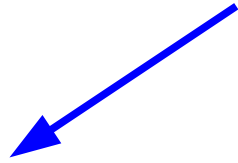


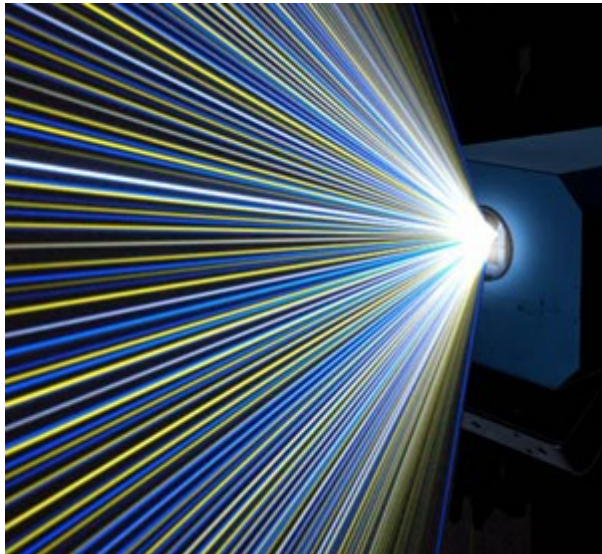


ДРЕ ДОМ СЛЕНІМЕ

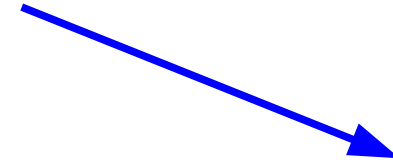
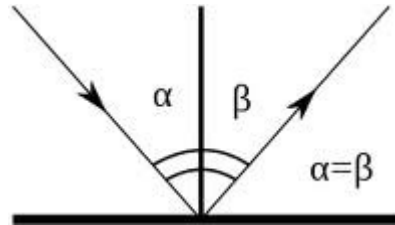
из него следуют законы:



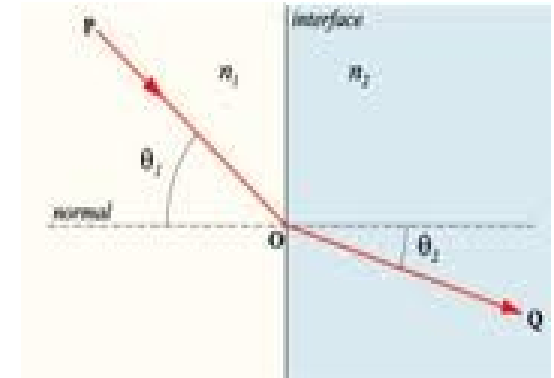
Прямолинейность
луча света
в однородной среде



закон
отражения



Закон
преломления



Взаимодействие с телами и границами раздела сред

Если на пути волны встречается какой-либо дефект среды, тело или граница раздела двух сред, то это приводит к искажению нормального распространения волны.

В результате этого часто наблюдаются следующие явления:

* **отражение**

* **преломление**

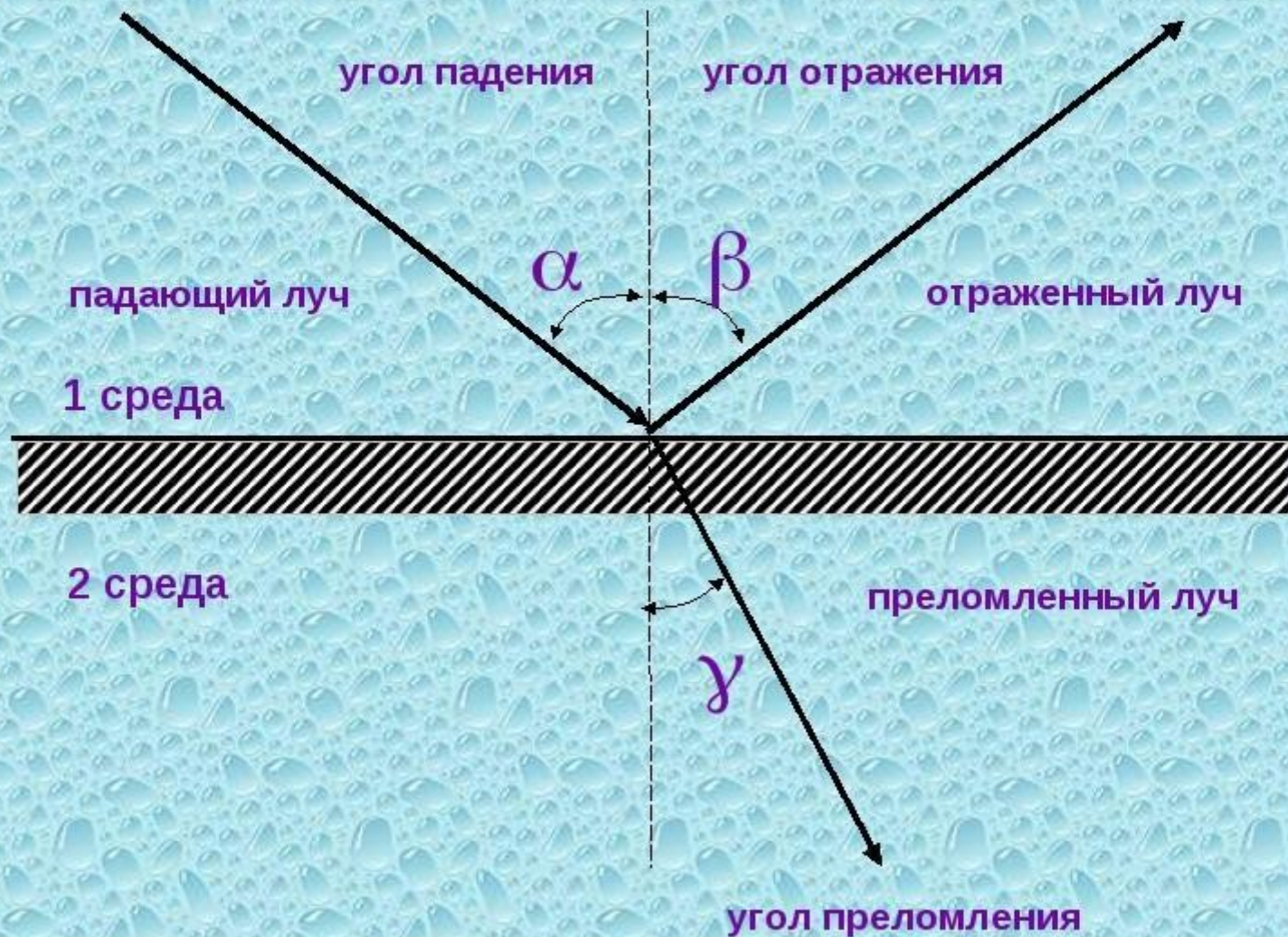
* **рассеяние**

* **дифракция**

* **резонанс**

Конкретные эффекты, возникающие при этих процессах, зависят от свойств волны и характера препятствия.

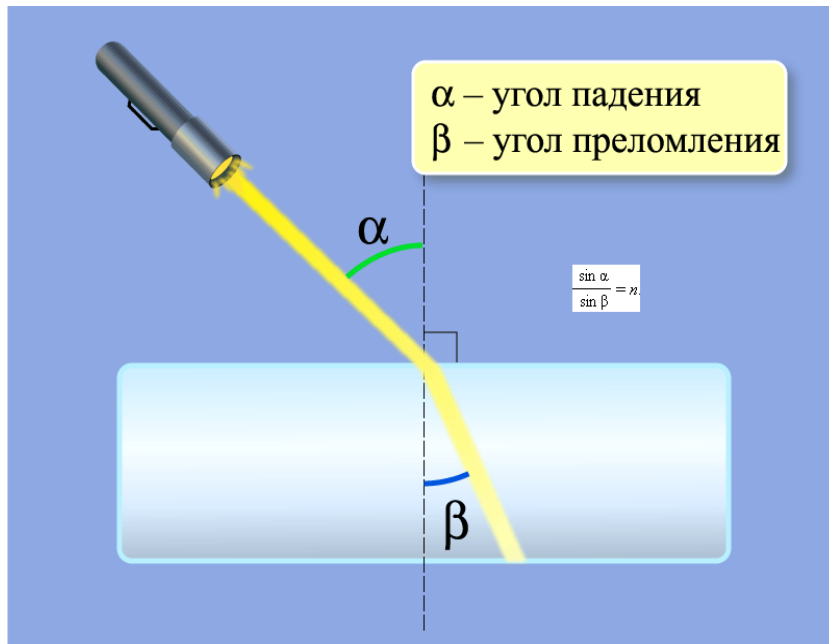
Явление преломления света



Закон преломления (Закон Снелла (Снеллиуса))



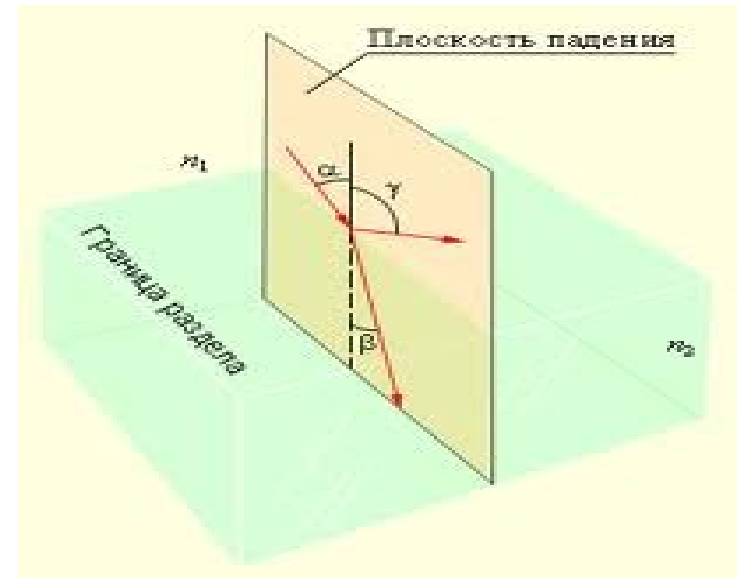
открыт в начале XVII века голландским математиком Виллебрордом Снеллом.



описывает преломление света на границе двух сред.

Также применим и для преломления волн другой природы

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_2}{n_1} = n$$



Луч, падающий,
Луч преломленный и перпендикуляр из
точки падения лежат в одной плоскости

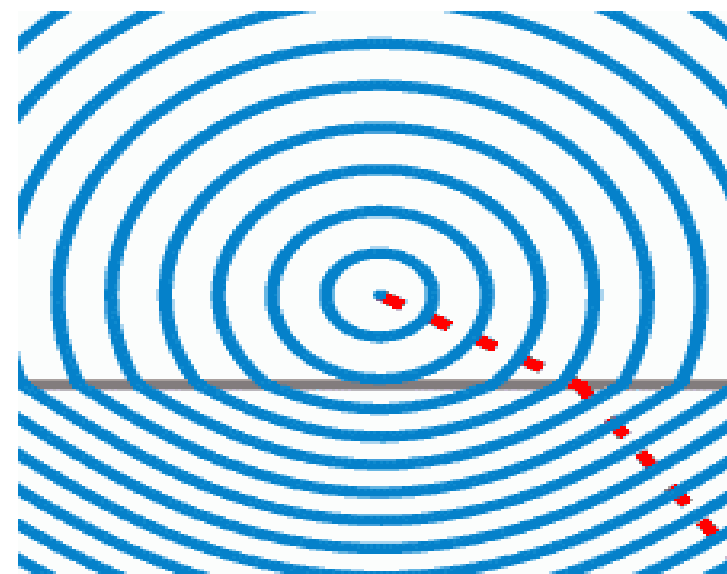
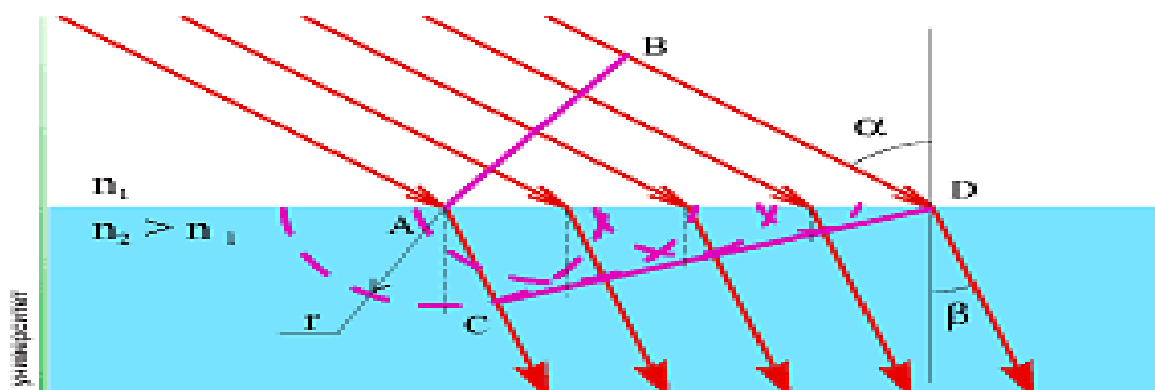
Отношение синуса угла падения
к синусу угла преломления
есть величина постоянная
для данных двух сред.

Причина преломления

Изменение скорости распространения волны в другой среде.

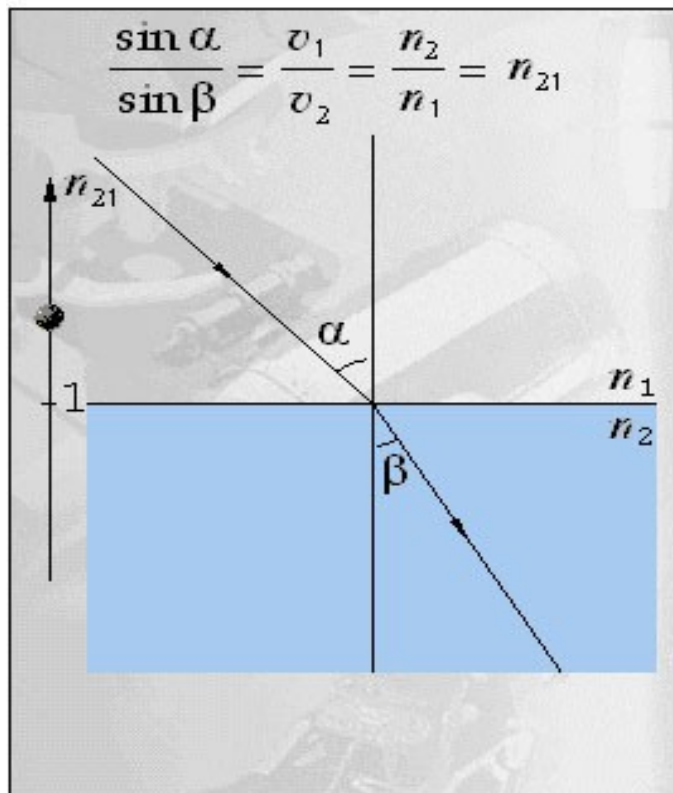


$$v_{\phi} = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \quad v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$



$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Закон Снеллиуса



Абсолютный Показатель преломления

вещества — величина, равная отношению скоростей волн в вакууме и в данной среде .

$$n = \frac{v}{c}$$

Абсолютные

n_1 — показатель преломления среды, из которой свет падает на границу раздела;

n_2 — показатель преломления среды, в которую свет попадает, пройдя границу раздела;

Относительный

n_{21} —

$$n_{21} = \frac{v_2}{v_1}$$

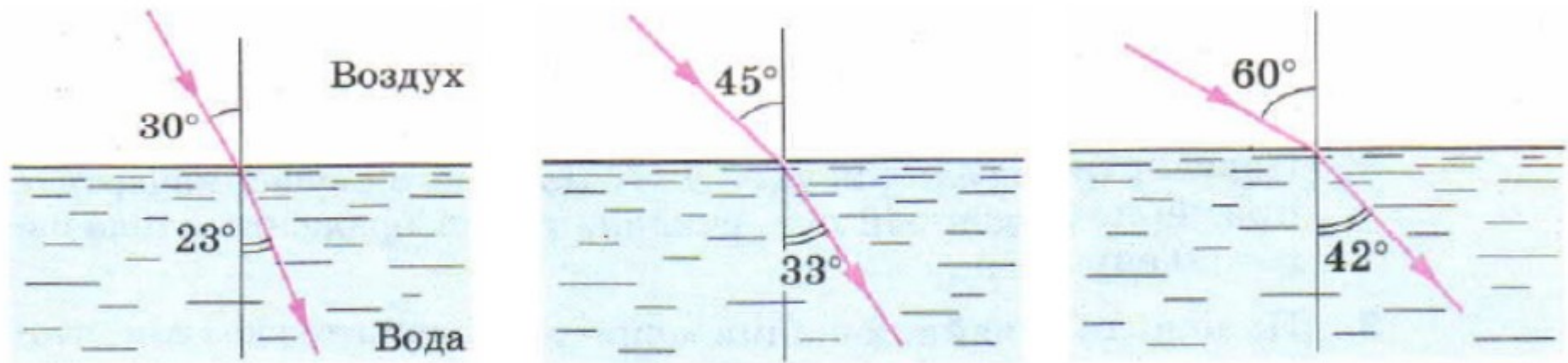
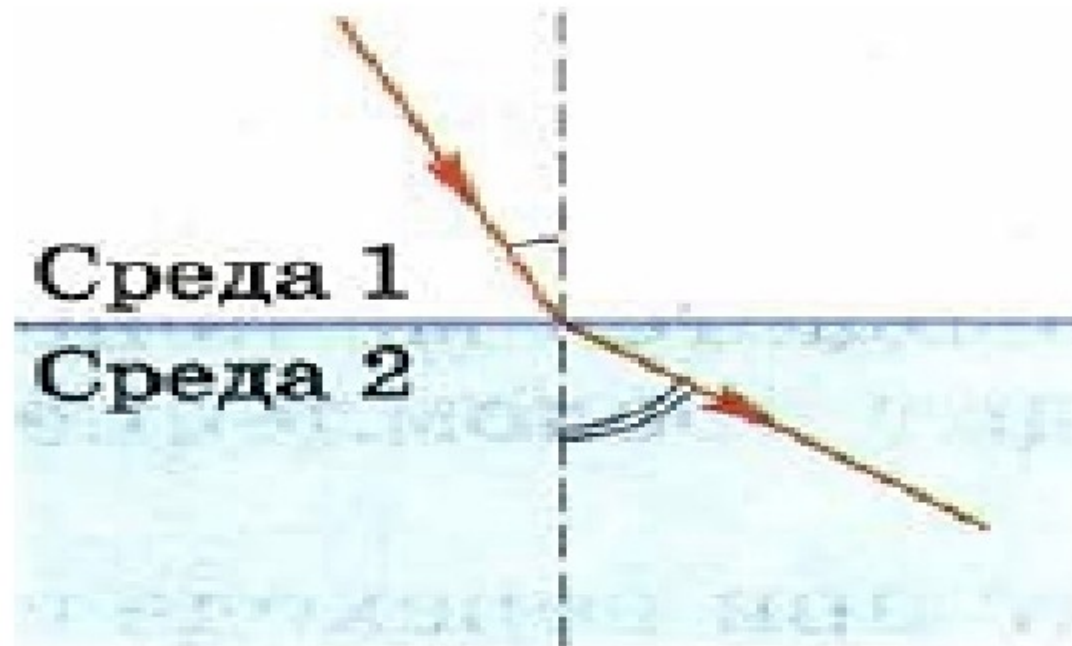


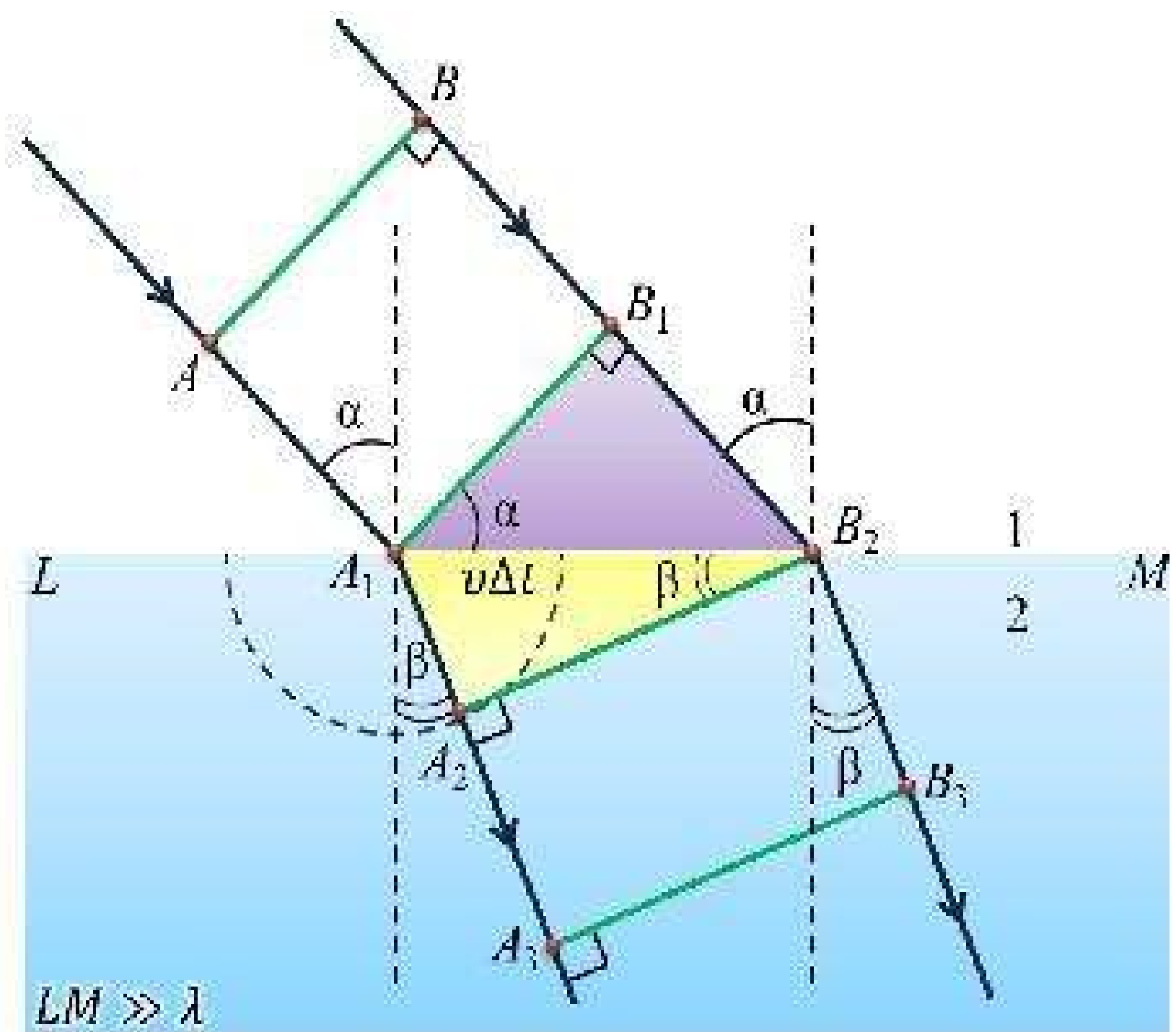
Рис. 146. Зависимость угла преломления от угла падения

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 23^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 33^\circ} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 42^\circ} \approx 1,3.$$

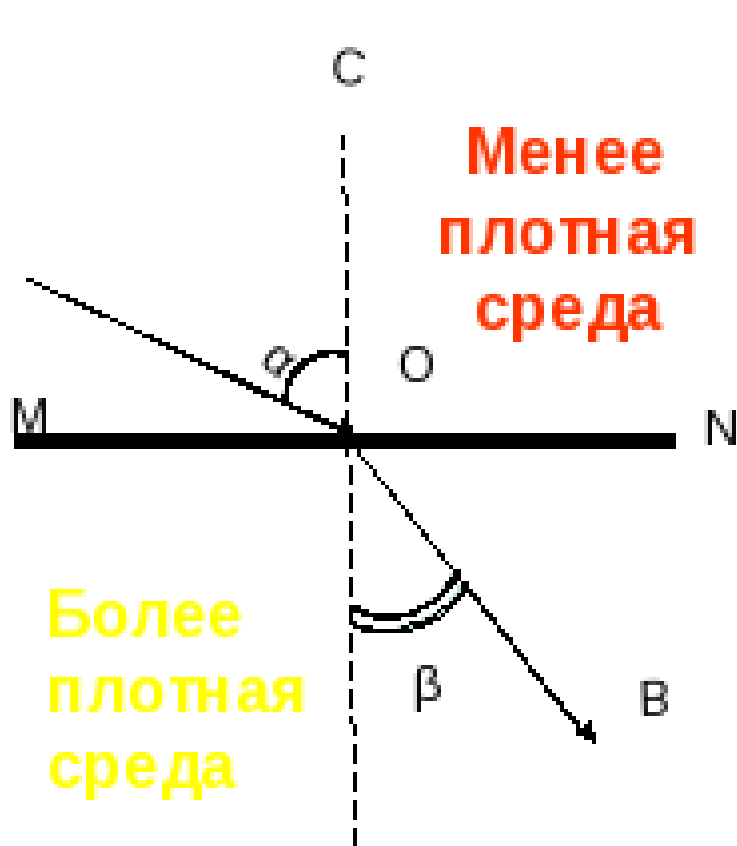
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$$

- ❖ Как запишется закон преломления света, если свет попадает из стекла в воду.

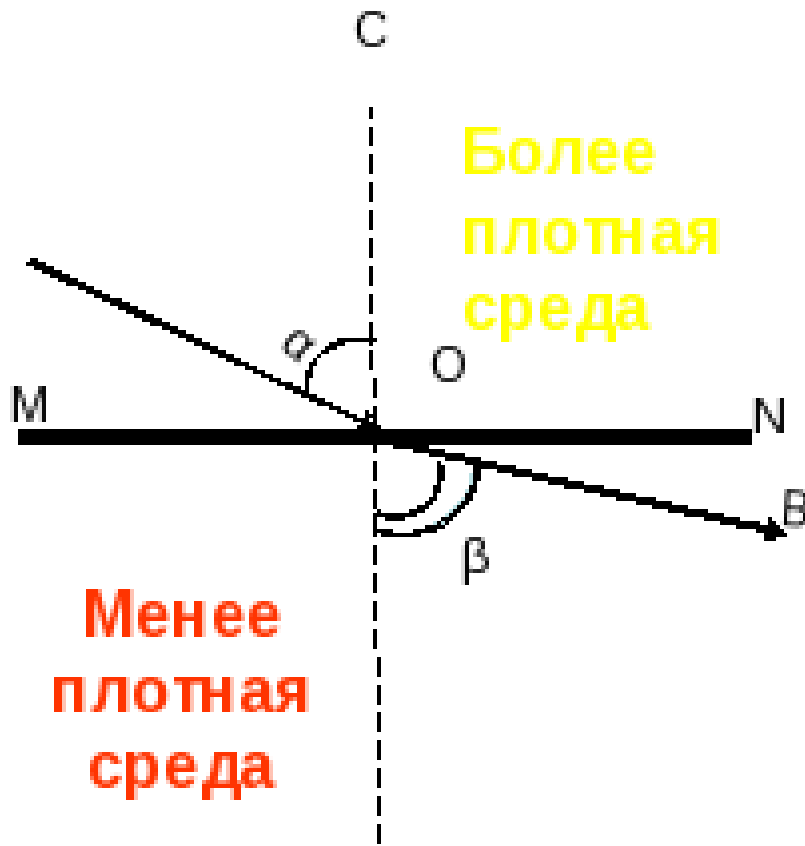




!!! НО !!!!



$$\alpha > \beta$$



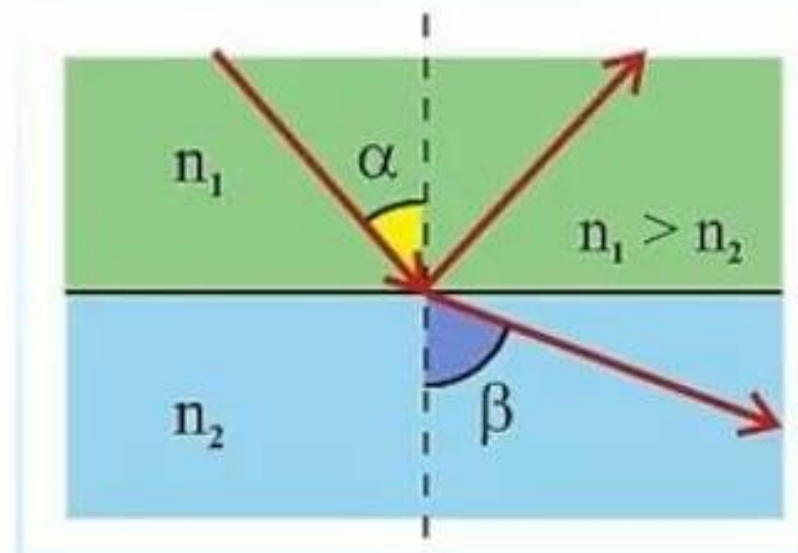
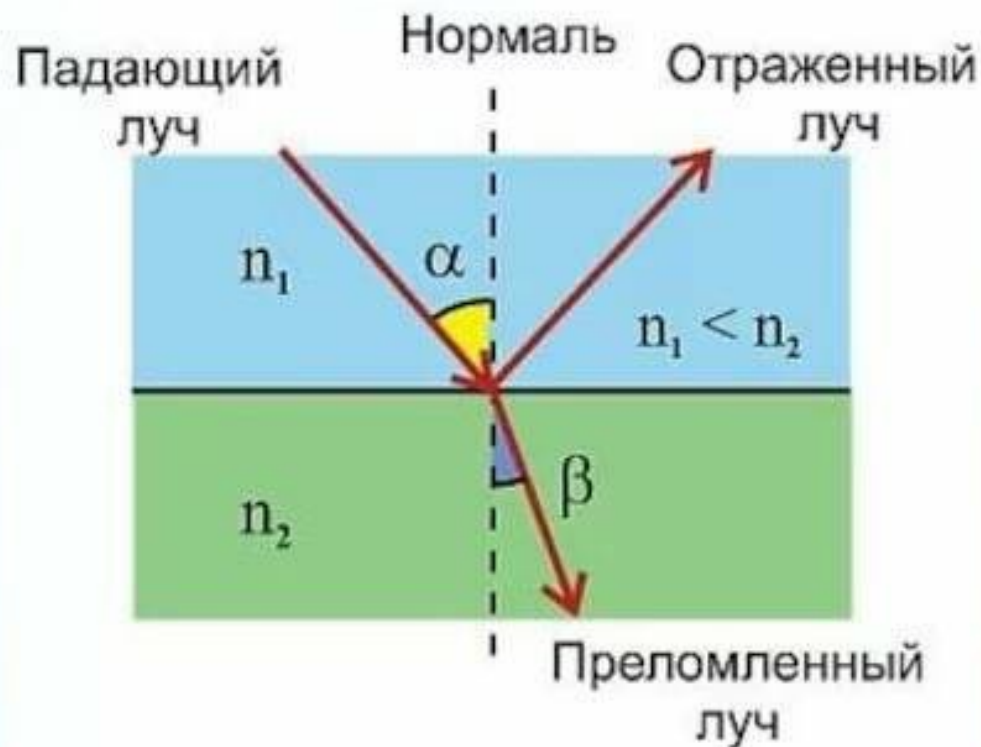
$$\alpha < \beta$$

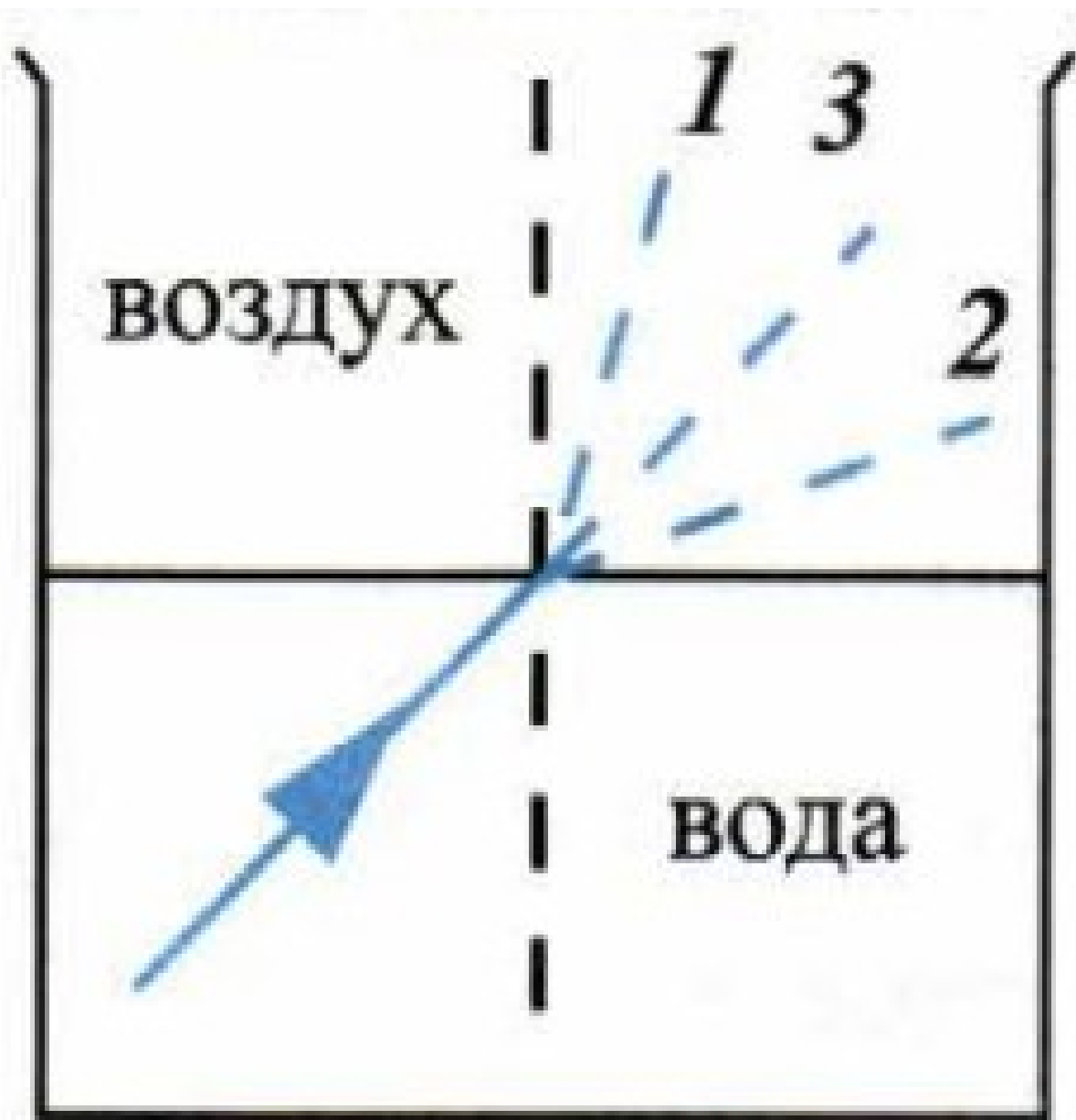
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad \longrightarrow \quad n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

1) Если свет идет из менее оптически плотной среды в более плотную, например, из воздуха в среду ($n_1 < n_2$), то $\sin \alpha > \sin \beta$.

2) Если свет идет из более оптически плотной среды в менее плотную, например, из среды в воздух ($n_1 > n_2$), то $\sin \alpha < \sin \beta$.

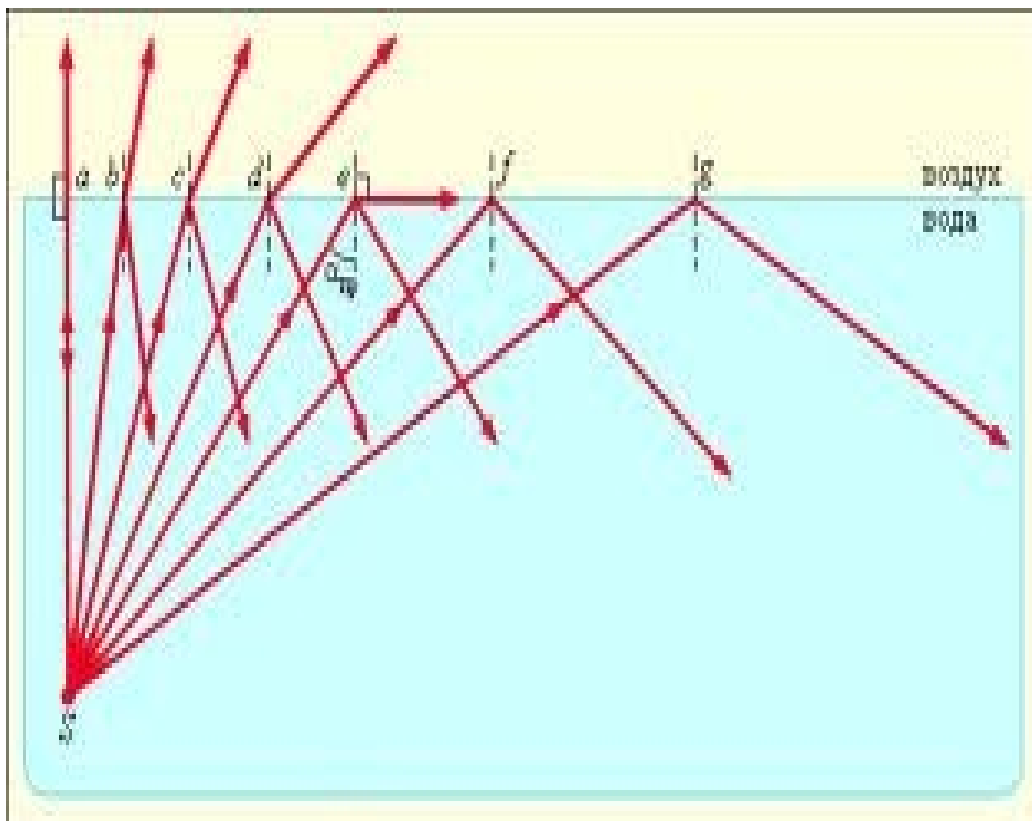
Т.е. может существовать такой предельный угол падения α_B , при котором угол преломления станет равен $\beta = 90^\circ$.





Полное отражение

– это явление отражения света от оптически менее плотной среды, при котором отсутствует преломление света, а интенсивность отраженного света почти равна интенсивности падающего.



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

$$\sin \beta = 1$$

$$\angle \beta = 0$$

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$

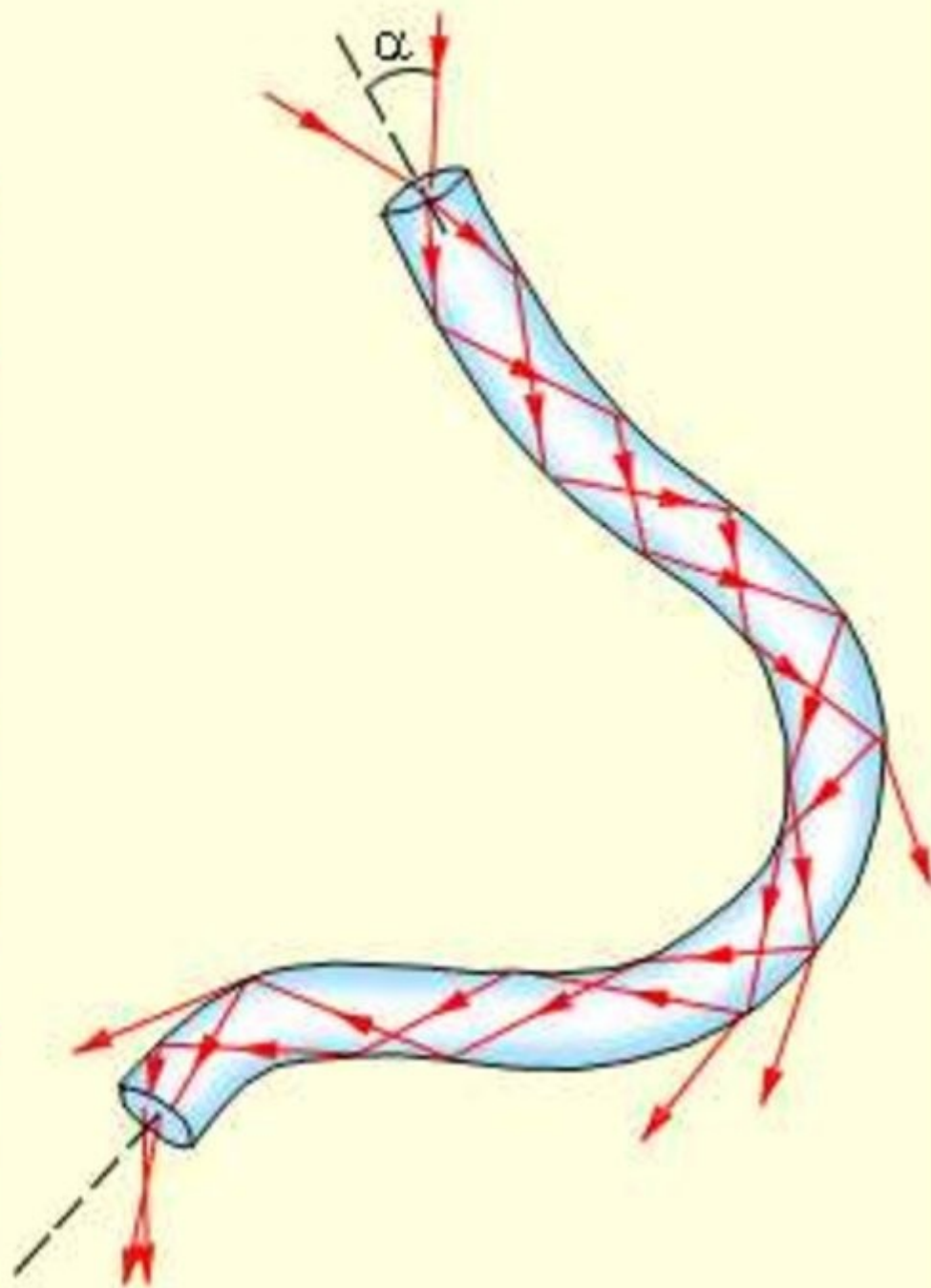
$$(n_2 < n_1)$$

Полное внутреннее отражение



Распространение света в волоконном световоде. При сильном изгибе волокна закон полного внутреннего отражения нарушается, и свет частично выходит из волокна через боковую поверхность.

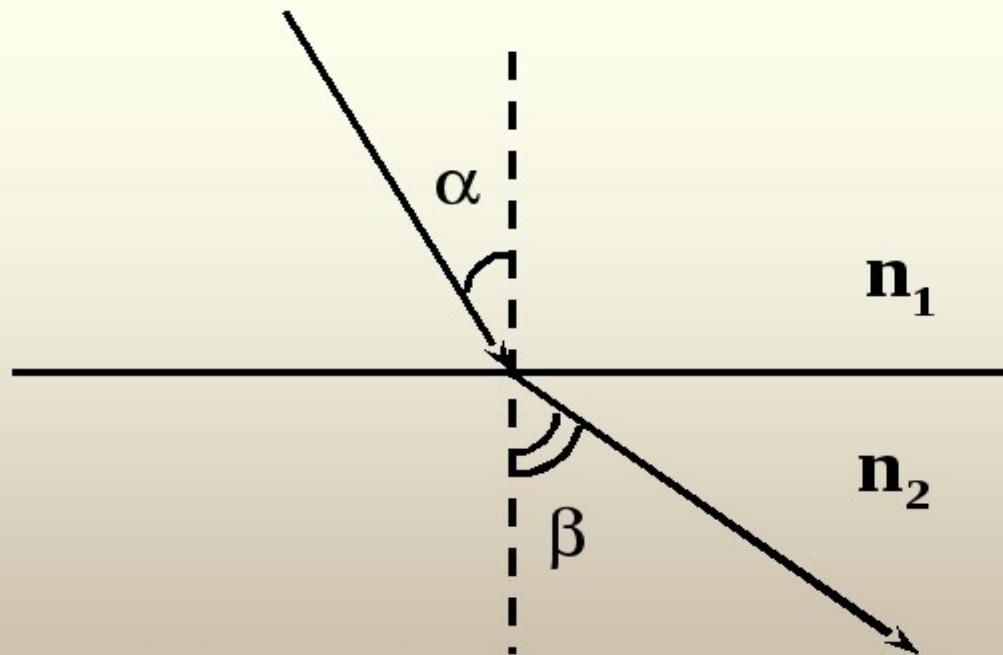
⊙ где пре



ДЗ

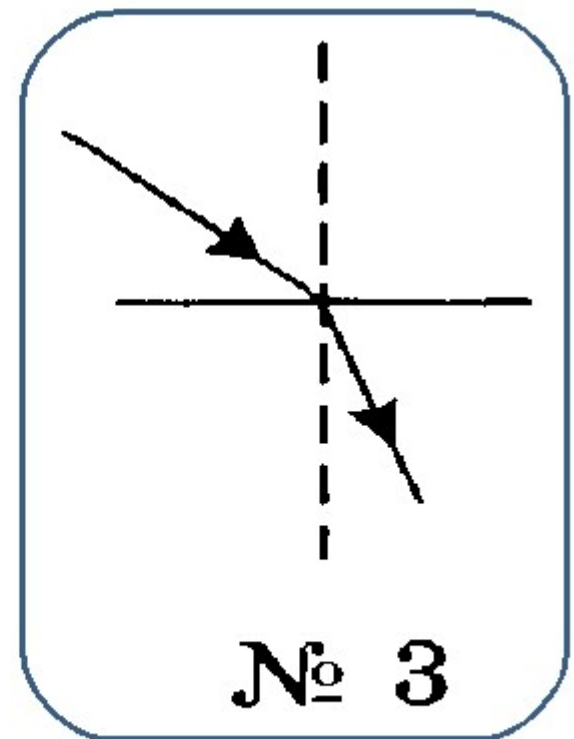
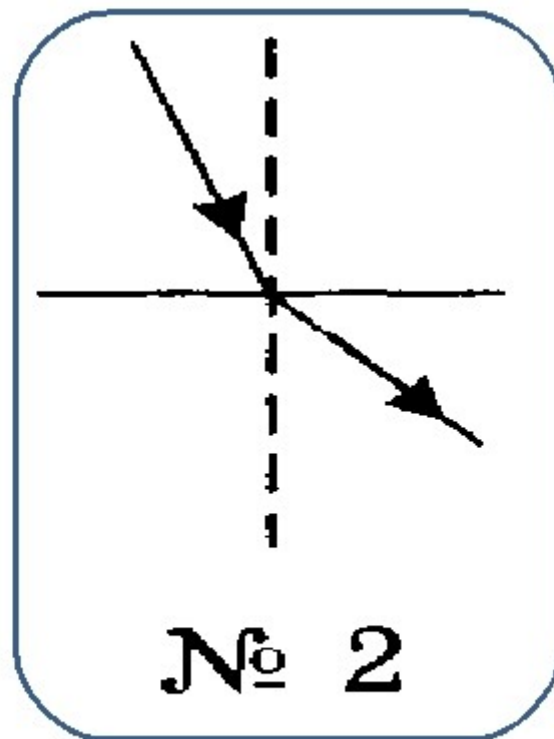
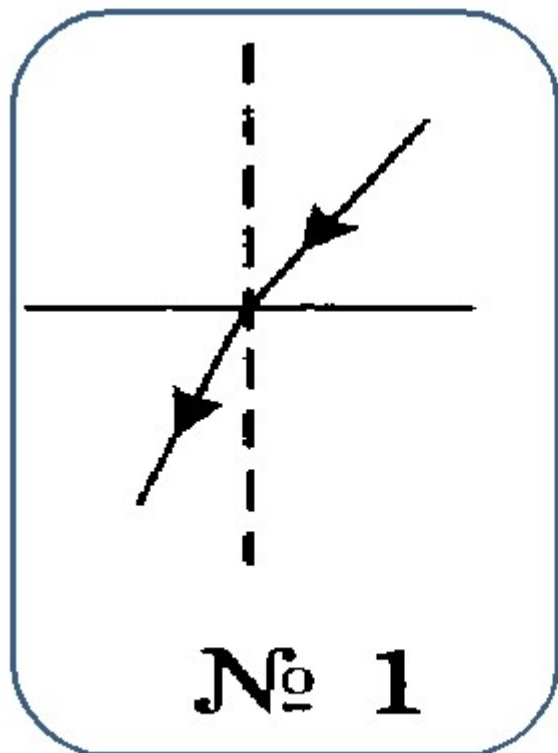
Укажите оптически более плотную среду

0011

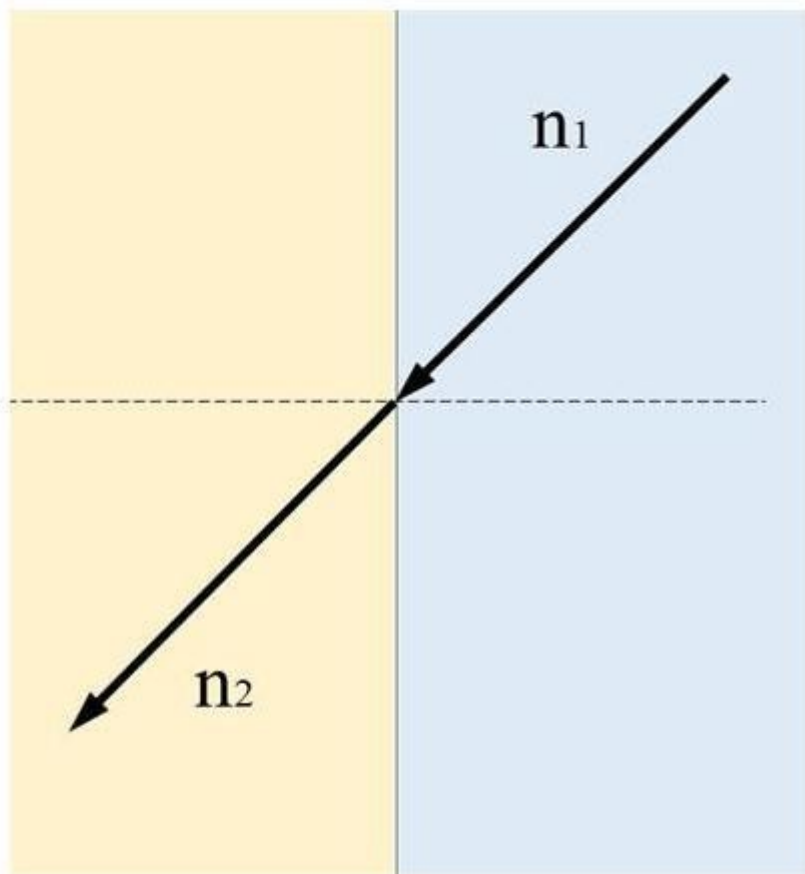


12
45

На каком рисунке изображён
переход светового луча в
оптически менее плотную среду?



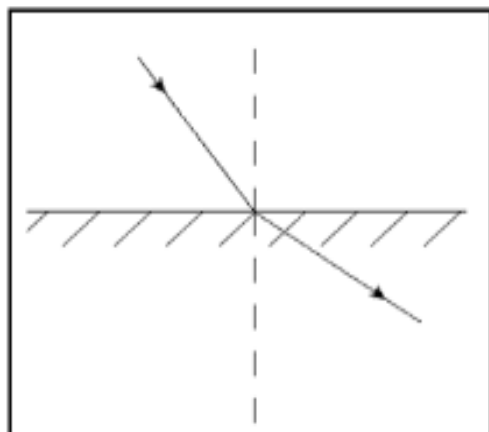
Какие из утверждений соответствуют рисунку?



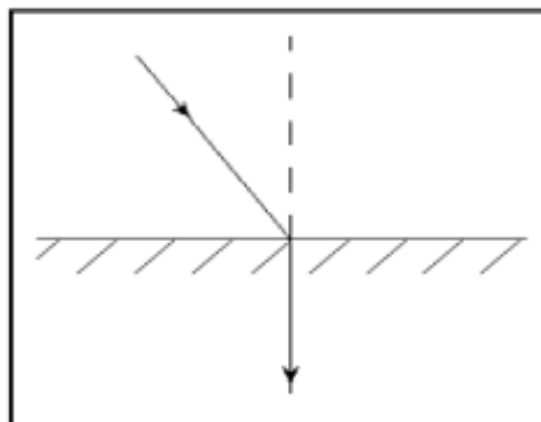
- Относительный показатель преломления среды равен 1.
- Луч переходит из менее плотной оптической среды в более плотную.
- Луч переходит из более плотной оптической среды в менее плотную.
- $\frac{n_1}{n_2} < 1$

Решаем качественные задачи.

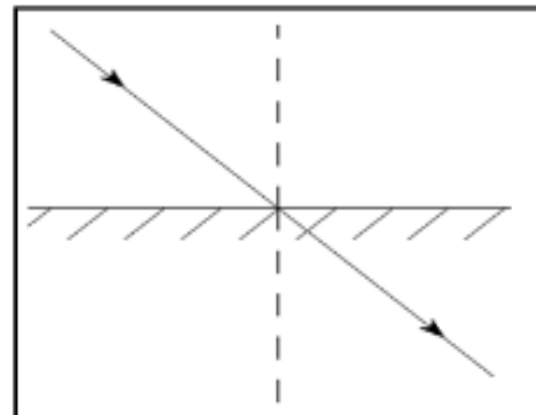
1.



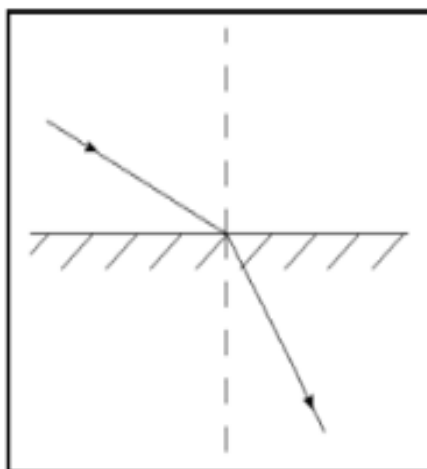
1



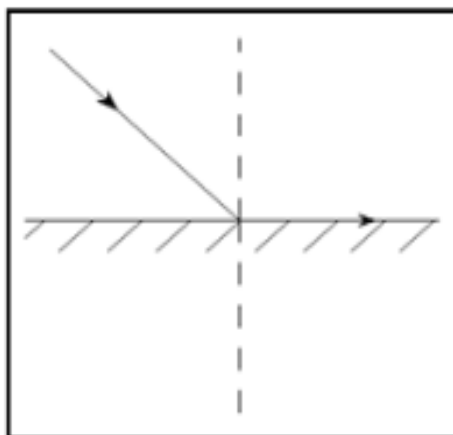
2



3



4

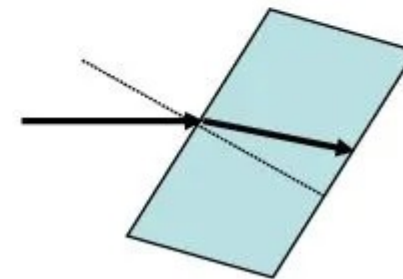
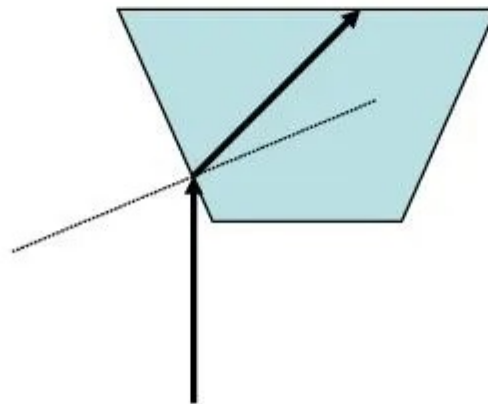
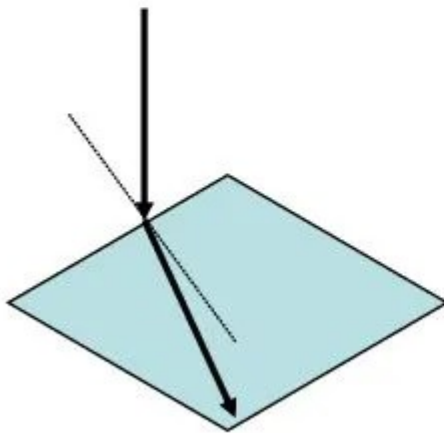
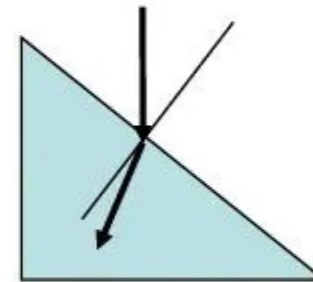
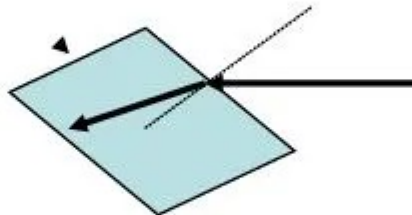
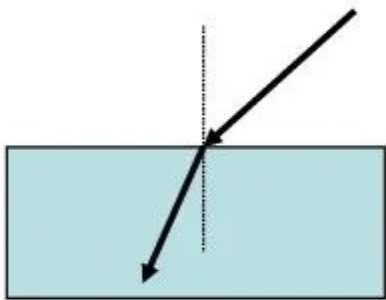


5

Луч света падает на границу между стеклом и водой. Какой из рисунков правильно изображает ход лучей?

Задание

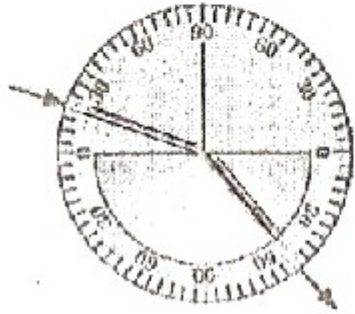
- Постройте дальнейших ход луча



Задача.

На рисунке представлен опыт по преломлению света. Показатель преломления вещества равен

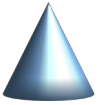
Угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94



Решение:

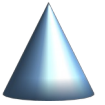
Из рисунка видим, что угол между падающим лучом и перпендикуляром к поверхности равен 70° (угол падения), угол между преломленным лучом и перпендикуляром к поверхности равен 40° (угол преломления), тогда

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin i} = \frac{0,94}{0,64} = 1,47$$



Укажите сочетание тех параметров электромагнитной волны, которые изменяются при переходе волны из воздуха в стекло.

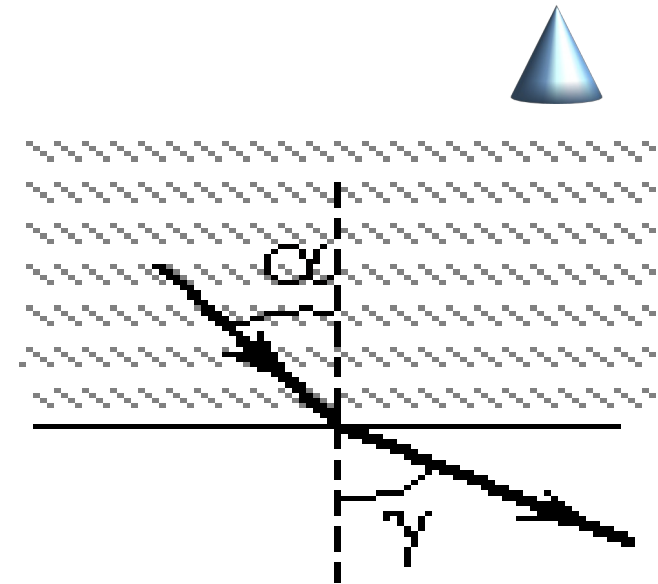
- 1) скорость и длина волны
- 2) частота и скорость
- 3) длина волны и частота
- 4) амплитуда и частота



Абсолютный показатель преломления среды –
это отношение

- 1) скорости света в среде к скорости света в вакууме
- 2) скорости света в вакууме к скорости света в среде
- 3) углов падения и преломления луча
- 4) углов преломления и падения луча

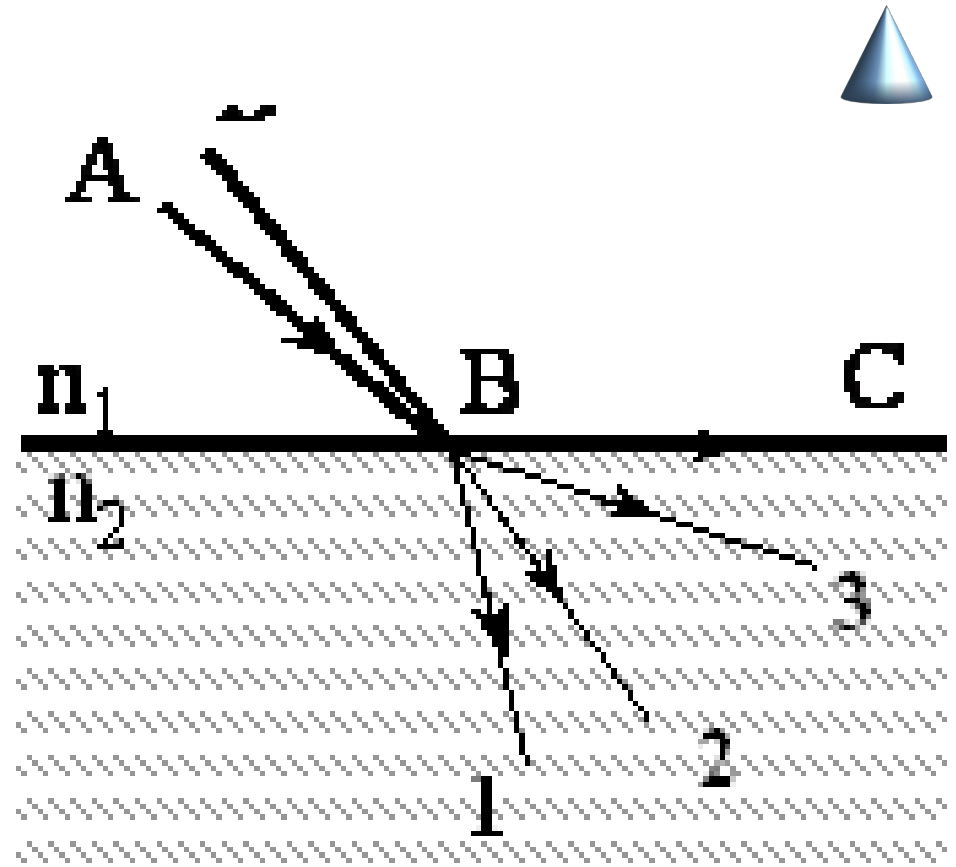
Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



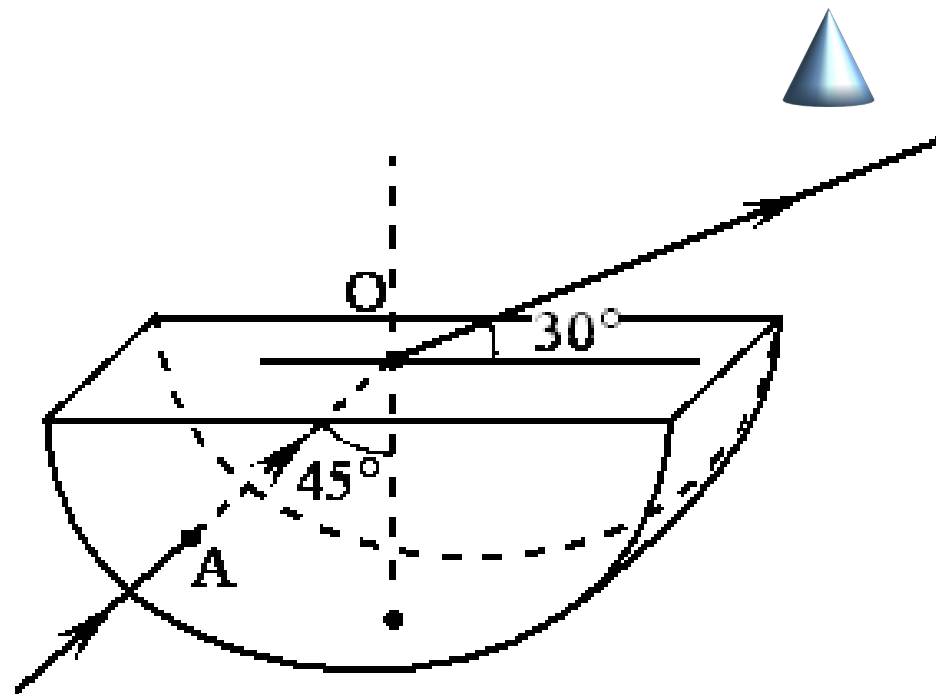
Частота	Скорость	Длина волны
---------	----------	-------------

Луч АВ преломляется в точке В на границе раздела двух сред с показателями преломления $n_1 > n_2$ и идет по пути ВС (см. рисунок). Если изменить угол падения луча и направить падающий луч по пути DB, то преломленный луч

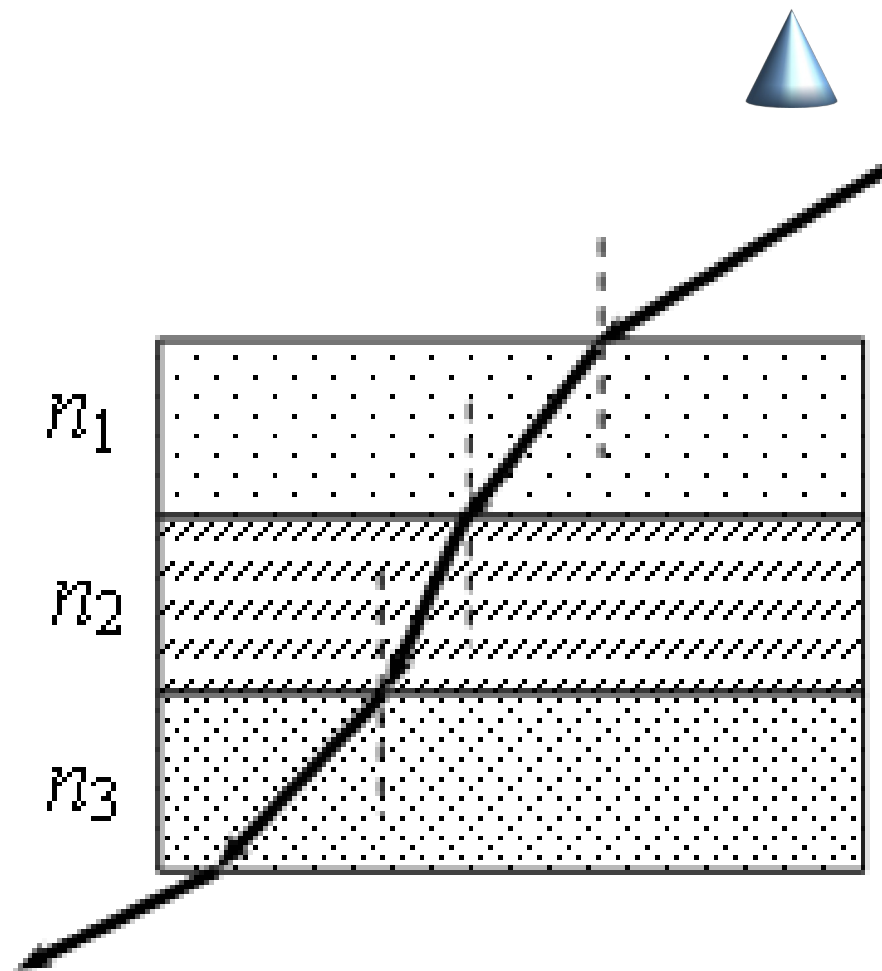
- 1) пойдет по пути 1
- 2) пойдет по пути 2
- 3) пойдет по пути 3
- 4) исчезнет



Через дно тонкостенного сосуда, заполненного жидкостью и имеющего форму, показанную на рисунке, пустили луч света (см. рисунок). Каков показатель преломления жидкости



Луч света падает из воздуха в бензин (показатель преломления n_1), затем проходит через стеклянную пластинку (показатель преломления n_2), а затем через слой воды (показатель преломления n_3). На рисунке показан ход луча света. Показатели преломления сред соотносятся следующим образом:

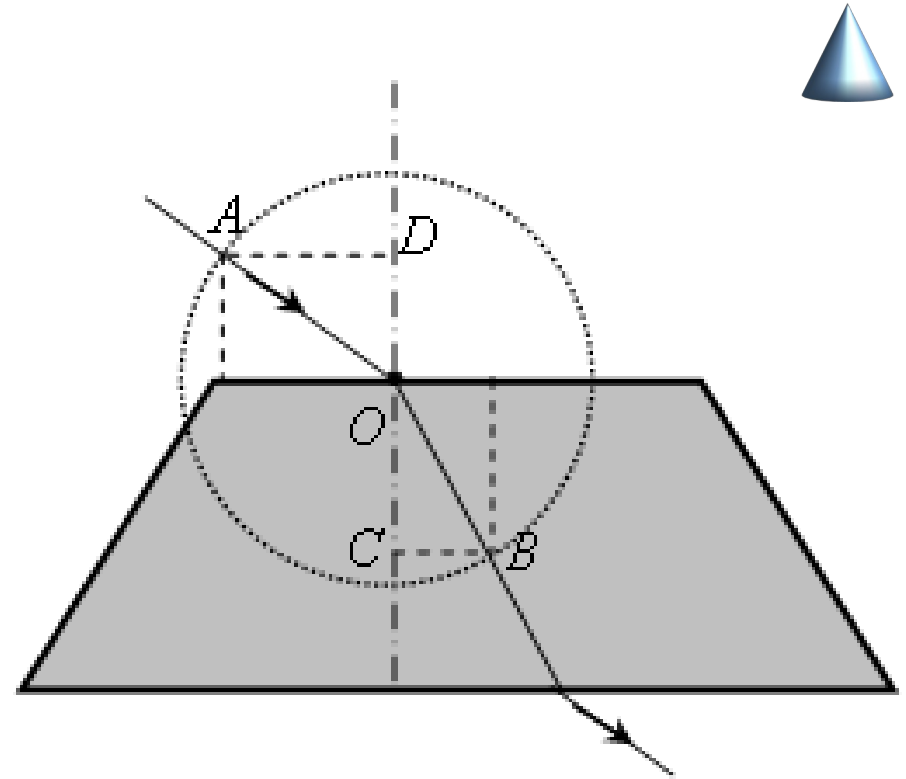


На рисунке показан ход светового луча через стеклянную пластину, находящуюся в воздухе.

Точка O –
центр окружности.

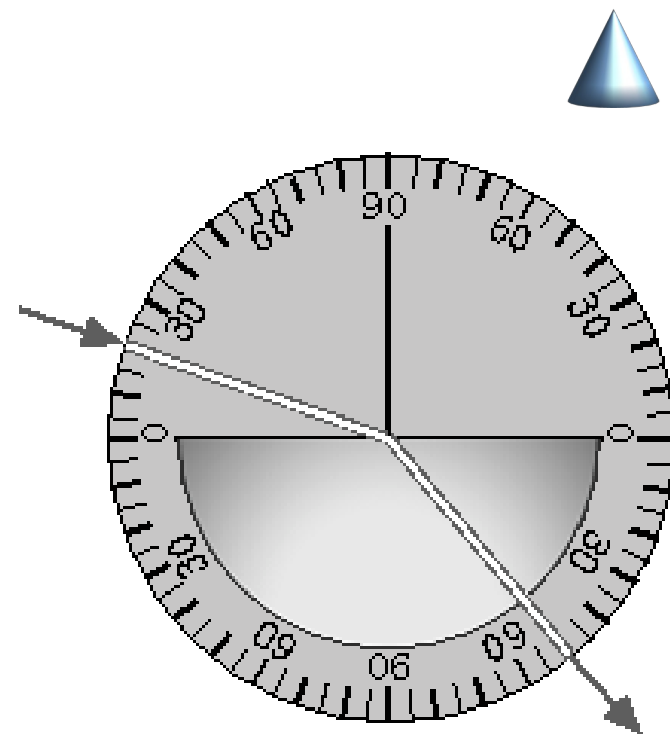
Показатель преломления стекла n равен отношению

- 1) CB/DO
- 2) DO/OC
- 3) AD/CB
- 4) DO/CB

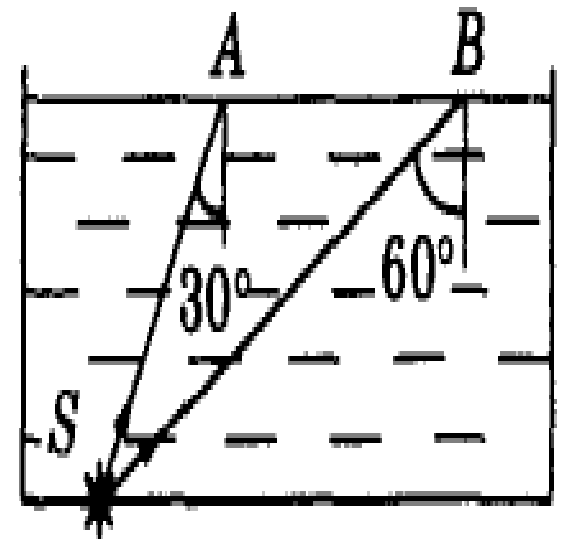


угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

На рисунке представлен опыт по преломлению света. Пользуясь приведённой таблицей, определите показатель преломления вещества.



15.95. Начертить дальнейший ход лучей, падающих в точки A и B от источника света S (рис. 15.28), находящегося на дне сосуда, в который налита вода (т. е. найти углы преломления лучей).

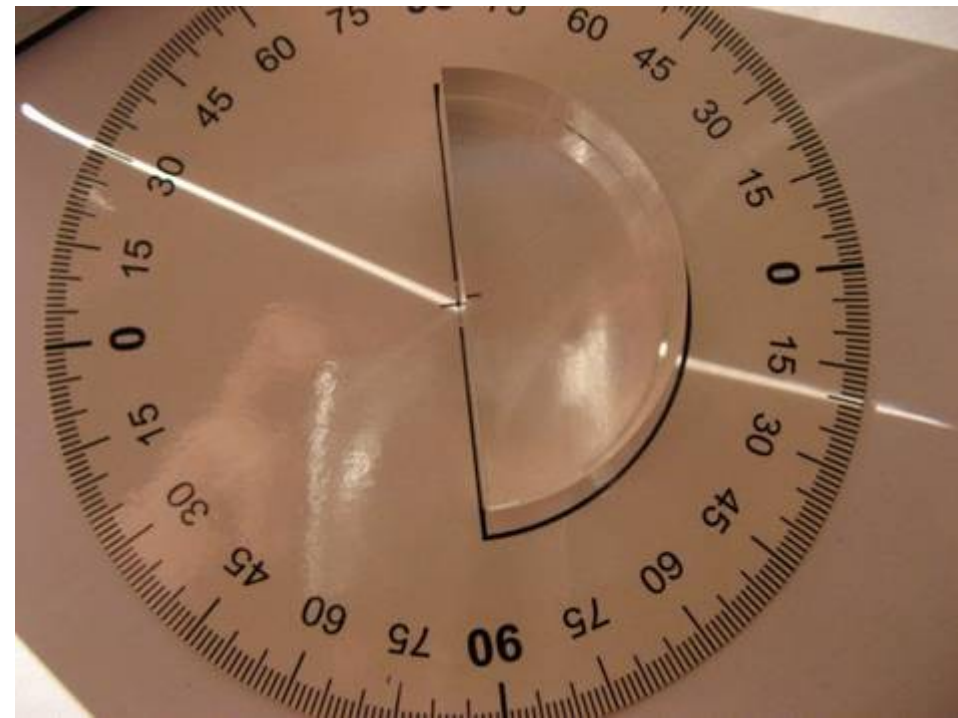
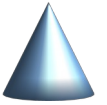


Ученик провёл опыт по преломлению монохроматического света, представленный на фотографии.

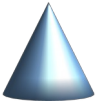
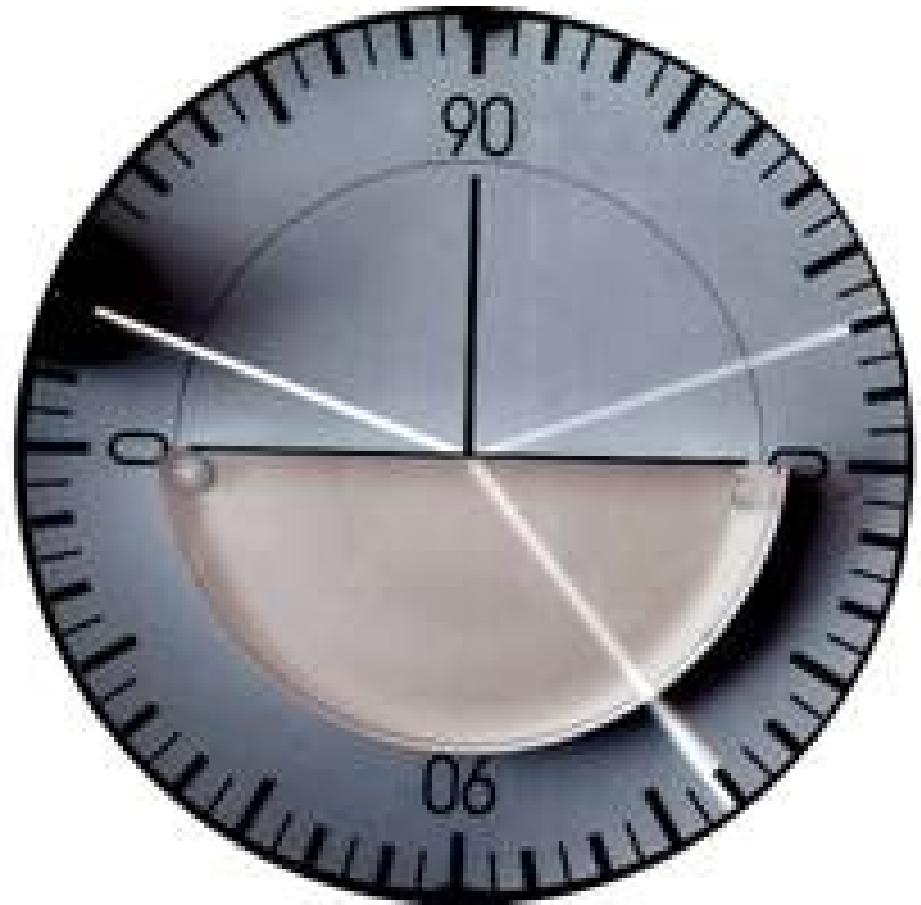
Затем вся установка была помещена в воду.

Как изменятся частота световой волны, длина волны, падающей на стекло, и угол преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



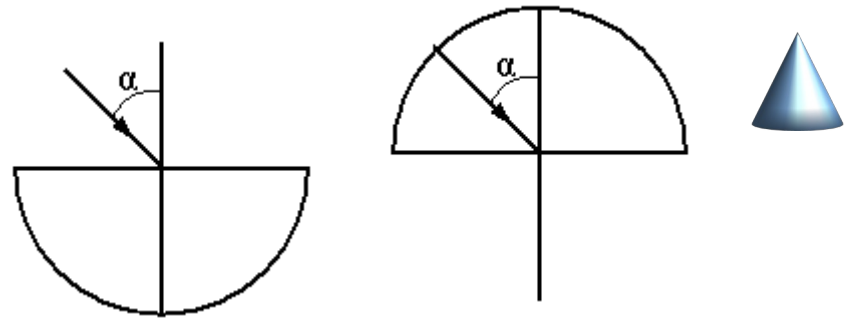
Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Как изменятся при увеличении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?



Исследовались возможные способы наблюдения полного внутреннего отражения. В первом из них узкий пучок света шёл из воздуха в стекло (рис. 1), во втором – из стекла в воздух (рис. 2). (Показатель преломления стекла в обоих случаях n .)

При каких углах падения возможно наблюдение этого явления?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

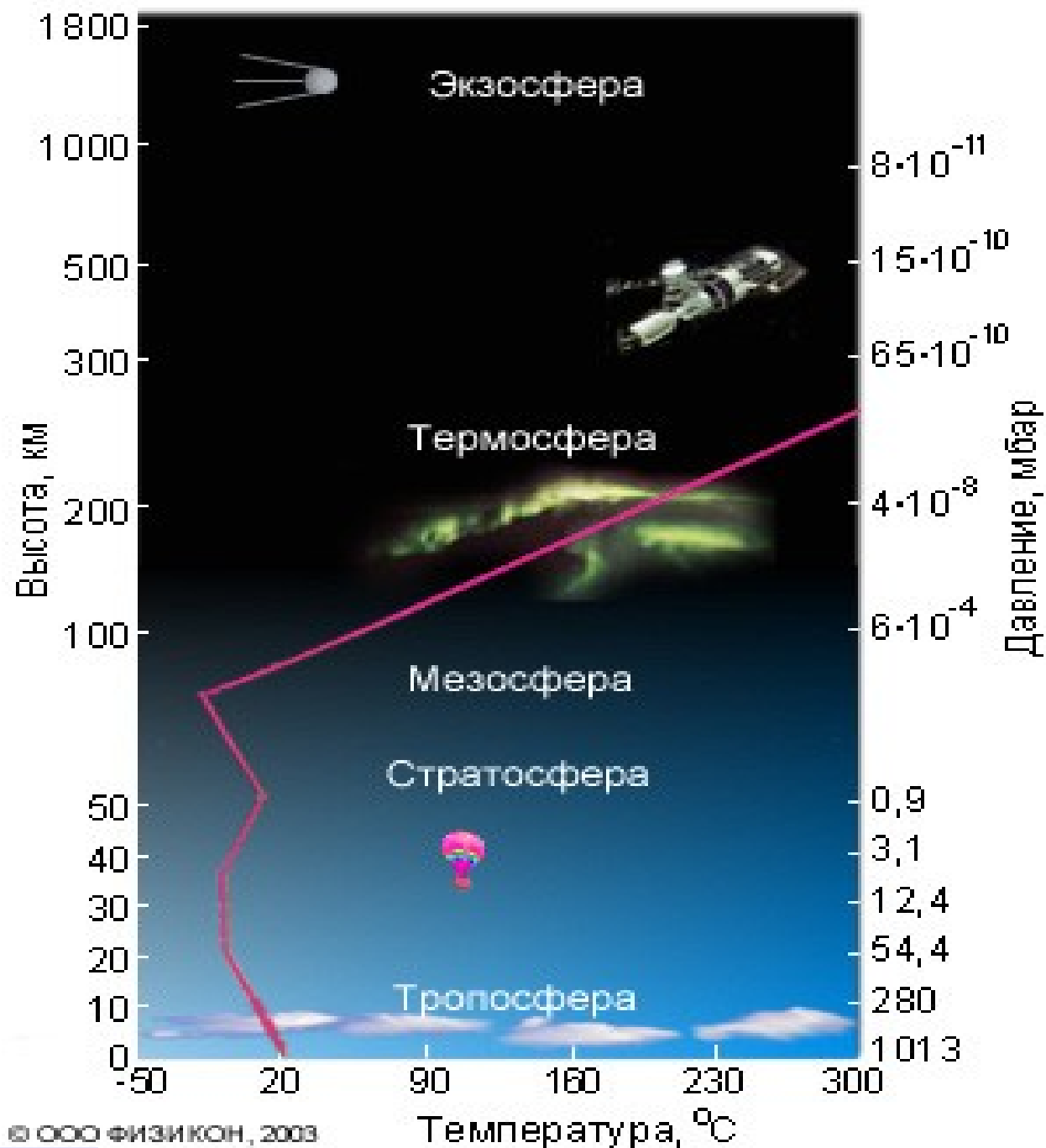


1) наблюдать нельзя ни при каких углах падения

2) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = 1/n$

3) наблюдается при $\alpha < \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = 1/n$

4) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = n$



ПРЕЛОМЛЕНИЕ РАДИОВОЛН (РЕФРАКЦИЯ)



Преломление света в атмосфере Земли приводит к тому, что мы наблюдаем восход Солнца несколько раньше, а закат несколько позже, чем это имело бы место при отсутствии атмосферы (рефракция)

По той же причине вблизи горизонта диск Солнца выглядит заметно сплюснутым вдоль вертикали

Луна над Антарктидой
ноябрь 2005 года на
станции Девис



заход почти полной Луны на северном горизонте.

Такую сплюснутую форму Луна приобрела из-за преломления света в атмосфере, или рефракции.

Этот эффект гораздо сильнее проявляется вблизи горизонта.

Нижний край Луны, плывущей низко над горизонтом, искажен заметно сильнее верхнего края.



рефракция
света

на закате.

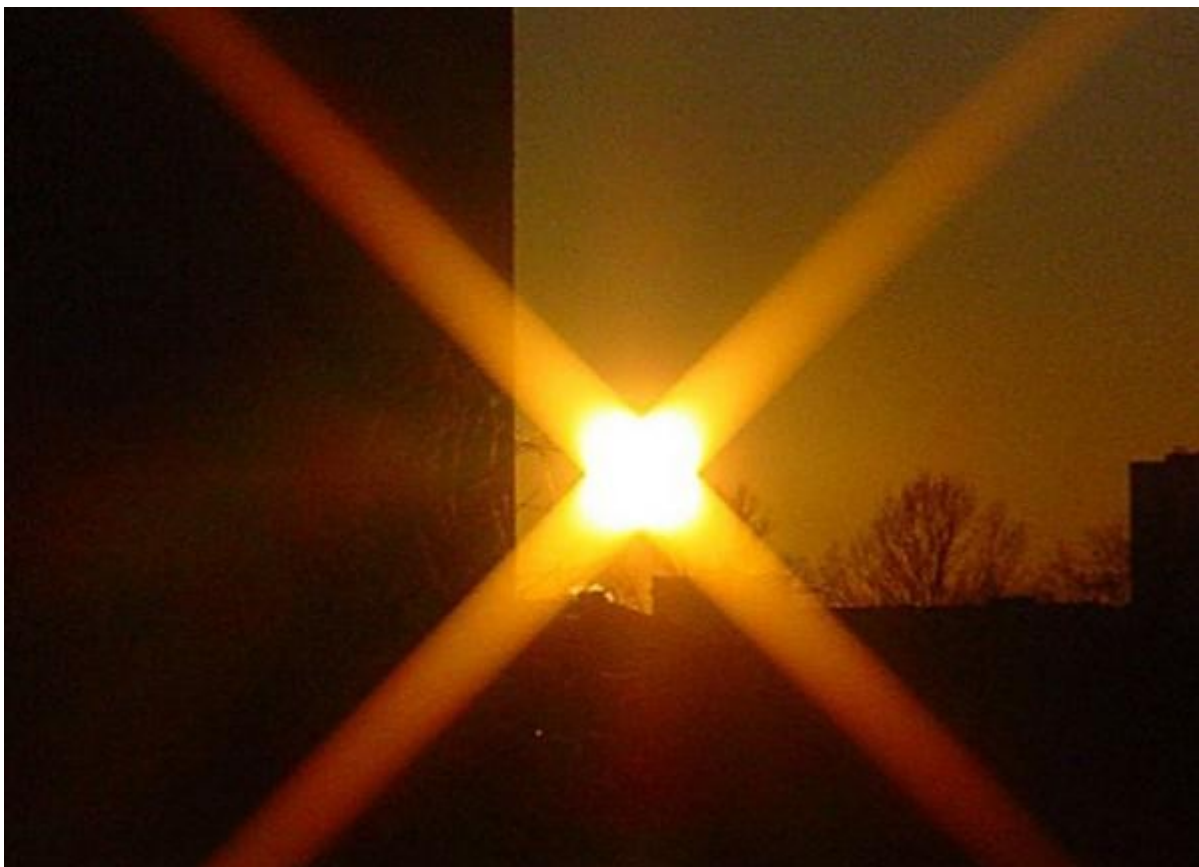
когда солнце на горизонте,
свет проходит более длинный путь в атмосфере.





На рассвете 22 марта
2003 г,
пять секунд
Япония, Хоккайдо
резкое похолодание

Солнце поднялось из-за морского горизонта
в форме треугольника, изменило свою форму,
Стало квадратным.
уникальный оптический эффект
стал следствием особого преломления лучей
над поверхностью моря,
температура которого была значительно выше
температуры воздуха.



1 апреля 2003 12:08
над Кипром
резкое похолодание
до плюс 2.

взошло квадратное солнце.

Солнце появилось из-за морского горизонта

в форме треугольника,

который довольно быстро преобразился в квадрат.

В течение примерно пяти минут.

после этого оно стало приобретать круглую форму.

произошло из-за особого преломления лучей

над поверхностью моря,

температура которого была значительно выше атмосферной.

Паргелий



«Слово о полку Игореве»
Перед наступлением половцев
и пленением Игоря
«четыре солнца засияли
над русской землей».
Воины восприняли это как знак
надвигающейся большой беды.

одна из форм гало, при которой на небе наблюдается одно или несколько дополнительных изображений Солнца.

По мере того как вода замерзает в верхних слоях атмосферы, создает маленькие, плоские, шестиугольные ледяные кристаллы льда. Плоскости этих кристаллов, кружась, постепенно опускаются на землю, основную часть времени ориентированы параллельно поверхности.



Этот атмосферные эффект случается тогда,
когда свет Солнца преломляется
в кристалликах льда высоко в атмосфере Земли.



Солнечное гало



Трир, Германия

22-градусное гало,
полный паргелический круг (круг ложных солнц),
дуга вокруг горизонта и даже нижняя боковая касательная дуга.

Такие явления возникают,
когда солнечный свет преломляется падающими и колеблющимися
шестиугольными кристаллами льда.
Такие же кристаллы являются причиной появления
ложных солнц и лунных гало.

гало



Белые световые окружности вокруг Солнца или Луны, которые возникают в результате преломления или отражения света находящимися в атмосфере кристаллами льда или снега

В холодное время года гало, образованные кристаллами льда и снега на поверхности земли, отражают солнечный свет и рассеивают его в разных направлениях, образуя эффект под названием "бриллиантовая пыль".

«Солнечный столб»



красный столб света, восходящий над заходящим Солнцем.

Вызван отражением солнечного света от падающих вдали ледяных кристаллов.

февраль 2000 года берег озера Тахо (штат Невада)
нескольких минут.



местное явление, которое выглядит, как удаленное.

образуются, когда плоские падающие кристаллы льда отражают солнечный свет в верхних слоях атмосферы.

при отрицательной температуре плоские падающие кристаллы льда могут образоваться около земли в форме легкого снега.

Тогда эти кристаллы льда могут отражать наземные огни, образуя колонны, похожие на солнечные столбы.

каток в Фэрбенксе, Аляска.