



ОТРАЖЕНИЯ

Говоря про отражение света, мы чаще всего представляем себе зеркало. Именно поэтому словом «отражение» мы называем не только само явление, когда свет изменяет направление своего движения, но и то изображение, которое создаётся отражённым светом. Однако глядя, например, на белую вату, мы также имеем дело с отражением. Причём отражает вата ничуть не хуже, чем зеркало: и в том, и в другом случае ни поглощения, ни пропускания света практически нет. Так в чём же тогда различие между ватой и зеркалом?

Ничего «хитрого» в этом различии нет: вата отражает (по сути, рассеивает) упавший на неё свет во все стороны – такое отражение называют в физике *диффузным*. А для зеркала действует закон отражения: каждый луч света отражается только в одном, строго определённом направлении – «угол падения равен углу отражения» (такой тип отражения называется *зеркальным*). Однако это всё – сухие слова. А ведь переход от зеркального отражения к диффузному вполне можно проиллюстрировать не только формулами и чертежами, но и вполне поэтичными образами. Причём, раз уж мы отказались от «сухих» слов, сделаем это с помощью... воды!

Всем знакомо образное словосочетание «зеркальная гладь» по отношению к поверхности воды. Но это художественное наименование имеет и вполне отчётливый физический смысл. В отсутствие ветра или течения поверхность воды в небольшом водоёме – озере, пруду и даже луже – будет плоской и горизонтальной. Кроме того, при больших углах падения (то есть при «пологом» падении света) коэффициент отражения воды резко возрастает, приближаясь к 100%.

Итак, плоская поверхность с высоким коэффициентом отражения (если, конечно, не смотреть прямо вниз) – вот два свойства, делающие невозмущённую поверхность воды прекрасным зеркалом.

На рисунке 1 схематично показано отражение света от такой поверхности и итоговое изображение.

А теперь представим себе лёгкое волнение. Идеально плоская отражающая поверхность превратилась

в множество фрагментов, наклонённых под слегка отличающимися друг от друга углами. Фотография с последней страницы обложки «Квантика» №8, 2018 (рис. 2), – не творение импрессиониста, как могло показаться, а именно отражение в таком «волнующемся зеркале».

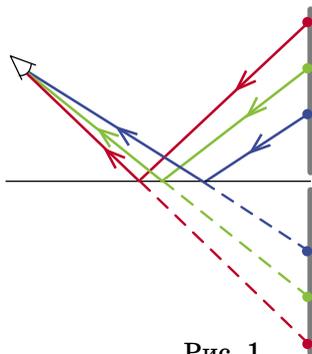


Рис. 1



Рис. 2

Сравните его с репродукциями картин импрессионистов (например, рисунок 3).



Рис. 3. Клод Моне. Руанский собор, фасад (закат), гармония золотого и голубого (1892–1894)

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

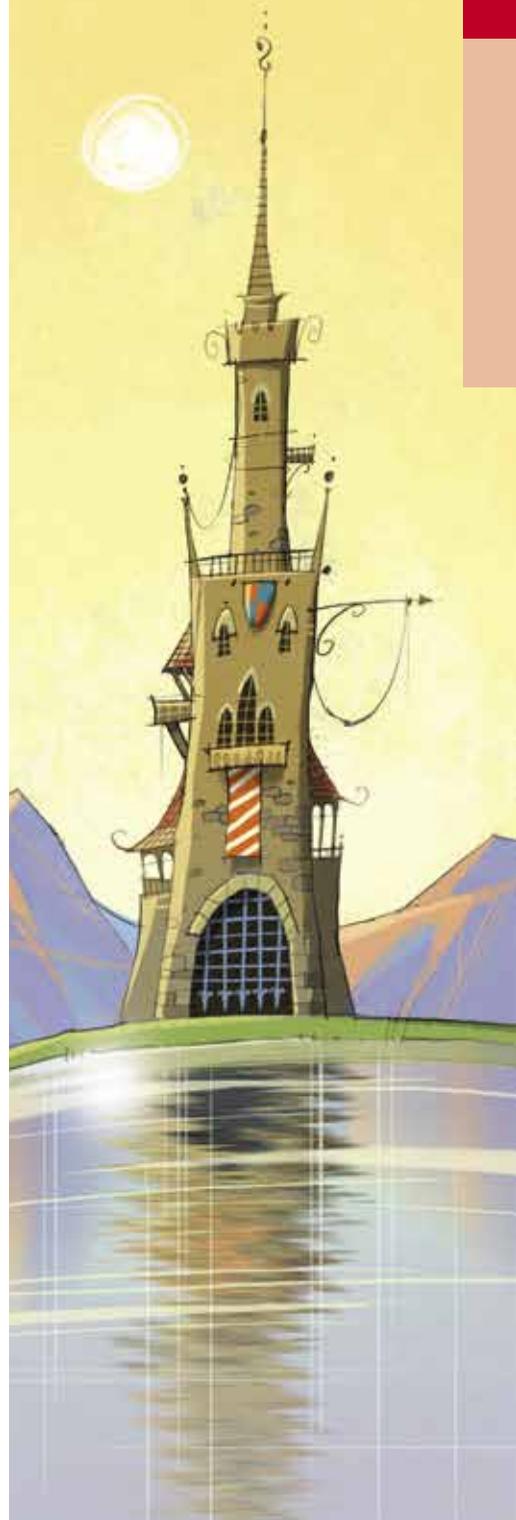




Рис. 4



Рис. 5

Все контуры слегка искажаются, прямые линии в отражении отличаются от прямых, но несильно. В целом, весь облик остаётся узнаваемым. Вот «настоящий» объект (рис. 4), дающий такое «импрессионистическое» отражение (рис. 5), и схема хода отражённых лучей (рис. 6). (Схема иллюстрирует искажение *длин* отрезков; чтобы показать, как искажаются *формы*, превращая отрезки прямых в кривые, нужно рассмотреть трёхмерную схему.)

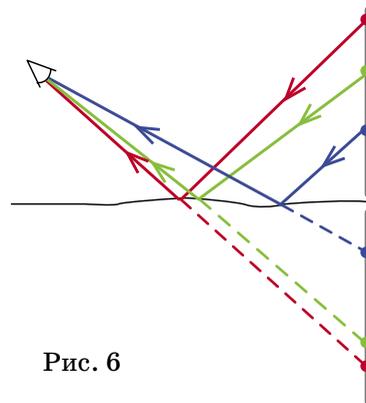


Рис. 6

Ветер по сильнее может вызвать ещё бóльшие отклонения поверхности воды от горизонтальной плоскости. Её по-прежнему можно будет представить как состоящую из отдельных почти плоских фрагментов, но эти фрагменты будут сильнее отклонены от горизонтали. Итог – контуры изображения совсем размыты, оно уже едва угадывается (рис. 7), превращаясь,



Рис. 7

в итоге, в классическую «лунную дорожку».

Обилие «самостоятельных» зеркалец с существенно разными направлениями, позволяющих отражать свет во все стороны, – это и есть особенность диффузного отражения (рис. 8).

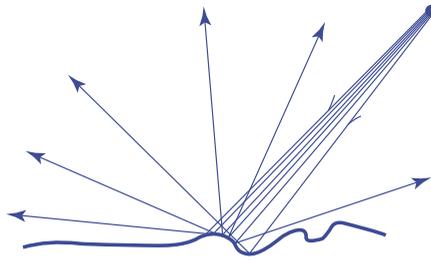


Рис. 8

Чем меньше эти зеркальца (или чем дальше они находятся от наблюдателя, то есть чем меньшие угловые размеры имеют), тем равномернее рассеивает свет во все стороны от себя такая поверхность. В вате свет отражается от отдельных крохотных волокон, в снегу – от граней отдельных снежинок. Впрочем, снежинки ещё не настолько малы, чтобы создать полноценное диффузное отражение. В солнечный день или вечером под фонарём взгляните на снег вокруг себя, и вы увидите, как на фоне «равномерной» белизны снега время от времени сверкнёт отдельный яркий лучик, отражённый одной из снежинок.

Фото автора
Художник Алексей Вайнер

