



Химия для школьников 7 – 11 класса (очный тур) Простые задачи (вариант 1)

Задача 1.

Одно из веществ для изготовления нанонитей состоит из двух элементов, мольные доли которых равны, а массовые отличаются в 1.93 раза. Вещество получают взаимодействием металла с аммиаком. Установите формулу вещества и напишите уравнение реакции.

Всего – 8 баллов

Задача 2.

Сколько миллилитров 0.001 М раствора HAuCl_4 необходимо взять для получения наночастиц золота общей массой 50 мг?

Всего – 8 баллов

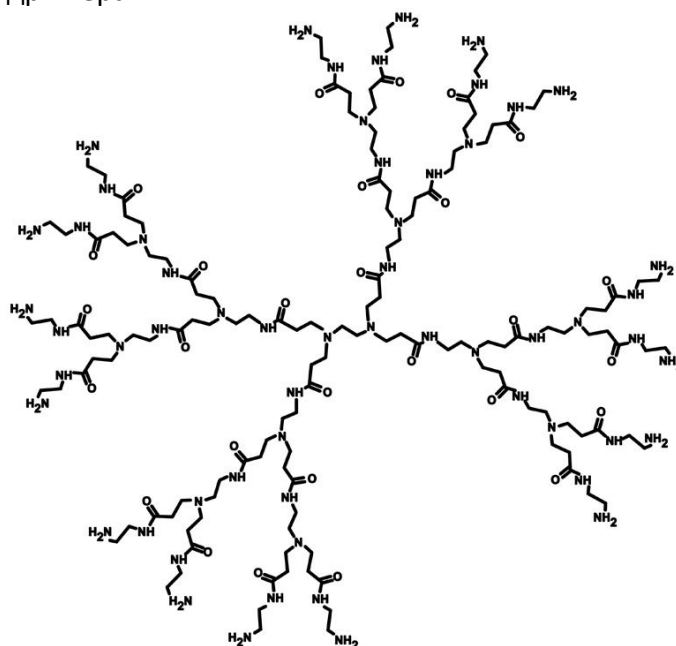
Задача 3.

В молекуле фуллерена C_{84} каждый атом углерода связан с тремя другими атомами и имеет валентность IV. Сколько двойных и одинарных связей имеется в молекуле C_{84} ? Ответ обоснуйте.

Всего – 8 баллов

Задача 4.

На рисунке изображена структура дендримера. Установите формулу ядра и определите номер поколения дендримера.



Всего – 8 баллов

Задача 5.

Наночастицы родия (плотность 12.4 г/см^3) имеют форму куба со стороной 20 нм. Рассчитайте удельную поверхность наночастиц (отношение площади поверхности к массе, $\text{м}^2/\text{г}$).

Всего – 8 баллов



**Химия для школьников 7 – 11 класса (очный тур)
 Простые задачи (вариант 3)**

Задача 1.

Одно из веществ для изготовления нанонитей состоит из двух элементов, мольные доли которых равны, а массовые отличаются в 4.09 раза. Вещество получают разложением гидроксида металла. Установите формулу вещества и напишите уравнение реакции.

Всего – 8 баллов

Задача 2.

Сколько граммов 0.2%-го раствора H_2PtCl_6 необходимо взять для получения наночастиц платины общей массой 60 мг?

Всего – 8 баллов

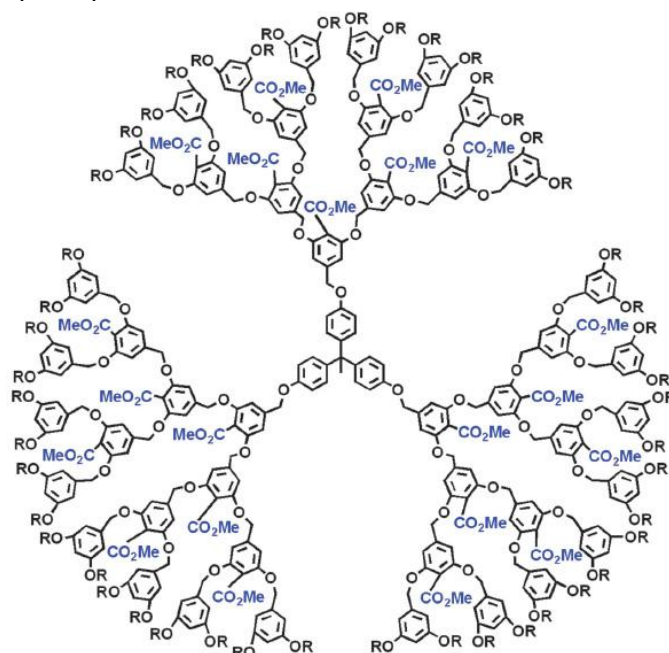
Задача 3.

В молекуле фуллерена C_{76} каждый атом углерода связан с тремя другими атомами и имеет валентность IV. Сколько двойных и одинарных связей имеется в молекуле C_{76} ? Ответ обоснуйте.

Всего – 8 баллов

Задача 4.

На рисунке изображена структура дендримера. Установите формулу ядра и определите номер поколения дендримера.



Всего – 8 баллов

Задача 5.

Наночастицы золота (плотность 19.3 г/см^3) имеют форму шара с диаметром 4 нм. Рассчитайте удельную поверхность наночастиц (отношение площади поверхности к массе, $\text{м}^2/\text{г}$).

Всего – 8 баллов



Химия для школьников 7 – 11 класса (очный тур)
Более сложные задачи

Задача 6. Псевдо-фарфор

Для имитации белоснежного китайского фарфора на Ближнем Востоке, а затем и в европейских странах керамику стали покрывать белой стекловидной эмалью. Для ее получения порошкообразное стекло смешивали с порошком («пепел»), полученном при сжигании сплава металла X со свинцом. Известно, что из 1.000 г сплава образуется 1.147 г пепла. Смесь тонко измельчали, разводили в воде и окунали в нее изделия. При нагревании в печи поверхность изделия становилась белой и блестящей, напоминающей фарфор. Рассеяние света происходит на наночастицах вещества Y, содержащих 78.81% элемента X. Если в измельченное стекло добавлять продукт Y, полученный при сжигании металла X без свинца, эмаль получается худшего качества, так как содержит частицы вещества Y, размер которых существенно превышает 100 нм. Известно, что при длительном нагревании «пепла», содержащего эквимольные количества свинца и X, при 500°C он полностью превращается в вещество Z, которое разлагается при температуре выше 660°C.

3. Определите неизвестные вещества, запишите уравнения реакций. **(12 баллов)**
4. Определите состав сплава в массовых процентах. **(6 баллов)**
5. Объясните, какую роль играет свинец в образовании наночастиц Y в эмали. **(2 балла)**

Всего – 20 баллов

Задача 7. Как ОГ-фит превращается в ОГ-фен

Оксид графита (ОГ-фит), слегка окисленный графит, известен химикам с середины 19 века. Это – слоистая структура, такая же, как сам графит (см. рис. 1).

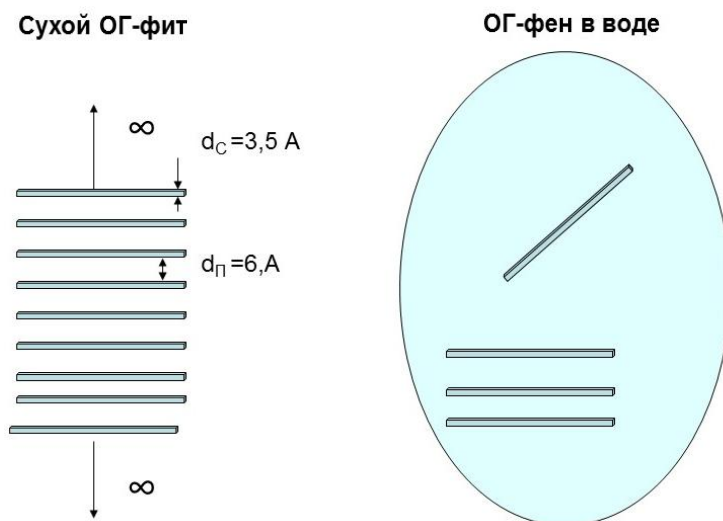


Рис. 1. Сухой ОГ-фит (слева), в нем количество слоев не ограничено. Справа – ОГ-фен, растворенный в воде. Количество слоев в одной наночастице – не больше 10. На рисунке: одно- и трехслойный ОГ-фен. Кислородосодержащие группы на поверхности ОГ-фена и ОГ-фита не показаны

К графитовым слоям присоединены кое-где кислородосодержащие группы (на рисунке не показаны). Расстояние между слоями в сухом ОГ-фите, $d_{п} = 6$ А. Толщина одной плоскости ОГ-фита составляет $d_c = 3.5$ А. ОГ-фит гидрофилен и при контакте с водой эксфолирует, т.е. разделяется на плоскости и переходит в раствор. Изолированные плоскости ОГ-фита, оторванные от кристалла, называют оксидом графена (ОГ-феном). Именно эти *наночастицы* привлекают в последние годы огромный интерес исследователей. В современной литературе ОГ-феном называют любую стопку, состоящую из 1-10 плоскостей ОГ-фита (см. рис. 1). Раствор ОГ-фена в воде может иметь концентрацию 10 мг/мл. Плотность твердого сухого ОГ-фита – 2 г/см³.

Пользуясь сведениями, приведенными в условии задачи, ответьте на следующие вопросы:

1. Склонен ли сам графит к эксфолиации? Если да, предложите растворитель для такого процесса. **(2 балла)**
2. ОГ-фит эксфолирует под действием воды. Какие еще растворители могут разделить ОГ-фит на плоскости? Выберите нужные растворители из списка: метанол, бензол, гексан, ацетонитрил, циклогексан. **(3 балла)**
3. Оцените объем свободного межплоскостного пространства (см³/г ОГ-фита) в сухом ОГ-фите. **(4 балла)**
4. Какова концентрация в водном растворе (штуки/мл) наночастиц ОГ-фена, содержащих ровно одну плоскость? Считайте, что вероятность образования любых стопок ОГ-фена, от 1-го до 10 слоев, одинакова, а площадь слоев в образце ОГ-фита составляет 1 мм². При превращении в ОГ-фен параметры слоя не меняются. **(7 баллов)**
5. Если в межплоскостное пространство ОГ-фита попадает вода, ОГ-фит «набухает». Межплоскостные расстояния d увеличиваются. Величины d определяют методом рентгенофазового анализа. Внимательно посмотрите на рис. 2 и попробуйте определить, чему равно межплоскостное расстояние $d_{нп}$? **(4 балла)**

ОГ-фит, набухший в воде

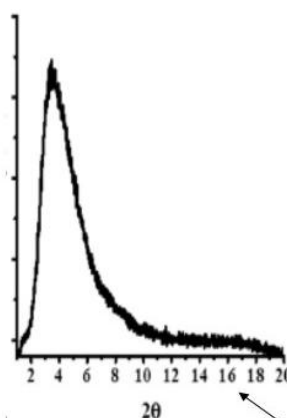


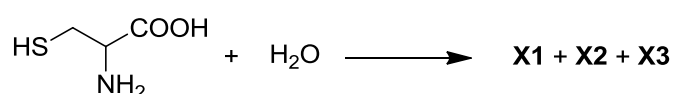
Рис. 2. Результаты эксперимента, выполненного методом рентгенофазового анализа. λ – приборная константа

Всего – 20 баллов

Задача 8. Неожиданные превращения бактерии

В 2016 году в журнале Nature исследовательская группа из США опубликовала статью, в которой были отражены результаты их работы в области возобновляемых источников энергии. Как выразились авторы в преамбуле статьи, в данном исследовании они пошли по пути объединения двух “миров”: полупроводников и живых организмов с их необыкновенной каталитической мощностью.

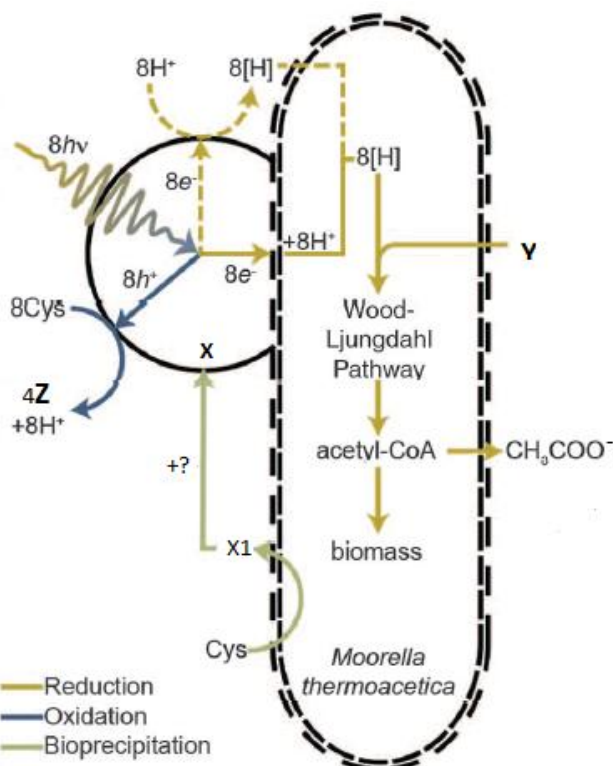
Исследователями была получена гибридная система, содержащая нефотосинтезирующие бактерии *Moorella thermoacetica* и наночастицы соединения **X** желтого цвета. Образование **X** протекало при непосредственном участии бактерии, при этом ключевым этапом выступал ферментативный гидролиз аминокислоты цистеина, Cys (ниже приведено уравнение реакции в молекулярном виде):



Учтите, что в питательную среду в обязательном порядке добавлялась неорганическая соль **A**, необходимая для биосинтеза **X** при участии **X1**.

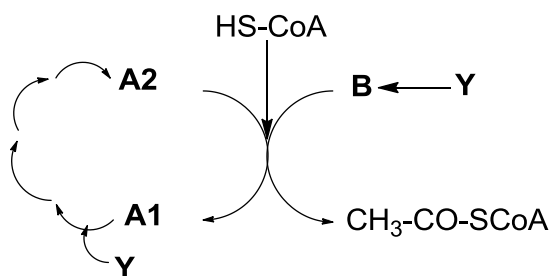
1. Установите формулы соединений **X1-X3**, если **X1** и **X2** – бинарные соединения. **(1.5 балла)**
2. Установите формулу бинарного соединения **X**, если содержание одного из элементов в нем больше, чем другого на 55.6% (по массе). Приведите расчеты и укажите все теоретически возможные варианты. **(6 баллов)**

Присутствие в системе наночастиц соединения **X**, способного к участию в фотосинтетических реакциях, кардинально изменило свойства бактерий, сделав их способными к фотосинтезу.



3. Изобразите структурную формулу соединения **Z**. (2 балла)
4. Можно ли установить, какой энантиомер цистеина участвует в разобранных превращениях? Если да, то приведите его структуру с указанием стереохимических деталей. (2 балла)

Бактерия *Moorella thermoacetica* способна синтезировать ацетил-КоА нетрадиционным путем – из соединения **Y** по пути Wood–Ljungdahl. Образование ацетил-КоА сопряжено с циклическим метаболизмом производного (**A1**) одного из витаминов и протекает согласно следующей схеме (CoA-SH – кофермент А):



Известны мольные доли водорода и азота в соединениях **A1** и **A2** (число атомов азота в молекулах **A1** и **A2** одинаково):

соединение	χ (H),%	χ (N),%
A1	43.103	12.069
A2	41.818	12.727

5. Определите общее число атомов в молекулах **A1** и **A2**, если известно, что оно не превышает ста для каждого из соединений. (3 балла)
6. Установите молекулярные формулы соединений **Y** и **B**, если в реакции, в которой непосредственно образуется ацетил-КоА, все вещества взаимодействуют и образуются в эквимольных количествах. (4 балла)
7. Напишите суммарное уравнение фотосинтетической реакции, протекающей в рассмотренной гибридной системе. (1.5 балла)

Всего – 20 баллов