**Двугранные зеркала и исследование планет**

***Бойченко В.А., Фокина С.В., Куприянова М.В.***

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение города Коврова «Средняя общеобразовательная школа №23 имени героя Советского Союза Дмитрия Фёдоровича Устинова»*

*г. Ковров, Россия*

*Email: boyanca@mail.ru;* *s.v.fokina@yok33.ru;* *m.v.matveeva@yok33.ru*

**Dihedral mirrors and exploring the planets**

***Boychenko V.А.,.Fokina S.V.,*** ***Kupriyanova M.V.***

*Municipal budgetary educational institution of the city of Kovrov "Secondary School No. 23 named after Hero of the Soviet Union Dmitry Fedorovich Ustinov"*

*Kovrov, Russia*

**Аннотация**: в ходе работы доказано, что при разных углах между зеркалами количество изображений меняется, рассмотрен ход лучей в двугранных зеркалах и их применение в оптических приборах.

**Abstract:** in the course of the work, it was proved that the number of images varies at different angles between mirrors, and the course of rays in dihedral mirrors and their application in optical devices were considered.

**Ключевые слова**: двугранное зеркало; ход лучей; отражение; преломление; световой луч.

**Keywords:** dihedral mirror; ray path; reflection; refraction; light beam.

В оптических приборах лазер, попадая на обычное плоское зеркало, отражается в определенную точку. Но что будет, если вдруг зеркало повернется? Луч уйдет совсем в другую сторону. Во избежание этого нужно, чтобы при любом повороте зеркала луч попадал в одну и ту же точку. В качестве такого зеркала я рассмотрел двугранное. При повороте створки зеркала (трельяжа) я мог видеть то одну часть прически, то другую, то свой затылок или не видеть ничего. Я предполагаю, что это может зависеть от угла между зеркалами. При повороте двугранного зеркала отраженный луч попадает в одну и ту же точку. Это и является моей гипотезой.

Объектом моего исследования является ход лучей в двугранных зеркалах.

Предмет исследования: двугранное зеркало

Цель работы: изучить ход лучей в плоских двухгранных зеркалах.

Для достижения цели я поставил перед собой следующие задачи: изучить ход лучей в плоском зеркале, в двухгранном зеркале, во вращающемся плоском зеркале,

во вращающемся двухгранном зеркале.

Чтобы решить задачи данного исследования, я использовал такие методы, как изучение необходимой литературы и Интернет – источников по теме, анализ, сравнение, классификацию.

**Ход лучей в двухгранном зеркале**

Построим математическую модель хода луча в двугранном зеркале.

Рассмотрим угловое зеркало с углом при вершине ɤ. На зеркало падает луч с произвольным углом α. По закону отражения угол падения равен углу отражения. Луч падает на второе зеркало под углом β, отражается под углом β. Нас интересует угол φ между падающим лучом (1) и отраженным лучом (2) от углового зеркала. (табл.1).

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок | Вычисления |
| **основной.jpg** | Рассмотрим ΔABD, в нем: φ+2α+2β=180о  Рассмотрим ΔABC, в нем:  ∠CAB = 90о – α; ∠CBA = 90о – β  Значит, 90о -α+ɤ+90о -β = 180о  ɤ - α – β = 180о - 90о - 90о  ɤ=α + β.  Подставим вместо α + β ɤ, получим φ +2 ɤ =180о  φ = 180о -2ɤ |

Таблица 1. Ход лучей в двугранном зеркале

Таким образом, угол между падающим и выходящим лучами зависит только от угла между зеркалами.

Проверим это экспериментально. Практика – критерий истины.

Построим изображения, которые дает двугранное зеркало с углами 90°, 120°, 60°.

1. Угол между зеркалами 90°. Будем менять направление падающего луча на зеркало 1. С помощью транспортира измеряем угол падения и угол отражения. Результаты эксперимента занесем в таблицу (табл.2).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Угол ρ между зеркалом 1 и падающим лучем | Угол падения, α | Угол 2α, где α- угол падения | Угол 2β | Угол φ |
| 30° | 60 | 120° | 60° | 0° |
| 45° | 45° | 90° | 90° | 0° |
| 60° | 30° | 60° | 120° | 0° |

Таблица 2. Результаты эксперимента, если угол между зеркалами 90°

Покажем ход лучей (табл.3).

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок | Вычисления |
|  | Рассмотрим ситуацию, когда угол падения α=30°  ΔABC-прямоугольный, ∠α=∠1=30°, так как угол падения равен углу отражения.  ∠САВ=90**°**-30**°**=60**°,**  ∠С=90**°,** ∠АВС=30**°,**  ∠АВD=90**°**-30**°**=60**°**  ∠КАВ=60**°,** ∠АВМ=120**°.**  Если при пересечении двух прямых секущей сумма односторонних углов равна 180°, то прямые АК и ВМ параллельны |

Таблица 3. Ход лучей, если угол между зеркалами 90°

Ситуация при углах падения α=45°, α=60° доказывается аналогично.

Таким образом, падающий луч параллелен отраженному лучу от второго зеркала.

**2**. Угол между зеркалами 120° (табл.4).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Угол ρ между зеркалом 1 и падающим лучем | Угол падения α | Угол 2α, где α- угол падения | Угол 2β | Угол φ | Ход лучей |
| **30°** | 60° | 120° | 120° | -60° | C:\Users\Учитель\Pictures\Сканы\Скан_20240118 (5).png |
| **45°** | 45° | 90° | 150° | -60° |
| **60°** | 30° | 60° | 0° |  |

Таблица 4. Результаты эксперимента, если угол между зеркалами 120°. Ход лучей

Рассмотрим ход лучей, если угол между зеркалами 120°, а угол падения на зеркало 1 равен 30° и меньше 30° (табл.5).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условие | Рисунок | Расчеты |
| Ход лучей, если угол между зеркалами 120°, а угол падения  α = 30° | сефйчас.jpg | ∠2 = 90° - 30° = 60°.  ∠1 = 120°.  ∠1 + ∠2 = 180°.  Прямые a и b параллельны.  Луч никогда не попадет на зеркало 2 |
| Если угол падения α<30° (например, α = 20°), то ситуация выглядит следующим образом | сефйчас.jpg | ∠2 = 90° - 20° = 70°.  ∠1 = 120°.  ∠1 + ∠2 = 190°.  Прямая a не параллельна прямой b и прямая a не пересекает прямую b |

Таблица 5. Ход лучей, если угол между зеркалами 120°, а угол падения на зеркало 1 равен 30° и меньше 30

3. Угол между зеркалами 60° (табл.6).

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок | Расчеты |
|  | Если угол падения равен 60°. Тогда угол отражения равен 60°. Угол САВ= 30°. Рассмотрим ΔABC-прямоугольный, так как ∠АВС=90°. Угол падения на зеркало 2 равен 0° и угол отражения тоже равен 0°. |

Таблица 6. Ход лучей, если угол между зеркалами 60°

В ходе эксперимента мы доказали, что наша гипотеза верна: угол между падающим и отраженным лучами зависит от угла между зеркалами.

**Ход лучей во вращающихся зеркалах**

Рассмотрим ход лучей во вращающихся зеркалах, расположенных под углом 120°, 90°, 60° (табл. 7).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Угол | Рисунок | Ограничения |
| 120° | **C:\Users\Учитель\Pictures\Сканы\Скан_20240118 (6).png** | Угол поворота зеркала принадлежит промежутку [0;30)U(330; 360] |
| 90° |  | Угол поворота зеркала принадлежит промежутку [0;30)U(270; 360] |
| 60° |  | Угол поворота зеркала принадлежит промежутку [0;15) и (315; 360] |

Таблица 7. Ход лучей с угол между зеркалами 120°, 90°, 60°

**Применение плоских зеркал**

Вращающиеся (качающиеся) зеркала часто применяются в оптических приборах для изменения направления визирного луча в пространстве предметов.

При повороте двойного зеркала как целой системы угол между зеркалами останется неизменным, а, следовательно, направление выходящего из системы луча остается постоянным и не зависит от поворота системы. Это свойство двойного зеркала очень ценно для оптического приборостроения, так как делает оптические приборы нечувствительными к возникающим в процессе эксплуатации нарушениям регулировки, например к изгибу трубы при одностороннем нагреве ее солнечными лучами.

Лазерная система состоит из активного элемента, в котором за счет накачки создается инверсия населенностей. Такая среда усиливает проходящее излучение и называется активной средой. Если эту среду поместить между двумя зеркалами, то, отражаясь от зеркал, излучение будет проходить через активный элемент и усиливаться. Такая система будет создавать лазерный импульс, которым можно обрабатывать металл, делать глазные операции, сбивать баллистические ракеты.

В реальных полевых условиях трудно добиться строгой фиксации зеркал резонатора, а если плоское зеркало поворачивается на угол α, то отраженный луч будет поворачиваться на угол 2α и не попадет в активный элемент. В системе возникнут большие потери, лазерный импульс будет слабым. Таким образом, тема о вращающихся зеркалах актуальна в наши дни и находит применение в современной технике.

Зеркала Френеля – это оптическое устройство, предложенное О.Ж. Френелем в 1816 году для наблюдения явления интерференции когерентных световых пучков. Устройство состоит из двухгранного зеркала, угол между которыми отличается от 180° на несколько угловых минут (рис.1). При освещении зеркал от источникаS отраженные от зеркал пучки лучей можно рассматривать как исходящие от когерентных источников S1 и S2, являющихся мнимыми изображениями S. В пространстве, где пучки перекрываются, возникает интерференция.

|  |  |
| --- | --- |
|  | *S* - точечный источник света; *ОМ, ОN* -зеркала; *S1, S2* - мнимые изображения источника света; *Э* -экран; PQ - область перекрытия потоков света от мнимых источников, где наблюдается интерференция |

Рисунок 1. Ход лучей в зеркалах Френеля

В результате интерференции образуется спектр. По спектру можно сделать ряд предположений о составе планет. Методом, дающим ценные и наиболее разнообразные сведения о небесных светилах, является спектральный анализ. Он позволяет установить из анализа излучения качественный и количественный химический состав светила, его температуру, наличие магнитного поля, скорость движения по лучу зрения и многое другое.

Рассмотрим упрощенный вид спектра Марса (рис.2).

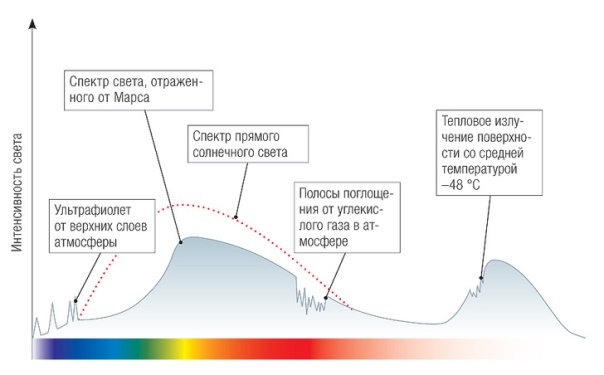


Рисунок 2. Спектр Марса

Свет Солнца, отразившись от планеты, теряет в синей части спектра больше, чем в красной.

То есть красный свет лучше отражается от Марса. Следовательно, на нем имеется вещество красного цвета. Действительно, на планете много оксида железа, придающего ей «ржавый» цвет. В спектре заметны также две полосы поглощения, связанные с углекислотой. Значит, этот газ есть в атмосфере Марса.

Фурье-спектрометры тоже состоят из двугранных зеркал. С их помощью исследуют атмосферу планет.

**Заключение**

В ходе выполнения данной работы, проанализировав необходимую литературу по теме, изучил ход лучей в плоском зеркале, ход лучей в двухгранном зеркале, ход лучей во вращающемся плоском и двухгранном зеркалах.

Доказал, что при разных углах между зеркалами количество изображений меняется. Математически показал и экспериментально доказал, что угол между падающим и отраженным лучами не зависит от вращения зеркала, а только от угла между зеркалами.

Моя гипотеза верна: видимость изображений в двугранных зеркалах зависит от угла между ними.

Кроме плоских зеркал, существуют сферические зеркала. В дальнейшем я планирую изучить ход лучей в сферических зеркалах и их применение.

**Используемые источники**

1.Артамонов  И.Д.  Иллюзии  зрения:  изд.  3-е.  М.:  Наука,  1969.  —  234  c.

2.Глюк  И.  И  всё  это  делают  зеркала:  изд.  М.:  Мир,  1970.  —  191  с.

3. Енохович  А.С.  Хрестоматия  по  физике:  изд.  М.:  Просвещение,  1982.  —  223  с.

4. Интернет - источники

<http://globalphysics.ru/physics/svet/248-primenenie-ploskih-zerkal-v-bytu-i-tehnike.html>

<http://class-fizika.narod.ru/serk5.htm>

<https://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter3/section/paragraph2/theory.html>

<http://www.ngpedia.ru/id36773p1.html>

<http://12apr.su/books/item/f00/s00/z0000012/st031.shtml>