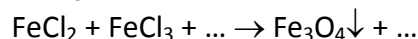
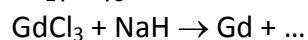
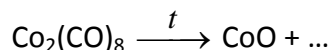
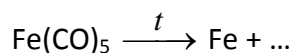




Химия для школьников 7 – 11 класса (очный тур)
Задания. Вариант III

Задача 1. Синтез магнитных наночастиц (8 баллов)

Для синтеза магнитных наночастиц используют химические методы, основанные на реакциях разложения, восстановления или осаждения. Напишите уравнения реакций синтеза магнитных наночастиц по схемам:



Задача 2. Нанокластер золота (8 баллов)

Нанокластер состоит из атомов золота и остатков ароматического тиола $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{S}$. Масса кластера равна 7391 а.е.м., всего он содержит 349 атомов. Определите формулу кластера **(6 баллов)** и рассчитайте, во сколько раз масса золота в нем больше массы серы. **(2 балла)** Примите относительные атомные массы всех элементов целыми.

Задача 3. Фторографен (8 баллов)

При взаимодействии графена, нанесенного на медную фольгу, с XeF_2 образуется фторографен, в котором 75% атомов углерода находятся в sp^2 гибридном состоянии. Установите формулу фторографена. **(2 балла)** Сколько граммов XeF_2 потребуется для фторирования 5 г графена? **(2 балла)** Сколько граммов гидразина N_2H_4 потребуется для получения 5 г графена из фторографена, если один из продуктов реакции – молекулярный азот? **(4 балла)**

Задача 4. Наночистратационные мембраны (8 баллов)

Для ионной фильтрации можно использовать нанопористые мембраны, изготовленные из оксида титана (IV). При этом эффективность таких мембран сильно зависит от их поверхностного заряда.

Объясните, почему при погружении подобных мембран в водный раствор на их поверхности возникает положительный или отрицательный заряд. Напишите уравнения соответствующих реакций. **(4 балла)**

Можно ли подобные наночистратационные мембраны изготавливать из оксида кальция или оксида серы (VI), а не из оксида титана? Ответ обоснуйте, приведя уравнения реакций. **(4 балла)**

Задача 5. Криотехнология (8 баллов)

Юный экспериментатор решил синтезировать наночастицы нитрата натрия, однако забыл записать концентрацию соли в исходном растворе. В результате после сублимационной сушки он получил шарообразные наночастицы диаметром 28 нм. Водяной пар учёный откачивал при 27 °С в сосуд объёмом 1 м³, при этом конечное давление оказалось равным 350 Па, что в 10 раз меньше давления насыщенных паров.

Помогите юному экспериментатору определить концентрацию соли в исходном растворе, если плотность и масса раствора были равны 1.05 г/см³ и 2.76 г соответственно. Ответ приведите в моль/л. (5 баллов)

Сколько наночастиц он синтезировал? Плотность нитрата натрия равна 2.257 г/см³. (3 балла)

Задача 6. Углеродные композиты (20 баллов)

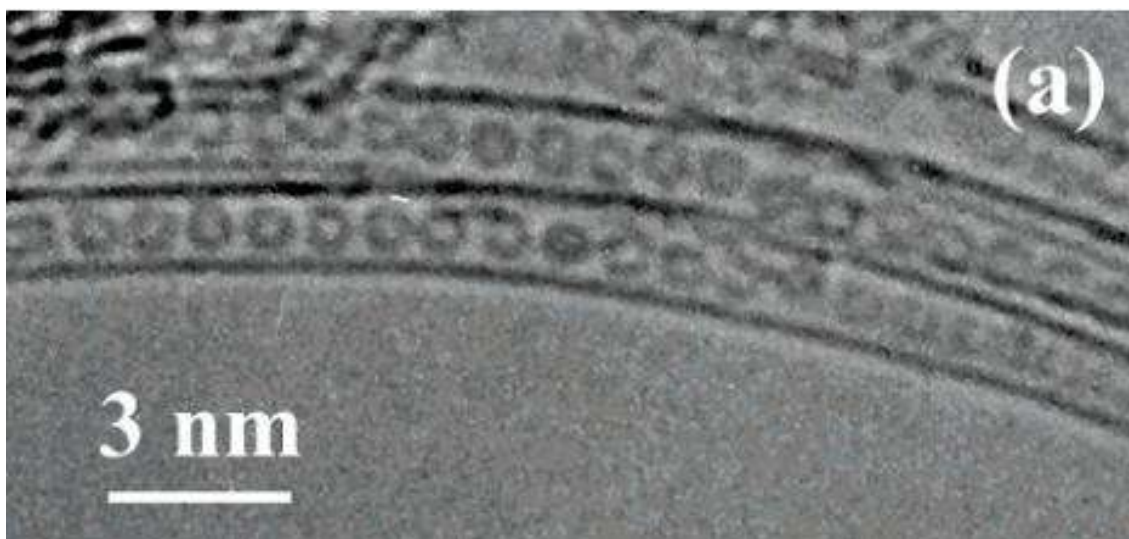


Рис. 1. Композит I

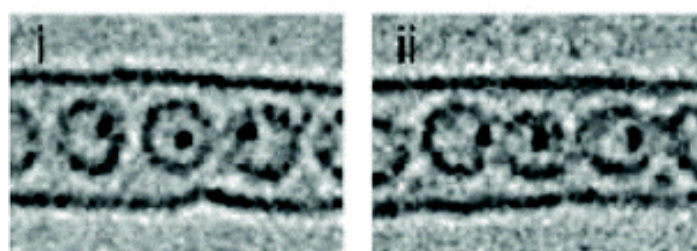
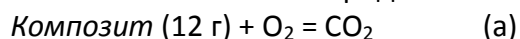


Рис. 2. Второй композит

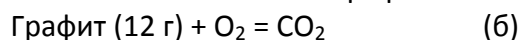
На рисунке 1 изображен композиционный материал (композит), состоящий из двух известных чисто углеродных наноматериалов.

1. Как называются эти два составляющих наноматериала? (3 балла)
2. Каким способом получены изображения на рис. 1? (2 балла)
3. Как получить композит, изображенный на рис. 1, если составляющие углеродные наноматериалы у нас имеются? (6 баллов)

Наш *композит* состоит только из атомов углерода. Возьмем 12 г этого *композита* и полностью сожжем его в кислороде:



Теперь сожжем 12 г обычного графита:



Условия сжжения одинаковы.

4. В каком случае, (а) или (б), выделится больше тепла? Свой ответ объясните. **(5 баллов)**
5. *Второй композит* (он изображен на рис. 2) отличается от *композита*, изображенного на рис. 1. В чем отличие? Найдите его на рис. 2. Из каких наноматериалов составлен *второй композит*? **(4 балла)**

Задача 7. Наносенсоры в пищевой промышленности (20 баллов)

Исследовательской группой из Массачусетского технологического института был создан портативный сенсор, определяющий свежесть мяса и выраженность процессов гниения в нем в случае длительных сроков хранения после убоя.

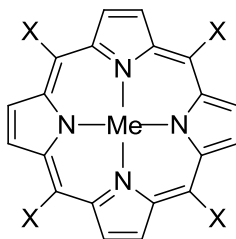
Сенсор состоит из нескольких золотых электродов, в миллиметровом зазоре между которыми находятся одностенные углеродные нанотрубки. К ним дополнительно привиты специально подобранные молекулы порфирина, обеспечивающие селективность к соединениям **A** и **B**.

Состав и отдельные сведения о соединениях **A** и **B** приведены в таблице.

Соединение	ω(C), %	ω(N), %	Число типов атомов N	Число типов атомов H
A	54.50	31.79	1	3
B	58.77	27.41	1	4

1. Установите все возможные структурные формулы соединений **A** и **B**, если их молярная масса не превышает 200 г/моль. Ответ обязательно подтвердите расчетом. **(4 балла)**
2. Однозначно выберите структурные формулы соединений **A** и **B**, если они содержат максимально возможное число связей C–C. **(1 балл)**
3. Соединение **A** образуется в мясе при участии бактерий с их ферментным аппаратом непосредственно из α-аминокислоты **C**, содержащей 45.44% C, 21.20% N по массе. Установите формулу и структуру **C**. **(3 балла)**
4. Соединение **A** получают в промышленности в две стадии из акрилонитрила. Предложите уравнения реакций, лежащих в основе данной схемы. **(2 балла)**
5. Решает ли проблему развития гнилостных процессов в парном мясе его вакуумирование для исключения доступа кислорода? Будет ли работать сенсор при вскрытии упаковки сохраненного подобным способом мяса? **(2 балла)**

Одним из вариантов молекулы порфирина, используемого в данном сенсоре, выступило соединение **D**, содержащее 51.23% С, 5.43% N, 0.78% H и 5.71% Me по массе (Me – неизвестный металл). Не полностью раскрытая структурная формула **D** представлена ниже (**X** – ароматическая группа, не содержащая азот).



6. Установите структурную формулу соединения **D**. (6 баллов)

Ранее эта исследовательская группа создала сенсор на основе одностенных углеродных нанотрубок для определения спелости фруктов по концентрации нециклического вещества **E**, содержащего 85.63% С (все атомы углерода эквивалентны).

7. Установите структурную формулу соединения **E**. (2 балла)

Задача 8. Бинарные наночастицы (20 баллов)

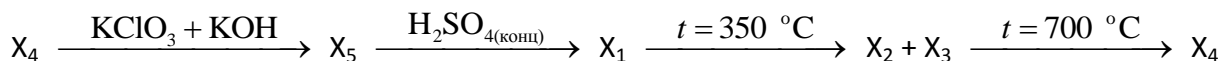
Серый металл **X** образует с элементом **Y** несколько бинарных соединений, 4 из которых приведены в таблице.

Соединение	$\omega(X)$, %	окраска
X_1	52.00	красно-фиолетовый
X_2	55.32	черный
X_3	57.52	черный
X_4	68.42	зеленый

При сплавлении вещества X_4 с хлоратом калия и щелочью образовался плав желтого цвета, содержащий соль X_5 . Полученный плав растворили в воде и осторожно, при перемешивании прилили концентрированную серную кислоту. Сначала раствор окрасился в оранжевый цвет, затем выпал красный осадок X_1 . При осторожном нагревании X_1 образуется смесь, в которой обнаружены X_2 и X_3 , которые при дальнейшем нагревании превращаются обратно в X_4 .

Для получения наночастиц X_4 вещество X_1 растворили в коллоидном растворе кремниевой кислоты и высушили при низкой температуре. Осторожное нагревание приводит последовательно к образованию наночастиц X_2 , X_3 и X_4 , которые, в отличие от порошка X_4 , полученного по первому способу, растворимы в воде.

1. Определите неизвестные вещества $X_1 - X_5$ (подтвердите расчетом) и запишите уравнения реакций, соответствующих схеме превращений. (18 баллов)



2. Сравните токсичность и каталитическую активность оксида X_4 , полученного разными способами. (2 балла)