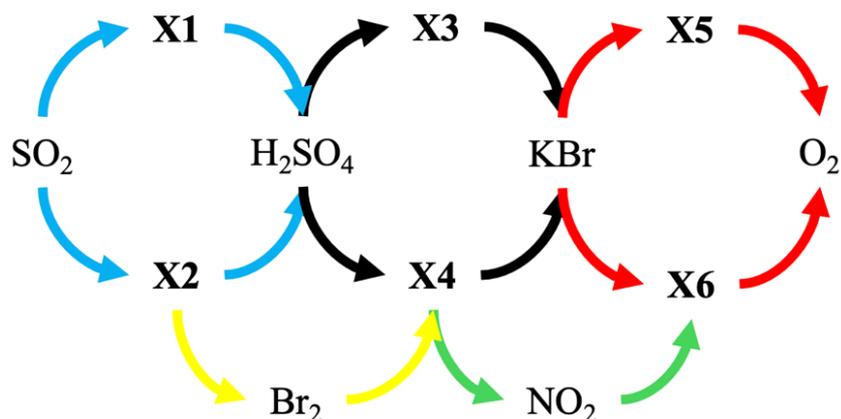


**Задача №1. Олимпиадная задача**



1) Предложите формулы веществ *X1-X6*.

<i>X1:</i>	<i>X4:</i>
<i>X2:</i>	<i>X5:</i>
<i>X3:</i>	<i>X6:</i>

2) Приведите уравнения *16 реакций*. Для удобства прочтения разделите их на блоки соответственно цвету на схеме. В уравнениях реакций Вы можете использовать *любые*, даже уже приведенные на схеме, вещества. Например, для получения *X4* из  $H_2SO_4$  допустимо использовать  $O_2$ .

[реакция 1]

[реакция 2]

[реакция 3]

[реакция 4]

[реакция 5]

[реакция 6]

[реакция 7]

[реакция 8]

[реакция 9]

[реакция 10]

[реакция 11]

[реакция 12]

[реакция 13]

[реакция 14]

[реакция 15]

[реакция 16]

- 3) Какая из этих олимпиад по химии самая старшая – Московская Олимпиада Школьников, Менделеевская (бывш. Всесоюзная) Международная Олимпиада (ММО), Международная Химическая Олимпиада (МХО)?

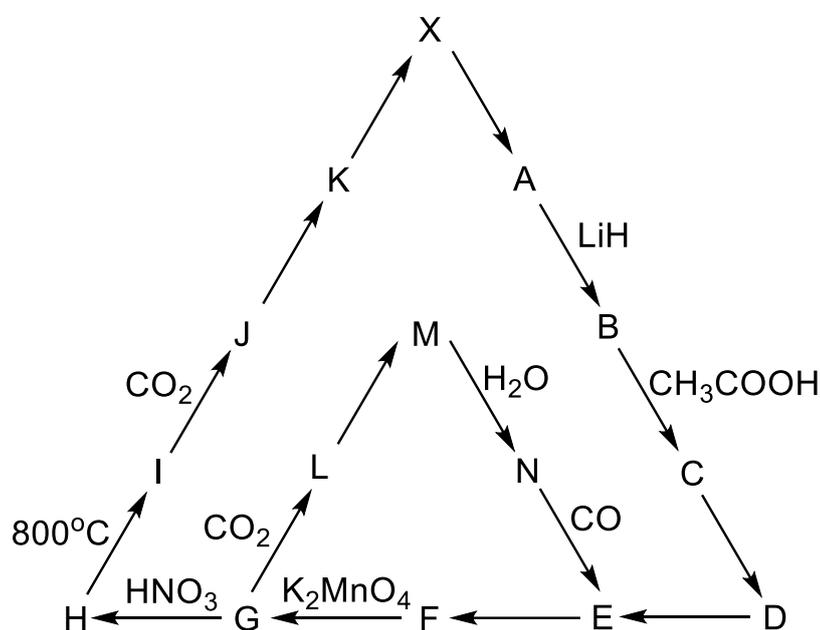
## Задача №2. Стрелочки

— «Спички детям не игрушка!»

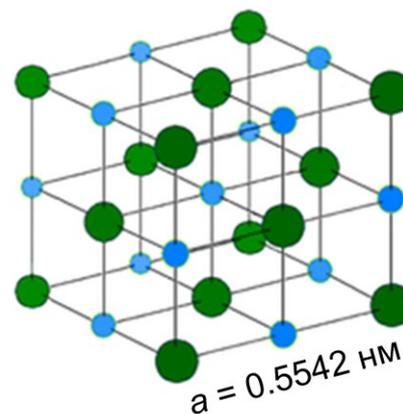
МЧС России

Головоломки со спичками — одна из классических математических задач. Задача головоломки переставить спички так, чтобы получилось верное равенство или фигура.

Вам предлагается сыграть в «стрелочки» - химический аналог игры со спичками. Правила следующие: нужно переставить стрелочки таким образом, чтобы из одной фигура получилась другая. Начало стрелки при этом сохраняется на том же веществе. Перестановкой считается соединение двух других веществ, чем были ранее на схеме, при этом какие-то вещества могут выходить из цепочки превращений. Изменение силуэта схемы превращений или переверот стрелки в обратную сторону не является перестановкой.



Кристаллическая структура бинарного вещества М



$\rho = 5.97 \text{ г/см}^3$

О веществах на схеме дополнительно известно: все вещества содержат X, а вещество A получают взаимодействием вещества X с самым легким газом при нагревании. При образовании D выпадает белый осадок ( $w(\text{X}) = 58.86\%$ ). В составе бинарного вещества F массовые доли элементов примерно равны. Мольная доля X в составе вещества I составляет 33.33%. Раствор вещества L окрашен в интенсивный малиновый цвет, а раствор вещества N бесцветный. Вещество K является основным технологическим сырьем для промышленного получения X и содержит 65.95% по массе X.

1) Установите вещества X, A – N. Ответ подтвердите расчетом.

X:	A:	B:	C:	D:
E:	F:	G:	H:	I:
J:	K:	L:	M:	N:

*Подтверждение расчетом:*

2) Напишите уравнения реакций. Для реакций, где не указаны условия и реагенты над стрелочками, – предложите их самостоятельно.

*[реакция 1]*

*[реакция 2]*

*[реакция 3]*

*[реакция 4]*

*[реакция 5]*

*[реакция 6]*

*[реакция 7]*

*[реакция 8]*

*[реакция 9]*

*[реакция 10]*

*[реакция 11]*

[реакция 12]

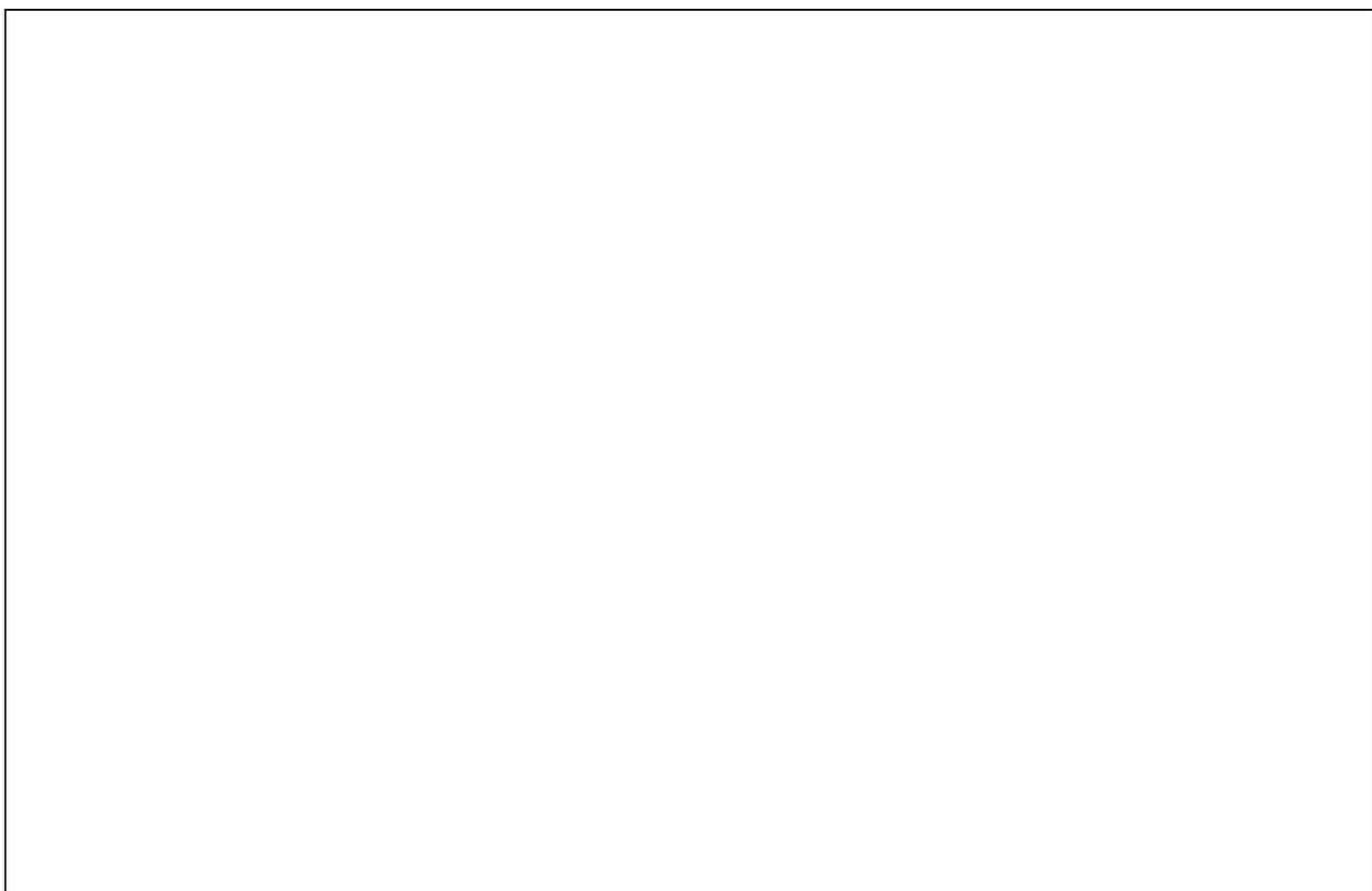
[реакция 13]

[реакция 14]

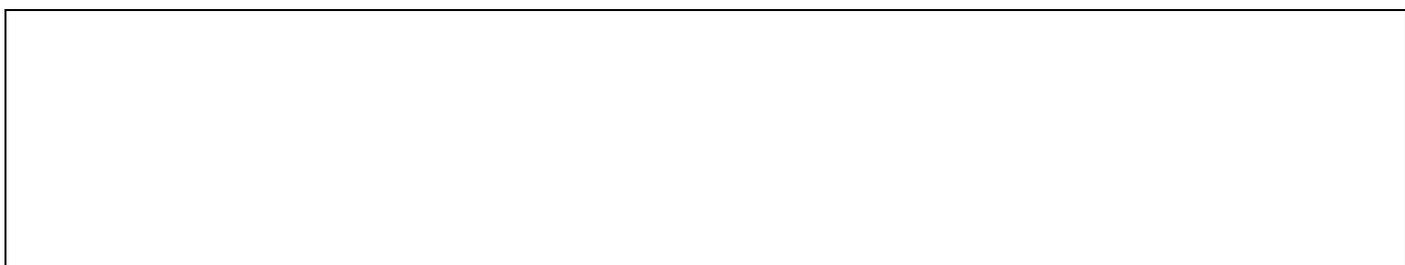
[реакция 15]

[реакция 16]

- 3) Предложите Ваш вариант перестановки двух стрелочек, чтобы из двух треугольников получилось три. В ответе изобразите получившуюся схему.



- 4) При перестановке стрелочек на схеме получаются новые превращения веществ. Если реакции возможны – напишите их уравнения.



### Задача №3. Это уже перебор...

Смесь газов **A** и **B**, полученная взаимодействием двух простых веществ в соотношении 3:1, при н.у. имеет плотность воздуха. Предположите возможные формулы веществ **A** и **B**, если известно, что молярная масса **A** меньше, чем **B**.

1) Установите вещества **A-B** и напишите уравнение происходящей реакции

A:	B:
<i>[реакция]</i>	

2) Обоснуйте свой подход к решению и подтвердите полученные ответы расчетом.

### Задача №4. Про 4. В продолжение отборочных туров

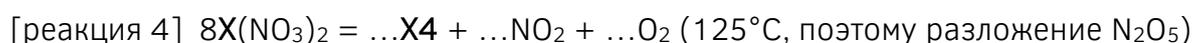
Известно, что в китайском языке слово «четыре» созвучно слову «смерть». Это приводит к суеверному избеганию этого числа, к примеру, в нумерации этажей. В русском языке такие аналогии отсутствуют, поэтому пусть эта задача не окажется «гробовой». Некий элемент **X** образует комплексные соединения **X1-X4**:

— во всех комплексах координационное число **X** (число атомов, непосредственно связанных в комплексе с центральным атомом) равно четырем.

— в веществах **X1** и **X2** число лигандов (молекул или ионов, окружающих центральный атом) равно четырем.

— вещество **X4** является незаряженным комплексом, количество атомов **X** в нем равно четырем.

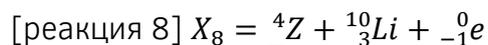
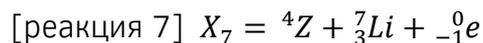
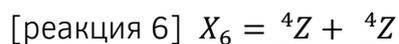
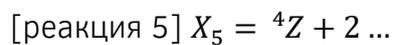
— в веществе **X4** есть четырехвалентный атом кислорода, связанный со всеми четырьмя атомами **X** и только с ними.



1) Приведите формулы комплексов **X1-X4** и закончите уравнения *реакций 1-4*, правые части которых в условии приведены без необходимых коэффициентов.

<i>X1:</i>	<i>X3:</i>
<i>X2:</i>	<i>X4:</i>
<p>[реакция 1]</p> <p>[реакция 2]</p> <p>[реакция 3]</p> <p>[реакция 4]</p>	

Элемент **X** имеет 11 изотопов, из которых только один встречается в природе и является нерадиоактивным. Каждый из четырех изотопов **X5-X8** подвергается либо одному, либо двум подряд распадам ядра, давая в конечном счете всегда одно и то же ядро, с массовым числом 4 (в уравнениях ниже обозначается **Z**). Стоит отметить, что двойные распады являются редкостью и их вероятность низкая.



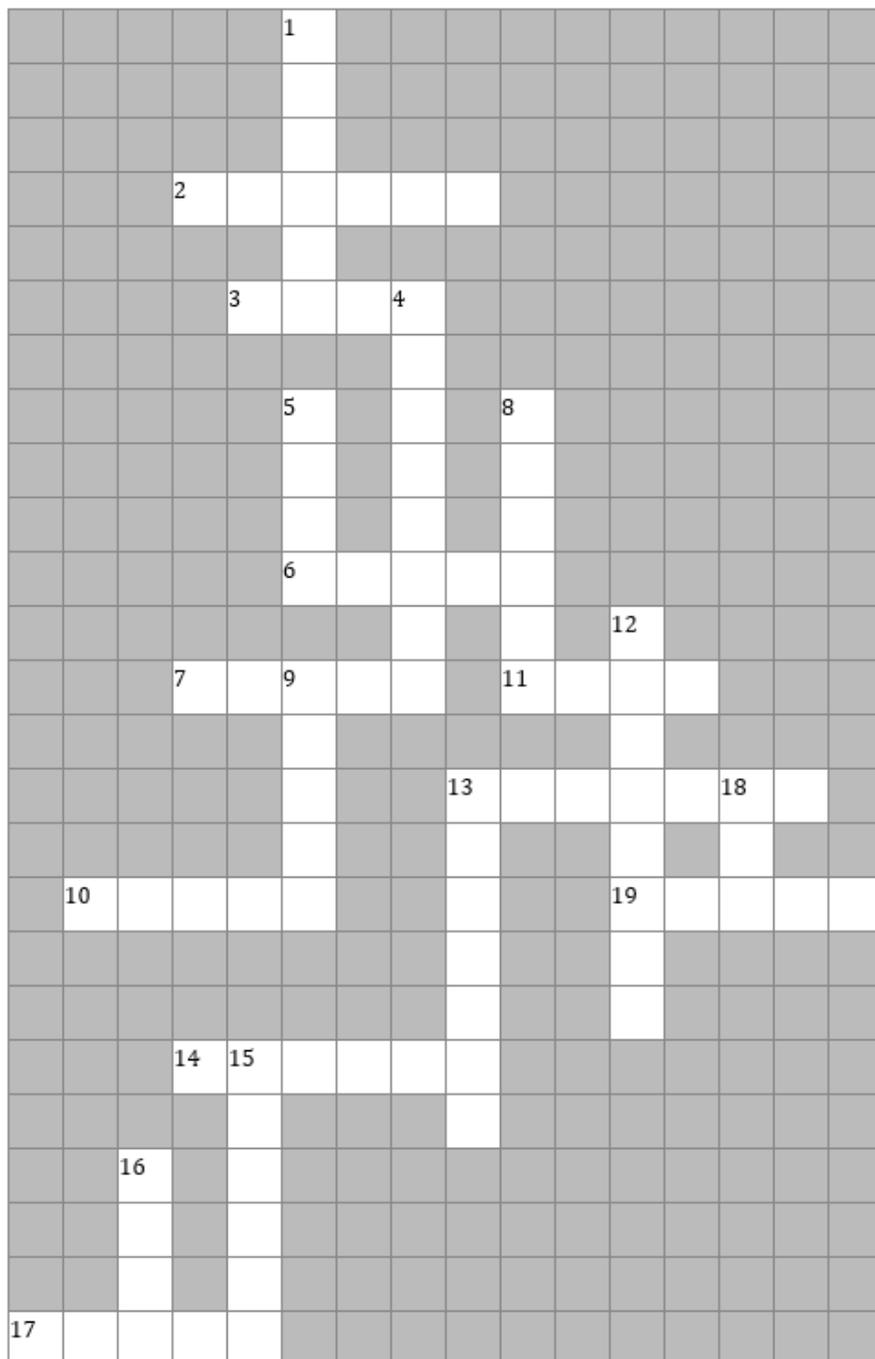
2) Определите изотопы **X5-X8** и **Z**. Завершите уравнения *реакций 5-8*. Укажите, где сможете, какой(-ие) тип(-ы) распада соответствуют каждому уравнению.

<i>X5:</i>	<i>X6:</i>
<i>X7:</i>	<i>X8:</i>
<i>Z:</i>	
<i>[реакция 5]</i>	
<i>[реакция 6]</i>	
<i>[реакция 7]</i>	
<i>[реакция 8]</i>	

### №5. Без лишних слов

Ниже приведен кроссворд слова, в котором несколько перепутались.

Решите головоломку и укажите все перепутанные пары слов.



**По горизонтали:**

- 2. Молодая зеленая ветвь
- 3. Зловоние
- 6. Луч
- 7. Луна
- 10. Солнце
- 11. Новый
- 13. Известь
- 14. Горный дух
- 17. Запах
- 19. Роза

**По вертикали:**

- 1. Земля
- 4. Свинец
- 5. Разрушение
- 8. Чужой
- 9. Камень
- 12. Волчья пена
- 13. Медный дьявол
- 15. Радуга
- 16. Цвет
- 18. Фиалковый

## №67. Очередной квантовый ящик в бравл старс

Начинающий химик Колбасенко попал на стажировку в лабораторию фотосенсибилизаторов и флуоресцентных меток к профессору Люминисцини Спектрулинни. Помоги юному химику разобраться в спектральных свойствах различных веществ.

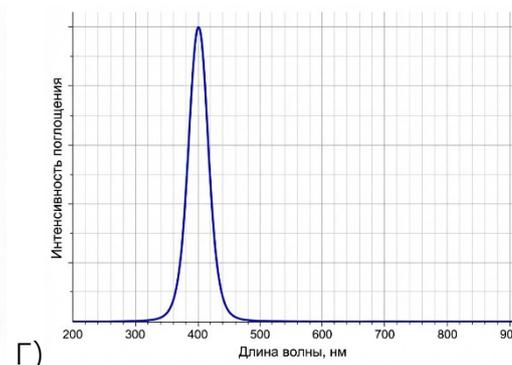
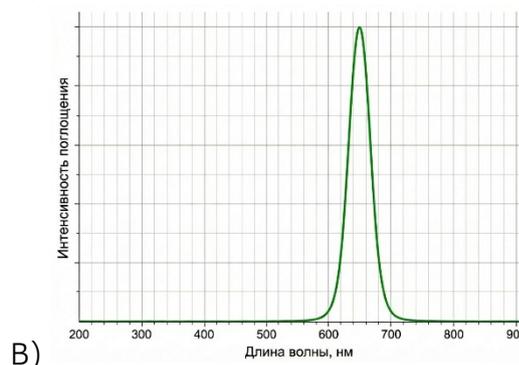
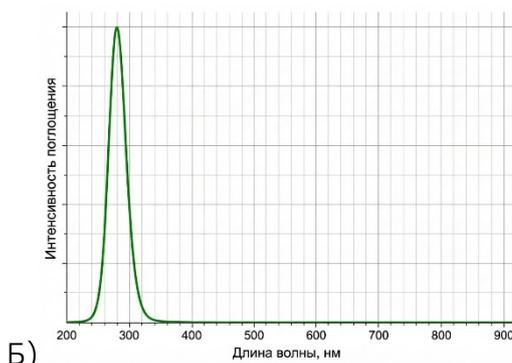
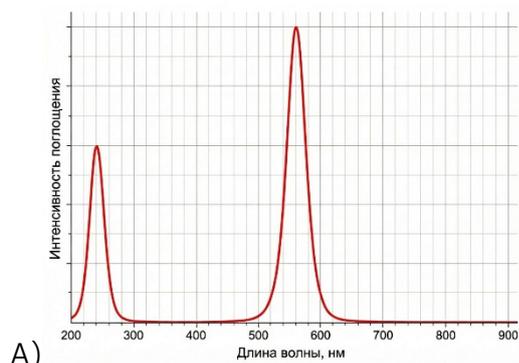
Известно, что свет — это электромагнитное излучение, которое может воспринимать человеческий глаз. Обычно к видимому свету относят излучение с длинами волн примерно от 400 до 700 нм. Излучение с меньшими длинами волн называют ультрафиолетовым (УФ), а с большими — инфракрасным (ИК).

Когда свет проходит через вещество, часть излучения может поглощаться атомами или молекулами этого вещества. При этом разные вещества поглощают свет не на всех длинах волн, а только на некоторых определённых. Зависимость поглощения света веществом от длины волны называют спектром поглощения.

Обычно спектр поглощения изображают в виде графика. На таком графике можно увидеть пики поглощения — области длин волн, где вещество особенно сильно поглощает свет. Эти пики имеют некоторую ширину, потому что молекулы вещества находятся в постоянном движении и взаимодействуют друг с другом, поэтому поглощение происходит не строго на одной длине волны, а в небольшой области длин волн вокруг неё.

Цвет вещества определяется тем, какие длины волн видимого света оно поглощает. Свет тех длин волн, которые не поглощаются, отражается или проходит через вещество и попадает в наш глаз.

- 1) Ниже представлены спектры поглощения четырех молекул. Помоги юному химику какого цвета будет каждое из веществ



А)	Б)
В)	Г)

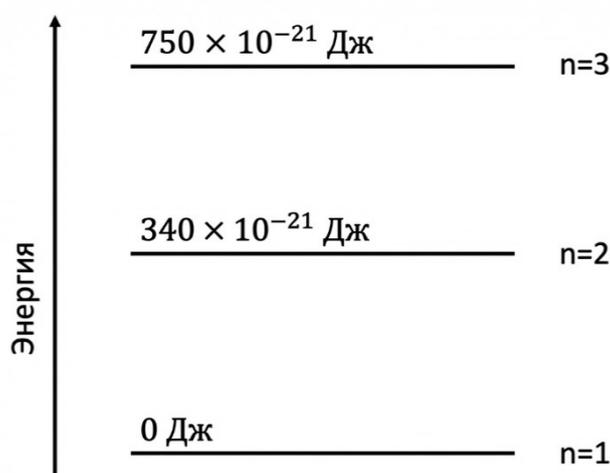
2) Какие из данных веществ поглощают в УФ диапазоне?

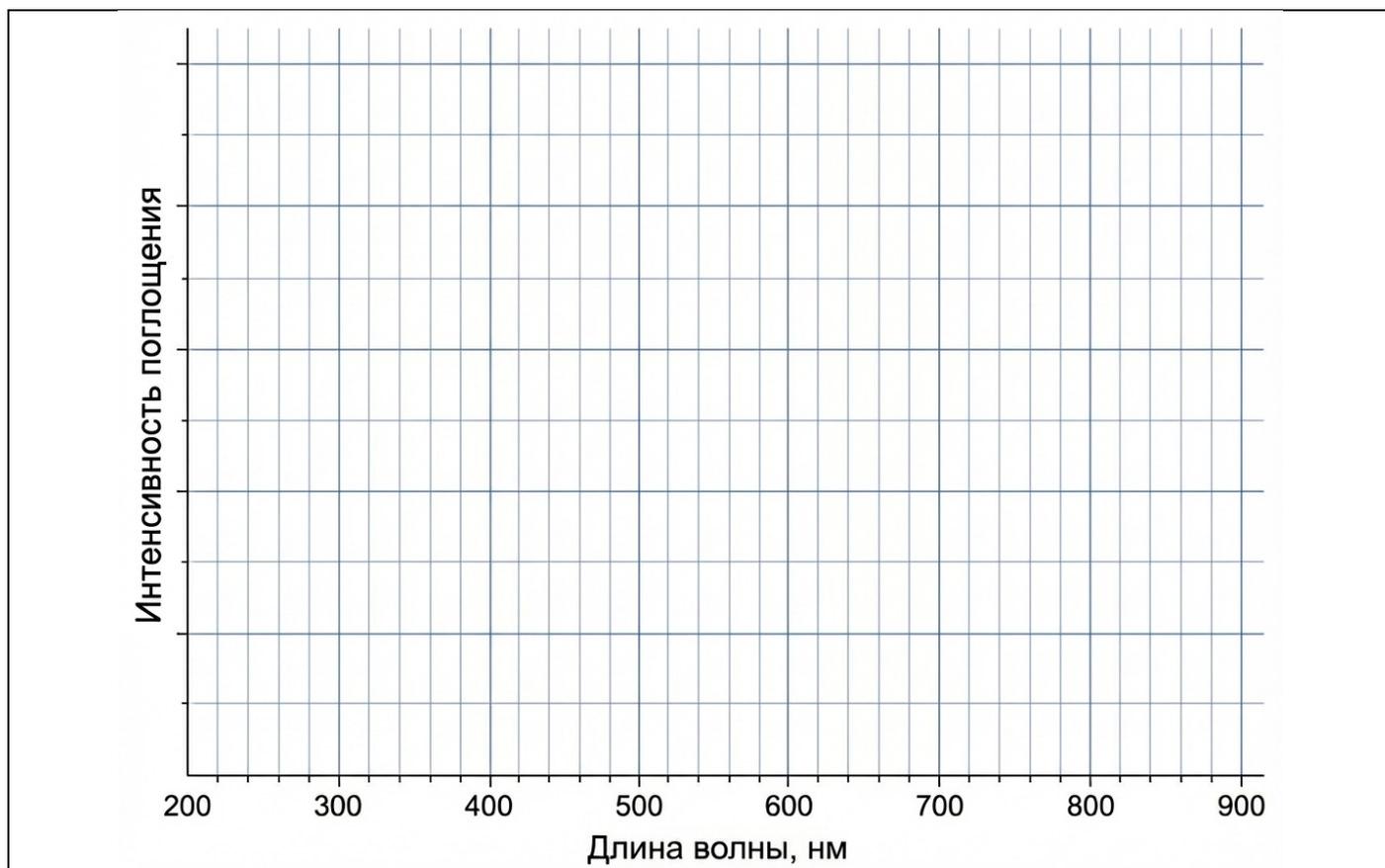
Электроны в атомах и молекулах могут находиться только на определённых энергетических уровнях. Когда молекула поглощает свет, электрон может перейти с более низкого энергетического уровня на более высокий. Такой процесс называют электронным переходом.

Каждому электронному переходу соответствует поглощение фотона определённой энергии, а значит — и определённой длины волны света. Поэтому на спектре поглощения появляются пики, соответствующие этим переходам.

В большинстве молекул при обычных условиях практически все электроны находятся в основном (наинизшем) энергетическом состоянии. Поэтому переходы из основного состояния в возбуждённые наблюдаются наиболее часто и имеют наибольшую интенсивность в спектре. Переходы же между уже возбуждёнными уровнями происходят значительно реже, так как вероятность того, что электрон уже находится в возбуждённом состоянии в момент поглощения фотона, намного меньше. Поэтому такие линии в спектре имеют меньшую интенсивность.

3) Нарисуйте схематический спектр поглощения молекулы, исходя из электронных переходов, присутствующих в её электронной структуре. Учтите, что переходы из возбуждённых состояний на более высокие уровни должны иметь меньшую интенсивность, чем переходы из основного состояния. Диаграмма энергетических уровней данного вещества и схема того, как должен выглядеть график указаны ниже.





Энергия фотона связана с длиной волны излучения. Чем короче длина волны, тем больше энергия фотона. Эту зависимость можно выразить формулой:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

где

$E$ — энергия фотона (Дж),

$h$ — постоянная Планка (равная  $6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с),

$c$ — скорость света (равная 299792458 м/с),

$\lambda$ — длина волны излучения (м).

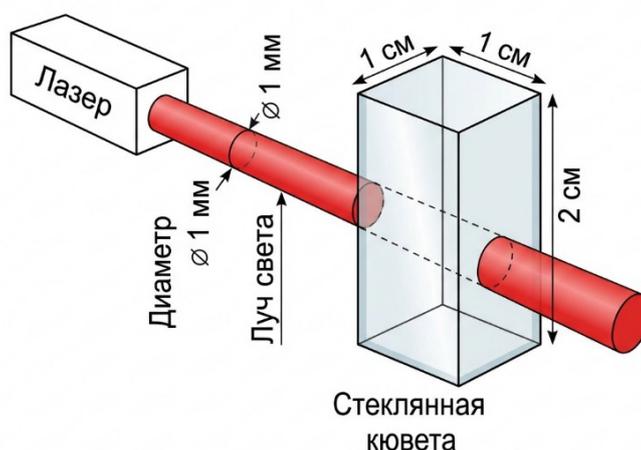
- 4) Определите энергию наиболее энергетичного фотона, который может поглощаться данной молекулой, исходя из приведенных энергетических уровней.

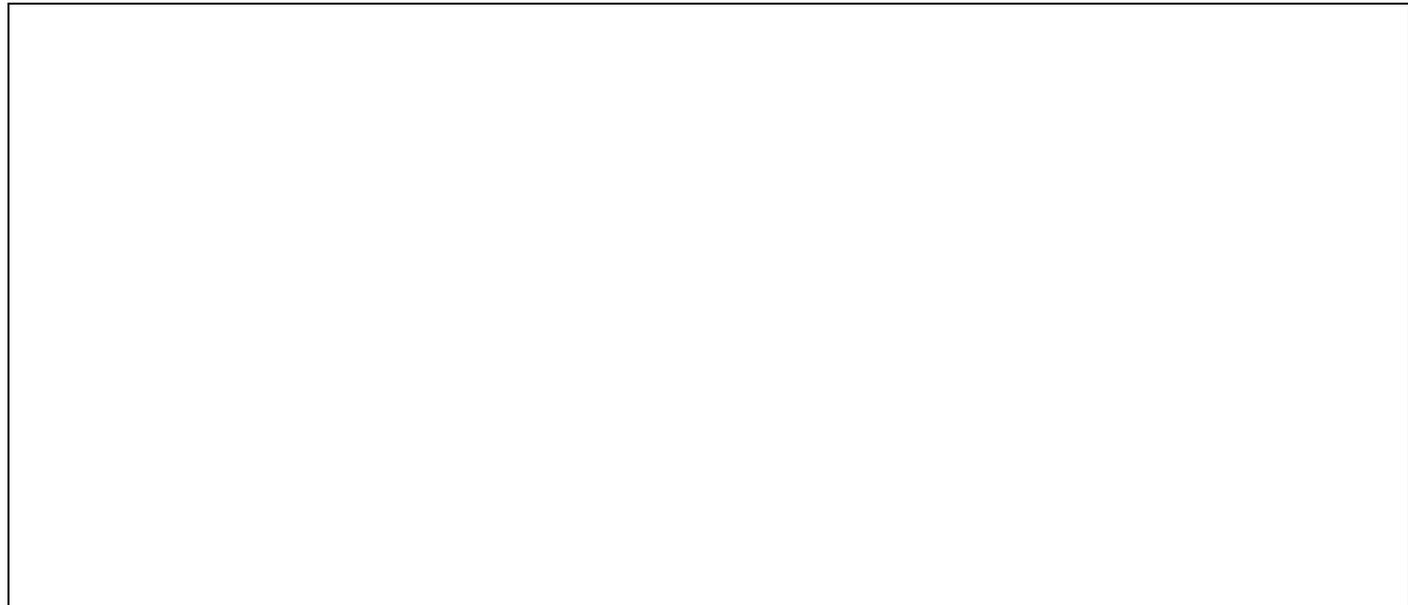
Поток света можно представить как поток фотонов — отдельных частиц (квантов) света. Каждый фотон переносит строго определённую энергию, которая зависит от длины волны излучения: чем меньше длина волны света, тем больше энергия одного фотона.

Источник света излучает огромное количество фотонов каждую секунду. Мощность излучения показывает, какое количество энергии источник испускает за единицу времени. Например, мощность 1 Вт означает, что источник излучает 1 Дж энергии каждую секунду.

- 5) Поток света состоит из фотонов — квантов света. Найдите, сколько фотонов испускает за одну секунду лазер с длиной волны 555 нм, если мощность излучения равна 5 Вт.

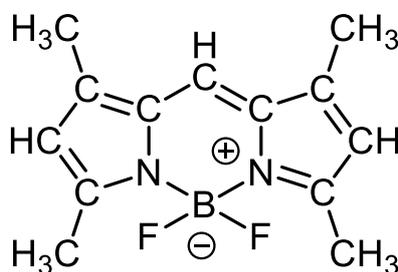
- 6) Рассчитайте, сколько молекул вещества находится на пути пучка лазера, если вещество находится в растворе в кювете (стеклянном параллелепипедеобразном сосуде) с длиной стороны 1 см. Концентрация раствора составляет 1 моль/л. Диаметр лазерного пучка равен 1 мм. Считайте, что пучок проходит через кювету перпендикулярно её стенкам и имеет цилиндрическую форму.





Иногда растворитель может влиять на спектральные свойства молекул. Поэтому в некоторых экспериментах спектры измеряют не в растворе, а в газовой фазе, когда молекулы находятся в сосуде без растворителя.

- 7) Рассчитайте, какую массу вещества (в граммах) необходимо перевести в газовую фазу, чтобы концентрация молекул в сосуде объемом 200 мл составляла 0,1 моль/м<sup>3</sup>.  
Структурная формула вещества приведена ниже.



Справочная информация:

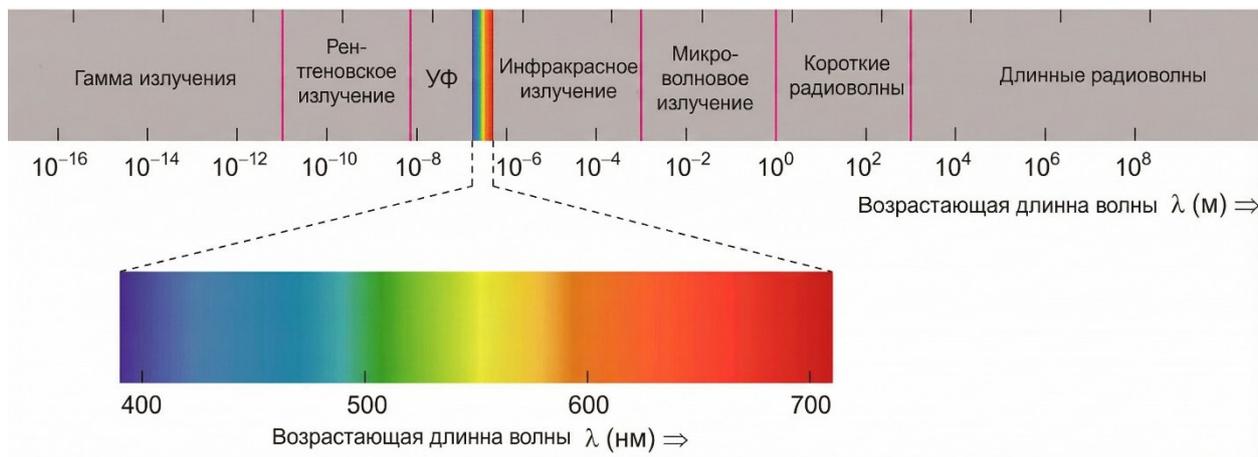


Рис. 1. Спектр электромагнитного излучения и его распределение по классам.

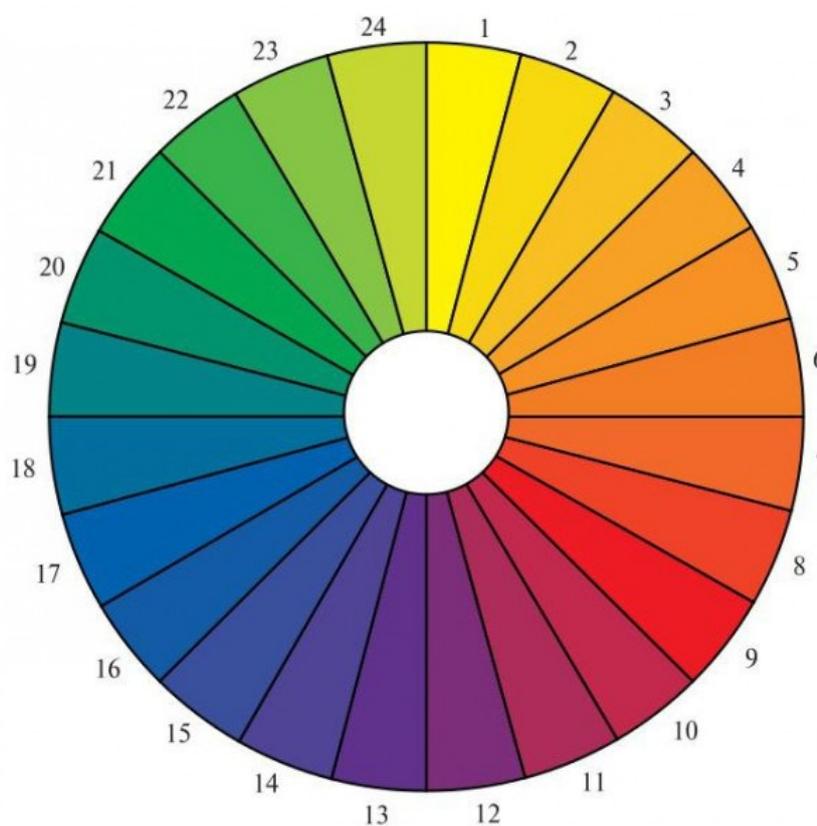


Рис. 2. Круг дополнительных цветов. Вещество поглощает свет определенной длины волны, а мы видим противоположный (дополнительный) цвет. Например, если вещество поглощает красный свет, то мы видим данное вещество зеленым (и наоборот).

$$S = \pi R^2, \text{ где } S \text{ – площадь круга, } R \text{ – радиус круга.}$$