

СОДЕРЖАНИЕ

От автора **5**

Где достать химикаты **6**

Методы очистки в органической химии **18**

Безопасные опыты **27**

Очистка серебра в домашних условиях **31**

Сверхпроводник **33**

Химические часы **36**

РАСТВОРЫ/СВЕЧЕНИЕ

Жидкий свет **39**

Люминол **43**

Флуоресценция **46**

Золотой дождь **52**

Химическая радуга **54**

Искусственный шелк **58**

КРИСТАЛЛЫ

Кристаллы и их свойства **62**

Кристаллы льда в мороженом **67**

Кристалл из медного купороса **81**

Кристаллы квасцов **85**

СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ

Горячий лед **89**

Сухой лед **92**

Египетская ночь **96**

Сатурново дерево **103**

Нитиноксид **105**

Стальная вата **108**

Цианотипия **110**

Извержение в стакане **113**



ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗА

- Горючий гель **116**
- Диоксид азота **118**
- Молния в цилиндре **120**
- Получаем оксид железа **126**
- Дым без огня **131**

ОКИСЛЕНИЕ

- Вулкан в колбе **133**
- БигМак в хлорате калия **135**
- Огненная радуга **137**
- Оксид хрома III **139**
- Термит и термитная смесь **141**
- Подводный фейерверк **143**
- Ацетоновый фонарик **146**
- Святой огонь **148**
- Серная кислота и ее особенности **152**

ГАЗЫ И ГОРЕНИЕ

- Неон **155**
- Радон **156**
- Жидкий азот **162**
- Взрыв водорода **171**
- Облако в бутылке **174**
- Парафин **176**
- Как сгорает древесина **176**
- Химическая вспышка от капли воды **182**
- Огненная вода **184**
- Огонь без спичек **186**

ОТ АВТОРА

Приветствую тебя, юный химик, или просто человек, которому не безразлична такая наука как химия. С того момента, как во мне проснулся интерес к химии (а это было еще в далеком 2007 году), я не переставал отдавать время не только сухой теории, но и самому интересному — практике.

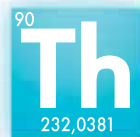
Стоит выразить благодарность моей первой учительнице по химии Людмиле Владимировне за то, что пробудила у меня интерес к этой науке. Конечно, все начиналось весьма банально с простейших домашних опытов вроде самовоспламенения смеси марганцовки и глицерина, но тогда это казалось для меня чем-то невероятным. Со временем опыты становились все более сложными, и в один момент мне захотелось поделиться и показать другим людям то, что я видел своими глазами. Так появился мой видео канал на YouTube — ThoiSoi.

Многим нравилось то, чем я занимаюсь, а положительные отзывы мотивировали меня продолжать увлечение и совершенствовать свои умения. Более чем за 10 лет у меня накопилось столько материала и фотографий, что я решил сделать из них эту книгу, которая наполнена наиболее интересным и увлекательным опытом по химии, собранных мною в течение многих лет своего увлечения этой наукой. Каждый опыт сопровождается фотографиями, сделанными лично мною, чтобы читатель смог увидеть самые интересные химические реакции во всей красе.

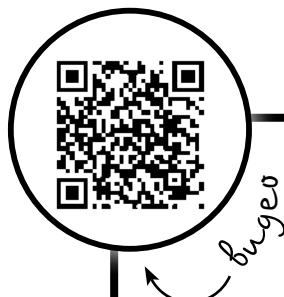
Также в начале каждого опыта есть ссылка (QR-код) на мое видео, если какой-то момент из эксперимента вы захотите увидеть в полной мере. Некоторые опыты опасны, другие же вы можете повторить самостоятельно.

Надеюсь, что информация, приведенная в этой книге окажется для вас полезной и интересной. Кто знает, может быть знания, приобретенные после прочтения этого текста, помогут кому-то сдать экзамен по химии или удивить учителей своими познаниями. Для каждой аудитории здесь найдется что-то новое и познавательное.

Желаю приятного чтения!



СВЕРХПРОВОДНИК



НАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Сверхпроводящая керамика
Пенопласт
Неодимовый магнит



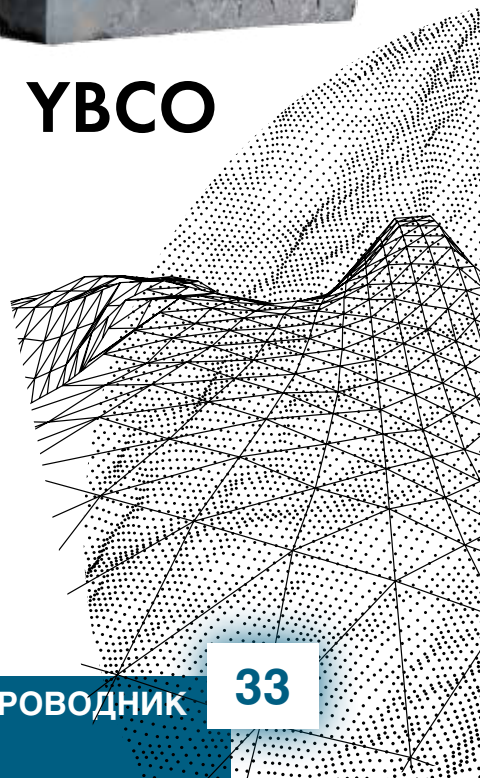
Сверхпроводник, или высокотемпературная сверхпроводящая керамика, является *сплавом оксидов иттрия, бария и меди* в пропорциях $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ и сокращенно называется YBCO. На фото хорошо видна поликристаллическая структура керамики. Именно от размера и формы этих кристаллов зависят свойства керамики, а также максимально возможный захват магнитного поля. Кстати, эта керамика довольно тяжелая, ее плотность сравнима с плотностью циркония ($6,5 \text{ г/см}^3$).

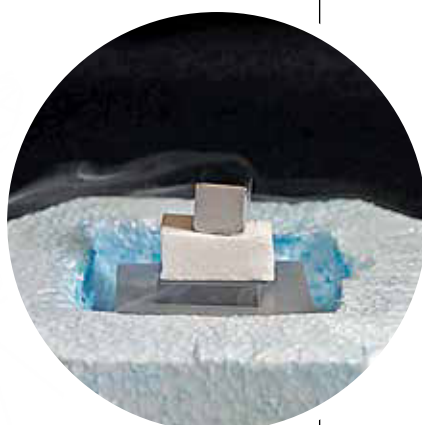
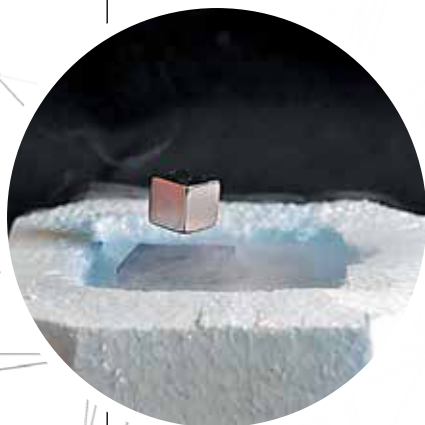
Впервые эту керамику получили в университете Алабамы в Хантсвилле, США, в 1987 году и в Университете Хьюстона. Уникальность этой керамики заключается в том, что она становится сверхпроводником, а точнее — теряет все электрическое сопротивление при довольно высоких по меркам физиков температурах -184°C .

Для демонстрации свойств этого предмета проведем опыт. Сначала возьмем маленький кусочек керамики и положим сверху кусочек пенопласта и мощный неодимовый магнит.



YBCO





Далее охладим сверхпроводник до температуры жидкого азота -196°C . После того как керамика охладилась, вытаскиваем кусочек пенопласта из-под магнита.

И что же мы видим? *Магнит начал левитировать над сверхпроводником и даже крутиться!* То же самое мы можем проделать с большим куском сверхпроводника и большим неодимовым магнитом.

Эффект левитации обусловлен тем, что при охлаждении до критической температуры керамика становится *сверхпроводником*, а также идеальным *диамагнетиком*.

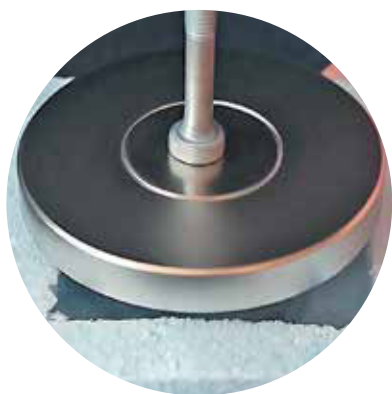
Это значит, что она может отталкивать любое магнитное поле, а также создавать свое собственное при нахождении вблизи сильного магнитного поля. Это явление называется *эффектом Мейсснера*.

Если магнит поднять, то и проводник вместе с ним начинает подниматься. Магнит и проводник как бы «вмораживаются» в пространстве.

Если к сверхпроводнику поднести мощный круговой магнит, то его в дальнейшем можно вращать.

Круговые магниты можно раскручивать до высоких скоростей, так как ограничением здесь является только сила трения магнита о воздух. Также вмораживать можно и несколько магнитов, слепленных друг с другом. При этом им можно придавать любой наклон относительно сверхпроводника.

Магнит, парящий над сверхпроводником, может выдерживать немалый вес, ограниченный лишь силой магнитного поля самого магнита. Например, мой левитирующий магнит выдерживал поставленную на него двухлитровую банку варенья.



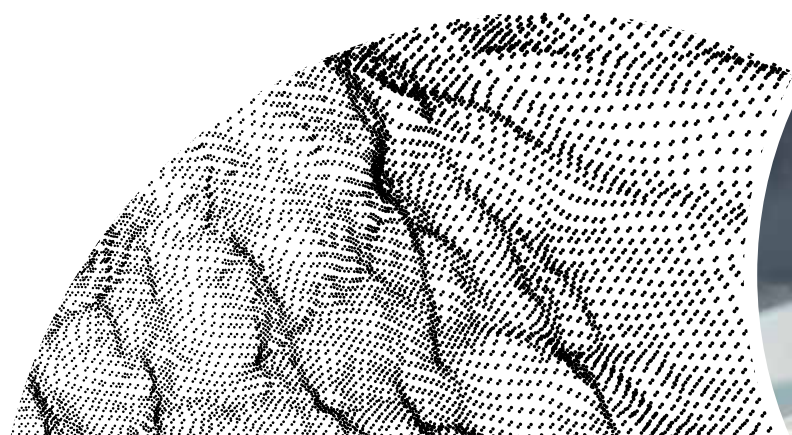
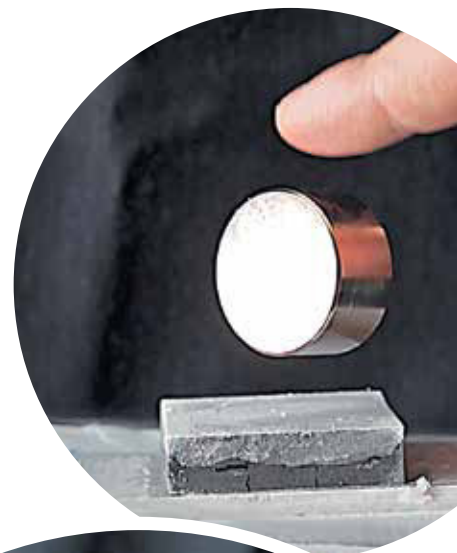
ЭТО ИНТЕРЕСНО:

Свойство сверхпроводимости и магнитной левитации сейчас используют во многих отраслях науки и техники.

Например, на этом свойстве устроено магнитно-резонансная томография (МРТ) для сканирования мозга, поезда на магнитной подушке. В частности, высокотемпературная сверхпроводящая керамика используется в качестве магнитных подшипников там, где использование обычных подшипников невыгодно.

Получают такие сверхпроводники путем спекания оксидов иттрия, бария и меди при температуре 950°C в течение 12 часов, после чего полученную смесь измельчают, а затем прессуют ее в таблетки и спекают еще 12 часов при температуре 950°C с подачей в печь чистого кислорода. После смесь охлаждают со скоростью 100°C в час или еще медленнее для создания тех кристаллов внутри керамики.

Единственным затруднением в использовании такой сверхпроводящей керамики является ее хрупкость, то есть провода из нее сделать затруднительно.



ХИМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

НА ЭТОТ РАЗ МЫ ПРОВЕДЕМ ОЧЕНЬ ИНТЕРЕСНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, КОТОРЫЙ НАЗЫВАЕТСЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ», А ТАКЖЕ «ЙОДНЫЕ ЧАСЫ», ИЛИ РЕАКЦИЯ БРИГГСА — РАУШЕРА.



video

НАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Перекись водорода (30%) H_2O_2
Йодат калия KIO_3
Концентрированная серная кислота H_2SO_4
Малоновая кислота $C_3H_4O_4$
Картофельный крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$
Сульфат марганца $MnSO_4$
Дистиллированная вода

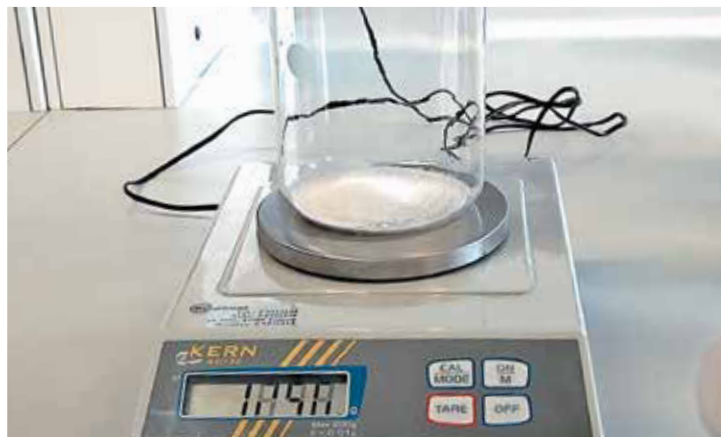
Для того чтобы провести этот опыт, нам надо будет сначала приготовить три раствора.

Первый раствор довольно простой: в большой стакан выльем 120 мл 30%-ной перекиси водорода (H_2O_2), затем добавим 210 мл обычной дистиллированной воды.



Для того чтобы приготовить второй раствор, уже нужно будет взвешивать вещества.

Отмерим в большой стакан 14,3 г йодата калия (KIO_3), далее прильем туда 200 мл воды.



Йодат калия не очень хорошо растворяется в воде, и для того чтобы ускорить растворение, мы нагреем смесь на плитке.

После того как весь йодат калия растворился, добавим в стакан 1,5 мл концентрированной серной кислоты (H_2SO_4).

После этого добавим в раствор воды до объема примерно 0,3 л

Теперь приготовим третий раствор.

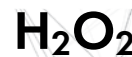
Для этого возьмем большой стакан и отмерим туда 3 г сульфата марганца (MnSO_4).

После этого добавим в стакан 5,2 г малоновой кислоты ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$). Затем нальем туда же 230 мл дистиллированной воды. Но на этом приготовление третьего раствора еще не закончено.

Возьмем еще один стакан с очень горячей водой и отмерим туда примерно 0,1 г картофельного крахмала ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n. Крахмал не очень хорошо растворяется в воде, и для полного растворения нам нужно нагревать смесь примерно 10 минут.

После того как крахмал растворился (у нас получился так называемый крахмальный клейстер), выльем его в стакан с третьим раствором. Далее доведем объем раствора до 330 мл. Итак, все три раствора готовы.

Осталось самое главное — провести реакцию. В принципе неважно, в каком порядке смешивать растворы. Сейчас я выбрал последовательность от третьего к первому.





00:00:00,000



00:00:01,283



00:00:03,003



00:00:06,323



00:00:10,083



← Нам понадобится магнитная мешалка. Возьмем стакан с третьим раствором, поставим на магнитную мешалку и включим перемешивание. Далее к третьему раствору прильем второй, а затем первый раствор.

После этого начнется реакция. Раствор сначала окрасится в **желтый** цвет, потом в **синий**.

После этого раствор обесцветится. Потом этот цикл повторится: раствор станет желтым, потом синим, потом бесцветным.

Именно поэтому эта реакция и называется «**ХИМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ**».

После каждого цикла реакция замедляется, и следующий цикл происходит немного дольше.

Суть реакции заключается в окислении малоновой кислоты пероксидом водорода. У этой реакции довольно сложная схема. При этом образуются свободный йод, углекислый газ и вода. Желтый цвет появляется из-за образования свободного йода, а синий цвет — это реакция крахмала на свободный йод.

Со временем реакция затухает.

В конце концов раствор становится просто синим, так как заканчивается малоновая кислота, которая восстановила бы образовавшийся йод.

ЭТО ИНТЕРЕСНО:

Эта реакция называется колебательной, потому что она повторяется вновь и вновь, пока не иссякнет один из компонентов.

Такой тип реакций открыл советский ученый Борис Белоусов в 1951 году. Однако ученое сообщество ему не верило до тех пор, пока его коллега Анатолий Жаботинский с группой ученых не подтвердил существование колебательных реакций и не описал их вместе с математической моделью в своей книге «Концентрационные колебания» в 1969 году.

Изучение автоколебательных реакций очень важно, потому что многие реакции этого типа протекают в клетках живых организмов, в том числе и человеческих.

Изучение этих реакций может помочь ученым найти новые способы лечения некоторых болезней.

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ

НАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Флуоресцин ($C_{20}H_{12}O_5$)
Родамин 6G ($C_{28}H_{31}ClN_2O_3$)
Родамин В ($C_{26}H_{27}ClN_2O_3$)

Тоник

Вода

Лампа ультрафиолетового света
Фиолетовый лазер



Сейчас мы будем проводить опыты с флуорофорами, или с флуоресцентными веществами — такими, которые излучают свет под действием ультрафиолетовых лучей.



В качестве флуорофоров я буду использовать такие вещества: флуоресцеин $C_{20}H_{12}O_5$, родамин 6G $C_{28}H_{31}ClN_2O_3$ и родамин В $C_{26}H_{27}ClN_2O_3$.



Их концентрированные растворы не светятся, но если эти растворы разбавить, то они будут излучать яркий свет в ультрафиолетовых лучах.

Давайте приготовим разбавленные растворы флуорофоров. Надо взять три стаканчика с водой и добавить в них по капле каждого из веществ.

Раствор родамина 6G имеет персиковый цвет.

Родамин В — очень интенсивный краситель, для окрашивания воды требуется совсем мало этого вещества. Его часто используют в защищенных кейсах для инкассаторов. Если грабитель украдет такой кейс и откроет его, то сработает защитный механизм, и внутри кейса взорвется ампула с насыщенным раствором родамина В. Брызги красителя попадут на деньги и грабителя, и их почти невозможно будет отмыть.

Растворяясь, родамин В образует в воде красивые вихри, а потом окрашивает воду в ярко-фиолетовый цвет.

Добавим в воду еще один флуорофор — флуоресцеин. Его раствор — ярко-зеленого цвета.

Флуоресцеин используют, чтобы изучать путь подземных вод. Им также подкрашивают в декоративных целях воду и





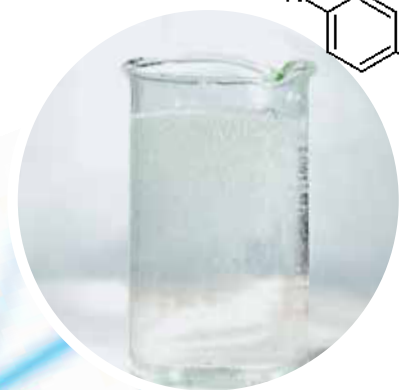
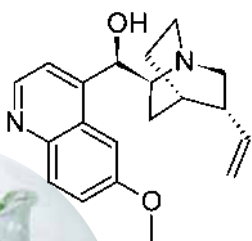
некоторые шампуни. Еще его применяют в медицине при исследовании глаз.

Четвертый флуоресцентный раствор будет светиться синим цветом. Это тоник, который можно найти в обычном магазине. Он содержит в себе хинин — именно это вещество светится в ультрафиолетовых лучах.

Сейчас мы видим растворы с флуорофорами в обычном свете.



ХИНИН



Теперь включим лампу ультрафиолетового света.

Как видите, в ультрафиолетовых лучах растворы выглядят гораздо интереснее. Тоник светится синим, родамин В — оранжевым, родамин 6G — желтым. Раствор флуоресцеина излучает ярко-зеленый свет. А если капнуть в воду концентрированный раствор уранина — ди-натриевой соли флуоресцеина — получатся очень красивые вихри, светящиеся в ультрафиолетовом свете.

Однако эти растворы можно заставить светиться не только с помощью лампы УФ-света.

Если взять фиолетовый лазер и посветить им через все стаканы с растворами, то можно будет наблюдать световой луч, который в каждом стакане окрашивается в свой цвет.



Попробуем смешать несколько разных растворов флуорофоров и посмотрим, какие цвета у нас получатся. Сначала нальем в стаканчик родамин 6G (желтый). Далее добавим родамин В. Раствор станет оранжевым. В конце дольем раствор флуоресцеина.

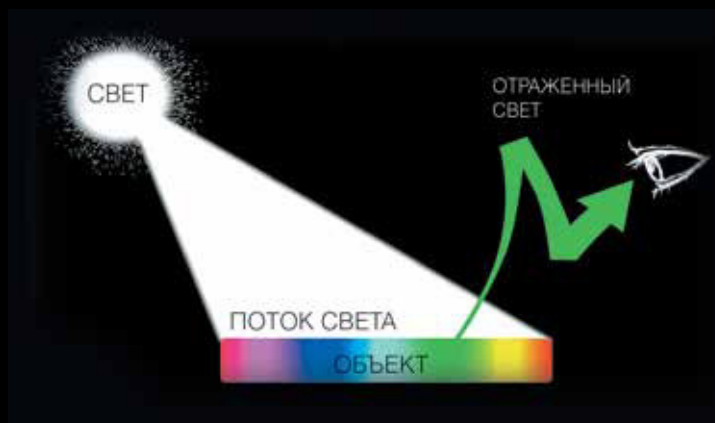
Можно получить белое свечение, если смешать тоник и родамин 6G (желтый цвет и синий).

Так почему же эти растворы светятся в ультрафиолетовых лучах? Сейчас я попробую вам это объяснить.





Посмотрите на световой спектр. Это фото солнечного луча, разложенного на спектр с помощью стеклянной призмы.



В обычном свете мы видим цвета потому, что все остальные части светового спектра поглощаются, а остается только один.

Например, трава зеленая, потому что поглощает все цвета, кроме зеленого. Зеленый цвет отражается, и его мы видим.

При флуоресценции все немного иначе. Чтобы флуорофоры начали светиться, им нужна высокая энергия.



Такую энергию несет в себе ультрафиолетовый свет. Флуорофор поглощает невидимое нашему глазу ультрафиолетовое излучение и преобразует его в какое-нибудь видимое, например, в желтое или зеленое.

Но теперь вы захотите спросить: где в обычной жизни взять все эти родамины и другие флуорофоры? Что еще может светиться в ультрафиолетовом свете?

Вокруг нас множество предметов, светящихся в УФ-лучах. Например, деньги. Банкнота в 50 евро в УФ-свете выглядит несколько необычно.

Мыло светится в ультрафиолетовых лучах синим цветом, бумага — белым. Часто добавляют флуоресцентные вещества в антифризы для автомобилей — они тоже должны светиться.

В растениях содержится хлорофилл, который светится в ультрафиолете красным. Я взял листья герани, измельчил и залил ацетоном. Хлорофилл из листьев растворился в ацетоне и окрасил его в зеленый цвет. Надо сказать, что в неполярных растворителях, таких как ацетон, спирт или бензин, хлорофилл растворяется очень хорошо.

Можно увидеть, как флуоресцируют обычные бананы. Если бананы залеживаются, на них появляются темные точки. Эти точки светятся в УФ-лучах синим светом.

А арахисовое масло в ультрафиолетовых лучах светится бело-синим светом. Кстати, если посветить на него фиолетовой лазерной указкой, то в месте попадания света появится интересное послесвечение.

Сок чистотела светится в ультрафиолете синим светом. Если куркуму — известную всем специю — растворить в водке, то раствор будет светиться ярко-зеленым светом, как раствор флуоресцеина.

Об остальных веществах вы можете узнать сами. Можно купить лампу Вуда или фонарик ультрафиолетового излучения и изучать флуоресценцию самостоятельно.

