

ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9. и 10. класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва и Кохтла-Ярве

7. ноября 2015 г.

1. Элемент **X** относится к VIIA группе периодической системы. Продуктами реакции соли **A** (процентное содержание **X** 39,20%, кислорода 35,38%, элемента **Y** 25,42%) с кислотой являются соль **B** (поваренная соль), оксид **C** и необходимый для жизни оксид **D**. Оксид **C** (содержание элемента **X** 52,56%) очень ядовит и используется для очищения воды и отбеливания бумаги, хотя в некоторых кругах он известен как «магическое лекарство».

a) i) Идентифицируйте элементы **X** и **Y**, а также ii) поясните свой выбор с помощью вычислений.

b) Идентифицируйте соединения **A** – **D** (напишите формулу и номенклатурное наименование).

c) Напишите и уравновесьте уравнение реакции соли **A** с хлороводородной кислотой.

d) За счёт какого элемента и какого свойства оксид **C** можно использовать для отбеливания бумаги и как антибактериальное вещество?

(10)

2. При добавлении карбоната натрия к раствору сульфата меди (II) происходит выпадение осадка $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$.

a) Напишите наименование $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$.

b) Напишите уравнение реакции сульфата меди (II) и карбоната натрия.

c) Сколько граммов $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ надо взять для получения 2,21 г $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$?

2,21 г $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ добавили к 13,3 мл 20,0% раствора хлороводородной кислоты ($\rho = 1,0980$ г/мл).

d) Напишите уравнение реакции.

e) Найдите процентный (по массе) состав конечного раствора.

(9)

3. Кислота **X** широко используется в промышленности. Раньше ее производили в специальных башнях. Для проведения реакции было необходимо наличие трех оксидов: **A** (степень окисления одного элемента IV), **B** и **C**. В результате реакции образовывались кислота **X** и оксид **D** (степень окисления одного элемента II), который реагировал затем с

кислородом. Продуктом этой реакции являлся оксид **A**. Оксид **A** можно было снова использовать для производства кислоты **X**. Этот метод больше не используют по экологическим причинам. Плотность оксида **A** по кислороду равна 1,4375.

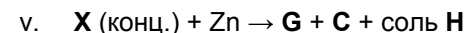
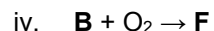
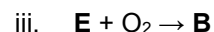
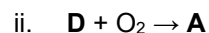
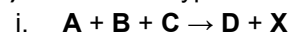
Теперь используют контактный метод. Для этого на первом этапе необходимо получить оксид **B** (с.о. IV). Его можно сделать с помощью реакции простого вещества **E** с кислородом. Затем, при помощи катализатора, получают оксид **F** (с.о. VI). При растворении оксида **F** в растворе кислоты **X** ее концентрация увеличивается и получается олеум.

Продукты реакций кислоты **X** и металлов зависят от степени концентрации кислоты и положения металла в ряду электроактивности металлов. При реакции концентрированной кислоты **X** с цинком выделяется трехатомный газ **G** (-II) с плотностью по кислороду 1,0625. Если же кислота **X** разбавленная, то происходит обычная реакция замещения.

a) Рассчитайте молярную массу газов **A** и **G**.

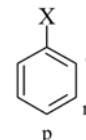
b) Напишите формулы веществ **X**, **A** - I.

c) Напишите и уравновесьте уравнения реакций:



(11)

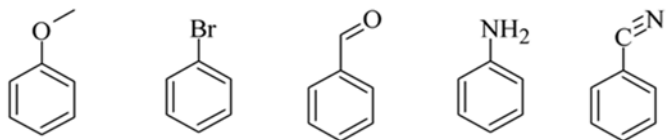
4. В замещенных бензольных ядрах можно провести реакцию электрофильного замещения. При этом позиция в ядре, где реакция протекает, зависит от характера изначального заместителя (X).



В замещенном ароматическом ядре можно различить три разные позиции: орто- (o), мета- (m) и пара- (p) (см рисунок). Если заместитель X притягивает электроны на себя, то есть является электроно-акцепторным (как например $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$ и т.д.), то он направляет новый заместитель в мета-позицию. Если же заместитель X может отдавать свои электроны в ароматическое ядро, то есть является электроно-донорным (как например

-ОН, -Cl и т.д.), то он направляет новый заместитель в *орто*- и *пара*-позиции.

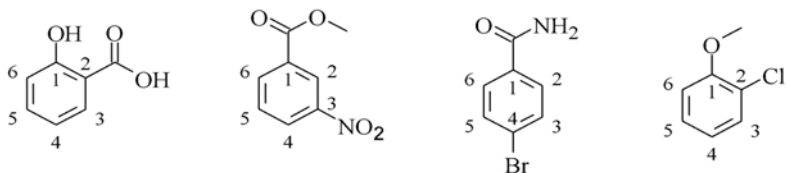
a) В каких позициях могут реакции электрофильного замещения происходить у следующих соединений?



i) ii) iii) iv) v)

Если в бензольном ядре содержится изначально больше одного заместителя, то их направляющие влияния на следующую реакцию электрофильного замещения надо учитывать по отдельности, выбирая лучшую позицию для реакции.

b) В какие позиции (1-6) будут реакции электрофильного замещения преимущественно направлены в случае следующих соединений?



i) ii) iii) iv)

(9)

5. Коагуляцией называют объединение находящихся в растворителе диспергированных частиц, происходящее от их слипания друг с другом под влиянием молекулярных сил. При очистке воды коагуляцию инициируют, используя в качестве коагулянтов растворы солей Al и Fe. При гидролизе соответствующих солей образуются гидроксиды, которые коагулируют с растворенными в воде коллоидами и частичками взвеси. Возникшие более крупные частицы можно отделить с помощью фильтрования.

a) Напишите уравнения диссоциации $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, а также ионные уравнения следующего полного гидролиза.

В природной воде содержатся ионы HCO_3^- , которые нейтрализуют возникшие в ходе гидролиза ионы H^+ ; также содержатся ионы H_2PO_4^- , которые связываются с ионами Al^{3+} ; и еще содержится кислород, который окисляет $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

b) Напишите соответствующие ионные уравнения нейтрализации, связывания и окисления.

c) Почему именно использование коагулянта $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ предпочтительно по сравнению с сульфатами металлов при очистке воды с основными свойствами?

(11)

6. Обычно используемый бензин является смесью многих различных углеводородов. В качестве примеров можно привести бутан и изооктан (также известный как 2,2,4-триметилпентан).

a) Нарисуйте структурные формулы бутана и изооктана.

b) Напишите уравнения полного окисления бутана и октана, при расчете на один моль углеводорода.

Вещество	ΔH_f (кДж/моль)
Бутан	-126,2
Изооктан	-249,9
H_2O (ж)	-285,8
CO_2 (г)	-393,5
O_2 (г)	0

c) Учитывая величины, приведенные в таблице, рассчитайте энтальпии реакций окисления (ΔH_r) бутана и изооктана.

$$\Delta H_r = \sum \Delta H_f (\text{продукты}) - \sum \Delta H_f (\text{исходные вещества})$$

d) Рассчитайте, сколько литров кислорода понадобится для сгорания 1 кг каждого углеводорода. Молярный объем V_m при нормальных условиях равен 22,4 л/моль.

(10)