

Что такое ОЗОНОВАЯ ДЫРА?

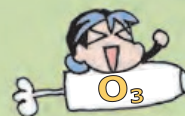
Автор: Науапон

Перевод: Рената Лукьянова



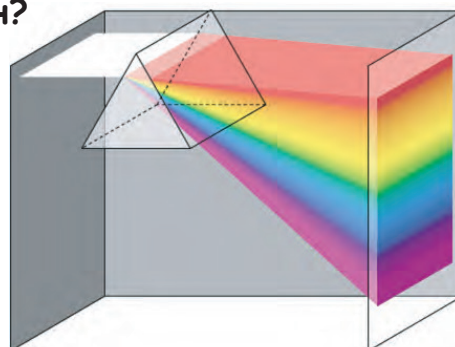
Как был открыт озон?

Краткая история исследований



**Более 90% озона находится в стратосфере.
А как это узнали? Кто и как открыл озон?**

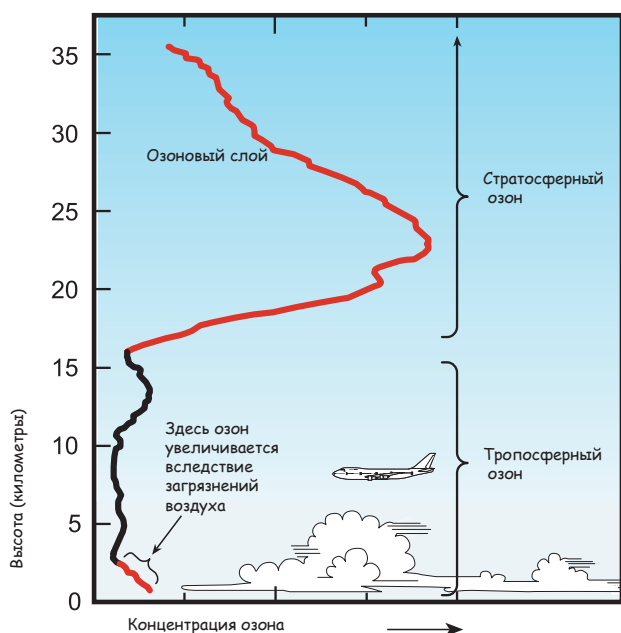
Солнечное излучение состоит из электромагнитных волн разной длины: от коротковолнового ультрафиолета (УФ) до длинноволнового инфракрасного (ИК). Представление об этом дает радуга или прохождение света через призму. В радуге мы видим разные цвета, потому что солнечный свет содержит разные длины волн.



Когда солнечный луч проходит через призму, на выходе получаются лучи разного цвета

В 1881 году ирландский химик Хартли выяснил, что озон поглощает УФ-излучение с длиной волны от 200 до 300 нанометров (нм, одна миллиардная доля метра). 15 лет спустя английский астроном Хиггинс обнаружил, что и более длинноволновый УФ, 300-340 нм, тоже поглощается озоном.

Хартли задался вопросом, почему на земной поверхности не обнаруживается УФ определенной длины волны, хотя он есть в солнечном свете. Он предположил, что где-то в атмосфере содержится много озона, который и поглощает этот УФ. Чтобы проверить эту идею, был запущен воздушный шар. Но он не смог подняться на высоту озонового слоя.



Озоновый слой находится на высотах 15-40 км (из доклада ВМО «Научная оценка истощения озона в 2002 г.»)

В 1940-х гг. наблюдения с ракет подтвердили существование стратосферного озона. Начались активные исследования с целью выяснить распределение озона, его происхождение и разрушение. В 1957 г. в рамках Международного геофизического года начались наблюдения озона в Антарктике. В то время никто не мог и представить, что эти наблюдения приведут к открытию «озоновой дыры».

По мере развития исследований стало понятно, что озоновый слой защищает растительный и животный мир от вредного УФ.

Отправимся вместе с Мол и Мирубо в увлекательное путешествие в мир озона.

В теплый и ясный
день Мол и ее
кот-робот Мирубо...

...разлеглись на травке
и наблюдают
за плывущими в небе
облаками.



Мирубо, как ты
думаешь, выше
облаков
что-нибудь
есть?

Выше
облаков?
Хм...



Ну, не знаю...
Там должно быть небо.







Когда на молекулу кислорода (O_2) попадают УФ-лучи...

...она распадается на два атома кислорода.

Каждый атом быстро присоединяется к другой молекуле кислорода.

Получается молекула озона (O_3). Она состоит из трех атомов кислорода.

Область, где сосредоточены молекулы озона, и есть...

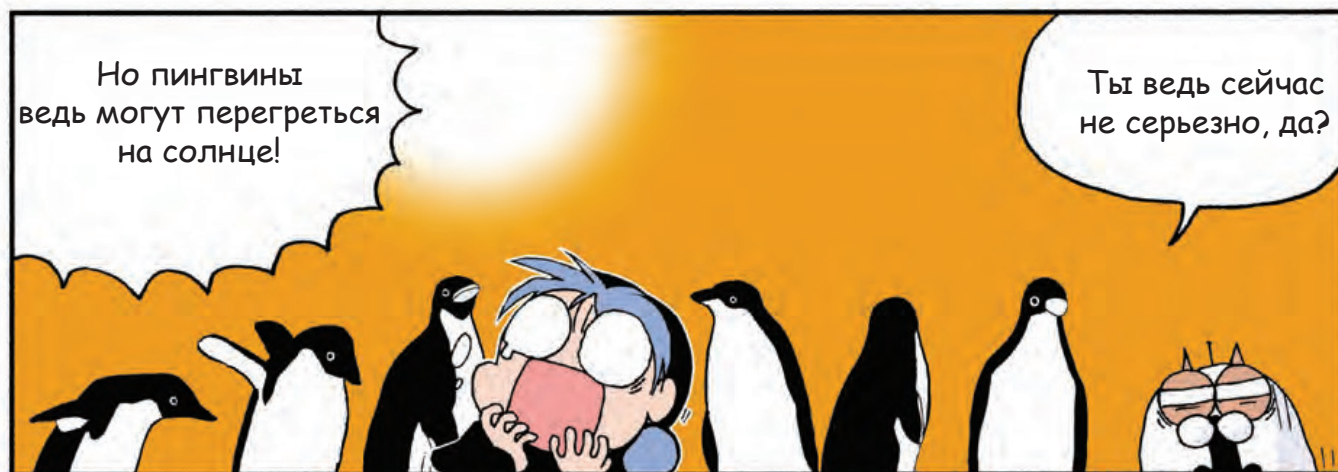
...ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ!

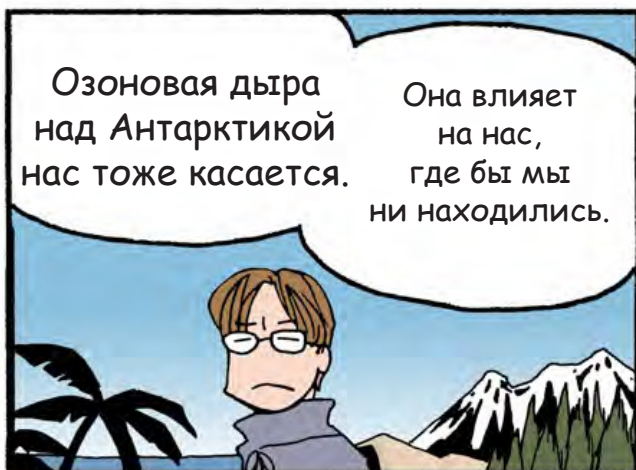
Озоновый слой поглощает вредное для жизни УФ-излучение.

И служит как бы щитом для Земли.

Без озонового слоя...

...жизнь на Земле была бы невозможна.







Когда же озоновая
дыра
исчезнет?

Или она
так и останется
навсегда?

Недавние расчеты с помощью
суперкомпьютеров показали,
что озоновой дыры не будет
через 50 лет.

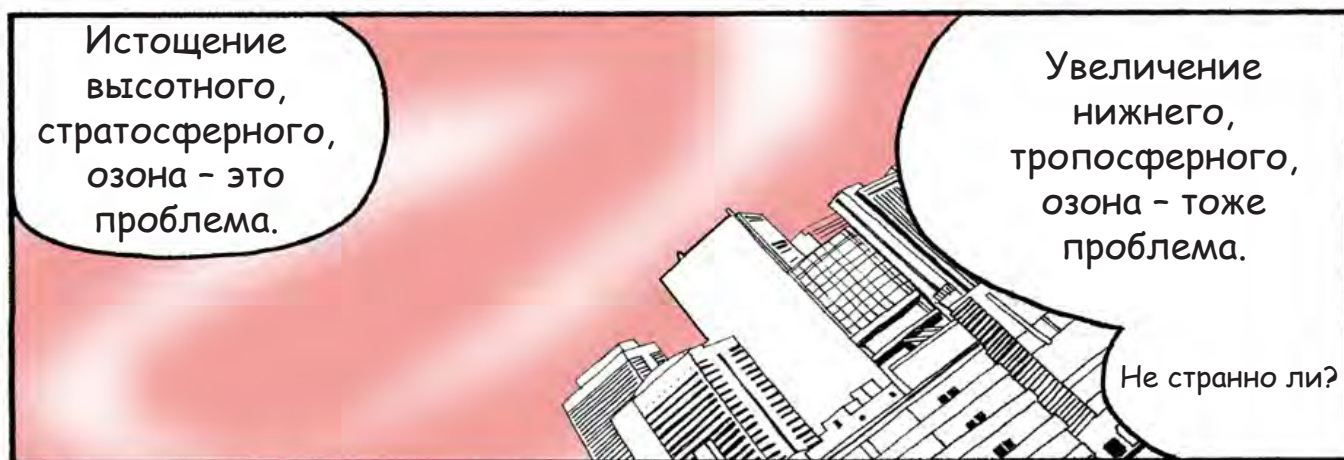
50 лет?!
Так долго?!

Да, все это время
озоновая дыра
будет
существовать.

Это очень
плохо.

И все, что мы
можем
сделать, это
ждать?!





Чтобы не допустить
ухудшения ситуации,
надо следить
и за стратосферным,
и за тропосферным
озоном.



И принимать меры,
чтобы предотвратить
их изменение.

Было бы хорошо,
если бы через
100 лет люди
могли сказать:
«Озоновая
дыра была
когда-то
давно...»

Да,
надеюсь,
так и будет.



Надо же,
над облаками
- озоновый слой,
который
защищает нашу
Землю.

Здорово!



Мы тоже должны
защищать
озоновый слой.

Давай
подумаем,
что для этого
можно сделать.



Что такое озоновая дыра?



Здравствуйте, Сэнсэй!
Я вот недавно прочитала новую статью про озоновую дыру. Это правда, что озоновый слой защищает жизнь на Земле?



Да, озоновый слой укрывает земной шар и служит невидимым щитом на пути солнечной УФ-радиации.



А роботам, таким, как я, УФ не страшен.



Тебе повезло. Как вы думаете, сколько лет озоновому слою?



Думаю, он появился задолго до первого человека.



Земле около 4.6 миллиарда лет. Считается, что озоновый слой появился примерно 400 миллионов лет назад.



Он создавался постепенно. Но в эпоху динозавров, 250-65 миллионов лет назад, озоновый слой уже был.



Правильно. Именно благодаря озоновому слою на Земле и возможна жизнь. Без него жизни бы не было. И ты, Мирубо, не исключение.



А что будет, если озоновый слой станет совсем тонким?



На Землю попадет больше УФ, и это будет плохо для жизни.



Можно будет загорать. Станешь красивая, Мол.



Нет уж, спасибо!



Еще хуже. УФ-радиация разрушает клетки и может стать причиной заболевания раком. Для глаз УФ тоже вреден, он может вызвать катаракту и потерю зрения.



Ой, я очень беспокоюсь насчет озонового слоя. Как ему выжить? Он так высоко над нами.



Инопланетяне могли бы наблюдать озоновый слой с НЛО?



Инопланетяне? Это вряд ли. Но что-то похожее уже есть.



Правда? Я-то пошутил...



Из космоса за озоном наблюдают со спутников, которые летают вокруг Земли.



А еще какие-нибудь способы есть?



Да. Наблюдения с поверхности Земли могут осуществляться до больших высот. Для этого используются лазеры и радары, которые ловят электромагнитные волны, испускаемые озоном. С наземными инструментами гораздо легче обращаться, чем со спутниковыми.



Я понял. Для спутников и таких устройств, как я, в космосе нужна ремонтная мастерская. Если бы так и было, космическое путешествие стало бы очень комфортным для меня.



Мирубо, хватит фантазировать.



Опыт: получаем озон

Надеюсь, вам понравилось научное путешествие с Мол и Мирубо, из которого мы узнали, что сейчас есть две проблемы, связанные с озоном. Одна – это истощение озона в стратосфере и образование озоновой дыры. Другая – увеличение озона в тропосфере, где он появляется из-за фотохимического смога. А теперь проведем сами интересный опыт с озоном.

Нам понадобятся самые обычные вещи: апельсин и химическая колба. Очистим апельсин и бросим в бутылку несколько кусочков цедры, как на верхней фотографии. Вроде бы после этого ничего не происходит. Но подождите. Секунд через 30 появится видимый белый дымок (фото 2). Что же произошло в колбе, откуда дым?



1. Положить апельсиновую цедру в колбу и подождать 30 секунд



2. Появился дымок

Прежде чем ответить на этот вопрос, надо объяснить, что такое фотохимический смог. Видели когда-нибудь, как расположенные в отдалении горы закрыты белой или коричневатой дымкой? Иногда это даже мешает сделать хорошие фотографии. Смог часто виден над большими городами (фото 3). Он меняет свой цвет довольно быстро, а как явление может продолжаться очень долго: и дни, и месяцы, и годы. Условия для появления смога связаны с погодой и зависят от интенсивности солнечного света, направления ветра и т.п.

Смог порождают промышленные и автомобильные выбросы двуокиси азота и углеводородов, а также озон. В результате сложной цепочки химических реакций между озоном и углеводородными соединениями получается смог, состоящий из мелких частиц, рассеивающих свет. Именно из-за этого видимость с расстоянием ухудшается. Смог вреден для всего живого, например, из-за него высыхают листья на деревьях.

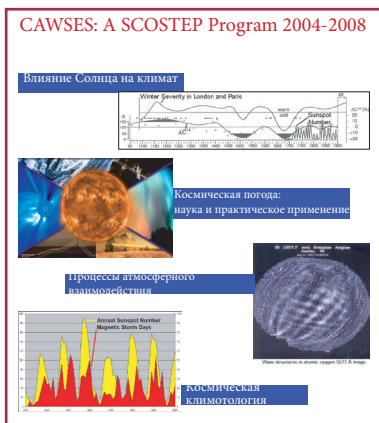
Вернемся к нашему эксперименту. В нашей колбе обнаружилось присутствие озона. Озон – бесцветный газ, его вначале не видно. Апельсиновая кожура дает химическое соединение семейства углеводородов, лимонин, который является источником бодрящего запаха, который мы ощущаем, когда едим апельсин.

Химическая реакция между озоном и лимонином создает смог, появляющийся в колбе. Получается, мы смоделировали образование смога.



3. Смог над Сиэтлом (коричневая дымка)

Загрязнение углеводородами вблизи поверхности происходит из-за увеличения промышленных выбросов и роста количества автомобилей. Реакции озона с углеводородами могут приводить к повышенному количеству смога. Ученые изучают, как именно происходят эти реакции, и следят за состоянием воздуха.



Климат и погода в системе Солнце-Земля (CAWSES)

CAWSES - международная программа, спонсируемая Научным комитетом по солнечно-земной физике (SCOSTEP). Целью программы является углубленное изучение космической окружающей среды и ее влияния на жизнь и общество. Среди основных задач CAWSES - содействие координации международных исследований, организации наблюдений, разработки моделей и теоретических подходов, расширение международного сотрудничества ученых, включая развивающиеся страны, создание образовательных программ для студентов всех уровней. Офис CAWSES расположен в Бостонском университете, США.
<http://www.bu.edu/cawses/>
<http://www.scostep.ucar.edu>



Лаборатория солнечно-земных связей (STEL), университет Нагоя, Япония

STEL входит в японскую межуниверситетскую систему и работает в тесном взаимодействии с университетами всего мира. В лаборатории изучаются структура и динамика системы Солнце-Земля. Лаборатория состоит из четырех подразделений: Атмосфера, Ионосфера/Магнитосфера, Гелиосфера и Междисциплинарные исследования. В Лабораторию также входит геокосмический исследовательский центр, который осуществляет координацию комплексных проектов. Экспериментальную базу составляют семь обсерваторий, которые специализируются на измерении широкого спектра физических и химических параметров.
<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp>

はやのん Hayanon

Хэянан - японская писательница и мультипликатор. Закончила физический факультет университета Рюкю. Создала несколько серий научно-популярных комиксов, в которых она сумела соединить физически корректное изложение темы с приемами компьютерных игр. Благодаря особому авторскому стилю, образованию и любви к науке ее работы имели большой успех.
<http://www.hayanon.jp>

子供の科学 Kodomo no Kagaku (Наука для детей)

Kodomo no Kagaku - японский ежемесячный журнал для детей, выпускаемый агентством Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. С момента своего создания в 1924 г. журнал последовательно развивает научное образование, рассказывая о различных аспектах науки, начиная с их роли в повседневной жизни и кончая последними научными достижениями.
<http://www.seibundo.net/>

"Что такое озоновая дыра?!" опубликовано в кооперации с Kodomo no Kagaku. Мол, Мирубо и Сэнсэй выражают благодарность Джо Аллену и Дэвиду Кэрриджу за помощь в подготовке английской версии их истории.

Оригинал создан Лабораторией солнечно-земных связей университета Нагоя и Научным комитетом по солнечно-земной физике в рамках программы CAWSES. Перевод на русский язык: Р.Ю. Лукьянова, ИКИ РАН, 2021 г.