

Задание теоретического тура РХО-2009 для 10 класса

№10-1-2009 респ. Сравните три соли состава $M_2S_2O_x$, где x – три небольших целых числа, а M – щелочной металл. К каждой соли отнесите некоторые из следующих утверждений:

- А) в анионе присутствует связь $O - O$;
- Б) в анионе присутствует связь $S - S$;
- В) в анионе присутствует связь $S - O - S$;
- Г) соль образуется при термическом разложении кислого сульфата;
- Д) соль образуется при анодном окислении кислого сульфата;
- Е) соль образуется при взаимодействии водного раствора сульфата с серой;
- Ж) водный раствор соли растворяет бромид серебра;
- З) Нейтрализация водного раствора соли гидроксидом MOH приводит к сульфату M_2SO_4 ;
- И) соль в водном растворе окисляет $Mn(II)$ до перманганата.

Вопросы:

1. Впишите в таблицу формулы солей и в соответствующую клетку проставьте буквы (А, Б, В и т.д.), если утверждения справедливы по отношению к данной соли:

$M_2S_2O_x$									
$M_2S_2O_x$									
$M_2S_2O_x$									

2. Изобразите структурные формулы анионов всех солей и обозначьте в них σ - и π -связи.
3. Напишите уравнения реакций, описанных в утверждениях г, д, е, ж, з, и в молекулярной и краткой ионной формах.

№10-2-2009 респ. Газовую смесь из двух соседних в гомологическом ряду углеводородов объемом 16,8 л ввели в реакцию гидратации. Продукты реакции поглотили водой, при этом было получено 350 мл раствора. Аликвотную часть этого раствора (10 мл) нагрели с водно-аммиачным раствором оксида серебра, приготовленным из 70 мл 1М раствора нитрата серебра. После отделения выпавшего осадка фильтрат подкислили азотной кислотой и добавили в избытке раствор бромида натрия. При этом выпало 9,4 г осадка.

Относительная плотность оставшейся смеси непрореагировавших углеводородов D (по H_2) = 14,4. В эту смесь ввели водород в 1,5 – кратном количестве по отношению к количеству, необходимому для гидрирования, и смесь пропустили над платиновым катализатором. Суммарный объем газов в результате реакции уменьшился до 11,2 л (все объемы приведены к нормальным условиям).

- 1. Определите, какие углеводороды составляют исходную газовую смесь.
- 2. Рассчитайте объемные доли углеводородов в смеси и степень их превращения в реакции гидратации.
- 3. Напишите уравнения всех описанных реакций.

№10-3-2009 респ. Белое твердое кристаллическое вещество X проявляет следующие свойства:

- А) окрашивает пламя газовой горелки в интенсивно желтый цвет;

- Б) водный раствор вещества X проявляет нейтральную реакцию. При медленном введении сернистой кислоты (раствор SO_2 в воде) раствор принимает темно-коричневую окраску, которая исчезает при избытке сернистой кислоты;
- В) если обесцвеченному раствору, подкисленному HNO_3 , добавить раствор AgNO_3 , то выпадает желтый осадок, не растворимый в одном аммиаке, но хорошо растворимый в присутствии цианид (CN^-) или тиосульфат ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) ионов.
- Г) при введении в водный раствор исходного вещества X иодида калия и разбавленной кислоты появляется темно-коричневое окрашивание ; раствор можно обесцветить добавлением сернистой кислоты или раствора тиосульфата натрия;
- Д) навеску исходного вещества X массой 0,1000 г растворяют в воде. В полученный раствор добавляют 0,5 г KI и некоторое количество разб. H_2SO_4 . Образовавшийся темно-коричневый раствор титруют 0,1000M раствором тиосульфата натрия до полного обесцвечивания, на титрование расходуется 37,40 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

1. На основании наблюдаемых качественных изменений в опытах определите, из каких химических элементов состоит вещество X. Напишите в ионной форме уравнения реакций, протекающих в опытах б) – г).

2. По экспериментальным данным установите формулу исходного соединения X.

№10-4-2009респ. Четыре часто встречающихся в природе вещества имеют следующие эмпирические брутто-формулы: $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ (А); $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ (Б); $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ (А); $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ (Б); Данные соединения при взаимодействии с раствором щелочи дают соль щелочного металла; в нейтральном или кислом растворе, однако, взаимодействие идет по атому азота.

Вопросы:

1. Напишите структурные формулы для соединений А, Б, В и Г.
2. Определите, какие из данных соединений оптически активные, а какие – нет.
3. Напишите формулы функциональных групп, типичных для некоторых природных веществ, содержащихся в продукте реакции, образующемся при взаимодействии двух молекул соединения А. Приведите названия природного соединения, к которому относится этот продукт.
4. Циклическое органическое соединение, имеющее техническое значение, также содержит функциональную группу, обозначенную в пункте 3.
 - А) Напишите структурную формулу этого циклического соединения;
 - Б) Запишите наиболее характерную часть структурной формулы макромолекулярного соединения, которое может быть получено из указанного циклического соединения;
 - В) Запишите наиболее характерную часть структурной формулы изомерного макромолекулярного соединения, которое также имеет техническое значение.
 - Г) Назовите группу соединений, к которым относятся два указанных макромолекулярных соединения.

№10-5-2009респ. В сосуд вместимостью 5 л ввели чистый этан при 1 атм и 300К. Сосуд быстро нагрели до 1000К. При этой температуре C_2H_6 распадается на C_2H_4 и H_2 .

Концентрация этана уменьшалась со временем следующим образом:

t, сек	0	10	20	30	40	50
C, моль/л	40,65	24,66	14,95	9,07	5,50	3,34

Ответьте на вопросы, выбрав правильные ответы среди предложенных:

- 1) Каков порядок реакции: а) 0,5; б) 1; в) 2; г) 3; г) другой ответ.
Обоснуйте свой ответ.
- 2) Чему равна константа скорости реакции:
а) 1; б) 0,204; в) 20,4; с) 0,049; г) другой ответ.
- 3) Каков период полупревращения $T_{1/2}$ (в секундах):
а) 0,07; б) 10; в) 20,4; с) 0,049; г) другой ответ.
- 4) Чему равна константа скорости при 1250К, если энергия активации равна 83,1 кДж/моль:
а) 4,9; б) 0,362; в) 210; с) 0,075; г) другой ответ.
- 5) Какое давление (в атм) установилось бы в сосуде при 1000К, если бы этан не подвергался разложению:
а) 2,66; б) 5,00; в) 3,33; с) 3,66; г) другой ответ.
- 6) Чему равна степень превращения этана при 1000К, если давление в сосуде равно 5 атм:
а) 0,5; б) 0,75; в) 0,25; с) 0,33; г) другой ответ.
- 7) Чему равна константа равновесия K_p (атм) при 1000К:
а) 0,835; б) 1,67; в) 2,79; с) 1,00; г) другой ответ.

№10-6-2009респ. Пять изомерных циклобутандикарбоновых кислот зашифрованы буквами А, Б, В, Г и Д. одна из кислот представляет собой рацемат. Было установлено, что:
А) только соединение В легко образует циклический ангидрид;
Б) Б образует циклический ангидрид при высоких температурах;
В) Из всех кислот только А при нагревании выделяет CO_2 ;
Г) Г и Д не изменяются при повышенной температуре;
Д) 2 моль диэтилового эфира малоновой кислоты при взаимодействии с этилатом натрия образуют натриевое производное, которое при обработке иодистым метиленом (CH_2I_2) переходит в тетраэфир $C_{15}H_{24}O_8$. Этот новый эфир превращается в тетраэфир $C_{16}H_{24}O_8$ в результате реакции с 2 моль этилата натрия и 1 моль иодистого метилена (CH_2I_2). Последний тетраэфир при щелочном гидролизе и последующем подкислении дает тетракарбоновую кислоту, которая при нагревании приводит к смеси Б и Д.

Вопросы:

- Изобразите формулы кислот А, Б, В, Г и Д. Отметьте группы, находящиеся над плоскостью знаком \wedge , а группы, находящиеся за плоскостью цикла знаком \dashv .
Например,
- Приведите уравнения реакций, описанных в пунктах А, Б и В.

№10-7-2009респ.

А. Природный углерод имеет два стабильных изотопа: ^{12}C (9890% ат.) и ^{13}C (1,10% ат.). Кроме того, он содержит небольшую долю радиоактивного изотопа ^{14}C с периодом полураспада $T_{1/2} = 5730$ лет. Этот изотоп непрерывно образуется в атмосфере Земли под действием космического излучения и вместе с изотопами ^{12}C и ^{13}C участвует в природном круговороте углерода (CO_2 – цикл).

Скорость распада изотопа ^{14}C описывается уравнением:

$$v = - dN/dt = \lambda N, \quad (1)$$

где N- число атомов изотопа ^{14}C ; t – время, λ – постоянная радиоактивного распада.

Решение уравнения (1) дает экспоненциальную зависимость уменьшения во времени числа атомов изотопов, известную как закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

где N число атомов изотопа ^{14}C при $t = 0$.

Известно, что скорость распада углерода, участвующего в природном круговороте CO_2 , равна 13,6 распадов в минуту в расчете на 1 г углерода. При отмирании растительных организмов они перестанут участвовать в природном круговороте CO_2 , в результате чего скорость распада углерода уменьшается во времени.

В 1983 году была измерена скорость распада углерода в двух кусках дерева, из которого был построен корабль викингов. Она составила 12,0 распадов в минуту на 1 г углерода.

1. Исходя из закона радиоактивного распада, выведите соотношение между постоянной распада λ и периодом полураспада $T_{1/2}$.
2. Определите, сколько времени прошло с тех пор, когда было срублено дерево, из которого викинги построили корабль. Принимая, что скорость распада углерода была измерена погрешностью $\pm 0,2$ распада в 1 минуту, рассчитайте погрешность определения возраста дерева.
3. Каково соотношение изотопов $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$ в углероде, участвующем в природном круговороте CO_2 . Примите 1 год = 365 дням.

Б. Стронций и рубидий имеют следующий изотопный состав:

^{84}Sr (0,56%), ^{86}Sr (9,86%), ^{87}Sr (7,00%), ^{88}Sr (82,58%), все изотопы стабильные;

^{85}Rb (72,17%, стабильный изотоп), ^{87}Rb (27,83%, радиоактивный изотоп, $T_{1/2} = 4,7 \cdot 10^{10}$).

При радиоактивном распаде ^{87}Rb переходит в ^{87}Sr .

В. В Гренландии имеется гнейс, содержащий стронций и рубидий. Из масс-спектроскопических данных известно соотношение изотопов

$^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ и $^{87}\text{Rb} / ^{86}\text{Sr}$ для этого гнейса.

Вопросы для пп.Б и В:

4. Приведите уравнение, описывающего кинетическую зависимость образования ^{87}Sr из ^{87}Rb .
5. Получите уравнение, с помощью которого можно рассчитать возраст гренландского гнейса.