

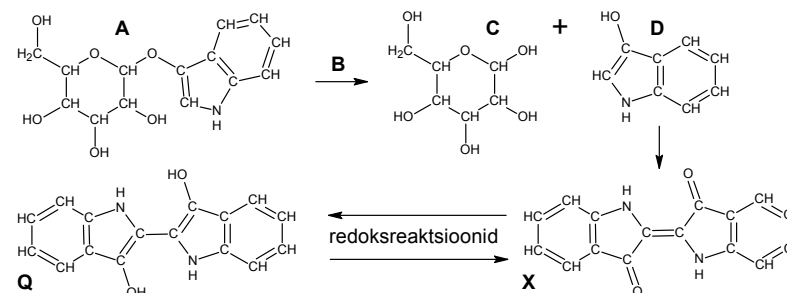
**Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2013/2014 уч.г.
9 класс**

1. Вещества **A–H** – оксиды. Известный металл **X** можно получить в расплавленном состоянии, если поджечь смесь, состоящую из порошков металла **Y** и черного оксида **A**, побочным продуктом образуется **B** [1]. **X** можно получать реакцией взаимодействия **A** с **C**, кроме того образуется **D** [2]. Вещество **A** можно рассматривать как смесь двух схожих оксидов, взятых в соотношении 1:1. В реакции **B** с каустической содой в присутствии **E** [3] получаем вещество, при соприкосновении которого с **D** при нагревании образуются осадок и питьевая сода [4]. **E** и **F** соединяются, образуя соединение **Z** [5], с которым реагируют **A** и **B**, а при определенных условиях также **X** и **Y**. В реакции **Y** с горячим концентрированным раствором **Z** [6] образуются соль, **E** и **G**. В **G** элемент, образующий оксид, имеет степень окисления на две единицы ниже, чем в соединении **F**. Оксид **H** представляет собой полимер, который реагирует из кислот только с **HF**, а с **NaOH** образует жидкое стекло.

а) Напишите формулы веществ **A–H**, **X**, **Y** и **Z**.

б) Напишите уравнения реакций [1–6] и расставьте коэффициенты. (10)

2. Индиго (соединение **X**) представляет собой одно из древнейших природных красителей, который использовали для окраски тканей. К античным грекам и римлянам индиго попало из Индии, где его добывали из листьев растения *Indigofera tinctoria*. В листьях содержится по массе примерно 0,5% индикана (соединение **A**), который легко реагирует с распространенным в природе низкомолекулярным соединением **B**. В результате реакции образуются соединения **C** и **D**. В реакции соединения двух молекул соединения **D** с одной молекулой компонента воздуха **E** образуется индиго и выделяется две молекулы вещества **B**. Еще в 19-том веке спрос на индиго был так велик, что площадь, на которой выращивали сырье для его производства, составляла 7000 км². В настоящее время краска индиго производится синтетически и в большом объеме используется для окраски джинсовой ткани. Для окраски одних джинсов требуется примерно 8 граммов индиго. Так как индиго не растворяется в воде, для окраски ткани применяют определенный прием: с помощью окислительно-восстановительной реакции индиго переводят в лейкоиндиго (соединение **Q**), который имеет белый цвет и растворяется в воде. Ткань вымачивают в водном растворе соединения **Q**, затем дают высохнуть на воздухе – и ткань окрашивается в синий цвет!

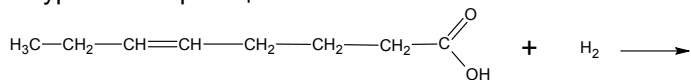


- а) Определите брутто-формулы соединений **A**, **C**, **D**, **X**, **Q**. Определите вещества **B** и **E**.
- б) Растения способны из соединения **B** и углекислого газа под действием солнечного света вырабатывать вещества **C** и **E**. Как называется этот процесс? К классу каких органических соединений относится вещество **C**?
- в) Предположим, что на одном квадратном метре выращивается одно растение *Indigofera tinctoria*, на котором в среднем 100 листьев (масса одного листа 5 г). Выход конечного продукта производства индиго равен 40%. Достаточно ли площади в 7000 км² для выращивания растений, из которых можно получить пигмент, необходимый для окрашивания такого количества джинсов, которого хватило бы на все население Индии? Население Индии равно 1,3 миллиарда человек.
- д) Чем привлекательно для фанатов джинсов свойство индиго не растворяться в воде?
- е) Чем является индиго в реакции **X** → **Q** – окислителем или восстановителем? Почему на воздухе ткань, пропитанная водным раствором **Q**, становится синей?
- ф) В молекуле индиго между функциональными группами образуются две внутримолекулярных водородных связи. Покажите пунктиром, между какими функциональными группами образуются водородные связи.
- г) Еще один природный пигмент имеет с индиго очень сходную структуру, но более красный оттенок. Финикийцы производили его из моллюсков, что делало его очень дорогим. Этот пигмент называли королевской краской. О каком пигменте идет речь? (12)

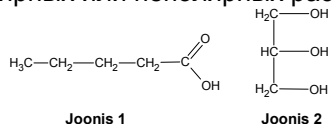
3. Жирными кислотами называют карбоновые кислоты с длинной углеродной цепью. Жирные кислоты могут быть как насыщенными (в цепи только одинарные связи), так и ненасыщенными (имеются двойные связи). На рис. 1 приводится валериановая кислота с короткой углеродной цепью. При присоединении водорода по двойной связи из ненасыщенной кислоты получают насыщенную (то есть из двойной связи получают одинарную). В триацилглицероле к глицеролу (структура на рис. 2) присоединены с помощью сложноэфирной связи три жирные кислоты. Сложноэфирная связь образуется в результате реакции между

карбоновой кислотой и спиртом, кроме этого выделяется вода.

- Приведите номенклатурное название валериановой кислоты.
- Напишите уравнение реакции между одной молекулой глицерола и тремя молекулами валериановой кислоты, расставьте коэффициенты.
- Закончите уравнение реакции:

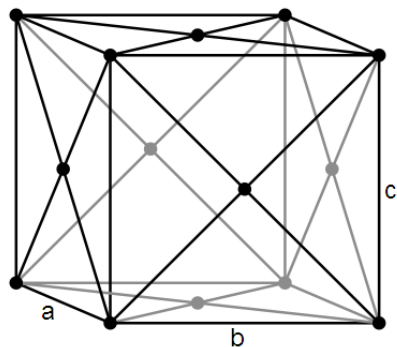


- В чем лучше растворяются жирные кислоты с длинной углеродной цепью: в полярных или неполярных растворителях? Обоснуйте ответ!



(8)

- В твердом кристаллическом веществе атомы, ионы или молекулы расположены упорядоченно. Кристаллы в пространстве состоят из регулярно повторяющихся элементарных ячеек и имеют, как правило симметричное строение. Кристаллография – наука, изучающая расположение частиц в кристаллической решетке. Медь является металлом с гранецентрированной кубической кристаллической решеткой: атомы расположены как в вершинах куба, так и в центре каждой грани (см. рисунок). Зная, что параметры решетки (расстояния между ядрами атомов) равны $a = b = c = 3,610 \text{ \AA}$, найдите:



- расстояние от одного атома меди до другого ближайшего атома;
 - объем элементарной ячейки меди (элементарная ячейка – минимальный объем кристалла, с помощью которого можно описать строение всего кристалла);
 - сколько атомов меди образуют элементарную ячейку;
 - плотность меди ($A(\text{Cu})=63,5 \text{ а.е.м.}$, $1 \text{ а.е.м.} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, $1 \text{ м} = 10^{10} \text{ \AA}$).
- (10)

- Углерод в органической химии является самым важным элементом, который обладает многими интересными свойствами.

- Какие свойства относятся к какому аллотропу (самый твердый, имеет самую большую плотность, самый лучший проводник электричества, имеет молекулярную решетку):
 - алмаз;
 - фуллерен;
 - графит;
- Со сколькими атомами связан ковалентно каждый атом углерода в

- алмазе;
- фуллерене;
- графите?

- В котором из аллотропов углерода наблюдается наибольшая длина связи между соседними атомами? Почему?
 - Наиболее простыми органическими соединениями являются алканы. Найдите для каждого из перечисленных алканов (этан, пентан, гептан и гексан) соответствующее каждому из них правильное значение плотности при нормальных условиях: $1,3562 \text{ мг/см}^3$; 658 мг/см^3 ; $0,626 \text{ г/мл}$; 684 кг/м^3 .
 - Исходя из этих данных определите, чему может равняться плотность октана? Обоснуйте ответ!
- (10)

- Оксид **A** уникален. Он может реагировать с веществами разных классов. Для реакции с оксидом алюминия необходимо сильное основание, например **B**. В этом случае образуется вещество **C** с молярной массой 134 г/моль и содержанием калия $29,1\%$. Оксид **A** реагирует с металлами по-разному. При высокой температуре в реакции с цинком образуется простое газообразное вещество **D** и белый порошок **E**. Порошок **E** можно сплавить с основанием **B**. В результате этой реакции образуется оксид **A** и соль **I**. Оксид **A** может реагировать также и с неметаллами, например с фтором. В этой реакции образуется кислота **F** и простое газообразное вещество **G**. Если данная реакция проходит при очень низкой температуре, то образуется трехатомное соединение **H**, в котором у кислорода нетипичная степень окисления.

- Напишите формулы веществ **A – I** и названия веществ **C** и **I**.
 - Определите степени окисления всех элементов в веществах **C**, **I**, **F**, **H**.
 - Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты:

i) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B} + \text{A} \rightarrow \text{C}$	iv) $\text{A} + \text{F}_2 \rightarrow \text{F} + \text{G}$
ii) $\text{Zn} + \text{A} \rightarrow \text{D} + \text{E}$	v) $\text{A} + \text{F}_2 \rightarrow \text{F} + \text{H}$ (низкая темп.)
iii) $\text{E} + \text{B} \rightarrow \text{I} + \text{A}$	
- (10)