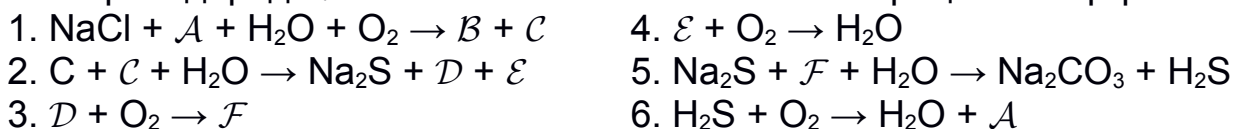


## Задачи регионального тура олимпиады по химии 2016–2017 г.

### 11 и 12 классы

1. а) Среди соединений  $\text{CHN}$ ,  $\text{CH}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_5\text{NO}_3$  и  $\text{CH}_6\text{NCl}$  есть две кислоты, две соли, один органический растворитель и одно вещество, очень важное с точки зрения развития химии. В структуре этих соединений нет связей между атомами одного и того же элемента. Приведите структурные формулы и названия этих соединений. (6)
- б) Определите бинарное соединение, в котором 2,3% углерода по массе. (2)
- в) В выдыхаемом воздухе 4%  $\text{CO}_2$  по объёму. Сколько граммов углерода удаляется из организма при одном выдохе ( $0,5 \text{ дм}^3$ ,  $37^\circ\text{C}$ , 1 атм)? Подсказка:  $pV = nRT$ , где  $R = 0,082 \text{ атм}\cdot\text{дм}^3/(\text{моль}\cdot\text{K})$ . (2) **10 б**

2. Сода широко используется в промышленности. Одна из возможностей получения соды включает процесс Харгривса (реакция 1). В результате последующих реакций 2–6 образуются сода и сероводород. Продукт окисления сероводорода  $A$  можно снова использовать в процессе Харгривса.



- а) Напишите химические формулы и названия веществ  $A$ – $F$ . (6)
- б) Уравняйте уравнения реакций 1–6. (3)
- в) Сколько кг  $\text{NaCl}$  нужно для производства 10 кг соды, если выходы реакций 1, 2 и 5 равны 95%? (3) **12 б**

3. Ртуть, попадающая в окружающую среду, скапливается в водных организмах, и в итоге оказывается в конечных звеньях пищевых цепей. Например, содержание ртути в рыбе-меч составляет в среднем 995 мкг на 1 кг филе.

а) Сколько мг  $\text{Hg}$  содержится в среднем в рыбе-меч весом в 200 кг? (1)  
Недельная безопасная доза потребления ртути для человека составляет 1,30 мкг на 1 кг массы тела. Больше потребление может быть опасным.

б) Рассчитайте, превышает ли допустимую дозу человек, который весит 62 кг и ест в среднем три раза в месяц порцию рыбы-меч (170 г). (3)

В лаборатории провели анализ филе рыбы-меч. Для этого 250 мг филе растворили в смеси  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$ , и полученный раствор разбавили дистиллированной водой до объёма  $10,00 \text{ см}^3$ . В этом растворе содержание  $\text{Hg}^{2+}$  оказалось  $134 \pm 11 \text{ нМ}$ .

в) Зачем обрабатывают филе смесью  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  перед анализом? (1)

д) Рассчитайте содержание (мг/кг) и погрешность измерения  $\text{Hg}$  в филе. (2)

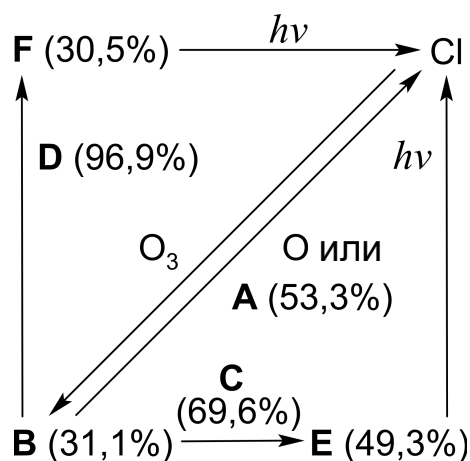
В рыбах ртуть может содержаться в форме  $\text{CH}_3\text{HgX}$ , где  $X$  – это многоатомный анион, а содержание  $\text{Hg}$  составляет 72,25%.

е) С помощью расчётов определите анион  $X$  и приведите его структурную формулу. (2) **9 б**

4. В пяти пробирках были твёрдые соли  $\text{NaSCN}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaBr}$  и  $\text{NaI}$  соответственно. В каждую пробирку добавили одинаковое количество концентрированной серной кислоты и подогрели. В результате этого в каждой пробирке образовался  $\text{NaHSO}_4$ , а также соответственно  $\text{HSCN}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ . Если

в первую пробирку добавить 60% раствор серной кислоты и подогреть, то образуются  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  и  $\text{COS}$ . Напишите и уравняйте уравнения всех описанных реакций. 8 б

5. Атомы хлора являются катализаторами разложения озона в атмосфере. На схеме приведены происходящие при этом реакции. **A–D** – это радикалы, а в структуре **A–F** возможны атомы хлора, кислорода (содержание приведено в скобках), азота и водорода.



а) Напишите формулы веществ **A–F**. (3)

б) Напишите уравнения двух этапов для реакции  $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$  с **Cl** в качестве катализатора:

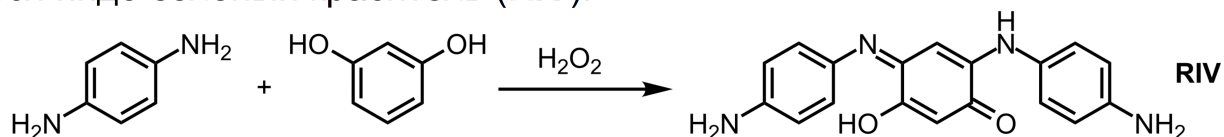
i)  $\text{O}_3 + \text{Cl} \rightarrow \dots$ ; ii)  $\text{B} + \text{O}_3 \rightarrow \dots$  (1)

На полюсах одним из путей разложения озона является димеризация вещества **B** с образованием пероксидного соединения **G**, а затем двухэтапное разложение **G** на кислород и радикал **Cl** под действием ультрафиолетового излучения.

с) Напишите уравнения четырёх этапов реакции  $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$  (на полюсах). (2)

д) Приведите электронные формулы (структуры Льюиса) **C**, **D**, **E** и **G**. (4) 10 б

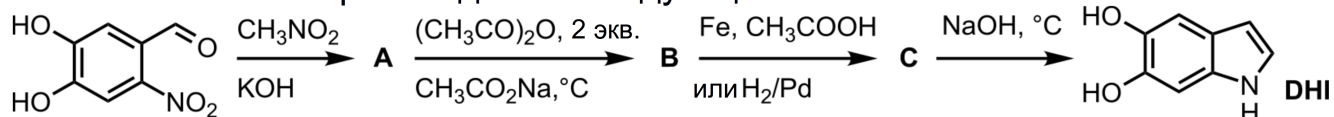
6. В большинстве случаев основой перманентных красок для волос является реакция 1,4-диаминобензола и пероксида водорода с различными ароматическими соединениями. Например, при реакции с резорцином образуется индо-зеленый краситель (**RIV**):



а) Перечислите названия функциональных групп в молекуле **RIV**-а. (3)

б) Перерисуйте структурную формулу **RIV**-а и обозначьте стрелками полярные связи (стрелка должна быть направлена вдоль связи к частичному отрицательному заряду) (3)

Природный цвет волос определяется содержанием эумеланина в волосах. Эумеланин образуется при окислительной полимеризации 5,6-дигидроксииндола (**DHI**). В организме человека **DHI** образуется из тирозина, а в промышленности **DHI** производят по следующей схеме:



с) Расставьте следующие типы реакций в порядке использования их в данном синтезе: восстановление, этерификация, нитроальдольная конденсация, гидролиз. (2)

Брутто-формулы соединений **A–C**  $\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_6$ ,  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_8$  и  $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_4$  соответственно. При реакции восстановления также происходит циклизация.

д) Приведите структурные формулы соединений **A**, **B** и **C**. (3) 11 б