



ПО4ЭМУ4КВ

Экономико-математическая

школа

Тема 2: «Геометрическая оптика. Радуга»

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

- *Фэн Цзицай «Полёт души»*

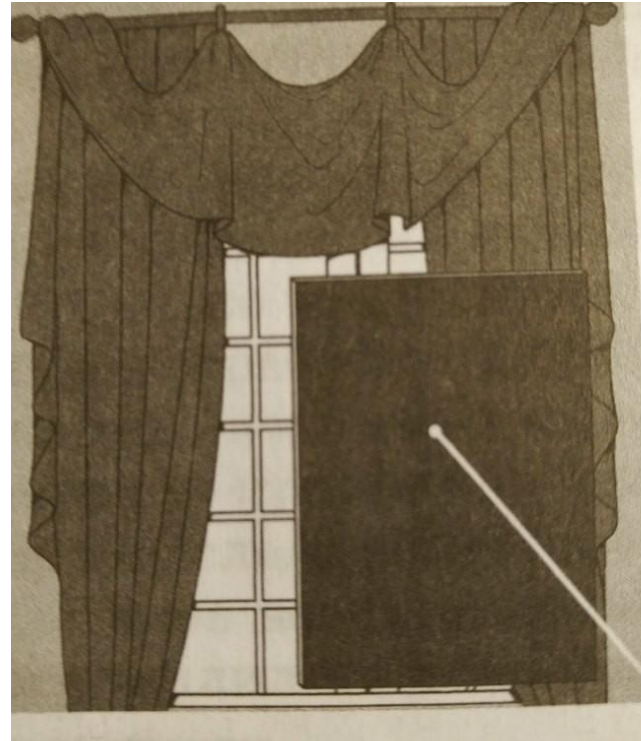
Развитие взглядов на природу света

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*):

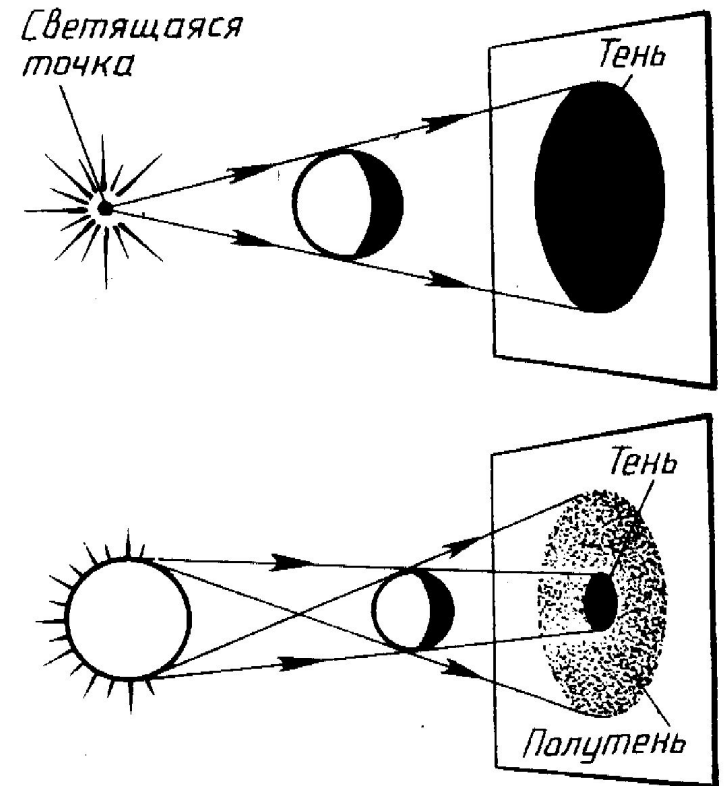
1. Закон прямолинейного распространения света;
2. Закон отражения света;
3. Закон преломления света;
4. Закон независимости световых пучков;

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

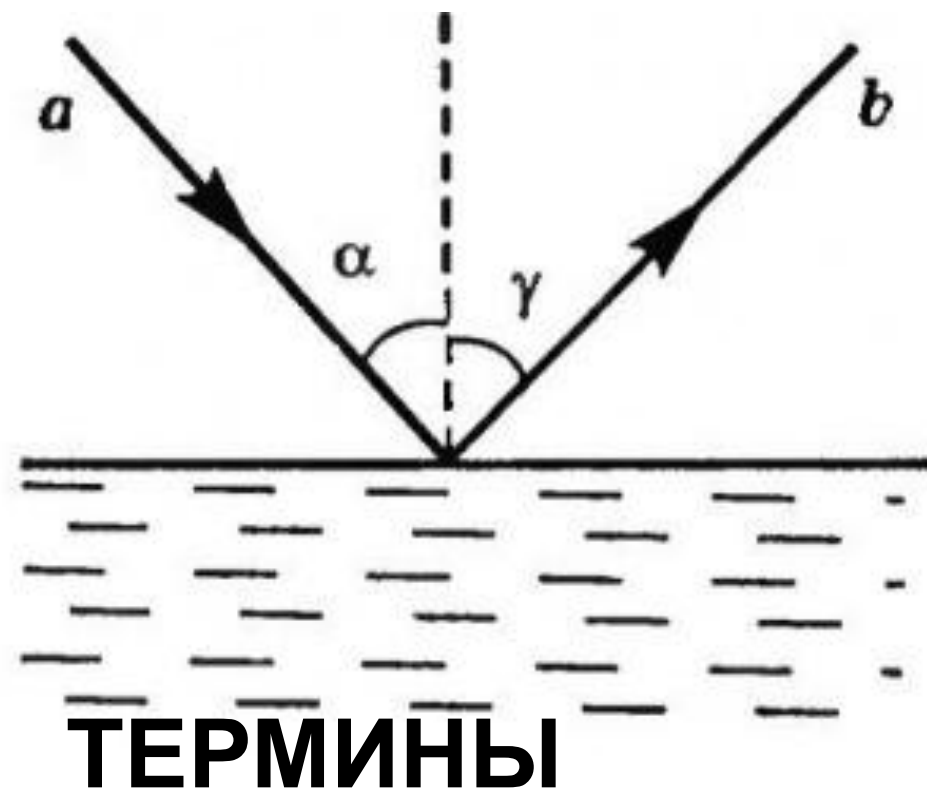
СВЕТА
- падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;
угол падения равен углу отражения;

a – луч падающий

b – луч отражённый

Альфа – угол падения

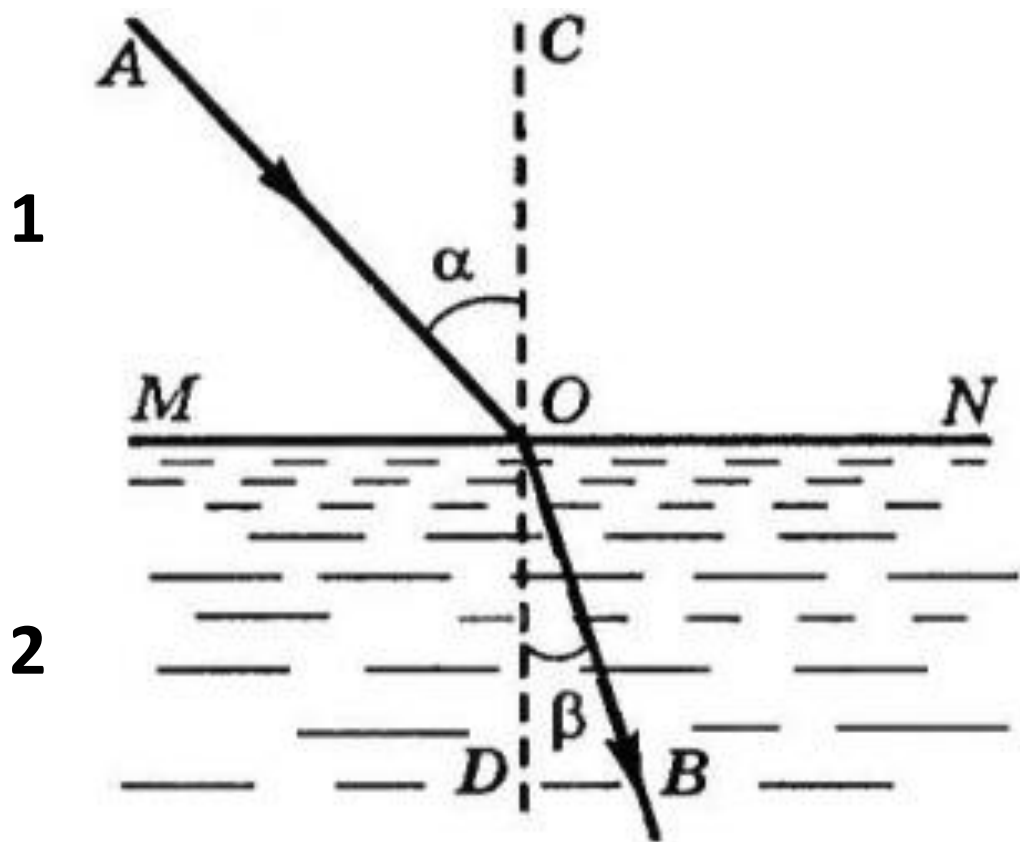
Гамма – угол отражения



Закон преломления света

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

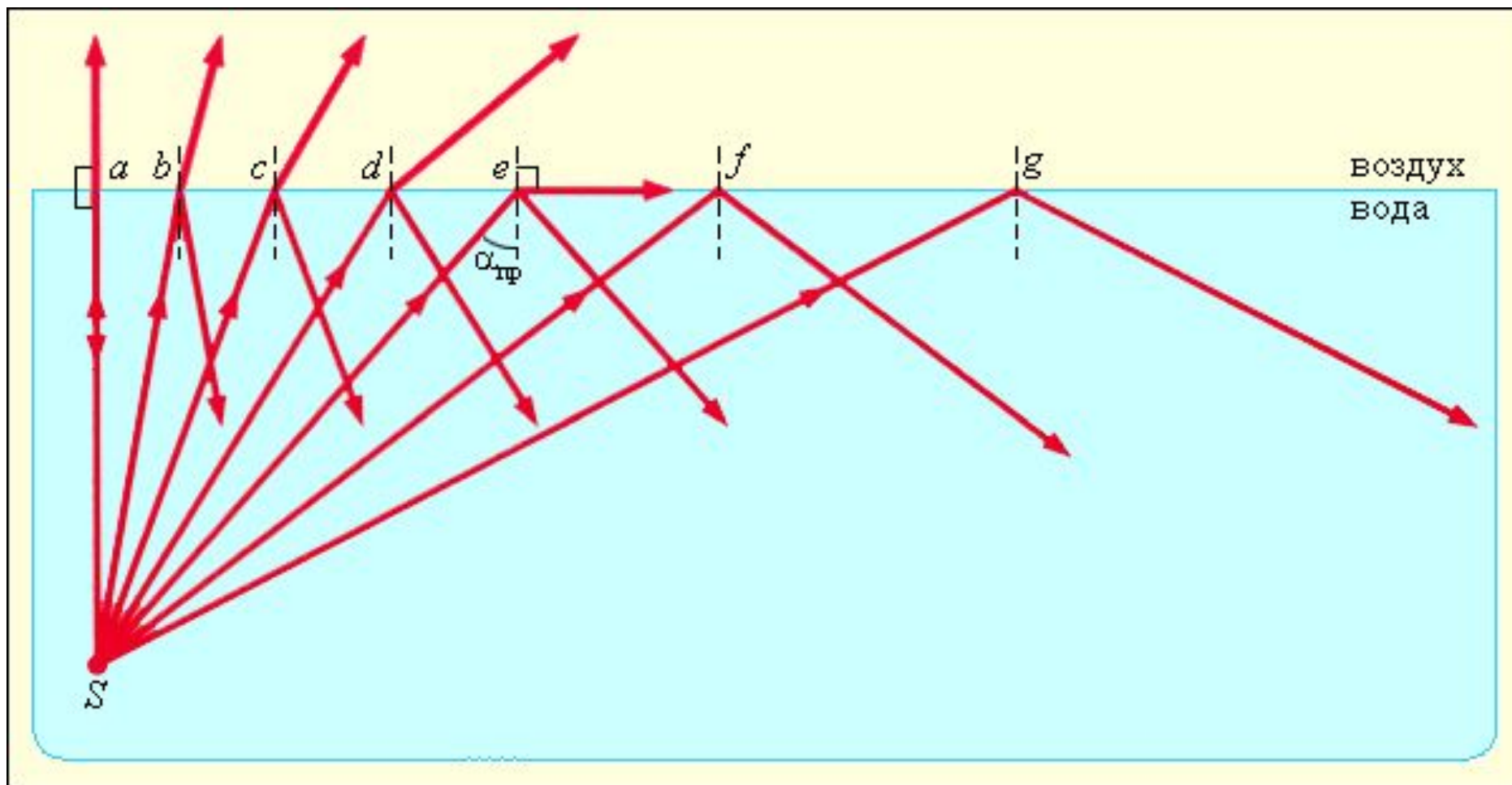
отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина **постоянная** для данных двух сред, не зависящая от угла падения, она называется **относительным показателем преломления** второй среды по отношению к первой;



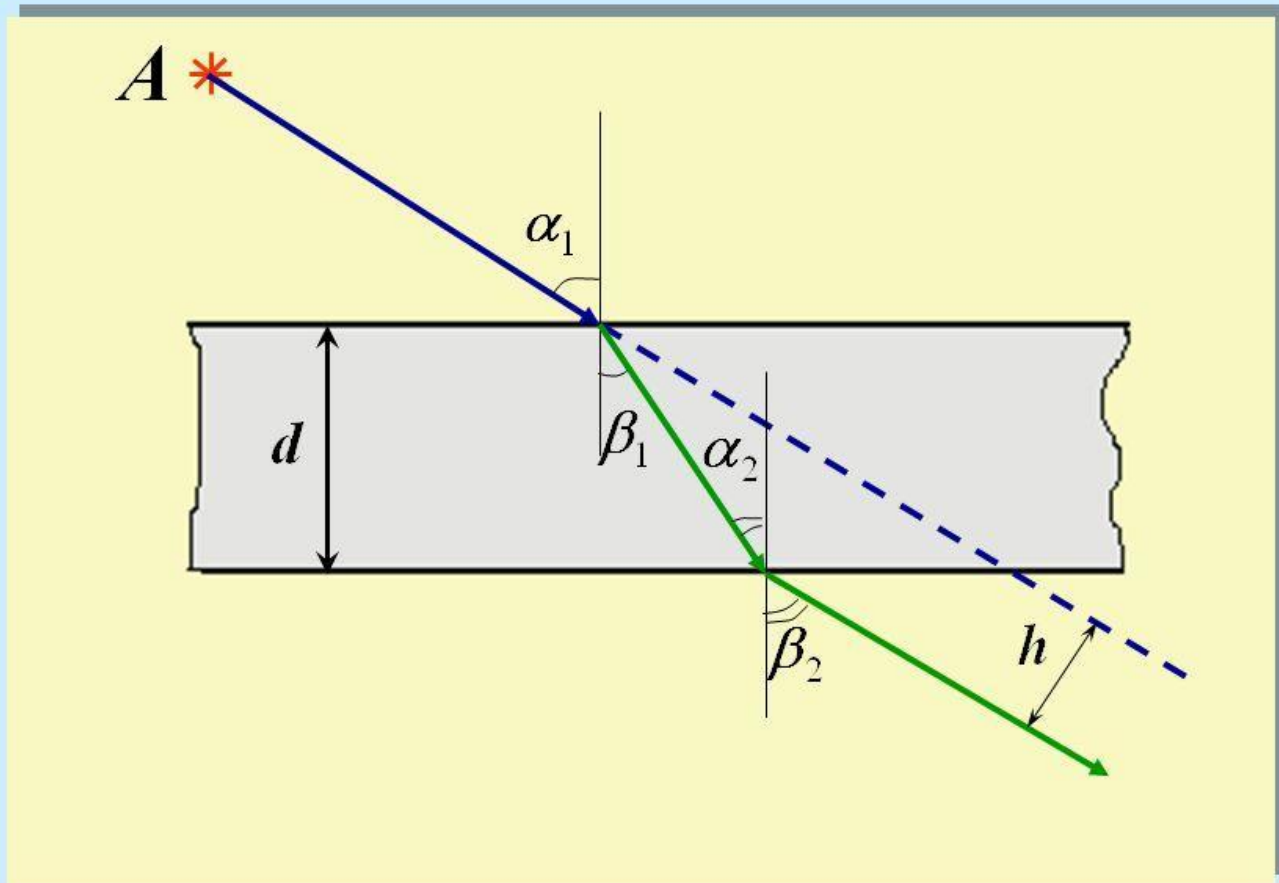
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \text{const} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

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



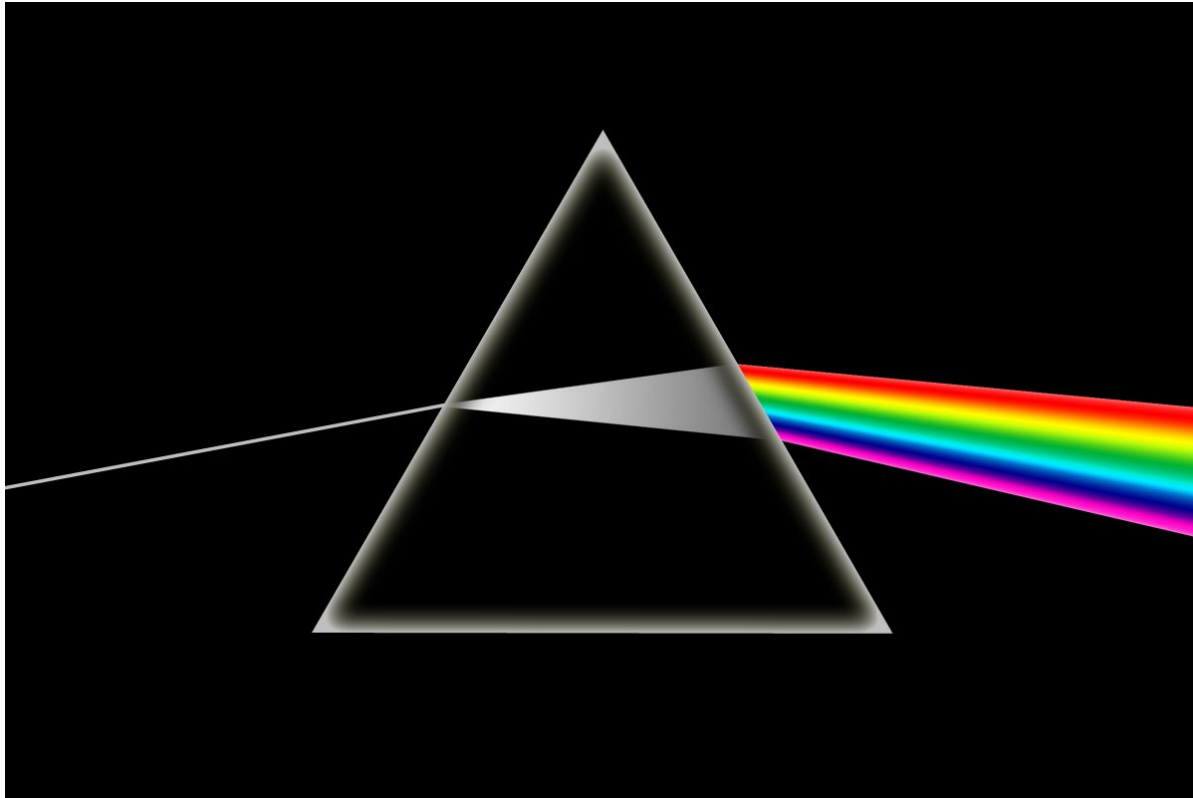
Дисперсия



«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

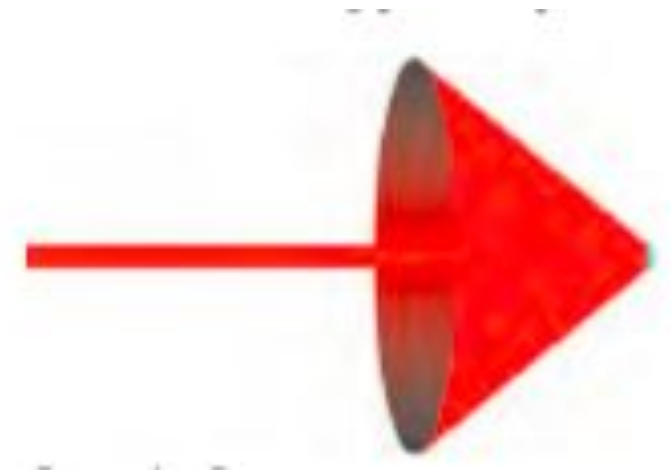


Декартова

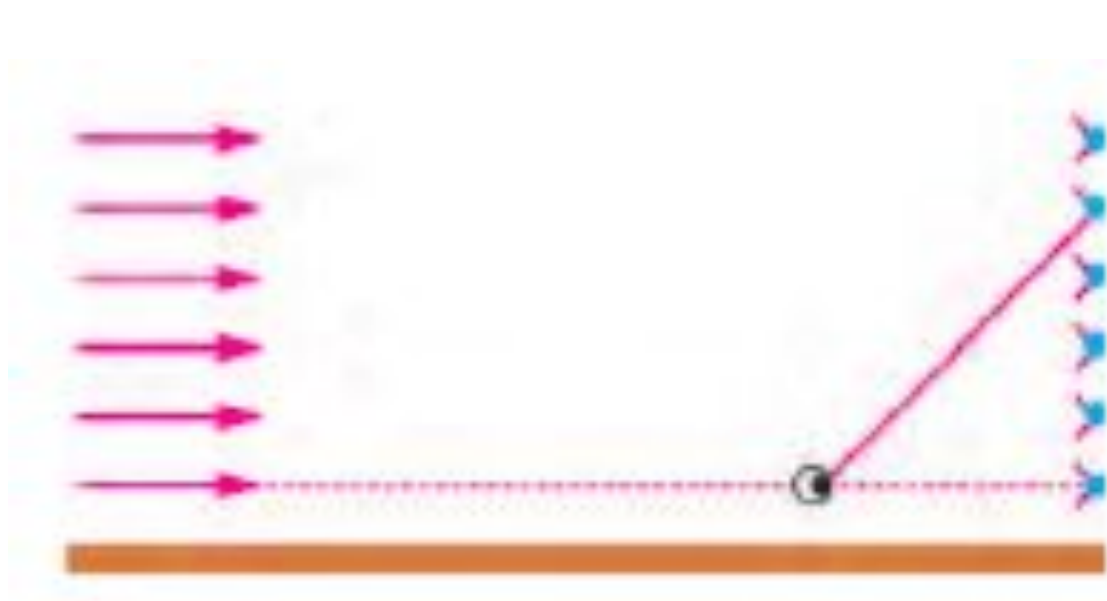
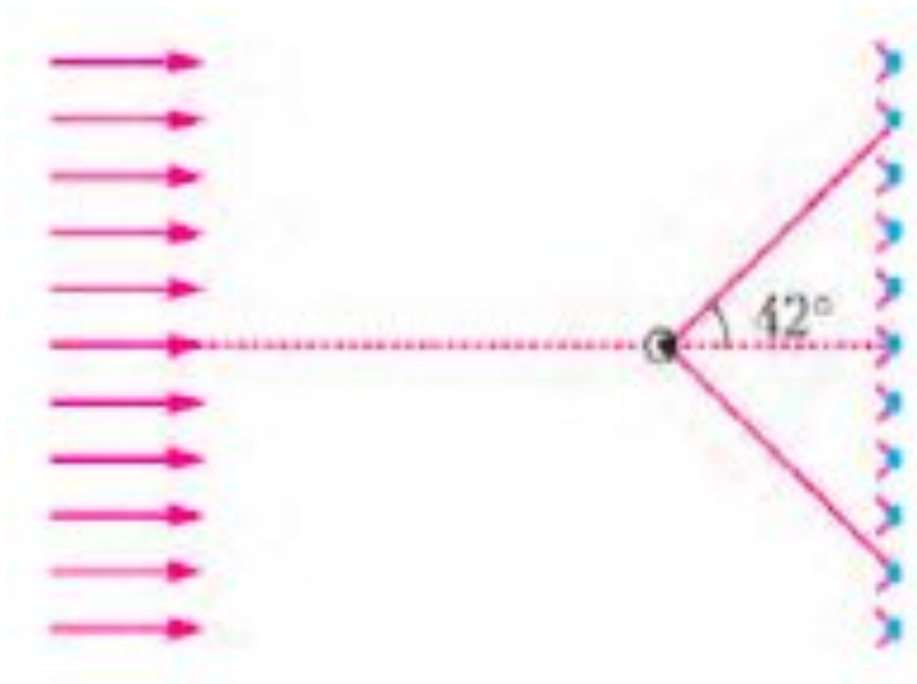
радуга

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



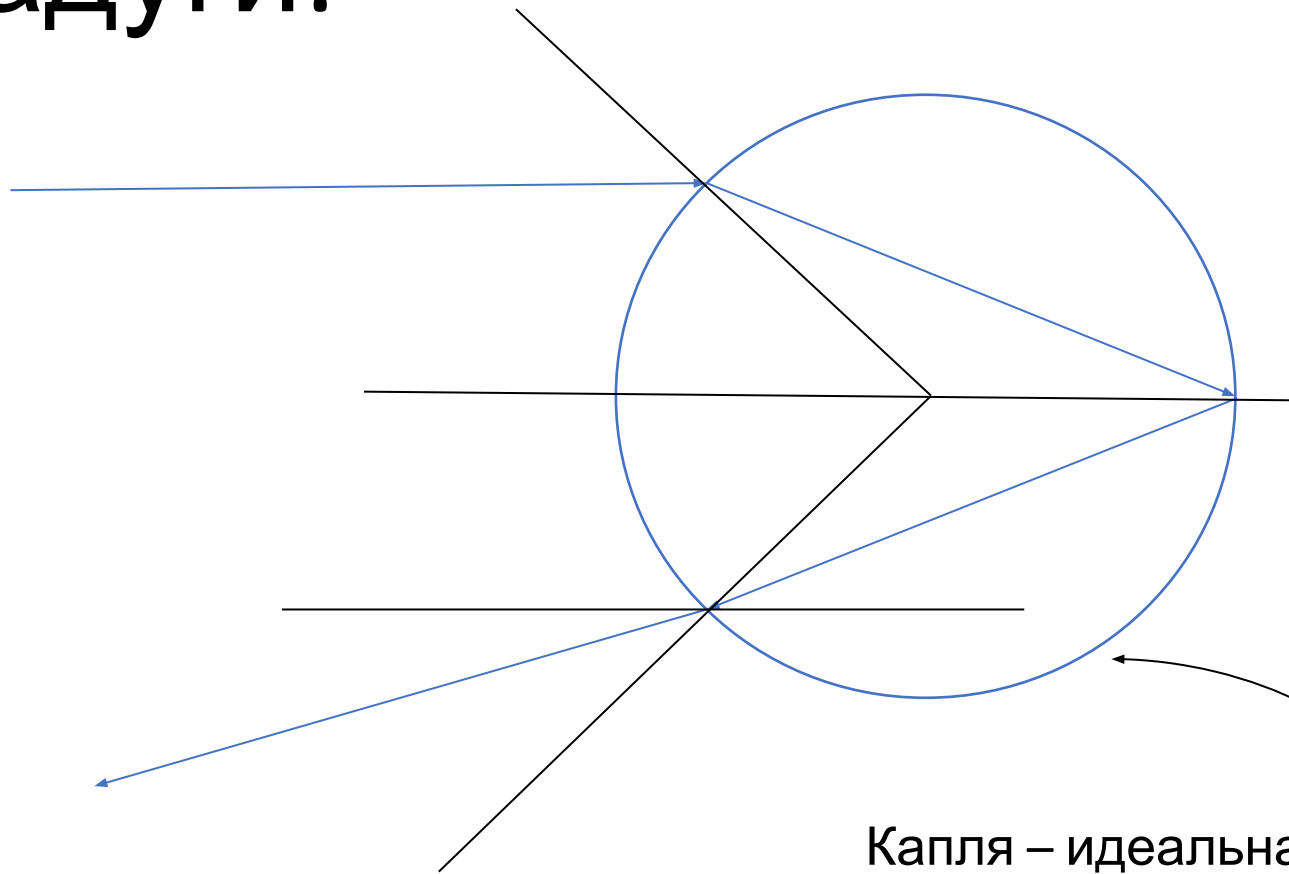
В реальных условиях обзор наблюдателя ограничивается поверхностью Земли

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



Механизм образования

радуги:



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

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

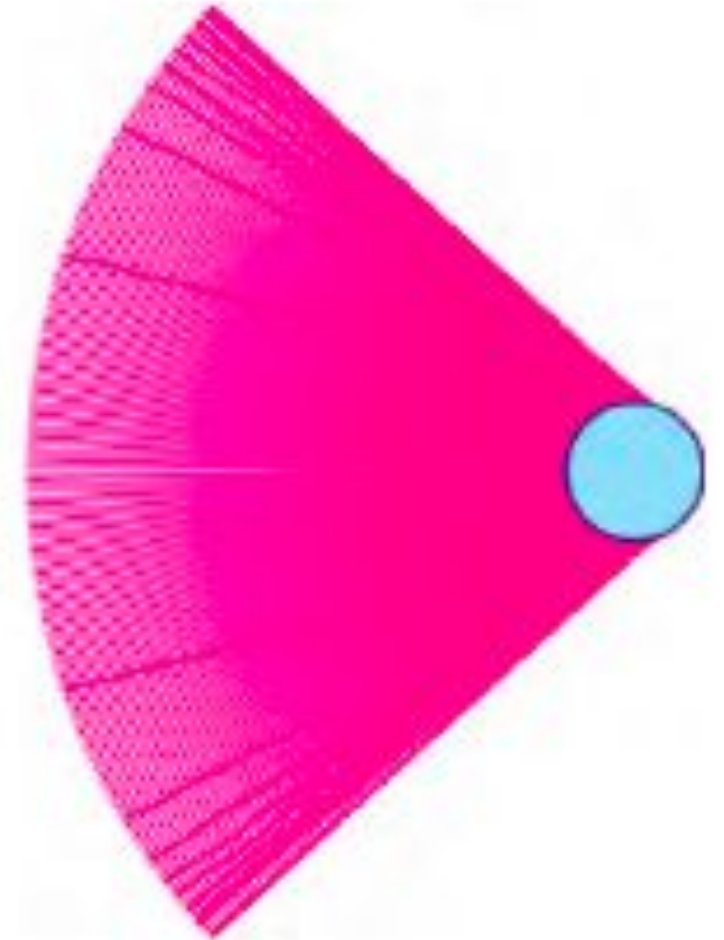
(угол
выхода)

Капля – идеальная сфера, заполненная
водой

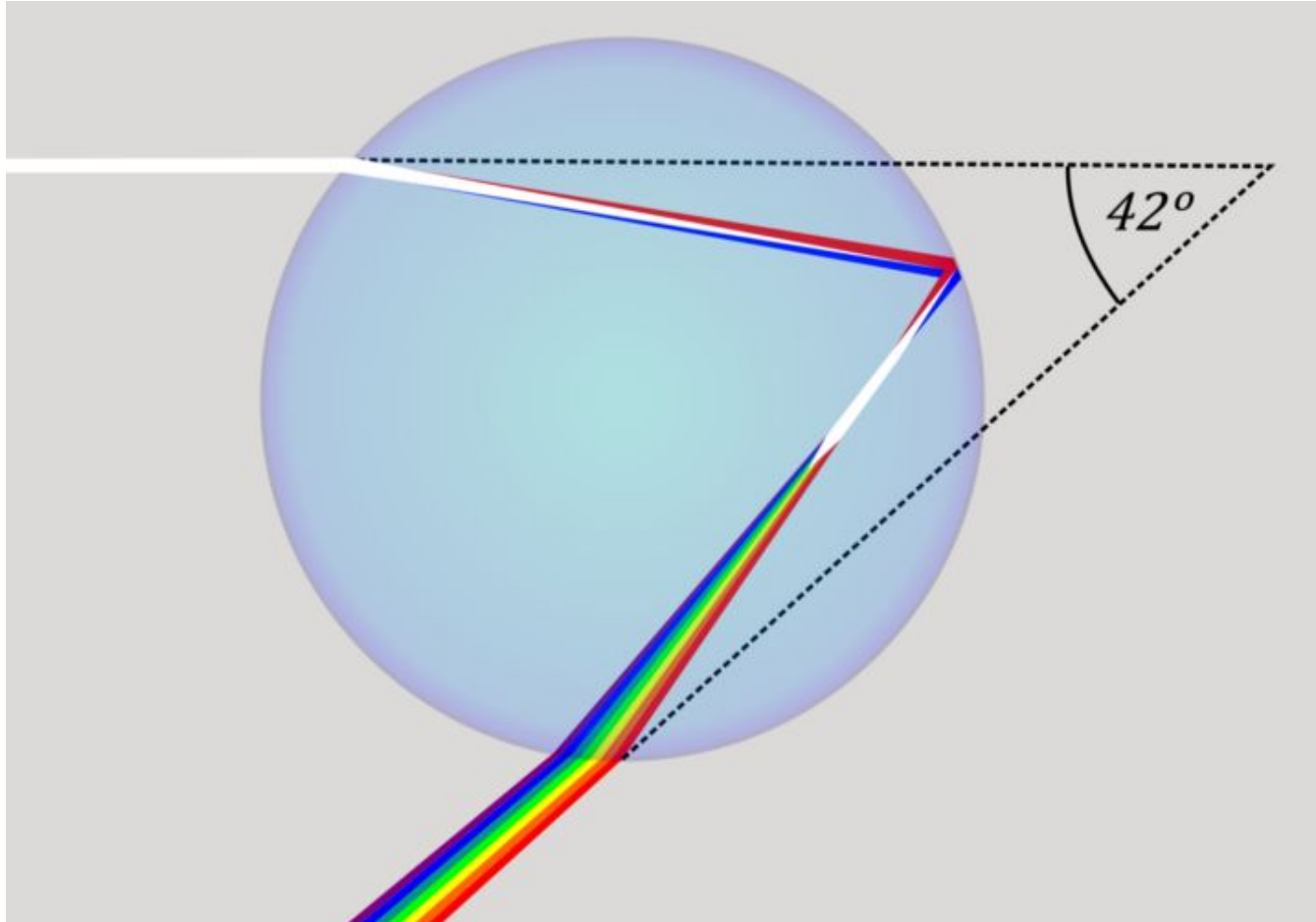
Если рассмотреть зависимость угла выхода от угла падения (высоты падения солнечного луча), то придем примерно к такой картине:

Максимальный угол выхода равен **42°** ,
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:

Каждый
Охотник
Желает
Знать

A landscape photograph featuring a vibrant green field in the foreground and a double rainbow arching across a dark, stormy sky. The rainbows are positioned symmetrically, with the primary rainbow being more prominent. The overall mood is dramatic and serene.

Радужн

о
Темн

о
Радужн

о

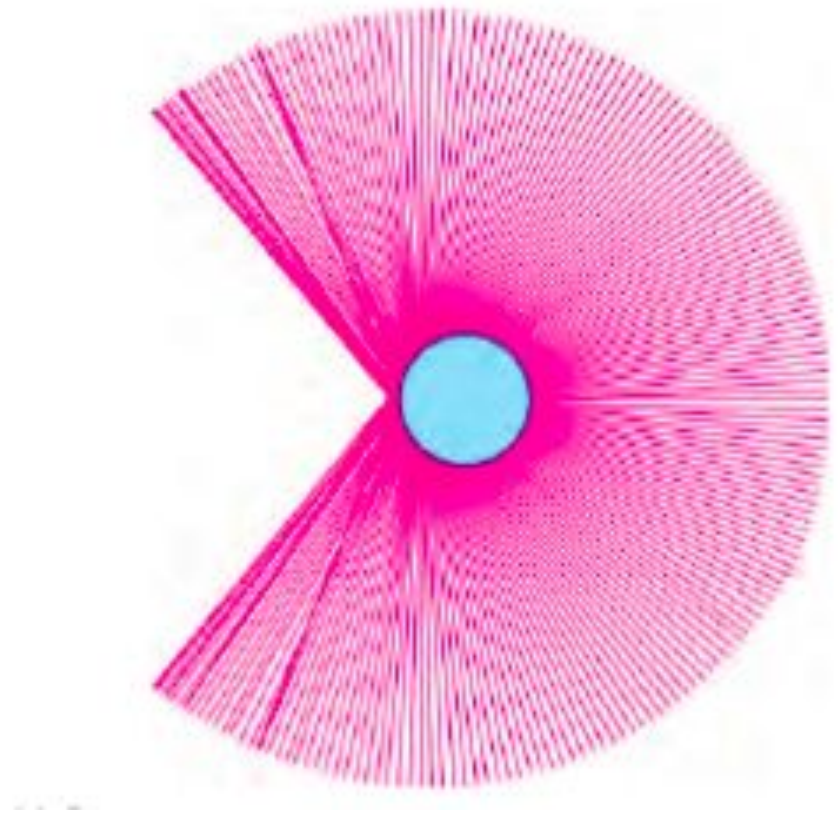
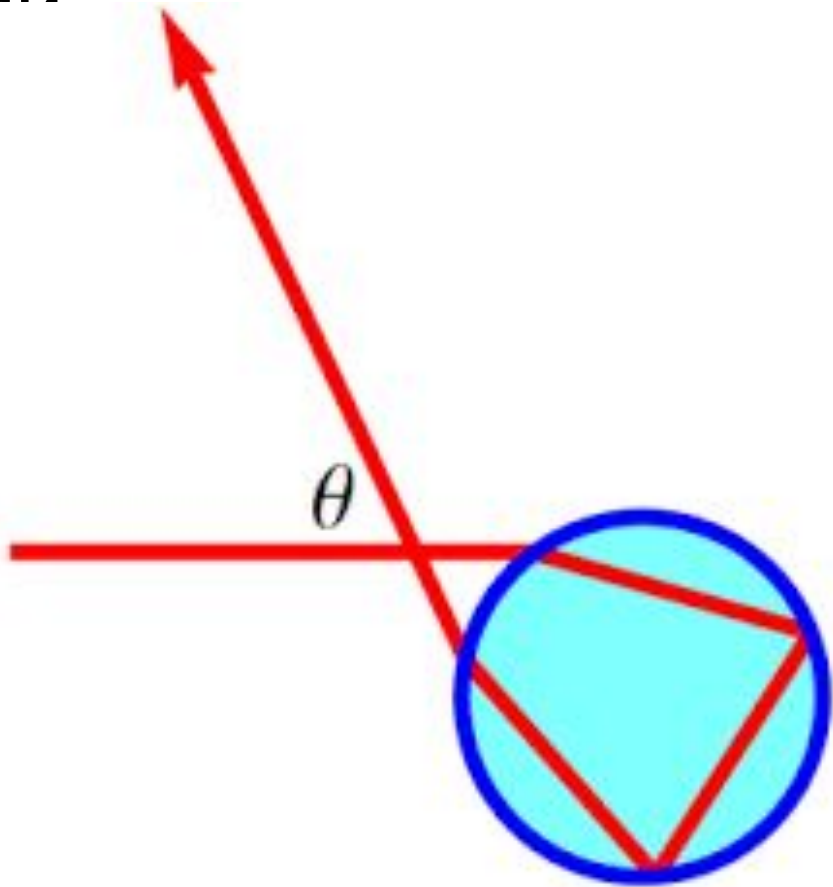
Свет

ло

Двойная радуга и пространство

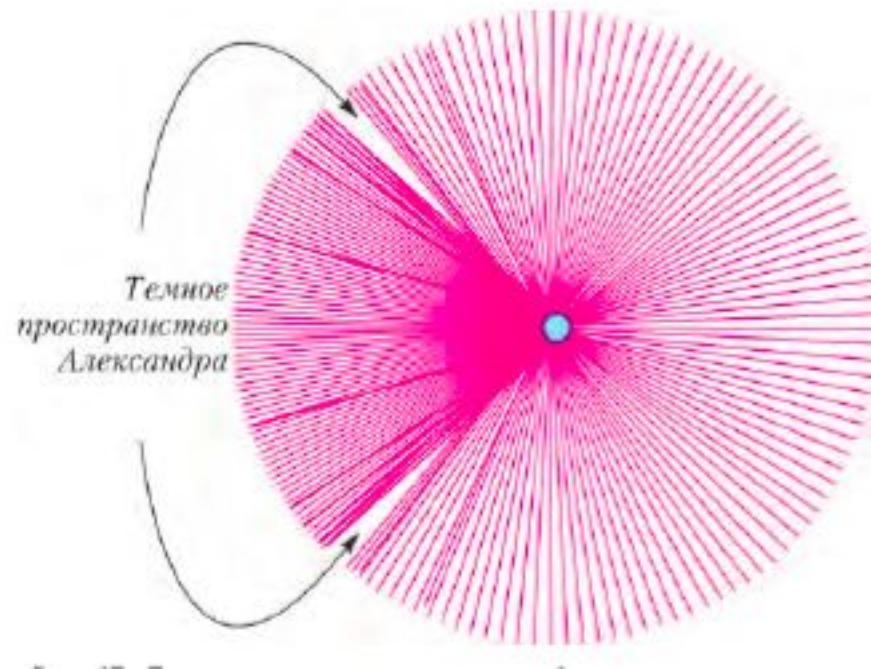
Александра

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**