

## Часть 1

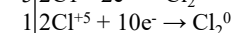
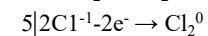
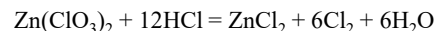
Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	35	15	6354
2	542	16	43
3	12	17	243
4	15	18	3
5	349	19	224
6	43	20	236
7	1452	21	1423
8	2547	22	2313
9	25	23	46
10	241	24	5142
11	35	25	432
12	246	26	140
13	15	27	41,8
14	6429	28	75

## Часть 2

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: соляная кислота, перманганат калия, дихромат натрия, хлорат цинка, сульфит натрия, сульфат алюминия. Допустимо использование водных растворов веществ.

29

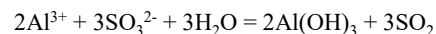
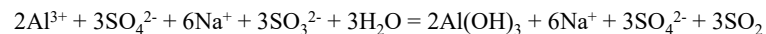
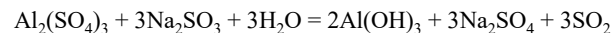
Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми выделяется газ и не меняется окраска раствора. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

**Вариант ответа:**

хлор в степени окисления -1 (или хлороводород) является восстановителем; хлор в степени окисления +5 (или хлорат цинка) – окислителем.

30

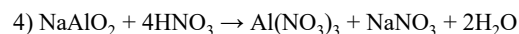
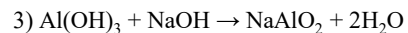
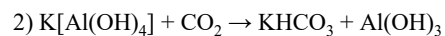
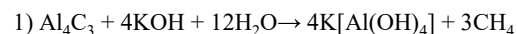
Из предложенного перечня выберите два вещества, при протекании ионного обмена между водными растворами которых образуется три продукта, один из которых является осадком. Запишите молекулярное, полное и сокращенной ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

**Вариант ответа:**

31

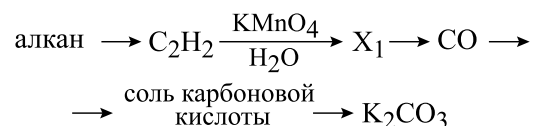
Карбид алюминия подвергли щелочному гидролизу действием избытка водного раствора гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили избыток углекислого газа. Образовавшийся осадок отделили, высушили и совместно прокалили с твердым гидроксидом натрия. Полученный в результате сплавления твердый продукт реакции растворили в концентрированной азотной кислоте. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Вариант ответа:



32

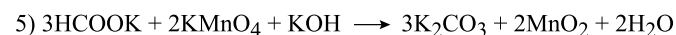
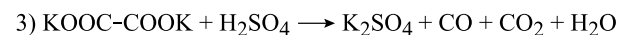
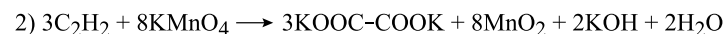
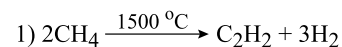
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

*Примечание.* Допустимо использование структурных формул разных видов (развёрнутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

Вариант ответа:



33

Известно, что массовые доли кислорода и водорода в некотором органическом соединении равны 54,55% и 4,54% соответственно. Известно, что при полном гидролизе данного соединения действием водного раствора серной кислоты образуется два соединения с мольным соотношением 3:1, первое из которых способно вступать в реакцию серебряного зеркала. На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза искомого соединения действием избытка водного раствора гидроксида натрия.

**Решение:**

Рассчитаем массовую долю углерода в искомом органическом соединении:

$$\omega(\text{C}) = 100\% - 54,55\% - 4,54\% = 40,91\%$$

Представим себе навеску искомого вещества массой 100 г. Тогда массы химических элементов в граммах будут численно равны массовым долям этих же элементов в процентах.

Тогда:

$$n(\text{C}) = m/M = 40,91/12 = 3,41 \text{ моль,}$$

$$n(\text{H}) = m/M = 4,54/1 = 4,54 \text{ моль,}$$

$$n(\text{O}) = m/M = 54,55/16 = 3,41 \text{ моль.}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 3,41 : 4,54 : 3,41 = 1 : 1,33 : 1 = 3 : 4 : 3$$

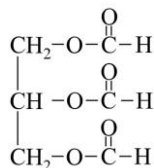
Таким образом, простейшая формула искомого соединения  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ .

Исходя из условия следует, что искомое соединение может представлять собой сложный эфир с тремя сложноэфирными группами.

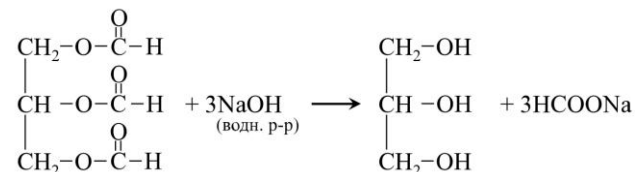
Три сложноэфирные группы содержат 6 атомов кислорода, что означает, что простейшую формулу нужно умножить минимум на 2.

Тогда молекулярная формула будет  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ .

Исходя из того, что один из продуктов гидролиза искомого соединения вступает в реакцию серебряного зеркала, логично предположить, что оно представляет собой сложный эфир глицерина и муравьиной кислоты, структурная формула которого:



Тогда уравнение гидролиза этого соединения действием избытка водного раствора гидроксида натрия будет иметь вид:



34

Навеску пероксида натрия растворили в 8%-ном растворе сульфата натрия, затем добавили 27,3 г воды и пропустили сернистый газ до образования нейтрального раствора. Полученный раствор далее прокипятили в открытом стакане до уменьшения массы на 57% и охладили до 25°C, что привело к образованию 35,42 г осадка декагидрата сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Вычислите массу исходной навески, если известно, что соотношение масс раствора до охлаждения и после него равно 9417:5875, а растворимость безводного сульфата натрия при 25°C равна 27,8 г на 100 г воды. Ответ укажите в граммах и округлите до десятых.

**Решение:**

Введем обозначения:

I. Раствор, полученный растворением навески пероксида натрия в 8%-ном растворе сульфата натрия;

II. Раствор, полученный добавлением 27,3 г воды и пропуском сернистого газа;

III. Раствор, полученный кипячением раствора II;

IV. Раствор после выпадения кристаллогидрата из раствора III.

Рассчитаем массовую долю сульфата натрия в насыщенном растворе IV:

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{IV}} = \frac{27,8}{127,8} = 0,2175$$

Рассчитаем долю сульфата натрия в кристаллогидрате:

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в кр/г}} = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{142}{322} = 0,441$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в кр/г}} = 0,441 \cdot 35,42 = 15,62 \text{ г}$$

$$\text{Пусть } m(\text{раствора III}) = x \text{ г, тогда } m(\text{раствора IV}) = \frac{x \cdot 5875}{9417} = 0,6239x;$$

После выпадения кристаллогидрата масса раствора III уменьшилась на 35,42 г, составим уравнение:

$$0,6239x = 35,42$$

$$x = 94,177$$

$$m(\text{раствора IV}) = 94,177 - 35,42 = 58,757 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{IV}} = 58,757 \cdot 0,2175 = 12,78 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора III}) = 94,177 \text{ г,}$$

Рассчитаем массу сульфата натрия в растворе III:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{III}} = m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{IV}} + m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в кр/г}} = 12,78 + 15,62 = 28,4 \text{ г}$$

обозначим массу раствора II за  $y$  г, составим уравнение:

$$y - 0,57y = 94,177$$

$$y = 219$$

$$m(\text{раствора II}) = 219 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора II}) = m(\text{исх. р-ра } (\text{Na}_2\text{SO}_4) + m(\text{Na}_2\text{O}_2) + m(\text{доб. воды}) + m(\text{SO}_2)$$

Пусть количество исходной навески пероксида натрия  $z$  моль, тогда исходя из уравнения реакции вступило  $z$  моль сернистого газа и образовалось  $z$  моль сульфата натрия.

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в исх. 8\% р-ре}} = \frac{28,4}{142} - z = 0,2 - z \text{ моль;}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в исх. 8\% р-ре}} = 142(0,2 - z) \text{ г;}$$

$$m(\text{исх. р-ра } \text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{142(0,2 - z)}{0,08} = 1775(0,2 - z)$$

Составим уравнение:

$$219 = 1775(0,2 - z) + 78z + 27,3 + 64z$$

$$219 = 355 - 1775z + 78z + 27,3 + 64z$$

$$1633z = 163,3$$

$$z = 0,1$$

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 0,1 \cdot 78 = 7,8 \text{ г}$$