

ОПТИКА
Подготовка к ЕГЭ

Цель: повторение основных понятий, законов и формул *ОПТИКИ* в соответствии с кодификатором ЕГЭ.

Элементы содержания, проверяемые на ЕГЭ 2011:

1. Отражение света. Закон отражения света
2. Плоское зеркало
3. Преломление света
4. Полное внутреннее отражение
5. Линза
6. Формула тонкой линзы
7. Оптические приборы. Глаз как оптическая система

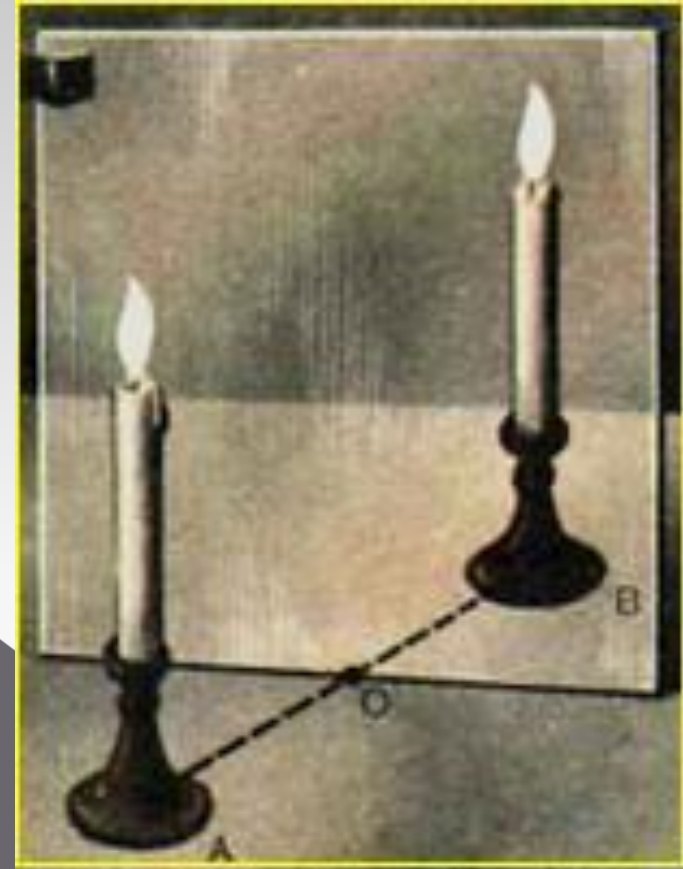
Отражение света. Закон отражения света

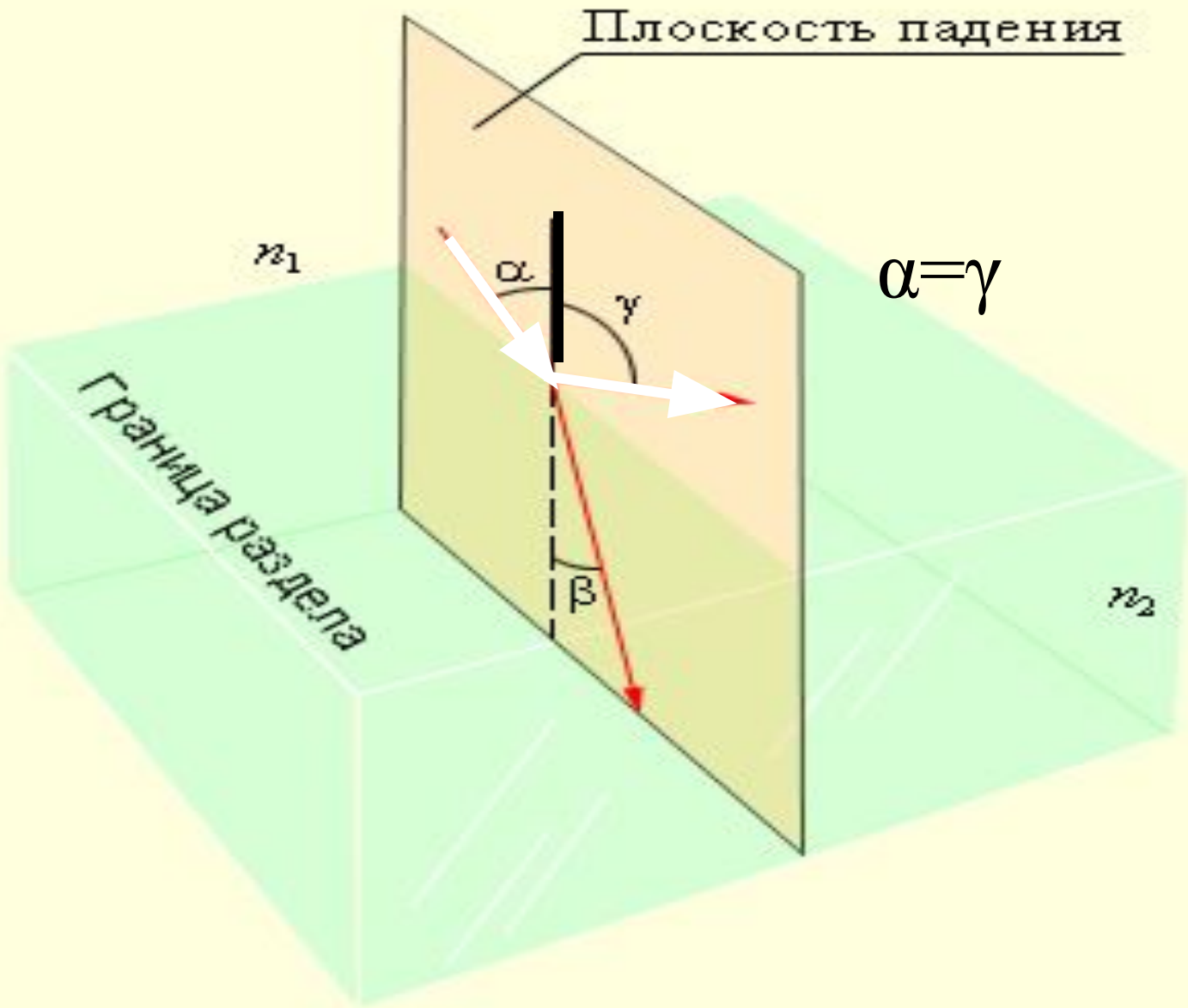
- ***Закон прямолинейного распространения света:*** В оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно.



Отражение света. Закон отражения света

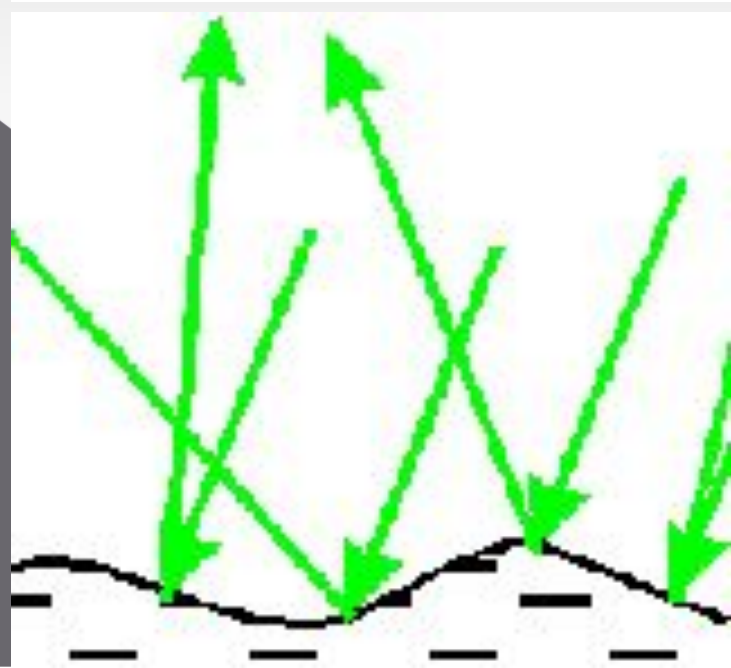
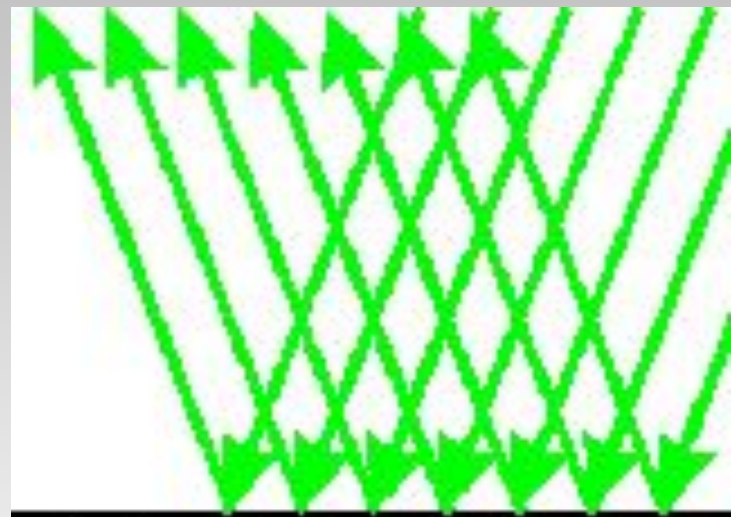
- **Закон отражения света:**
падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (плоскость падения). **Угол отражения γ равен углу падения α .**





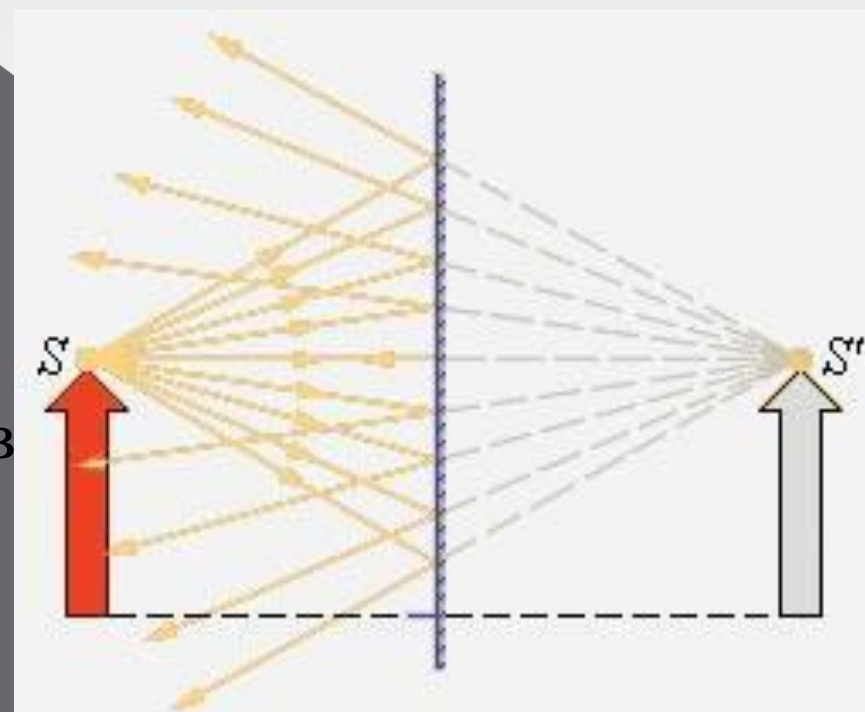
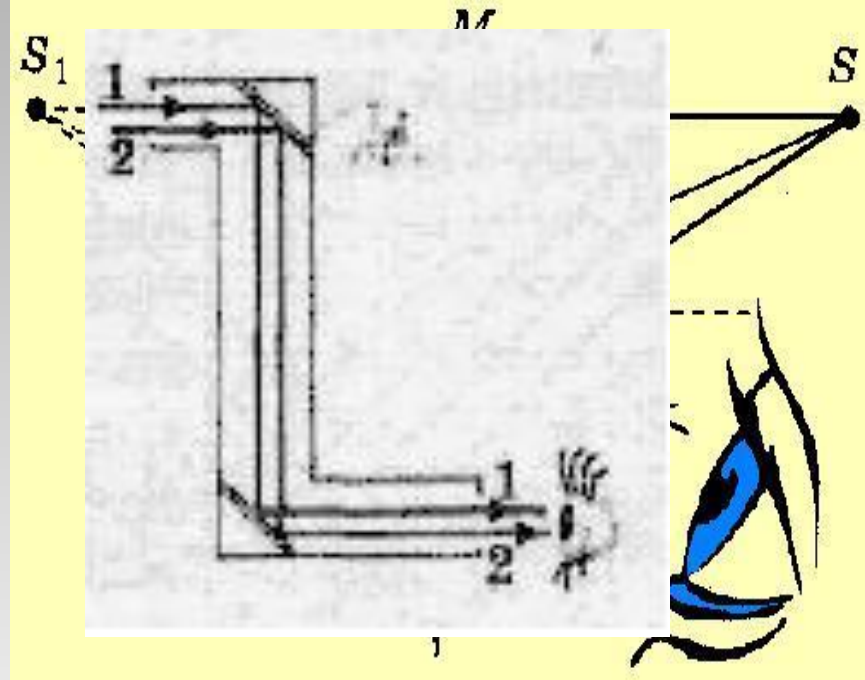
Изображение в плоском зеркале

- Большинство зеркал изготавливается из **очень гладкого** стекла, покрытого с обратной стороны тонким слоем хорошо отражающего металла, поэтому практически **весь падающий** на зеркало **свет отражается в одном направлении**.
- Любые другие гладкие поверхности (полированные, лакированные, спокойная водная поверхность) тоже могут дать зеркальное отражение.
- Если гладкая поверхность еще и прозрачная, то лишь небольшая часть света отразится, и изображение не будет столь ярким.
- Если поверхность зеркала **изогнутая**, то **изображение будет искаженным** ("кривое зеркало").



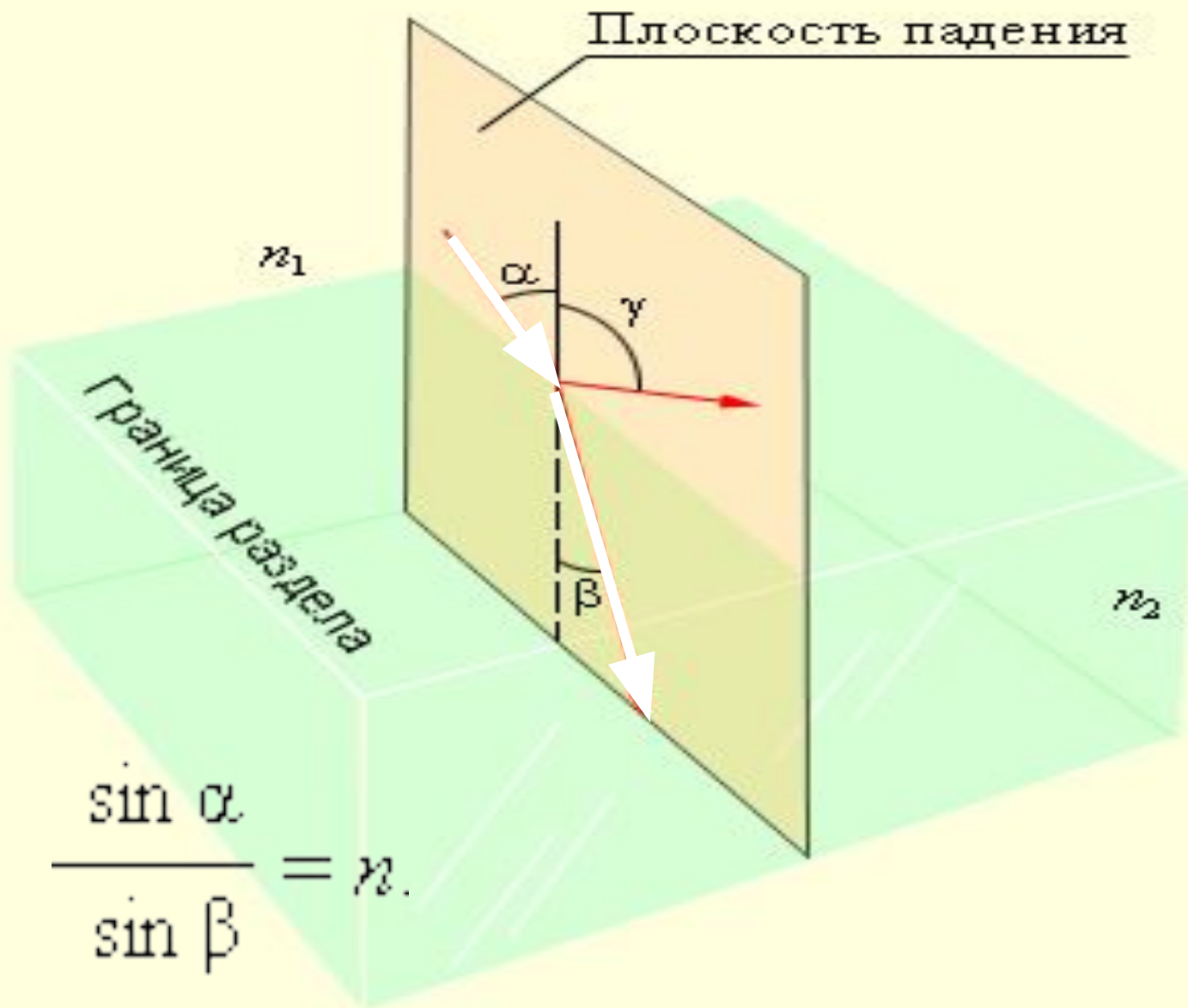
Плоское зеркало

- **Изображение предмета** в плоском зеркале образуется **за зеркалом**, то есть там, где предмета на самом деле нет.
- Вследствие закона отражения света **мнимое изображение** предмета **располагается симметрично** относительно зеркальной поверхности.
- Размер изображения **равен** размеру самого предмета.
- Плоские зеркала очень широко используются в **быту**, а также в **приборах**, в которых **нужно изменить направление хода лучей**, например в **перископе**



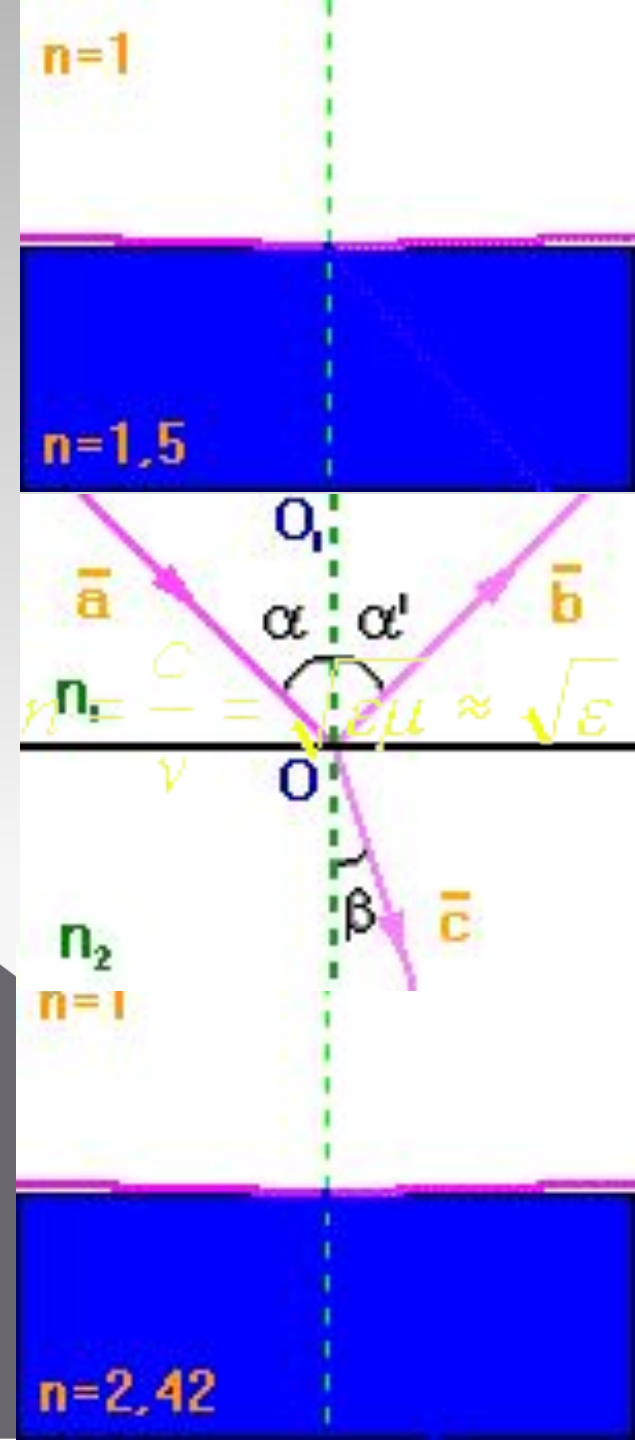
Преломление света

- ◎ **Закон преломления** — закон, описывающий изменение направления распространения светового луча при переходе из одной среды в другую. Закон преломления гласит, что отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно отношению показателей преломления сред. Математически закон преломления можно записать так:
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$
 где α — угол падения, β — угол преломления, n — показатель преломления. Закон преломления является следствием принципа Ферма, согласно которому свет распространяется по кратчайшему пути.



Преломление света

- При различных **показателях преломления** второй среды, угол отклонения преломленного луча **будет различным**:
- Падающий и преломленный свет **взаимно обратимы**: если падающий луч будет пущен по направлению преломленного луча, то луч преломленный пойдет по направлению падающего.
- **Показатель преломления света**
- называется **абсолютным показателем преломления** этой среды.
- Здесь μ и ϵ - относительные диэлектрическая и магнитная проницаемость среды.



Преломление света

$$n = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



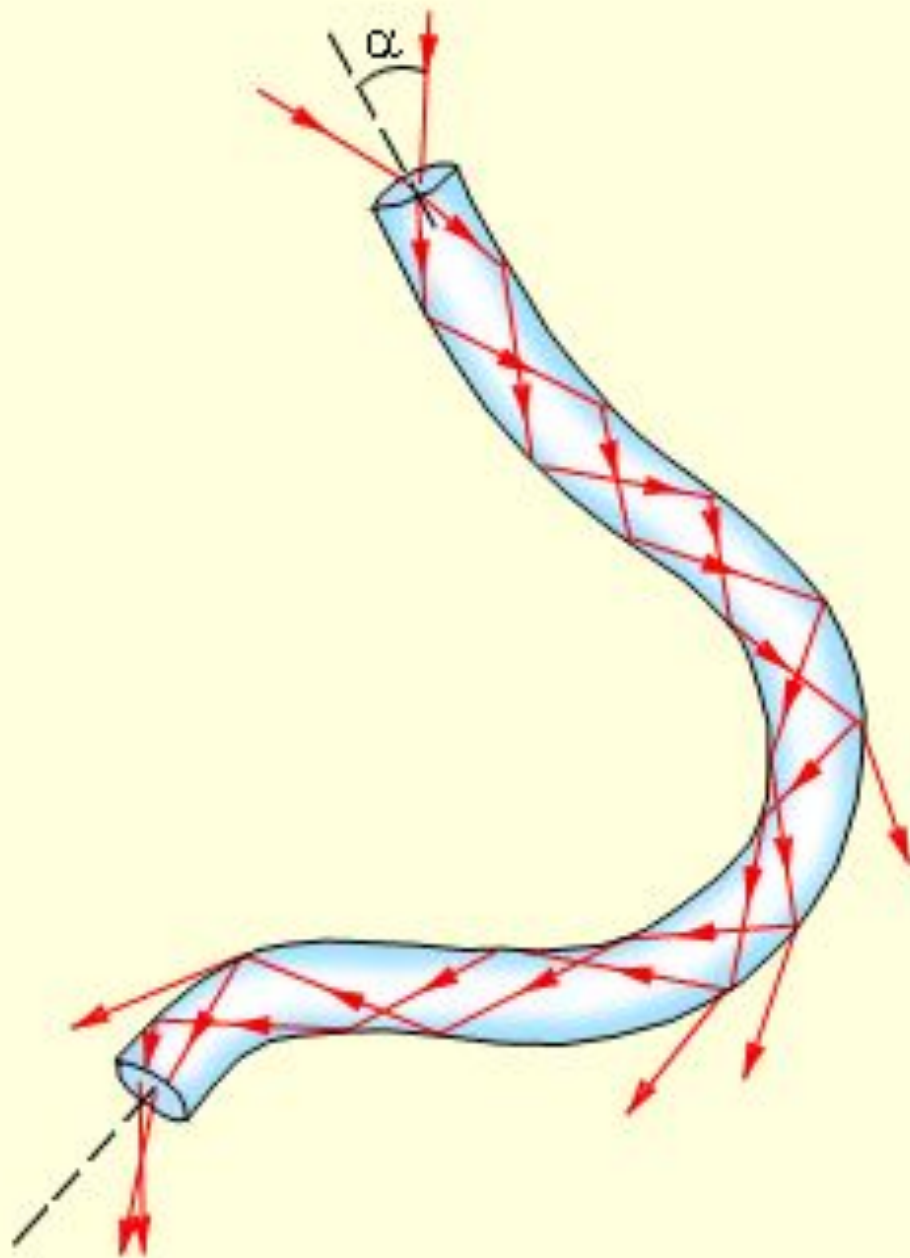
- **Абсолютный показатель преломления** зависит от ряда факторов:
- от **скорости** распространения света в данной среде
- от **характеристик** падающего света (от света спектра)
- от **физического состояния среды** в которой распространяется свет (температуры вещества, плотности среды, наличия в среде упругих натяжений)
- **Относительным показателем преломления n второй среды относительно первой** называется отношение скоростей света n_1 и n_2 соответственно, в первой и второй средах:
- где n_1 и n_2 - абсолютные показатели преломления первой и второй сред.
- Если абсолютный показатель преломления первой среды **меньше** абсолютного показателя преломления второй среды, то первая среда имеет **меньшую оптическую плотность**, нежели вторая.

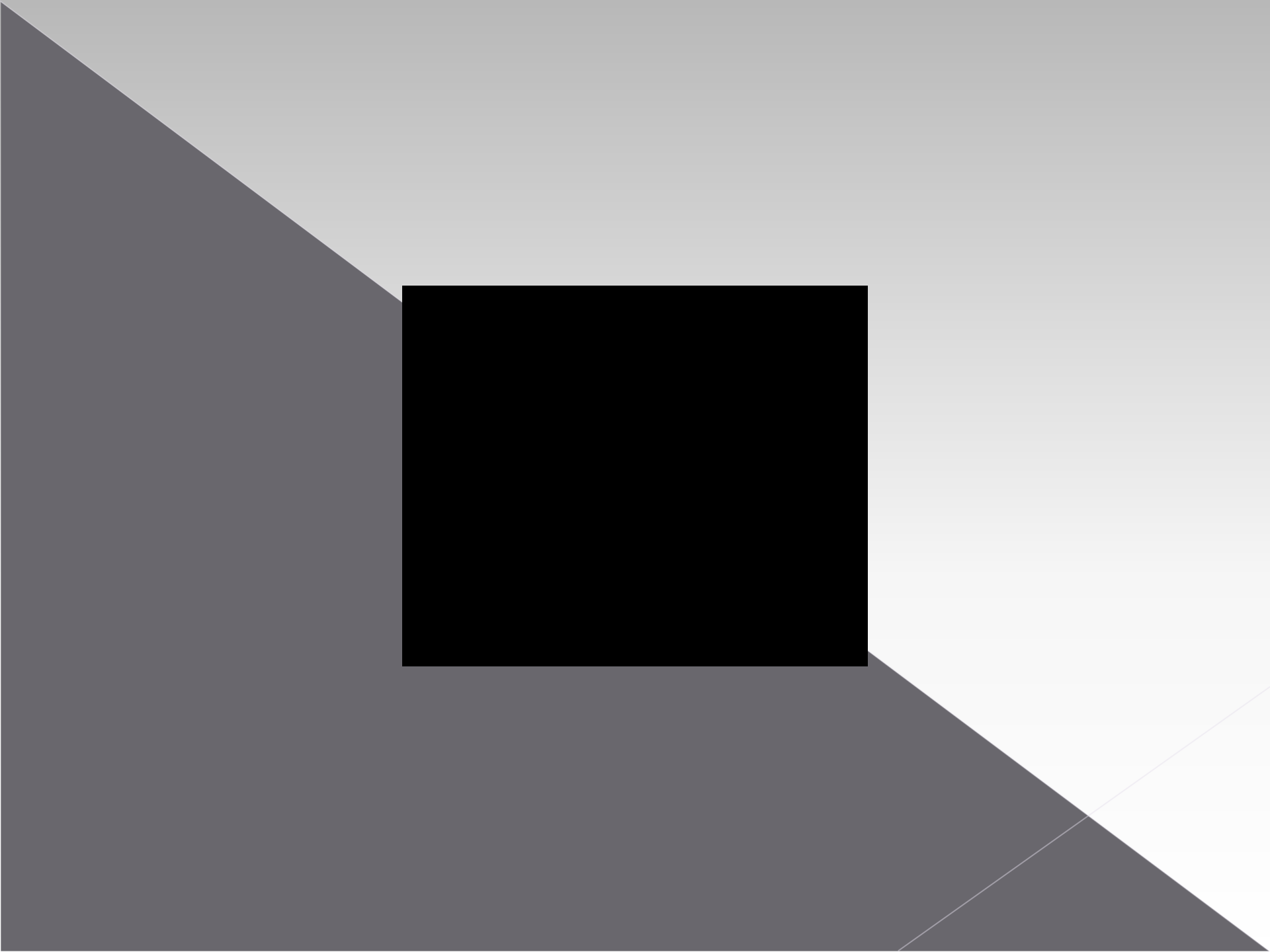
Полное внутреннее отражение



Распространение света в волоконном световоде. При сильном изгибе волокна закон полного внутреннего отражения нарушается, и свет частично выходит из волокна через боковую поверхность.

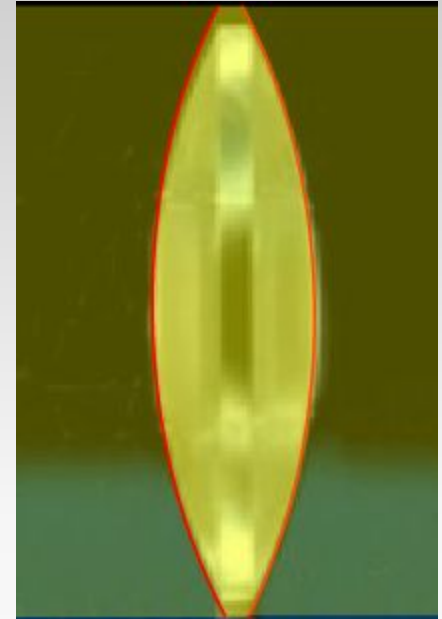
○ где пре





Линза

- ◎ **Линзой** называется прозрачное тело, ограниченное двумя **сферическими** поверхностями.
- ◎ Если толщина самой линзы мала по сравнению с **радиусами кривизны** сферических поверхностей, то линзу называют **тонкой**.



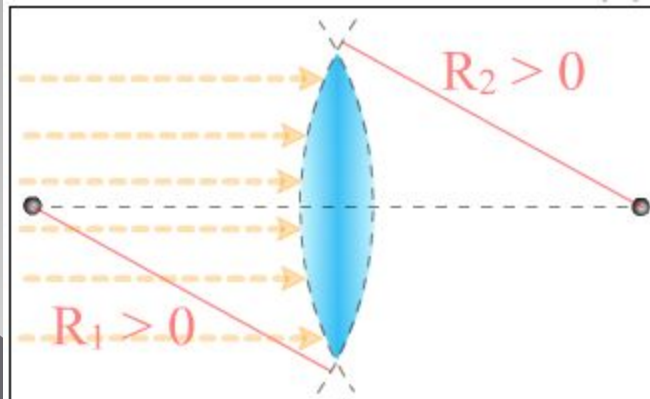
Характеристики простых линз



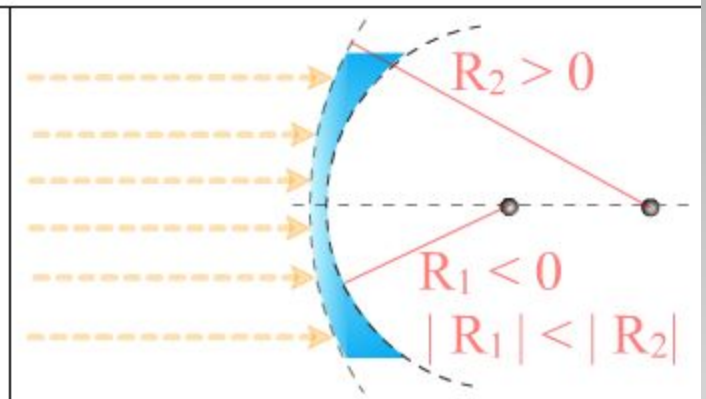
- Линзы бывают **собирающими**
- **рассеивающими**.
- **Основное свойство линз** – способность **давать изображения** предметов.
- Изображения бывают
- **прямыми и перевернутыми,**
- **действительными и мнимыми,**
- **увеличенными и уменьшенными.**



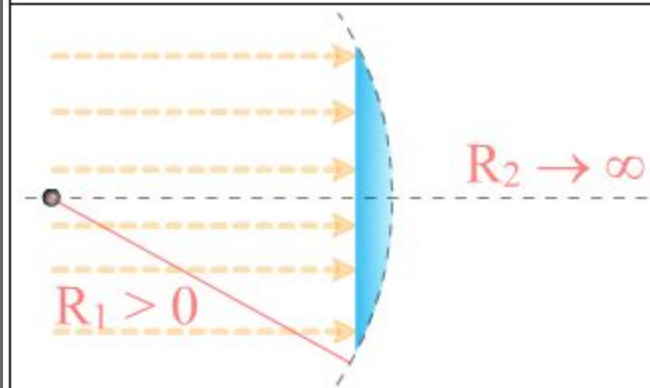
Виды линз



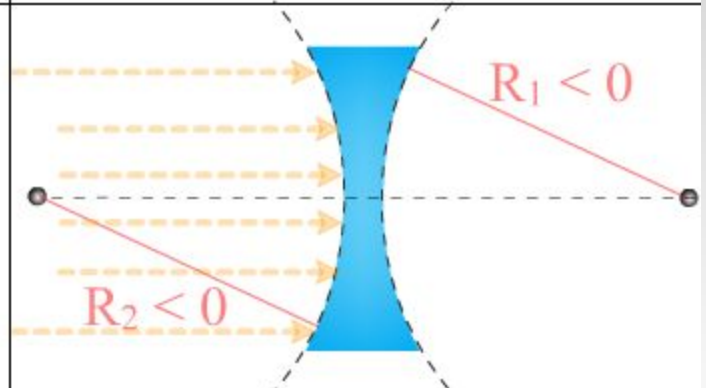
Двояко-выпуклая



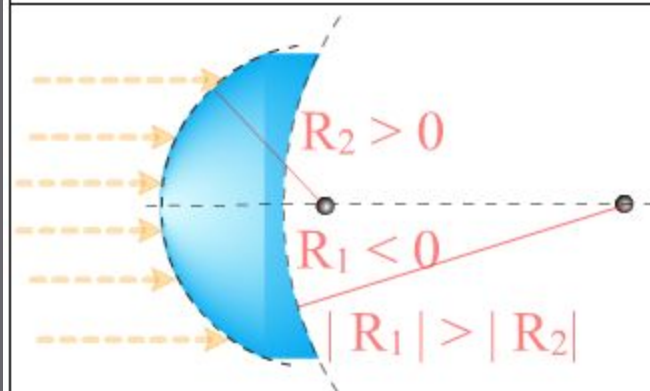
Выпукло-вогнутая



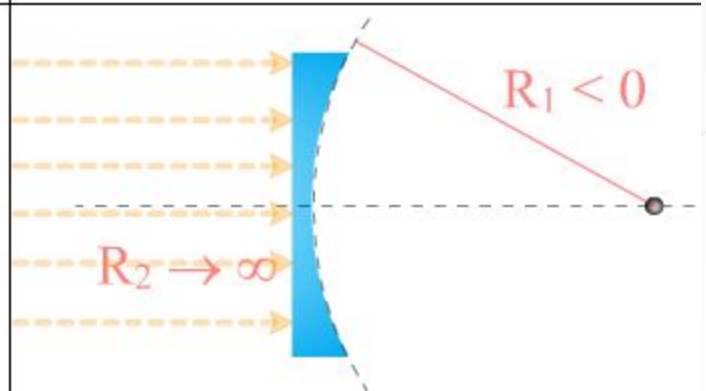
Плоско-выпуклая



Двояко-вогнутая



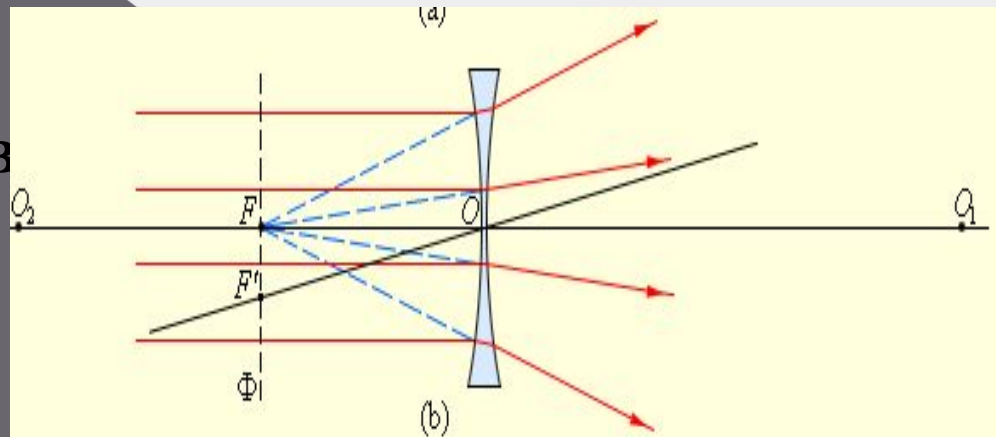
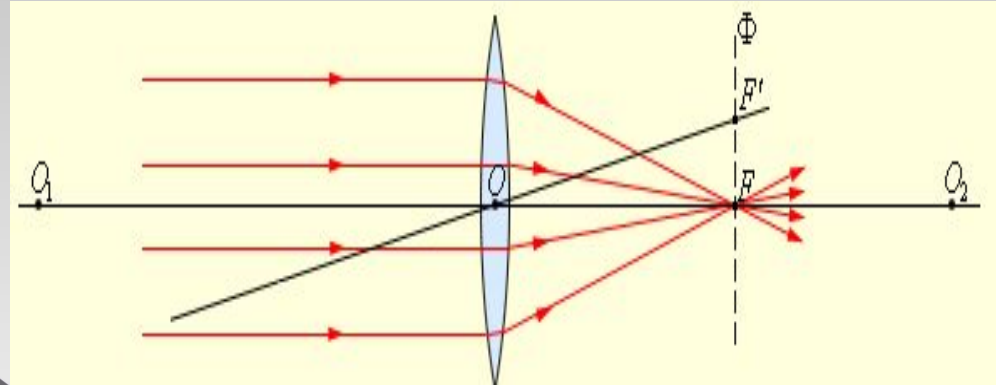
Вогнуто-выпуклая



Плоско-вогнутая

Характеристики простых ЛИНЗ

- Если на линзу направить пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то после прохождения через линзу лучи (или их продолжения) **соберутся в одной точке F** , которая называется **главным фокусом линзы**.

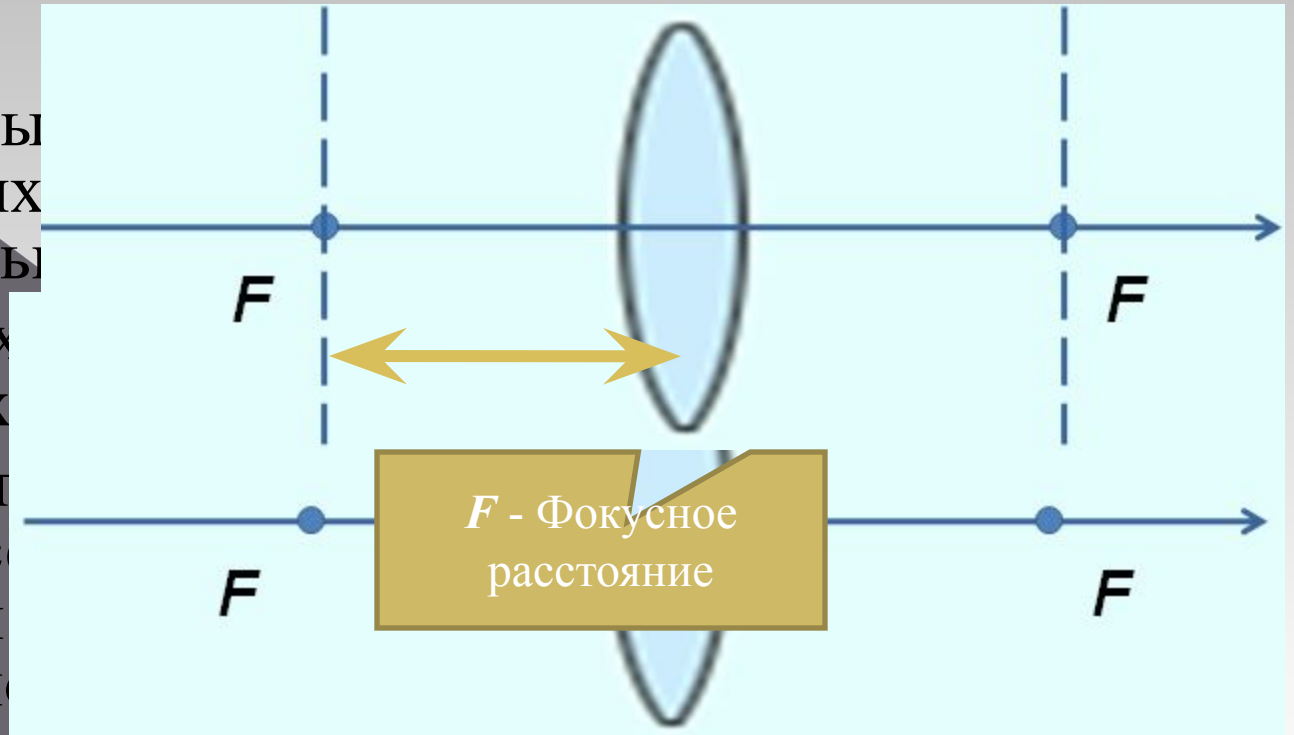


- Преломление параллельного пучка лучей в **собирающей** (a) и **рассеивающей** (b) линзах.

Характеристики простых

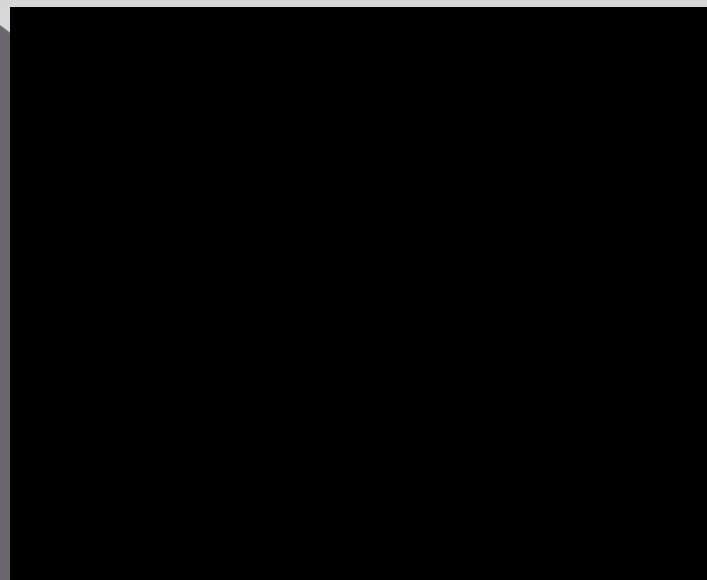
ЛИНЗ

- У тонкой линзы расположенных на оптической оси относительно оптического центра линзы.
- У собирающих линз, а у рассеивающих — нет.
- Пучки лучей, идущие параллельно оптической оси, фокусируются в одной точке — в фокусе. Плоскость, перпендикулярная оптической оси и проходящая через фокус, называется плоскостью главного фокуса.



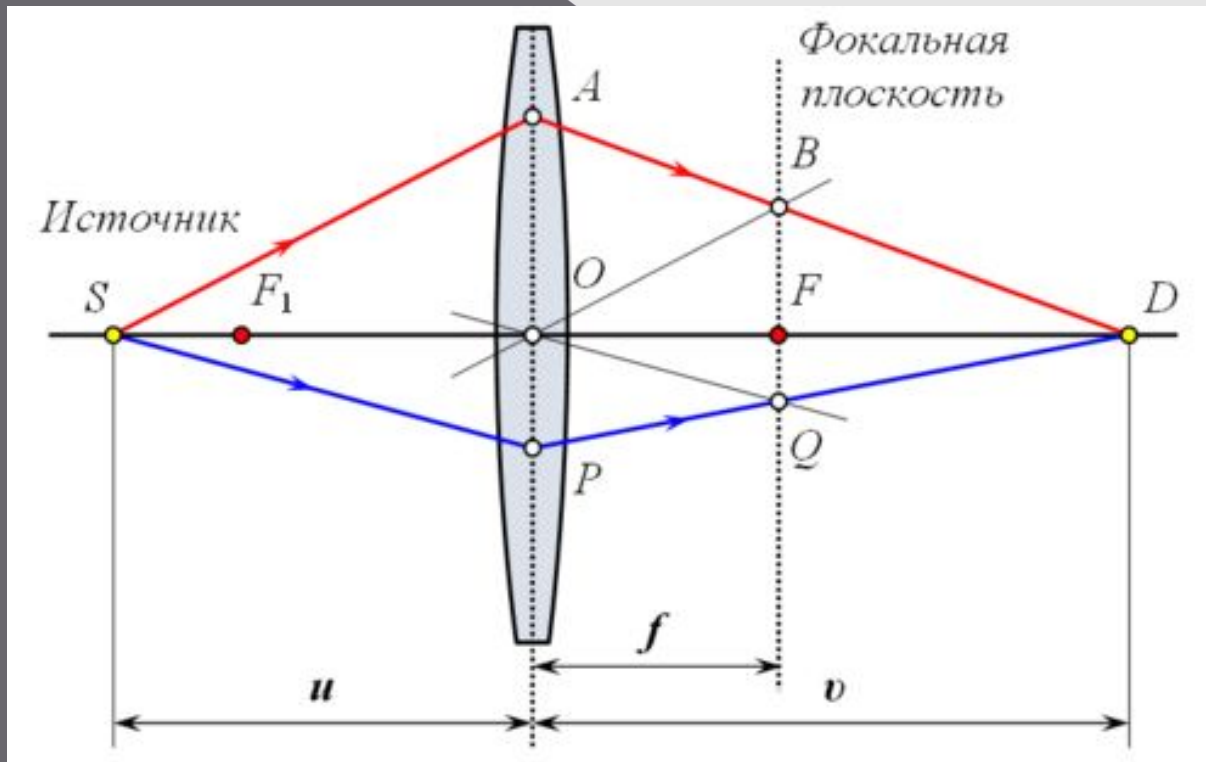
- Плоскость, перпендикулярная оптической оси и проходящая через фокус, называется плоскостью главного фокуса (рис. 3.3.2).
- Расстояние между оптическим центром линзы O и главным фокусом F называется **фокусным расстоянием**. Оно обозначается той же буквой F .

Построение изображения

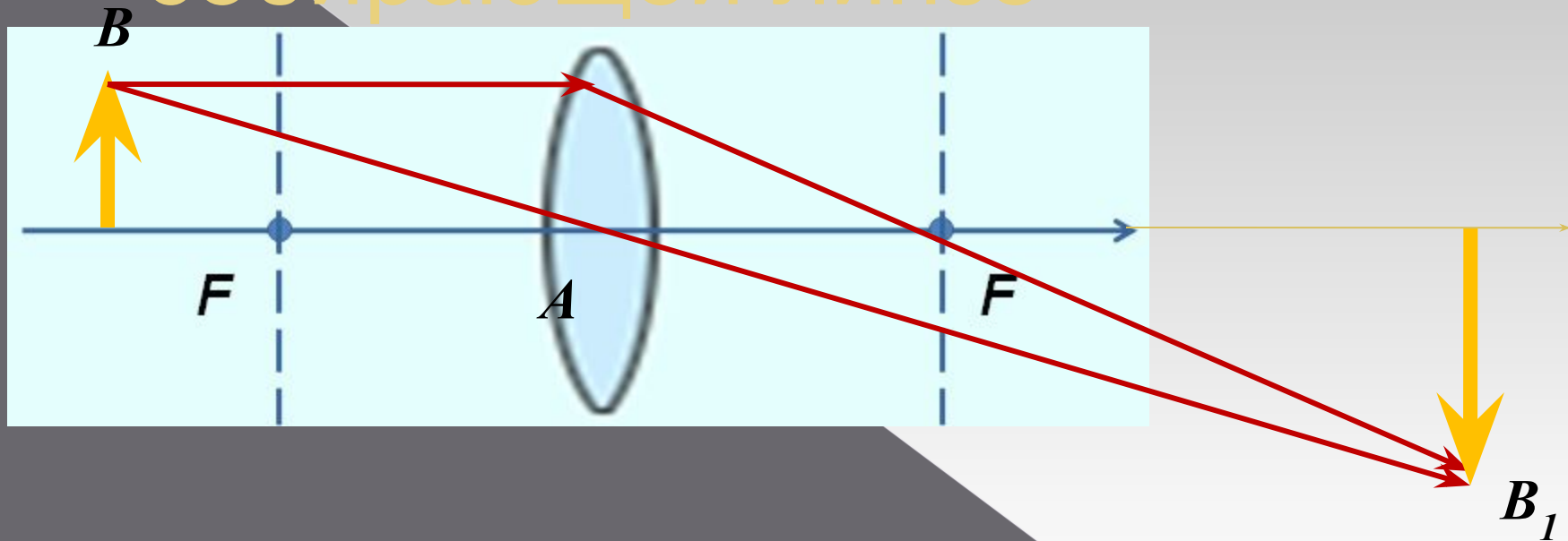


СВОЙСТВА ТОНКОЙ ЛИНЗЫ:

- Луч, прошедший через оптический центр линзы, **не меняет своего направления**;
- Параллельные лучи, проходящие через линзу, **сходятся в фокальной плоскости**.
- У рассеивающих линз, наоборот, **задний фокус расположен спереди** линзы, а **передний позади**.



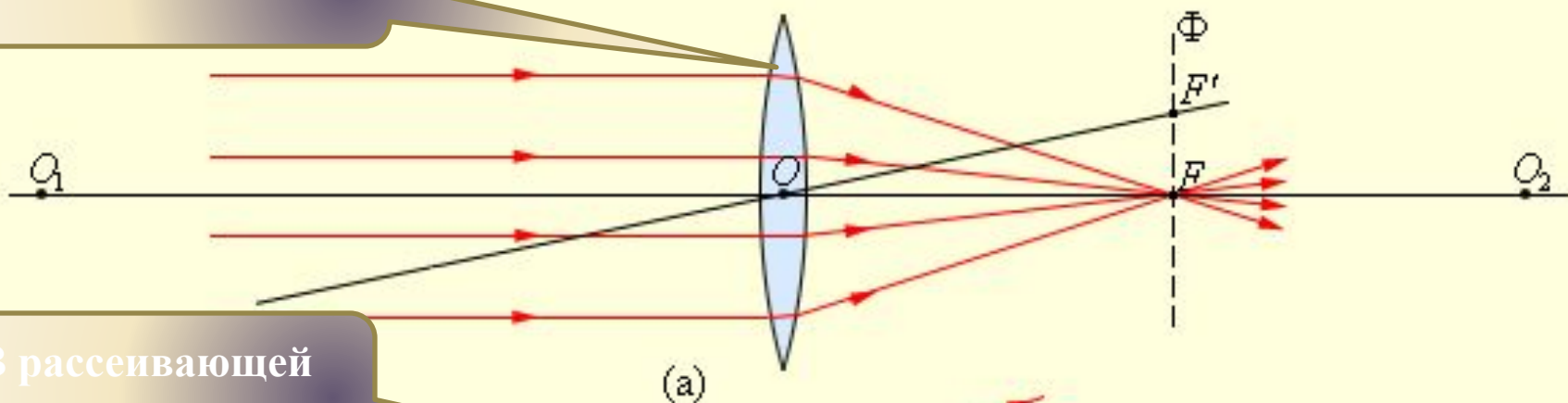
Построение изображения в собирающей линзе



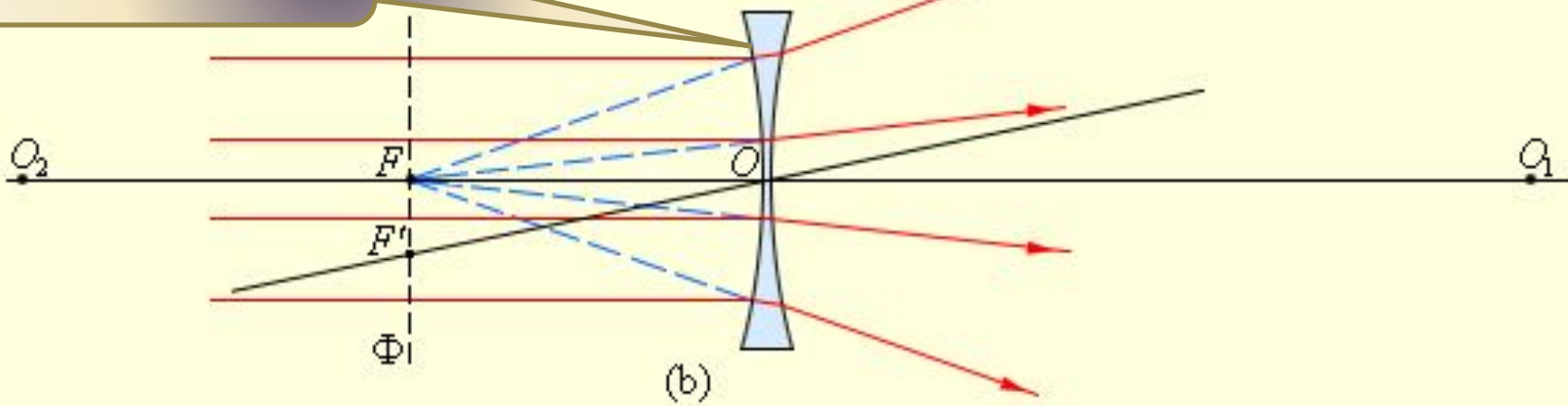
1. Проведем луч через точку **B** и центр линзы – он не преломляется (**оптическая ось**);
2. Проведем луч, параллельный главной оптической оси – он, преломляясь в линзе, должен пройти через фокус;
3. При **пересечении** двух лучей получим **изображение точки B**

Ход лучей в линзе

В собирающей линзе

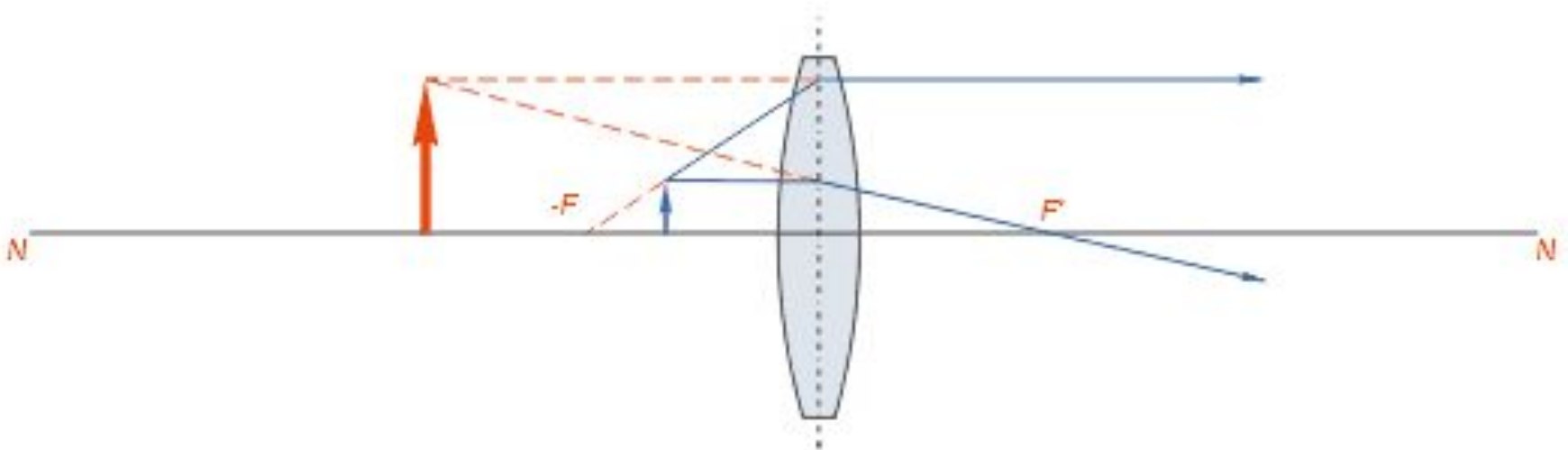


В рассеивающей линзе



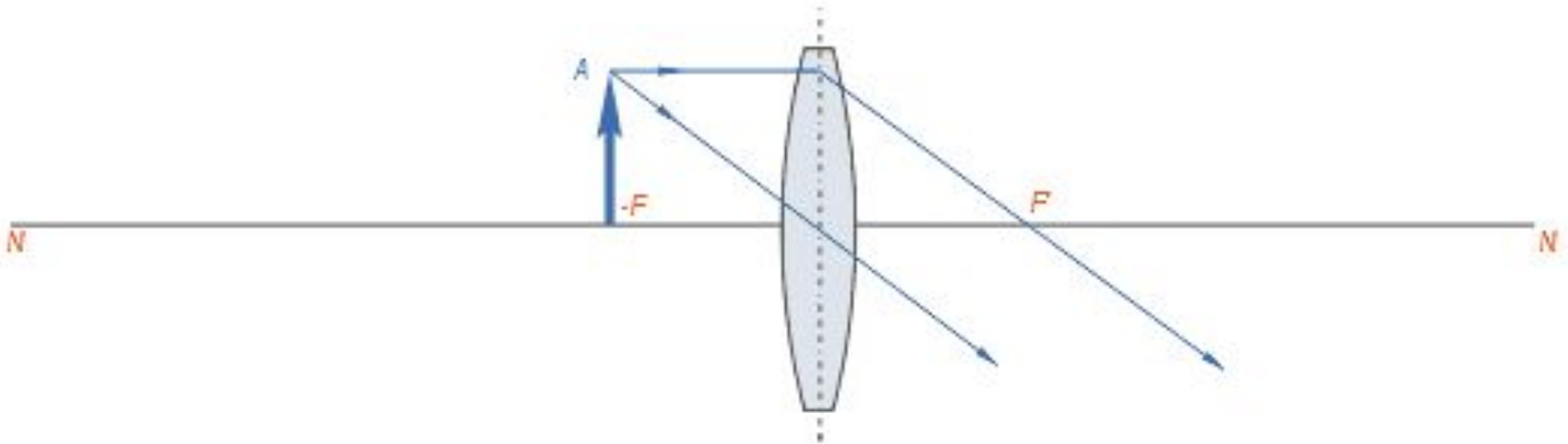
Построение изображения в собирающей линзе

- Если предмет поместить на расстоянии, **меньшем главного фокусного расстояния**, то лучи выйдут из линзы расходящимся пучком, нигде не пересекаясь.
- Изображение при этом получается
- **мнимое,**
- **прямое**
- **увеличенное**, т. е. в данном случае линза работает как лупа.



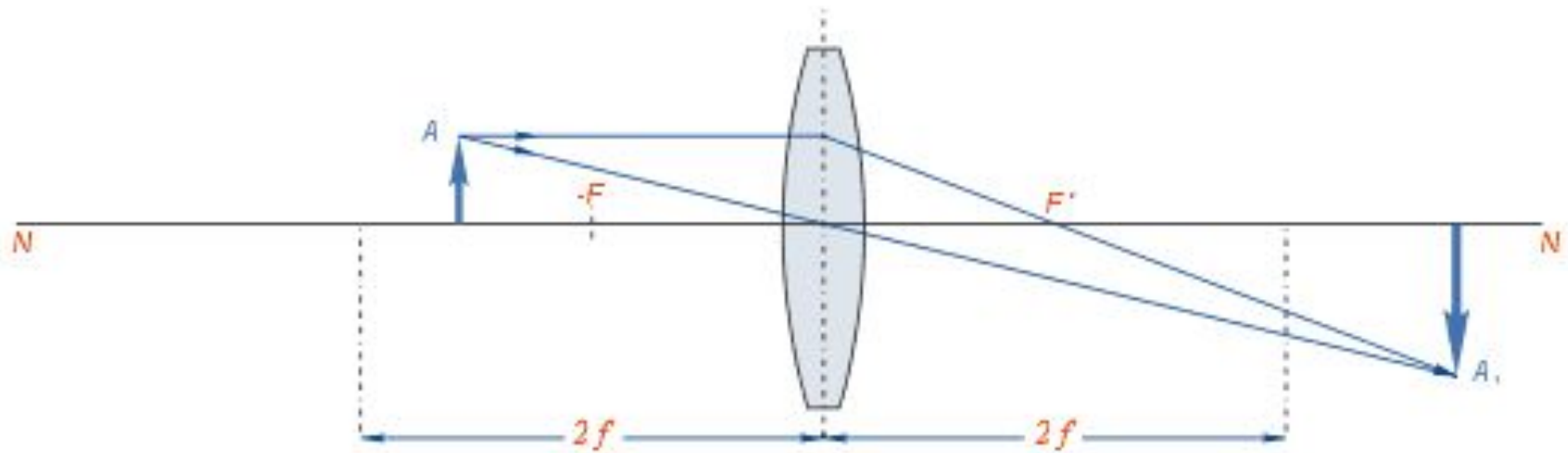
Построение изображения в собирающей линзе

- Если предмет находится **в плоскости переднего главного фокуса** линзы, то лучи, пройдя через линзу, пойдут параллельно, и **изображение** может получиться лишь в **бесконечности**.



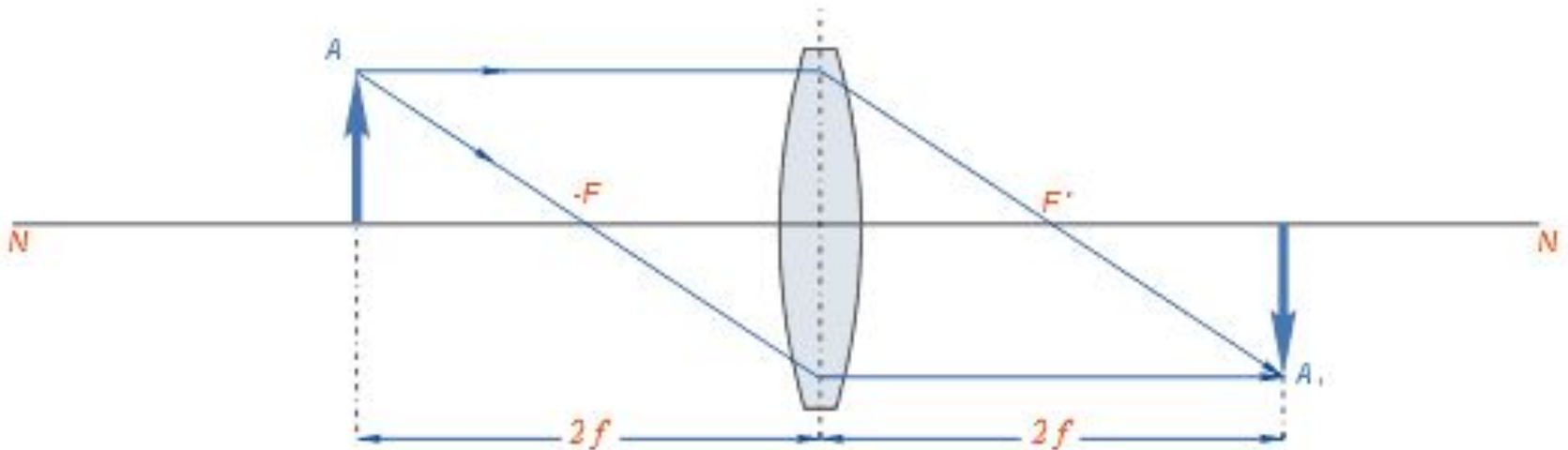
Построение изображения в собирающей линзе

- Если предмет помещён **между передним фокусом и двойным фокусным расстоянием**, то изображение будет получено за **двойным фокусным расстоянием** и будет
 - **действительным,**
 - **перевёрнутым**
 - **увеличенным.**



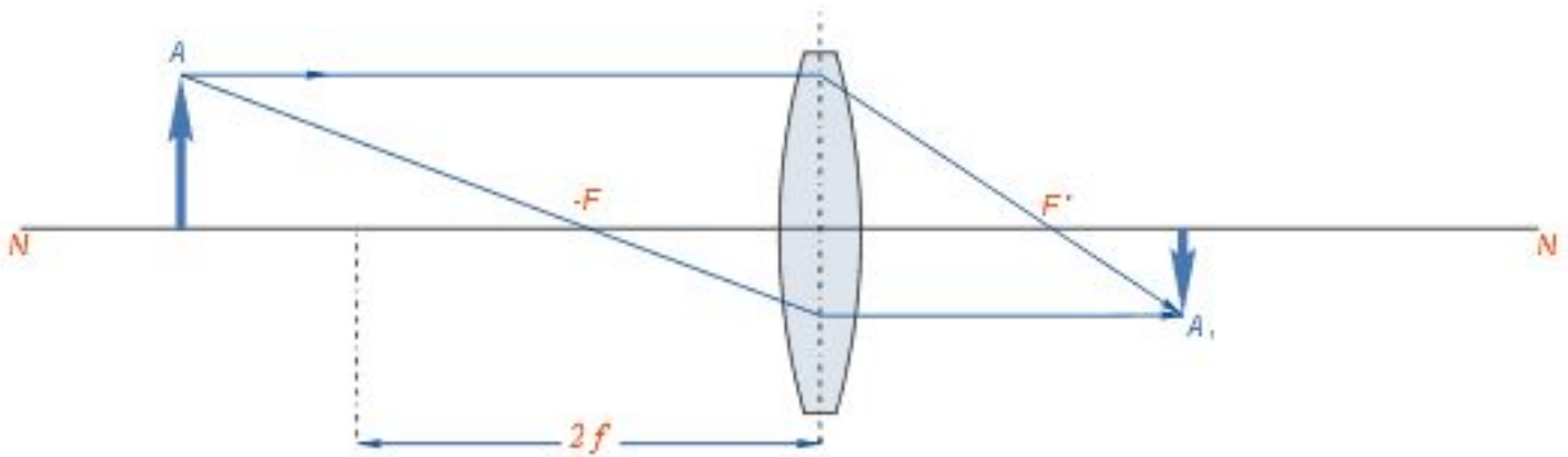
Построение изображения в собирающей линзе

- Если предмет помещён **на двойном фокусном расстоянии** от линзы, то полученное изображение находится по другую сторону линзы **на двойном фокусном расстоянии** от неё. Изображение получается
 - **действительным,**
 - **перевёрнутым**
 - **равным по величине** предмету.



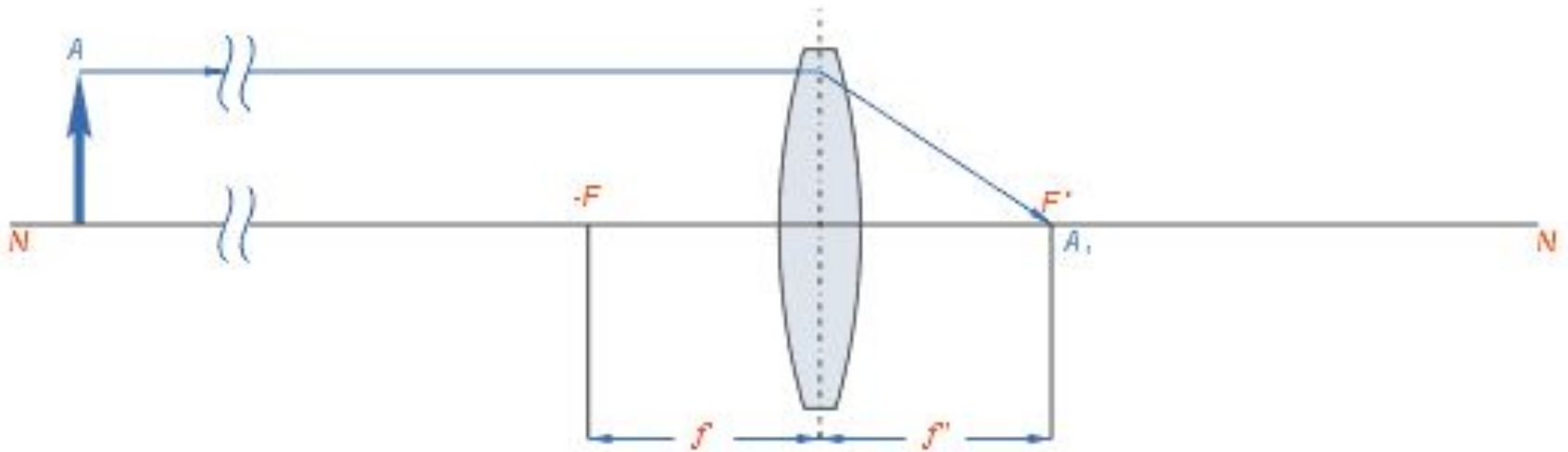
Построение изображения в собирающей линзе

- Если предмет приближён к линзе и находится на расстоянии, превышающем двойное фокусное расстояние линзы, то изображение его будет
 - **действительным,**
 - **перевёрнутым**
 - **уменьшенным**
- и расположится **за главным фокусом** на отрезке между ним и двойным фокусным расстоянием.



Построение изображения в собирающей линзе

- Если предмет находится **на бесконечно далёком от линзы расстоянии**, то его изображение получается в заднем фокусе линзы F'
- **действительным,**
- **перевернутым**
- **уменьшенным** до подобия точки.



Формула тонкой линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$.

- ⊙ Изображения можно также рассчитать с помощью **формулы тонкой линзы**.
- ⊙ Если расстояние от предмета до линзы обозначить через d , а расстояние от линзы до изображения через f , то формулу тонкой линзы можно записать в виде:
- ⊙ Величину D , обратную фокусному расстоянию, называют **оптической силой линзы**.
- ⊙ Единица измерения оптической силы является **1 диоптрия (дптр)**.
- ⊙ **Диоптрия** – оптическая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м: $1 \text{ дптр} = \text{м}^{-1}$

Линейное увеличение линзы

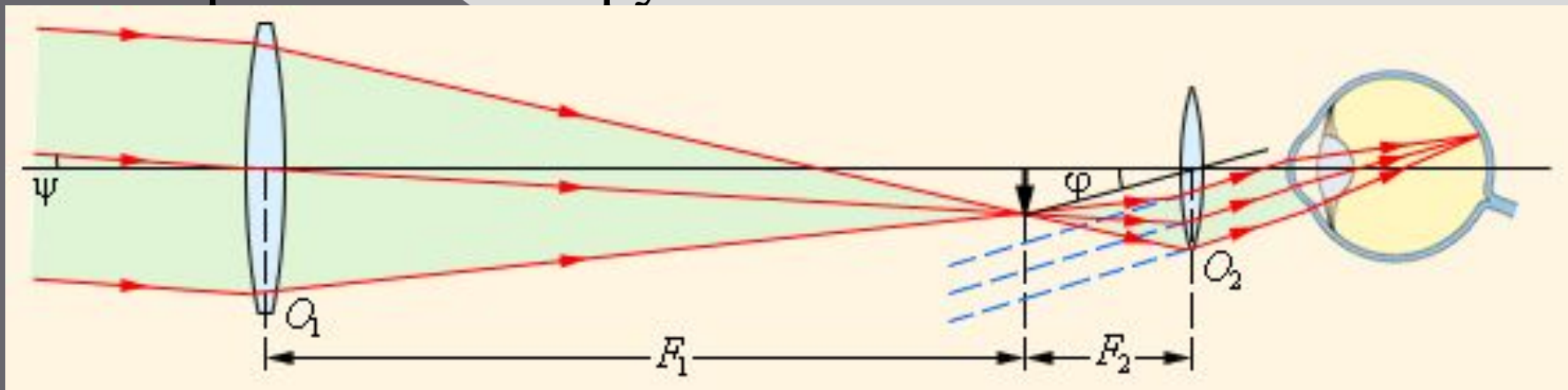
$$\Gamma = \frac{h'}{h} = -\frac{f'}{d}$$

- ◎ **Линейным увеличением** линзы Γ называют отношение линейных размеров изображения h' и предмета h
- ◎ Радиус кривизны **выпуклой** поверхности считается **положительным**, **вогнутой** – **отрицательным**.
- ◎ Оптическая сила D системы из двух линз:

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

Оптические приборы.

- Зрительные трубы – астрономическая труба Кеплера и земная труба Галилея



- Фотоаппарат



Глаз как оптическая система

Особая мышца

может изменять форму хрусталика, изменяя его оптическую силу

Хрусталик -

эластичное линзоподобное тело

Радужная оболочка

окрашенная пигментом

Роговица -

передняя прозрачная часть

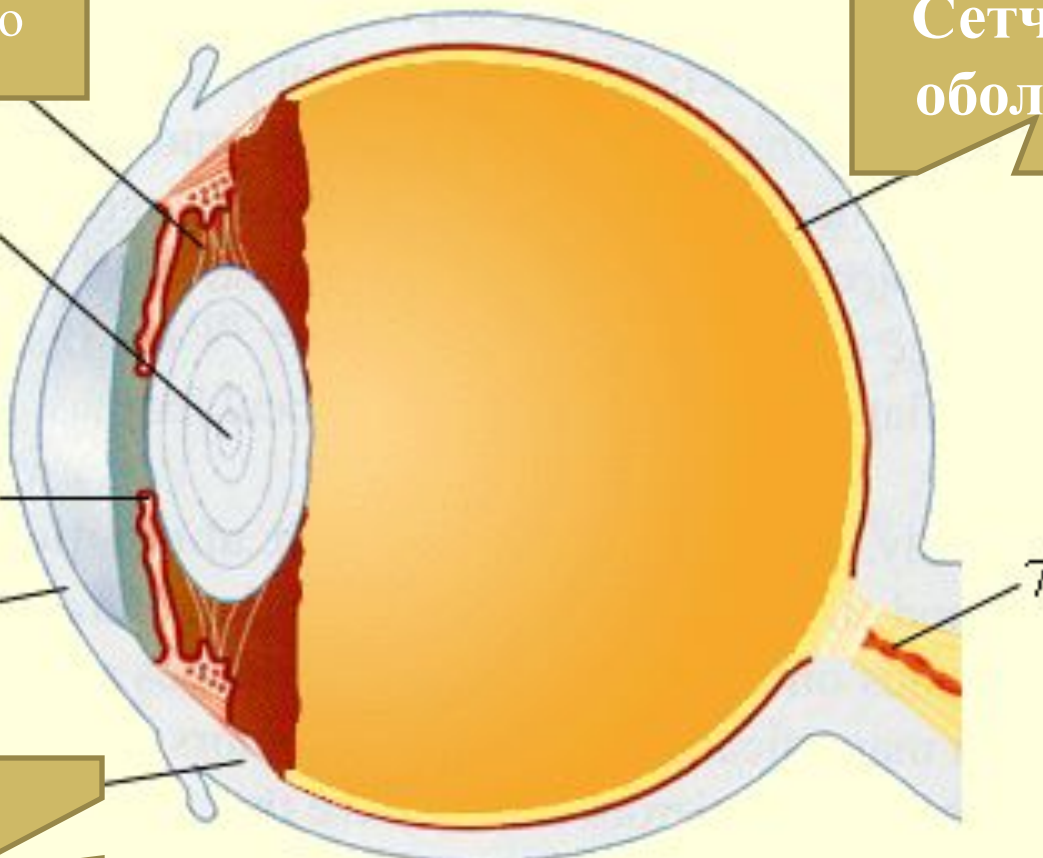
Склера -

защитная оболочка белого цвета

Сетчатая оболочка

Зрительный нерв

с нервными окончаниями — палочками и колбочками (светочувствительными элементами)

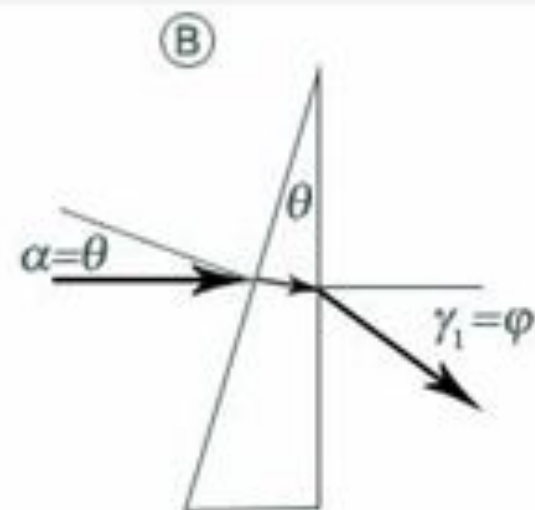
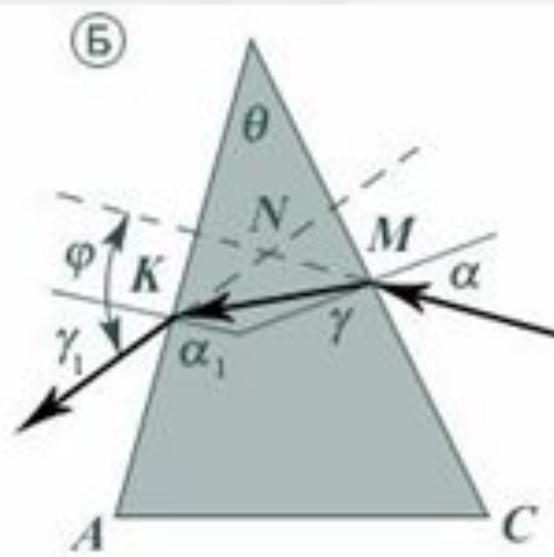
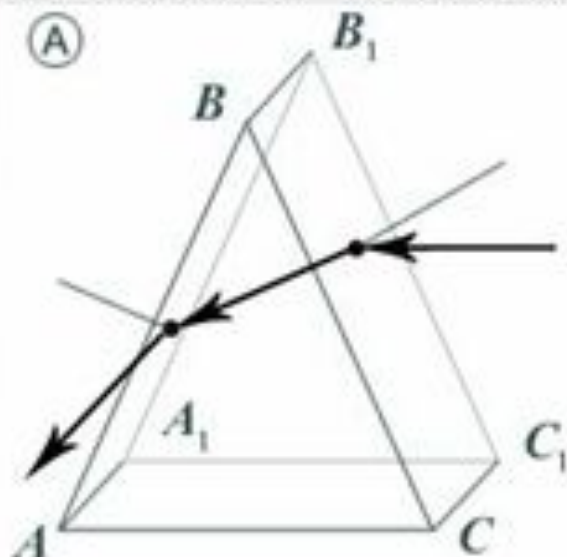


Дисперсия света

Дисперсия света (разложение света) — это явление **зависимости абсолютного показателя преломления вещества от длины волны** (или частоты) света (частотная дисперсия), или, что то же самое, зависимость фазовой скорости света в веществе от длины волны (или частоты).



дисперсия при прохождении через



Рассмотрим задачи:

ЕГЭ 2001-2010 (Демо, КИМ)

ГИА-9 2008-2010 (Демо)

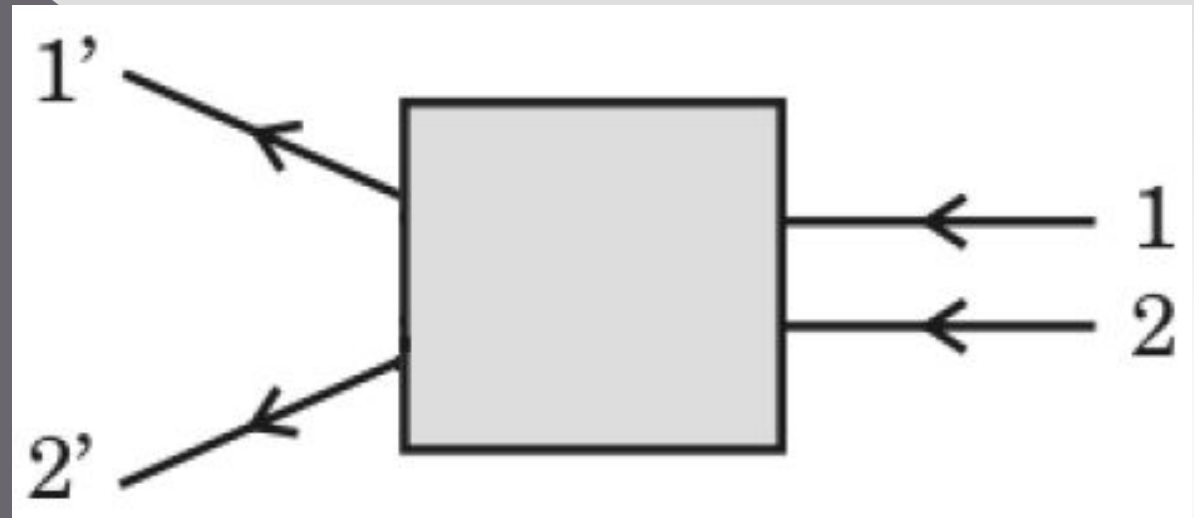
ГИА 2008 г. 12. Для получения четкого (сфокусированного) изображения на сетчатке глаза при переводе взгляда с удаленных предметов на близкие изменяется

- 1. диаметр зрачка**
- 2. форма хрусталика**
- 3. соотношение палочек и колбочек на сетчатке**
- 4. глубина глазного яблока**

ГИА 2008 г. 26 Дима рассматривает красные розы через зеленое стекло. Какого цвета будут казаться ему розы? Объясните наблюдаемое явление. Дайте развернутое, логически связанное обоснование.

Черными, т.к. зеленое стекло не пропускает лучи красного цвета

(ГИА 2009 г.) **13.** После прохождения оптического прибора, закрытого на рисунке ширмой, ход лучей 1 и 2 изменился на 1' и 2'. За ширмой находится



1. плоское зеркало
2. плоскопараллельная стеклянная
3. рассеивающая
4. собирающая линза

ГИА 2009 г. 26 Каким пятном

(темным или светлым) кажется

водителю ночью в свете фар его

автомобиля лужа на неосвещенной

дороге? Ответ поясните.

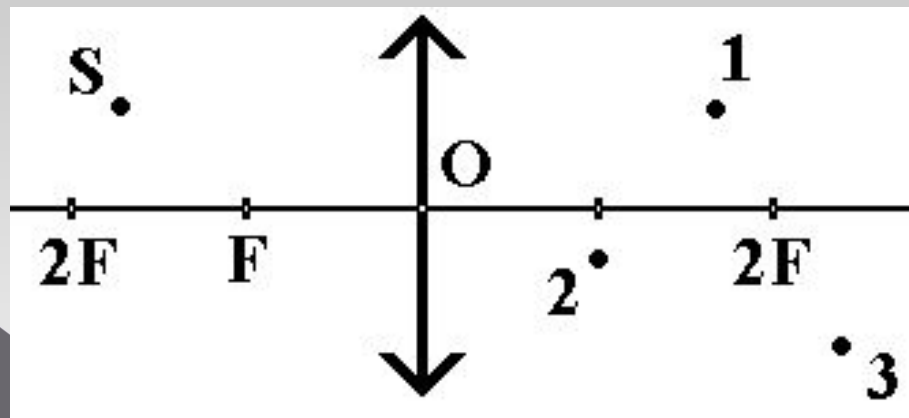
1. Лужа кажется темным пятном на фоне более светлой дороги.

2. И лужу, и дорогу освещают только фары автомобиля. От гладкой поверхности воды свет отражается зеркально, то есть вперед, и не попадает в глаза водителю. Поэтому лужа будет казаться темным пятном. От шероховатой поверхности дороги свет рассеивается и частично попадает в глаза водителю.

(ГИА 2010 г.) 13. С помощью собирающей линзы получено мнимое изображение предмета. Предмет по отношению к линзе расположен на расстоянии

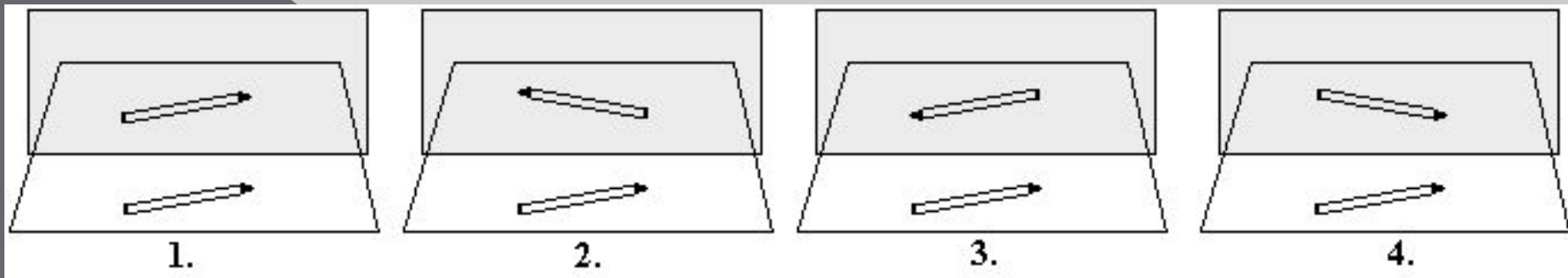
1. меньшем фокусного расстояния
2. равном фокусному расстоянию
3. большем двойного фокусного расстояния
4. большем фокусного и меньшем двойного фокусного расстояния

(ЕГЭ 2001 г.) А18. Какая точка соответствует изображению объекта S ?



1. точка 1
2. точка 2
3. точка 3
4. действительного изображения объекта S не существует

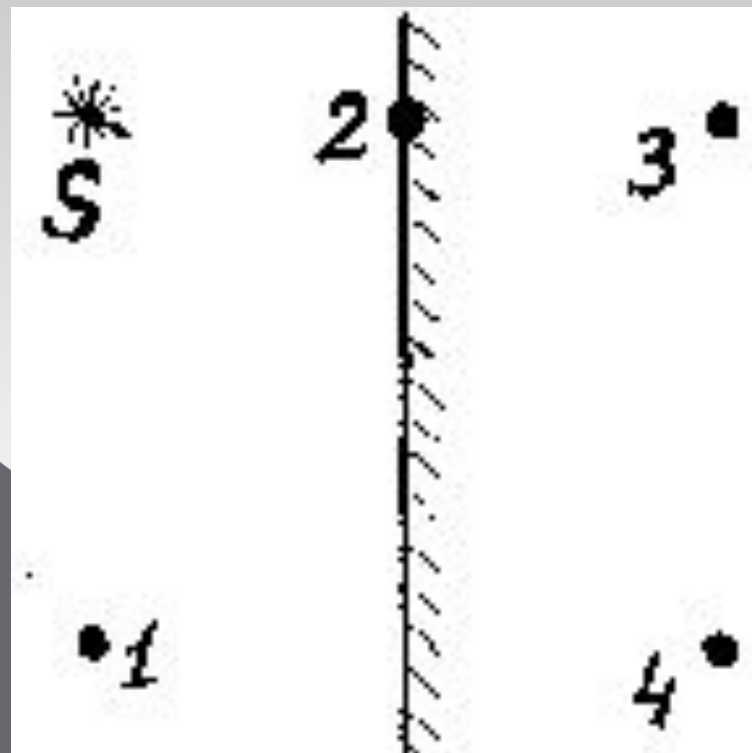
(ЕГЭ 2001 г.) А19. На каком рисунке правильно изображено отражение карандаша в зеркале?



1. рисунок 1
2. рисунок 2
3. рисунок 3
4. рисунок 4

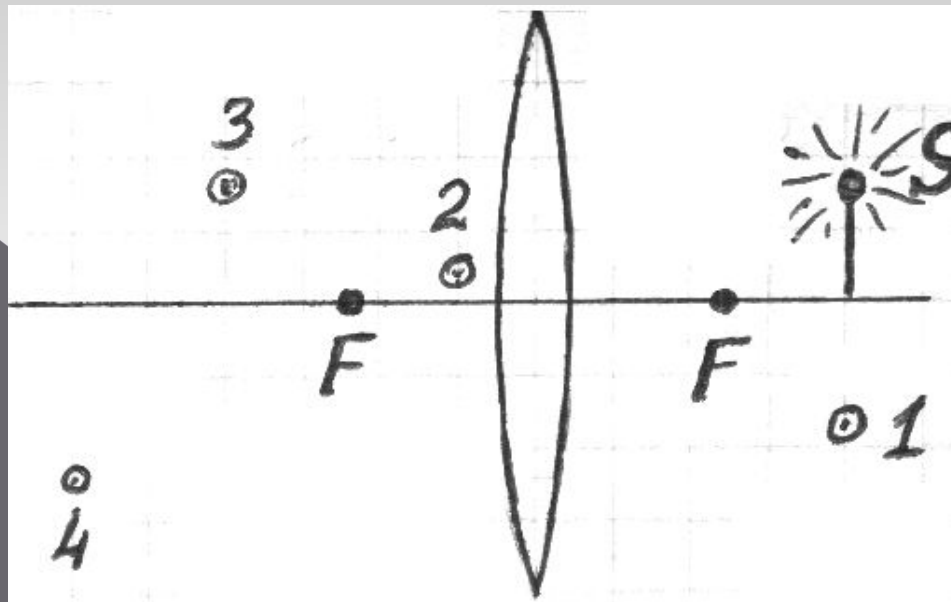
(ЕГЭ 2001 г., Демо) 23. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S в зеркале?

1. Точка 1.
2. Точка 2.
3. Точка 3.
4. Точка 4.



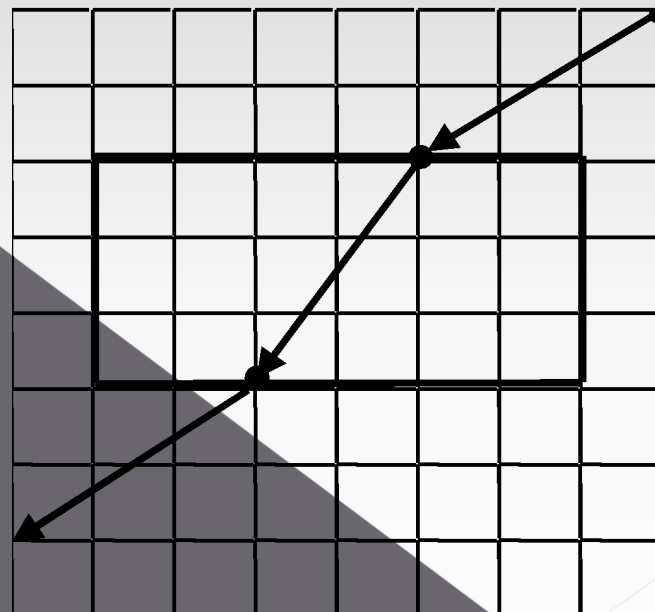
(ЕГЭ 2001 г., Демо) 24. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки **S** в собирающей линзе?

1. Точка 1.
2. Точка 2.
3. Точка 3.
4. Точка 4.



(ЕГЭ 2002 г., Демо) А33. На рисунке дан ход лучей, полученный при исследовании прохождения луча через плоскопараллельную пластину. Показатель преломления материала пластины на основе этих данных равен

1. 0,67
2. 1,33
3. 1,5
4. 2,0

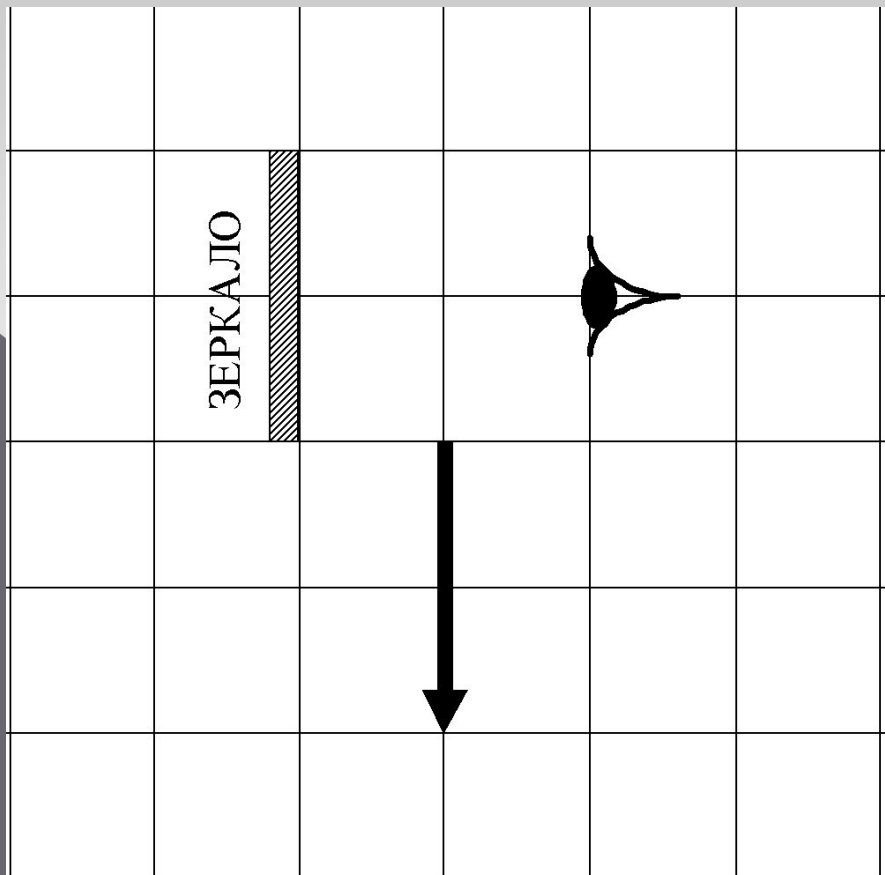


2002 г. А21 (КИМ). Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено

- 1) преломлением света
- 2) отражением света
- 3) поляризацией света
- 4) дисперсией света

2002 г. А32 (КИМ). Какая часть изображения стрелки в зеркале видна глазу?

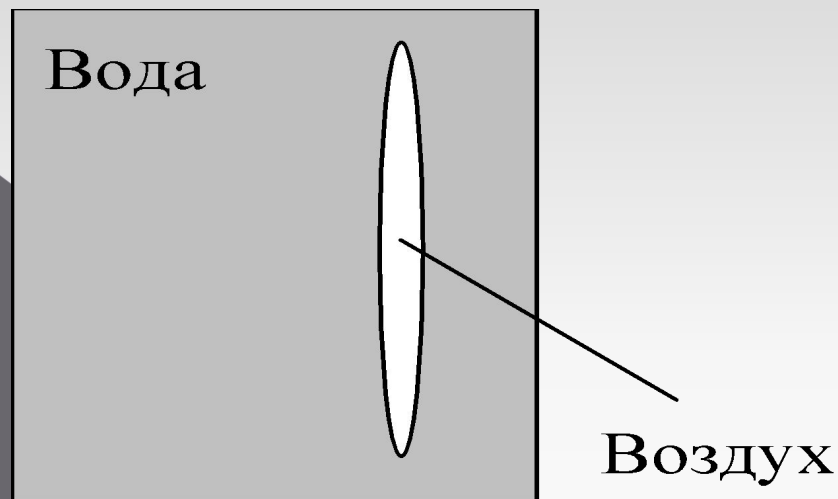
1. $1/4$
2. $1/2$
3. вся стрелка
4. стрелка не видна вообще



(ЕГЭ 2003 г., КИМ) А21. Объектив фотоаппарата является собирающей линзой. При фотографировании предмета он дает на пленке изображение

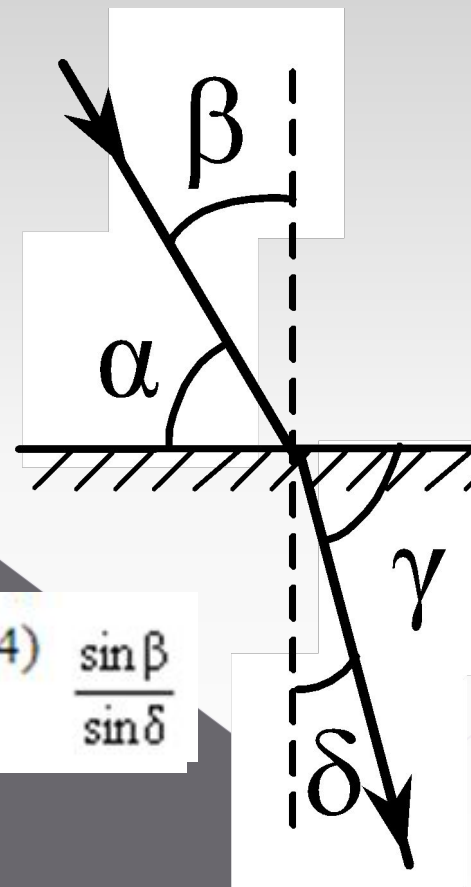
1. действительное прямое
2. мнимое прямое
3. действительное перевернутое
4. мнимое перевернутое

(ЕГЭ 2003 г. демо) А29. Линзу, изготовленную из двух тонких сферических стекол одинакового радиуса, между которыми находится воздух (воздушная линза), опустили в воду (см. рис.). Как действует эта линза?



1. как собирающая линза
2. как рассеивающая линза
3. она не изменяет хода луча
4. может действовать и как собирающая, и как рассеивающая линза

(ЕГЭ 2004 г., демо) А18. На рисунке показаны направления падающего и преломленного лучей света на границе раздела "воздух-стекло". Показатель преломления стекла равен отношению



1) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

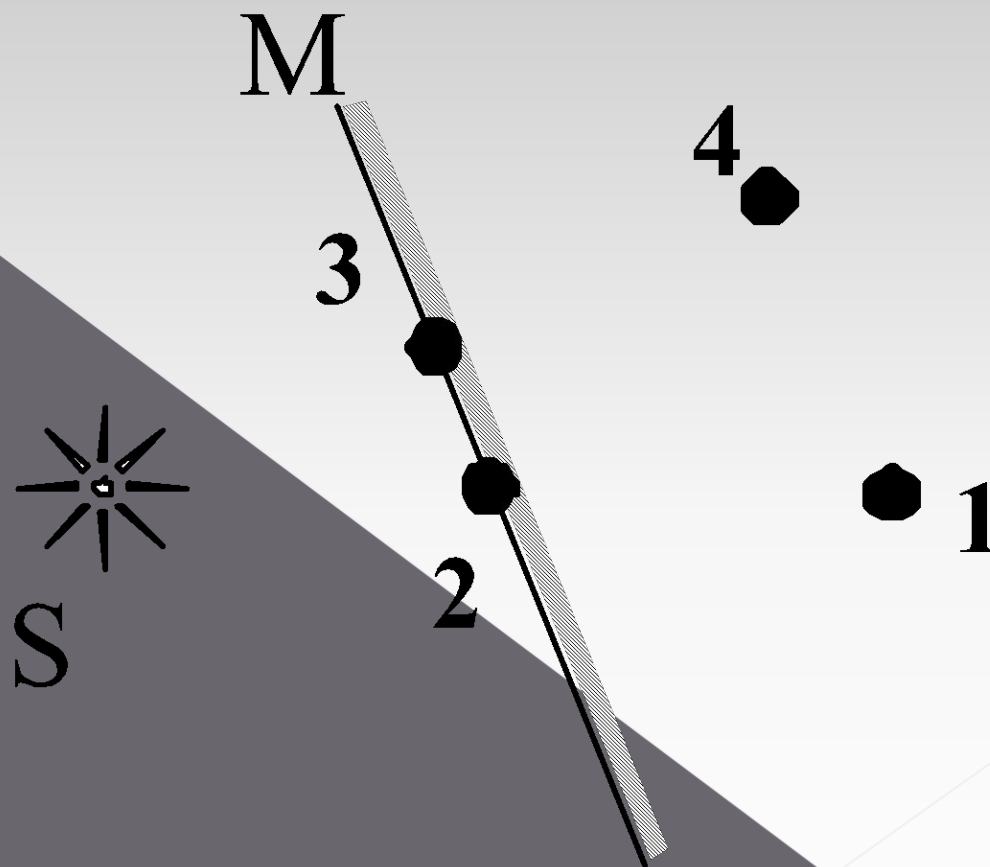
2) $\frac{\sin \alpha}{\sin \delta}$

3) $\frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$

4) $\frac{\sin \beta}{\sin \delta}$

(ЕГЭ 2005 г., ДЕМО) А22. Изображением источника света S в зеркале M является точка

- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4

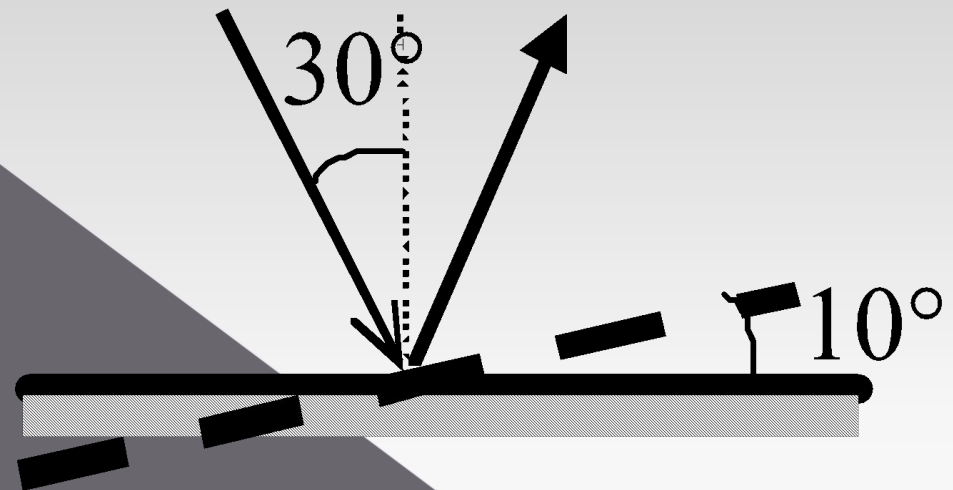


(ЕГЭ 2006 г., ДЕМО) А21. Объектив фотоаппарата – собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 50$ мм. При фотографировании предмета, удаленного от фотоаппарата на 40 см, изображение предмета получается четким, если плоскость фотопленки находится от объектива на расстоянии

1. бóльшем, чем $2F$
2. равном $2F$
3. между F и $2F$
4. равном F

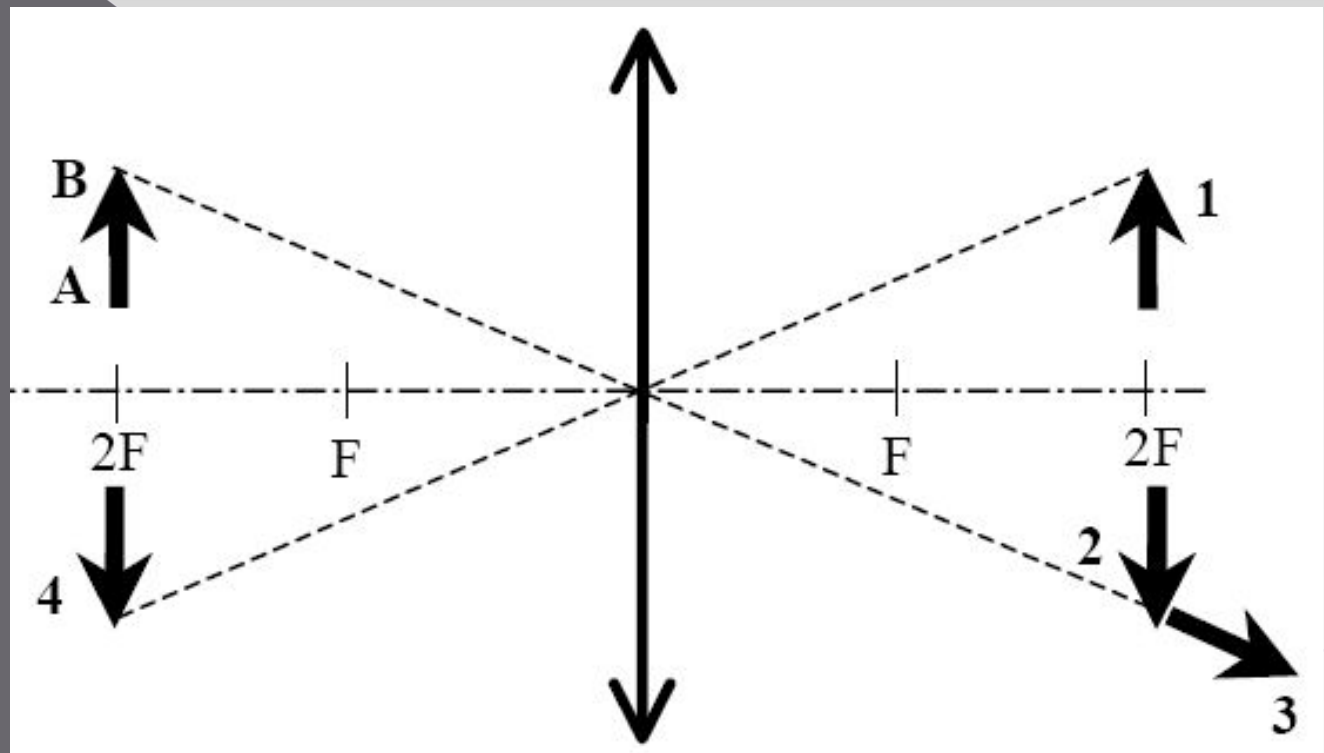
(ЕГЭ 2007 г., ДЕМО) А22. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол между падающим и отраженным лучами, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?

1. 80°
2. 60°
3. 40°
4. 20°

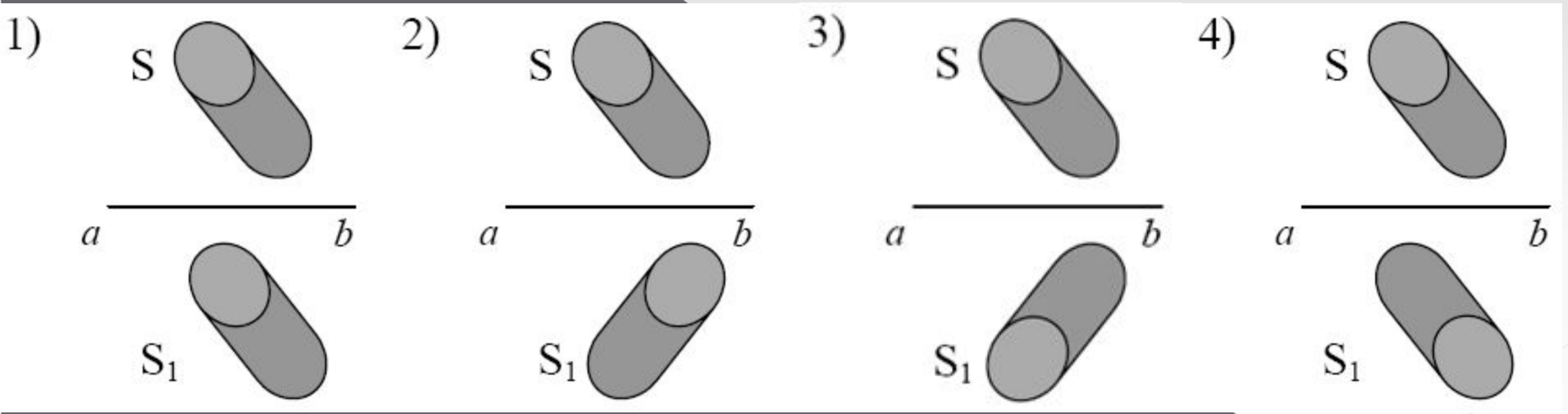


(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) А22. Какой из образов 1 – 4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?

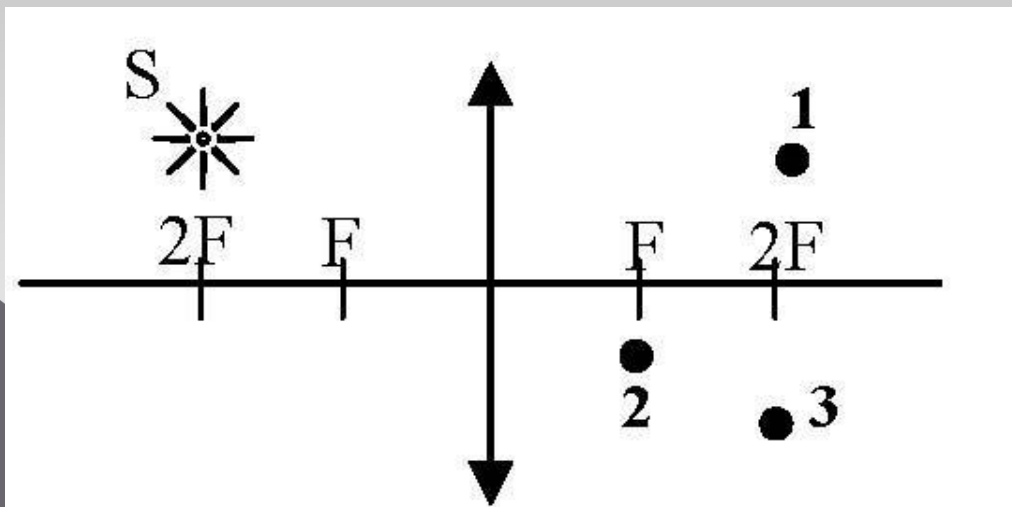
- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4



(ЕГЭ 2009 г., ДЕМО) А17. Источник света S отражается в плоском зеркале ab . Изображение S_1 этого источника в зеркале показано на рисунке



(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО) А17. Где находится изображение светящейся точки S (см. рисунок), создаваемое тонкой собирающей линзой?



1. в точке 1
2. в точке 2
3. в точке 3
4. на бесконечно большом расстоянии от линзы

