

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Александр Бердников

ЖИДКОЕ ЗЕРКАЛО



Фото 1а

С таким зеркалом вы наверняка много раз встречались. Достаточно взять наполненный водой пластиковый стаканчик или, ещё лучше, бокал. Главное, чтобы стенки были прозрачные, чистые. Видно, что поверхность воды с внутренней стороны зеркальная. Нужно только смотреть на неё не прямо в лоб, а немного сбоку. Сквозь неё даже невозможно



Фото 1б

разглядеть не касающиеся поверхности предметы, расположенные сразу за ней. Зато отлично видно отражение некоторых предметов с той же стороны от этого зеркала, что и зритель. Правда, отражение, как правило, очень искривлённое, ведь криво и само зеркало. Можно наблюдать этот эффект как на верхней границе воды (фото 1), так и на боковой (фото 2).



Фото 2а



Фото 2б

Фото Лидия Широина

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



Фото 3. Чёрный мелихт и его отражение в поверхности воды

Такую зеркальную поверхность воды можно видеть и в бассейне или море, если нырнуть и смотреть на границу поодаль изнутри воды (как на фото 3).

Разберёмся, почему так происходит. На уроках физики вам расскажут, что попадая из одной среды в другую – в нашем случае из воздуха в воду (или в материал стакана) – свет меняет своё направление (на этом основан принцип действия линз), при этом некоторая часть его отражается обратно. Направление меняется так, что свет «зарывается» в воду (см. рис. 1). При движении света наружу происходит обратное отклонение. При этом существует предельное направление (на рисунке оно показано красным), при котором вышедший луч должен пойти вдоль поверхности. Поэтому для лучей, образующих с поверхностью ещё меньший угол, таких, как зелёный на рисунке, нельзя

сопоставить луч в воздухе. Он должен был бы идти ещё ниже, чем красный, но там вода. Куда же девается свет?

Вспомним, что часть света при переходе границы отражается обратно (пунктиры). Это верно как для покидающих воду лучей, так и входящих в неё. То есть каждый раз свет делится на две неравные порции: одна преодолевает границу, странным образом меняя направление; другая же просто отражается. Так как в случае зелёного луча выйти из воды ему не удаётся, он целиком отражается назад. Вот и получилось зеркало.

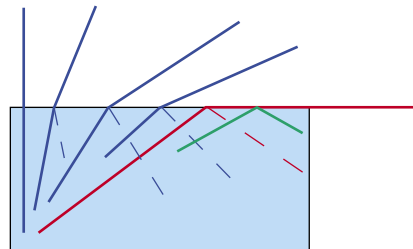


Рис. 1. Поведение выходящих лучей света на границе воды



Фото 4

Если посмотреть не на верхнюю, а на боковую или нижнюю границу воды, то зеркалом уже выступает граница воздуха со стаканом, а не с водой, так как стакан по своим оптическим свойствам ближе к воде, чем к воздуху. Для этого нам его прозрачность и понадобилась: для того чтобы отразиться, свет должен два раза пройти сквозь его стенку. Хотя даже непрозрачный стакан можно сделать немного зеркальным. Нужно как-то заставить воздух держаться на стенках с внутренней стороны. Можно для этого смазать изнутри стакан жиром, тогда часть воздуха останется, будто прилипшая к стенке. А лучше просто налить газировки, тогда вы получите россыпь зеркальных воздушных шариков на стенках ёмкости.

Описанный эффект называется полным внутренним отражением – свет полностью отражается внутри воды. Возникать он может в довольно разных ситуациях. В оптическом волокне он не позволяет свету покидать пределы волокна, и сигнал идёт практически без потерь. Если вы посмотрите на торец обычного стекла, он будет зеленоватым, хотя само



Фото 5

стекло казалось совсем прозрачным (см. фото 4). Почти все лучи, выходящие с торца, прошли перед этим длинный путь поперёк всего стекла. Сравните длину пути внутри стекла для первого и второго лучей на рисунке 2. Из-за внутреннего отражения второй луч и ему подобные не могли выйти с лицевой или тыльной стороны. В результате, глядя на торец, мы смотрим сквозь толщу стекла гораздо большую, чем 1 см, и потому замечаем его окраску. При близком рассмотрении торца сквозь него видна будто бесконечная стопка стёкол. Это, конечно, многократные отражения нашего единственного стекла в его поверхностях.

Эффект полного внутреннего отражения своим устройством родственен миражу, называемому «фата-моргана», при котором конец дальней дороги, море или пустыня на горизонте будто становятся зеркальными (см. фото 5).

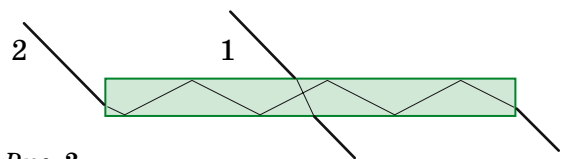


Рис. 2



Фото 6

При этом свет отражается от приповерхностного горячего слоя воздуха над дорогой, точнее, плавно им отталкивается (см. рис. 3). Так как разница в свойствах воздуха на высоте 20 см и 1 см над дорогой не так велика, как между воздухом и водой, отталкивание очень слабое, и эффект заметен, только если смотреть совсем-совсем вдоль дороги. Кажется при этом, что она вся в лужах (мозг воспринимает это примерно так: то, что видно на дороге, зеркальное, зеркальными на дороге бывают лужи, значит, наверное, там лужи). Отличить её от луж легко: подвигайте головой вверх-вниз. У фата-моргану при этом будет сильно меняться вид, в отличие от настоящих луж. Часто фата-моргану можно летом увидеть и на больших водоёмах при взгляде на кромку противоположного берега или далёкие суда (см. фото 6).

Если до полного отражения «не хватает сил», то «их хватает» только на небольшое хаотическое искривление картинка, и воздух над дорогой просто рябит, как над костром или зимой в открытой форточке. Причина,

конечно, та же самая – перемешивание горячего и холодного воздуха с немного разными оптическими свойствами. Можно провести и такой опыт: медленно и аккуратно наливайте очень горячую воду в прозрачную ёмкость с холодной водой. Она при этом будет характерно рябить, из-за этого струю будет заметно даже внутри воды. Даже если в воде растворять сахар или соль, оптические свойства воды будут меняться, поэтому в прозрачном стакане, если сильно не перемешивать, над растворимым сахаром заметны такие же искажения. Может создаться впечатление, что он очень горячий, потому окутан «жаркой» рябью.

Вот, оказывается, сколько интересных явлений припасло для нас одно только преломление света. И все они, буквально, лежат у нас под боком, надо только обратить внимание!

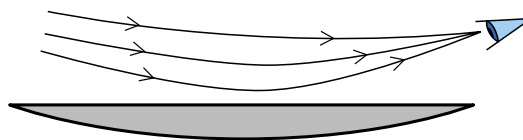


Рис. 3