

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 И 2 КУРСОВ

10 июня 2020 г.

Вариант Е

**Задача №1**

Константы скорости распада изотопов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{131}\text{I}$ , попавших приблизительно в равном количестве в атмосферу при аварии на атомной станции, соответственно равны  $0,023 \text{ лет}^{-1}$  и  $0,086 \text{ сут}^{-1}$ . Рассчитайте периоды полураспада изотопов. Через какое время содержание каждого из них не превысит 0,1% от исходного? Какой из изотопов представляет наибольшую опасность в первые дни после аварии? *(20 баллов)*

**Задача №2**

В начале XX века (1913 г.) был предложен способ измерения заряда ядра атома для разных химических элементов по спектрам характеристического рентгеновского излучения. Зная, что длина волны рентгеновского  $K_\alpha$  излучения цинка составляет  $1,43 \text{ \AA}$ , определить порядковый номер элемента с частотой  $K_\alpha$  рентгеновского излучения  $1,808 \text{ Гц}$ . Определите число нейтронов наиболее распространенного изотопа данного элемента, а также запишите электронную конфигурацию атома данного химического элемента в основном состоянии.

Карбонильный комплекс данного элемента  $[\text{Э}(\text{CO})_x]$  представляет собой бесцветную жидкость, не растворимую в воде. Рассмотрите строение данного комплексного соединения искомого элемента по методу валентных связей (указывая, за счёт каких орбиталей центрального атома происходит образование связей), определите тип гибридизации центрального атома и геометрию комплексной частицы. Объясните, чем обусловлена устойчивость карбонильных комплексных соединений. *(20 баллов)*

**Задача №3**

Ионное произведение воды при  $22^\circ\text{C}$  равно  $10^{-14}$ , а при температуре  $100^\circ\text{C}$  равно  $7,4 \cdot 10^{-13}$ . Вычислите: а) рН воды при температуре  $100^\circ\text{C}$ ; б) разность значений рН при  $22$  и  $100^\circ\text{C}$  для  $5 \cdot 10^{-7} \text{ М}$  раствора  $\text{HClO}_4$ . *(15 баллов)*

#### Задача №4

Для процесса взаимодействия хлорида олова(II) с сульфатом церия(IV) в подкисленном водном растворе запишите уравнения: 1) электродных полуреакций; 2) суммарной окислительно-восстановительной реакции в молекулярно-ионной форме; 3) суммарной окислительно-восстановительной реакции в молекулярной форме; 4) суммарной окислительно-восстановительной реакции в эквивалентной форме. Используя значения стандартных равновесных электродных потенциалов  $E^{\circ}\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+} = 1.72 \text{ В}$ ,  $E^{\circ}\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+} = 0.15 \text{ В}$ , 1) вычислите равновесный электродный потенциал системы для случая взаимодействия стехиометрических количеств реагентов, 2) определите константу равновесия реакции (указать, для какой реакции приведена константа). Разницей между формальным и стандартным потенциалами можно пренебречь. (15 баллов)

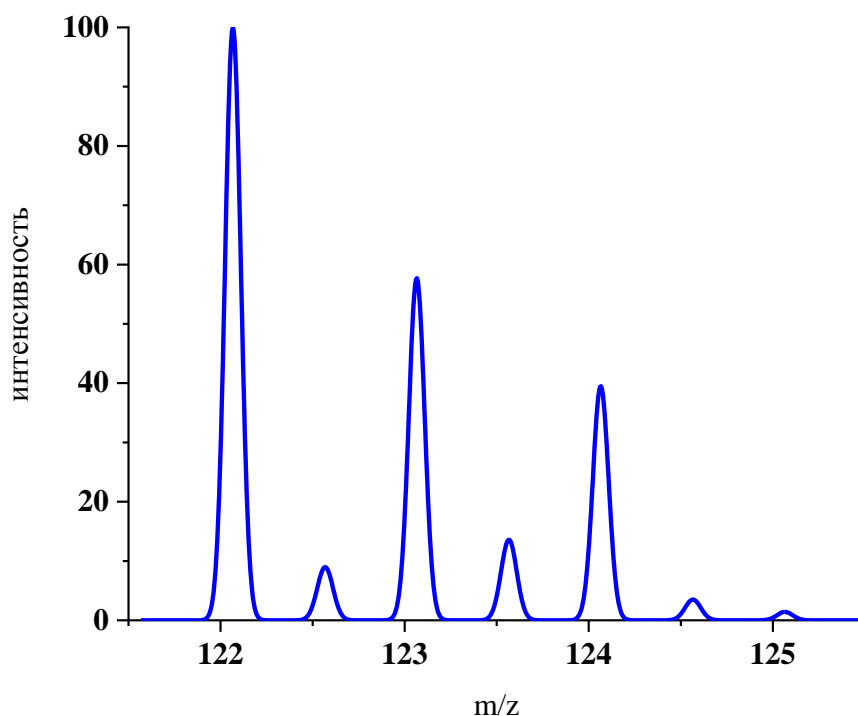
#### Задача №5

К 30 мл 0,02 М раствора перманганата калия прибавляют 10 мл 2н серной кислоты, раствор нагревают до 40 °С. Добавляют 25 мл раствора нитрита натрия, неизвестной концентрации, и оставляют смесь на 15 минут. Затем добавляют избыток 10% раствора иодида калия, накрывают колбу стеклом и оставляют смесь на 5 минут в темном месте. К образовавшейся смеси из бюретки на 25 мл добавляют 20 мл 0,001 М раствора тиосульфата натрия. Окраска раствора становится слабо желтой. Добавляют 10 капель 2% раствора крахмала, раствор окрашивается в синий цвет. После добавления 3,50 мл раствора тиосульфата натрия окраска раствора из синей резко переходит в бесцветную. Напишите все происходящие в растворе реакции, расставьте коэффициенты, для окислительно-восстановительных реакций напишите электронно-ионный баланс (метод полуреакций). Напишите выражение для закона эквивалентов. Определите массу нитрита натрия в пробе. Ответ округлите до трех значащих цифр. (15 баллов)

#### Задача №6

Металл X широко применяется в технике, в частности для защиты стали от коррозии в не сильно агрессивных средах. В кристаллогидрате данного металла, полученном осторожным выпариванием раствора, образующегося в результате растворения металла в серной кислоте, соотношение атомов водорода и кислорода составляет 14:11. Массовая доля водорода составляет 4,87 %. Органическое вещество Y представляющее собой жидкость с характерным запахом, хорошо растворимую в воде и не имеющую в видимой области спектра полос поглощения, даёт при добавлении к раствору сульфата металла X комплексное соединение Z. По данным элементного анализа комплексного соединения  $\omega(\text{C})=21,09\%$ ,  $\omega(\text{H})=7,03\%$ ,  $\omega(\text{N})=24,60\%$ .

Масс-спектр, зарегистрированный в положительной развёртке, представлен на рисунке.



Масс-спектрометрия – это физический метод, основанный на измерении отношения массы к заряду  $m/z$  ионов, образующихся при ионизации вещества.

**На основании данных задачи:**

1. Определите, о каком металле идёт речь; свой ответ обоснуйте.
2. Определите, какой лиганд был использован, установите состав и геометрическую форму комплексного соединения.
3. Проанализируйте масс-спектр и сделайте отнесение трёх самых интенсивных сигналов.
4. Приведите формулу кристаллогидрата, подтвердите ответ расчётами.

*(15 баллов)*