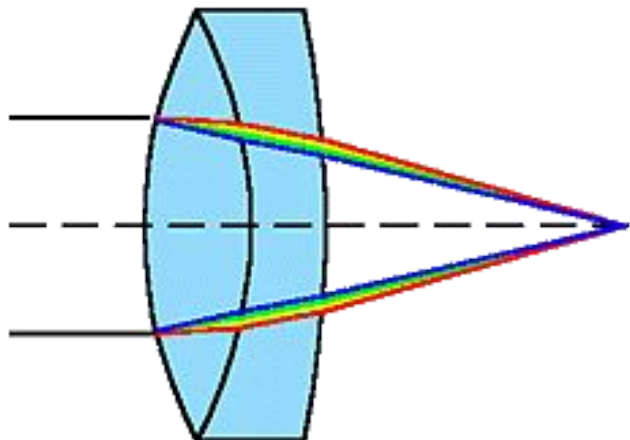
- Хроматическая aberrация выражается в появлении у изображения цветной каймы у изображения

Хроматическая Аберрация положения



$$\Delta S'_{xp} = S'_f + S'_s$$

Исправление хроматической аберрации положения

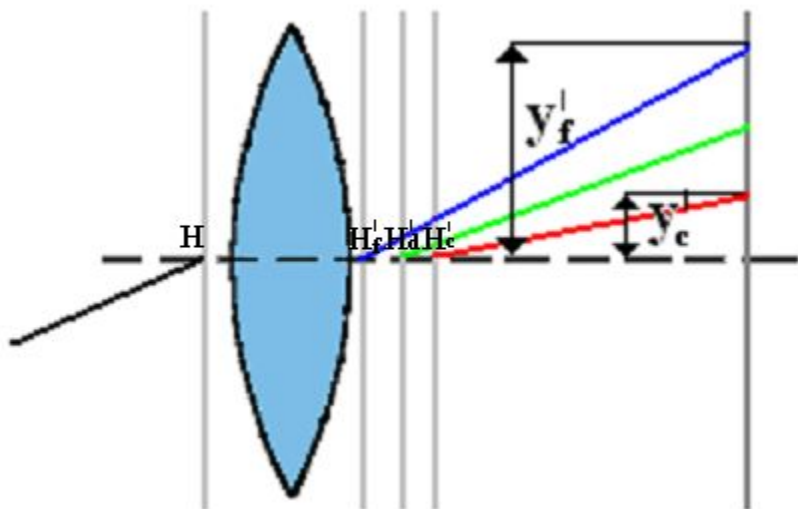


У положительной линзы хроматизм положения отрицательный, а у отрицательной линзы положительный. Следовательно, для исправления хроматизма положения можно соединить, одну положительную и отрицательную линзы из разных марок стекла.

Вторичный спектр

- Оптические системы, у которых в одну точку соединены точки изображения для красного и синего цветов, называются ахроматами. Такие систем еще не дают вполне бесцветного изображения точки на оси, т.е. изображение точек для других волн будут располагаться на различных расстояниях от системы вдоль оптической оси. Такой остаточный хроматизм называется вторичным спектром.

Хроматическая Аберрация увеличения



- Хроматическая аберрация увеличения состоит в том что линейное увеличение V меняет свою величину при изменении длины волны света
- Хроматическая аберрация увеличения определяется разностью линейных увеличений для красного С и синего F цветов

$$\Delta V_{\text{xp}} = V_{\text{c}} - V_{\text{f}}$$

или разностью величин изображений для тех же цветов

$$\Delta y'_{\text{xp}} = y'_{\text{c}} - y'_{\text{f}}$$