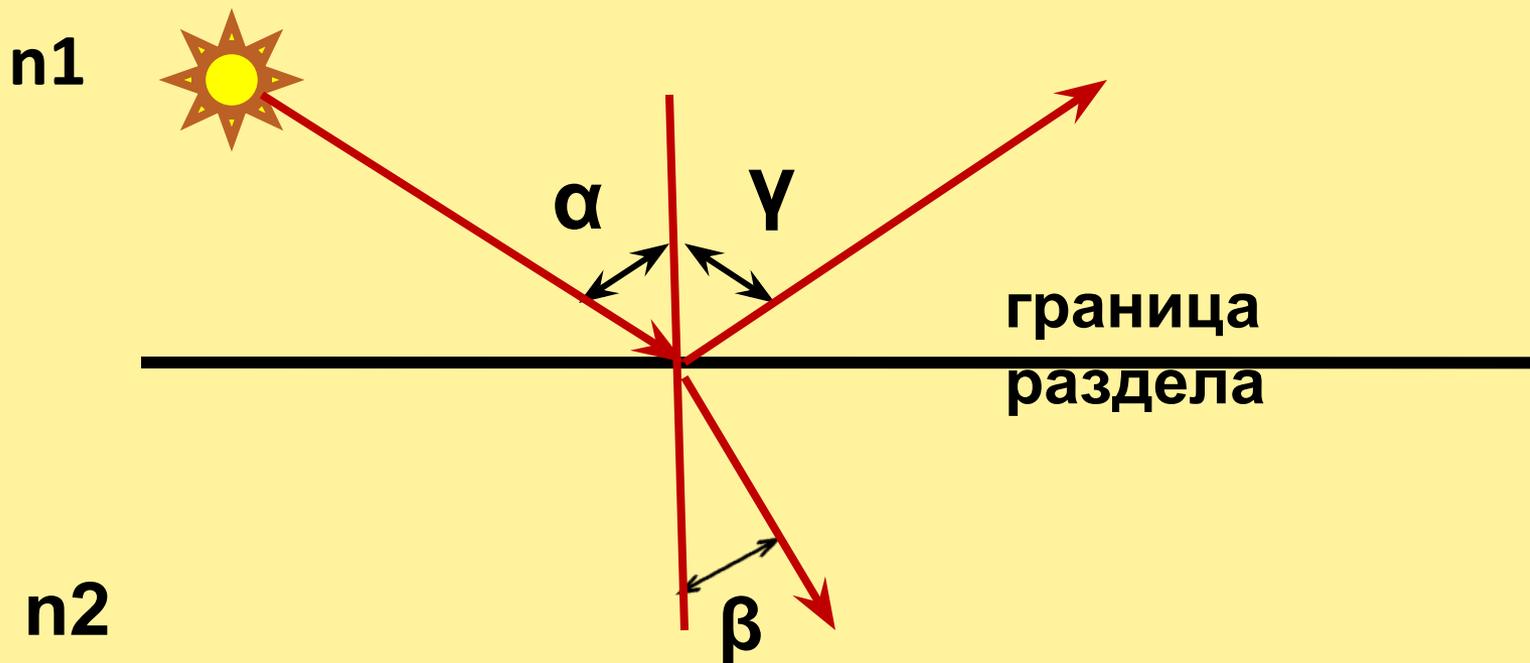


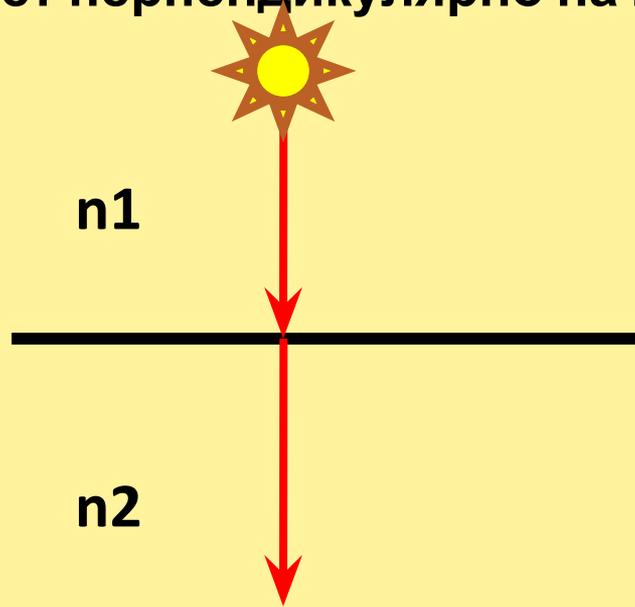
# ЗАКОНЫ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА



1. Падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр в точку падения лежат в одной плоскости
2. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно обратному отношению показателей преломления сред

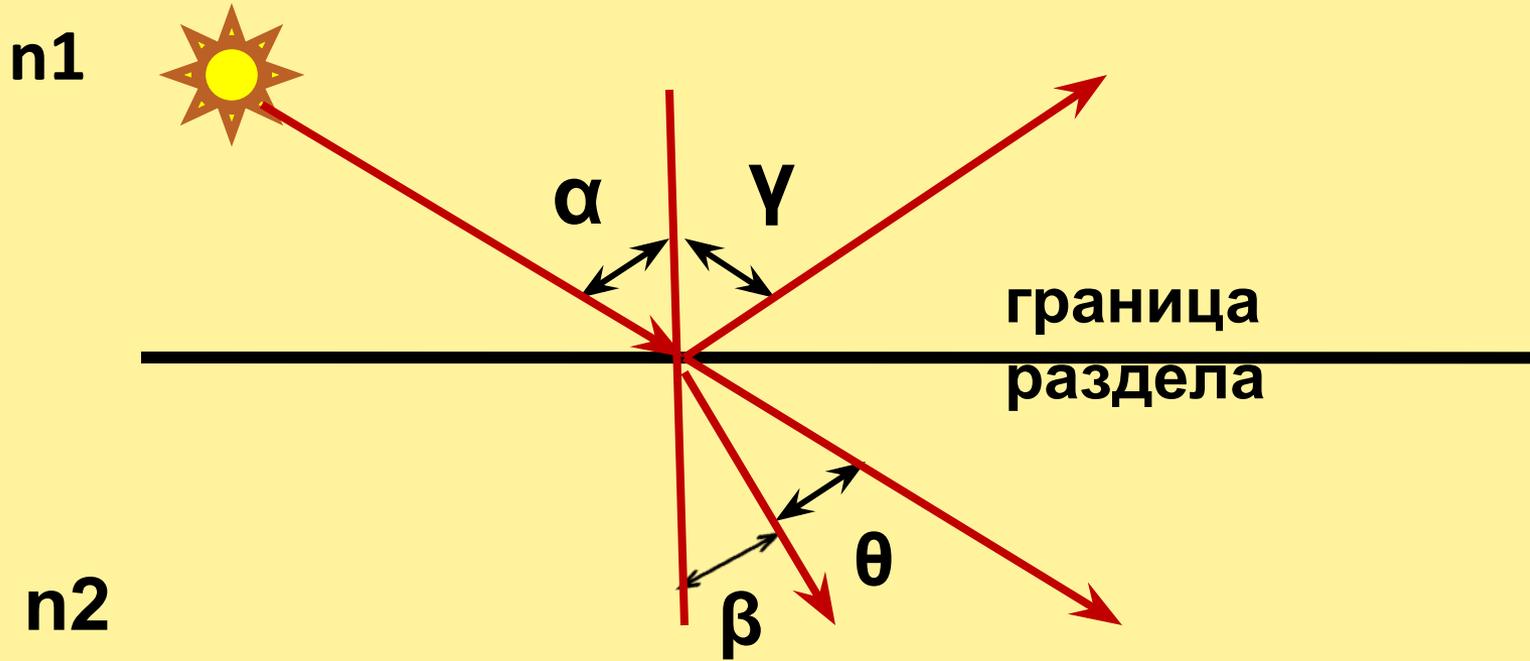
# Преломление света в зависимости от угла падения и оптической плотности среды

I. Световой луч падает перпендикулярно на границу раздела ( $\alpha=0$ )



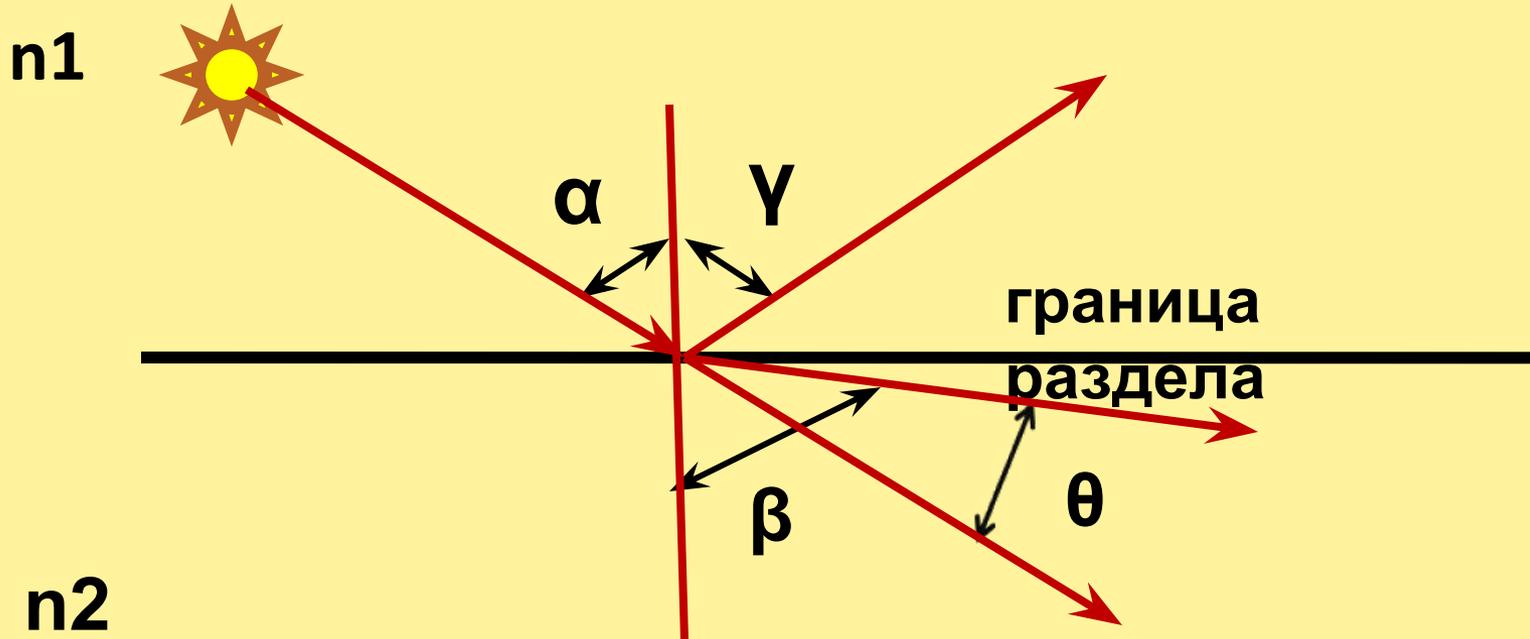
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n2}{n1} \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha \cdot n1}{n2} = \frac{\sin 0 \cdot n1}{n2} = 0 \Rightarrow \beta = 0$$

## 2. Свет переходит в оптически более плотную среду ( $n_2 > n_1$ )



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \times 1 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \times 1 \Rightarrow \alpha \times \beta \Rightarrow \beta < \alpha$$

### 3. Свет переходит в оптически менее плотную среду ( $n_2 < n_1$ )



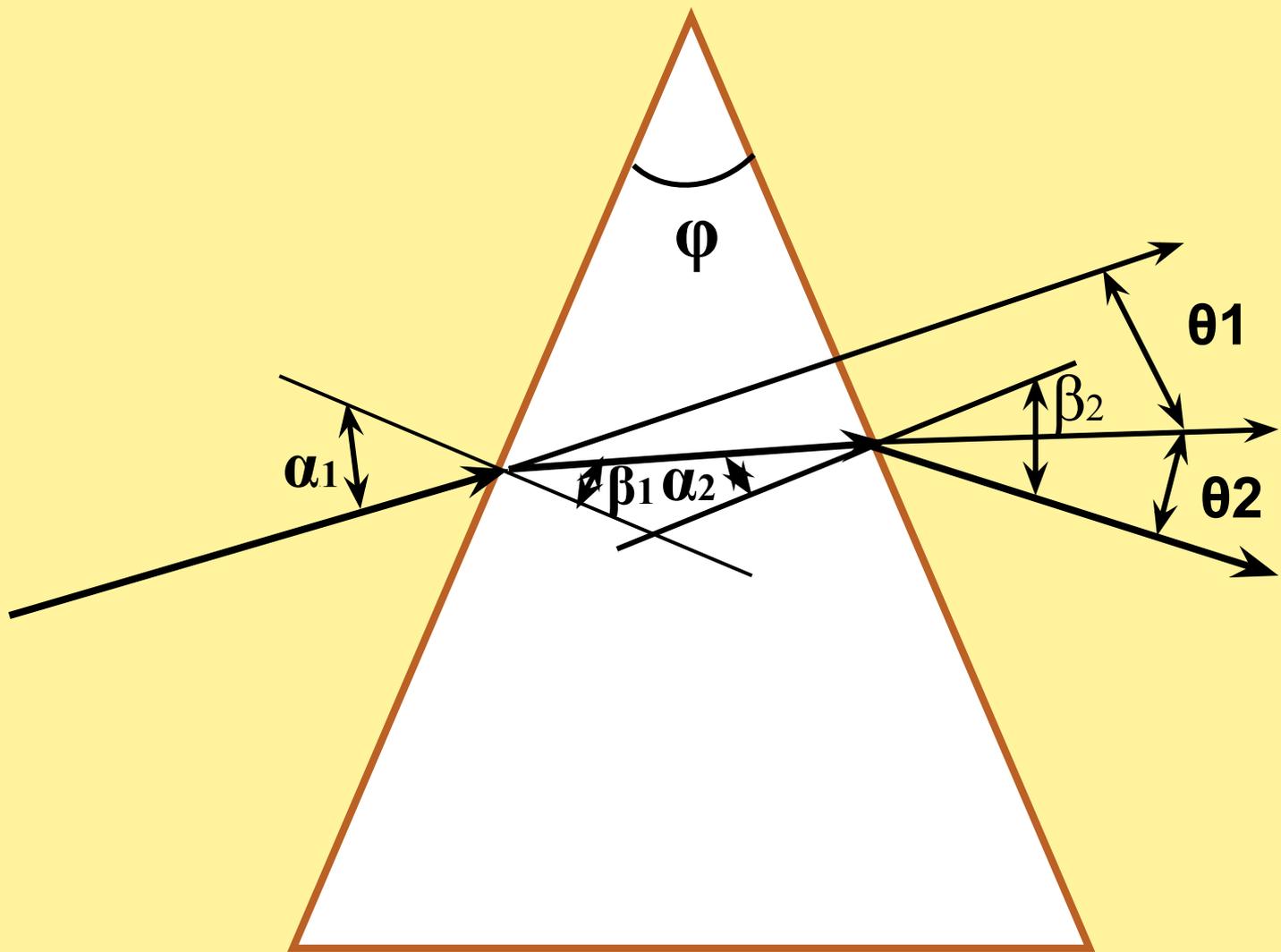
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2} \gg 1 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \gg 1 \Rightarrow \sin \alpha \gg \sin \beta \Rightarrow \alpha \gg \beta \Rightarrow \beta \approx \alpha$$

# Преломление света в стеклянной пластинке

с параллельными гранями

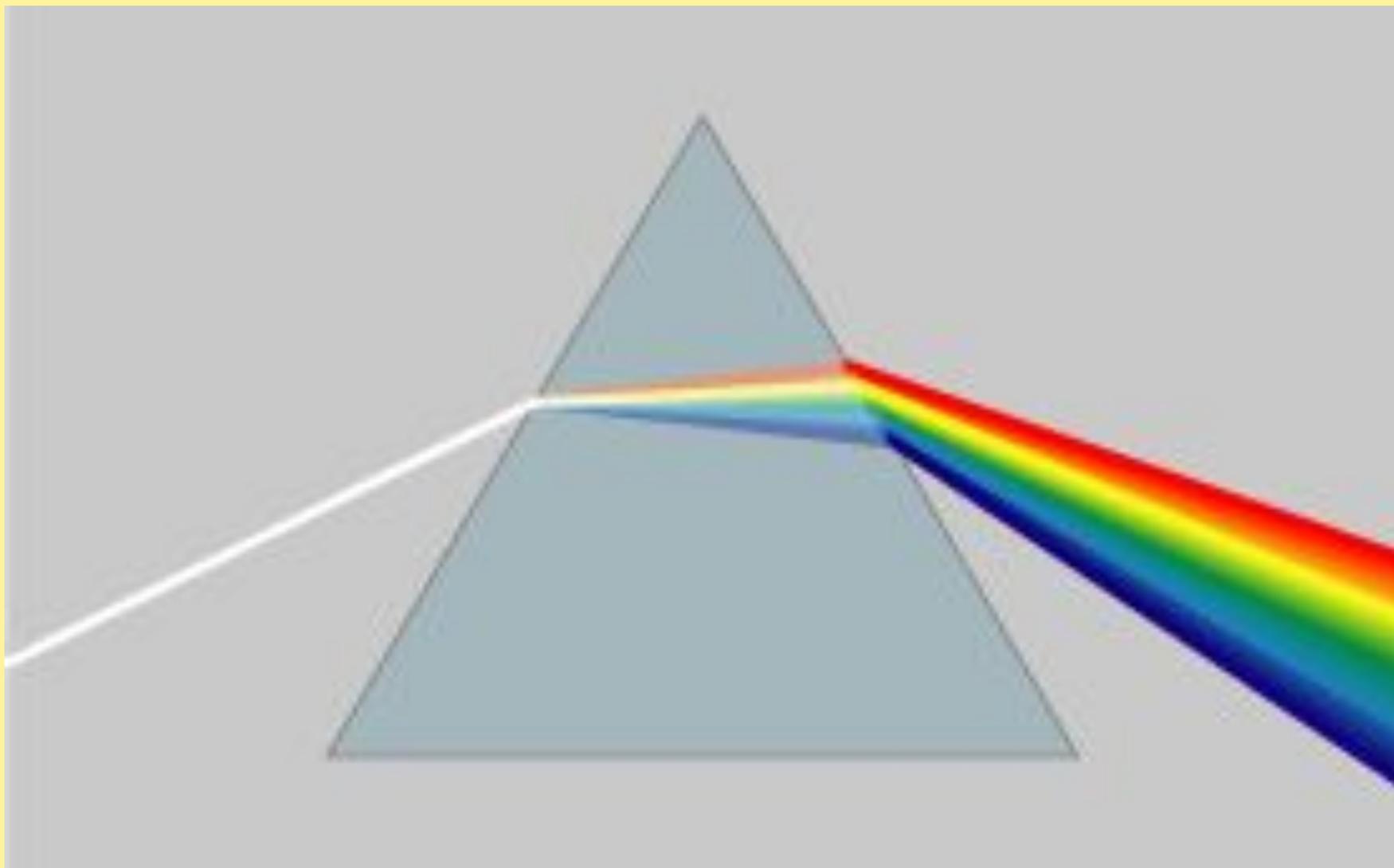


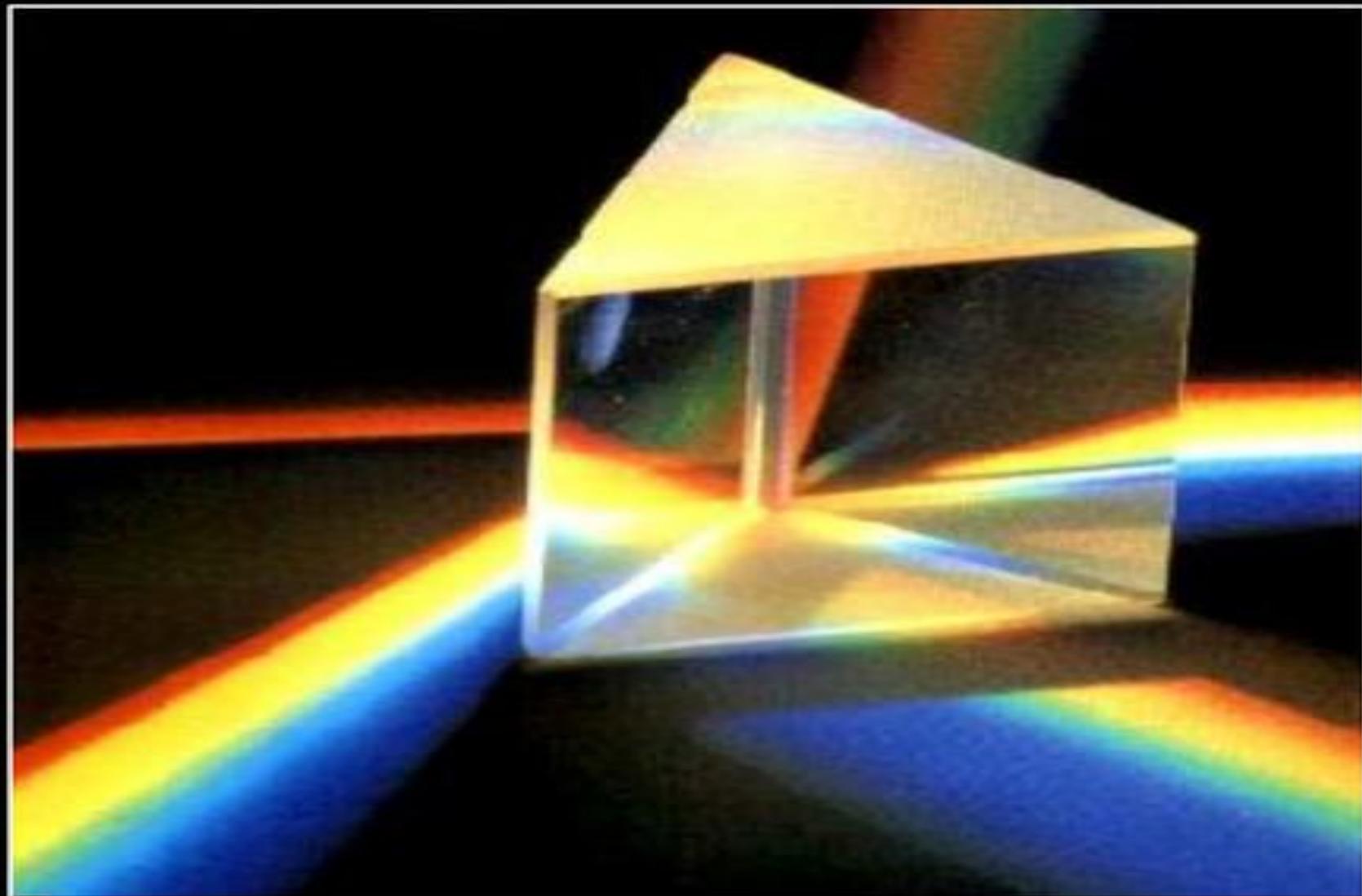
При прохождении света через плоскопараллельную пластину свет дважды на своем пути претерпевает преломление, в результате чего луч падающий на пластину и луч выходящий из нее оказываются параллельными, но смещенными друг относительно друга. Поэтому стеклянная пластинка не искажает, а только смещает предметы относительно их действительного положения.



При прохождении через стеклянную призму свет отклоняется к основанию призмы.

## Преломление белого света в стеклянной призме



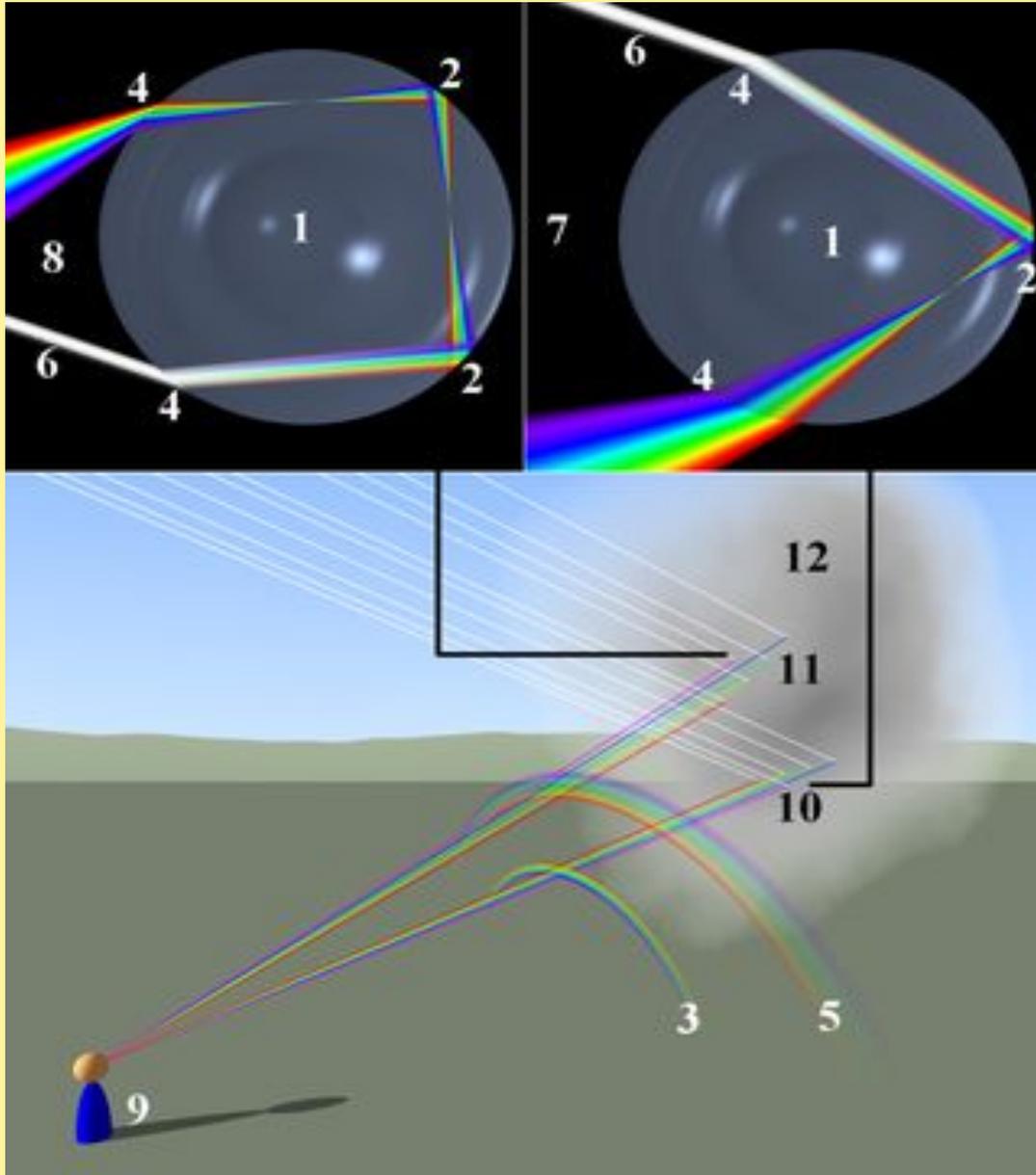


**Czasem trzeba przejść załamanie**

By być w stanie stworzyć coś pięknego

**Применение**  
**преломления**  
**света**

**Образование**  
**радуги**



- 1) сферическая капля, 2) внутреннее отражение, 3) первичная радуга, 4) преломление, 5) вторичная радуга, 6) входящий луч света, 7) ход лучей при формировании первичной радуги, 8) ход лучей при формировании вторичной радуги, 9) наблюдатель, 10) область формирования первичной радуги, 11) область формирования вторичной радуги, 12) облако капелек.











***Миражи***

## Преломление света в атмосфере.

Чем выше находимся, будь мы на земле или в море, тем меньше плотность воздуха. В нормальных условиях плотность воздуха уменьшается с увеличением высоты. Когда свет проходит по поверхности земли, ниже светового луча воздух плотнее, чем выше. Типичное свойство света - то, что он преломляется к более плотной среде, и таким образом луч, перемещающийся по поверхности земли, фактически всегда слегка преломляется вниз и продвигается по чуть изогнутой поверхности земли или огибает Землю.

# Мираж

- Так что же такое **и** миражи? Это оптические атмосферные явления, которое делают видимыми предметы, в действительности находящиеся вдали от места наблюдения, отображают их в искаженном виде или же создают мнимое изображение, смещенное относительно предмета.
- Вследствие этого мы видим отдаленные предметы чудовищно увеличенными, смещенными и искаженными, а иногда даже и перевернутыми. К примеру, можно увидеть корабль, который фактически еще не показался на горизонте, плывущим над волнами водоема или же, как в воздухе, над морем возникает искаженный город.

Миражи делят на нижние, видимые под объектом, верхние, — над объектом, и боковые.

### **Нижний мираж**

Наблюдается над перегретой ровной поверхностью, часто пустыней или асфальтированной дорогой.

Мнимое изображение неба создаёт при этом иллюзию воды на поверхности. Так, уходящая вдаль дорога в жаркий летний день кажется мокрой.

### **Верхний мираж**

Наблюдается над холодной земной или водной поверхностью.

### Фата-моргана

Сложные явления миража с резким искажением вида предметов носят название Фата-моргана.

погода.

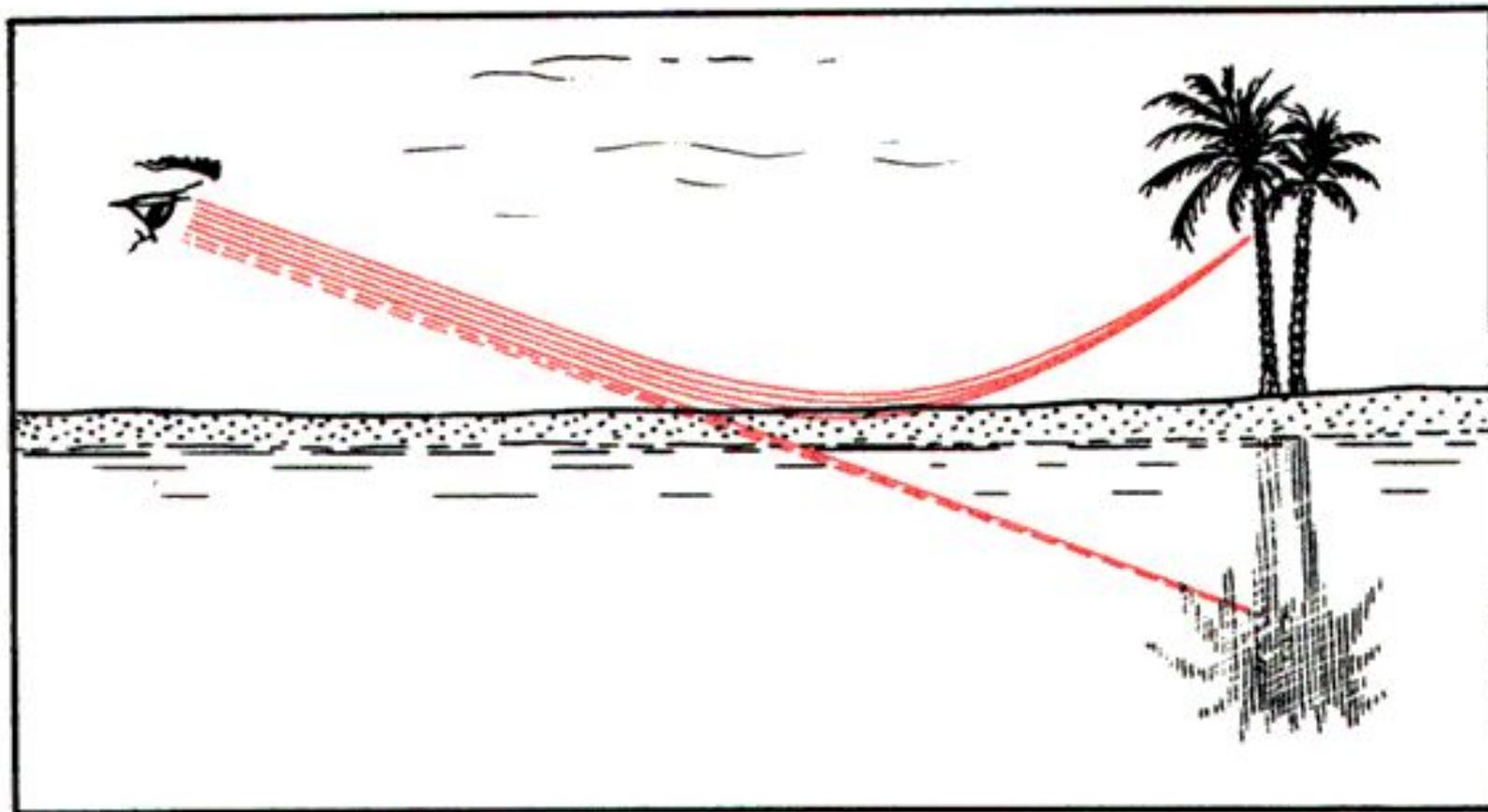
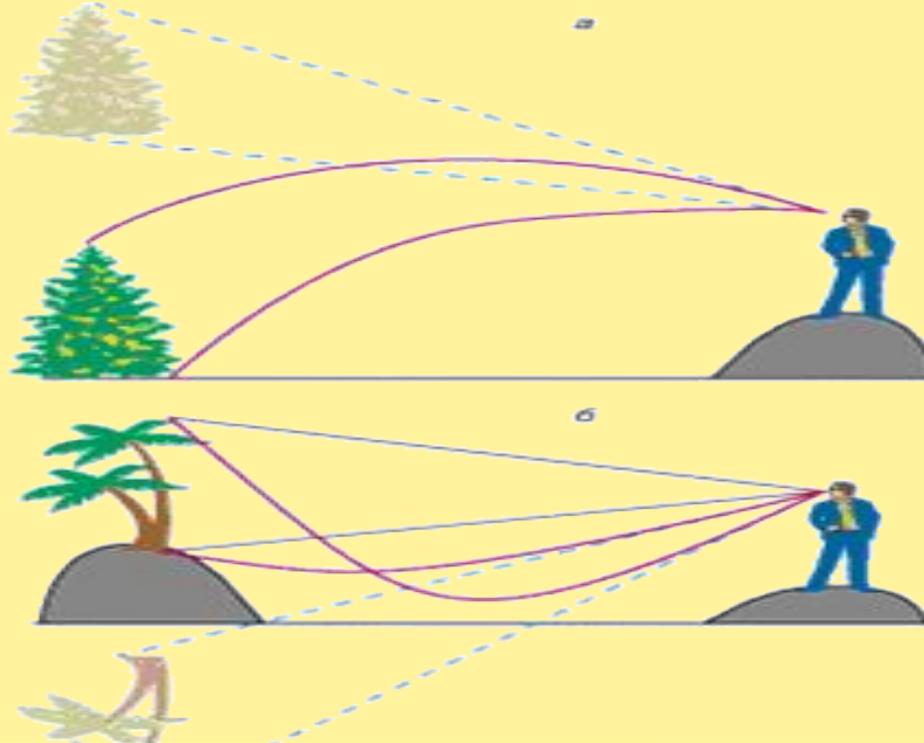


Рис. 10.12. Нижний мираж.



Нижние (“озерные”) миражи возникают над сильно нагретой поверхностью. **Верхние миражи возникают, наоборот, над сильно охлажденной поверхностью, например над холодной водой. Если нижние миражи наблюдают, как правило, в пустынях и степях, то верхние наблюдают в северных широтах.**

Верхние миражи отличаются разнообразием. В одних случаях они дают прямое изображение, в других случаях в воздухе появляется перевернутое изображение. Миражи могут быть двойными, когда наблюдаются два изображения, простое и перевернутое. Эти изображения могут быть разделены полосой воздуха (одно может оказаться над линией горизонта, другое под ней), но могут непосредственно смыкаться друг с другом. Иногда возникает еще одно - третье изображение.

Особенно удивительны миражи сверхдальнего видения. К. Фламарион в своей книге “Атмосфера” описывает пример подобного миража: “Опираясь на свидетельства нескольких лиц, заслуживающих доверия, я могу сообщить про мираж, который видели в городе Вервье (Бельгия) в июне 1815 г. Однажды утром жители города увидели в небе войско, и так ясно, что можно было различить костюмы артиллеристов и даже, например, пушку со сломанным колесом, которое вот-вот отвалится... Это было утро сражения при Ватерлоо!” Описанный мираж изображен в виде цветной акварели одним из очевидцев. Расстояние от Ватерлоо до Вервье по прямой линии составляет более 100км. Известны случаи, когда подобные миражи наблюдались и на больших расстояниях – до 1000км. “Летучего голландца” следует отнести именно к таким миражам.

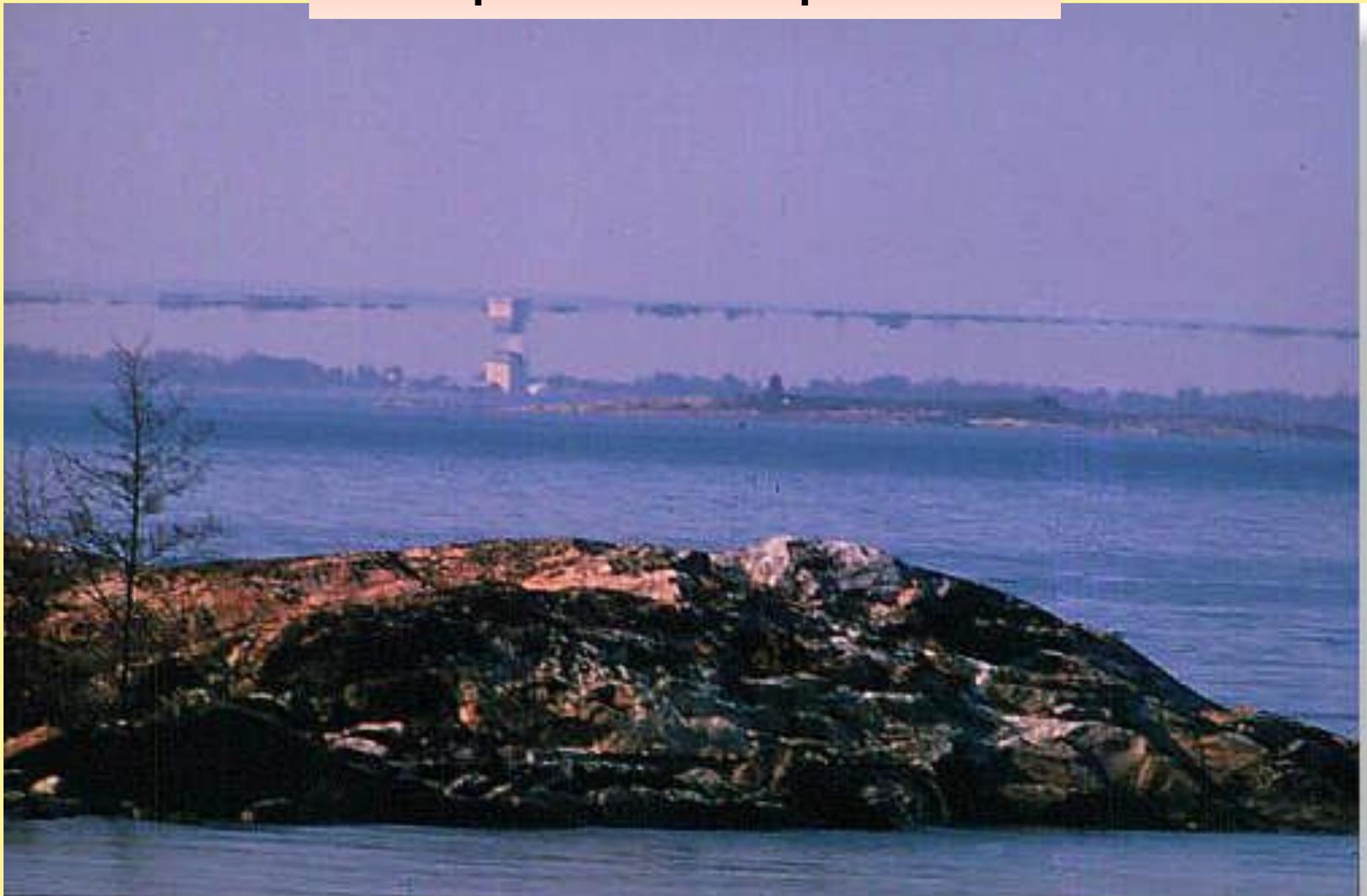
**Более сложный вид миража называется Фата-Моргана. Фата-Моргана возникает, когда в нижних слоях атмосферы образуется несколько чередующихся слоев воздуха различной плотности, способных давать зеркальные отражения. В результате отражения и преломления лучей реально существующие предметы дают на горизонте или над ним по несколько искаженных изображений, частично налагающихся друг на друга и быстро меняющихся во времени, что и создает причудливую картину Фата-Моргана.**

**Свое название мираж получил в честь сказочной героини Фаты Морганы. Согласно легенде Фата Моргана, отвергнутая возлюбленная Ланцелота, поселилась на дне моря, в хрустальном дворце, и с тех пор обманывает мореплавателей призрачными видениями. К фата-морганам можно отнести и многочисленных «летучих голландцев», которых до сих пор видят мореплаватели. Так, в 11 часов утра 10 декабря 1941 г. команда британского судна «Вендор», находящегося в районе Мальдивских островов, заметила на горизонте горящий корабль. «Вендор» пошел на выручку терпящим бедствие, но через час горящий корабль завалился набок и затонул. «Вендор» подошел к предполагаемому месту гибели корабля, но, несмотря на тщательные поиски, не нашел не только никаких обломков, но даже и пятен мазута. В порту назначения, в Индии, командир «Вендора» узнал, что в ту самую минуту, когда его команда наблюдала трагедию, тонул крейсер, атакованный японскими торпедоносцами неподалеку от Цейлона. Расстояние между кораблями на тот момент составляло 900 км.**

# Нижний мираж(асфальт кажется мокрым)



# Верхний мираж



# Боковой мираж



# Миражи в пустыне



# Городской мираж





- 
- 8 мая 2006 года тысячи туристов и местных жителей наблюдали мираж, который длился в течение четырех часов в Penglai у восточного побережья Китая в воскресенье. Туманы создали изображение города, с современными высотными зданиями, широкими городскими улицами и шумными автомобилями.
  - В городе Penglai два дня лил дождь прежде, чем произошло это редкое погодное явление.

Несмотря на сложность предсказания места и времени появления миражей, в мире есть места, где они проявляются чаще, чем где либо. Часто миражи посещают берега Китая: к примеру, шокирующее зрелище поразило в 2006 году туристов восточного побережья Китая (Панглаи). Там после двухдневных ливней туманы создали над водой изображение города с домами, улицами и автомобилями.

Частенько миражи появляются вблизи Жигулевских гор, различные картины наблюдали в небе над Жигулями. Города или же отдельные здания, замки и горы изредка появляются в туманах, поднимающихся под утро над Волгой. Чемпионом по миражам считаются африканские пустыни, Аляска и Балтийское море. Учитывая то, что песок очень быстро нагревается от солнечных лучей, африканская **пустыня** обладает наилучшими условиями для возникновения миражей. Как ни странно, снег также способствует появлению миражей, например, на Аляске однажды видели призрачный город с небоскребами и минаретами, то есть с объектами, находящимися от Аляски за многие тысячи километров. Балтийское море издавна славится кораблями-призраками. Уж не миражи ли породили легенду о Летучем Голландце? Несмотря на сказочность и уникальность, миражи являются достаточно опасным явлением, так как часто помимо умиления или испуга, обманывают своих наблюдателей, и не всегда этот обман оказывается впоследствии безобидным.

Жертвами миражей особенно часто оказываются караваны в пустыне Эрг-эр-Раби на Севере Африки. Перед людьми «воочию» на расстоянии нескольких километров возникают оазисы, которые в действительности расположены более 700 километров от очевидцев.

Не менее опасными являются «корабли-призраки». Около полуночи 27 марта 1898 года среди Тихого океана экипаж бременского судна заметил приблизительно в двух милях корабль, который боролся с сильным штормом. Это было более чем удивительно, учитывая то, что кругом стоял штиль. Призрачный корабль пересек курс бременского судна, и были мгновения, когда казалось, что столкновение кораблей неизбежно... Бременский экипаж видел, как во время одного сильного удара волны о неизвестное судно в каюте капитана потух свет, который виднелся все время в двух иллюминаторах. Через некоторое время судно исчезло, унося с собой ветер и волны. Причины происшествия стали известны позже. Оказалось, что этот «шторм среди штиля» и как результат, крушение, происходило с судном, которое во время «видения» находилось на расстоянии 1700 км от очевидцев той ночи.