

## Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

### Решение задачи 2. Деградация красителя

1. Определим молекулярную массу металла, участвующего в образовании наночастиц, с учетом того, что формула **Y** может быть представлена  $Me(NO_3)_n$ , где  $n$  – степень окисления металла:

$$M = \frac{13.82 \cdot 14.01 \text{ г/моль} \cdot n}{10.40} = 18.62 \cdot n$$

При  $n = 3$  получаем, что искомый металл железо ( $M = 55.86$  г/моль).

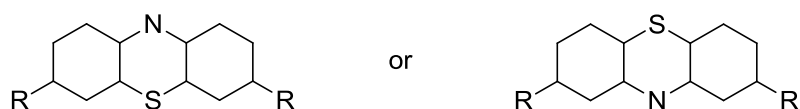
Остаток молярной массы не соответствует девяти атомам кислорода, поэтому резонно предположить, что **Y** – гидрат нитрата железа (III). Тогда нетрудно рассчитать число атомов кристаллизационной воды в соединении:

$$n(H_2O) = \frac{(100 \cdot 55.85/13.22) - 55.85 - 42.03 - 144}{18.02} = 9$$

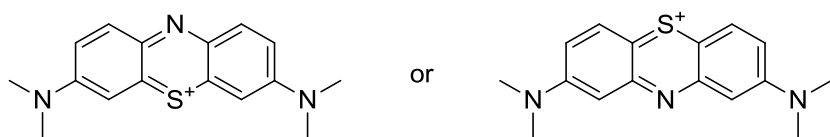
Отсюда формула **Y** –  $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ , при нагревании которого в описанных в задаче условиях образуются наночастицы вещества **X** – оксида железа (III)  $\alpha\text{-}Fe_2O_3$ .

**(формулы X и Y по 0.75 балла; всего 1.5 балла)**

2. Количество атомов углерода в составе заместителя R составляет  $(16-12)/2 = 2$ . При этом в состав полициклической системы должны входить атом серы и атом азота, так как в случае вхождения в состав циклов двух атомов азота, на два одинаковых заместителя R будет приходиться всего один атом азота. Отсюда R содержит один атом азота. Высокая симметричность катиона соединения **A**, число типов атомов N и H приводят только к таким полициклическим фрагментам:



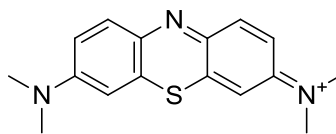
С учетом соотношения атомов водорода и углерода в структуре катиона **A**, он содержит систему ненасыщенных связей. В предельном случае полициклический фрагмент должен содержать 6 атомов водорода (тогда остальные 12 находятся в составе радикалов, по 6 на каждый). С учетом типов атомов водорода заместитель R должен иметь структурную формулу  $(CH_3)_2N$ , тогда формула искомого таутомерного катиона:



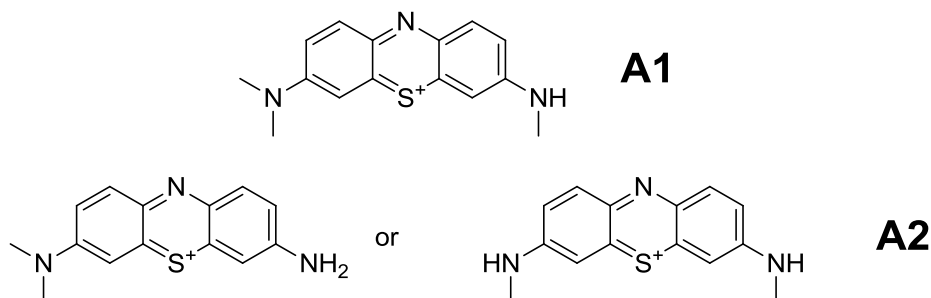
**(одна структура – 1.5 балла, 2 структуры – 2 балла)**

3. Для органических красителей принципиальной с точки зрения наличия окраски является хромофорная система – система сопряженных непердельных связей,

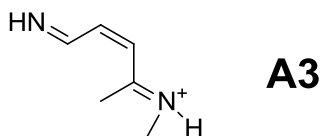
поэтому из двух вариантов остается только один, относящийся к группе хинониминных синтетических красителей (метиленовый синий):



4. Исходя из последовательной утери при переходах **A**→**A1**→**A2** 14 единиц атомной массы (при этом обратим внимание на отсутствие в соединениях **A1** и **A2** атомов кислорода) можно однозначно утверждать, что на этих стадиях происходит реакция деметилирования с образованием следующих продуктов:



Принимая во внимание состав **A3**, с учетом предполагаемой структуры **A2** можно выделить соответствующий фрагмент:



**(по 1 баллу за соединение, всего – 3 балла)**

5.  $\text{Fe}^{3+}_{\text{surface}} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{\text{surface}} + \cdot\text{OOH} + \text{H}^+$  (1);  
 $\text{Fe}^{2+}_{\text{surface}} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{\text{surface}} + \cdot\text{OH} + \text{OH}^-$  (2).

**(реакции по 1 баллу; всего 2 балла)**

6. Важнейшим свойством катализаторов разложения органических веществ в сточных водах или непосредственно в водоемах выступает отсутствие у них токсичности, наличие которой бы нивелировало позитивное воздействие на состояние окружающей среды за счет каталитического действия. Отметим, что наночастицы оксида железа (III) с этой точки зрения являются идеальным агентом.
7. Использование метиленового синего в качестве лекарственного средства никоим образом не может напрямую повлиять на развитие психиатрических заболеваний, имеющих сложную гетерогенную природу. Но при этом с его помощью можно индуцировать эффект плацебо у лиц, страдающих биполярными расстройствами, заранее сообщив, что если их моча на фоне приема препаратов окрасится в синий цвет, это будет означать их выздоровление.

Физиологически это обусловлено тем, что в результате внушения мозг пациента начинает выработку соответствующих этому действию веществ, в частности эндорфинов, которые, по сути, частично заменяют действие лекарственных препаратов. В свою очередь, эндорфины представляют собой олигопептиды, размеры которых как раз находятся в нанодиапазоне.