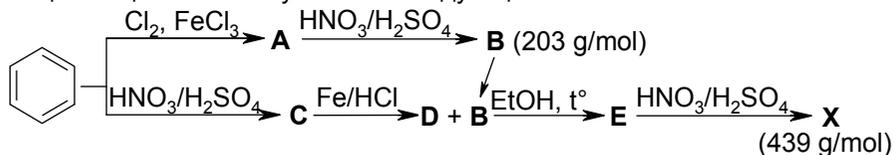


Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2008/2009 уч.г.

11 класс

1. Вещество **X** впервые синтезировал немецкий химик Питер Аустен в 1874 г. Благодаря его интересным свойствам вскоре началось промышленное производство этого вещества. Вещество **X** используется в детонаторах, так как оно имеет большую взрывную мощь. Вещество **X** получают по следующей схеме:



- a) Напишите структурные формулы веществ **A-E** и **X**. (6)  
 Вещество **X** используется также для качественного и количественного определения ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$  и  $\text{Cs}^+$ : эти ионы вместе с веществом **X** образуют ярко-красную соль.
- b) Напишите структурную формулу этого продукта, обозначив ион металла  $\text{M}^+$ . (1) **7 6**
2. Будущий медик Мати решил исследовать гемолиз – разрушение мембраны красных кровяных телец. Для этого из 1,0%-ного раствора  $\text{NaCl}$  и дистиллированной воды ему нужно было приготовить 0,90% и 0,30% растворы. Масса обоих растворов должна была быть 5,0 граммов.
- a) Рассчитайте, сколько граммов обоих исходных компонентов – 1,0%-ного водного раствора  $\text{NaCl}$  ( $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ ) и воды – нужно взять для приготовления обоих растворов. Рассчитайте молярную концентрацию ( $1 \text{ M} = 1 \text{ mol/dm}^3$ ) обоих растворов. (6)  
 Гемолиз происходит при попадании кровяных телец в гипотонический раствор. В гипотоническом растворе осмотическое давление  $\pi$  меньше, чем в самих кровяных тельцах, поэтому вода перетекает через клеточную стенку внутрь кровяного тельца и клетка разрушается. Это происходит в том случае, если в окружающем клетку растворе осмотическое давление меньше 3 атм.
- b) Мати добавил в оба приготовленных раствора по 2-3 капли крови. Докажите при помощи расчетов, в каком из растворов может происходить гемолиз при комнатной температуре ( $21^\circ\text{C}$ ). (4)  
 Осмотическое давление  $\pi = icRT$ , где  $i$  – изотонический коэффициент (в растворе  $\text{NaCl}$   $i = 2$ ),  $c$  – молярная концентрация раствора ( $\text{M}$ ),  $T$  – температура ( $\text{K}$ ) и  $R = 0,082 \text{ дм}^3 \cdot \text{атм/К} \cdot \text{моль}$  **11 6**

3. Вероятно, на планете Грельзак нет углерода. А из чего же тогда

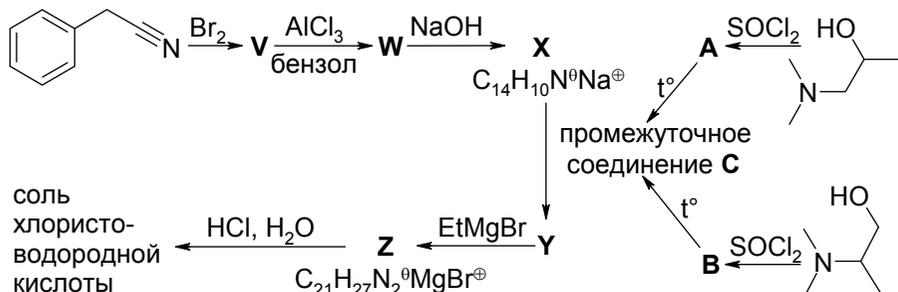
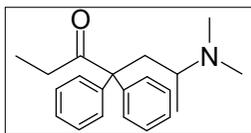


состоит Зерблат – обитатель планеты Грельзак (шестая планета в созвездии Боба)? Считается, что у Зерблата углерод заменен элементом **X**. В отличие от углерода, при окислении элемента **X** образуется твердый оксид **A**, из которого состоит также скелет инопланетянина. Это вещество химически инертно и реагирует только с одной определенной кислотой **B**. Сам элемент **X** не реагирует с этой кислотой, однако вступает в реакцию со щелочным раствором. Кости Зерблата способны изменять форму под действием силы, что инопланетянин использует для движения рук и ног. Поэтому у него полностью отсутствует необходимость в мышцах. **C** – аналог пропана элемента **X**, который легко воспламеняется на воздухе. Это объясняет, почему Зерблат светится в темноте. Вместо энзимов и клеточных мембран у Зерблата микропорные соединения, например,  $\text{Na}_4\text{Al}_4\text{X}_4\text{H}_{18}\text{O}_{25}$ . На Земле похожие соединения используют для крекинга нефти и очистки воды. У Зерблата очень твердые зубы, состоящие из соединения  $\text{X}_3\text{Z}_4$ . К сожалению, с течением времени они корродируют под действием потребления 40%-ной кислоты **B** (веселящий напиток, который заменяет Зерблату этанол). В качестве продуктов распада образуется комплексная кислота элемента **X** ( $\%(\text{X}) = 19,5$ ) и простая соль кислоты **B** ( $\%(\text{Z}) = 37,8$ ). На Земле Зерблат становится мягким и липким, поскольку при вдыхании углекислого газа путем сложных превращений образуется вещество **D**, которое содержит углерод, кислород, водород и элемент **X**. Похожие вещества используют на Земле для производства прокладок и шлангов. Электропроводность вещества **X** зависит от примесей, что используется в центре хранения и обработки информации инопланетянина (похож на мозг человека), и наряду с большой головой объясняет необыкновенную интеллектуальность Зерблата ( $\text{IQ} = 12735$  или 57 зеттафлопсов).

- a) Напишите формулы и названия **X**, **A-D**,  $\text{Na}_4\text{Al}_4\text{X}_4\text{H}_{18}\text{O}_{25}$  (напишите в виде оксидов),  $\text{X}_3\text{Z}_4$ . (7)
- b) Напишите уравнения реакций:  
 $\text{X} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$   
 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \dots$   
 $\text{X} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$   
 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$   
 $\text{X}_3\text{Z}_4 + \text{B}(\text{в избытке}) \rightarrow \dots$

(5) **12 6**

4. Метадон (на рисунке) – опиоид, применяемый в качестве анальгетика, а также при заместительной терапии морфинизма. Его можно приготовить в виде соли хлористоводородной кислоты по приведенной схеме:



Известно, что промежуточное соединение **C** – соль, содержащая хлорид-ион.

- a) Напишите структурные формулы веществ **A-C**, **V-Z** и соли хлористоводородной кислоты метадона. (9)

Биологически активен только (*R*)-энантиомер метадона.

- b) Напишите структурную формулу (*R*)-изомера метадона, в котором обозначьте пространственное расположение находящихся вокруг хирального центра групп. (1) 10 б

(IChO41 Preparatory problems, аналог задания 25)

5. Подагра – заболевание, обусловленное повышенным содержанием мочевой кислоты в крови (гиперурикемия) и образованием кристаллов ее солей, уратов натрия, в тканях организма. Образование таких кристаллов в суставах пальцев приводит к тяжелому болезненному состоянию и их опуханию.

- a) Исходя из произведений растворимости урата натрия ( $C_5H_3N_4O_3Na$ )  $6,04 \cdot 10^{-5}$  и урата динатрия ( $C_5H_2N_4O_3Na_2$ )  $7,8 \cdot 10^{-7}$ , рассчитайте растворимости (*M*) обеих солей в чистой воде. (6)

Для облегчения протекания болезни рекомендуется не употреблять в пищу поваренную соль ( $NaCl$ ) или заменить ее другой солью, не содержащей натрий.

- b) Рассчитайте, во сколько раз уменьшатся растворимости урата натрия и урата динатрия, если слить  $80 \text{ см}^3$  насыщенного раствора каждой соли с  $20 \text{ см}^3$   $0,25 \text{ M}$  раствора  $NaCl$ . Контракцией растворов пренебречь. (6) 12 б

6. Йорген и Андрес играют в игру, называя по очереди природные нерадиоактивные элементы в характерных степенях окисления (с.о.) от +I до +VIII, потом опять от +I до +VIII, и т.д. Например, 1 ход: Андрес – Li (с.о. = +I,  $Li_2O$ ), Йорген – Be (с.о. = +II,  $BeO$ ); 2 ход: Андрес – В (с.о. = +III,  $B_2O_3$ ), Йорген – С (с.о. = +IV,  $CO_2$ ); 3 ход: и т.д. Каждый элемент можно называть только один раз и выигрывает тот, кто больше не может назвать ни одного элемента, у которого были бы соединения с соответствующей с.о. элемента. Йорген начал игру первым.

- a) Назовите последний нерадиоактивный элемент в периодической системе и перечислите все предшествующие ему радиоактивные элементы. (1)

- b) Назовите две с.о., в которых встречается меньше всего элементов в периодической системе. (1)

- c) Какое минимальное количество ходов потребуется для выигрыша Йоргену? Приведите по одному примеру кислородсодержащего соединения каждого элемента (в соответствующей с.о.), которые Йорген в таком случае точно назовет. (2)

- d) Какое минимальное количество ходов потребуется для выигрыша Андресу? Приведите по одному примеру кислородсодержащего соединения или фторида каждого элемента (в соответствующей с.о.), которые Андрес в таком случае точно назовет. (2)

- e) Сколько ходов может потребоваться для завершения игры, если Йорген и Андрес играют пассивно? (2) 8 б