

Всероссийская олимпиада школьников по химии, 2020-2021 год
II (муниципальный этап), 7-8 классы

Решения и система оценки

1. В лаборатории имеются следующие вещества: серная кислота, соляная кислота, гидроксид алюминия, гидроксид бария. Составьте 10 формул возможных солей, которые могут быть получены из указанных веществ, и назовите их.

Решение и оценка

Возможные варианты солей:

Средние соли: BaSO_4 – сульфат бария, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – сульфат алюминия, BaCl_2 – хлорид бария, AlCl_3 – хлорид алюминия, $\text{Ba}(\text{AlO}_2)_2$ – метаалюминат бария

Кислые соли: $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ – гидросульфат бария, $\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$ – гидросульфат алюминия

Основные соли: $(\text{BaOH})_2\text{SO}_4$ – сульфат гидроксобария, AlOHSO_4 – сульфат гидроксиалюминия, $(\text{Al}(\text{OH})_2)_2\text{SO}_4$ – сульфат дигидроксоалюминия, BaOHCl – хлорид гидроксобария, AlOHCl_2 – хлорид гидроксиалюминия, $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ – хлорид дигидроксоалюминия

Комплексные соли: $\text{Ba}[\text{Al}(\text{OH})_4]_2$ – тетрагидроксоалюминат бария, $\text{Ba}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2$ – гексагидроксоалюминат бария, $\text{Ba}[\text{AlCl}_4]_2$ (или $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{AlCl}_3$) – тетрахлороалюминат бария.

По 0,5 балла за каждую правильно составленную формулу и 0,5 балла за правильное название соли. Оцениваются 10 формул и названий солей.

Всего 10 баллов.

2. Ниже приведены формулы веществ и возможные варианты их применения. Выберите, какому соединению какая область применения соответствует. Приведите названия указанных веществ (номенклатурные и, по возможности, тривиальные).

Вещества: 1) NH_4ClO_4 2) SO_2 3) P_2O_5 4) TiO_2 5) CS_2 6) Al 7) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 8) NaHCO_3 9) KClO_3 10) SiO_2

Возможные применения: а) раствор этого вещества превращает медную монету в «серебряную», б) растворитель, в) используется в стекольной промышленности, г) основной компонент очень хороших белил, д) окислитель в твёрдых ракетных топливах, е) используется для борьбы с вредными насекомыми при хранении зерна, ж) вещество, используемое для приготовления серебряной краски и обуславливающее ее цвет, з) используется в пиротехнике и при изготовлении спичек, и) осушающий агент, к) используется при выпечке пирогов

Решение и оценка

1) NH_4ClO_4 – перхлорат аммония – д) используется как окислитель в твёрдых ракетных топливах (0,5 б. + 0,5 б.)

2) SO_2 – оксид серы (IV), сернистый газ – е) используется для борьбы с вредными насекомыми при хранении зерна (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

3) P_2O_5 – оксид фосфора (V), фосфорный ангидрид – и) осушающий агент (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

4) TiO_2 – оксид титана (IV), титановые белила – г) основной компонент очень хороших белил (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

5) CS_2 – сульфид углерода (IV), сероуглерод – б) растворитель (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

6) Al – алюминий - ж) вещество, используемое для приготовления серебряной краски и обуславливающее ее цвет (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

7) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ - нитрат ртути (II) - а) раствор этого вещества превращает медную монету в «серебряную» (0,5 б. + 0,5 б.)

8) NaHCO_3 – гидрокарбонат натрия, питьевая сода - к) используется при выпечке пирогов (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

9) KClO_3 – хлорат калия, бертолетова соль - з) используется в пиротехнике и при изготовлении спичек (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

10) SiO_2 – оксид кремния (IV), кремнезём - в) используется в стекольной промышленности (0,3 б. + 0,3 б. + 0,4 б.)

Всего 10 баллов.

3. Соединение образовано двумя элементами, находящимися в одной группе периодической таблицы Д.И. Менделеева, причем число электронов в атомах одного элемента вдвое больше, чем у другого. Массовая доля одного из элементов в соединении 60%.

1. Определите, какие элементы входят в состав соединения.

2. Определите состав соединения.

3. Напишите уравнения реакций получения данного соединения (исходные вещества – простые).

4. Напишите уравнения реакции взаимодействия данного соединения с водой и примеры реакций образующегося продукта с представителями других классов химических соединений (с оксидами, основаниями, кислотами).

Решение и оценка

1. Наибольшее число соединений образует кислород. В одной группе с кислородом находится сера; число электронов в атоме серы (16) в два раза больше, чем в атоме кислорода (8) – 2 б.

2. Сера образует с кислородом два оксида: SO_2 и SO_3 . Рассчитаем содержание химических элементов в этих соединениях: $w_{\text{so}_3}(\text{S}) = 32/80 = 0,4$ (40%) – 2 б.

3. $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ – 2 б. (по 1 б. за каждое уравнение реакции)

4. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4$

$\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 - 4 \text{ б.}$ (по 1 б. за каждое уравнение реакции; оцениваются и другие правильные варианты)

Всего 10 баллов.

4. Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Может ли слабая кислота вытеснить из соли более сильную?
- 2) Может ли менее сильное основание вытеснить из соли более сильное?
- 3) Может ли продукт горения какого-либо вещества на воздухе реагировать с кислородом?
- 4) Может ли вещество X реагировать с серной кислотой так, чтобы среди продуктов реакции не было сульфатов?
- 5) Могут ли два сложных вещества взаимодействовать так, чтобы среди продуктов реакции было бы одно простое вещество?

Если Вы отвечаете на вопрос “да”, то приведите пример уравнения реакции, если “нет”, то объясните, почему.

Решение и оценка

- 1). Да: $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuS}$
- 2). Да: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$
- 3). Да: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$
- 4). Да: $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5). Да: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

За правильный ответ на каждый вопрос, подтверждённый уравнениями реакций – по 2 балла.

Всего 10 баллов.

5. Рабочая пчела приносит за один вылет в улей до 40 мг цветочного нектара, содержащего 9% глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и 12,5% сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Сколько молекул глюкозы и сколько молекул сахарозы может принести пчела в улей за один вылет?

Решение и оценка

Молярная масса глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) составляет 180 г/моль; молярная масса сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) равна 342 г/моль – 2 б.

В 40 мг нектара будет глюкозы: $40 \text{ мг} \cdot 0,09 = 3,6 \text{ мг}$; сахарозы: $40 \text{ мг} \cdot 0,125 = 5 \text{ мг}$ – 2 б.

Количество моль углеводов: глюкозы $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 180 \text{ г/моль} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$;

сахарозы $5 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 342 \text{ г/моль} = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$ – 2 б.

Количество молекул глюкозы: $6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул/моль} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ моль} = 12 \cdot 10^{18} = 1,2 \cdot 10^{19} \text{ молекул}$; количество молекул сахарозы: $6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул/моль} \cdot 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ моль} = 8,8 \cdot 10^{18} \text{ молекул}$ – 4 б.

Всего 10 баллов.

6. Один из химических элементов, предсказанный Д. И. Менделеевым, образует с хлором соединение, содержащее 66,17% атомов хлора. Этот хлорид имеет плотность паров по водороду 107,2. Что это за элемент? Как назвал Менделеев этот еще не открытый тогда химический элемент? Напишите формулу высшего солеобразующего оксида этого элемента

Решение и оценка

Пусть химическая формула хлорида ЭCl_n . По формуле расчета относительной плотности вещества по водороду $D_{\text{H}_2}(\text{ЭCl}_n) = M_r(\text{ЭCl}_n) / M_r(\text{H}_2)$ получаем, что M_r хлорида равна 214,4 – 3 б.

Относительная масса хлора составляет 141,8, значит, $n=4$. A_r (элемента) = 72,6 – это германий – 3 б.

Д.И. Менделеев в своё время назвал его экасилицием (экакремнием), его высший солеобразующий оксид – GeO_2 – 4 б.

Всего 10 баллов.

Итого за работу 60 баллов.