

## Урок обобщения знаний «Преломление света» Открытый урок физики в 11 классе

**А. А. Карацюба,**  
учитель физики высшей категории  
лица при Гомельском инженерном институте  
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

### Цели урока:

- расширение знаний учащихся о законах отражения и преломления света, усвоение ими основных формул для расчета физических величин, необходимых для решения задач, предусмотренных программой по физике по теме «Геометрическая оптика»;
- обучение навыкам измерения показателя преломления стекла с использованием закона преломления;
- развитие мыслительных способностей учащихся, умений анализировать, выделять общие и отличительные свойства, навыков самостоятельной работы с оборудованием;
- воспитание личности, готовой к сотрудничеству в процессе совместного выполнения задач.

**Методическая цель:** обмен опытом с коллегами в плане организации урока в соответствии с технологией развивающего обучения, когда учащиеся вовлекаются в исследовательскую деятельность.

**Тип урока:** изучение нового материала, совершенствование и углубление знаний, умений и навыков.

**Организационная форма проведения урока:** фронтальное системное усвоение.

**Основной методологический подход в организации учебного процесса на уроке:** межпредметный (физика, математика и литература).

**Оборудование:** компьютер, проектор, экран, интерактивная доска, презентация; приборы и материалы для демонстрационного опыта: стакан высокий вместимостью 50 мл, пластина стеклянная (призма) с косыми гранями, пробирка, карандаш, чашка с водой, чашка с минеральным маслом, монета, тонкий стеклянный стакан, пробирка с глицерином, стеклянная палочка, два стеклышка от микроскопа, транспортир; ЭСО «Волновая оптика» для демонстрации законов отражения, законов преломления и полного внутреннего отражения, ЭСО «Inter Demo».

### ХОД УРОКА

#### I. Организационный момент. Сообщение темы урока

**Учитель.** Ребята, мы с вами перешли к изучению раздела физики «Оптика», где рассматриваются законы распространения света в прозрачной среде на основе представлений о световом луче. Сегодня вы узнаете, что закон преломления волн справедлив и для света. Итак, цель сегодняшнего урока – изучение закона преломления света. Эпиграфом нашего урока предлагаю выбрать высказывание Аристотеля: «Ум заключается не только в

знании, но и в умении прилагать знание на деле». Я думаю, в конце урока вы согласитесь с тем, что данный эпиграф отражает суть занятия, так как мы будем не только приобретать новые знания, но и применять их на практике.

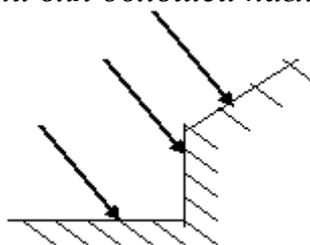
## II. Актуализация опорных знаний

**Учитель.** Что такое световой луч? (Геометрическая линия, указывающая направление распространения света, называется световым лучом.)

Природа света – электромагнитная. Одним доказательством этого является совпадение величин скоростей электромагнитных волн и света в вакууме. При распространении света в среде он поглощается и рассеивается, а на границе раздела сред – отражается и преломляется. Повторим законы отражения (на интерактивную доску выводятся задания, необходимо сделать построения различными цветами для большей наглядности).



1. Построить отраженный луч.



2. Будут ли параллельны отраженные лучи?



3. Постройте отражающую поверхность.



4. Угол между падающим лучом и отраженным лучом  $60^\circ$ . Чему равен угол падения?

С помощью презентации формулируются задания для учащихся и проводится фронтальный опрос:

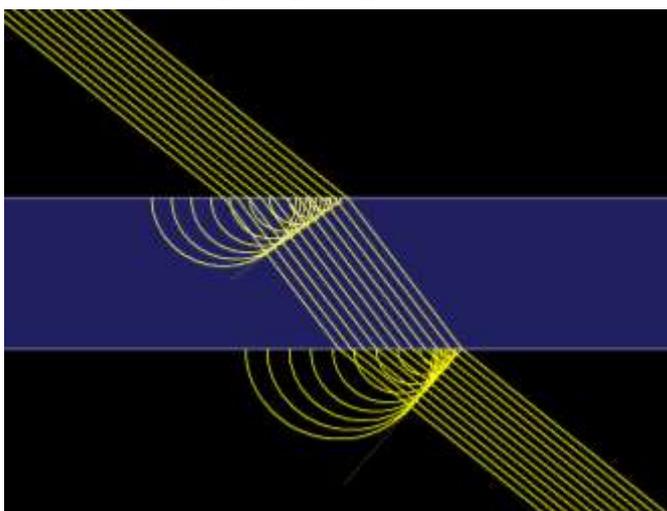
- ✓ Человек ростом  $H=1,8$  м, стоя на берегу озера, видит в воде отражение Луны, находящейся под углом  $30^\circ$  к горизонту. На каком расстоянии от берега человек видит в воде отражение Луны?
- ✓ Сформулируйте закон распространения света.
- ✓ Какое явление называют отражением света?
- ✓ Нарисуйте на интерактивной доске световой луч, падающий на отражающую поверхность; угол падения; нарисуйте отраженный луч, угол отражения.
- ✓ Почему оконные стекла издали кажутся темными, если на них смотреть в ясный день с улицы?
- ✓ Как нужно расположить плоское зеркало, чтобы вертикальный луч стал отражаться горизонтально?
- ✓ Объясните с точки зрения физики наблюдаемое явление, описанное И.А. Буниным в четверостишии:

А в полдень лужи под окном  
Так разливаются и блещут,  
Что ярким солнечным пятном  
По залу «зайчики» трепещут.

### III. Объяснение нового материала

**Учитель.** На границе раздела двух сред свет, падающий из первой среды, отражается в нее обратно. Если вторая среда прозрачная, то свет частично может пройти через границу сред. При этом, как правило, он меняет направление распространения или испытывает преломление.

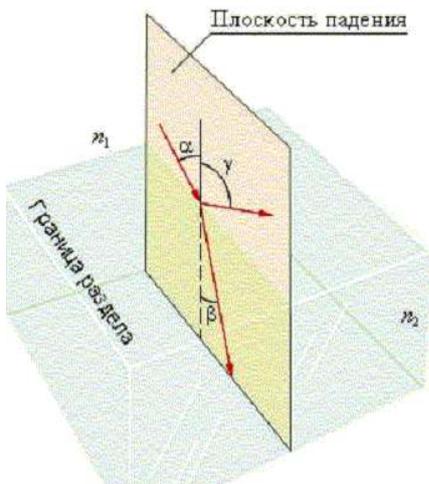
Преломление волн при переходе из одной среды в другую вызвано тем, что скорости распространения волн в этих средах различны.



*Демонстрация Inter Demo «Преломление по принципу Гюйгенса». Каждая точка среды, которой достиг волновой фронт в момент времени  $t$ , становится источником вторичных сферических волн. Новое положение волнового фронта через промежуток времени  $\Delta t$  определяется огибающей вторичных волн в момент времени  $t + \Delta t$ .*

#### **Демонстрация опытов «Наблюдение преломления света»**

1. На середину дна пустого стакана поставьте карандаш вертикально и посмотрите на него так, чтобы его нижний конец, край стакана и глаз расположились на одной линии. Не меняя положения глаз, наливайте воду в стакан. Почему по мере повышения уровня воды в стакане видимая часть дна заметно увеличивается, а карандаш и дно кажутся приподнятыми?
2. Расположите карандаш наклонно в стакане с водой и посмотрите на него сверху, а затем сбоку. Почему при наблюдении сверху карандаш у поверхности воды кажется надломленным? Почему при наблюдении сбоку часть карандаша, расположенная в воде, кажется сдвинутой в сторону и увеличенной в диаметре? Это все объясняется тем, что при переходе из одной прозрачной среды в другую световой луч преломляется.
3. Мягким карандашом на одном стеклышке (от микроскопа) напишите «масло», на другом «вода». Опустите первое стеклышко в минеральное масло (легкий жидкий парафин), а второе в воду. Положите стеклышко «масло» в стакан с маслом (наполовину наполненный), стеклышко «вода» в стакан с водой (наполовину наполненный). В стакане с маслом стеклышко становится невидимым и, словно масло, кажется плавающим без опоры. В стакане с водой стеклышко видно. Почему? (Свет проходит через стекло и воду под разными углами, а через стекло и масло – под одинаковыми углами. Стекло и вода имеют разный показатель преломления, а стекло и масло – одинаковый.)



**Учитель.** 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, называемая относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21}$$

Показатель преломления относительно вакуума называется абсолютным показателем

преломления.

В учебнике найдите таблицу «Показатель преломления веществ». Обратите внимание, что стекло, алмаз имеют больший показатель преломления, чем вода. Как вы думаете почему? (*Твердые тела имеют более плотную кристаллическую решетку, свету труднее пройти через неё, поэтому вещества имеют больший показатель преломления.*)

Вещество, имеющее больший показатель преломления  $n_1$ , называется оптически более плотной средой, если  $n_1 > n_2$ . Вещество, имеющее меньший показатель преломления  $n_1$ , называется оптически менее плотной средой, если  $n_1 < n_2$ .

#### IV. Закрепление пройденной темы

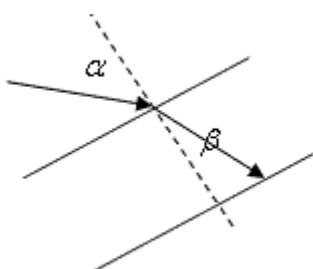


*Демонстрация Inter Deto «Преломление света» настроить демонстрацию на следующие данные:  $n_1=1$ ,  $n_2=1,73$ , отложить угол падения  $60^\circ$ . Определить по этим данным угол преломления и показать на практике достоверность результата.*

Учитель предлагает учащимся сформулировать задачу с применением данной демонстрации. Например, угол между падающим лучом и отраженным составляет  $90^\circ$ , определите угол

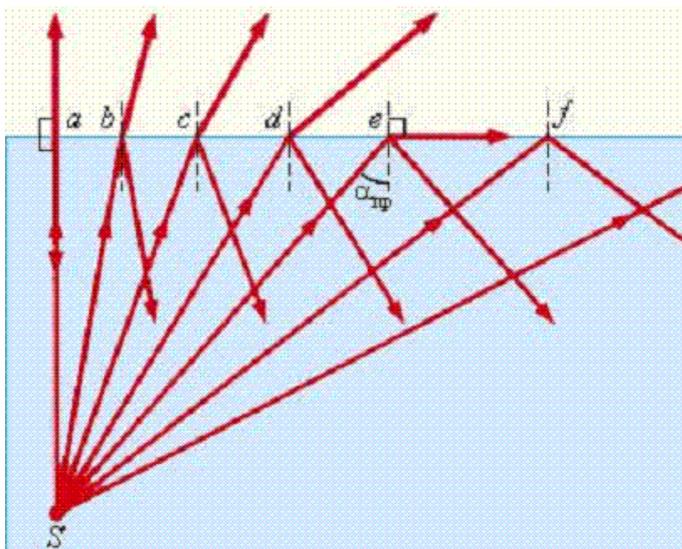
преломления, если угол падения равен  $60^\circ$ , показатель преломления равен  $\sqrt{3}$  (или,  $n=1,73$ ). Проверьте на практике полученный результат.

Далее детям предлагается определить на практике с помощью стеклянной пластины с плоскопараллельными гранями показатель преломления стекла. Для этого нужно:



- ✓ укрепить пластину с плоскопараллельными гранями к интерактивной доске с помощью магнита;
- ✓ прочертить преломляющие грани стилиусом;
- ✓ направить лазерный луч на стеклянную пластину под углом порядка  $60^\circ$ ;

- ✓ отметить стилиусом по две точки на пути падающего луча на границе воздух-стекло и преломленного луча на границе стекло-воздух;
- ✓ ;измерить транспортиром угол падения и угол преломления.
- ✓ вычислить показатель преломления по формуле  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}$
- ✓ с помощью демонстрации Inter Demo «Преломление света» проверить полученный на практике результат с точным его значением, оценить погрешность измерений.



**Учитель.** Если свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду, то при некотором угле падения  $\alpha_0$  угол преломления  $\beta$  становится равным  $90^\circ$ . Интенсивность преломленного луча в этом случае становится равной нулю. Свет, падающий на границу раздела двух сред, полностью отражается от нее. Происходит полное отражение.

Угол падения  $\alpha_0$ , при котором наступает полное внутреннее отражение света, называется предельным углом полного внутреннего отражения. При всех углах падения, равных и больших  $\alpha_0$ , происходит полное отражение света.

Величина предельного угла находится из соотношения  $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$

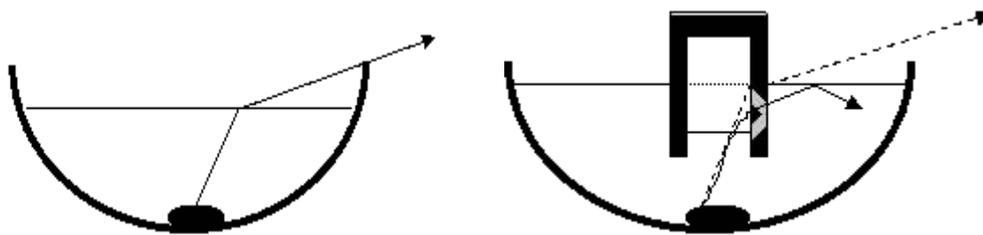
Если  $n_2=1$  (вакуум,  $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}$  воздух), то

### **Опыты «Наблюдение полного отражения света»**

1. Расположите карандаш наклонно в стакане с водой, поднимите стакан выше уровня глаз и посмотрите снизу через стакан на поверхность воды. Почему при рассматривании снизу поверхность воды в стакане кажется зеркальной?
2. Опустите пустую пробирку в стакан с водой и посмотрите на неё сверху. Почему часть пробирки, погруженная в воду, кажется блестящей?
3. Положите монетку на дно чаши и замерьте, под каким углом она видна снаружи. Не сводя глаз с монетки, опускайте потихонечку сверху в чашу перевернутый пустой прозрачный стакан, держа его строго вертикально, чтобы вода не заливалась внутрь. Объясните наблюдаемое явление.

*(В некоторый момент монета исчезнет! Когда опускаем стакан, уровень воды в чаше поднимается. Теперь, чтобы выйти из чаши, луч должен дважды пройти границу раздела вода–воздух. После прохождения*

первой границы угол преломления будет значительным, так что на второй границе произойдет полное внутреннее отражение. Свет уже не выходит из чаши, поэтому и не видим монетку.)



Для границы раздела стекло–воздух угол полного внутреннего отражения

равен:  $\alpha_0 = \arcsin \frac{1}{1,52} = 42^\circ$

**Учитель.** Поговорим о предельных углах полного отражения. В учебнике найдите таблицу «Показатель преломления веществ», объясните, почему алмаз является самым красивым камнем (алмаз  $\alpha_0 = 24^\circ$  имеет наименьший угол полного отражения). Послушайте строки из стихотворения А. А.Фета «Алмаз» и прокомментируйте, почему алмаз рассыпает зарницы.

Не украшать чело царицы,  
Не резать твердое стекло, –  
Те разноцветные зарницы  
Ты рассыпаешь так светло.

Нет! За прозрачность отраженья,  
За непреклонность до конца,  
Ты призван разрушать сомненья  
И с высоты сиять венца.

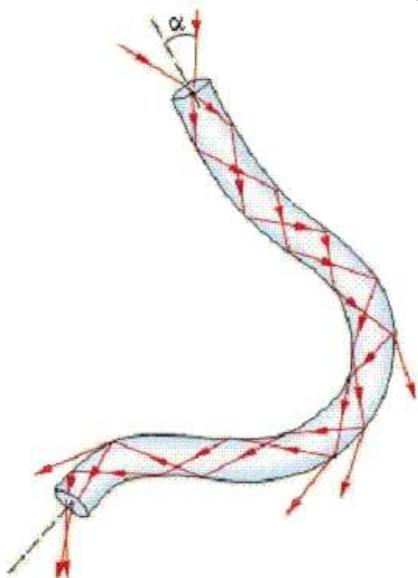
Подумайте над содержанием строк из стихотворения М. Пожарова «Разукрасилась зима»:

На уборе бахромы  
Из прозрачных льдинок,  
Звездочек-снежинок.  
Вся в алмазах, жемчугах,  
В разноцветных огоньках...

**Сообщение учащегося.** Явление полного внутреннего отражения используется в волоконной оптике. Испытывая полное внутреннее отражение, световой сигнал может распространяться внутри гибкого световода (световода). Свет может покидать волокно лишь при больших начальных углах падения и при значительном изгибе волокна.

Использование пучка, состоящего из тысяч гибких световодов (с диаметром каждого волокна от 0,002-0,01 мм), позволяет передавать из начала в конец пучка оптические изображения.

Волоконная оптика – система передачи оптических изображений с помощью стекловолокон (стекловопроводов).



Волоконно-оптические устройства повсеместно используются в медицине в качестве эндоскопов – зондов, вводимых в различные внутренние органы (бронхиальные трубы, кровеносные сосуды и т. д.) для непосредственного визуального наблюдения.

В настоящее время волоконная оптика вытесняет металлические проводники в системах передачи информации. Увеличение несущей частоты передаваемого сигнала увеличивает объем передаваемой информации. Частота видимого света на 5-6 порядков превосходит несущую частоту радиоволн. Соответственно с помощью светового сигнала можно передавать в миллион раз больше информации, чем с помощью радиосигнала. Необходимая информация по волоконному кабелю передается в виде модулированного лазерного излучения. Волоконная оптика необходима для быстрой и качественной передачи компьютерного сигнала, содержащего большой объем передаваемой информации.

Полное внутреннее отражение используется в призматических биноклях, перископах, зеркальных фотоаппаратах, а также в световращателях (катафотах), обеспечивающих безопасную стоянку и движение автомобилей.

## V. Подведение итогов

**Учитель.** На сегодняшнем уроке мы познакомились с преломлением света, узнали, что такое показатель преломления, определили показатель преломления плоскопараллельной стеклянной пластины, познакомились с понятием полного отражения, узнали о применении волоконной оптики. А теперь ответьте, пожалуйста, почему эпиграфом нашего урока было выбрано высказывание Аристотеля: «Ум заключается не только в знании, но и в умении прилагать знание на деле». (*Ответы учащихся.*)

## VI. Домашнее задание

Подготовиться к лабораторной работе № 4, §18, сборник С.Н. Капельян «Пособие для подготовки к централизованному тестированию» § 29 № 9 и 4 (прокомментировать выполнение домашнего задания).

**«Преломление света»**  
**Ум заключается не только в**  
**знании,**  
**но и в умении прилагать**  
**знание на деле.**  
***Аристотель***





## Фронтальный опрос

1. В чём состоит сущность закона прямолинейного распространения света?
2. Что такое световой луч?
3. При каких условиях от предмета получается тень?
4. При каких условиях от предмета получается лишь полутень?
5. Почему тень ног на земле резко очерчена, а тень головы более расплывчата? При каких условиях тень всюду будет одинаково отчётлива?





## Фронтальный опрос

6. В ясный солнечный зимний день деревья дают на снегу четкие тени, а в пасмурный день теней нет. Почему?
7. Почему в комнате светло и тогда, когда прямые солнечные лучи в ее окна не попадают?
8. Назовите основные свойства света, которые говорят об электромагнитной природе света.
9. Назовите основные законы геометрической оптики





## Задание 1.

Словно поток видений  
Из позабытых снов,  
Мчатся по полю тени,  
Тени от облаков.  
«Что же больше, – спросили  
Юношу одного, –  
Это облако или  
Тень от него?»»



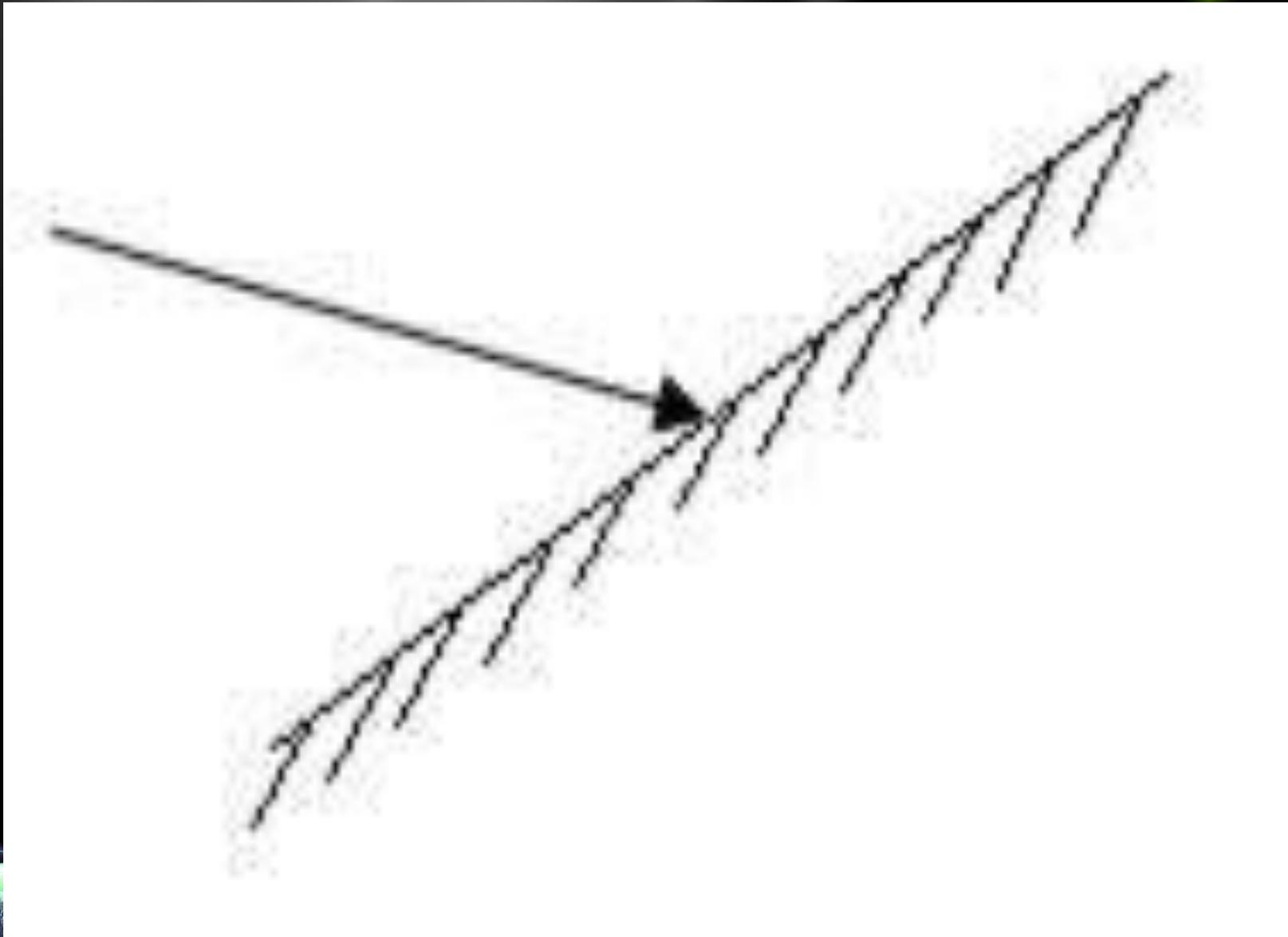
*Он ошибся. Как ответите вы? Опишите данное явление с помощью законов физики.*

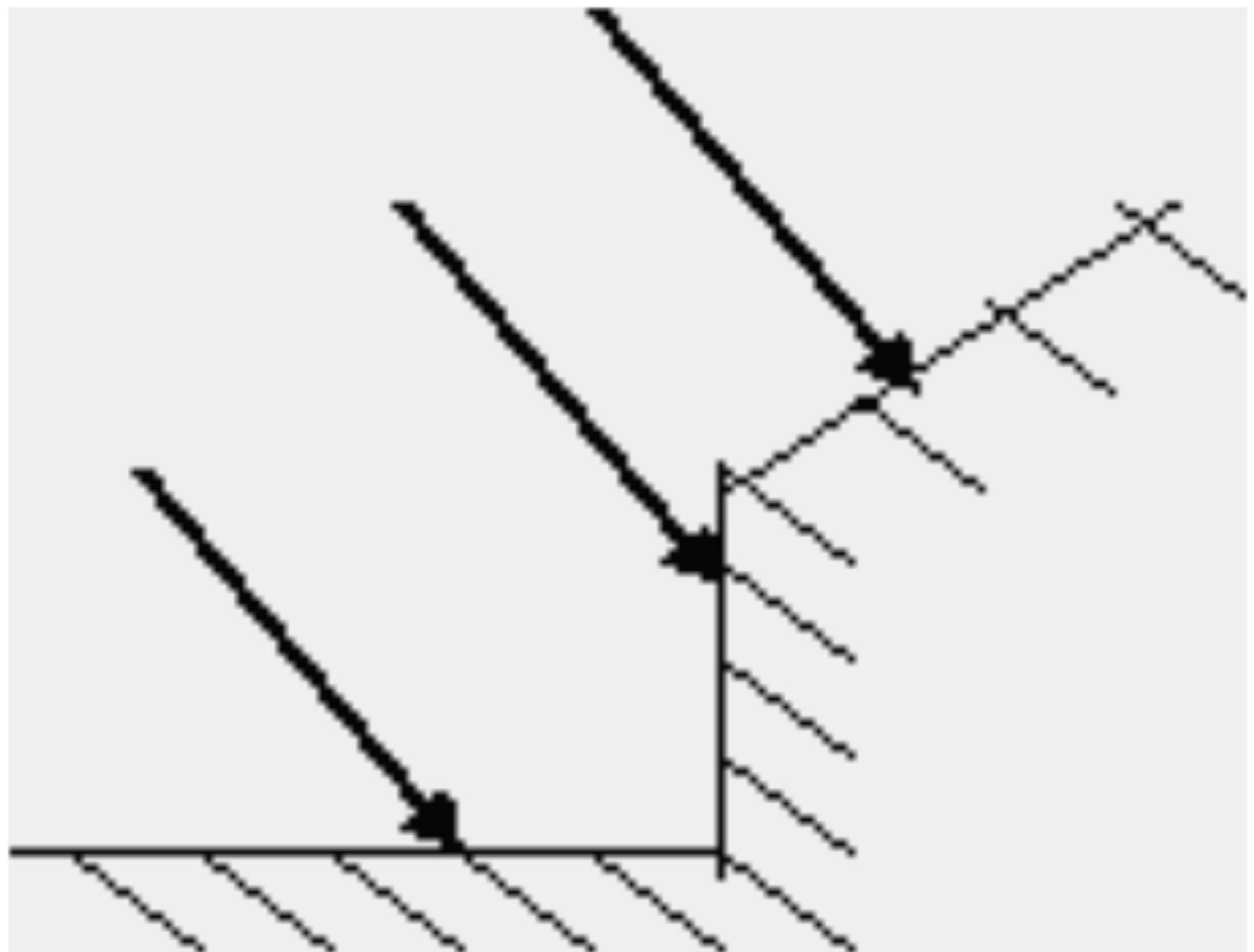


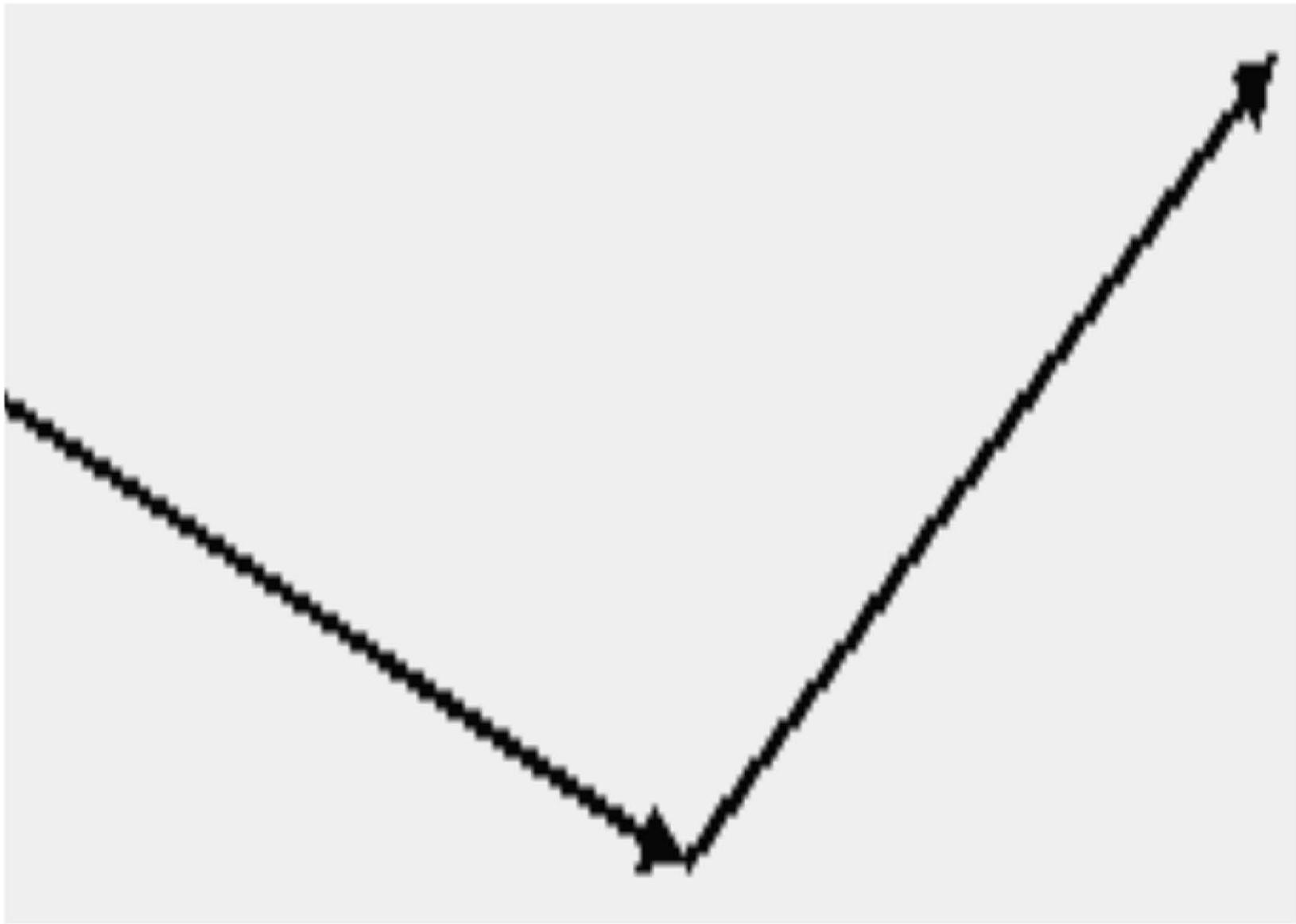
**Объясните с точки зрения  
физики наблюдаемое явление,  
описанное И.А. Бунинным в  
четверостишии.**

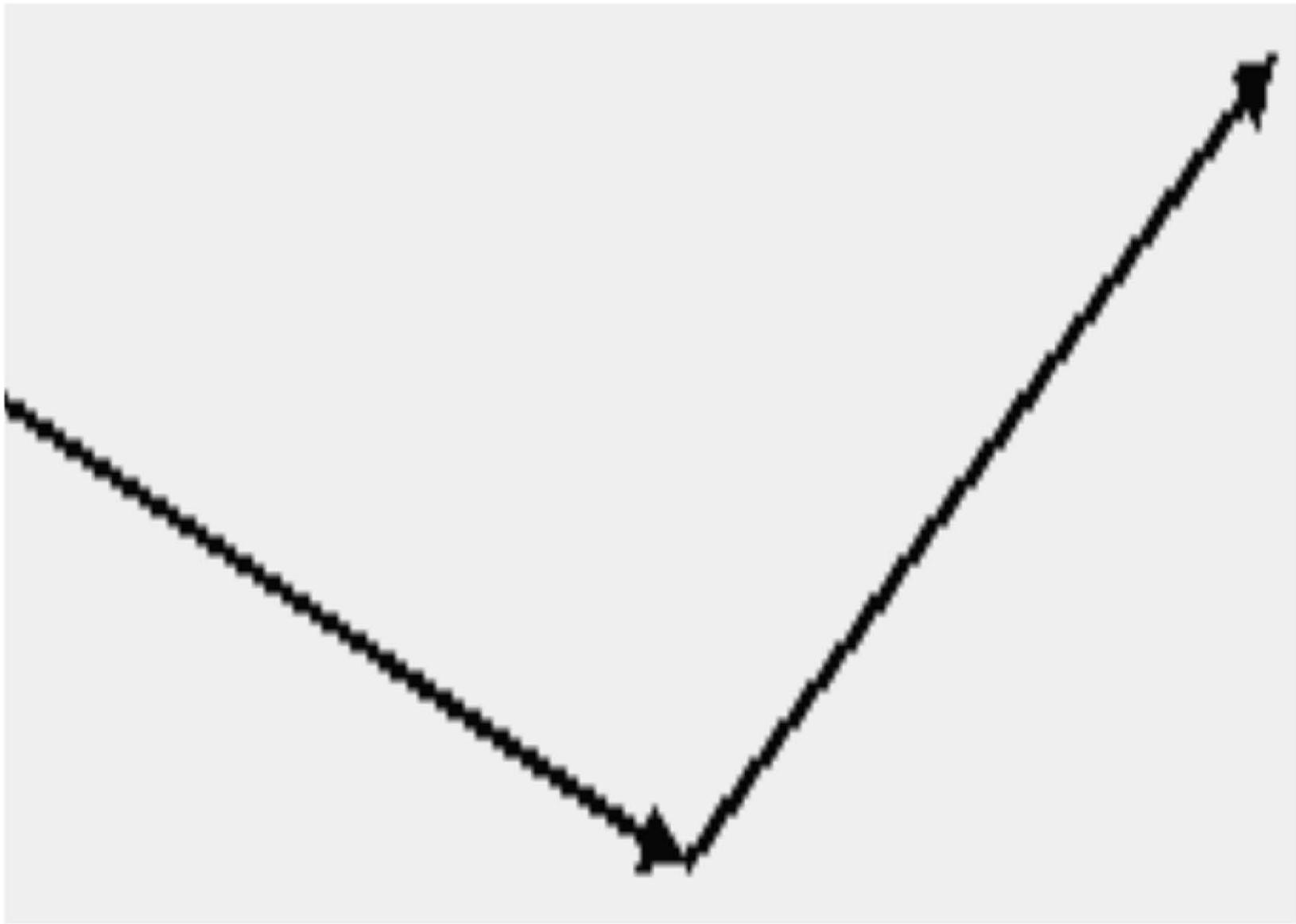
**А в полдень лужи под окном  
Так разливаются и блещут,  
Что ярким солнечным пятном  
По залу «зайчики» трепещут.**





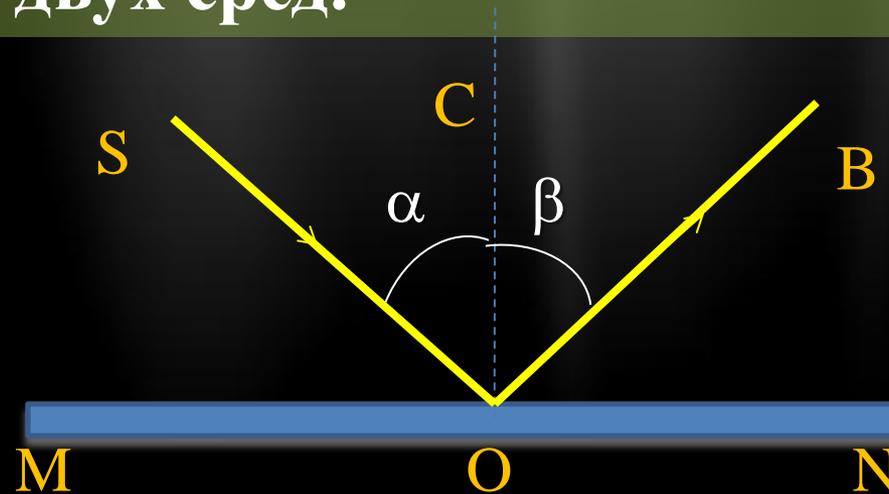






**Угол падения** – угол между падающим лучом и перпендикуляром к границе раздела двух сред в точке падения.

**Угол отражения** – угол между отражённым лучом и перпендикуляром к границе раздела двух сред.



$\angle SOC$  – угол падения (угол  $\alpha$ )

$\angle COB$  – угол отражения (угол  $\beta$ )

*Линия MN – поверхность раздела двух сред.*

*Луч SO – падающий луч.*

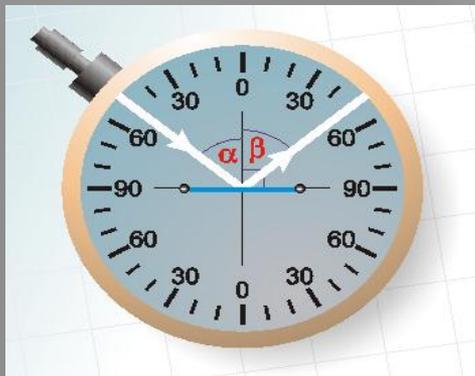
*Луч OB – отраженный луч.*





## Законы отражения света

- Падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (плоскость падения).
- Угол отражения  $\beta$  равен углу падения  $\alpha$ .



$$(\angle\alpha = \angle\beta)$$





## Кто установил законы отражения света?

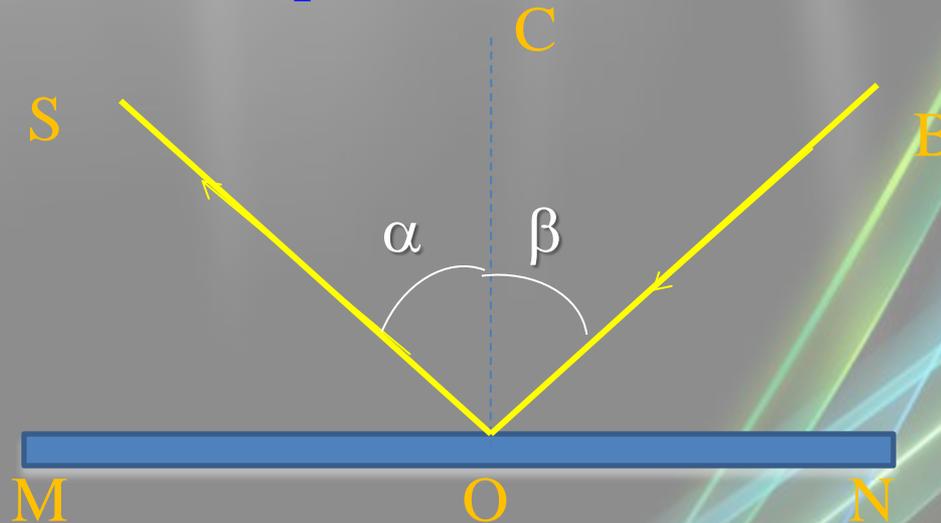
Голландец Виллеброрд Снель ван Ройен (1580-1626), именовавший себя Снеллиусом, наблюдал, как тонкий луч света отражается в зеркале. Он просто измерил угол падения и угол отражения луча (чего до него не делал никто) и установил закон: угол падения равен углу отражения.





## Обратимость световых лучей

Если луч падает на зеркало в направлении  $BO$ , то отражённый луч пойдёт в направлении  $OS$ . Падающий и отражённый луч могут меняться местами. Это свойство лучей называется обратимостью световых лучей.





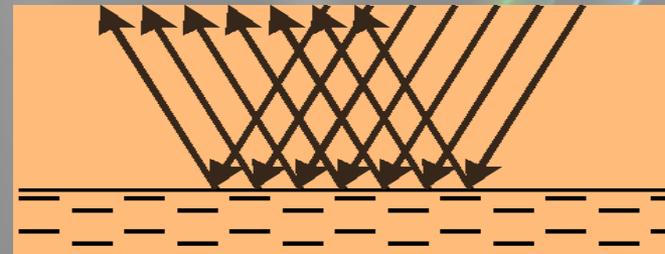
## Виды отражения

← Диффузное

→ Зеркальное

*Зеркальное отражение* –

отражение параллельных падающих лучей от плоской поверхности, при котором все отражённые лучи параллельны.



*Диффузное отражение* –

отражение параллельных падающих лучей от плоской поверхности, при котором все отражённые лучи не остаются параллельными.





**Какой вид отражения световых лучей вы видите на рисунке? Обоснуйте свой ответ.**

Какой вид отражения световых лучей вы видите на рисунке? Обоснуйте свой ответ.





Какой вид отражения световых лучей вы видите на рисунке? Обоснуйте свой ответ.





Какой вид отражения световых лучей вы видите на рисунке? Обоснуйте свой ответ.





Какой вид отражения световых лучей вы видите на рисунке? Обоснуйте свой ответ.





Какой вид отражения световых лучей вы видите на рисунке? Обоснуйте свой ответ.





## Закрепление

1. Приведите примеры поверхностей, диффузно отражающих световые лучи.
2. Приведите примеры поверхностей, зеркально отражающих световые лучи.
3. Как вы считаете, какой вид отражения наиболее важен для человека?
4. Представьте себе зеркальный экран в кинотеатре. Все ли зрители одинаково хорошо увидят изображение на нём?

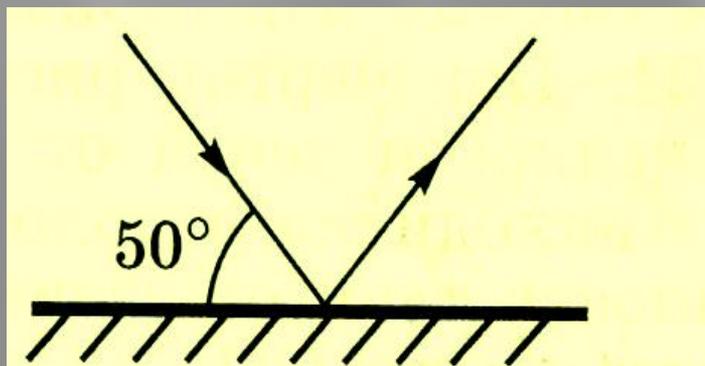




## Решение задач у доски

### Задача 1.

Используя рисунок, определи, чему равен угол падения, угол отражения, угол между падающим и отраженным лучами.



### Задача 2.

Угол падения луча равен  $25^\circ$ .

Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?



**Почему оконные стекла издали  
кажутся темными, если на них  
смотреть в ясный день с улицы?**

**Как нужно расположить плоское  
зеркало, чтобы вертикальный  
луч стал отражаться  
горизонтально?**



**Человек ростом  $H=1,8$  м, стоя на берегу озера, видит в воде отражение Луны, находящейся под углом  $30^\circ$  к горизонту. На каком расстоянии от берега человек видит в воде отражение Луны?**





## Странная тень

*Мальчик испугался  
собственной тени...  
Как это могло произойти?  
Попробуйте объяснить.*

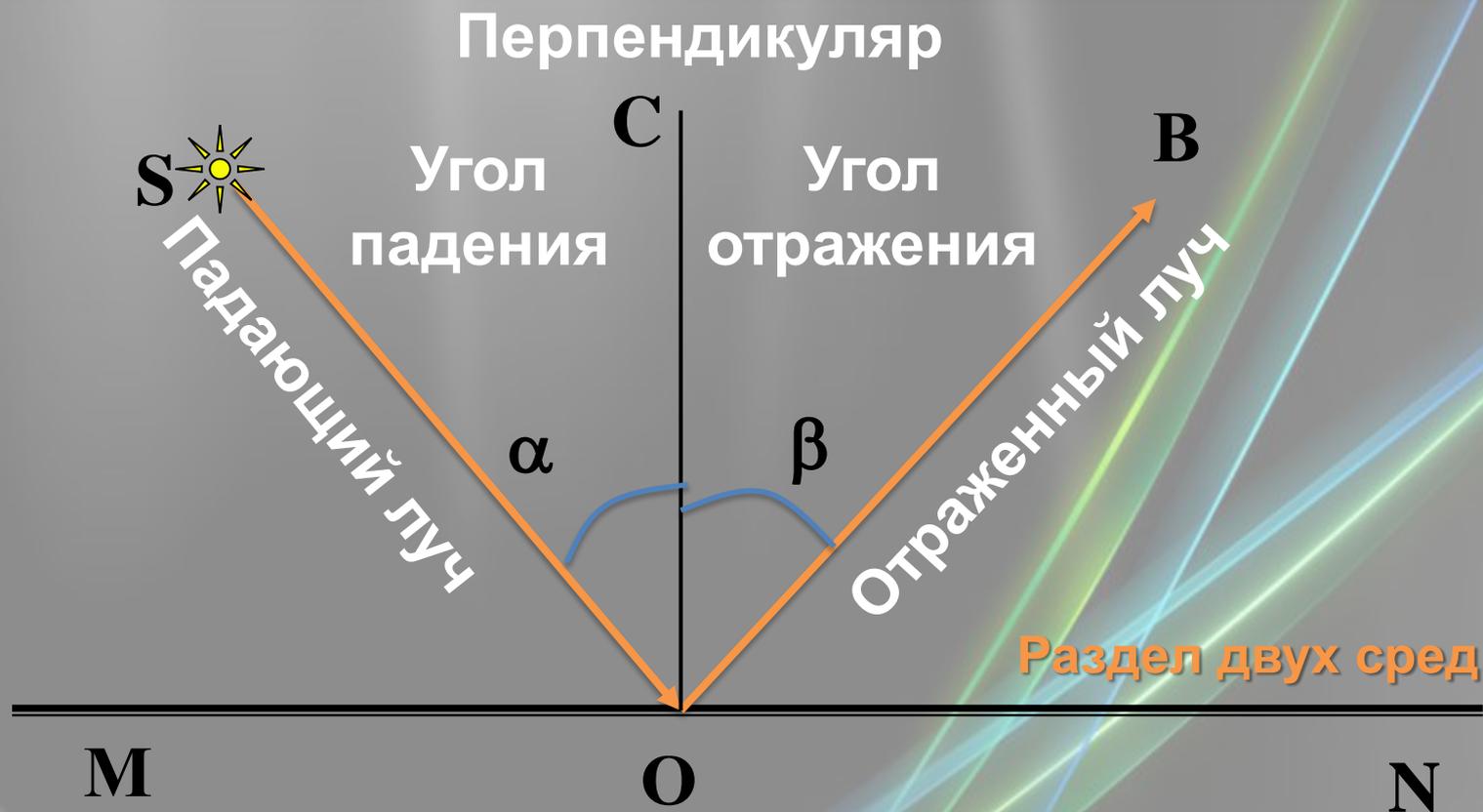


**Ответ:** Лучи света отражаются от зеркала по определенным правилам, так, что угол, под которым они встречаются зеркало, равен тому углу, под которым они от него отражаются. Надо поместить свечу относительно зеркала так, чтобы светлые пятна упали как раз в требуемые места тени.



# Запомни!

## Образование угла падения и угла отражения





## Опишите явление с помощью законов физики



Лунный свет - простое отражение,  
В нем горенья нет.

Холодно, без капли напряженья

Льется лунный свет.

Он всю ночь струится по бумаге

На моем столе

И игриво прячется в овраге -

За окном во мгле.

Где-то солнце ярко полыхает  
бесконечным днем —

Лунный свет в моем окне мерцает

Как напоминание о нем.





Чем отличаются данные рисунки?  
Обоснуйте ваш ответ с физической точки зрения.



Диффузное отражение



Зеркальное отражение





## Народная мудрость

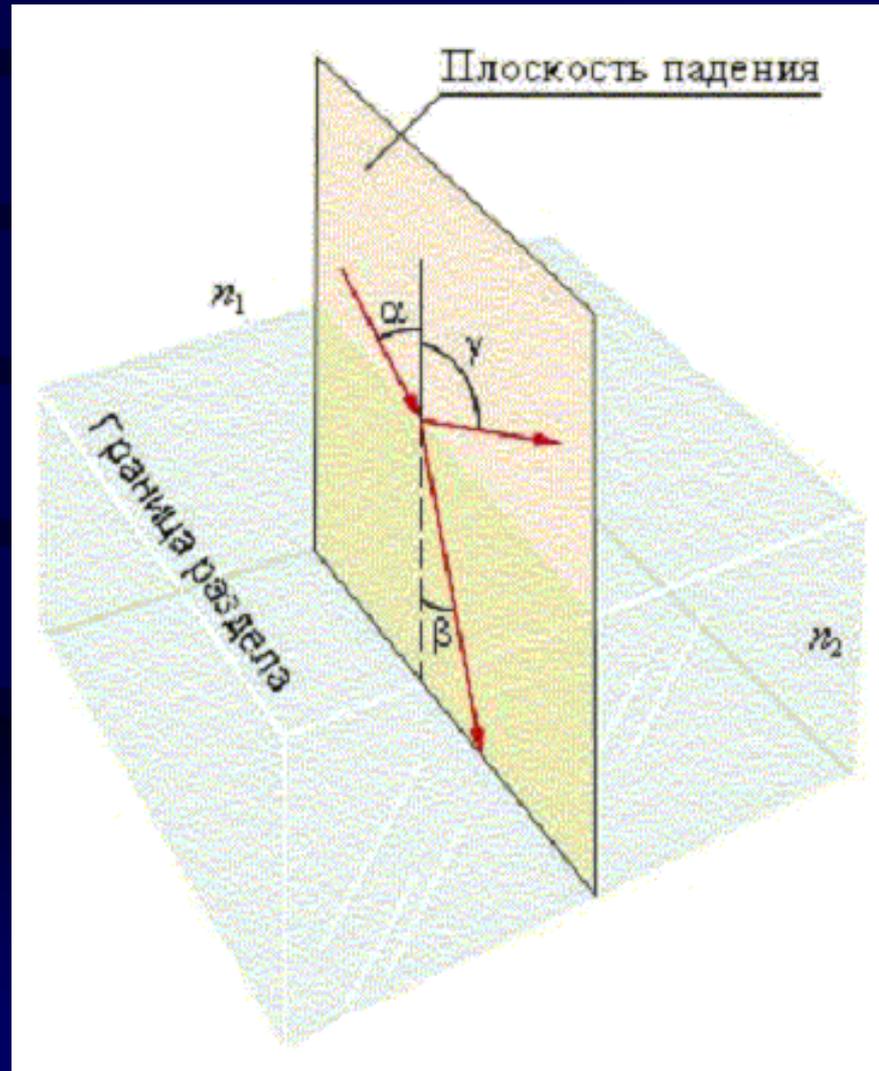
Объясните физический смысл пословицы: о каких законах света идёт речь?

Старинная русская пословица гласит:  
«Солнце сияет, а месяц только светит».

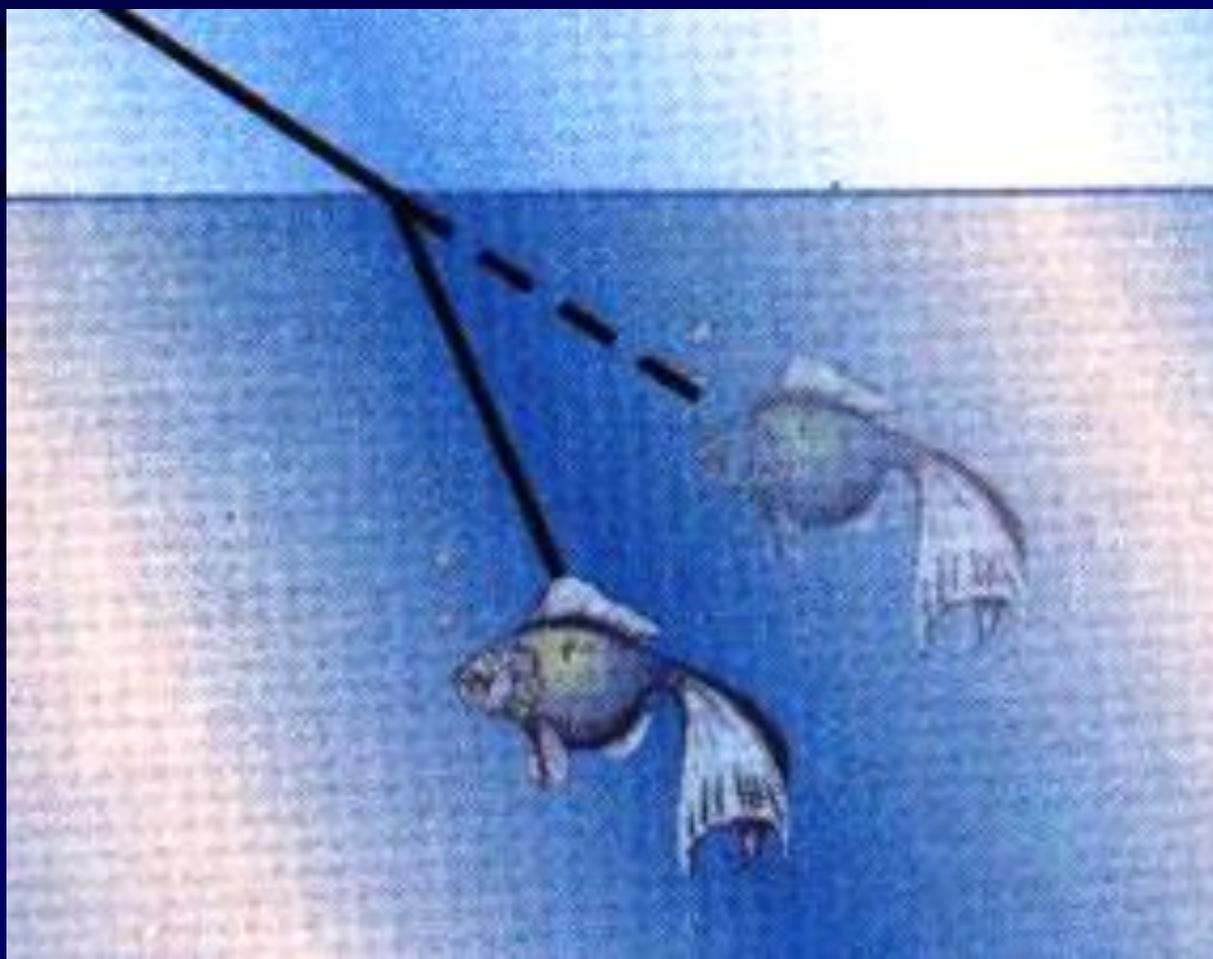


Полная Луна светит у нас на Земле в 440000 раз слабее Солнца.

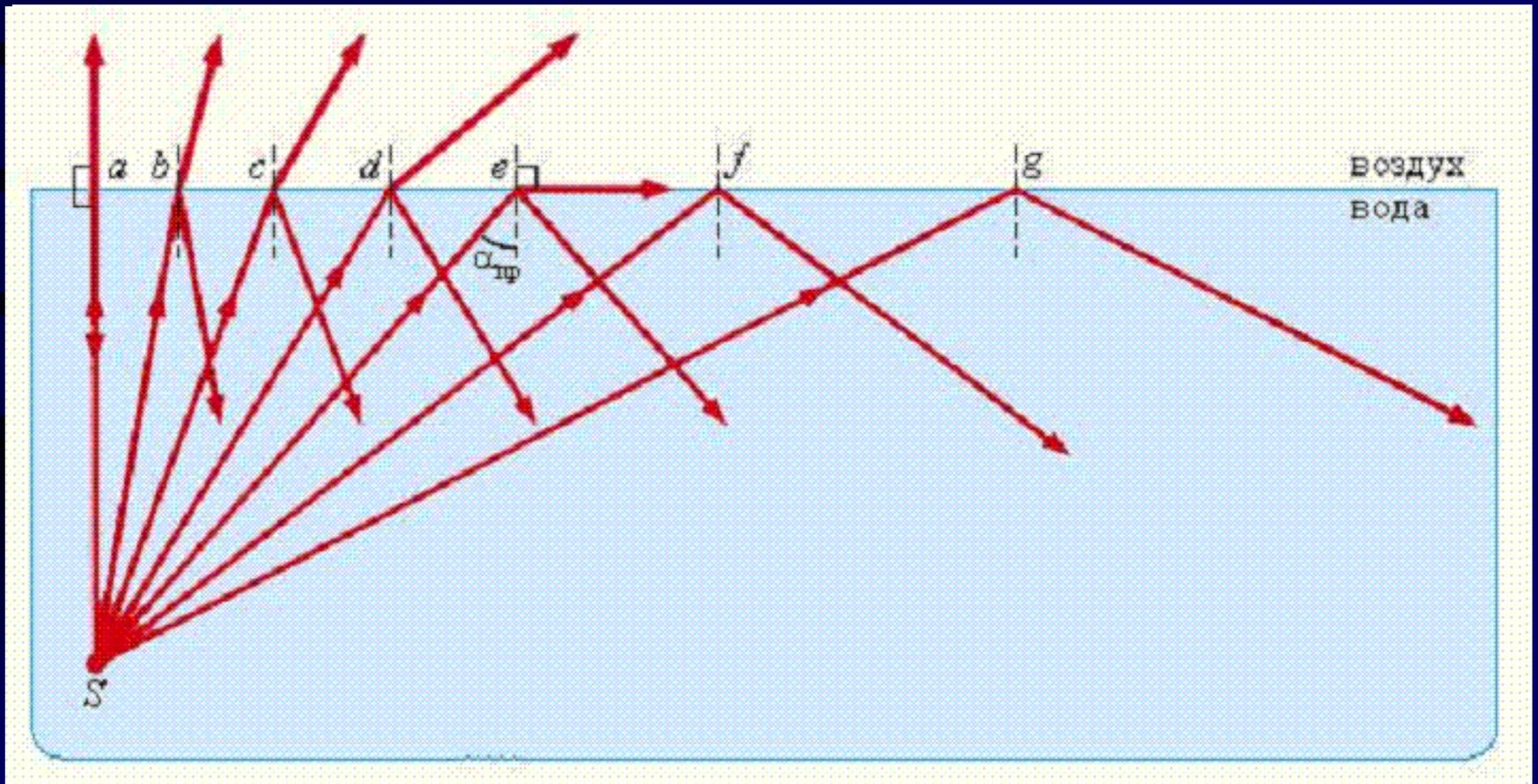
# Отражение и преломление света.



Почему, находясь в лодке, трудно попасть острогой в проплывающую рядом рыбу?



# Преломление и отражение света при переходе из более плотной среды в менее плотную.



Бензин

45°

Алмаз

24°

Спирт

47°

Стекло

30°–42°

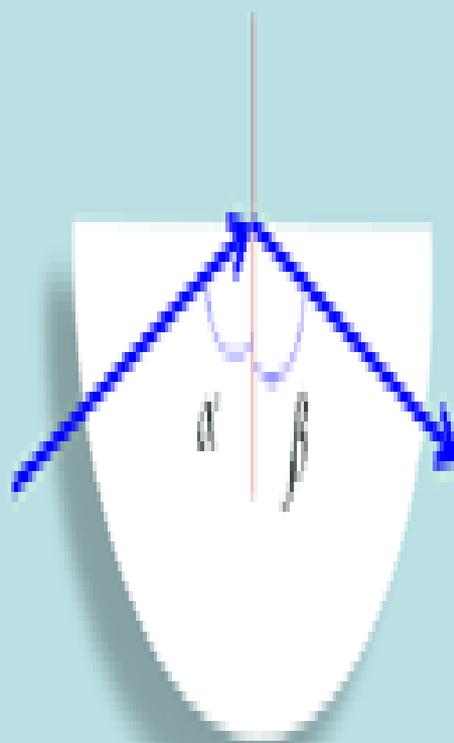
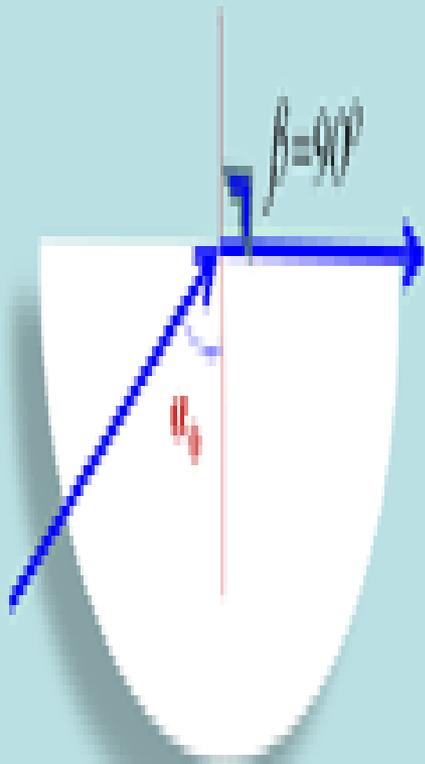
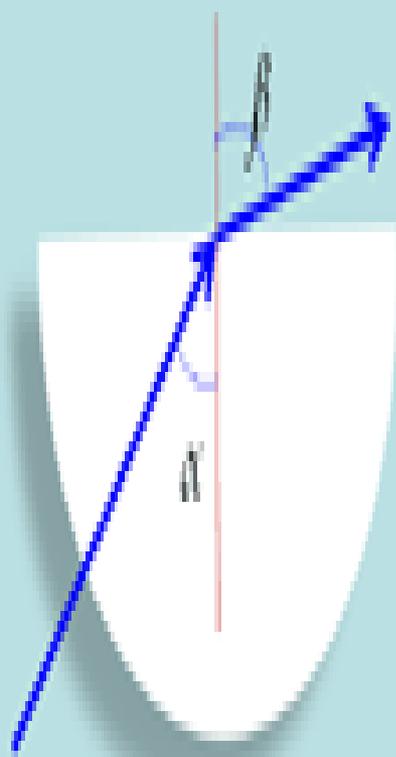
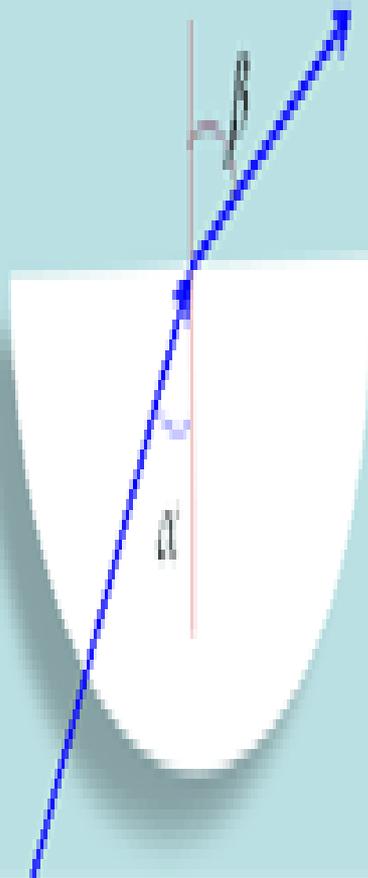
Вода

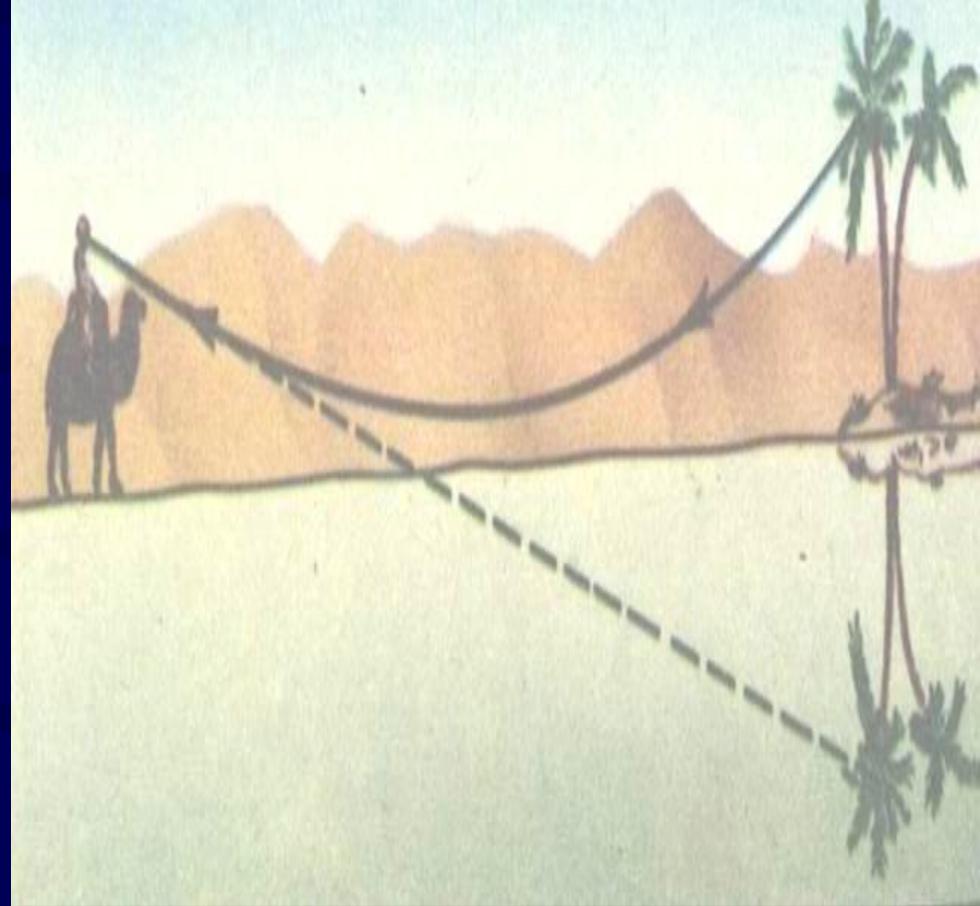
49°

Лёд

50°

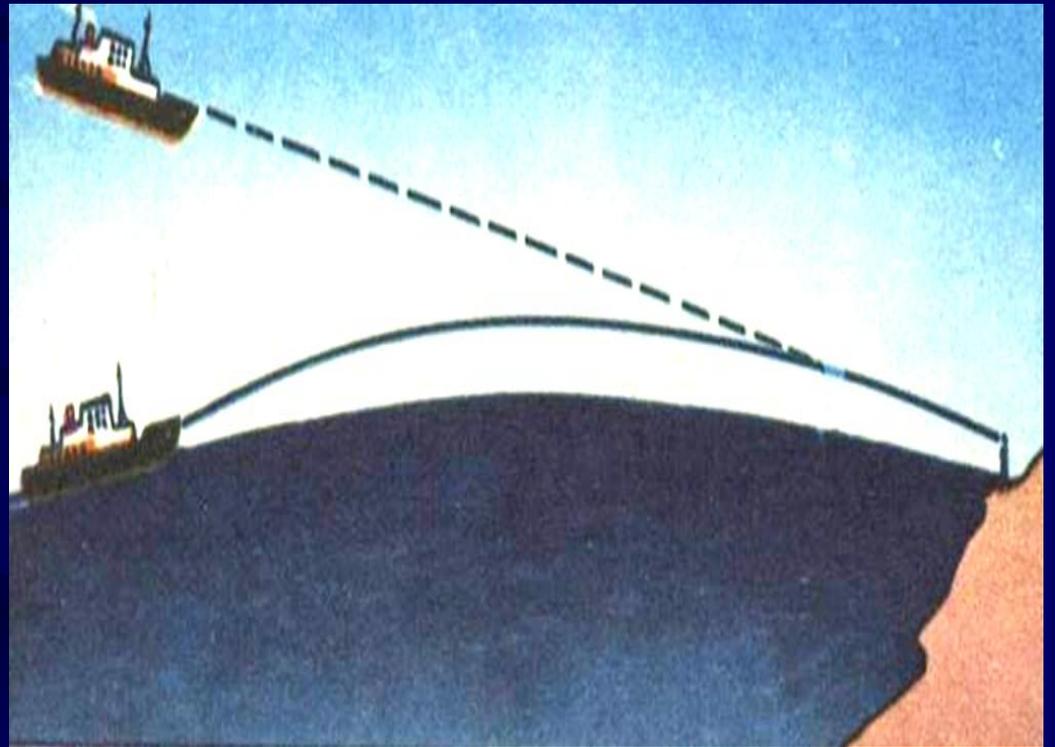
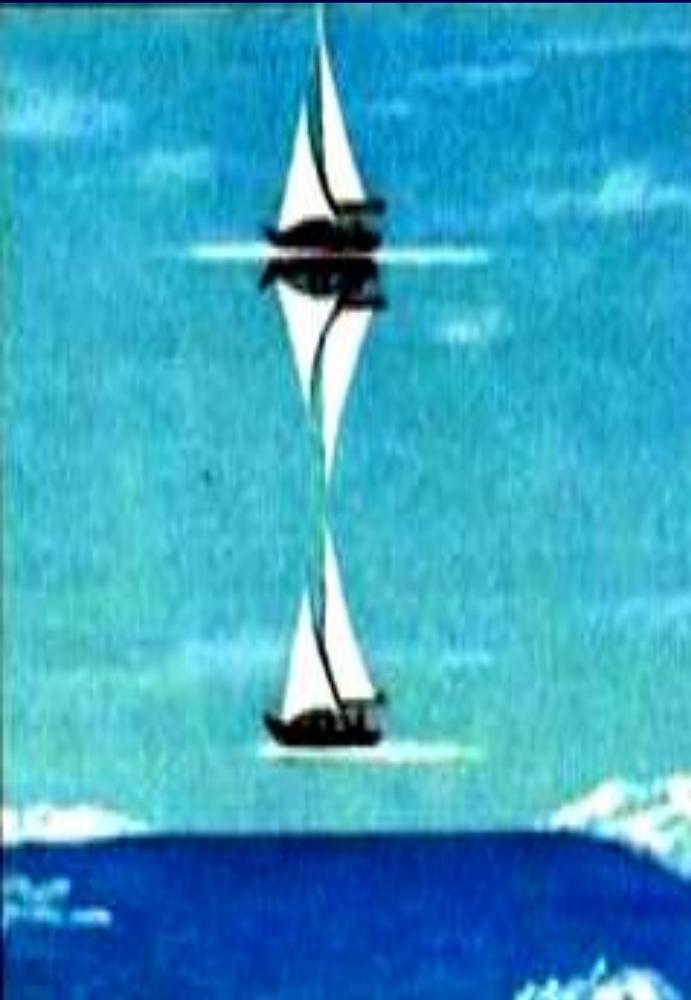


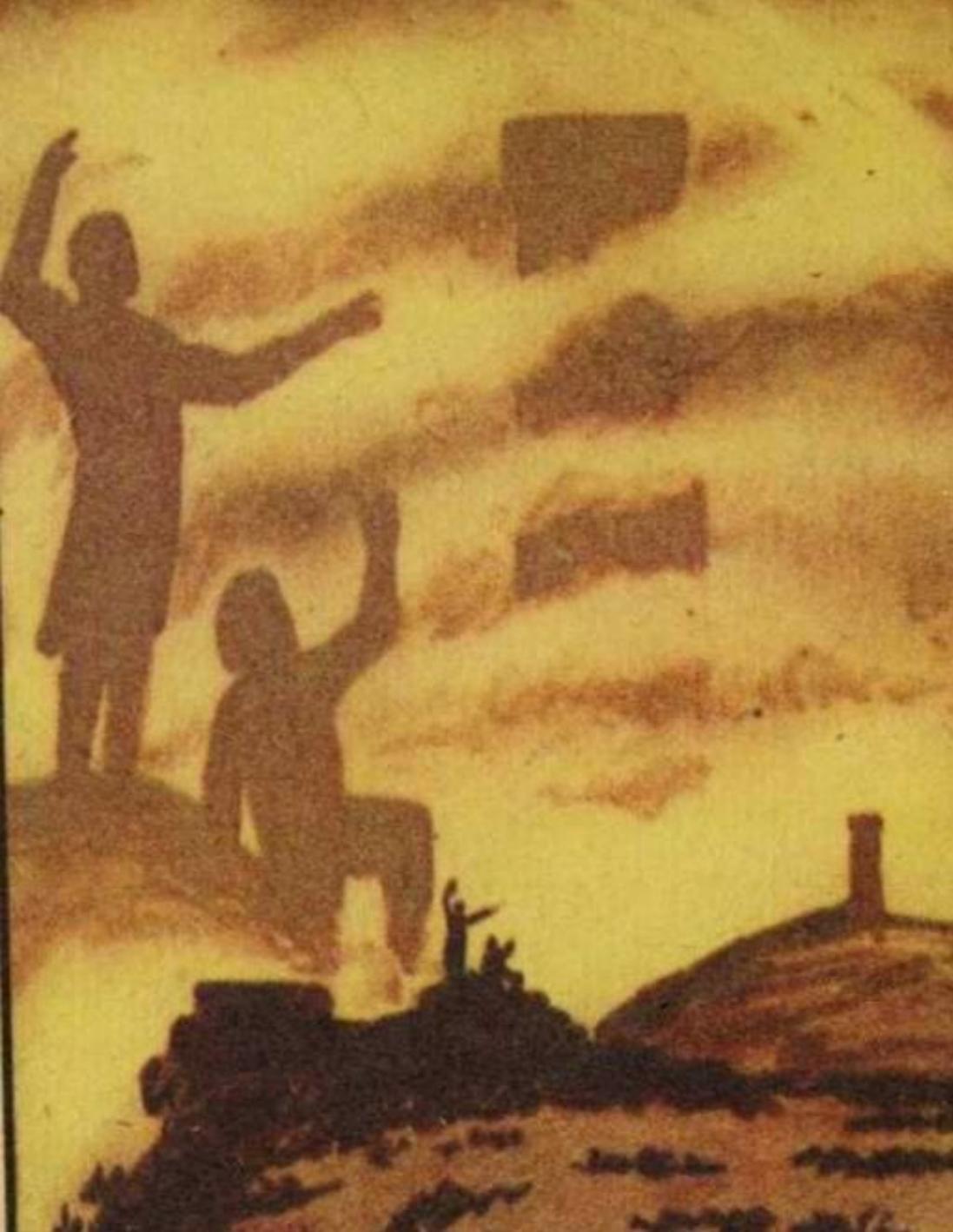




Мираж в пустыне

# Морской мираж



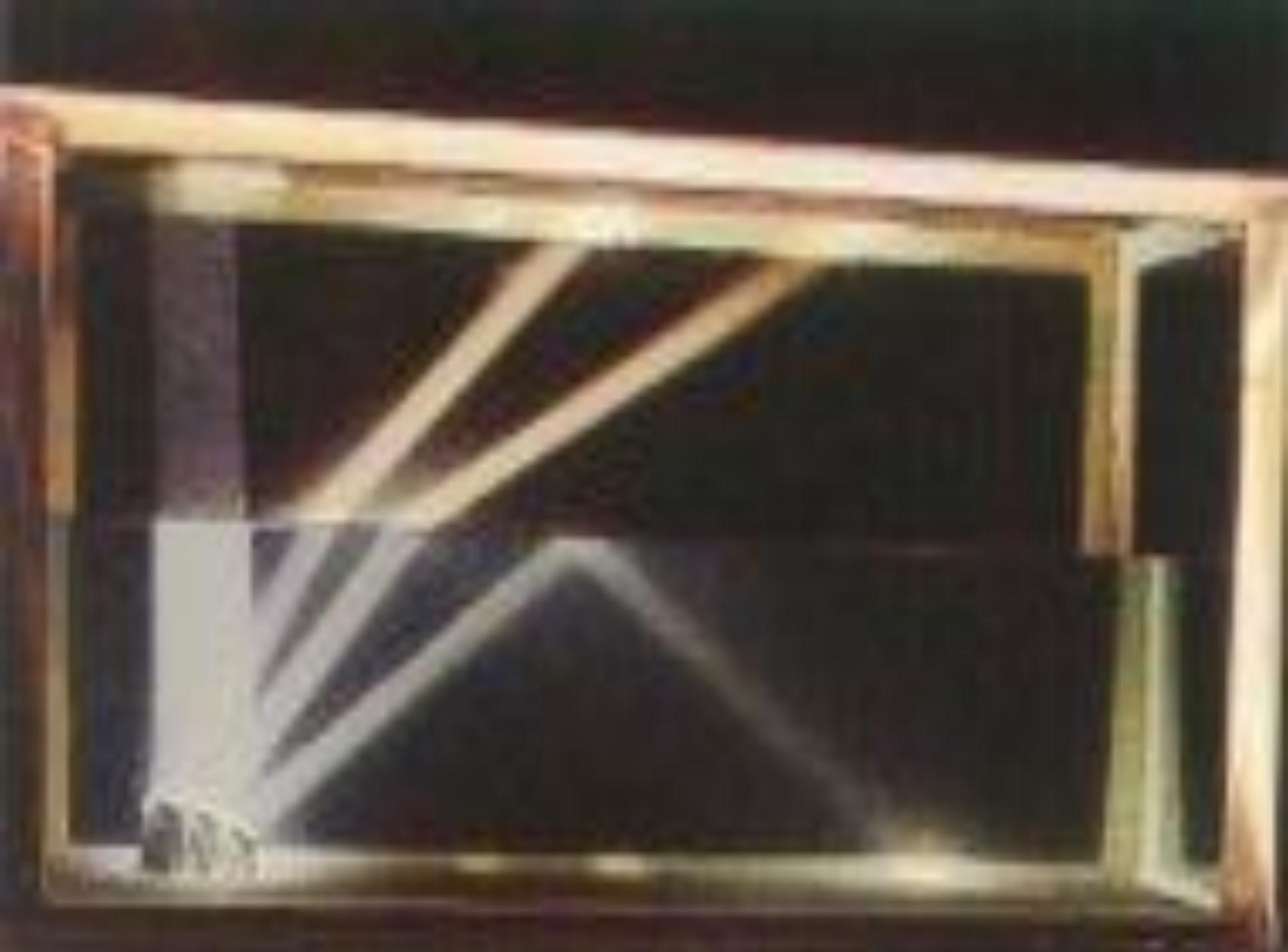


Мираж  
альпинистов в  
горах

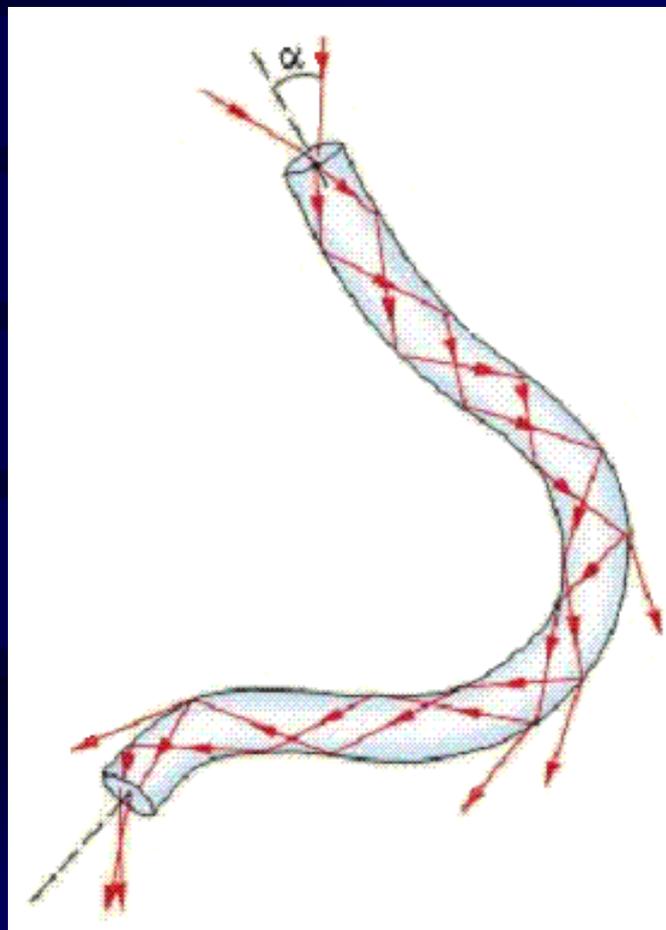
**Мираж  
сверхдальнего  
видения**







# ВОЛНОВОД





**Не украшать чело царицы,  
Не резать твердое стекло, -  
Те разноцветные зарницы  
Ты рассыпаешь так светло.**

**Нет! За прозрачность отраженья,  
За непреклонность до конца,  
Ты призван - разрушать сомненья  
И с высоты сиять венца.**

**На уборе бахрома  
Из прозрачных льдинок,  
Звездочек-снежинок.  
Вся в алмазах, жемчугах,  
В разноцветных огоньках...**



**Что  
знал?**

**Что  
узнал?**

**С чем  
не согласен?**

**Что  
непонятно?**



**Ум заключается не  
ТОЛЬКО в знании,  
НО И в умении  
прилагать знание на  
деле.**

*Аристотель.*