

Всероссийская олимпиада школьников 2025-2026 учебный год

Муниципальный этап

Химия

10 класс

Теоретический тур

Продолжительность – 240 минут

Максимальный балл – 100

Ключи, критерии оценивания заданий

Задача 1.

Необходимо приготовить раствор, в 1 л которого содержалось бы 0,05 моль сульфата натрия, 0,1 моль хлорида калия и 0,05 моль хлорида натрия. Сколько моль хлорида натрия и сульфата калия следует взять для приготовления 200 мл идентичного по составу раствора?

20 баллов

Решение.



Согласно уравнению (1) из 0,05 моль Na_2SO_4 образуется 0,1 моль Na^+ и 0,05 моль SO_4^{2-} . (2 балла)

Согласно уравнению (2) из 0,1 моль KCl образуется 0,1 моль K^+ и 0,1 моль Cl^- . (2 балла)

Согласно уравнению (3) из 0,05 моль NaCl образуется 0,05 моль Na^+ и 0,05 моль Cl^- . (2 балла)

Всего в 1 литре заданного раствора должно содержаться 0,15 моль Na^+ , 0,1 моль K^+ , 0,15 моль Cl^- и 0,05 моль SO_4^{2-} . (2 балла)

Таким образом, для приготовления 1 л заданного раствора требуется 0,15 моль NaCl и 0,05 моль K_2SO_4 . (2 балла)

Для приготовления 200 мл такого же раствора необходимо 0,03 моль NaCl и 0,01 моль K_2SO_4 . (4 балла)

20 баллов

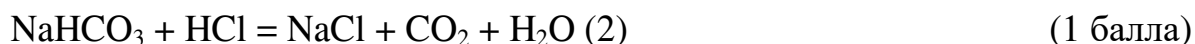
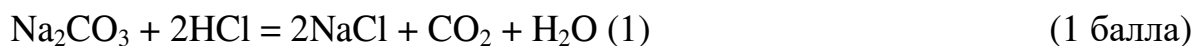
Задача 2.

Смесь карбоната и гидрокарбоната натрия массой 1,37 г обработали соляной кислотой. Выделившийся газ пропустили через 100 мл раствора гидроксида бария (плотность 1 г/мл) с массовой долей 3,85 %. Избыток раствора гидроксида бария отделили от осадка и нейтрализовали серной кислотой. Масса осадка в этом случае составила 1,75 г. Вычислите массовые доли карбоната и гидрокарбоната натрия в исходной смеси.

(20 баллов)

Решение.

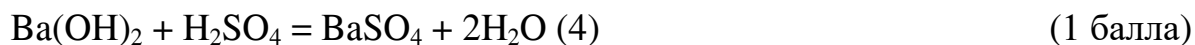
При обработке смеси соляной кислотой происходят следующие реакции



Т. е. выделяется углекислый газ, который пропускают через раствор гидроксида бария.



Избыток гидроксида бария взаимодействует с серной кислотой



Вычислим количества веществ реагентов.

По уравнению (4) избыток $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{1,75}{233} = 0,0075$ моль

Исходное количество гидроксида бария $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{100 \cdot 1 \cdot 0,0385}{171} = 0,0225$ моль

Следовательно, количество гидроксида бария, прореагировавшее с углекислым газом, составит $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,0225 - 0,0075 = 0,015$ моль (4 балла)

Из уравнения (3) $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{CO}_2) = 0,015$ моль

Пусть $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x$ моль, $n(\text{NaHCO}_3) = y$ моль,

тогда по уравнению (1) и (2) общее количество выделившегося углекислого газа

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3) = x + y = 0,015 \text{ моль} \quad (4 \text{ балла})$$

Выразим массы карбоната и гидрокарбоната натрия через количество вещества

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106x$, $m(\text{NaHCO}_3) = 84y$, следовательно, масса смеси

$$106x + 84y = 1,37$$

Решаем систему уравнений
$$\begin{cases} x + y = 0,015 \\ 106x + 84y = 1,37; \text{откуда} \end{cases}$$

$$x = 0,005 \text{ моль} \quad y = 0,01 \text{ моль} \quad (4 \text{ балла})$$

Масса карбоната натрия в смеси $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,005 = 0,53$ г,

Массовая доля карбоната натрия в смеси $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,53}{1,37} 100 = 38,7 \%$ (2 балла)

Массовая доля гидрокарбоната в смеси $\omega(\text{NaHCO}_3) = 100 - 38,7 = 61,3 \%$ (2 балла)

Задача 3.

Качественный анализ минерала леонита показал присутствие в нем ионов калия, магния и сульфат-ионов. При прокаливании образца минерала массой 7,32 г его масса уменьшается на 1,44 г. Такая же навеска минерала при растворении в воде и последующем прибавлении избытка раствора хлорида бария образует 9,32 г осадка. Определите формулу леонита.

20 баллов

Решение.

При прокаливании образца удаляется кристаллизационная вода. Определим ее массу: $7,32 - 1,44 = 5,88$ г. (2 балла)

При добавлении хлорида бария получается сульфат бария: $M = 233$, $n = 9,32/233 = 0,04$ моль. (2 балла)

Таким образом, исходная навеска содержит 0,04 моль сульфат-ионов. Масса сульфат-ионов в навеске - 3,84 г, масса суммы металлов - 2,04 г. (2 балла)

Для вычисления формулы минерала составим систему уравнений:

$$2n(\text{Mg}) + n(\text{K}) = 2n(\text{SO}_4^{2-}) \text{ (условие электронейтральности).}$$

$$24n(\text{Mg}) + 39n(\text{K}) = 2,04 \text{ (масса металлов в навеске минерала).}$$

Решая систему уравнений, получаем

$$n(\text{Mg}) = 0,02, n(\text{K}) = 0,04.$$

$$\text{Соотношение } \text{K} : \text{Mg} : \text{SO}_4 = 2 : 1 : 2.$$

Таким образом, формула – $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$. (8 баллов)

Теперь надо найти количество кристаллизационной воды.

1,44 г воды составляет 0,08 моль - в два раза больше, чем число моль сульфата.

Следовательно, формула леонита - $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. (6 баллов)

20 баллов

Задача 4.

Углеводород, содержащий одну двойную и одну тройную связь (но не содержащий циклов), смешали с эквивалентным количеством кислорода и сожгли. После сгорания общее число молей в системе не изменилось. Определите структурную формулу углеводорода. Что можно сказать о его химических свойствах? (приведите 4 реакции).

20 баллов

Решение.

Общая формула такого углеводорода $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$ (2 балла)

Уравнение горения:



$$\text{Так как число молей в системе не изменилось } 1 + 1,5n-1 = n + n-2$$

$$\text{Отсюда } 1,5n = 2n-2$$

$$n = 4 \quad (4 \text{ балла})$$

Таким образом, неизвестный углеводород имеет формулу



Так как в молекуле имеется двойная и тройная связь, то его химические свойства включают реакции 1,2-присоединения по двойной либо тройной связи, а также 1,4-присоединение различных реагентов (H_2 , HBr , Br_2), замещение

атома водорода при тройной связи при реакции с аммиачным раствором оксида серебра и другие реакции, известные для алкенов и алкинов. (8 баллов)

20 баллов

Задача 5.

Смесь этана, этилена и пропена имеет плотность по водороду 15,9. К 1 литру этой смеси добавили 1 литр водорода и пропустили полученную смесь над платиновым катализатором. Общий объем газов на выходе из реактора составил 1,5 л.

Рассчитайте состав исходной смеси углеводородов в процентах по объему, считая, что реакция прошла количественно (все объемы измерены при н.у.).

20 баллов

Решение.

При пропускании смеси над платиновым катализатором происходит гидрирование этилена и пропилена, этан остается без изменений.

Пусть смесь содержит X л этана, Y л этилена и Z л пропилена. (2 балла)



Так как 1 объем углеводорода реагирует с 1 объемом водорода и в результате получается 2 объема, то уменьшение объема смеси (0,5 л) соответствует объему прореагировавшего водорода, а также суммарному объему этилена и пропилена в смеси. (2 балла)

Таким образом, $Y + Z = 0,5$. (2 балла)

Так как общий объем смеси 1 литр, то $X = 1 - 0,5 = 0,5$. (2 балла)

Плотность смеси по водороду записывается следующим образом:

$15X + 14Y + 21Z = 15,9$, (X , Y и Z представляют собой объемные доли соответствующих углеводородов в смеси, так как объем смеси 1 л, а 15, 14 и 21 - это плотности по водороду этана, этилена и пропилена соответственно). (2 балла)

Так как $X = 0,5$, получаем $0,5 \cdot 15 + 14Y + 21Z = 15,9$

$14Y + 21Z = 8,4$. (2 балла)

Кроме того, известно, что $Y + Z = 0,5$

Решение системы уравнений дает $Y = 0,3$, $Z = 0,2$. (2 балла)

Таким образом, исходная смесь содержит 50% этана, 30% этилена и 20% пропилена. (2 балла)

20 баллов