



*ПОЧЭМУЧКВ*

*Экономико-математическая*

*школа*

# Тема 2: «Геометрическая оптика. Радуга»

«Радуга – это творение Солнца или природное  
качество всего сущего?»

- *Фэн Цзицай «Полёт души»*

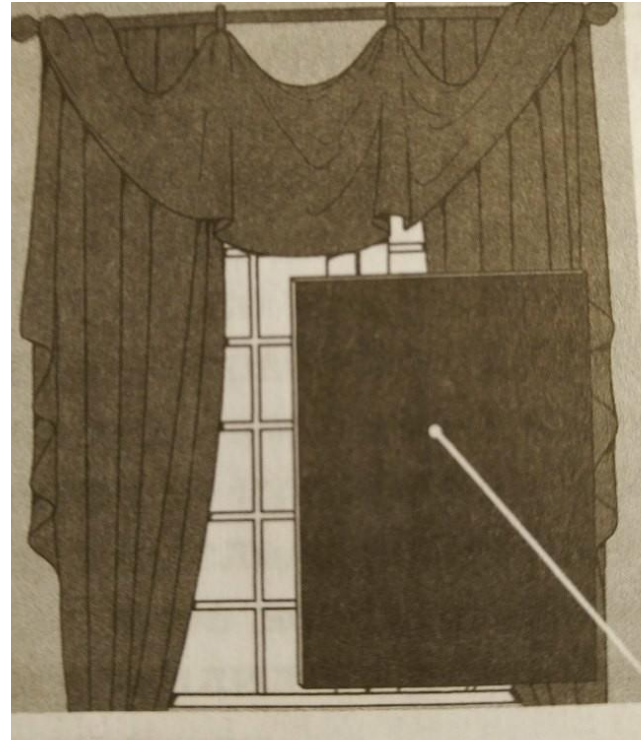
# Развитие взглядов на природу света

1. Древние ученые и «щупальца» из глаз
2. Корпускулярная теория Ньютона (17 век)
3. Волновая теория Гюйгенса (17 век)
4. Корпускулярно-волновой дуализм (20 век)

# Геометрическая оптика

**Световой луч** - линия, указывающая направление распространения световой энергии

Направление мы можем определить с помощью выделения узкого **светового пучка**, диаметр которых должен превосходить длину волны



**Геометрическая оптика** – раздел оптики, в котором изучаются законы распространения света в **прозрачных средах** на основе представления о **световом луче**

Законы геометрической оптики  
(экспериментальные\*):

1. Закон прямолинейного распространения света;
2. Закон отражения света;
3. Закон преломления света;
4. Закон независимости световых пучков;

# Закон прямолинейного распространения

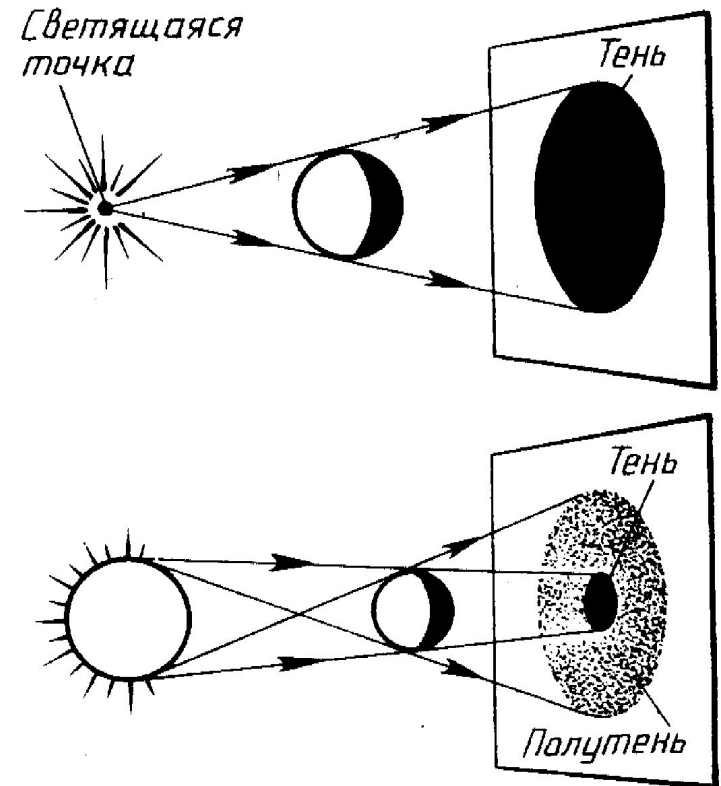
**СВЕТА**  
- в однородной среде световые лучи представляют собой прямые линии, то есть в ней свет распространяется

**прямолинейно**

*Пример* образование тени и

: полутени

*Если бы свет распространялся не прямолинейно, то он мог бы обогнуть предмет. Следовательно, такого явления не наблюдалось бы.*



# Закон отражения

**СВЕТА**  
- падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;

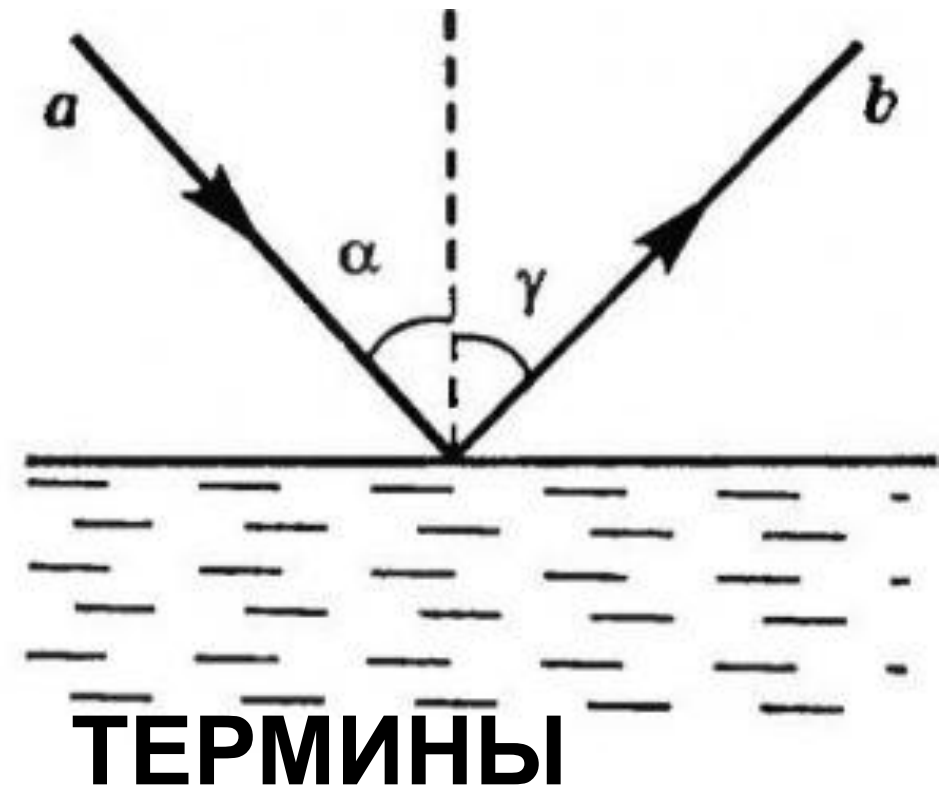
угол падения равен углу отражения;

$a$  – луч падающий

$b$  – луч отражённый

Альфа – угол падения

Гамма – угол отражения

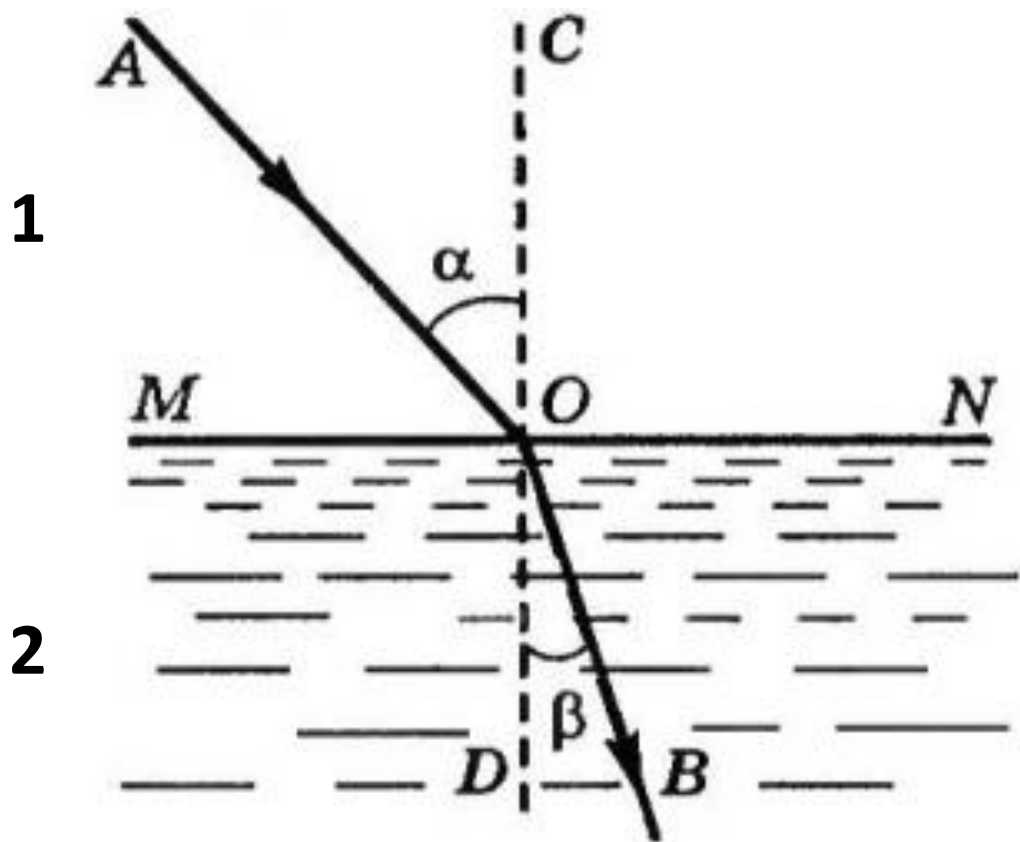


# Закон преломления света

- падающий луч, преломлённый луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;

отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина **постоянная** для данных двух сред, не зависящая от угла падения, она называется **относительным показателем преломления** второй среды по отношению к первой;

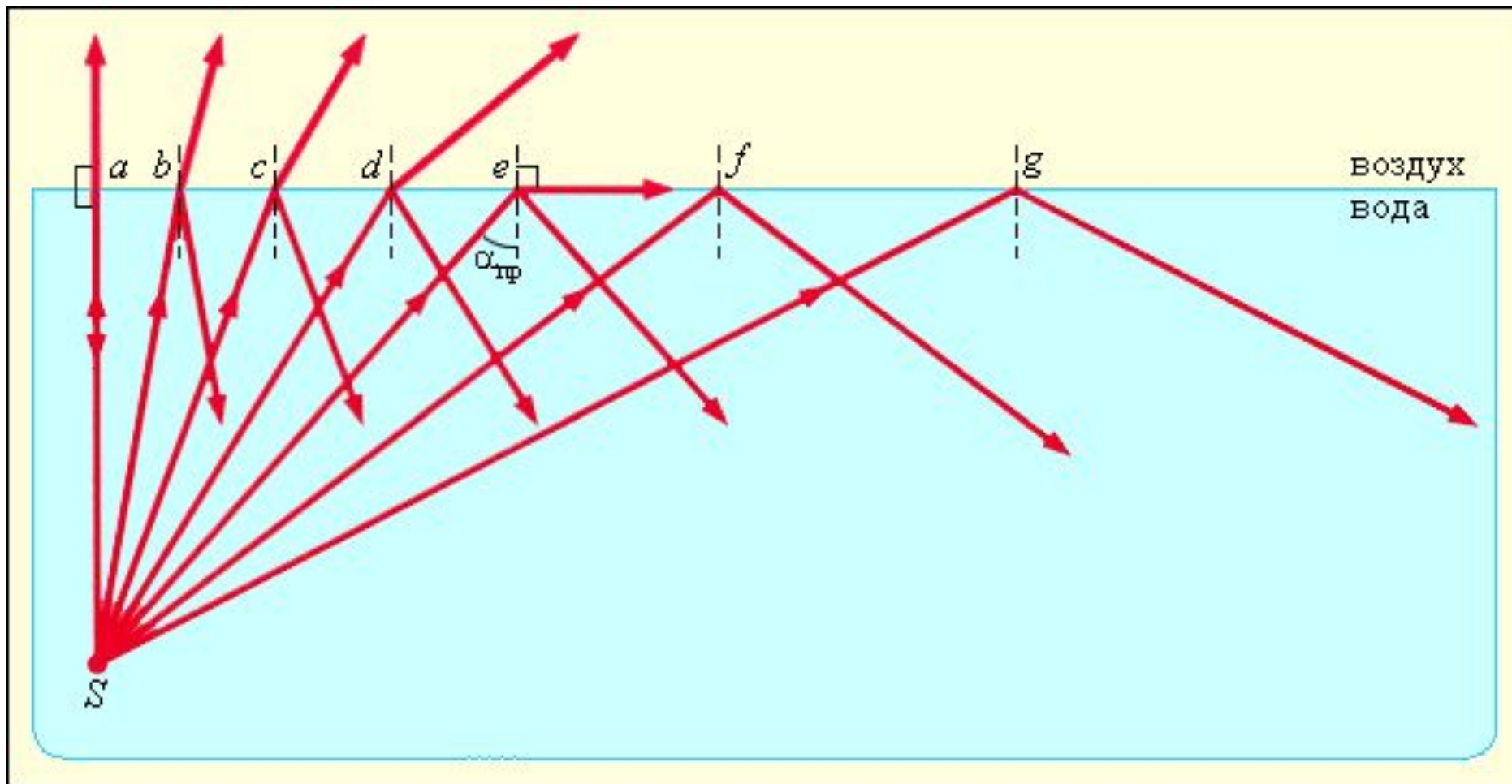




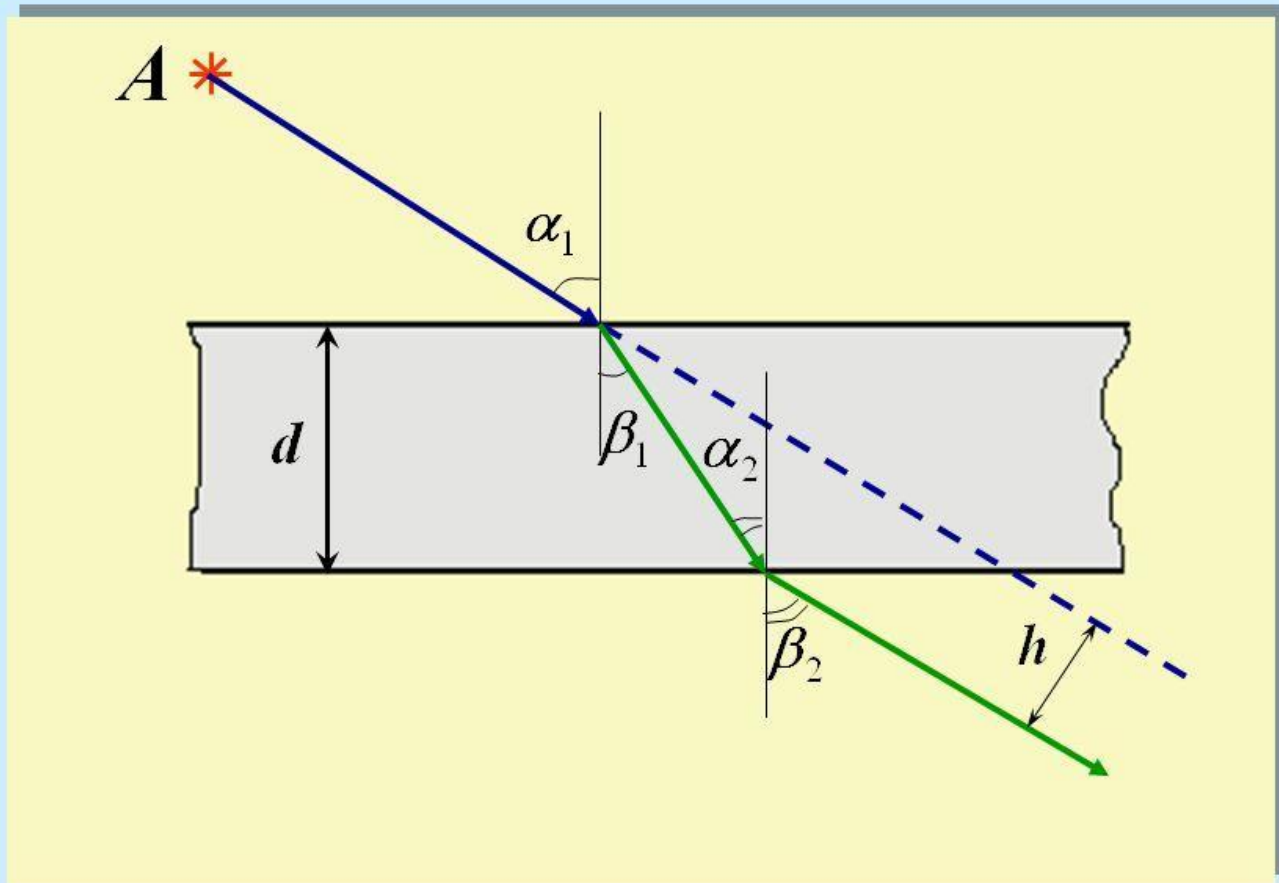
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \text{const} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Причём  $n_{21}$  равен отношению скорости света в первой среде к скорости света во второй среде

Пример явления полного внутреннего отражения:



# Пример: ход луча через плоскопараллельную пластинку



$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n_{21}$$

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = n_{12}$$

$$n_{21} = \frac{1}{n_{12}}$$

Следовательно,  
 $\sin \alpha_1 = \sin \beta_2$

# Принцип Ферма

- свет, идущий из одной точки пространства в другую, всегда распространяется по пути, требующему **минимального** времени



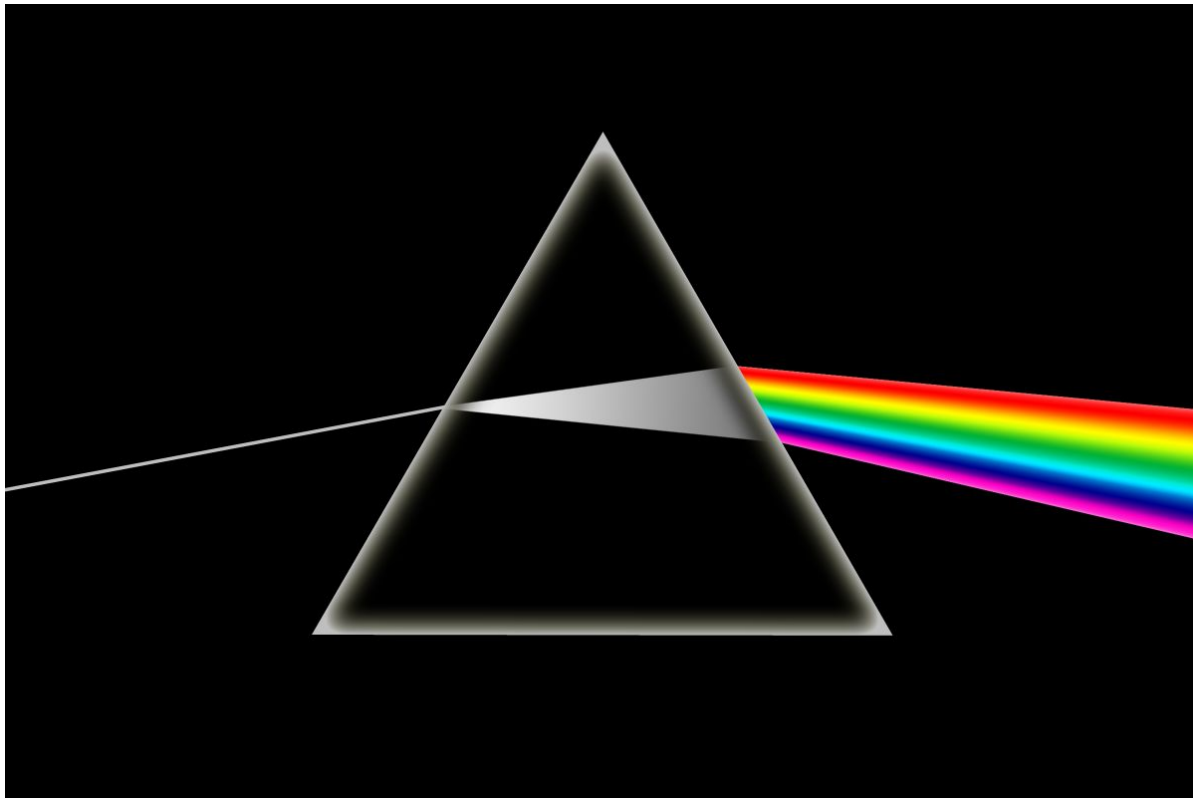
# Дисперсия



«Вид цвета, свойственный каждому отдельному сорту лучей, **не изменяется** ни преломлением, ни отражением от естественных тел»

«Световые пучки, отличающиеся по цвету, **отличаются по степени преломляемости**»

**Дисперсия** – зависимость показателя преломления света (вещества) от его цвета (частоты)



Луч красного цвета преломляется в **меньшей** степени, следовательно скорость его распространения **максимальна**

Луч фиолетового цвета преломляется в **большей** степени, следовательно скорость его распространения **минимальна**



Опыт И. Ньютона

Радуг  
а



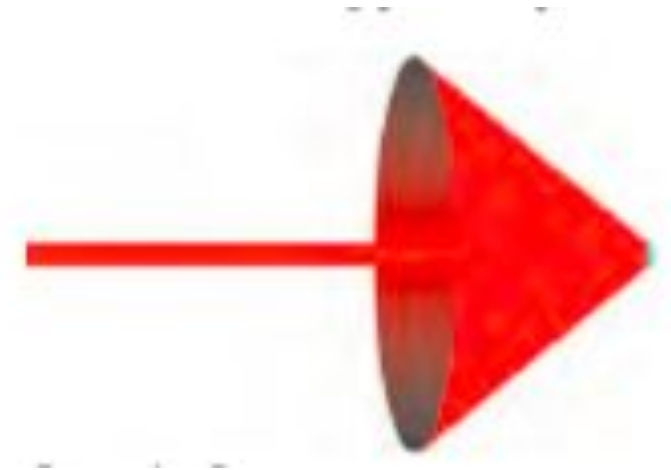


# Декартова

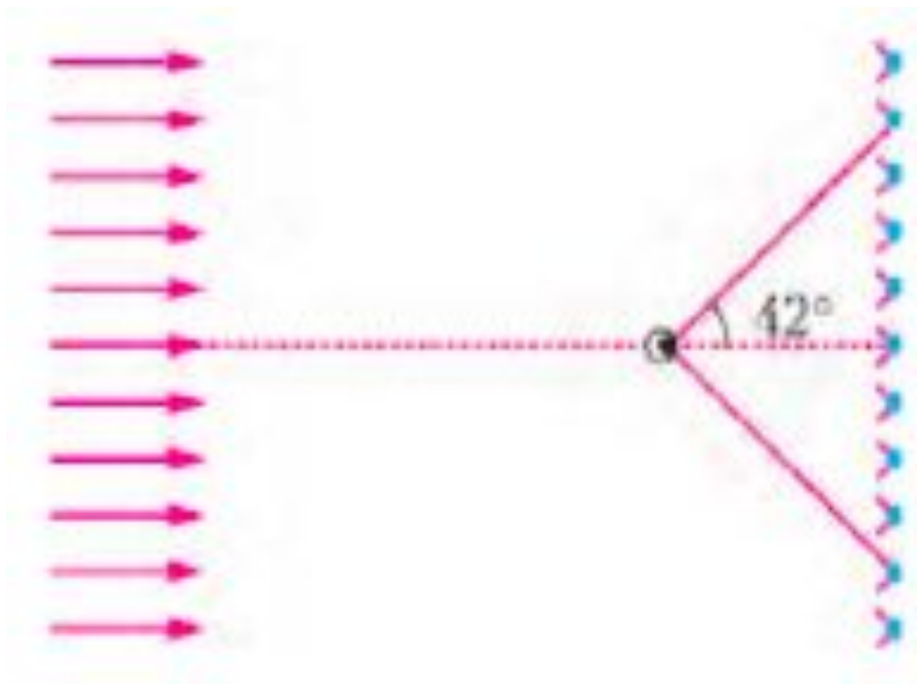
## радуга

Причина возникновения: взаимодействие солнечных лучей с каплей

Каждая капля излучает в направлении Солнца целый конус световых лучей



Из всех лучей светового конуса капли в глаз наблюдателя попадают **только определённые**, в пространстве представляющие **окружность**, бесцветую и без ширины – Декартову радугу



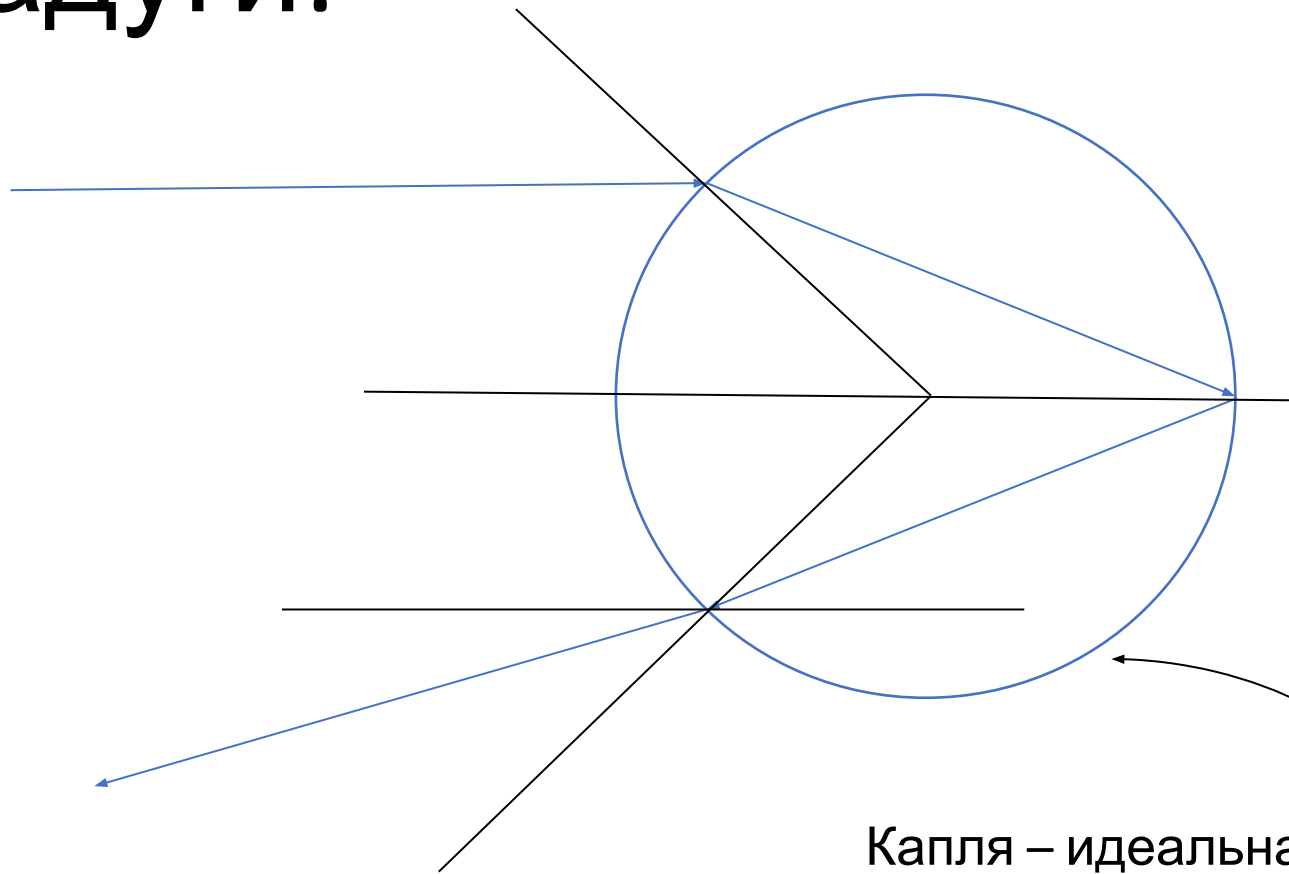
В реальных условиях обзор наблюдателя ограничивается поверхностью Земли

Важно понимать, что вид радуги зависит как от высоты Солнца над поверхностью Земли, так и от высоты наблюдателя



# Механизм образования

радуги:



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{ВОДЫ}}}{n_{\text{ВОЗДУХА}}} = n_{\text{ВОДЫ}} = 4/3$$

$$\theta = 4\beta - 2\alpha$$

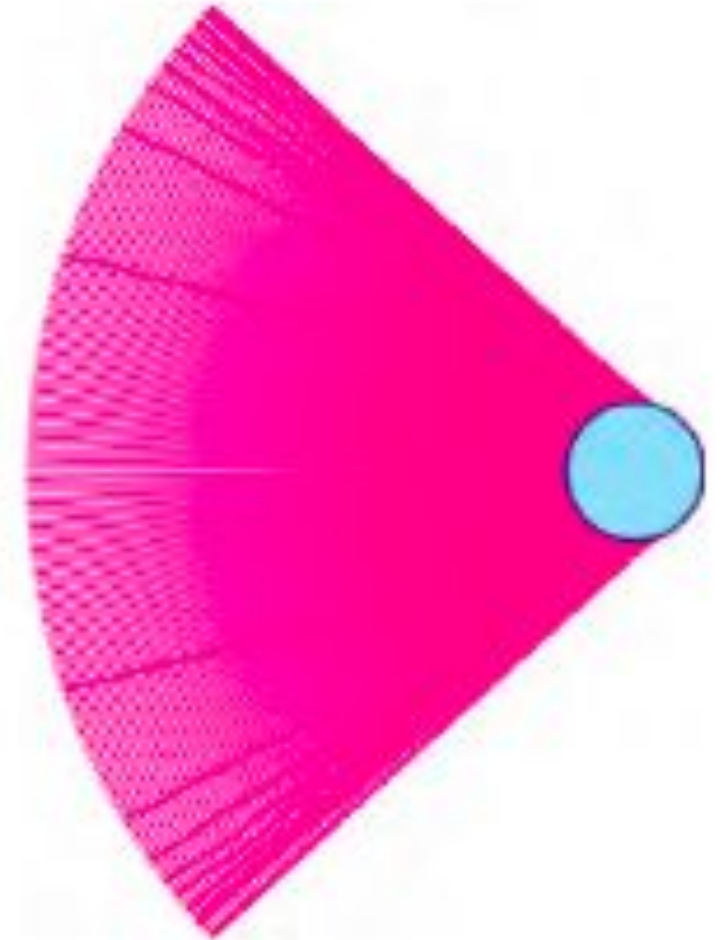
(угол  
выхода)

Капля – идеальная сфера, заполненная  
водой

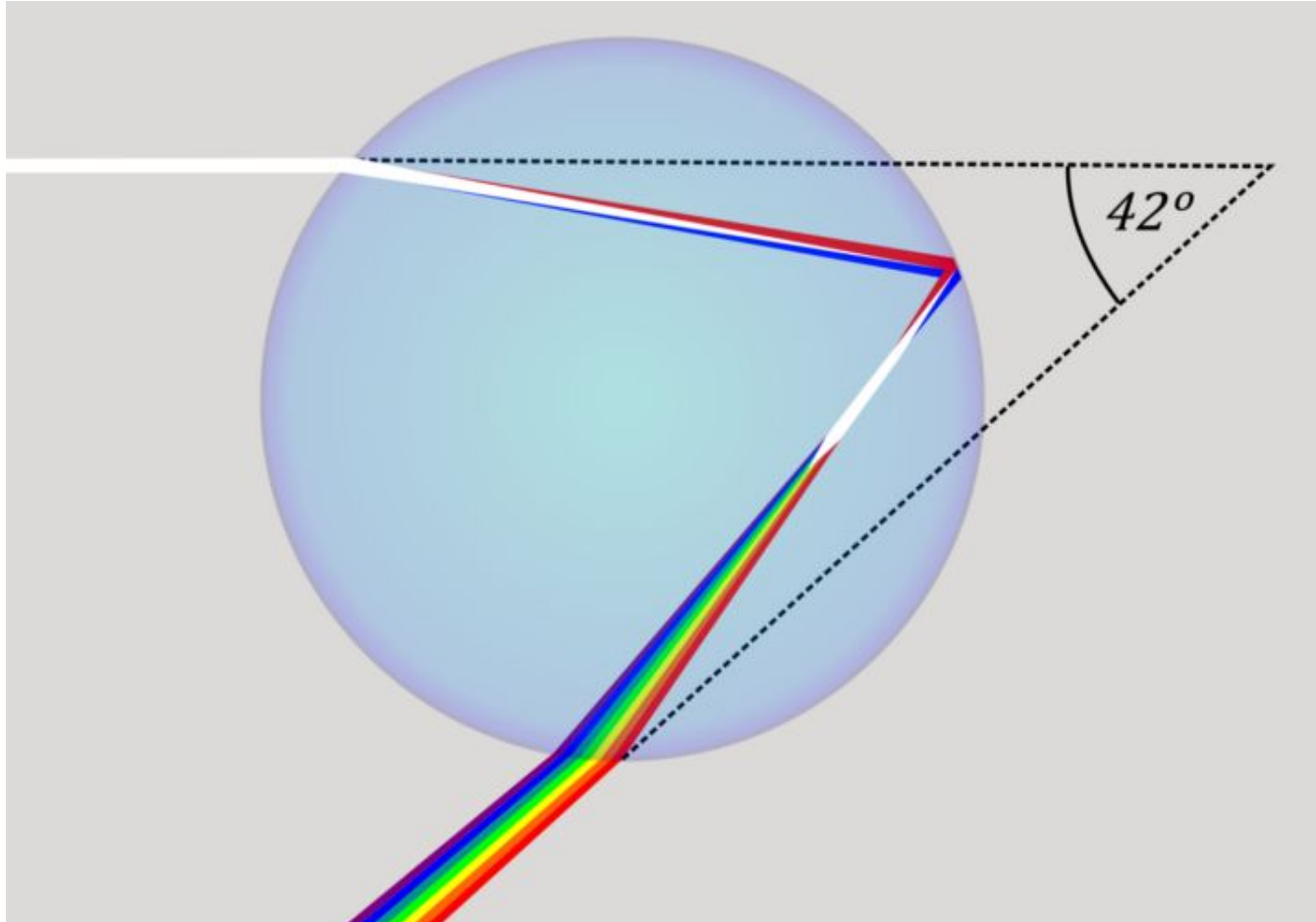
Если рассмотреть зависимость угла выхода от угла падения (высоты падения солнечного луча), то придем примерно к такой картине:

Максимальный угол выхода равен  **$42^\circ$** ,  
около него концентрация лучей  
**максимальна**

И хотя внутри конуса света от капли присутствуют солнечные лучи, наш глаз воспринимает только **повышенную концентрацию лучей**



До этого мы говорили о преломлении луча **белого цвета**, но ведь вследствие **дисперсии** он раскладывается в спектр



Красный преломляется меньше всего, фиолетовый больше всего, следовательно:

**К**аждый  
**О**хотник  
**Ж**елает  
**З**нать

A landscape photograph featuring a vibrant green field in the foreground and a double rainbow arching across a dark, stormy sky. The sun is visible at the base of the primary rainbow on the right side, casting a bright glow over the field. The text is overlaid in the center of the image.

Радужн

о  
Темн

о  
Радужн

о

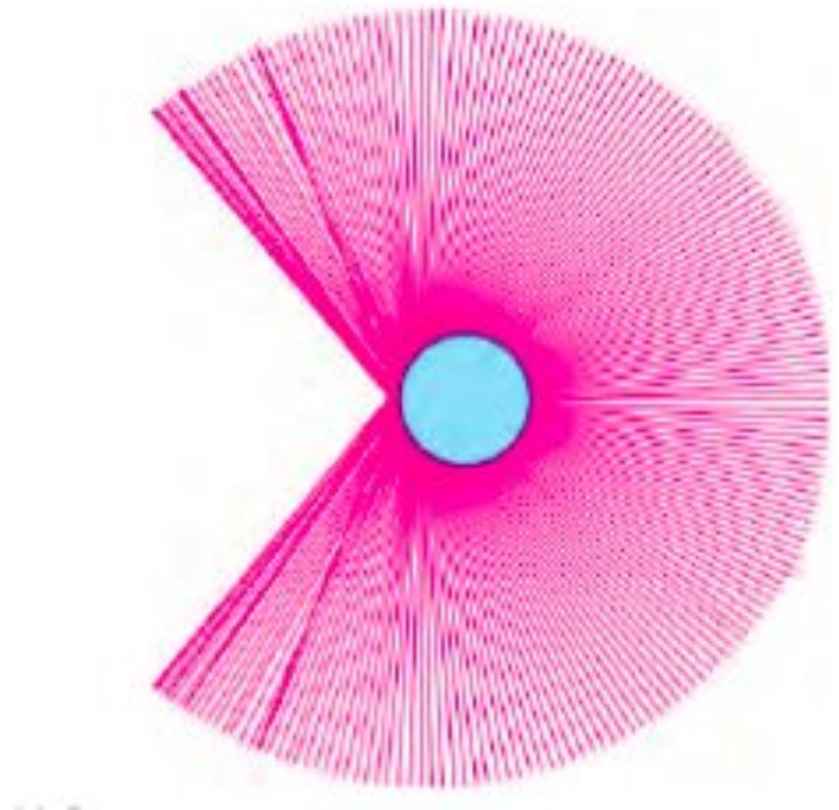
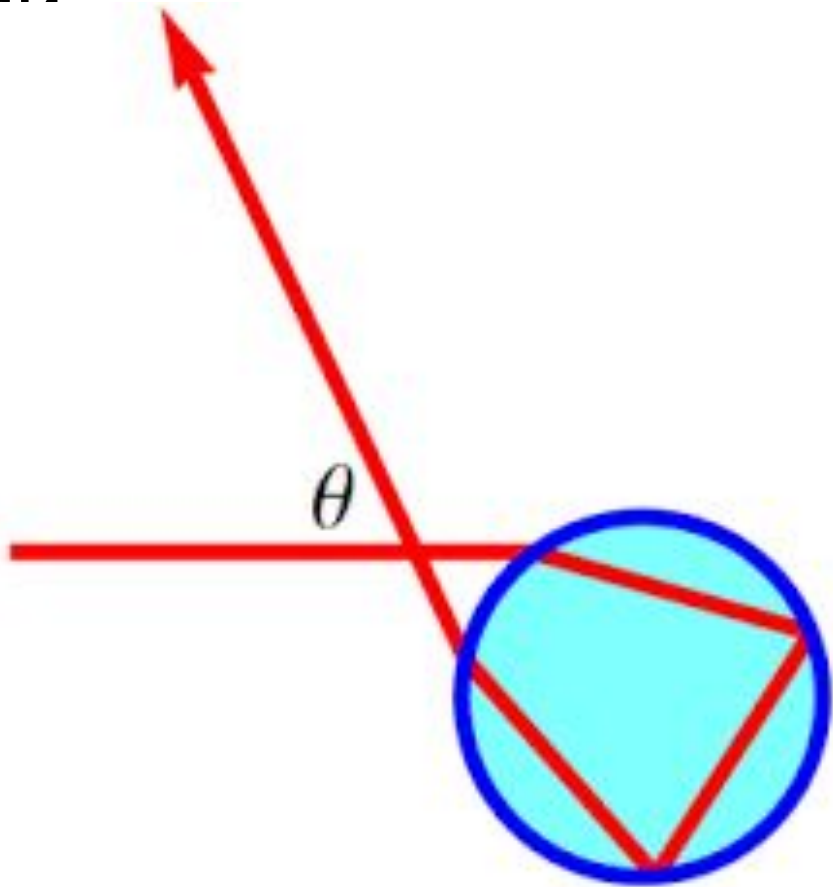
Свет

ло

# Двойная радуга и пространство

Александра

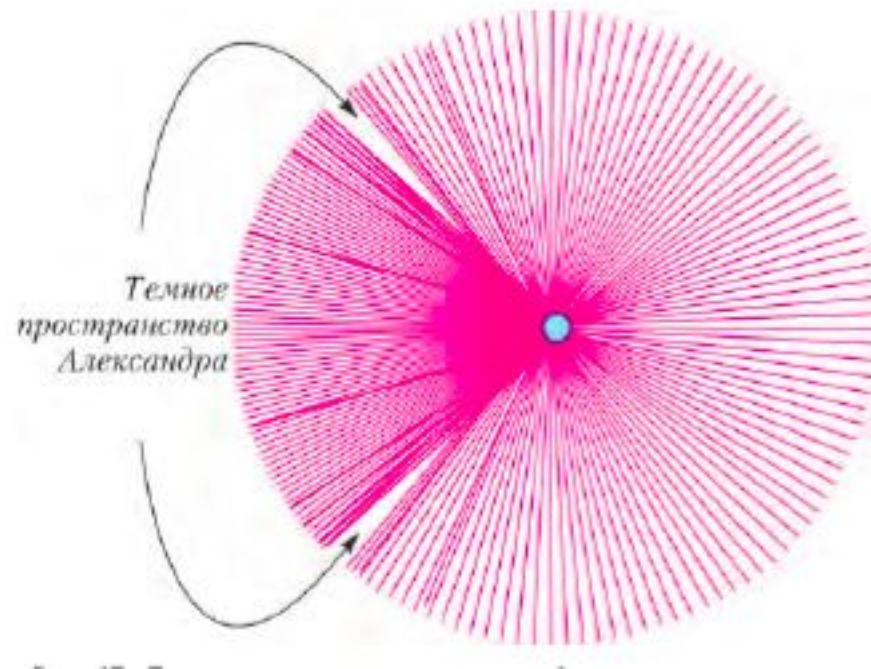
Образуется за счет лучей **дважды отражённых** внутри капль





Аналогично «первой радуге» наш глаз воспринимает только **повышенную концентрацию** световых лучей, разложенных в спектр, близ угла выхода, равному **51°**

Что будет, если наложить две картины всех лучей, однократно или двукратно отразившихся от поверхности капли?



# Заключени

е

В заключении необходимо сказать, что радуга является **оптическим эффектом**, зависящим от положения Солнца и наблюдателя. Поэтому ту радугу, которую вы видите «здесь и сейчас» **никто больше никогда** не увидит.

Мне кажется, это является одним из поводов считать каждого человека **уникальным и непревзойденным**.

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ**