

Задачи VIII Балтийской олимпиады по химии

3–5 мая 2000 г., Рига

1. Соединение **X** — окрашенное горючее вещество. При горении 2.120 г этого вещества образуется 0.752 г зеленого твердого соединения с очень высокой температурой плавления. Образовавшиеся при горении газы пропустили через избыток известковой воды. Образовалось 6.838 г белого осадка, растворяющегося в хлороводородной кислоте. К известковой воде прибавили H_2O_2 ; при этом масса осадка была 7.551 г, и в хлороводородной кислоте растворилось только 19.70 массовых процента осадка; плотность образовавшегося газа по воздуху была 1.52.

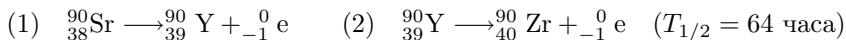
- Привести формулу соединения **X**.
- Написать уравнения всех указанных в задаче реакций.
- Какого цвета, на Ваш взгляд, соединение **X**?

2. Новокаин используется как местноанестезирующее средство. Обычно его получают исходя из толуола.



- Написать уравнения всех реакций. Для последней написать механизм реакции в присутствии $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$.
- Зарисовать ^1H -ЯМР спектр новокаина. Назвать основные линии в его ИК-спектре.
Для обнаружения новокаина применяют качественную реакцию, в которой пробу обрабатывают нитритом натрия в кислой среде и прибавляют 2-нафтаол. Реакция позитивна, если образуется интенсивно окрашенный осадок.
- Написать уравнения реакций.

3. $^{90}_{38}\text{Sr}$ относится к наиболее распространенным радиоактивным загрязнителям, которые образуются в атомных реакторах. Его самопроизвольный распад описывается следующими уравнениями:



Для пробы изотопа $^{90}_{38}\text{Sr}$, которая содержала $2.64 \cdot 10^{10}$ атома, измеренная абсолютная активность равнялась 1238 распада в минуту. Образовавшийся изотоп Zr является стабильным.

- а) Какое количество энергии (кДж) выделится в течение одного года при радиоактивном распаде $^{90}_{38}\text{Sr}$, если исходить из одного моля изотопа?
- б) Во сколько раз масса каменного угля, сжигаемая для получения такого же количества энергии, больше массы распавшегося $^{90}_{38}\text{Sr}$?

$$m(^{90}_{38}\text{Sr}) = 89.907738 \text{ а.е.м.}; \quad m(^{90}_{39}\text{Y}) = 89.907152 \text{ а.е.м.};$$

$$m(^{90}_{40}\text{Zr}) = 89.904703 \text{ а.е.м.}; \quad m(^0_{-1}\text{e}) = 5.4857 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.};$$

теплота сгорания каменного угля равна 23000 кДж/кг.

$$\text{Уравнение Эйнштейна } E = mc^2; \quad c = 3.000 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

4. К 10.00 мг металла **A** прибавили 10 мл воды. Сквозь воду продували газообразный хлор до тех пор, пока металл **A** не растворился полностью и не установилось равновесие. Полученный раствор упарили в вакууме досуха, при этом получили 20.91 мг желтой кристаллической сильной кислоты **B**. Образовавшуюся в данной реакции кислоту **B** растворили в воде и при титровании израсходовали 22.53 мл 2.253 мМ раствора щелочи. Образовавшийся почти бесцветный раствор разбавили до 100 мл и прибавили восстановитель. Раствор стал ярко-красным. Прибавление любой соли вызывает постепенное окрашивание раствора в синий цвет. Из этого раствора при стоянии очень медленно осаждается 10.00 мг металла **A** и раствор снова становится бесцветным.

- а) Нарисовать и обосновать объемную структуру аниона кислоты **B**.
- б) Написать уравнения всех реакций. Какое соединение находит лучше всего для восстановления кислоты **B** и образования красного раствора. Что можно наблюдать, если оттитрованный раствор до восстановления не разбавлять? Объяснить роль соли при изменении окраски раствора.

n_{B}	n_{NaCl}	$V_{\text{p-ра}}$	pH
1.00 ммоль		1000 ммоль	3.17
1.00 ммоль	10.0 ммоль	1000 ммоль	3.57

- с) Раствор соли кислоты **B** и щелочного металла имеет слабокислую реакцию. Кислотность уменьшается значительно в присутствии избытка хлорид ионов. Объясните этот факт и рассчитайте соответствующую константу равновесия.

5. Собрали гальванический элемент состоящий из двух водородных электродов, первый погрузили в 100 см^3 0.10 М соляной кислоты, второй — в 100 см^3 0.10 М водного раствора этановой кислоты. Давление водорода равнялось 1 атмосфере, при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитать:

- a) ЭДС гальванического элемента при данных условиях;
- b) ЭДС гальванического элемента, в случае, когда к каждому из растворов добавили 60 см^3 0.10 М раствора NaOH ;
- c) ЭДС гальванического элемента, в случае, когда каждый раствор разбавили в десять раз.
- d) Сколько см^3 0.10 М раствора NaOH нужно добавить к раствору этановой кислоты, чтобы, ЭДС гальванического элемента равнялась 0.150 В ?

$$F = 96485 \text{ Кл/моль}, R = 8.314 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К}), K_a = 1.75 \cdot 10^{-5}.$$

6. Для трех соединений **A**, **B** и **C** одинаковая эмпирическая формула C_6H_{10} . Все три соединения обесцвечивают раствор брома в CCl_4 . Соединение **A** образует осадок в реакции с нитратом серебра в аммиачном растворе, что не характерно для соединений **B** и **C**. Соединения **A** и **B** образуют при восстановлении водородом на Pt -катализаторе соединение C_6H_{14} . При тех же условиях реакции 1 моль **C** присоединяет лишь один моль водорода, образуя C_6H_{12} . Если соединение **A** окислить в горячем подкисленном растворе перманганата калия, одним из продуктов будет *n*-пентановая кислота. С соединением **B** в реакции окисления получается лишь пропановая кислота, с соединением **C** образуется лишь адипиновая кислота (1,4-бутандикарбоновая кислота).

- a) Нарисовать структурные формулы соединения **A**, **B** и **C**.
- b) Написать уравнения всех реакций.
- c) Нарисовать стереохимические формулы продуктов реакции соединения **C** с бромом. Написать механизм этой реакции.