

Задание 10-1.

В 100 г раствора с массовой долей NaBr $\omega_1 = 20\%$ соли добавили 272 мл ($\rho = 1,1029$ г/мл) с молярной концентрацией $C(\text{NaBr}) = 1,07$ моль/л. Определите несколькими способами массовую долю соли полученного раствора.

Решение:

1. Определение массы второго раствора и массовой доли соли

$$m_2 = V \times \rho = 272 \times 1,1029 = 300 \text{ г.}$$

$$\omega_2 = C(\text{NaBr}) \times M_r(\text{NaBr}) / \rho = (1,07 \times 103 / 1102,9) \times 100\% = 10\%$$

2. Определите массовой доли соли полученного раствора *с помощью расчетной формулы*

$$\text{Вспользуемся формулой } \omega = (\omega_1 \times m_1 + \omega_2 \times m_2) / (m_1 + m_2).$$

$$\text{Получаем } \omega = (0,2 \times 100 + 0,1 \times 300) / (100 + 300) = 0,125$$

Ответ: 12,5%

3. Определение массовой доли соли полученного раствора *путем последовательных вычислений*

Сколько растворенного вещества содержится:

а) в 100 г 20%-ного раствора; $[100 \times 0,2 = 20(\text{г})]$

б) в 300 г 10%-ного раствора? $[300 \times 0,1 = 30(\text{г})]$

Сколько вещества содержится в образовавшемся растворе?

$$20 \text{ г} + 30 \text{ г} = 50 \text{ г}$$

Чему равна масса образовавшегося раствора?

$$100 \text{ г} + 300 \text{ г} = 400 \text{ г}$$

Какова процентная концентрация полученного раствора?

$$(50/400)100 = 12,5(\%)$$

Ответ: 12,5%

4. Определение массовой доли соли полученного раствора *алгебраическим методом*

Пусть x - процентная концентрация полученного раствора. В первом растворе содержится $0,2 \times 100(\text{г})$ соли, а во втором $0,1 \times 300(\text{г})$, а в полученном растворе $x \times (100 + 300)$ (г) соли. Составим уравнение:

$$0,2 \times 100 + 0,1 \times 300 = x \times (100 + 300);$$

$$x = 0,125 (12,5\%)$$

Ответ: 12,5%

Система оценивания:

1	Определение массы второго раствора и массовой доли соли	5
2	Определение массовой доли соли полученного раствора с помощью одного способа	5
3	Определение массовой доли соли полученного раствора с помощью второго способа	5
4	Определение массовой доли соли полученного раствора с помощью третьего способа	5
Итого		20 баллов

Задание 10-2. Вещества массой 5,0 г каждая: а) $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, б) Li_2O , в) FeSO_4 , г) P_2O_5 и д) NaN поместили в пять порций воды массой 95,0 г. Для каждого из полученных растворов укажите массовую долю растворенного вещества. Приведите, если нужно, уравнения химических реакций.

1. Реакций нет. Растворенное вещество - CuSO_4
 $M_r(\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}) = 249,61$ г/моль, $M_r(\text{CuSO}_4) = 159,61$ г/моль.

$$\omega = 100\% \times 5,0 \times (159,61 / 249,61) / 100 = 3,20 \%$$

2. Вещество реагирует с водой:



$M_r(\text{Li}_2\text{O}) = 30$ г/моль, $M_r(\text{LiOH}) = 48$ г/моль.

Из 5,0 г Li_2O получится $5,0 \times (48 / 30) = 8$ г LiOH .

Массовая доля LiOH – 8 %.

3. Реакции нет Массовая доля FeSO_4 – 5,0%.

4. Вещество реагирует с водой:

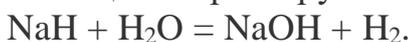


$M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) = 196$ г/моль, $M_r(\text{P}_2\text{O}_5) = 142$ г/моль.

Из 5,0 г P_2O_5 получится $5,0 \times (196 / 142) = 6,9$ г H_3PO_4 .

Массовая доля H_3PO_4 – 6,9 %.

5. Вещество реагирует с водой:



$M_r(\text{NaN}) = 24$ г/моль, $M_r(\text{NaOH}) = 40$ г/моль, $M_r(\text{H}_2) = 2$ г/моль.

Из 5,0 г NaN получится $5,0 \times (40 / 24) = 8,33$ г NaOH .

Масса раствора уменьшится за счет выделения водорода на $5,0 \times (2 / 24) = 0,42$ г.

$$\omega = 100\% \times (8,33 / (100 - 0,42)) = 8,36 \%$$

Массовая доля NaOH - 8,36 %.

Система оценивания:

1	Определение массовой доли растворенного вещества в первом растворе	4
2	Определение массовой доли растворенного вещества во-втором растворе	4
3	Определение массовой доли растворенного вещества в третьем растворе	4
4	Определение массовой доли растворенного вещества в четвертом растворе	4
5	Определение массовой доли растворенного вещества в пятом растворе	4
Итого		20 баллов

Задание 10-3. В лаборатории остались следующие твердые вещества, не растворимые в воде: Zn, CuS, S, AgCl, I₂. С помощью химических реакций с любыми реагентами необходимо получить вещества, растворимые в воде. Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания (по два способа для каждого вещества).

Примеры реакций (возможны и другие варианты):

- $I_2 + H_2 = 2I$ и $I_2 + Ca = CaI_2$.
- $AgCl + 2NH_{3\text{водн. конц.}} = [Ag(NH_3)_2]Cl$ и $AgCl + 2KCN = K[Ag(CN)_2] + KCl$
- $S + O_2 = SO_2$ и $S + 2Na = Na_2S$.
- $CuS + 8HNO_{3\text{ гор.}} = CuSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$ и $CuS + 4H_2SO_{4\text{ конц. гор.}} = CuSO_4 + 4SO_2 + 4H_2O$
- $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ и $Zn + Cl_2 = ZnCl_2$

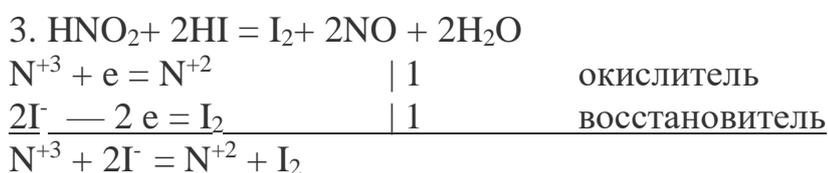
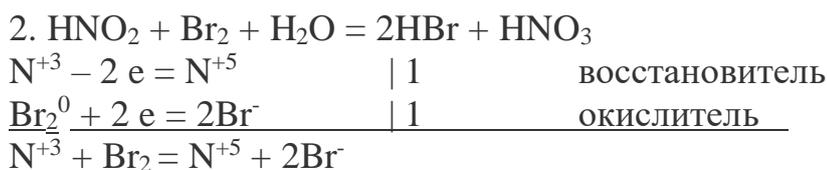
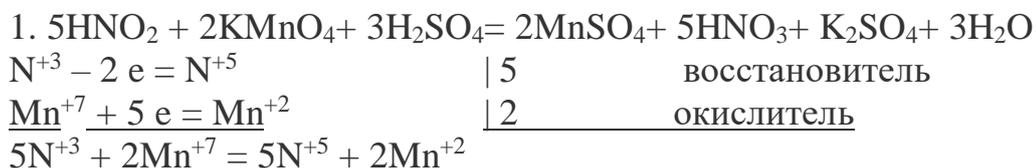
Система оценивания:

По 2 балла за каждое правильно написанное уравнение (возможны и другие варианты уравнений).

1	$I_2 + H_2 = 2I$ и	2
	$I_2 + Ca = CaI_2$.	2
2	$AgCl + 2NH_{3\text{водн. конц.}} = [Ag(NH_3)_2]Cl$ и	2
	$AgCl + 2KCN = K[Ag(CN)_2] + KCl$	2
3	$S + O_2 = SO_2$ и	2
	$S + 2Na = Na_2S$	2
4	$CuS + 8HNO_{3\text{ гор.}} = CuSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$ и	2
	$CuS + 4H_2SO_{4\text{ конц. гор.}} = CuSO_4 + 4SO_2 + 4H_2O$	2
5	$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ и	2
	$Zn + Cl_2 = ZnCl_2$	2
Итого		20 баллов

Задание 10-4. Составьте уравнения реакций KMnO_4 , бромной воды и HI с HNO_2 . Какую функцию выполняет азотистая кислота в этих окислительно-восстановительных реакциях? Почему HNO_2 может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства?

Решение.



4. HN^{+3}O_2 - Степень окисления азота в азотистой кислоте равна +3 (промежуточная степень окисления). Азот в этой степени окисления может как принимать, так и отдавать электроны, т.е. может являться как окислителем, так восстановителем.

Система оценивания:

1	За правильно написанное окислительно-восстановительное уравнение с KMnO_4 плюс 3 балла за определение окислителя и восстановителя	3 3
2	За правильно написанное окислительно-восстановительное уравнение с бромной водой плюс 3 балла за определение окислителя и восстановителя	3 3
3	За правильно написанное окислительно-восстановительное уравнение с HI плюс 3 балла за определение окислителя и восстановителя	3 3
4	Объяснение окислительно-восстановительных свойств азотистой кислоты	2
Итого		20 баллов

Задание 10-5 и задание 10-6 на выбор, то есть решаете одно из них.

Задание 10-5. Смесь двух солей А и Б, которая окрашивает пламя в жёлтый цвет, массой 20 г обработали раствором гидроксида бария при нагревании до прекращения выделения газа. При этом выделилось 2,24 л (н. у.) газа В и выпал осадок.

Газ В отлично растворяется в воде, его раствор имеет щелочную среду, а плотность газа равна 0,759 г/л.

На осадок подействовали избытком соляной кислоты, при этом осадок частично растворился и выделился газ Г объёмом 1,12 л (н.у.) и массой, которая в 6,25 раза меньше массы исходной смеси солей.

Водный раствор газа Г показал слабокислую реакцию среды. После реакции с кислотой осталось 23,3 г твёрдого остатка.

1) На основании рассуждений и расчётов определите соли А и Б, газы В и Г.

2) Найдите массы солей в исходной смеси.

3) Напишите уравнения всех описанных реакций.

Решение

Определение газа В: $n(\text{В}) = 2,24 / 22,4 = 0,1$ моль. $M(\text{В}) = 0,759 \times 22,4 = 17$ г/моль, это аммиак NH_3 . При взаимодействии солей аммония с щелочами при нагревании выделяется аммиак. Следовательно, одна из солей – это соль аммония.

Определение газа Г: $n(\text{Г}) = 1,12 / 22,4 = 0,05$ моль, $m(\text{Г}) = 20 / 6,25 = 3,2$ г, $M(\text{Г}) = 3,2 / 0,05 = 64$ г/моль, такая молярная масса подходит для SO_2 , водный раствор которого является слабой кислотой.

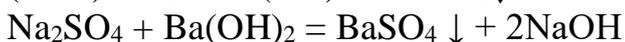
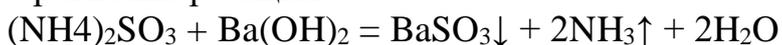
Отсюда следует, что одна из солей – это сульфит, который растворился в соляной кислоте. Но часть осадка не растворилась, значит, это сульфат бария. $n(\text{BaSO}_4) = 23,3 / 233 = 0,1$ моль. Предположительно, в исходной смеси было 0,1 моль сульфата. Из расчётов следует, что в исходной смеси было 0,05 моль сульфита и 0,1 моль сульфата. Так как исходная смесь солей окрашивает пламя в жёлтый цвет, то одна из солей – это соль натрия.

Возможны следующие соли (А и Б):

Na_2SO_4 количеством вещества 0,1 моль и массой $142 \times 0,1 = 14,2$ г,

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ количеством вещества 0,05 моль и массой $116 \times 0,05 = 5,8$ г.

Уравнения реакций:

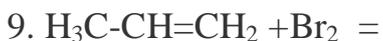
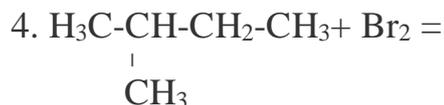
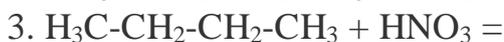


Система оценивания:

1	Определение газа NH_3 с расчетами.	3
---	---	---

2	Определение газа SO ₂ с расчетами.	3
3	Определение газа Na ₂ SO ₄ с расчетами.	3
4	Определение газа (NH ₄) ₂ SO ₃ с расчетами.	3
5	За уравнение (NH ₄) ₂ SO ₃ + Ba(OH) ₂ = BaSO ₃ ↓ + 2NH ₃ ↑ + 2H ₂ O	2
6	За уравнение Na ₂ SO ₄ + Ba(OH) ₂ = BaSO ₄ ↓ + 2NaOH	2
7	За уравнение BaSO ₃ ↓ + 2HCl = BaCl ₂ + SO ₂ ↑ + H ₂ O	2
8	Определение массы солей в смеси	2
Итого		20 баллов

Задание 10-6. По левой части уравнения с коэффициентами восстановите формулы веществ и коэффициенты перед ними в правой части уравнения реакции.

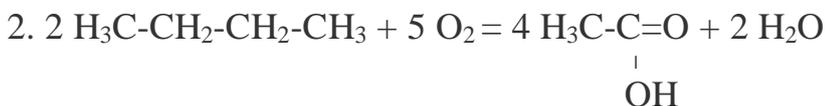
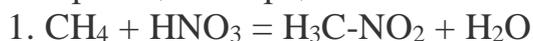


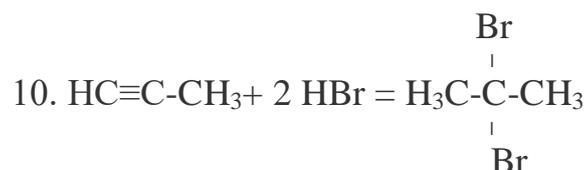
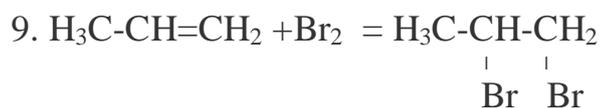
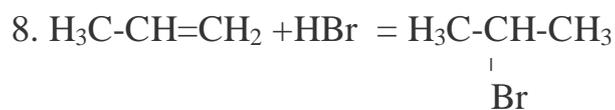
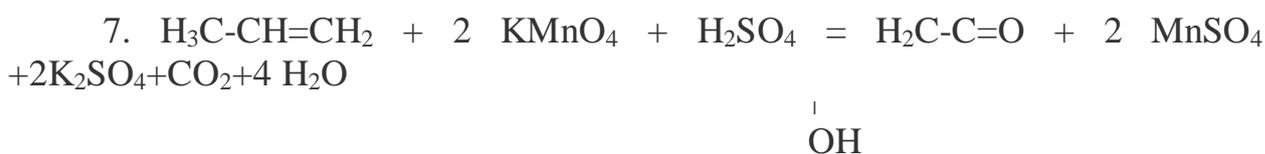
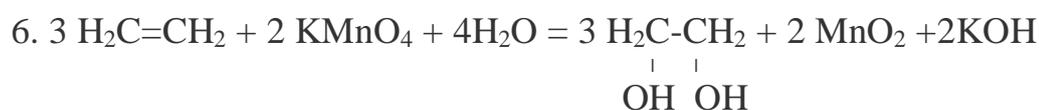
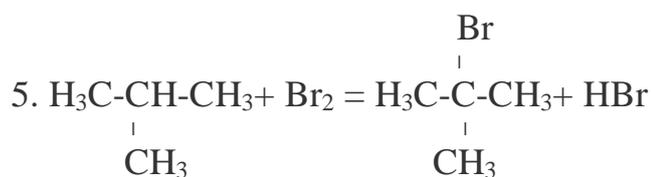
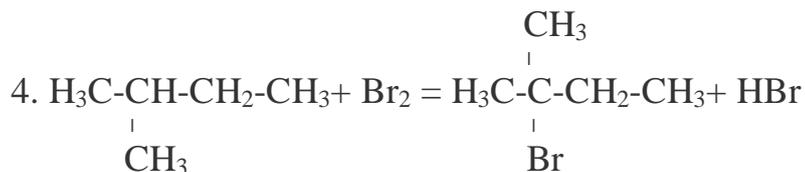
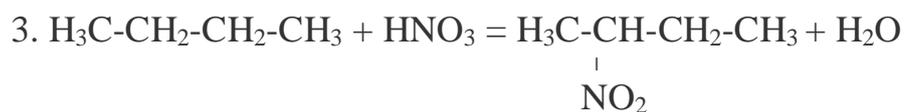
11. Реакция Вюрца

12. Реакция Коновалова

Система оценивания:

По 1 баллу за правильно написанное химическое уравнение. По 5 баллов за реакции Вюрца и Коновалова





Реакция Вюрца (удлинение углеродной цепи алканов) при нагревании



Реакция Коновалова (нитрование алканов) при $t=110-140^\circ\text{C}$.

