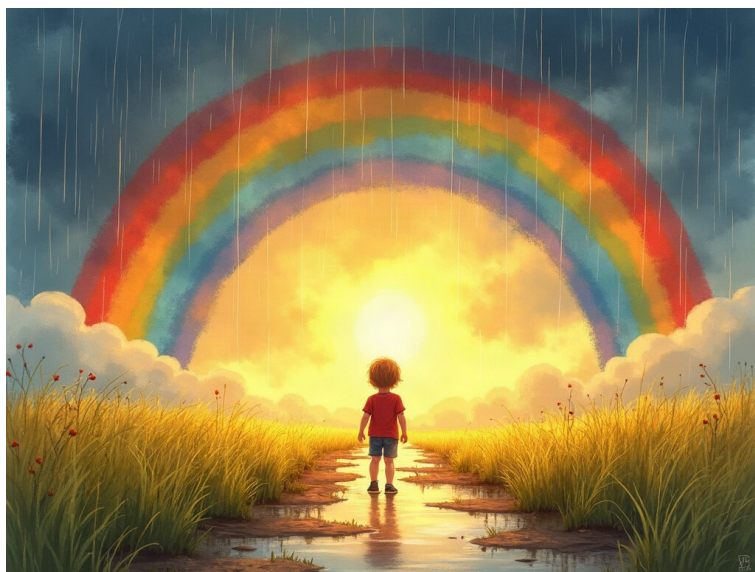




Радуга живёт в твоих глазах

*Почему её нельзя обойти, потрогать и увидеть вдвоём одну
и ту же*



Физика · 8–12 лет · 9 минут

Радуга не висит над лесом и не стоит на месте. Это картинка, которую собирают миллионы капель дождя специально для твоих глаз. Потому она всегда круглая, всегда напротив Солнца — и у соседа своя.

Она всегда убегает

Все хоть раз пытались: увидел радугу, побежал к ней — а она отодвинулась. Добежал до края леса, где она «стояла», — а она уже дальше. Радугу невозможно догнать, обойти сзади или потрогать.

Это не потому, что она волшебная. Это потому, что радуга — **не предмет**. Она не висит в определённом месте неба, как облако. Её вообще нет там, куда ты смотришь.

Радуга — это картинка, которую специально для тебя собирают миллионы падающих капель. Стоит тебе сделать шаг вбок, и её начинают собирать уже другие капли. Ты видишь новую радугу, просто очень похожую на старую.

Разберёмся по порядку: сначала что происходит в одной капле, потом — почему из этого получается дуга.

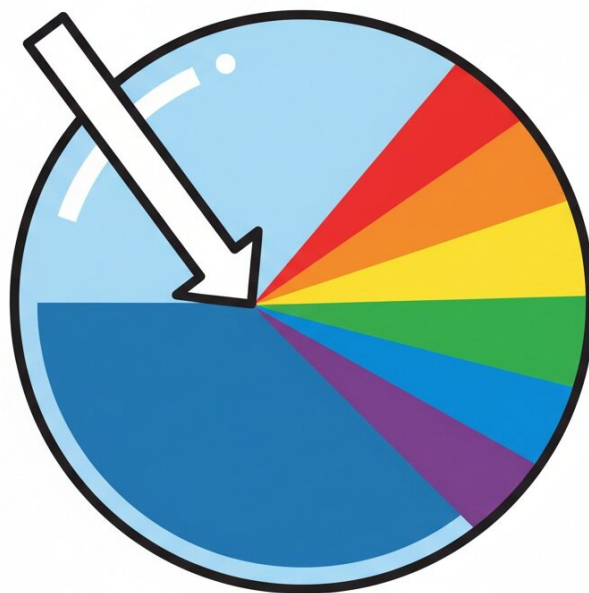
Что происходит внутри капли

Солнечный свет белый, но внутри него спрятаны все цвета сразу. Это уже давно проверено призмой: стеклянный клинышек раскладывает белый луч в радужную полоску.

Капля дождя работает как крошечная круглая призма. Вот что случается с лучом, который в неё попал:

1. Луч входит в каплю и **преломляется** — то есть ломается, меняет направление. Так же ломается ложка, если опустить её в стакан с водой: вода «сдвигает» то, что мы видим.
2. Внутри капли луч добирается до задней стенки и **отражается** от неё, как от зеркала.
3. На выходе он преломляется ещё раз и вылетает обратно — примерно туда, откуда прилетел.

Ключевое происходит на первом и третьем шаге. Разные цвета ломаются **по-разному**: фиолетовый сильнее всех, красный слабее всех. Поэтому из капли выходит не белый луч, а маленький разложенный веер цветов.



Внутри одной капли свет преломляется, отражается от задней стенки и выходит обратно

Одна капля даёт крошечную вспышку. Радугу делают миллионы капель разом.

Преломление

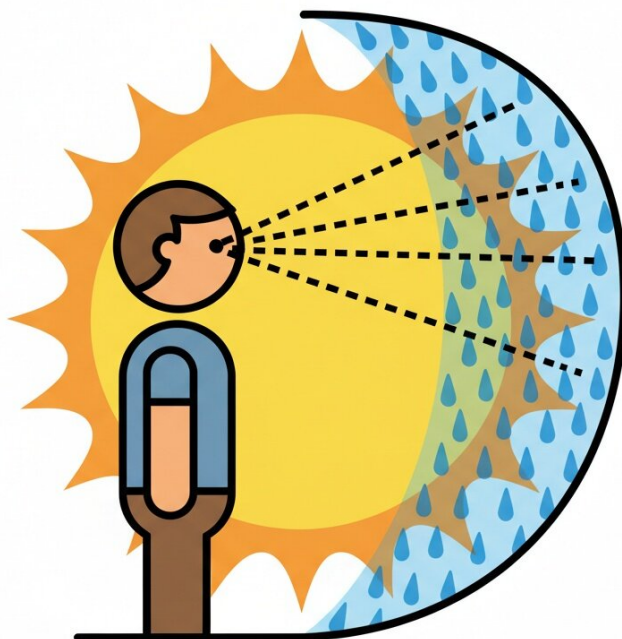
Изменение направления света, когда он переходит из одного прозрачного вещества в другое — из воздуха в воду, из воздуха в стекло. В воде свет идёт медленнее, чем в воздухе, и на границе «поворачивает». Насколько сильно он повернёт, зависит от цвета, и именно поэтому белый свет распадается на радугу.

Почему радуга круглая

Вот самое неожиданное. Из капли свет выходит не куда попало, а под строго определённым углом.

Красный луч выходит из капли под углом примерно 42 градуса к той линии, вдоль которой в каплю пришёл солнечный свет. Фиолетовый — под углом примерно 40 градусов. Остальные цвета — между ними.

Что это значит для тебя? Что ты увидишь красный свет только от тех капель, которые находятся ровно под 42 градусами от линии «Солнце — твоя голова — твоя тень». А таких капель на небе не одна и не две: они образуют **окружность**.



Каждая капля посылает свой цвет только под своим углом — поэтому радуга круглая

Поэтому радуга — всегда дуга правильной окружности. Её центр находится ровно напротив Солнца: там, где на земле лежит тень твоей головы. Чем ниже Солнце, тем выше поднимается радуга; если Солнце поднялось выше 42 градусов над горизонтом, радуги с земли не увидеть вовсе — её центр уходит слишком глубоко под горизонт.

И ещё: раз угол отмеряется от твоих глаз, то у человека, стоящего рядом с тобой, радугу собирают **другие капли**. У вас двоих радуги разные. Просто вы этого никогда не замечали.

Радуга — это полный круг

На самом деле радуга — не дуга, а полное кольцо. Нижнюю половину обычно съедает земля: под горизонтом капля дождя нет. Но из самолёта или с вершины горы можно увидеть радугу целиком — замкнутым круглым кольцом, в центре которого лежит тень самолёта. А ещё полное кольцо видно вокруг тени, если стоять над фонтаном.

Красный сверху, фиолетовый снизу

Порядок цветов в радуге всегда один и тот же, и он не случаен. Снаружи — красный, внутри — фиолетовый.

Так получается из-за тех самых углов. Красный выходит под большим углом — значит, красные капли для тебя те, что повыше. Фиолетовый под меньшим — эти капли ниже. Вот и весь порядок.

Иногда над яркой радугой видна вторая, побледнее. У неё цвета идут **наоборот**: красный внизу, фиолетовый вверху. Это тоже не случайность: во второй радуге свет отражается внутри капли не один раз, а два, и от этого порядок переворачивается. Вторая радуга всегда слабее, потому что при каждом отражении часть света уходит наружу и теряется.

А между первой и второй радугой небо заметно темнее, чем снаружи и внутри. У этой полосы есть имя — тёмная полоса Александра, по имени древнегреческого учёного, который описал её почти две тысячи лет назад. Оттуда к твоим глазам не приходит ни один отражённый луч: углы не позволяют.

Сделай радугу сам

Ждать дождя необязательно. Тебе нужно только Солнце и мелкие брызги.



Со шлангом радугу можно сделать самому в любой солнечный день

Радуга из шланга

1. Выбери солнечный день, лучше утро или вечер, когда Солнце низко.
2. Встань так, чтобы Солнце было **за спиной**. Найди на земле тень своей головы — прямо напротив неё будет центр будущей радуги.
3. Возьми садовый шланг или пульверизатор и пусти мелкую водяную пыль вперёд, в сторону своей тени. Чем мельче брызги, тем лучше.
4. Смотри в облачко брызг. Появится маленькая радуга с красным снаружи.
5. Сделай шаг вправо. Радуга сдвинется вместе с тобой — она не привязана к месту, она привязана к твоим глазам.
6. Попроси кого-нибудь встать рядом и подтвердить: со своего места он видит радугу тоже «напротив своей тени», а не напротив твоей.

Если брызги совсем мелкие, как туман, радуга может получиться почти белой. Это тоже настоящее природное явление — его называют белой радугой или туманной дугой. В очень маленьких капельках цвета размазываются и перекрывают друг друга.

Где ещё прячется радуга

Раз дело в преломлении, радугу можно поймать не только в воде:

- на компакт-диске или на голограмме банковской карты — правда, там цвета разделяет не преломление, а мельчайшие бороздки на поверхности;
- в мыльном пузыре — там цвета получаются по-другому, из-за тонкой плёнки, но принцип похож: свет разделяется;
- в толстом гранёном стакане на солнечном подоконнике;
- в пелене водяной пыли у водопада или фонтана.

А ещё бывает лунная радуга — от света Луны. Она настолько тусклая, что глаз почти не различает в ней цветов и видит бледную серую дугу. На фотографии с долгой выдержкой цвета проявляются.

Главное в трёх строчках

- Каждая капля дождя преломляет, отражает и снова преломляет солнечный луч, разделяя его на цвета.
- Свет выходит из капли под строго определённым углом — около 42 градусов для красного и 40 для фиолетового, — поэтому радуга всегда круглая и всегда напротив Солнца.
- Радуга — не предмет в небе, а картинка для конкретных глаз: у каждого наблюдателя она своя.

Вопросы для размышления

- Почему радугу никогда не видно, если смотреть в сторону Солнца?
- Что произойдёт с радугой, если капли дождя будут не круглыми, а плоскими, как монетки?
- Космонавт видит Землю снаружи. Может ли он с орбиты увидеть радугу — и почему?