

Задания 1 тура интернет-олимпиады 2019-20 (9-10 кл) с ответами

Задача 1

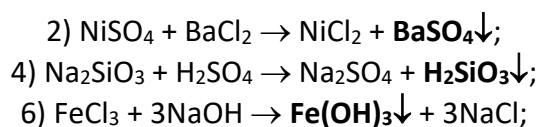
Выберите реакции, которые в водном растворе протекают до конца:

- 1) $\text{NaCl} + \text{KBr} \rightarrow \dots$
- 2) $\text{NiSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \dots$
- 3) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{MgSO}_4 \rightarrow \dots$
- 4) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- 5) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{HBr} \rightarrow \dots$
- 6) $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
- 7) $\text{CuBr}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots$
- 8) $\text{RbOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$

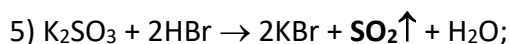
Ответы запишите в порядке возрастания, без пробелов и знаков препинания.

Решение:

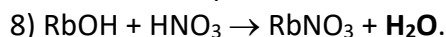
В водном растворе до конца протекают реакции ионного обмена, в результате которых:
- образуется осадок:



- выделяется газ:



- образуется слабый электролит или неэлектролит:



Ответ: 24568

Задача 2

Соединение, изображенное на фотографии, получено постепенным добавлением раствора гидроксида натрия к раствору ацетата хрома (III). Содержание хрома в этом веществе 23,32%.



Запишите формулу этого вещества. Не забывайте, что все символы пишутся латинскими буквами. Индексы записывайте строчными цифрами. Например: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Решение:

В результате добавления щелочи к раствору соли хрома может выпасть в осадок гидроксид хрома, а в избытке щелочи могут образоваться комплексные соли $\text{NaCr}(\text{OH})_4$ или $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$. Найдем массовые доли хрома в этих соединениях:

Вещество	M(вещества), г/моль	$\omega(\text{Cr})$, % (масс.)
$\text{Cr}(\text{OH})_3$	103	50,48
$\text{NaCr}(\text{OH})_4$	143	36,36
$\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$	223	23,32

Таким образом, на фотографии – $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$.

Можно решать задачу и другими путями. Например, предположив, что в формульной единице содержится 1 атом хрома, найдем молярную массу соединения:

$$M = M(\text{Cr})/\omega(\text{Cr}) = 52/0,2332 = 223 \text{ г/моль.}$$

На остальные элементы приходится $223 - 52 = 171$ г/моль. Если предположить, что вещество не содержит натрия и является каким-то гидроксидом хрома, то при попытке найти число OH-групп получим

$$n(\text{OH}) = M/M(\text{OH}) = 171/17 = 10,$$

что никак невозможно.

Допустим, вещество – гидрат гидроксида хрома, т.е. содержит в структуре молекулы воды. Попробуем посчитать, сколько молекул воды может быть в составе формульной единицы.

Число OH-групп	Число молекул воды
1	8,6
2	7,6
3	6,7
4	5,7
5	4,8
6	3,8

Очевидно, что ничего разумного мы не получили (на самом деле можно было проверить только вариант с 3 OH-группами – степень окисления хрома в этих условиях не будет меняться).

Значит, вещество содержит также натрия. Проверим разное количество атомов натрия в формульной единице.

Число атомов натрия	M(остатка), г/моль	остаток
1	148	ничего разумного
2	125	ничего разумного
3	102	6 OH-групп

Конечно, такой способ более громоздок, и стоит научиться решать задачи быстро и экономно. Но он тоже имеет право на существование.

Ответ: $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$

Задача 3

Посмотрите фильм по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=k017Ub6sJFk>

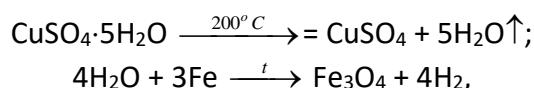
В пробирку поместили 5,0 г медного купороса. Пробирку заткнули резиновой пробкой с длинной железной газоотводной трубкой. Затем вещество в пробирке нагрели до 200°C , а железную трубку нагрели до красного каления. Какой объем газа (н.у.) получится на выходе из железной трубки? Округлите до целых.

Решение:

Количество медного купороса:

$$v(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m/M = 5/250 = 0,02 \text{ моль.}$$

Согласно уравнениям реакций



на 1 моль медного купороса выделяется 5 моль воды, а на каждый моль воды выделяется 1 моль водорода. Т. е. количество водорода 5 моль на 1 моль медного купороса, или 0,1 моль на 0,02 моль медного купороса. Это составит

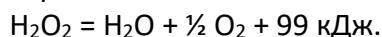
$$V(\text{H}_2) = v \cdot V_m = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ л.}$$

Ответ: 2

Задача 4

В стакан, содержащий 100,0 г 34%-ного раствора пероксида водорода, добавили 0,2 г оксида марганца (IV). Немедленно началась бурная реакция; содержимое стакана разогрелось до 105°C.

Определите массу жидкости, которая осталась в стакане после окончания реакции



вещество	Температура кипения, °C	Теплота испарения, кДж/г
H ₂ O	100	2,26
H ₂ O ₂	150,2	4,0

Ответ округлите до десятых долей.

Решение:

Масса пероксида водорода

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega = 100,0 \cdot 0,34 = 34 \text{ г.}$$

Масса воды, соответственно, равна $100 - 34 = 66 \text{ г.}$

Количество пероксида водорода

$$v(\text{H}_2\text{O}_2) = m/M = 34/34 = 1 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции, при разложении такого количества пероксида водорода выделяется 0,5 моль кислорода, т.е.

$$m(\text{O}_2) = M \cdot v = 32 \cdot 0,5 = 16 \text{ г.}$$

При разложении 1 моль пероксида водорода выделяется 99 кДж теплоты, за счет которой может испариться вода массой

$$m(\text{H}_2\text{O}) = Q/Q_{\text{исп}} = 99/2,26 = 44,47 \text{ г.}$$

Испарение пероксида водорода не происходит, т.к. температура 105°C для этого недостаточна (см. значения температур кипения)¹.

В стакане остается жидкость массой

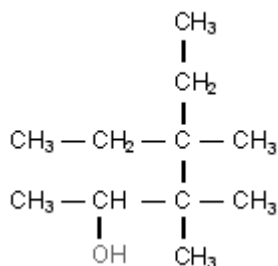
$$m = m(\text{р-ра}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 16 - 44,47 = 39,53 \text{ г,}$$

а также MnO₂ (который жидкостью не является, следовательно, его масса не учитывается).

Ответ: 39,5

Задача 5

Дайте название изображенному веществу по систематической номенклатуре.



Помните, что при записи названия пробелы между знаками препинания (дефисы, запятые), буквами и цифрами не ставятся. Например: 3,4-диметилпентен-4-он-2.

Ответ: 3,3,4-триметил-4-этилгексанол-2

¹ На самом деле частичное испарение жидкостей происходит и ниже температуры кипения. Так, в воздухе при любой температуре (в том числе ниже 100°C!) содержится некоторое количество водяного пара. Но при решении подобных задач, где речь идет о быстром процессе, подобными небольшими эффектами можно пренебречь.