

# Законы преломления света

[900igr.net](http://900igr.net)

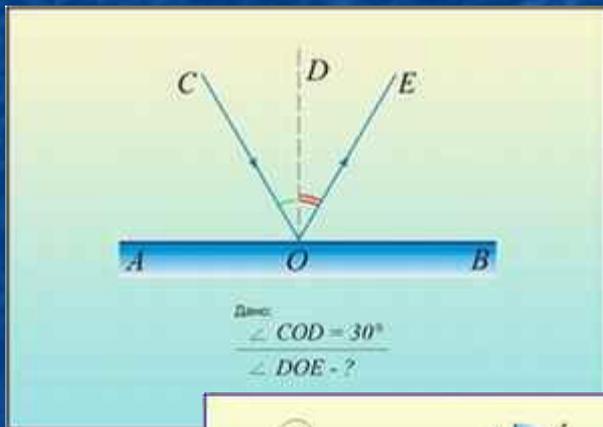
[900igr.net](http://900igr.net)

## *наши цели*

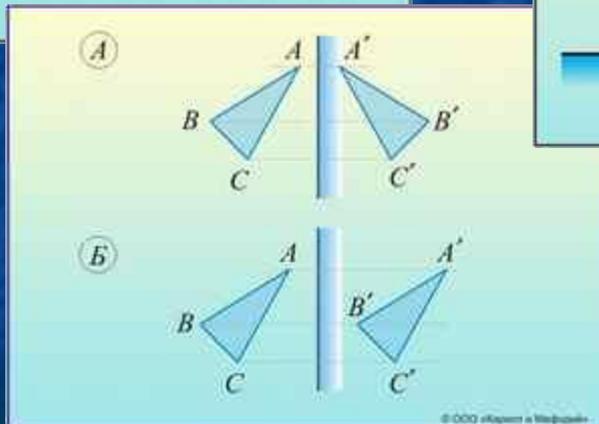
- Углубление и систематизация знаний об особенностях распространения света на границе раздела двух сред;
- Знакомство с законами преломления света;
- Знакомство с областями практического использования закона;
- Развитие навыков самостоятельности;

# проверочная работа

1.



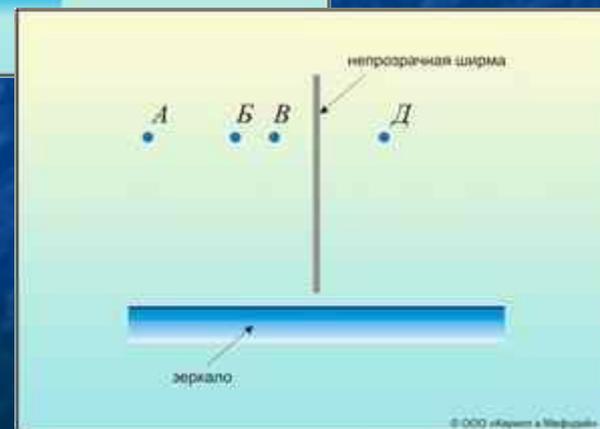
2.



3.



4.



## *проверочная работа*

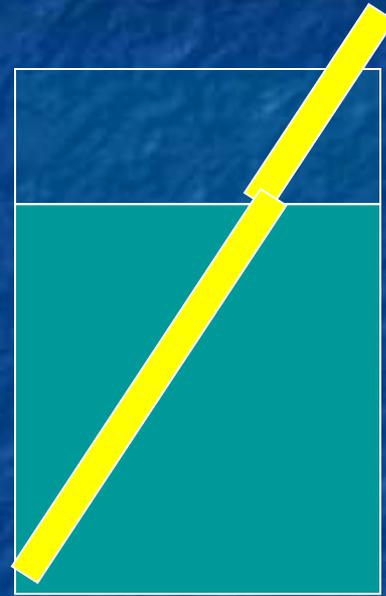
5. Какие печатные буквы алфавита не изменяются при отражении в плоском зеркале?
6. Человек приближается к плоскому зеркалу со скоростью 2 м/с. С какой скоростью нужно удалять зеркало от человека, чтобы расстояние между человеком и его изображением не менялось?

Ответы: 1)30 2) Б 3)  $\alpha = \beta$  4)Б  
5)А Ж М Н О П Т Ф Х Ш 6)2м/с

# План изложения нового материала:

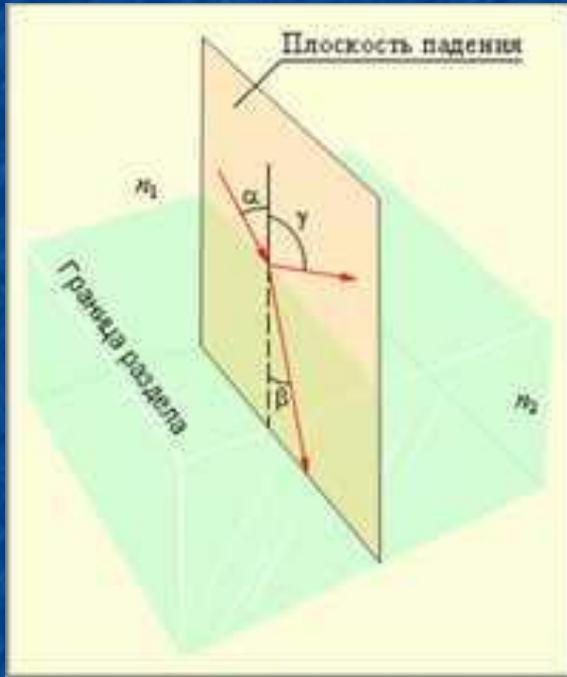
- Явление преломления света.
- Законы преломления света.
- Абсолютный и относительный показатели преломления.
- Явление полного внутреннего отражения.

*в чем причина?*



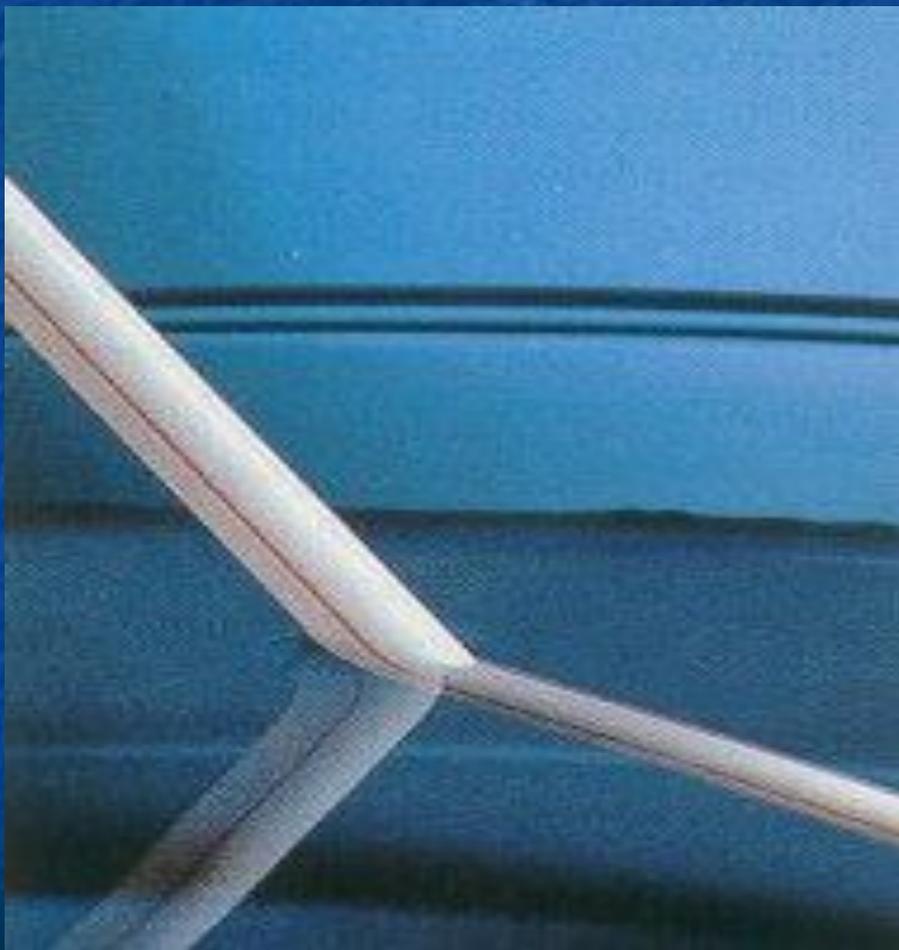
*не связано ли это со скоростью света в воздухе и в воде?*

# граница раздела двух сред



Какие явления происходят на границе раздела двух сред?

# Преломление света



Явление изменения направления распространения света на границе раздела двух сред при переходе из одной среды в другую называется преломлением света.

# эксперимент



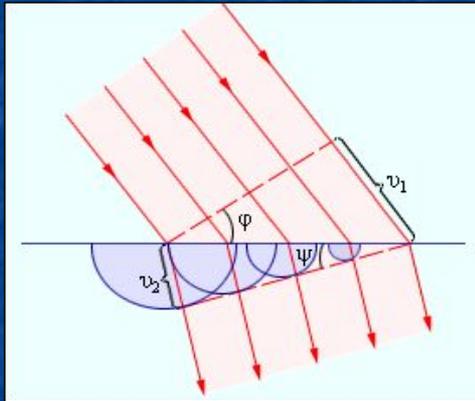
Какая среда более плотная?

Какая среда менее плотная?

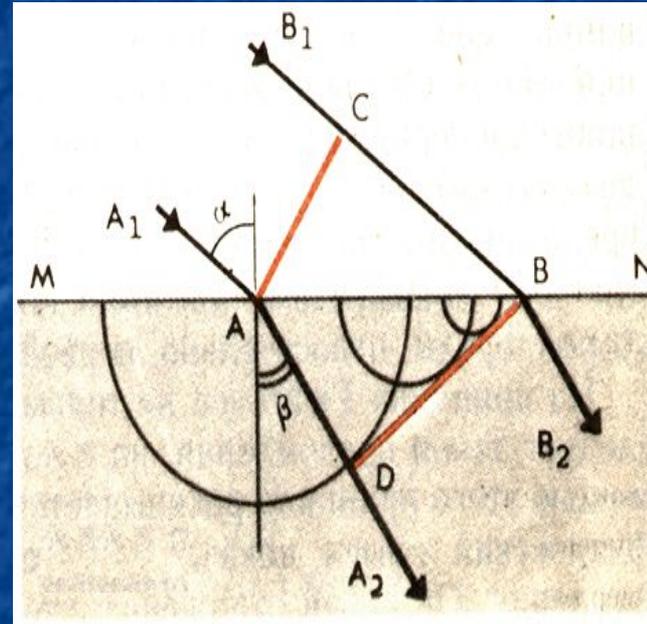
В какой среде скорость света меньше?

Виртуальный стенд

# Второй закон преломления



Построения Гюйгенса для определения направления преломленной волны.

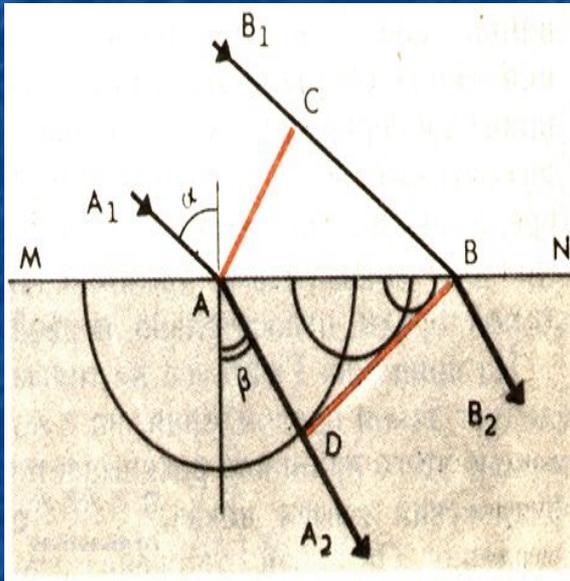


Выведем второй закон преломления с помощью принципа Гюйгенса. Преломление света при переходе из одной среды в другую вызвано различием в скоростях распространения света в той и другой среде. Обозначим скорость волны в первой среде через  $v_1$ , а во второй — через  $v_2$ . Пусть на плоскую границу раздела двух сред (например, из воздуха в воду) падает плоская световая волна



**Волновая поверхность  $AC$**   
**перпендикулярна лучам  $A_1A$  и  $B_1B$ .**  
**Поверхности  $MN$  сначала достигнет луч**  
 **$A_1A$ .**  
**Луч  $B_1B$  достигнет поверхности спустя**  
**время**

$$\Delta t = \frac{CB}{v_1}$$



Поэтому в момент, когда вторичная волна в точке  $B$  только начнет возбуждаться, волна от точки  $A$  уже имеет вид полусферы радиусом  $AD = v_1 \Delta t$ .

Волновую поверхность преломленной волны можно получить, проведя поверхность, касательную ко всем вторичным волнам во второй среде, центры которых лежат на границе раздела сред. В данном случае это плоскость  $BD$ . Она является огибающей вторичных волн.

Угол падения  $\alpha$  луча равен углу  $CAB$  в треугольнике  $ABC$  (стороны одного из этих углов перпендикулярны сторонам другого). Следовательно,  $CB = v_1 \Delta t = AB \sin \alpha$ . (1)

Угол преломления  $\beta$  равен углу  $ABD$  треугольника  $ABD$ . Поэтому  $AD = v_1 \Delta t = AB \sin \beta$ . (2)

Разделив почленно (1) на (2), получим

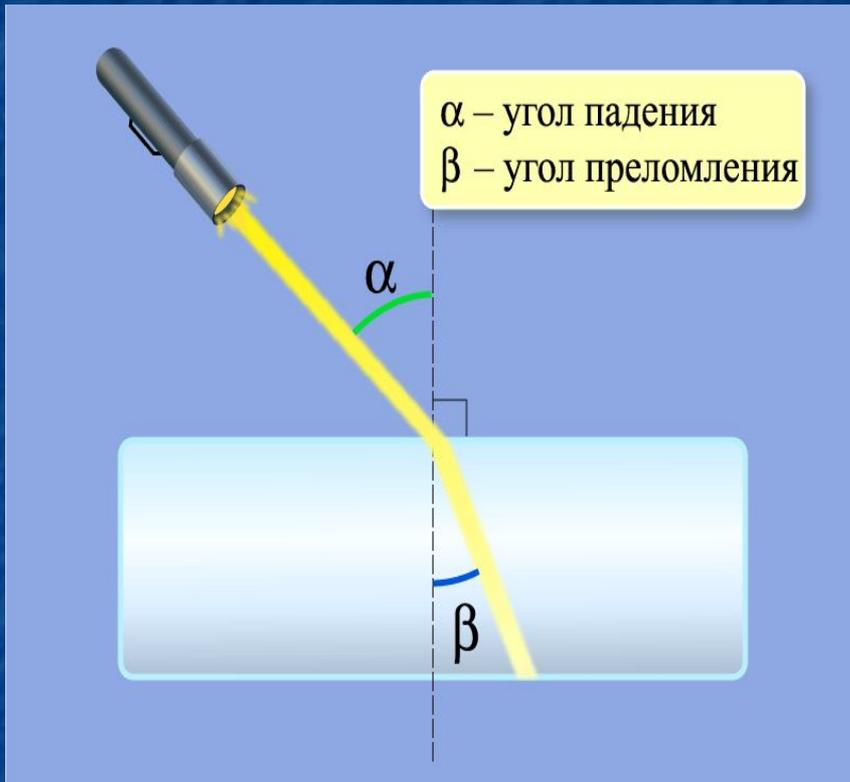
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = n$$

где  $n$  — постоянная величина, не зависящая от угла падения

**Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред.**



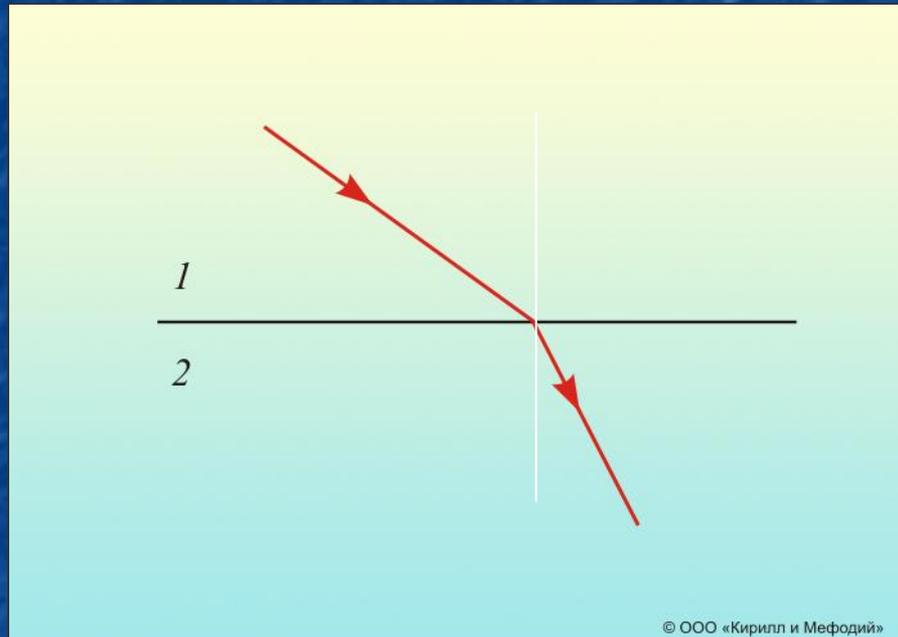
# Законы преломления света



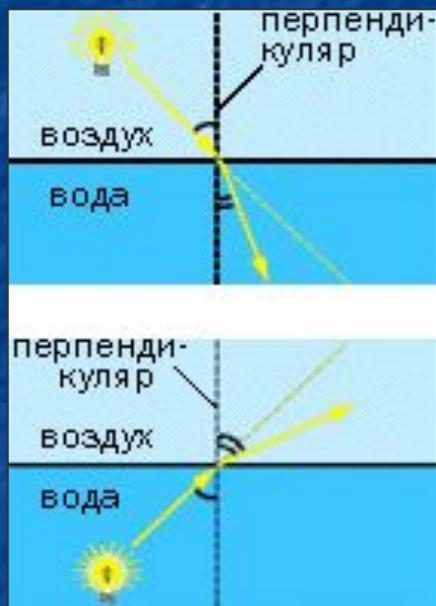
Этот закон был установлен Снеллиусом (1580 - 1626).

- Падающий луч, преломленный 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 двух сред.

*сделай чертеж...*



# закономерности поведения луча



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$n_{2,1}$  – относительный показатель преломления второй среды относительно первой.



# Закон Снеллиуса:

**Абсолютный показатель  
преломления:**

**Относительный показатель  
преломления:**

Если обозначить скорость распространения  
света в первой среде  $v_1$ ,  
а во второй –  $v_2$ , то  
$$n = v_1 / v_2$$

Показатель преломления вещества  
относительно вакуума называется  
абсолютным показателем преломления.

$$n_1 = c / v_1 \qquad n_2 = c / v_2$$

Откуда: 
$$n_{2,1} = n_2 / n_1$$

$n_1$  и  $n_2$  – абсолютные показатели  
преломления первой и второй сред.

Абсолютный показатель преломления среды - физическая величина, равная отношению скорости света в вакууме к скорости света в данной среде:

$$n = c / v$$

Абсолютный показатель преломления среды показывает во сколько раз скорость распространения света в данной среде меньше, чем скорость света в вакууме:

$$v = c / n$$

Для любой среды  $n > 1$ . Чем больше абсолютный показатель преломления среды, тем меньше скорость распространения в ней.

- Если луч света попадает из оптически менее плотной среды в более плотную, то преломленный луч «прижимается» к перпендикуляру, восстановленному в точке падения луча.
- Если луч света попадает из оптически более плотной среды в менее плотную, то преломленный луч «убегает» от перпендикуляра.

Угол падения  $\alpha_0$ ,  
которому соответствует  
угол преломления  $\beta=90^\circ$ ,  
называется  
пределным углом падения:

$$\sin \alpha_0 = 1/n$$

(для воды  $\alpha_0 = 48^\circ$ ).

# Показатель преломления воды

$$n = v_1 / v_2 = \sin \alpha / \sin \beta$$

$v_1$  – скорость света в воздухе  
– 300 000 км/с

$v_2$  - скорость света в воде –  
225 000 км/с

$$n = 300\,000 / 225\,000 = 1,33$$

## Показатели преломления некоторых веществ

Стекло

$n = 1,52$

Спирт

$n = 1,36$

Алмаз

$n = 2,42$

Глицерин

$n = 1,47$

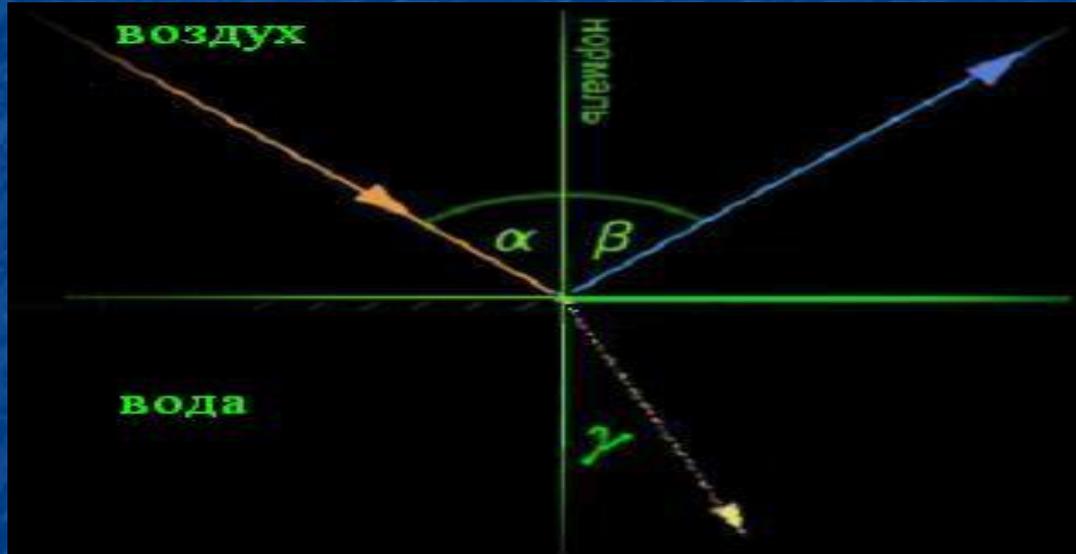
Скипидар

$n = 1,5$

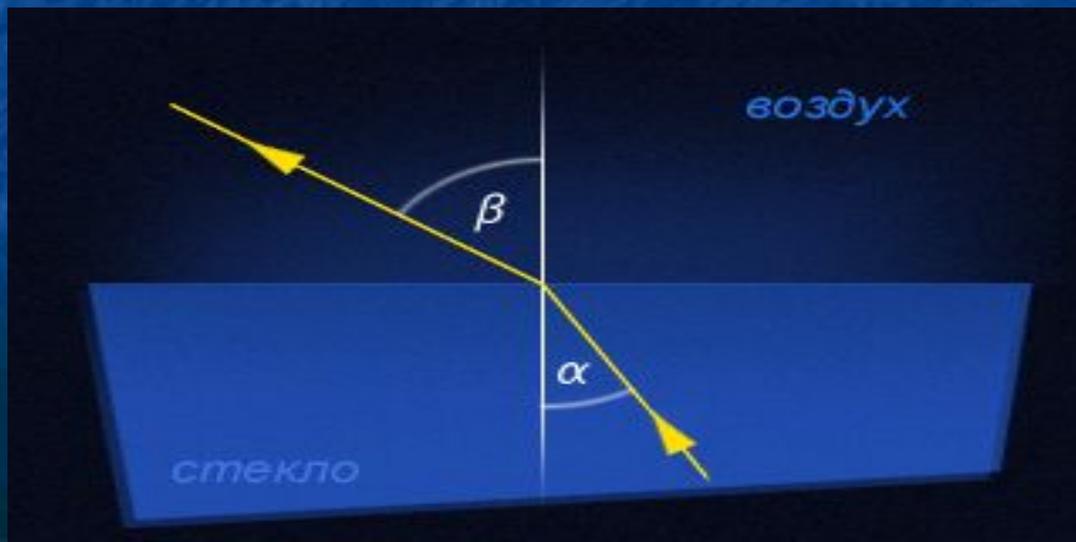
Воздух

$n = 1,0003$

# Зависимость угла преломления от вещества



Если  $n > 1$ , то угол преломления меньше угла падения.



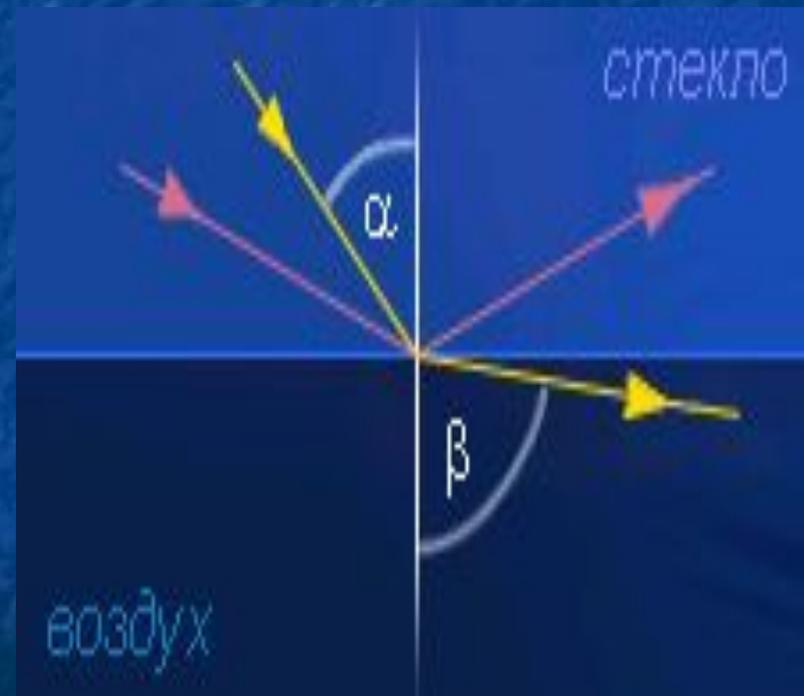
Если  $n < 1$ , то угол преломления больше угла падения.

# Явление полного отражения света.

При некотором угле падения  $\alpha$  угол преломления  $\beta$  становится практически равным  $90^\circ$ .

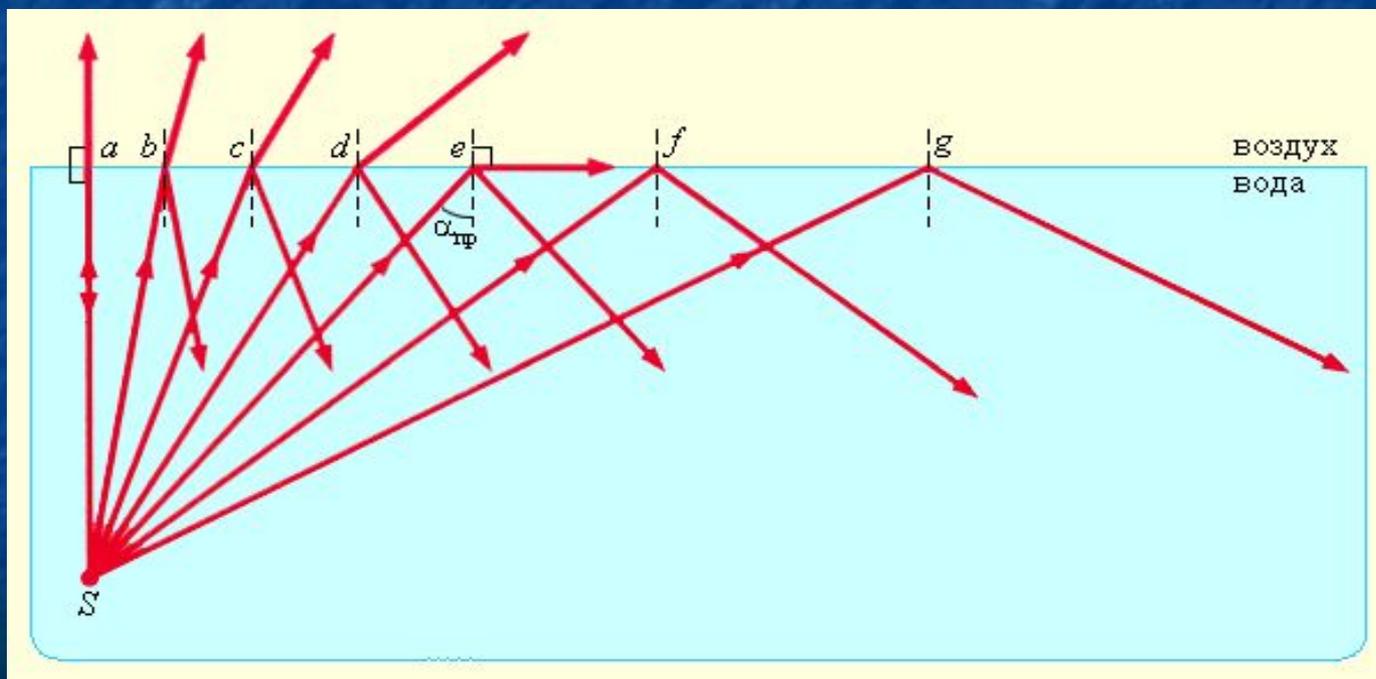
Что будет, если увеличивать угол падения?

Достигнув границы раздела двух сред, луч отразится обратно внутрь стекла.

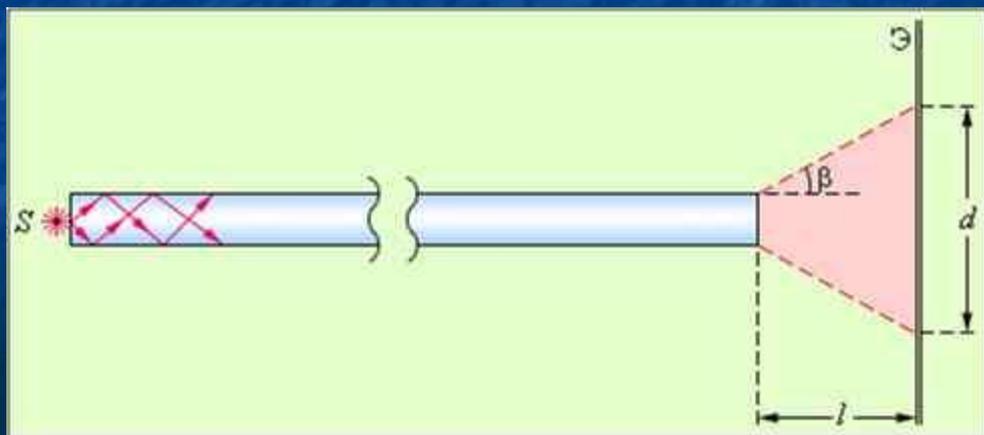
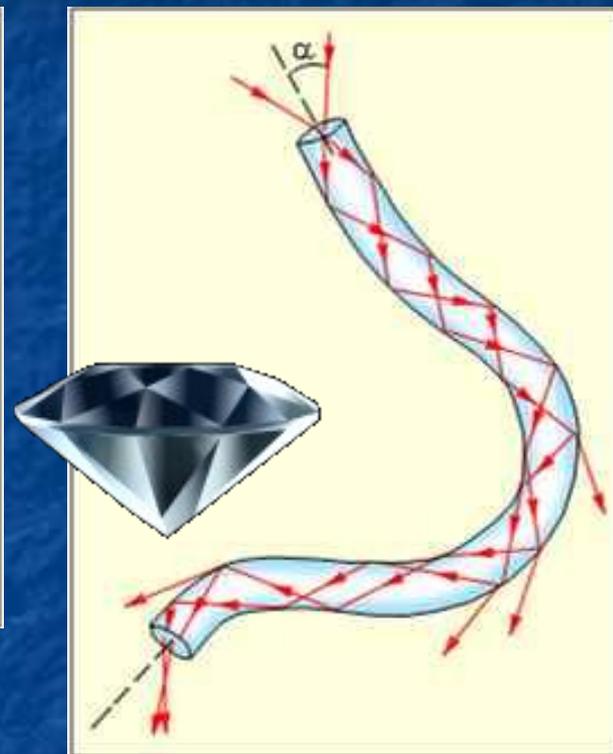
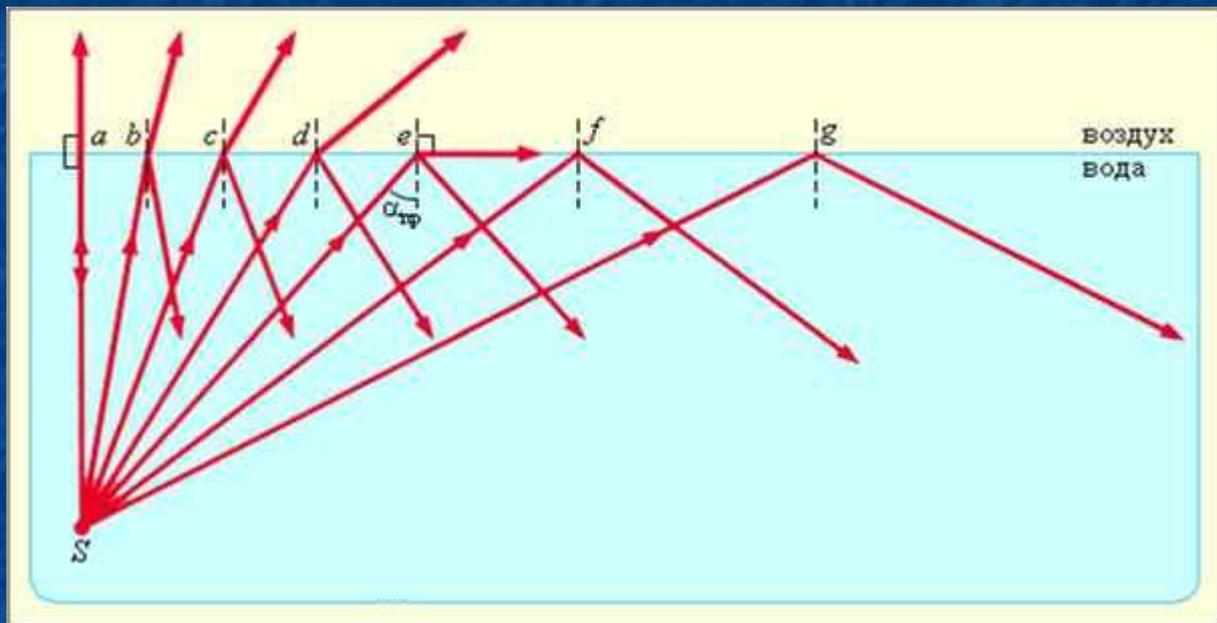


# Полное отражение.

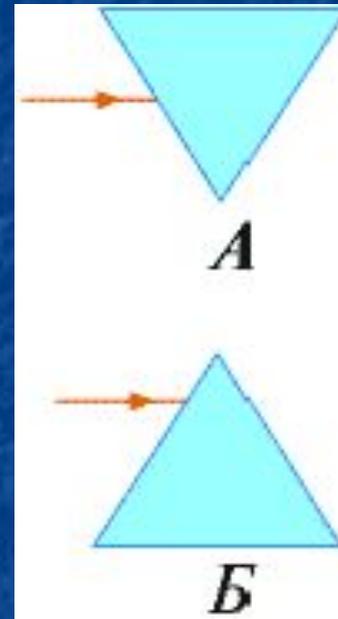
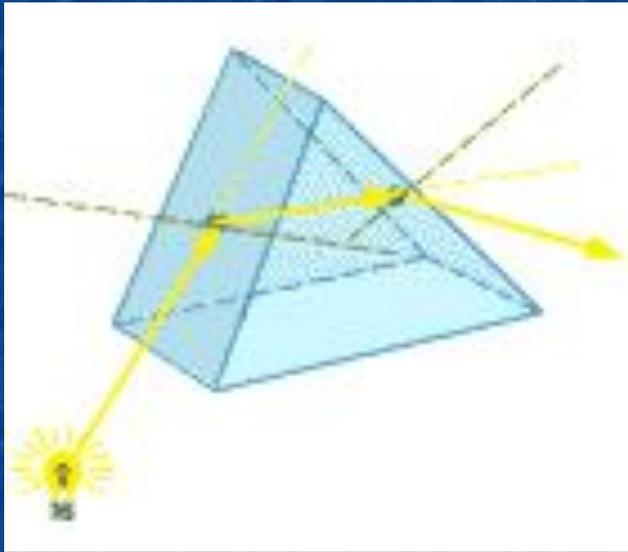
Если направить свет из оптически более плотной среды в менее плотную, то может наступить момент, когда угол преломления станет равным  $90^\circ$  - происходит **полное внутреннее отражение**.



# полное внутреннее отражение!

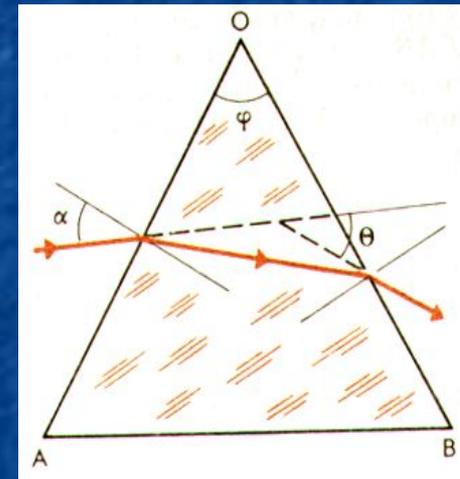
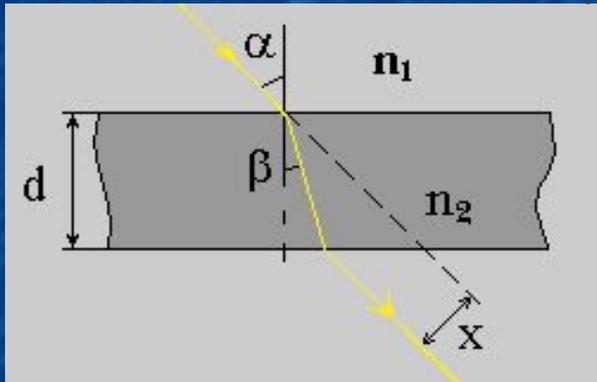


# преломление луча, падающего на призму



# Плоскопараллельная пластина и призма

При прохождении света через плоскопараллельную пластину свет дважды на своем пути претерпевает преломление, в результате чего луч падающий на пластину и луч, выходящий из нее, оказываются параллельными



Луч в призме отклоняется к основанию, преломляясь на гранях  $OA$  и  $OB$ .

Угол  $\varphi$  между этими гранями называют преломляющим углом призмы.



Явление, при котором весь падающий свет отражается в более плотную среду, называется полным отражением света.

Найдём предельный угол падения, при котором наступает полное отражение света

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin 90,$$

$$\sin 90 = 1$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2$$

$$\sin \alpha = n_2 / n_1$$

Жгуты из стержней – световодов используют в медицине для исследования внутренних органов.

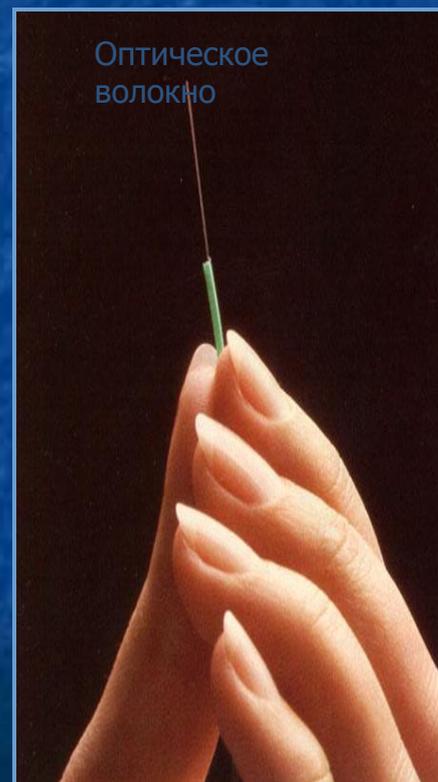
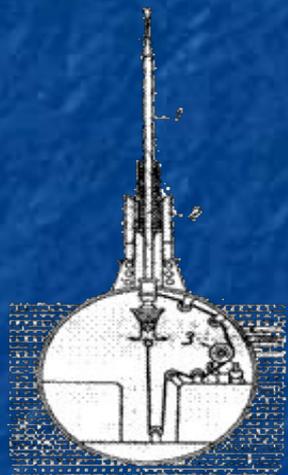


# Рене Декарт

*Декарт Рене* (31.III.1596  
11.II.1650) - французский  
философ, физик,  
математик и физиолог. В  
1638 году вышел в свет  
труд "Диоптрика", где  
содержались законы  
распространения,  
отражения и  
преломления света.  
Декарт положил начало  
оптике как науке.



# Применение законов преломления света



Так выглядит через эндоскоп язва желудка.

# Эндоско п



Волоконнооптический зонд (эндоскоп) дает врачам возможность исследовать желудочно-кишечный тракт и другие внутренние области организма.

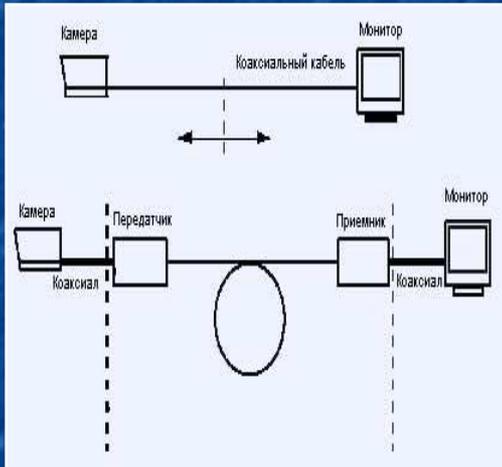
Изображения, получаемые зондом, затем передаются на телевизионный экран..



Так выглядит через эндоскоп язва желудка



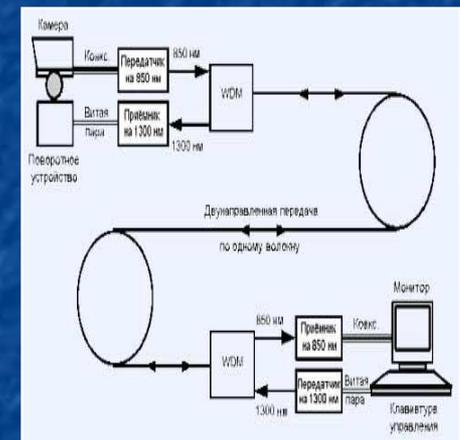
# Видеонаблюдение



**Волоконно-оптическая линия передачи сигналов замкнутой ТВ системы**

Бороскопы с жесткой рабочей частью используются в случае прямого доступа в осматриваемую зону. Из всех типов эндоскопов, бороскоп имеет наивысшее качество изображения. Высокое качество изображения обеспечивается оптической системой из твердотельных линз информационного канала бороскопа. Подсветка рабочей зоны обеспечивается от внешнего источника света через съемный световод.

## Передача сигналов дистанционного управления поворотным устройством по одному волокну



## Низкие потери при передаче

**Невосприимчивость к помехам и наводкам**

**Электрическая изоляция**

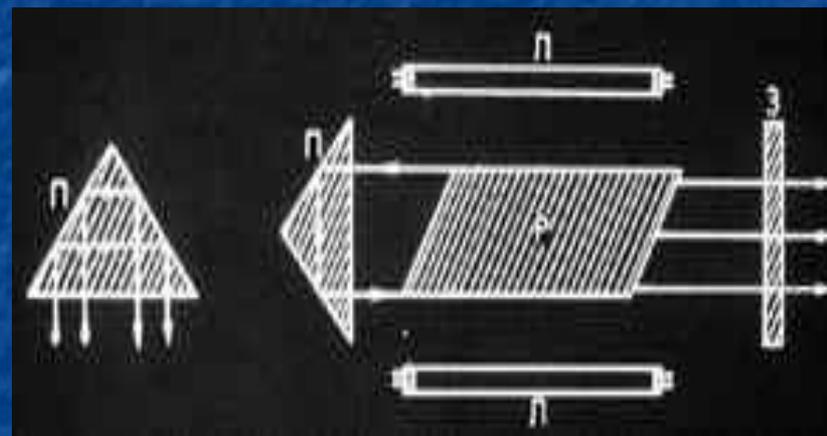
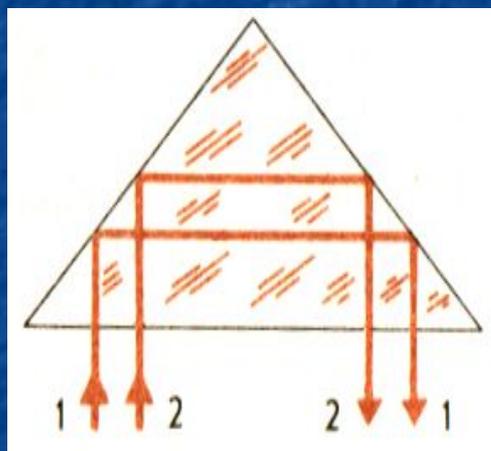
**Неустаревающая линия связи**

**Лёгкие и компактные кабели**



# Рубиновый лазер

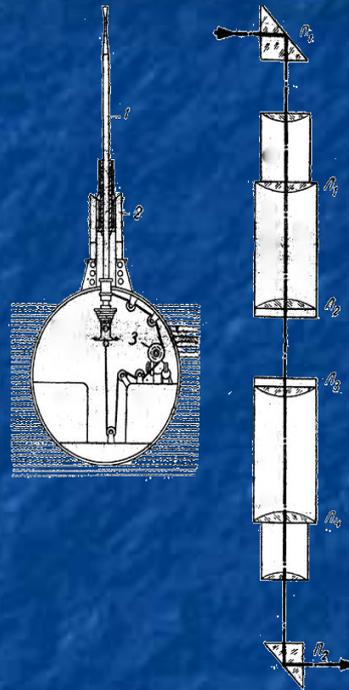
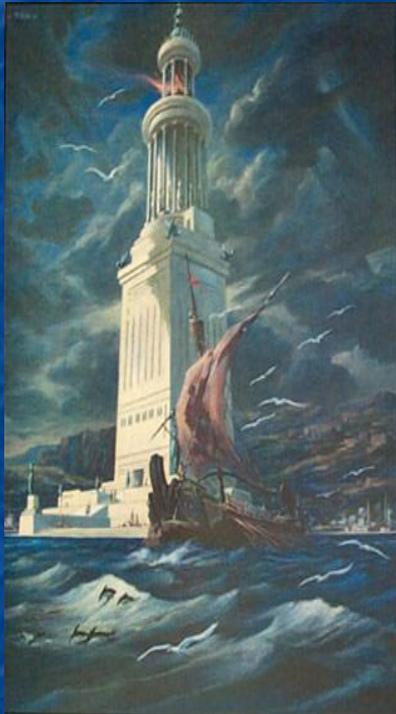
*Призма используется в системе обратной связи рубинового лазера*



П - призма,  
Р - рубиновый стержень,  
Л - лампы накачки,  
З - полупрозрачное зеркало.



# Перископ



**Периско́п** (от греч. *peri* — «вокруг» и греч. *scopo* — «смотрю») — оптический прибор для наблюдения из укрытия. Простейшая форма перископа — труба, на обоих концах которой закреплены зеркала, наклоненные относительно оси трубы на  $45^\circ$  для изменения хода световых лучей. В более сложных вариантах для отклонения лучей вместо зеркал, используются призмы, а получаемое наблюдателем изображение увеличивается с помощью системы линз.



# Задача

Так как углы  $\alpha$  и  $\beta$  малы, то

# глубина водоема больше кажущейся, если смотреть по вертикали вниз.

Построим ход лучей. Выберем источник  $S$  на дне водоема и пошедших в глаз наблюдателя. Так как наблюдение ведется по вертикали, один из лучей  $SA$  направим перпендикулярно поверхности воды, другой  $SB$  – под малым углом от перпендикуляра (при больших углах лучи не попадут в глаз).

После преломления на поверхности воды лучи идут расходящимся пучком. Вершина этого пучка представляет собой мнимое изображение  $S_1$ .

Угол  $ASB$  равен углу падения  $a$  (как внутренние накрест лежащие), а угол  $AS_1B$  равен углу преломления  $\beta$  (как соответственные при параллельных). Прямоугольные треугольники  $ASB$  и  $AS_1B$  имеют общий катет  $AB$ , который можно выразить через истинную глубину водоема  $SA=H$  или через кажущуюся глубину  $S_1A=h$ :

$$AB = H \operatorname{tg} \alpha = h \operatorname{tg} \beta.$$

Отсюда

$$\frac{H}{h} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Так как углы  $\alpha$  и  $\beta$  малы, то

$$\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \approx \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = n.$$

Следовательно,

$$\frac{H}{h} = n.$$

Истинная глубина водоема больше кажущейся в  $n = 1,3$  раза.

