



## Фізічны эксперимент

### К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ “ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА”

С. А. Горбачевич /S\_Gorbatsevich@tut.by/

Отражение — это, как известно, физический процесс взаимодействия волн или частиц с поверхностью, изменение направления волнового фронта на границе двух сред с разными свойствами, в котором волновой фронт возвращается в среду, из которой он пришёл. Одновременно с отражением волн на границе раздела сред, как правило, происходит преломление волн (за исключением случаев полного внутреннего отражения).

Впервые закон отражения упоминается в “Катоптрике” Евклида, датируемой примерно 200 лет до н. э.

Закон отражения света устанавливает изменение направления хода светового луча в результате встречи с отражающей (зеркальной) поверхностью: падающий и отражённый лучи лежат в одной плоскости с нормалью к отражающей поверхности в точке падения, и эта нормаль делит угол между лучами на две равные части. Широко распространённая, но менее точная формулировка “угол падения равен углу отражения” не указывает точное направление отражения луча.

Закон справедлив не только для идеально отражающих поверхностей, но и для границы двух сред, частично отражающей свет. В этом случае, равно как и закон преломления света, он ничего не утверждает насчёт интенсивности отражённого света.

Закон преломления света описывает преломление света на границе двух сред. Он справедлив и для описания преломления волн другой природы, например звуковых. Закон был открыт в начале XVII века голландским математиком Виллебрордом Снеллом, известным также под латинизированным именем Снеллиус. Несколько позднее переоткрыт французским рационалистом Рене Декартом.

Преломление света на границе двух сред даёт парадоксальный зрительный эффект: пересекающие границу раздела прямые предметы в более плотной среде выглядят образующими больший угол с нормалью к границе раздела (то есть преломлёнными “вверх”); в то время как луч, входящий в более плотную среду, распространяется в ней под меньшим углом к нормали (то есть преломляется “вниз”). Этот же оптический эффект приводит к ошибкам в визуальном определении глубины водоёма, которая всегда кажется меньше, чем есть на самом деле.

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

На рисунках 1—3 показаны зрительные эффекты преломления света.

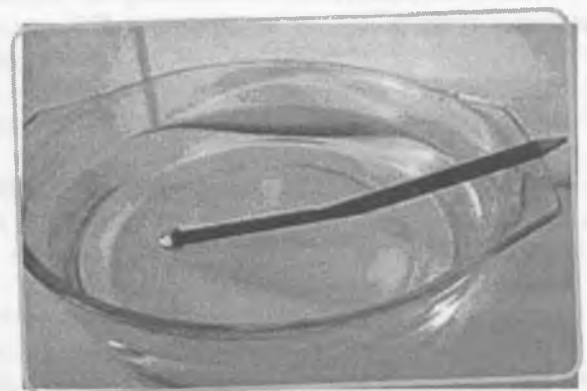


Рисунок 1 — Кажущееся преломление прямых предметов, косо пересекающих границу раздела сред с разной оптической плотностью



Рисунок 2 — Соломинка в жидкости кажется сломанной из-за разных показателей преломления света в воздухе и в жидкости

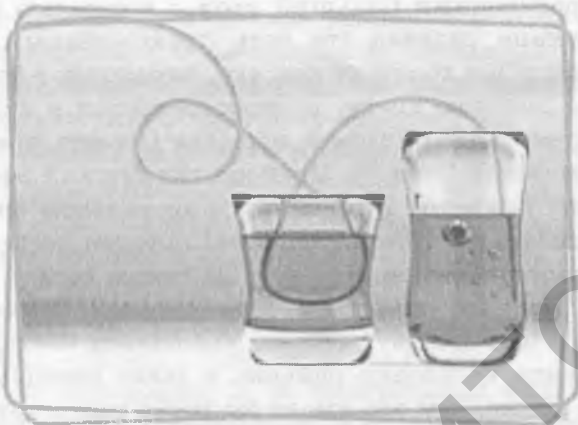


Рисунок 3 — Преломление света в разных жидкостях и стекле

В природе и технике широко распространено полное внутреннее отражение света, пример которого виден на рисунке 4.

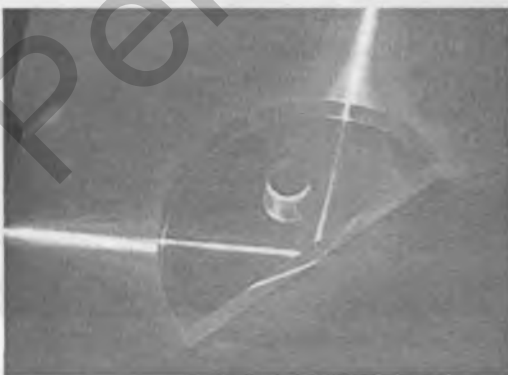


Рисунок 4 — Полное внутреннее отражение света

Фата-моргана — эффекты миража, например иллюзия мокрой дороги при летней жаре. Здесь отражения возникают из-за полного отражения между слоями воздуха с разной температурой.

Яркий блеск многих природных кристаллов, а в особенности огранённых драгоценных камней, объясняется полным внутренним отражением, в результате которого каждый вошедший в кристалл луч образует большое количество достаточно ярких вышедших лучей, окрашенных в результате дисперсии.

Полное внутреннее отражение можно наблюдать, если смотреть из-под воды на поверхность: при определённых углах на границе раздела наблюдается не внешняя часть (то, что в воздухе), а видно зеркальное отражение объектов, которые находятся в воде.



Рисунок 5 — Отражение рыбы на поверхности раздела воздух-вода

Эффект полного внутреннего отражения используется в оптических волокнах. Осевая часть волокна (сердцевина) формируется из стекла с более высоким показателем преломления, чем окружающая оболочка.

Предлагаем два опыта, которые убедительно демонстрируют законы геометрической оптики.

*Необходимый реквизит:* стеклянная призма (2 шт.); две буквы (написать на бумаге и вырезать по размеру грани призмы); плоское зеркальце (1 шт.); полоска бумаги; пластилин; шприц (1 шт.); вода.

### Опыт № 1

Две одинаковые прямоугольные призмы  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  составлены так, что между ними находится тонкий воздушный слой  $AB$  (на рисунке 6 изображён вид сверху). Параллельно воздушному слою  $AB$  устанавливается зеркальце  $CD$  (для устойчивости на кусочек пластилина). На две грани помещаются буквы (мои буквы  $У$  и  $С$ ).

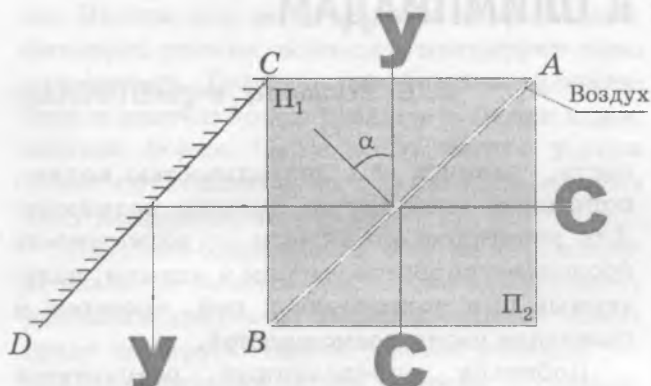


Рисунок 6

Луч света от буквы  $У$  испытывает полное отражение на границе раздела  $AB$  (стекло-воздух), а также отражается от зеркальца и попадает в указанную зону (см. рис.).

Луч света от буквы  $С$  испытывает только полное отражение на границе раздела  $AB$  (стекло-воздух) и попадает в указанную зону.

Если смотреть на выходящие из призмы лучи, то читается слово  $УС$ .

В воздушный зазор между призмами можно вставить листок бумаги — картинка не меняется, что объясняется полным отражением света.

### Опыт № 2

Зазор между гранями призмы заполняем водой (удобно использовать шприц). По мере заполнения воздушного пространства картинка начинает меняться (рис. 7). В чём причина?

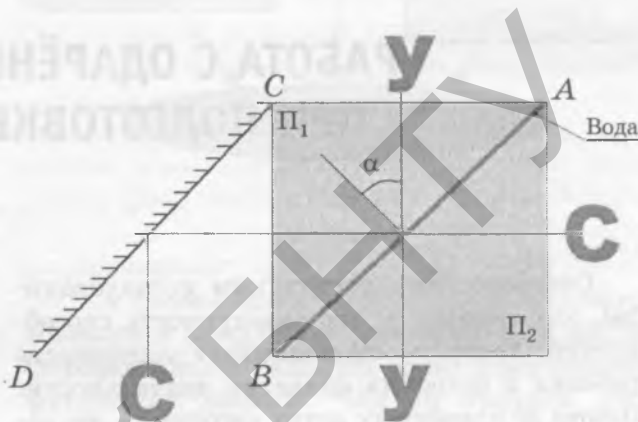


Рисунок 7

Абсолютные показатели преломления стекла и воды примерно равны, следовательно, на границе раздела  $AB$  лучи света уже не испытывают полного отражения. Луч света от буквы  $У$  проходит через обе призмы и попадает на место буквы  $С$ . Луч света от буквы  $С$  проходит через обе призмы, отражается от зеркальца и попадает на место буквы  $У$  (см. рис.). В результате в данном случае читается слово  $СУ$ .

Почему выбрано именно слово  $УС$ ? Когда слово читается наоборот —  $СУ$ , то его значение подчёркивает необходимость и важность одного из реквизитов для данного опыта — воды.  $СУ$  в переводе с турецкого означает вода.

#### Список использованных источников

1. Глинка, И. В. Опыт по методике физики / И. В. Глинка. — СПб., 1910. — 17 с.
2. Гурьева, Л. В. Формирование умений учащихся самостоятельно приобретать знания при выполнении фронтальных экспериментальных работ: дис. ... канд. пед. наук / Л. В. Гурьева. — Л., 1975. — 195 с.
3. Сергеев, А. В. Наблюдения учащихся при изучении физики на второй ступени обучения / А. В. Сергеев. — Киев : Рад. школа, 1988. — 176 с.
4. Шамало, Т. Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий: кн. для учителей / Т. Н. Шамало. — М. : Просвещение, 1986. — 96 с.
5. Эллиот, Л. Физика / Л. Эллиот, У. Уилкок; пер. с англ. под ред. А. И. Китайгородского. — М. : Наука, 1975. — 736 с.
6. <http://priroda.ins.ru/fizika/fizika.html>