

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 И 2 КУРСОВ

10 июня 2020 г.

Вариант С

Задача №1

Объемная активность раствора радиофармпрепарата иодида натрия Na^{131}I на дату его изготовления составляла 255 мкБк/мл. Препарат считается непригодным к использованию при падении его активности до 70 мкБк/мл. Определите срок годности препарата, если константа скорости распада изотопа ^{131}I составляет $0,086 \text{ сут}^{-1}$. Сколько времени должно пройти, чтобы количество радиоактивного иода в организме больного уменьшилось в 100 раз? (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_{α} излучения марганца составляет $2,13 \text{ \AA}$, определить порядковый номер элемента с частотой K_{α} рентгеновского излучения $1,21 \cdot 10^{18} \text{ Гц}$.

- 1) Какой это элемент, сколько протонов содержит ядро атомов этого элемента и какова относительная атомная масса его наиболее распространенного в природе изотопа? Запишите электронную конфигурацию атома данного химического элемента в основном состоянии.
- 2) Данный элемент образует большое количество окрашенных октаэдрических комплексных соединений. Известно, что комплексные соединения этого элемента с зарядом (3+) имеют следующие характерные полосы поглощения:

Формула	$\nu, \text{ см}^{-1}$		
$[\text{Э}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	17800	25700	38000
$[\text{ЭF}_6]^{3-}$	14800	23000	-
$[\text{Э}(\text{NCS})_6]^{3-}$	16400	25400	35150

- а) Определите длину волны каждого максимума поглощения в нм и укажите, какие из них обуславливают окраску этих комплексных соединений.
- б) Исходя из полос поглощения комплексных соединений элемента (III) с различными лигандами, расположите лиганды в соответствующий спектрохимический ряд. (20 баллов)

Задача №3

Ионное произведение воды при 22°C равно 10^{-14} , а при температуре 80°C равно $3,4 \cdot 10^{-13}$. Вычислите: а) рН воды при температуре 80°C; б) разность значений рН при 22 и 80°C для $5 \cdot 10^{-7}$ М раствора HClO_4 . (15 баллов)

Задача №4

Для реакции окисления сульфата железа(II) перманганатом калия в подкисленном серной кислотой 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 $E^\circ \text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} = 1.51 \text{ В}$ и $E^\circ \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0.77 \text{ В}$, 1) вычислите равновесный электродный потенциал системы для случая взаимодействия стехиометрических количеств реагентов (считать, что процесс протекает при $\text{pH} = 0 = \text{const}$), 2) определите константу равновесия реакции. Разницей между формальным и стандартным потенциалами можно пренебречь.

(15 баллов)

Задача №5

Образец, содержащий оксида мышьяка (III), растворяют в растворе гидроксида натрия. Полученный раствор сразу же подкисляют концентрированной серной кислотой и нагревают до кипения. Добавляют бромид калия и 21,50 мл 0,1 н бромата калия до появления слабожелтой окраски. 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 мышьяка в пробе. Ответ округлите до трех значащих цифр.

(15 баллов)

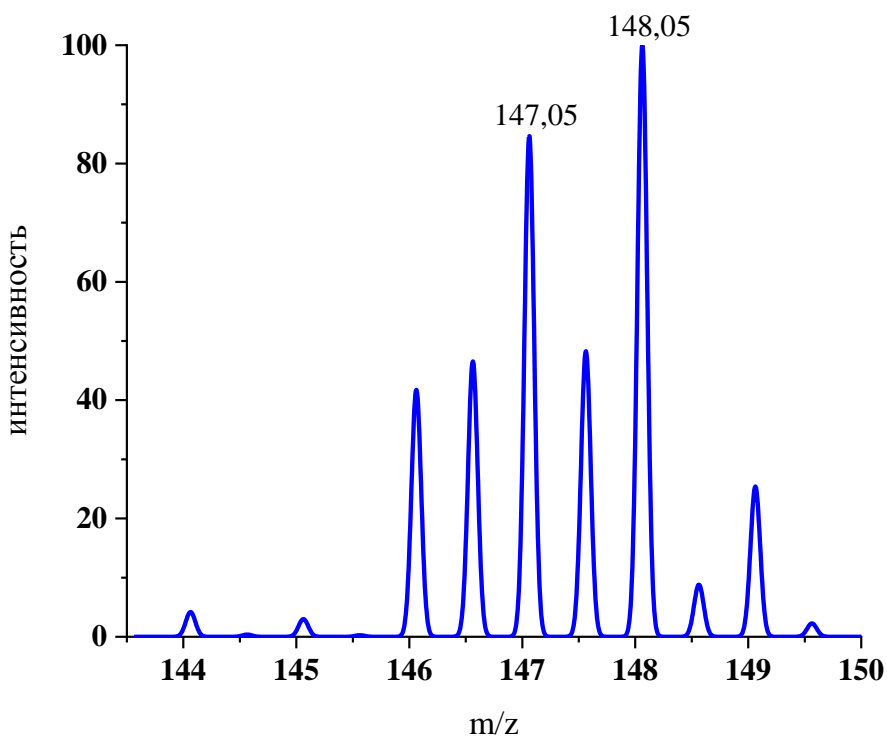
Задача №6

Металл X ранее широко применялся в технике, в частности, для защиты от коррозии конструкций, работающих во влажной тропической атмосфере. Соединения данного металла в основном не имеют окраски. Для перевода в раствор навески металла X массой 5,62 г была взята порция соляной кислоты массой 250 г. После завершения реакции масса раствора изменилась на 5,52 г. Добавление к раствору хлорида данного металла эквивалентного количества лиганда Y ведёт к образованию комплексного соединения Z. О веществе Y известно, что это органическое соединение, представляющее собой жидкость с характерным запахом, хорошо растворимую в воде и не имеющую в видимой области спектра полос поглощения.

(15 баллов)

По результатам элементного анализа было установлено, что соединение Z содержит 19,81 % углерода, 23,12 % азота и 6,60 % водорода. Масс-спектр

соединения Z, 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; обоснуйте свой ответ.
2. Определите, какой лиганд был использован, и установите его состав.
4. Определите тип гибридизации центрального атома и геометрическую форму комплексного соединения.
3. Приведите примеры окрашенных соединений металла X.
4. Проанализируйте масс-спектр и сделайте отнесение двух самых интенсивных сигналов. (15 баллов)