



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

8

Урок №2.

Отражение света.

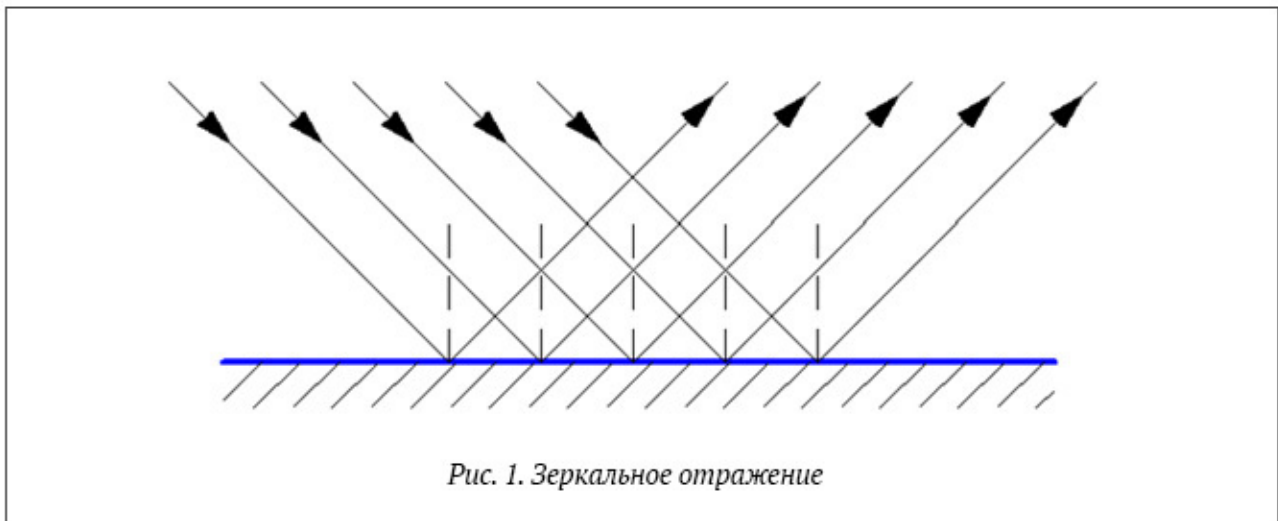
1. ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА.

При попадании света на границу раздела двух разнородных сред, если эта граница раздела значительно превышает длину волны, происходит изменение направления распространения света: часть световой энергии возвращается в первую среду, то есть отражается, а часть проникает во вторую среду и при этом преломляется.

Отражение света – это изменение направления распространения света на границе раздела двух сред.

Благодаря явлению отражения света люди и животные могут видеть окружающие их тела. Однако разные материалы по-разному отражают свет. Некоторые поверхности кажутся чёрными потому, что они поглощают и почти не отражают падающий на них свет. Например, снег отражает 85% падающего на него света, белая бумага – 75-80%, а черный бархат – 0,2-0,5%.

В зависимости от свойств и качества поверхности отражения различают **зеркальное и рассеянное (диффузное) отражение**. Если на отражающую гладкую поверхность (полированный металл, стекло, гладкую поверхность воды) падает параллельный пучок света, то отраженные лучи тоже будут идти параллельным пучком (рис. 1). Отражающая поверхность в этом случае называется **зеркало (или зеркальная поверхность)**, а отражение называют **зеркальным**



Зеркальные поверхности можно считать оптически гладкими, если размеры неровностей и неоднородностей на них не превышают длины световой волны (меньше $1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$). Зеркала могут отражать до 90% падающего на них света.

Зеркальное отражение света – это отражение падающих на гладкую поверхность под определённым углом лучей света преимущественно в одном направлении.

2. ЗАКОНЫ ОТРАЖЕНИЯ. ОБРАТИМОСТЬ ХОДА СВЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ.

Законы отражения света устанавливают изменение направления хода светового луча в результате встречи с отражающей (зеркальной) поверхностью, определяют взаимное расположение падающих и отраженных лучей.

Луч AO носит название **падающий луч**, а луч OD – **отраженный луч** (рис. 2).

OC – **перпендикуляр** к отражающей поверхности, проведенный в точку падения луча OA .

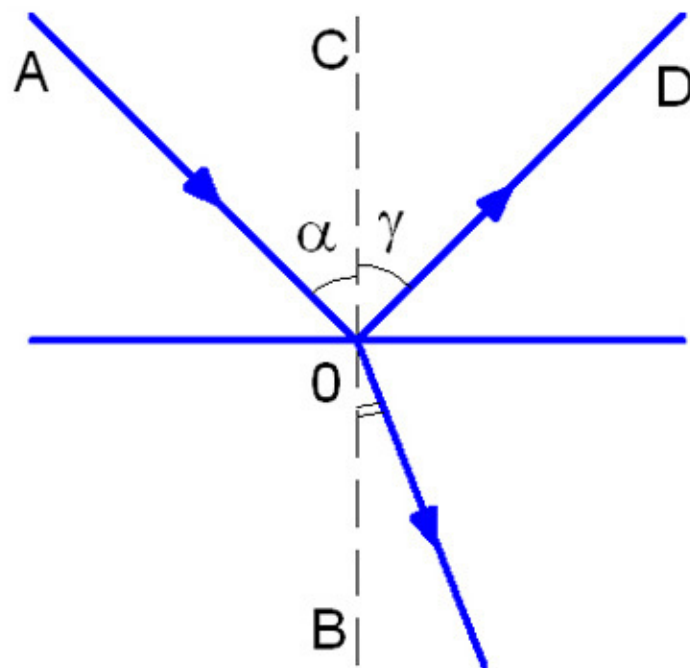


Рис. 2. Отражение и преломление света

Угол α между падающим лучом и перпендикуляром к границе раздела, восстановленным к поверхности в точке падения луча, носит название **угол падения**.

Угол γ между отражённым лучом и тем же перпендикуляром, носит название **угол отражения**.

Законы отражения света.

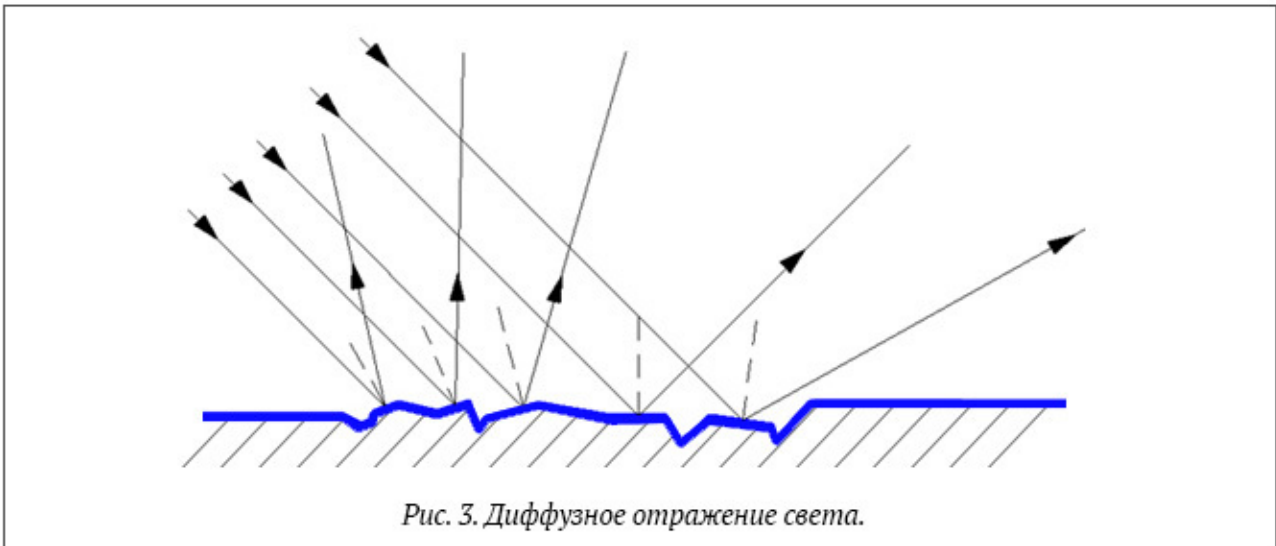
1. Падающий луч, отраженный луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, проведённый в точку падения луча, лежат в одной плоскости.
2. Угол отражения равен углу падения: $\gamma = \alpha$.

Из законов отражения вытекает обратимость хода световых лучей: если падающий луч пустить в направлении OD, то отраженный луч пойдет в направлении OA.

3. РАССЕЯННОЕ (ДИФФУЗНОЕ) ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА.

Отражают свет не только гладкие поверхности, но и любые другие. Именно поэтому мы видим все тела, которые сами не излучают свет. Освещённые предметы видны со всех сторон, так как от их поверхности свет отражается в разных направлениях, рассеиваясь. Это явление называется **диффузное отражение** или **рассеянное отражение**. Диффузное отражение света происходит от всех шероховатых поверхностей.

Рассеянное (диффузное) отражение света – это отражение падающих на шероховатую поверхность под определённым углом лучей света с дальнейшим его рассеиванием во всех возможных направлениях.



Если пучок параллельных световых лучей падает на неровную поверхность, то отраженные лучи не будут параллельными, поскольку углы падения лучей на неровности этой поверхности разные (рис. 3). Для определения хода отражённого луча такой поверхности в точке падения луча проводится плоскость, касательная к поверхности, и по отношению к этой плоскости строятся углы падения и отражения.

Диффузное отражение света не вызывает неприятных ощущений в глазу человека, в отличие от зеркального отражения (рис. 4).



Рис. 4. Зеркальное и рассеянное отражение света.

4. ПЛОСКОЕ ЗЕРКАЛО.

Плоское зеркало – это зеркало, отражающая поверхность которого представляет собой плоскость.

Зеркально отражающая поверхность называется плоским зеркалом, если падающий на неё пучок параллельных лучей после отражения остаётся параллельным.

Плоское зеркало даёт возможность видеть изображения предметов, находящихся перед ним. В геометрической оптике различают **действительные и мнимые изображения** предметов.

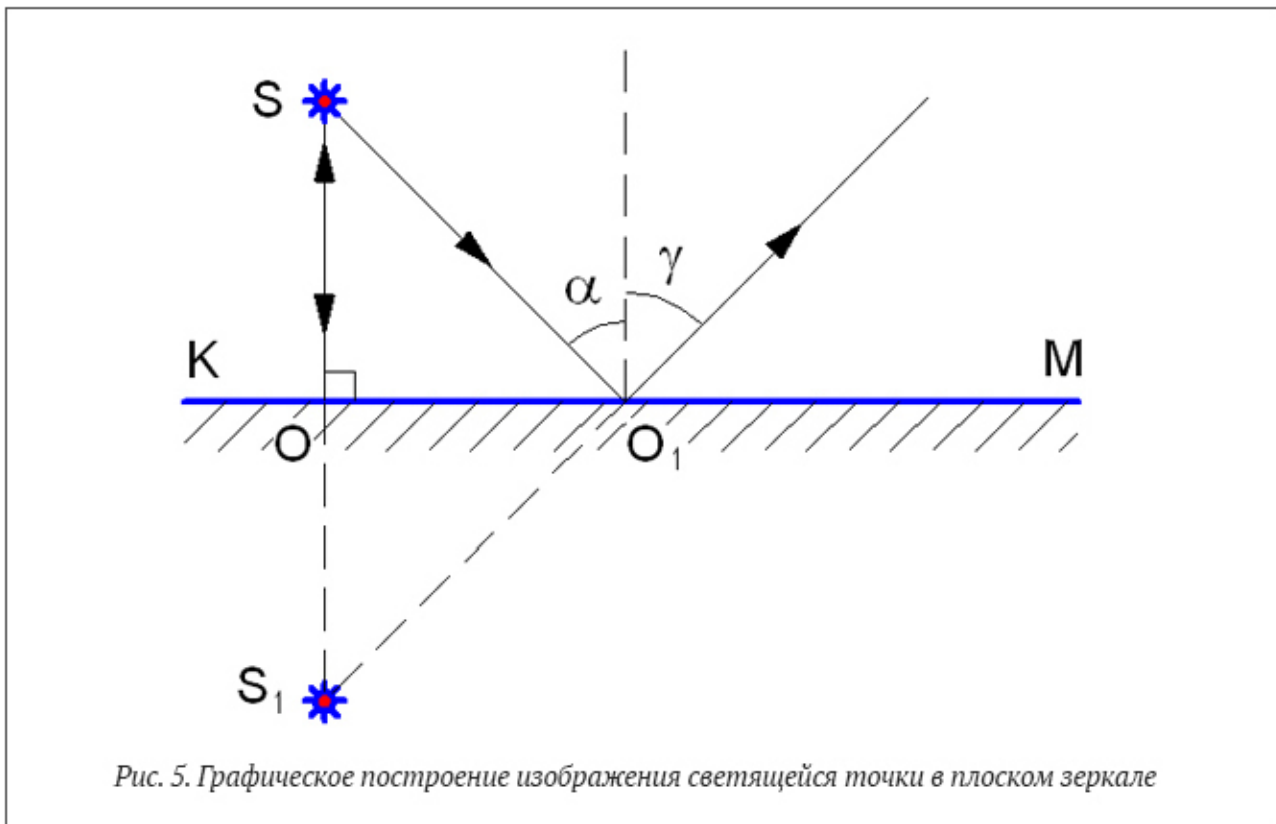
Действительное изображение – изображение, получаемое на пересечении отраженных (или преломленных) лучей.

Мнимое изображение – изображение, получаемое на пересечении не самих отраженных (или преломленных) лучей, а их продолжений.

Рассмотрим механизм получения изображения светящейся точки в плоском зеркале.

Точка, в которой пересекаются световые лучи (или их продолжения), исходящие из точечного источника света, называются изображением этого источника света.

Графическое построение светящейся точки можно осуществить двумя способами (рис. 5). Напомним, что зеркало или отражающую поверхность следует показывать линией с косой штриховкой около неё.



Первый способ. Изображение предмета в плоском зеркале можно построить, воспользовавшись законами отражения света. Для этого из светящейся точки S , изображение которой необходимо построить, проводят два луча SO и SO_1 . Луч SO падает на зеркальную поверхность KM под прямым углом и отражается от зеркала под тем же углом. Луч SO_1 падает на зеркальную поверхность KM под произвольным углом α и отражается от зеркала под углом γ , причем $\gamma = \alpha$. После этого надо построить продолжения отраженных лучей. Именно точка S_1 пересечения продолжений отраженных лучей является изображением светящейся точки S в плоском зеркале.

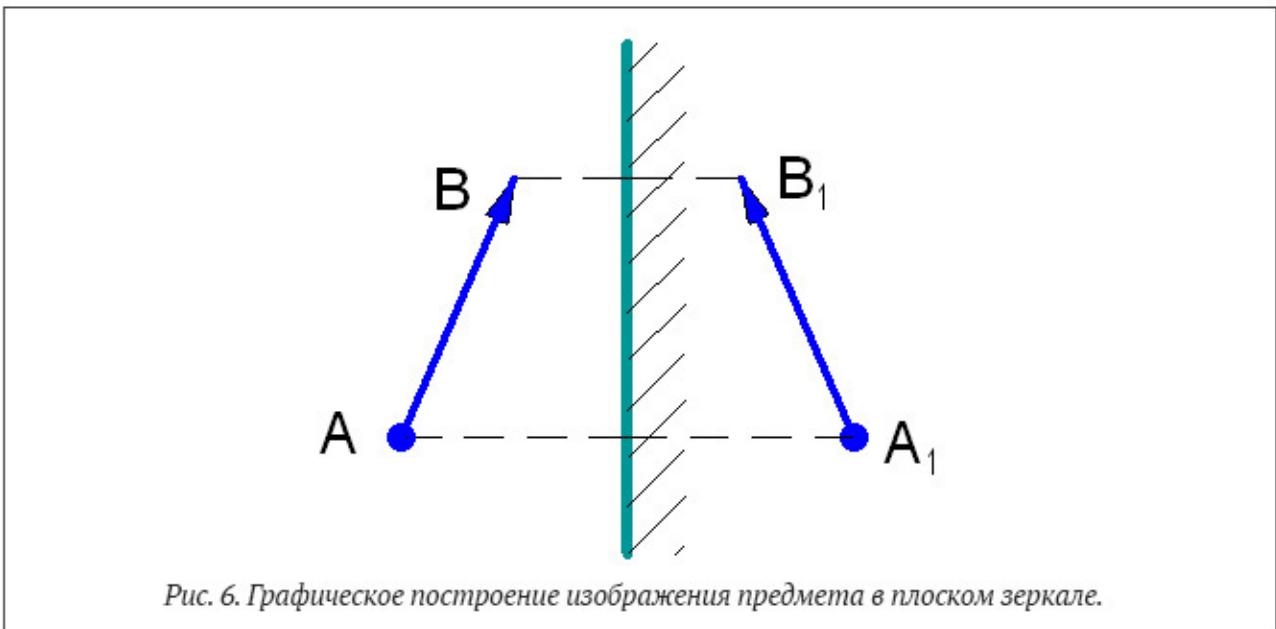
Итак, точка S_1 – это изображение точки S . Точки S и S_1 симметричны относительно зеркала: $SO = SO_1$.

Полученное изображение является мнимым, поскольку получено в результате пересечения не самих лучей, а их продолжений.

Второй способ. Строим точку S_1 , симметричную точке S относительно плоскости зеркала. Построенная точка S_1 и есть искомое мнимое изображение светящейся точки S .

Зная, как строится изображение светящейся точки в плоском зеркале, достаточно просто построить изображение какого-либо протяженного предмета, представив его в виде совокупности точек, светящихся собственным либо отраженным светом.

Для того чтобы построить изображение предмета АВ в плоском зеркале, достаточно опустить перпендикуляры из крайних точек предмета на зеркало и, продолжив их за пределы зеркала, отложить за ним расстояние, равное расстоянию от зеркала до крайней точки предмета (рис. 6). Это изображение будет мнимым, прямым (не перевёрнутым), равным по размеру предмету и расположено на том же расстоянии от зеркала, что и сам предмет. При этом в зеркале левая и правая стороны у изображения меняются местами по сравнению с самим предметом.



Плоские зеркала очень широко используются в быту, а также в приборах, где нужно изменить направление хода лучей, например в перископе.

5. СФЕРИЧЕСКОЕ ЗЕРКАЛО.

В технике часто применяют зеркала со сложной кривой отражающей поверхностью, например, сферические зеркала.

Сферическое зеркало – это зеркало, отражающая поверхность которого представляет собой часть поверхности сферы. Сферические зеркала бывают вогнутые и выпуклые.

Вогнутое (собирающее) зеркало – это зеркало, отражающее свет **внутрь сферы**. На рисунке 7 изображен пример вогнутого зеркала.

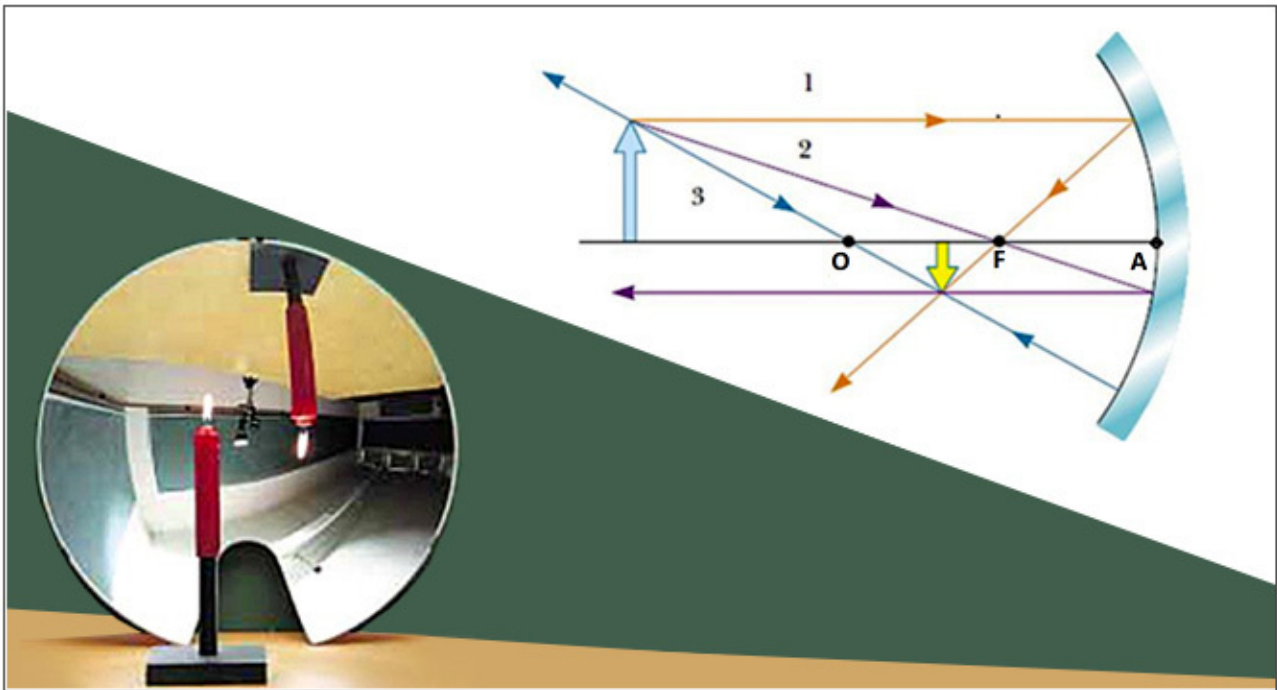


Рис. 7. Вогнутое зеркало

Точка O – это **оптический центр сферической поверхности зеркала**. Из этой точки можно провести **радиус R** сферической поверхности зеркала. Буквой **A** обозначена **вершина (средняя точка)** сферической поверхности, которую называют **полюсом зеркала** или **центром сферической зеркальной поверхности**. Прямая **OA** является **главной оптической осью зеркала**.

Главная оптическая ось зеркала – это **прямая, которая проходит через оптический центр сферической поверхности и среднюю точку сферической поверхности (вершину зеркала)**.

Если направить лучи света параллельно главной оптической оси **OA** вогнутого зеркала, то после отражения от поверхности зеркала лучи соберутся в одной точке **F**, которая лежит на его главной оптической оси. Эту точку **F** называют **главным фокусом зеркала**. У **вогнутого зеркала фокус действительный**.

Расстояние **AF** от вершины зеркала **A** до главного фокуса **F** называют **фокусным расстоянием зеркала f** . Фокусное расстояние равно половине радиуса сферической поверхности зеркала: $f = OF = FA = R/2$.

Если точечный источник света поместить в фокусе вогнутого зеркала, то лучи, отразившись от его поверхности, будут распространяться параллельно главной оптической оси зеркала (согласно обратимости световых лучей).

Вогнутые (собирающие) зеркала дают узкий направленный световой пучок, поэтому их используют в качестве отражателей в прожекторах, фарах, фонарях.

Вогнутые сферические зеркала используются в качестве светособирающего элемента в рефлекторах – оптических телескопах.

В медицине врачи – оториноларингологи и стоматологи – пользуются вогнутыми зеркалами. Глазное зеркало – офтальмоскоп – сферическое зеркало с небольшим отверстием в центре. Если луч света от лампы, расположенной несколько сбоку, направить с помощью офтальмоскопа в исследуемый глаз, то лучи пройдут до сетчатки, частично отразятся от неё и выйдут назад. Эти отражённые сетчаткой глаза пациента лучи попадают через отверстие в зеркале в глаз врача, и врач видит изображение глазного дна обследуемого человека. Также оториноларинголог с помощью вогнутого зеркала рассматривает уши, горло, нос.



Рис. 8. Налобный рефлектор.

ЭТО ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ!

Вогнутые (собирающие) зеркала концентрируют световую энергию в малой области пространства. Если взять вогнутое зеркало сравнительно больших размеров, то в его фокусе можно получить **очень высокую температуру**.

Эта особенность вогнутого сферического зеркала используется в **солнечных коллекторах-концентраторах**.

Солнечный коллектор (гелиоустановка) – устройство для сбора тепловой энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением.

В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала - теплоносителя (например, воды, воздуха, масла или антифриза). Теплоноситель нагревается, циркулируя через коллектор, а затем передает тепловую энергию в бак - аккумулятор, накапливающий горячую воду для нужд горячего водоснабжения производственных процессов и отопления помещений.

Солнечные воздушные коллекторы чаще всего представляют собой простые плоские коллекторы и используются, в основном, для отопления помещений, сушки сельскохозяйственной продукции. Воздух проходит через поглотитель, благодаря естественной конвекции или под воздействием вентилятора. Поскольку воздух хуже проводит тепло, чем жидкость, он передаёт поглотителю меньше тепла, чем жидкий теплоноситель.

Современные бытовые солнечные коллекторы способны нагревать воду вплоть до температуры кипения даже при отрицательной температуре окружающей среды.

Повышение эксплуатационных температур до 120–250 °С и более возможно путём введения в солнечные коллекторы **солнечных концентраторов** с помощью параболоцилиндрических отражателей, проложенных под поглощающими элементами (рис. 9).



Рис. 9. Параболический солнечный концентратор

Параболоцилиндрические концентраторы имеют форму параболы, вытянутой вдоль прямой. Параболоцилиндрические зеркала изготавливают длиной до 50 метров.

Зеркала располагают рядами с промежутками в несколько метров. Параболоцилиндрический зеркальный концентратор фокусирует солнечное излучение в линию и может обеспечить его стократную концентрацию. В фокусе зеркальной параболы размещается трубка с теплоносителем, который может нагреваться до температуры 300–390 °С.

Основное достоинство солнечных концентраторов в том, что они могут достигать более высоких значений коэффициента полезного действия. Фокусируя высокую плотность солнечной энергии в одной точке, они способны превращать воду в пар в считанные секунды.

Наряду с достоинствами, у солнечного концентратора есть существенные недостатки:

- Для получения более высоких эксплуатационных температур требуются сложные устройства слежения за солнцем, которые в свою очередь потребляют электроэнергию.
- Зеркало требует постоянной чистки от пыли, которая оседает на поверхность зеркала, тем самым снижая эффективность солнечного концентратора.

Следует обратить внимание на соблюдение правил техники безопасности!

Солнечный концентратор концентрирует высокую энергию в виде света и тепла. Чем больше площадь зеркальной параболы, тем больше температура в точке фокуса. Следовательно, необходимо использовать индивидуальные средства защиты: солнечные очки или сварочную маску, кожаные или брезентовые перчатки, другие защитные средства.

Выпуклое (рассеивающее) зеркало – это зеркало, отражающее свет наружу сферы.

Если направить на выпуклое зеркало (рис. 10) световые лучи параллельно главной оптической оси, то отраженные лучи будут расходиться. Их продолжения пересекаются в определённой точке F , находящейся за зеркалом. Эту точку F называют **главным фокусом выпуклого зеркала**. Поскольку в этой точке пересекаются не сами лучи, а их продолжения, это значит, что **фокус выпуклого зеркала является мнимым**.

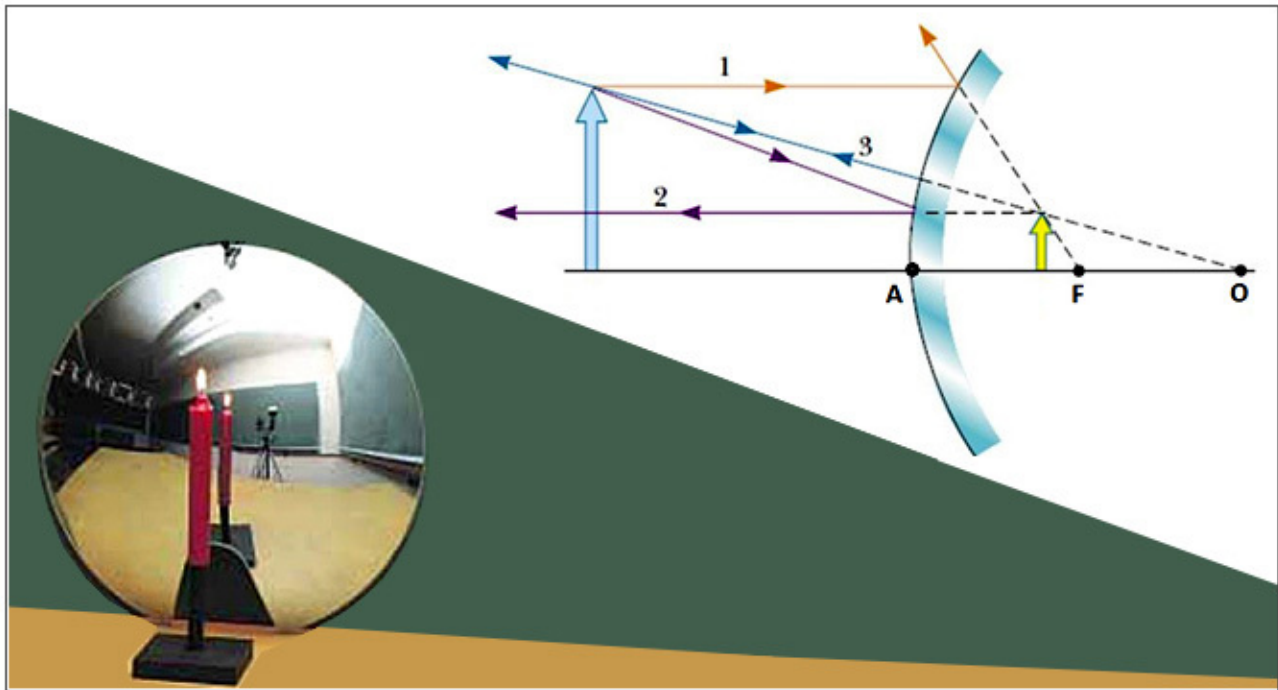


Рис. 10. Выпуклое зеркало.

Для определения изображения светящейся точки, полученного с помощью сферических зеркал, удобнее всего использовать три луча (рис. 7 и рис. 10):

- луч 1, падающий параллельно главной оптической оси зеркала и проходящий через главный фокус после отражения F;
- луч 2, проходящий через главный фокус F и отражающийся параллельно главной оптической оси;
- луч 3, проходящий через оптический центр сферической поверхности O, падающий перпендикулярно на сферическую поверхность и отражающийся в противоположном направлении.

При использовании выпуклых зеркал интересно то, что изображение всегда будет мнимым, но, что самое интересное, его будет видно наблюдателю с любого места, независимо от расположения предмета.

Вот почему боковые зеркала на автомашинах делают всегда выпуклыми: водитель видит, сидя на месте, все, что окружает его с соответствующей стороны (рис. 11).



Рис. 11. Боковое зеркало автомобиля.