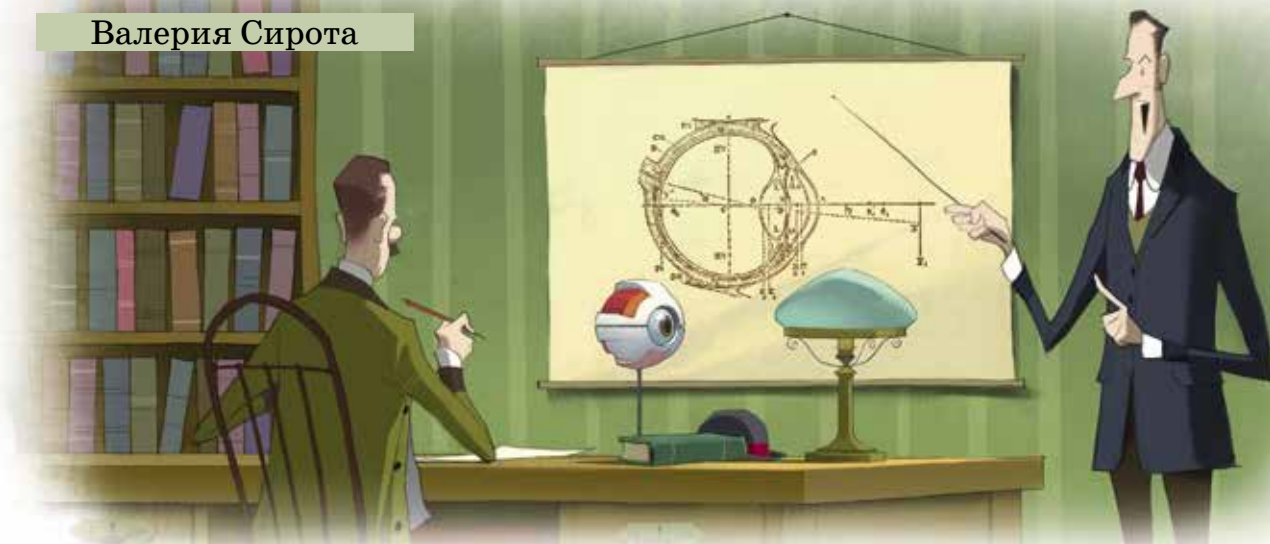


Валерия Сирота



## ОТРАЖЕНИЯ В ЗРАЧКЕ И «ВОЛШЕБНЫЕ» СТЁКЛА

В фильме «Шерлок Холмс и доктор Ватсон» знаменитый сыщик говорит, что проверил, правда ли в зрачке жертвы остаётся изображение убийцы, и пришёл к выводу, что это полная чушь.<sup>1</sup> Однако в зрачках живого человека вполне может отражаться то, на что он смотрит, – например, на этих фотографиях в зрачке отражаются фотограф и смартфон, на который он снимает.



Но ведь зрачок – это пустое место, отверстие, через которое в глаз попадает свет! Там как раз ничего нет! Как же тогда получается отражение? И почему именно там, в зрачке, отражение получается даже лучше (как видно на фотографиях), чем от радужной оболочки глаза – цветного кольца, окружающего зрачок?

Прежде чем читать дальше, попробуйте сами ответить на эти вопросы!

\*\*\*

В одной из задач в прошлом номере «Квантика» читателей спрашивали, как может быть устроено «одно-стороннее зеркало»: с одной стороны оно пропускает свет, как окно, а с другой – отражает, как зеркало.

В московском музее «Экспериментаниум» есть такой экспонат – «Волшебное стекло». По обе стороны от него – по стулу, возле каждого стула – лампочка. Два человека садятся напро-

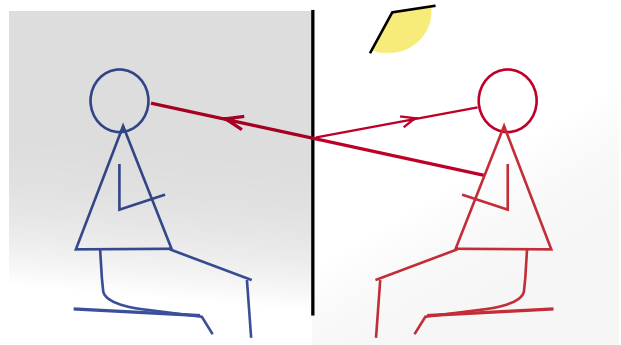
<sup>1</sup> В повести Конан Дойля «Этюд в багровых тонах», по которой снят фильм, такого эпизода нет. Придумали его создатели фильма или взяли из какого-то другого произведения Конан Дойля – автору неизвестно.



тив друг друга, и один из них включает свою лампу. И вот чудеса: тот, кто в тени, видит через стекло того, кто включил лампу и осветил себя; а тот, кто включил лампу... видит своё отражение. Для одного стекло прозрачное, для другого – это зеркало.

Но если лампу включит другой, а первый выключит – они поменяются ролями! На самом деле стекло обычное. Секрет в том, что любое стекло пропускает не весь падающий на него свет; небольшую часть света оно отражает. С той стороны, где лампа, на стекло падает много света; большая его часть проходит сквозь стекло и попадает, в том числе, в глаза того, кто сидит в темноте. Вот он и видит то, что за стеклом, – как в окне. Но небольшая часть, отражённая назад, попадает в глаза тому, кто освещён, – это немного, и его отражение получается неярким, но ведь ничего другого с той, теневой, стороны ему в глаза не попадает!

А что будет, если второй человек тоже включит лампу? Для него самого мало что изменится – ведь основная часть «нового» света уйдёт через стекло к его напарнику. А вот напарник уже не будет видеть собственного тусклого отражения на ярком фоне того, кто за стеклом.



«Одностороннее зеркало» есть и у вас дома; но оно работает как зеркало не всегда, а только вечером или ночью. Это окно. Днём вы хорошо видите через стекло улицу, людей на ней, соседние дома... Оконное стекло почти без искажений пропускает



уличный свет. А вечером, когда на улице темно, вы, подойдя к тому же окну, видите своё отражение!

Теперь понятно, почему: днём на улице света много, и на фоне яркой улицы мы не видим своего совсем слабенького отражения. Тёмным вечером с улицы никакого света не приходит, а в комнате светло – вот вы и видите отражение комнаты. Причём себя вы, скорее всего, увидите только в виде силуэта – вы ведь стоите лицом к окну, и лицо ваше вряд ли освещено. Чем ближе вы к окну, тем темнее ваше отражение. Однако если вы выключите в комнате свет – окно снова перестанет быть зеркалом...

Кстати, с экраном телефона или компьютера та же история – когда он выключен, а вы хорошо освещены, его можно использовать как зеркало. А «настоящих» односторонних зеркал в природе не бывает: если свет проходит через какую-то среду в одну сторону, он может проходить и в обратную.

Где ещё работает этот эффект? Те, кто учатся рисовать, знают, что окна домов снаружи выглядят днём тёмными, а вечером – светлыми. Причина та же самая: днём снаружи светлее, чем внутри, поэтому от оконных стёкол отражается больше света, чем проходит через них изнутри. И вы, конечно, сами догадаетесь, почему ярким солнечным днём нехороший человек, подглядывающий в чужие окна, вынужден вплотную прижиматься к стеклу лбом, а вечером в освещённой комнате и люди, и предметы видны издалека.

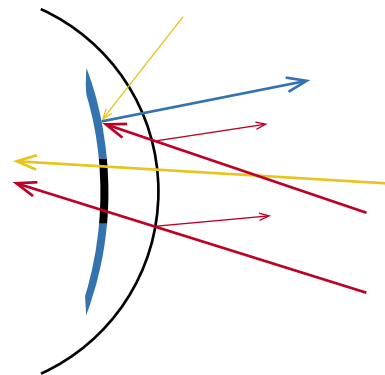
Теперь вернёмся к вопросу про отражения на фотографиях глаз, который мы задали в начале этой статьи. Свет, падающий снаружи, отражается не от самого зрачка, а от поверхности глаза. Точнее, от тонкой плёнки жидкости, нужной для защиты от пыли, ветра, солнца и т. д. Почему же отражение в зрачке чётче и контрастнее, чем вокруг него, ведь над радужной оболочкой та же плёнка? Как раз пото-



му, что в этом месте за плёнкой – пустота<sup>2</sup>, из глубины глаза наружу никакие лучи не приходят. Как из окна при взгляде на тёмную ночную улицу. И ничто не мешает нам разглядеть отражение на чёрном фоне. А радужка и сама отражает прошедший через плёнку и попавший на неё свет – благодаря этому мы её видим. Этого «фонового» света больше, чем отражённого от плёнки; поэтому на яркой радужке слабое отражение от ровной поверхности плёнки малозаметно.

Кстати, на более светлой и яркой голубой радужке отражение видно хуже, чем на коричневой: чем темнее фон, тем меньше от него «своих» лучей и тем лучше для отражения.

<sup>2</sup> Честно говоря, не совсем пустота: перед зрачком есть ещё роговица, прозрачная «нашлёпка» – линза, покрывающая зрачок вместе с радужкой. И сам зрачок, который действительно представляет собой дырку в радужной оболочке, заполнен жидкостью. Но для нашей задачи это несущественно, хотя и очень важно для нормальной работы глаза: все эти среды прозрачны и не отражают, а только пропускают свет внутрь.



Синим показан свет, идущий от радужной оболочки, а красным – свет от предмета (фотографа), отражённый поверхностью плёнки. Жёлтые – «посторонние» лучи света от других предметов. На фоне яркой радужки отражение малозаметно («красный» луч слабее «синего» и может быть не виден на его фоне), а от области зрачка других лучей, кроме «красного», не исходит, поэтому отражение хорошо видно.

А вот вам ещё вопрос: почему это в зеркале, или на ровной поверхности воды, или на гладкой поверхности металла мы видим отражение, а при взгляде на другие поверхности (вот на радужку, например, или на собственную руку) видим сами эти поверхности?

Фото автора · Художник Алексей Вайнер