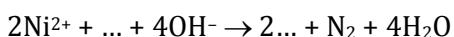
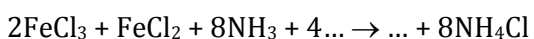


Химия

Простые задачи

Задача 1

Ниже приведены уравнения реакций получения различных наночастиц. Все коэффициенты расставлены, для наночастиц приведены простейшие (брутто) формулы. Завершите эти уравнения, заполнив пропуски. В правой части каждого уравнения подчеркните формулу полученной наночастицы. **(8 баллов)**



Задача 2

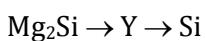
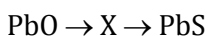
Сколько штук наноалмазов диаметром 5 нм можно получить при взрыве 200 г нитроглицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$ при условии, что весь углерод превратится в алмазы? Плотность алмаза 3.51 г/см³. **(8 баллов)**

Задача 3

Октафторид фуллерена содержит 20.20 % фтора по массе. Сколько атомов углерода в молекуле фуллерена? **(8 баллов)**

Задача 4

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получать наночастицы. Определите неизвестные вещества. **(8 баллов)**.



Задача 5

Реакция $\text{CO} + \text{NO}$ в присутствии нанокластеров палладия протекает при 300 К, а в присутствии кристаллического палладия – с такой же скоростью при температуре 480 К. Используя уравнение Аррениуса

$$\ln k = \text{const} - \frac{E_a}{RT}$$

оцените, во сколько раз нанокластеры уменьшают энергию активации реакции по сравнению с кристаллами. **(8 баллов)**

Более сложные задачи

Задача 6. Розовое стекло

При сжигании серого вещества **X**, обладающего полупроводниковыми свойствами, в кислороде образуется белый кристаллический порошок **Y**, содержащий 28.83% кислорода по массе. Вещество **Y** растворили в воде, полученный раствор нейтрализовали раствором каустической соды. При добавлении к полученному раствору (вещества **Z**), подкисленному серной кислотой, раствора пероксида водорода образуется вещество **K**, способное при нагревании растворять золото.

Вещество **Y** используют при варке натриево-кальциевых силикатных стекол, окрашенных в розовый цвет. Известно, что их окраска обусловлена наночастицами, имеющими такой же качественный состав, что и **X**.

1. Определите все неизвестные вещества (подтвердите расчетом). **(6 баллов)**
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций. **(8 баллов)**
3. Объясните, чем обусловлена розовая окраска натрий-кальциевого стекла. **(2 балла)**
4. Почему изделия из такого стекла часто меняют окраску при выдувании? **(2 балла)**
5. Почему при введении **X** в свинцовые силикатные стекла розовой окраски не наблюдается? **(1 балл)**
6. Какое применение находит вещество **X** в копировальных аппаратах? **(1 балл)**

Задача 7. Розовое стекло

Сферические наночастицы из атомов золота размером от одного до нескольких сотен нанометров вызывают интерес исследователей с середины 19-ого века. Сегодня они используются в катализе, находят применение в медицине и различных нанотехнологиях.

Обычно наночастицы получают путем восстановления из солей золота в растворах, водных и неводных. В подобных опытах можно получать сферические частицы одинакового размера и менять этот размер по своему желанию. Вот одна из методик синтеза. К водному раствору HAuCl_4 при комнатной температуре добавляют в избытке мягкий восстановитель, аскорбиновую кислоту и затем приливают водный раствор, в котором стабилизированы частицы самого золота, Au^0 , с диаметром $d_{\text{Au}^0} \approx 0.5$ нм. В результате получается коллоидный раствор, содержащий сферические частицы золота *одного* диаметра. Подбирая условия, можно менять этот диаметр, $d_{\text{сч}}$ в диапазоне от 2 до 100 нм.

В отсутствие Au^0 образование коллоидного раствора не происходит. Начальную молярную концентрацию атомов чистого золота в растворе после сливания обозначим как $[\text{Au}^0]$, а исходного соединения золота – $[\text{HAuCl}_4]$. В конце опыта HAuCl_4 полностью восстановлено.

1. Почему в отсутствие Au^0 коллоидный раствор не образовывался? Какова роль Au^0 ? Если уменьшить $[\text{Au}^0]$, не меняя d_{Au^0} и $[\text{HAuCl}_4]$, увеличится или уменьшится размер сферических частиц? **(3 балла)**

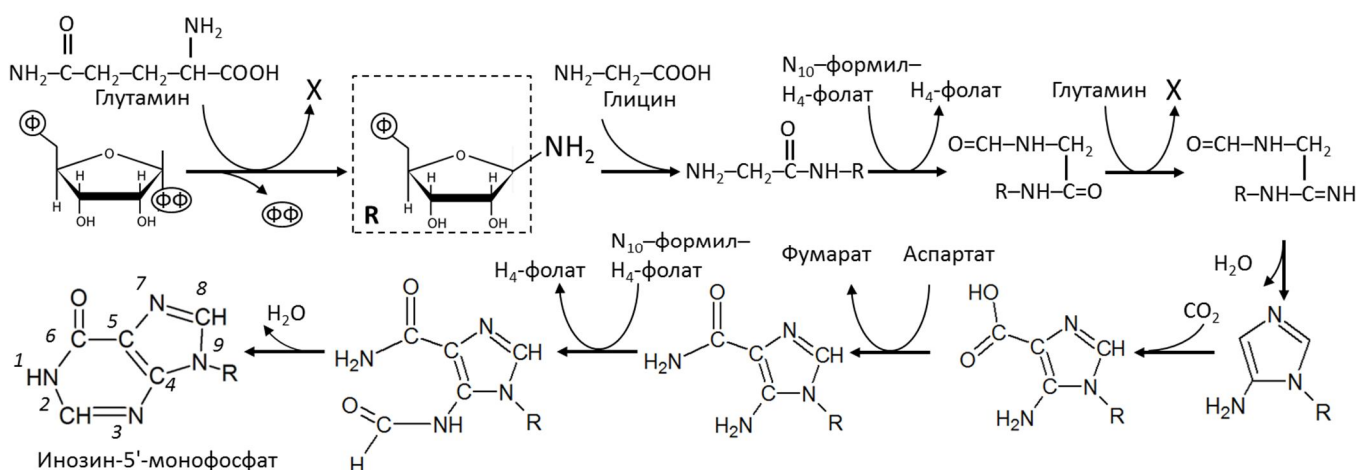
2. Если аскорбиновую кислоту заменить на более сильный восстановитель, увеличится или уменьшится размер сферических частиц? Остальные параметры считаем постоянными. **(2 балла)**

3. Выведите формулу для расчета диаметра сферических частиц золота, $d_{\text{сч}}$. В формулу должны войти d_{Au^0} , $[\text{Au}^0]$ и $[\text{HAuCl}_4]$. Считайте, что в результате синтеза HAuCl_4 и Au^0 расходуются полностью. **(8 баллов)**

4. Оцените диаметр сферического кластера золота, содержащего 2016 атомов. Ваша оценка завышает или занижает диаметр? Радиус атома золота составляет $1.74 \cdot 10^{-10}$ м.

Удельный вес золота равен 19 г/см^3 . Почему золотой нанокластер «плавает» в воде, а металлические частицы размером в несколько мм – тонут? Не нарушается ли здесь закон Архимеда? Объясните. **(7 баллов)**

Задача 8. Нанобиохимия ДНК



На рисунке изображена схема биосинтеза пуриновых нуклеотидов *de novo* в живой клетке. Атомы углерода конечного продукта (инозина), из которого в дальнейшем синтезируются пуриновые нуклеотиды, пронумерованы. R представляет собой рибозу-5'-фосфат, показанную в рамке; Ф – остаток фосфорной кислоты; ФФ – пиррофосфат.

1. Какая аминокислота обозначена как X? Нарисуйте ее структурную формулу. **(2 балла)**

2. Какие из перечисленных веществ могут обладать амфотерными свойствами? **(2 балла)**

(а) пиррол; (б) никотиновая кислота; (в) пурин; (г) глутамин; (д) бензол

3. Часто для анализа промежуточных продуктов биосинтеза используют радиоактивное мечение. При замене некоторых атомов на радиоактивные изотопы (например, ¹⁴N на ¹⁵N или ¹²C на ¹⁴C) биологические свойства молекул, как правило, не изменяются.

а) Какие атомы инозина будут изотопными, если для его синтеза использовали глутамин, аспарат и глицин, у которых все атомы углерода были заменены на изотопы ¹⁴C? **(4 балла)**

б) Допустим, вы определили, что инозин содержит изотоп азота ¹⁵N в 3-ем и 9-ом положении. Какое соединение могло стать донором этих азотов? **(4 балла)**

4. Какие азотистые основания образуются из инозина? В состав каких нуклеиновых кислот они входят? **(2 балла)**

Технология ДНК-оригами позволяет создавать двухмерные и трехмерные конструкции из ДНК. Достигается это за счет того, что длинной одноцепочечной молекуле

ДНК придают заданную форму с помощью «скрепок» – коротких комплементарных ДНК-олигонуклеотидов.

5. На рисунке вы видите изогнутую последовательность нуклеотидов, представляющую собой участок двумерной ДНК-конструкции, скрепленную четырьмя олигонуклеотидами, которые изображены в виде букв N, L, X и Y в рамках. Расшифруйте последовательность этих олигонуклеотидов таким образом, чтобы конструкция была устойчивой. Представьте их в виде 3'5'-последовательностей. **(6 баллов)**

