



Куда небо прячет остальные цвета

*Почему днём над головой синева, а вечером всё становится
оранжевым*



Физика · 8–12 лет · 9 минут

Небо голубое не потому, что оно отражает океан, и не потому, что воздух покрашен. Всё дело в том, что крошечные молекулы воздуха расшвыривают синий свет гораздо охотнее красного. По той же самой причине закат получается огненным.

Вопрос, который задают на даче

Ты лежишь на траве и смотришь вверх. Там — сплошная синева, без единого пятнышка. Откуда она взялась?

Первое, что приходит в голову: небо отражает море. Звучит красиво, но это неправда — над Москвой, Новосибирском и посреди Сахары небо такое же синее, а моря там нет.

Второе: воздух сам по себе голубой. Тоже мимо. Набери воздуха в стеклянную банку — внутри будет прозрачно.

Правильный ответ хитрее и гораздо интереснее. Небо синее потому, что **воздух разбрасывает синий свет сильнее, чем остальные цвета**. Чтобы понять, что это значит, начнём с самого солнечного луча.

Белый свет — это обманщик

Солнечный свет кажется белым или чуть желтоватым. На самом деле внутри него спрятаны все цвета сразу.

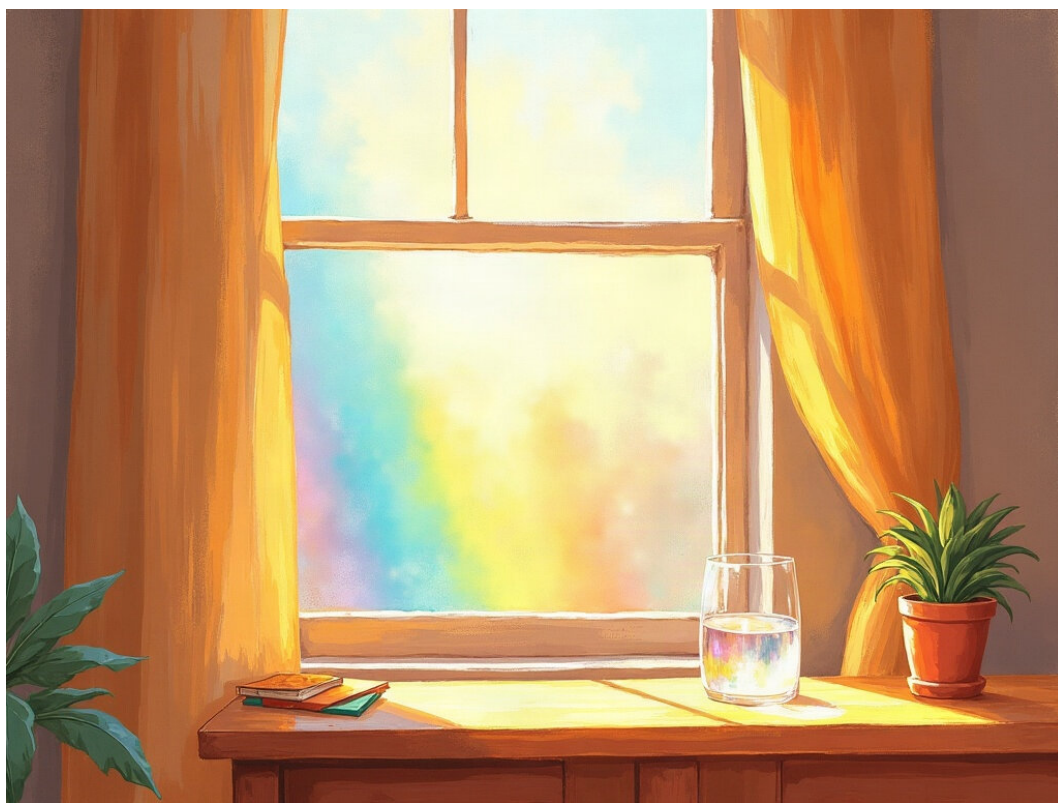
Проверить это легко. Возьми стеклянную призму или даже гранёный край толстого стакана и поймай им солнечный луч. На стене появится радужная полоска: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый.

Стекло не красит свет. Оно просто **разделяет** то, что уже было внутри.

Почему цвета разделяются? Потому что свет — это волна, вроде волн на воде, только невероятно маленькая и быстрая. У каждого цвета своя длина волны — расстояние от гребня до гребня.

- У красного света волна самая длинная: примерно 700 нанометров.
- У синего и фиолетового — самая короткая: около 400 нанометров.

Нанометр — это миллионная доля миллиметра. В толщину человеческого волоса поместилось бы больше сотни красных волн.



Белый свет — это все цвета сразу, и стеклянная призма это доказывает

Длина волны

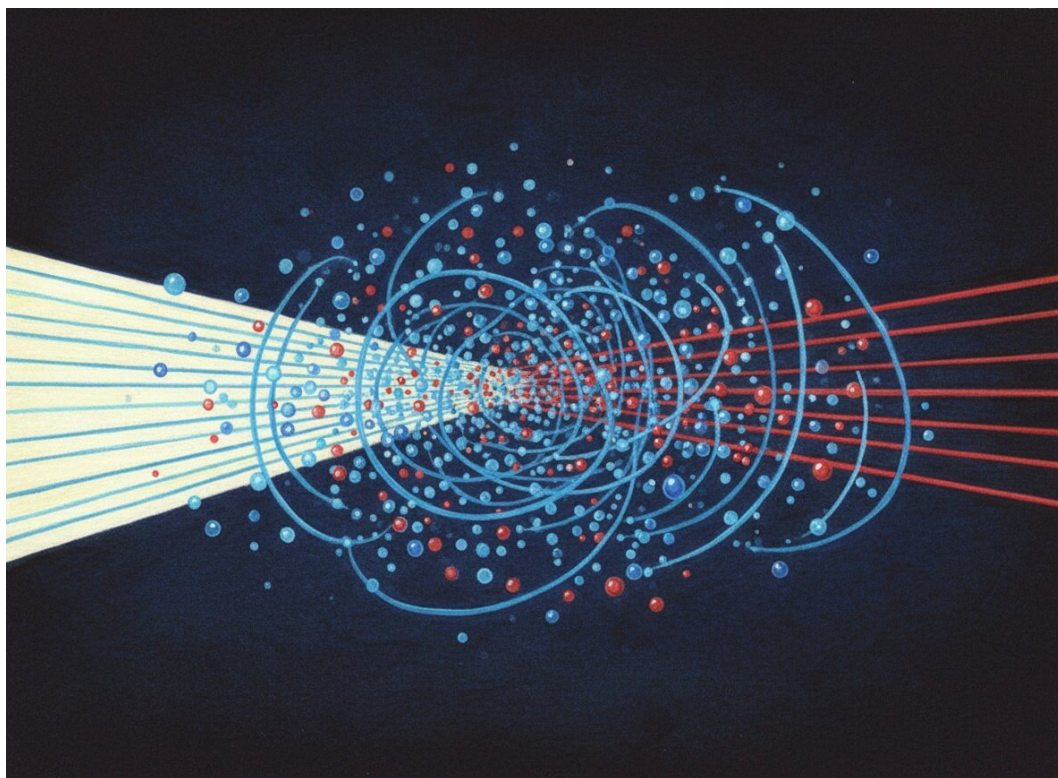
Расстояние между двумя соседними гребнями волны. У света она решает всё: именно длина волны определяет цвет, который видит твой глаз. Длинные волны мы называем красными, короткие — синими. Волны ещё длиннее красных и ещё короче фиолетовых существуют, но глаз их не ловит — это, например, тепловое излучение и ультрафиолет.

Как молекулы воздуха играют в мяч

Воздух состоит из молекул — в основном азота и кислорода. Они невероятно маленькие: гораздо меньше, чем длина световой волны.

Когда луч света летит сквозь воздух, он натывается на эти молекулы. Молекула ловит свет и тут же выбрасывает его обратно — но уже в случайную сторону. Это называется **рассеянием**.

А теперь самое главное. Молекула гораздо охотнее расшвыривает короткие волны, чем длинные. Разница не маленькая: синий свет рассеивается примерно в **пять с лишним раз** сильнее красного.



Молекулы воздуха расшвыривают синие лучи во все стороны, а красные пропускают дальше

Представь, что ты катишь мячи по полу, на котором расставлены столбики. Огромный мяч прокатится мимо столбика и почти не изменит направления. А маленький шарик от пинг-понга будет от них отскакивать и скакать во все стороны. Свет ведёт себя похоже: длинные красные волны «переваливают» через молекулу и летят дальше, короткие синие — отскакивают.

Поэтому синий свет не летит от Солнца прямо к земле. Он тысячи раз перепрыгивает от молекулы к молекуле и в итоге сыплется на тебя **отовсюду**. Куда бы ты ни посмотрел, кроме самого Солнца, ты видишь этот перескакивающий синий свет. Вот тебе и голубое небо.

Почему небо не фиолетовое

Фиолетовый свет рассеивается даже сильнее синего — так почему же небо не фиолетовое? Причин две. Во-первых, Солнце излучает фиолетового меньше, чем синего. Во-вторых, наши глаза к фиолетовому почти не чувствительны: в сетчатке есть колбочки, хорошо ловящие синий, и почти нет тех, что реагировали бы на край фиолетового. Небо посылает нам смесь, а мозг называет её «голубой».

Почему закат красный

Теперь самое приятное: закат объясняется тем же самым правилом, только наоборот.

Днём Солнце высоко, и его свет проходит сквозь воздух почти по прямой — слой атмосферы над тобой всего километров сто, и луч пронзает его быстро. Синевы по дороге теряется немного, поэтому само Солнце выглядит белым, а рассеянной синевы хватает ровно на то, чтобы покрасить небо.

Вечером Солнце у горизонта. Его лучу приходится идти сквозь воздух **вдоль** земли — путь получается в десятки раз длиннее. И по этому длинному пути воздух успевает рассеять в стороны почти всю синеву и зелень.

До твоих глаз долетает то, что осталось: оранжевый и красный. Именно поэтому на закате Солнце оранжевое, облака розовые, а лица у всех тёплого цвета.

И поэтому же на закат можно смотреть, почти не щурясь, — часть света просто не дошла.

Закат после вулкана

Когда в 1883 году взорвался вулкан Кракатау, пепел и капельки разлетелись по всей атмосфере планеты. Несколько лет подряд закаты по всему миру были неправдоподобно яркими — багровыми и зелёными. Люди в Европе вызывали пожарных, приняв зарево над горизонтом за пожар.



На закате свет идёт сквозь воздух по длинному косому пути и теряет всю синеву

Как это проверить на кухне

Тебе не нужна лаборатория — хватит стакана воды и фонарика телефона.

Закат в стакане

1. Налей в высокий прозрачный стакан воду почти доверху.
2. Капни туда капельку молока и размешай. Нужно совсем чуть-чуть: вода должна остаться прозрачной, лишь слегка мутноватой. Крошечные частички молочного жира сыграют роль молекул воздуха.
3. В тёмной комнате посвети фонариком телефона сбоку, сквозь стакан, и посмотри на воду **сбоку**. Она отливает голубоватым — это рассеянный свет, твоё маленькое небо.
4. Теперь посвети снизу вверх и посмотри на фонарик **сквозь всю толщину воды**, сверху. Свет станет желтоватым или оранжевым — это твой закат: синее рассеялось по дороге, до глаза дошло тёплое.
5. Добавь ещё каплю молока — «атмосфера» станет плотнее, и закат покраснеет сильнее.

Это не приблизительная аналогия и не фокус: в стакане работает ровно тот же механизм, что и над твоей головой.

А на других планетах

Раз цвет неба зависит от воздуха, то под другим воздухом и небо другое.

На Марсе атмосфера очень разреженная, зато полна мельчайшей ржавой пыли. Пыль крупнее молекул и рассеивает иначе, поэтому марсианский день желтовато-бурый. А вот закат на Марсе — голубоватый, зеркально наоборот нашему. Так это и выглядит на снимках марсоходов.

На Луне воздуха нет вовсе. Рассеивать нечего, и небо там чёрное со звёздами даже в полдень, а Солнце висит на этой черноте ослепительным белым кругом.

Получается, синева над головой — не свойство космоса, а свойство нашей воздушной оболочки. Тонкой: если бы Земля была размером с яблоко, вся атмосфера была бы тоньше кожи.

Главное в трёх строчках

- Белый солнечный свет состоит из всех цветов, и у каждого цвета своя длина волны.
- Молекулы воздуха рассеивают короткие синие волны в несколько раз сильнее длинных красных — поэтому синий приходит к нам со всех сторон, и небо голубое.
- На закате свет идёт сквозь воздух долгим косым путём, теряет по дороге синеву, и до нас доходит только оранжево-красный остаток.

Вопросы для размышления

- Почему в горах на большой высоте небо выглядит темнее и гуще по цвету, чем у моря?
- Космонавт на орбите видит Землю в тонкой голубой полоске. Почему полоска голубая, а космос вокруг чёрный?
- Если бы наши глаза видели не синий, а тепловое излучение с очень длинными волнами, каким бы казалось небо?