

**Открытые соревнования по химии**  
**Старшая группа (11 и 12 кл.)**

*Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 10 ноября 2001 г.*

1. В 1998 году ученые из Калифорнийского университета опубликовали в журнале *Nature* следующие результаты научного исследования. Для получения вещества **X** между двумя графитовыми электродами в гелиевой атмосфере поддерживали дуговой разряд с силой тока 100 А. В течение 10 минут на металлической инертной подложке, расположенной в 10 см от дуги, осаждается слой вещества толщиной 10 мкм. Затем с помощью масс-спектрометра исследовали данное вещество и получили 2 пика равной интенсивности, которым соответствовали массы 432 аеи (вещество **X<sub>I</sub>**) и 720 аеи (вещество **X<sub>II</sub>**). Также обнаружили еще один пик, интенсивность которого была в 10 раз слабее. Масса частиц вещества (**X<sub>III</sub>**), соответствующего этому пику, равна 840 аеи.

- a)** Написать формулы веществ **X<sub>I</sub>**, **X<sub>II</sub>** и **X<sub>III</sub>**. (3)  
**b)** Дать общее название данным веществам. (0,5)  
**c)** Что можно сказать о количествах веществ по интенсивности пиков? (1,5)  
**d)** Предположим, что площадь инертной подложки равна 10 см x 10 см и средняя плотность состоящего из смеси осадка равна 2,3 г/см<sup>3</sup>. Найти массы веществ **X<sub>I</sub>**, **X<sub>II</sub>** и **X<sub>III</sub>** (в граммах). (3) **8 6**

2. Проведите расчеты, как из 490 граммов 2,00% (мольный процент) раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98,0 г/моль) получить 1,00% (мольный процент) раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **6 6**

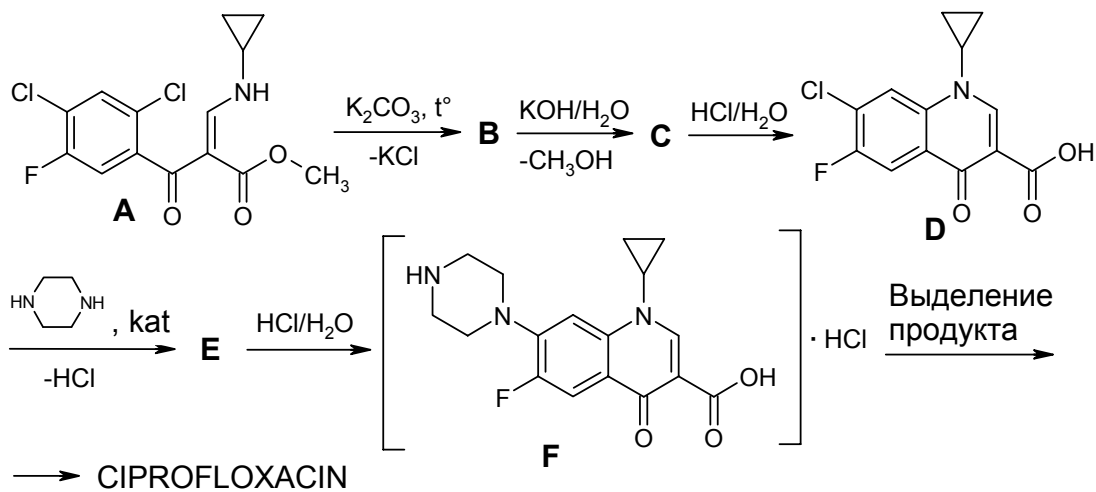
3. Измельченный сплав желтого цвета обработали концентрированной азотной кислотой. Полученный раствор **L** отделили от желтого остатка **A**. Остаток **A** обработали царской водкой. Выделилась вода, двухатомный газ **B** и шестиатомное состоящее из трех элементов соединение **C**. Раствор **L** нейтрализовали, добавили раствор NaCl, после чего выпал осадок вещества **D** и остался фильтрат **J**. Осадок **D** растворяется в избытке концентрированного раствора HCl, образуя комплексное четырехатомное соединение - кислоту **E**. К фильтрату **J** прибавили в избытке концентрированный раствор NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O. Полученный раствор становится темно-синим из-за образования соединения **F**, содержащего катион тетрааммина.

- a)** Определить вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **E** и **F**; дать их названия. (3)  
**b)** Написать уравнения реакций **i)** сплав + HNO<sub>3</sub> → (предположить, что степень окисления азота уменьшается на единицу); **ii)** раствор **L** → **D**; **iii)** **D** → **E**;  
**iv)** раствор **J** → **F**; **v)** **A** → H<sub>2</sub>O + **B** + **C**. (6) **9 6**

4. В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года в окружающую среду был выброшен радиоактивный изотоп <sup>137</sup>Cs. После катастрофы в начальный момент излучение, обусловленное радиоактивным цезием (период полураспада равен 30,17 лет), было равно 3,8·10<sup>16</sup> Вк (беккерель = 1 распад в секунду).  $k \cdot t = \ln c_0/c_t$  и  $v_0 = k \cdot c_0$

- a) Рассчитать константу скорости реакции распада  $^{137}\text{Cs}$  в следующих единицах:  
 i) год $^{-1}$  и ii) секунда $^{-1}$ . (3)  
 б) С точностью до года рассчитать, к какому году излучение по сравнению с начальным моментом катастрофы уменьшится на 99,9%. (3)  
 с) Рассчитать массу изотопа  $^{137}\text{Cs}$  (в килограммах), выброшенного из реактора в окружающую среду. (3) **96**

5. В октябре 2001 г. один химик получил по почте конверт, содержащий подозрительный белый порошок. По утверждению знакомого микробиолога это была чья-то глупая шутка, а совсем не биотерроризм. Несмотря на это, химик заинтересовался лекарствами против сибирской язвы. По литературным данным эта болезнь лечится антибиотиками типа CIPROFLOXACIN. Осознав возможность эпидемии сибирской язвы, химик решил сам изготовить себе это дорогое лекарство (на всякий случай). Последние этапы этого синтеза приведены ниже:



- a) Объясните, почему молярная масса выделенного продукта равна 386 г/моль. (1,5)  
 б) Как  $\text{HCl}$  связан в молекуле CIPROFLOXACIN? (с каким именно атомом и почему) (2)  
 с) Определите структурные формулы **B**, **C**, **E**. (6)  
 д) Соединение **D** термически нестабильно и при его сильном нагревании образуется газ **G** (плотность по  $\text{N}_2$  1,57) и соединение **H**. Определите формулы **G** и **H**. (2,5) **126**

6. Шерлок Холмс и доктор Ватсон занялись инцидентом, случившимся ночью в здании химфака. Трупа нет, зато есть вахтер, который все видел. Он невнятно рассказывает странные вещи о светящемся пришельце в зеркальных очках и одного незнакомца, которые якобы зажгли какой-то палочкой несколько спиртовок и что-то бросили в раствор  $\text{HCl}$ , над которым со взрывом образовалось пламя. Вдруг появился кто-то еще, после этого между незнакомцем и пришельцем завязалась борьба, они начали душить друг друга, на шее пришельца выступила синяя кровь, на шее незнакомца - красная. Вдруг пришелец что-то обронил на пол: раздался взрыв и повалил белый дым; затем он зажег три вулкана. После этого все скрылись. Вахтер попытался войти в помещение, но под ногами началось что-то взрываться и появился фиолетовый дым. После этого сторож вызвал полицию.

При обыске химфака задержали трех студентов: Юхана, Каарела и Петю. В карманах студентов обнаружили: бутылочку с раствором хлорида железа(III), ампулу силицида

магния, коробочки с  $KClO_3$  и красным фосфором. Руки Каарела были испачканы тиоцианатом калия, а руки Пети - гексацианоферратом(II) калия. Руки Юхана при обработке люминолом начали светиться. На полу обнаружили следы фосфорной кислоты и иода. Вулканический пепел состоял из оксида хрома(III). “Элементарно, Ватсон!”, сказал Холмс после ознакомления с материалами дела.

- a)** Обосновать, кто из студентов изучает биологию и кто изображал пришельца. (3)
- b)** Написать уравнения реакций, как **i)** пришелец приготовил зеркальные очки; **ii)** с помощью палочки зажгли спиртовку; **iii)** над раствором  $HCl$  образовалось пламя; **iv)** образовалась “синяя кровь”, **v)** образовалась “красная кровь”; **vi)** раздался взрыв и повалил белый дым, **vii)** раздался взрыв и повалил фиолетовый дым; **viii)** горел вулкан.