

**Ключи к олимпиадным заданиям заключительного этапа  
Межрегиональной химической олимпиады школьников  
имени академика П.Д. Саркисова**

**9 класс**

**Вариант № 9-1**

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

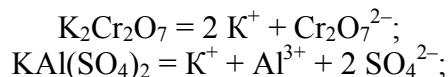
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  и дайте краткое объяснение.

**Ответ:** частица содержит 28 электронов;  $Zn^{2+}$ ,  $Ga^{3+}$ ,  $Ge^{4+}$ ,  $As^{5+}$ ,  $Se^{6+}$ ,  $Br^{7+}$  ( $Kr^{8+}$ ).

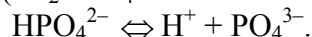
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $HCOOH$ ,  $KAl(SO_4)_2$ . Какие из этих веществ диссоциируют в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

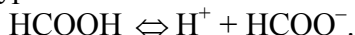
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $K_2Cr_2O_7$  и  $KAl(SO_4)_2$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$Na_2HPO_4$  диссоциирует как сильный ( $Na_2KPO_4 = 2 Na^+ + HPO_4^{2-}$ ) и как слабый электролит:



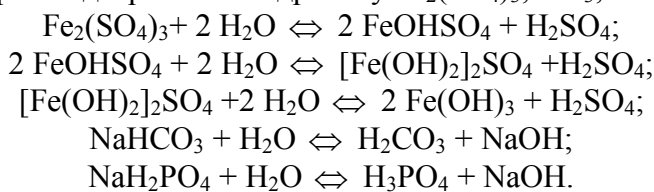
Спирт не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



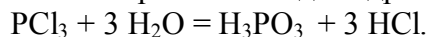
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $PCl_3$ ,  $C_2H_2$ ,  $NaHCO_3$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

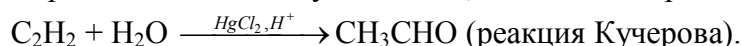
**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $PCl_3$ ,  $NaHCO_3$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуется  $PCl_3$ :



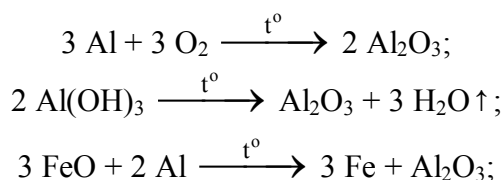
Ацетилен без катализатора не взаимодействует с водой, но возможна реакция ее присоединения:

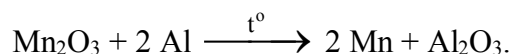
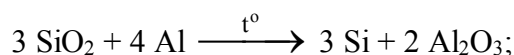
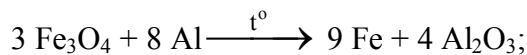


За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

4. Напишите **пять уравнений** различных химических реакций, в результате которых получается **оксид алюминия** с указанием условий их проведения.

**Ответ:**

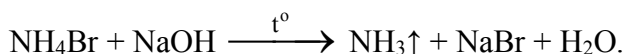




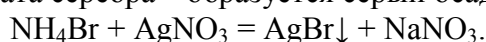
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы **бромид аммония и карбоната натрия**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

**Ответ.** Ион аммония определяется с помощью лакмусовой бумажки при действии щелочи на раствор  $\text{NH}_4\text{Br}$  при нагревании:



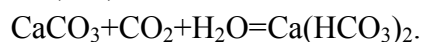
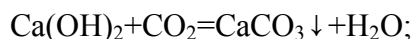
Натрий определяется по желтой окраске пламени. Для определения бромид-ионов можно подействовать раствором нитрата серебра – образуется серый осадок  $\text{AgBr}$ :



Можно также окислить бромид-ион до свободного брома:

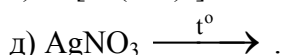
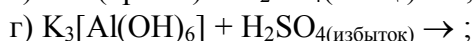
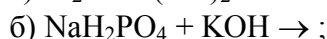


Карбонат ион определяется действием хлороводородной кислоты с последующим пропуском образующегося углекислого газа через насыщенный раствор гидроксида кальция:

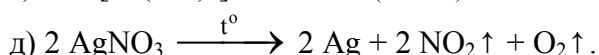
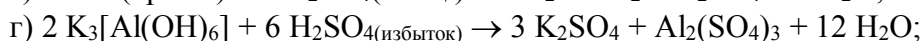
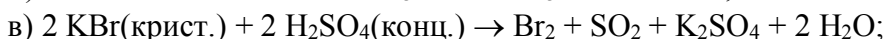
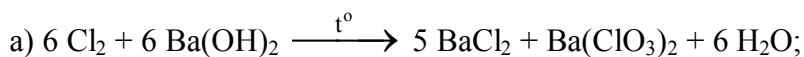


Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:



**Ответ.**

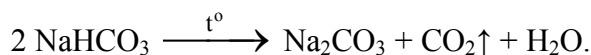


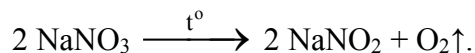
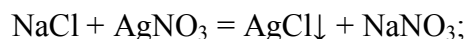
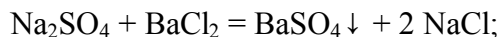
Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**

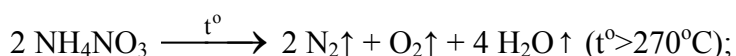
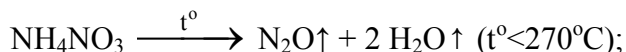




Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

8. Содержание азота (в масс.%) в неорганическом соединении в 7 раз больше, чем водорода, а кислорода – в 12 больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнения протекающих при этом химических реакций.

**Решение.** Содержание водорода X, азота – 7X, кислорода – 12X.  $20X=100$ .  $X=5,0$  мас.%. Азота 35%, Кислорода – 60%.  $\text{N:H:O}=35/14:5:/1:60/16=2,5:5:3,75=2:4:3$ .  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Термическое разложение:



10 баллов выставлялось за правильное решение и написанные уравнения термического разложения. Отсутствие уравнений – минус 5 баллов.

9. В 10,0 л 23,5 мас.% раствора HCl (плотность 1,115 г/мл) растворили 1608 л (н.у.) хлороводорода. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе.

**Решение.** Масса исходного раствора  $10000 \cdot 1,115 = 11150$  г. Масса в нем HCl  $1115 \cdot 0,235 = 2620$  г. Масса 1608 л HCl  $160,8 \cdot 36,5 : 22,4 = 2620$  г. Всего HCl в растворе  $2620 \cdot 2 = 5240$  г. Масса конечного раствора  $11150 + 2620 = 13770$ . Массовая доля HCl  $5240 : 13770 = 0,3805$  или 38,05 %.

**Ответ: 38,0 % HCl.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **38,0±0,5 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

10. Определите массу воды (в г), в которой нужно растворить 40,47 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 5,65 мас.% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Решение.** X – масса воды. Всего воды в растворе  $X + (40,47 \cdot 180) / 286 = X + 25,47$  г. Масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в кристаллогидрате  $(40,47 \cdot 106) / 286 = 15,0$  г. Масса 5,65 мас.% раствора  $15 : 0,0565 = 265,49$  г. Требуемое количество воды:  $265,49 - 40,47 = 225,02$  г. **Ответ: 225,0 г воды.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **225±2 г**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

## Вариант № 9-2

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

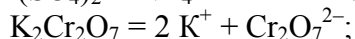
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6$  и дайте краткое объяснение. **Ответ.** Частица содержит 10 электронов –  $Ne^0$ . Ионы  $C^{4-}$ ,  $N^{3-}$ ,  $O^{2-}$ ,  $F^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Si^{4+}$ ,  $P^{5+}$ ,  $S^{6+}$ ,  $Cl^{7+}$ .

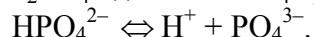
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $KH_2PO_4$ ,  $NH_4Fe(SO_4)_2$ ,  $HCOOH$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $C_6H_{12}O_6$ . Какие из этих веществ диссоциируют в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

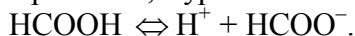
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $NH_4Fe(SO_4)_2$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$KH_2PO_4$  диссоциирует как сильный ( $KH_2PO_4 = K^+ + H_2PO_4^-$ ) и как слабый электролит:



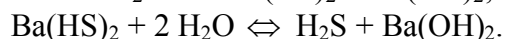
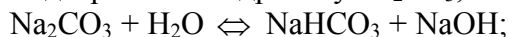
Глюкоза (фруктоза) не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



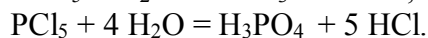
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $Na_2SO_3$ ,  $PCl_5$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $BaS$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $Na_2SO_3$ ,  $PCl_5$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $BaS$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуете  $NF_3$ :

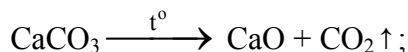
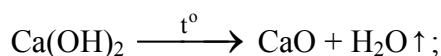
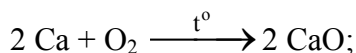


Гидроксид железа (III) мало растворим (*нерастворим*) и гидролизу не подвергается.

За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

4. Напишите пять уравнений различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид кальция** с указанием условий их проведения.

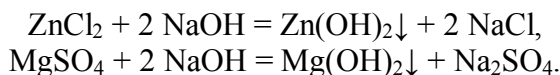
**Ответ:**



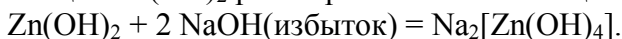
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы **хлорида цинка и сульфата магния**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

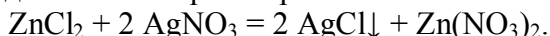
**Ответ.** При действии щелочи на водные растворы хлоридов металлов выпадают белые осадки оснований:



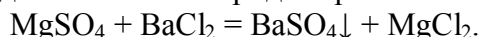
В отличие от гидроксида кальция  $\text{Zn(OH)}_2$  растворяется в избытке щелочи:



Хлорид-ионы определяются добавлением раствора азотнокислого серебра.

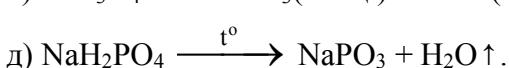
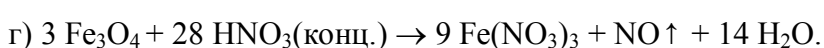
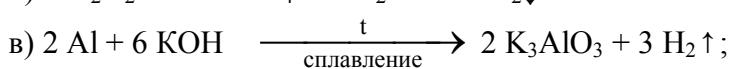
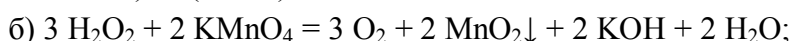
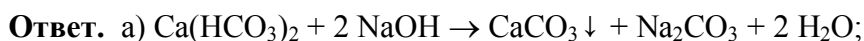
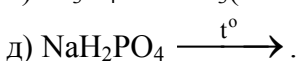
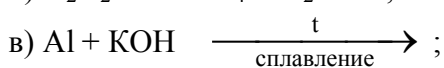
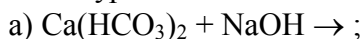


Сульфат-ионы определяются добавлением хлорида бария:



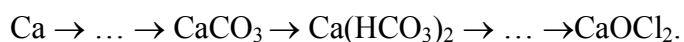
10 баллов выставлялось при условии обнаружения **всех ионов**. Причем оценка **снижалась**, если не отмечались амфотерные свойства гидроксида цинка и не приводилось уравнение реакции растворения гидроксида цинка в избытке раствора щелочи (- 2 балла). Эта реакция иллюстрирует **главное отличие** свойств соединений цинка от соединений магния.

6. Напишите уравнения химических реакций:

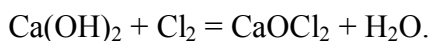
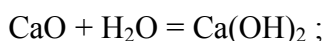
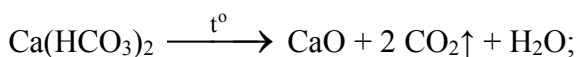
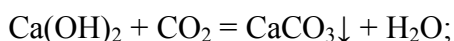
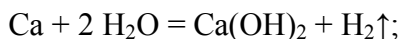


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**

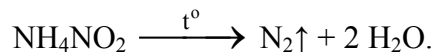


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

8. Неорганическое вещество содержит 43,75 мас.% азота, а содержание водорода в нем в 8 раз меньше, чем кислорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.**

Содержание водорода X, кислорода – 8X.  $9X=100-43,75=56,25$ . X=6,25 мас.%. Кислорода – 50%.  
N:H:O=43,75/14=6,25/1:50/16=3,125:6,25:3,125.  $\text{NH}_2\text{O}$  или  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ . Термическое разложение:



10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

9. В 2,0 л 23,22 масс.% раствора HCl (плотность 1,10 г/мл) растворили 270,0 л (н.у.) хлороводорода. Рассчитайте массовую долю (в %) кислоты в полученном растворе.

**Решение.** Масса исходного раствора  $2000 \cdot 1,1=2200$  г. Масса в нем HCl  $2200 \cdot 0,2322=510,8$  г. Масса 270,0 л HCl  $270,0 \cdot 36,5:22,4=440,0$  г. Всего HCl в растворе  $440,0+510,8=950,8$  г. Масса конечного раствора  $2200+440=2640$ . Массовая доля HCl  $950,8:2640=0,360$  или 36,0 %

**Ответ: 36,0 % HCl.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **36,0±0,5 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

10. Рассчитайте массу воды (в г), которую необходимо добавить к 250 мл 12 мас.% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (плотность 1,08 г/мл), чтобы получить 4,5 мас.% раствор этой кислоты.

**Решение.** Масса исходного раствора  $250 \cdot 1,08=270$  г. Масса в нем кислоты  $270 \cdot 0,12=32,4$  г. Масса конечного раствора равна  $32,4:0,045=720$  г. Масса воды  $720-270=450$  г. **Ответ: 450 г  $\text{H}_2\text{O}$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **450±2 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

### № 9-3

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

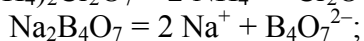
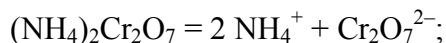
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  и дайте краткое объяснение.

**Ответ.** Частица содержит 18 электронов: атом Ar, ионы  $Si^{4-}$ ,  $P^{3-}$ ,  $S^{2-}$ , Cl,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Sc^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $V^{5+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Mn^{7+}$ ,  $Fe^{8+}$  ( $FeO_4$ ).

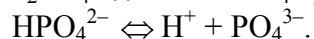
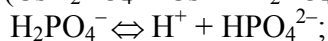
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $HCOOH$ ,  $CH_3OH$ ,  $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ,  $CsH_2PO_4$ ,  $Na_2B_4O_7$ . Какие из этих веществ диссоциируют в разбавленных водных растворах. Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ,  $Na_2B_4O_7$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$CsH_2PO_4$  диссоциирует как сильный ( $CsH_2PO_4 = Cs^+ + H_2PO_4^-$ ) и как слабый электролит:



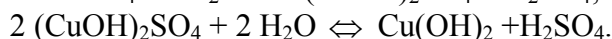
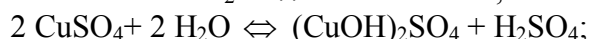
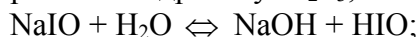
Спирт не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



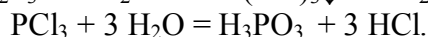
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $Al_2S_3$ ,  $NaI$ ,  $NaIO$ ,  $PI_3$ ,  $C_6H_5OH$ ,  $CuSO_4$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $Al_2S_3$ ,  $NaIO$ ,  $PI_3$ ,  $CuSO_4$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуются  $Al_2S_3$  и  $PCl_3$ :

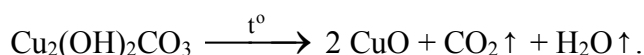
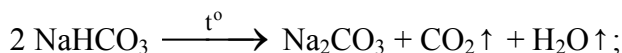
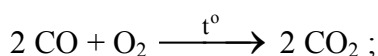
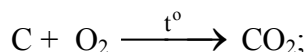


Фенол не подвергается гидролизу в водных растворах.

За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

4. Напишите пять уравнений различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид углерода (IV)** с указанием условий их проведения.

**Ответ:**

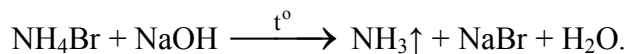




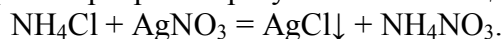
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. В лаборатории в двух банках без этикеток имеются кристаллические **хлорид аммония и нитрит натрия**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в их растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

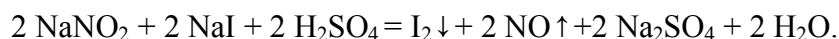
**Ответ.** Ион аммония определяется с помощью лакмусовой бумажки при действии щелочи на раствор  $\text{NH}_4\text{Br}$  при нагревании:



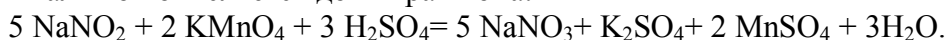
Натрий определяется по желтой окраске пламени. Для определения хлорид-ионов можно подействовать раствором нитрата серебра – образуется белый осадок  $\text{AgCl}$ :



Нитрит ион в растворах проявляет окислительные свойства, восстанавливаясь до  $\text{NO}$ :

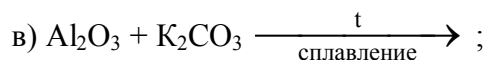
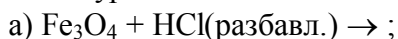


Перманганатом калия он окисляется до нитрат-иона:

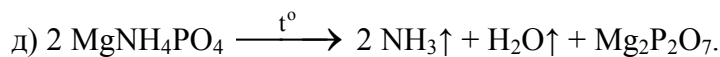
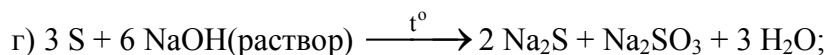
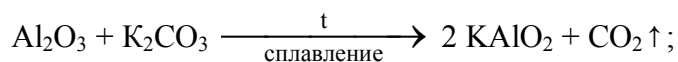
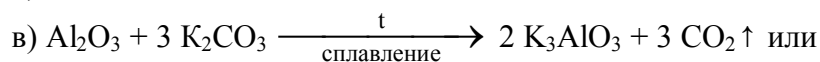
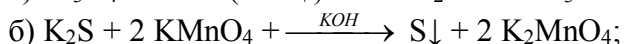
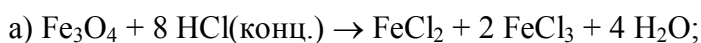


Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставилось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:

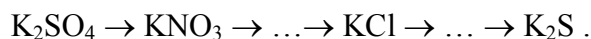


**Ответ.**

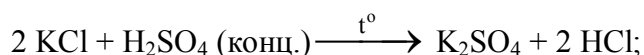
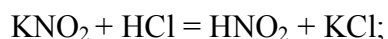
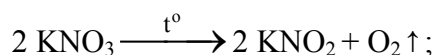
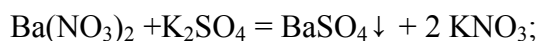


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**



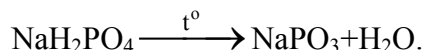




Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

8. Неорганическое вещество содержит 53,33 мас.% кислорода и 25,83 мас.% фосфора, а содержание натрия (в масс.%) в нем в 11,5 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.** Содержание водорода – X масс.%. Натрия – 11,479X. Тогда  $12,5X = 100 - (53,33 + 25,83)$ . X=1,67. Натрия – 19,17 %. O:P:Na:H = 53,33/16:25,83/31:19,17/23:1,67/1 = 3,33:0,833:0,833:1,67=4:1:1:2.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Термическое разложение:



10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

9. В 5 л 22 масс.% раствора аммиака (плотность 0,916 г/мл) растворили 1106 л (н.у.) аммиака. Рассчитайте массовую долю (в %) аммиака в полученном растворе.

**Решение.** Масса исходного раствора  $5000 \cdot 0,916 = 4580$  г. Масса в нем аммиака  $4580 \cdot 0,22 = 1007,6$  г. Масса 1106 л аммиака  $1106 \cdot 17:22,4 = 839,375$  г. Всего аммиака в растворе  $1007,6 + 839,375 = 1846,975$  г. Масса конечного раствора  $4580 + 839,375 = 5419,375$ . Массовая доля  $\text{NH}_3$   $1846,975:5419,375 = 0,340$  или 34,0 %. **Ответ: 34,0 %  $\text{NH}_3$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **34±0,3 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

10. Определите, к какому объему (в мл) 30 мас.% раствора  $\text{HNO}_3$  (плотность 1,18 г/мл) необходимо добавить 250 мл 14 мас.% раствора (плотность 1,08 г/мл) этой кислоты, чтобы получить 22,02 мас.% раствор азотной кислоты.

**Решение.** Масса 250 мл 14% раствора  $250 \cdot 1,08 = 270$  г. Масса в нем кислоты  $270 \cdot 0,14 = 37,8$  г. X – объем 30% раствора. Его масса  $1,18X$ . Содержание в нем кислоты  $1,18 \cdot 0,3X = 0,354X$ . Масса конечного раствора равна  $270 + 1,18X$ . Содержание кислоты в конечном растворе  $37,8 + 0,354X$ . Уравнение:  $0,2202 = (37,8 + 0,354X) / (270 + 1,18X)$ . X=230 мл.

**Ответ 230 мл 30% раствора  $\text{HNO}_3$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **230±2 мл**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

### Вариант № 9-4

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

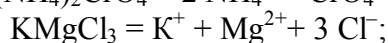
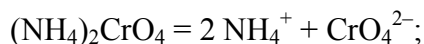
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ . **Ответ.** Частица содержит 12 электронов:  $Mg^0$ , от  $(Al^+)$ ,  $(Si^{2+})$ ,  $P^{3+}$ ,  $S^{4+}$ ,  $Cl^{5+}$ ,  $(Ar^{6+})$ .

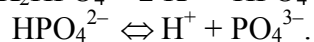
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $C_6H_{12}O_6$ ,  $CH_3COOH$ ,  $(NH_4)_2CrO_4$ ,  $K_2HPO_4$ ,  $KMgCl_3$ . Какие из этих веществ диссоциируют в разбавленных водных растворах. Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

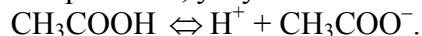
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $(NH_4)_2CrO_4$ ,  $KMgCl_3$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$K_2HPO_4$  диссоциирует как сильный ( $K_2HPO_4 = 2 K^+ + HPO_4^{2-}$ ) и как слабый электролит:



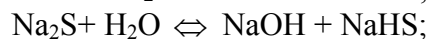
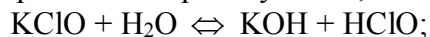
Глюкоза (фруктоза) не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $KClO_4$ ,  $KClO$ ,  $KCl$ ,  $Na_2S$ ,  $NCl_3$ ,  $C_2H_5OH$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $KClO$ ,  $Na_2S$ ,  $NCl_3$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуются  $NCl_3$ :

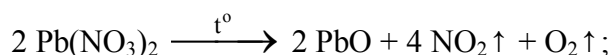
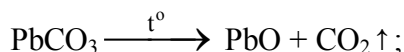
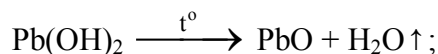
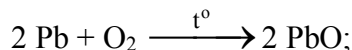


Спирт не подвергается гидролизу в водных растворах.

За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

4. Напишите пять уравнений различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид свинца (II)** с указанием условий их проведения.

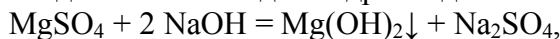
**Ответ:**



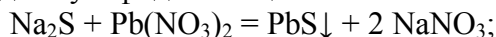
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. В лаборатории в двух банках без этикеток имеются водные растворы **сульфида натрия и сульфата магния**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

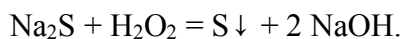
**Ответ.** Натрий определяется по желтой окраске пламени. При действии щелочи на водный растворы сульфата магния выпадает белый осадок гидроксида:



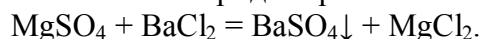
который не растворяется в избытке щелочи. Сульфид-ион определяется добавлением нитрата свинца – выпадает черный осадок сульфида свинца:



Этот ион также определяется его окислением до свободной серы:

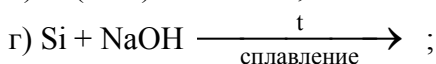
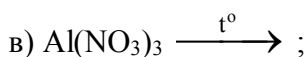
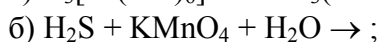


Сульфат-ионы определяются добавлением хлорида бария:

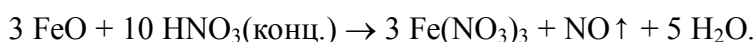
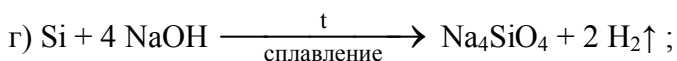
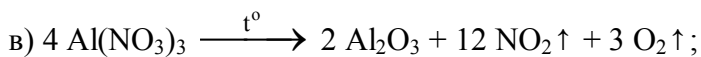
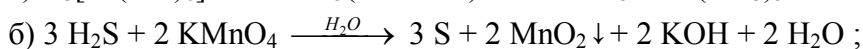
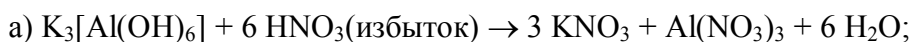


Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставилось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:

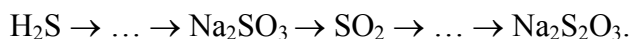


**Ответ.**

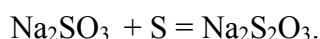
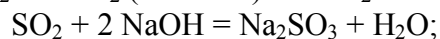
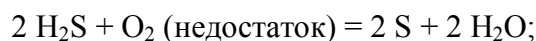


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**



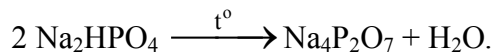
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

8. Неорганическое вещество содержит 45,070 мас.% кислорода и 32,395 мас.% натрия, а фосфора (в масс.%) в нем в 31 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.** Содержание водорода – X масс.%. Фосфора – 31X.  $32X=100-(45,070+32,395)$ . X=0,704%. Фосфора- 21,83%.

O:Na:P:H=45,070/16:32,395/23:21,83/31:0,70/1 = 2,82:1,41:0,70:0,70= 4:2:1:1.

Вещество – **Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>**. Термическое разложение:



10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

9. В 600 мл 10 масс.% раствора HCl (плотность 1,05 г/мл) растворили 37,8 л (н.у.) хлороводорода. Рассчитайте массовую долю (в %) кислоты в полученном растворе.

**Решение.** Масса исходного раствора  $600 \cdot 1,05 = 630$  г. Масса в нем HCl  $630 \cdot 0,1 = 63$  г. Масса 37,8 л HCl  $37,8 \cdot 36,5 : 22,4 = 61,59$  г. Всего HCl в растворе  $63,0 + 61,59 = 124,59$  г. Масса конечного раствора  $630 + 61,59 = 691,59$ . Массовая доля HCl  $124,59 : 691,59 = 0,18$  или 18,0 % .

**Ответ: 18,0 % HCl.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **18,0±0,3 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

10. Определите, в каком объеме (в мл) 10 масс.% раствора CuSO<sub>4</sub> (плотность 1,125 г/мл) необходимо растворить 25,0 г CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, чтобы получить 15,4 мас.% раствор (плотность 1,08 г/мл) сульфата меди.

**Решение.**

X – объем 10% раствора. Его масса 1,125X. Содержание в нем соли  $1,125 \cdot 0,1X = 0,1125X$ . Масса конечного раствора равна  $25 + 1,125X$ . Содержание соли в 25 г кристаллогидрата равно  $25 \cdot 160 / 250 = 16$  г. Содержание соли в конечном растворе  $16 + 0,1125X$ . Уравнение:

$$0,154 = (16 + 0,1125X) / (25 + 1,125X). X = 200 \text{ мл}.$$

**Ответ: 200 мл 10 масс.% раствора CuSO<sub>4</sub>** . Плотность 15,4 мас.% раствора **не используется** в расчетах.

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **200±2 мл**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

### Вариант № 9-5

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$  и дайте краткое объяснение.

**Ответ.** Частица содержит 21 электрон. Ионы ( $Ti^+$ ),  $V^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ .

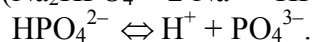
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $Na_2HPO_4$ ,  $C_6H_5COOK$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $NH_3$ ,  $CH_3OH$ . Какие из этих веществ диссоциируют в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

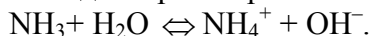
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $C_6H_5COOK$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$Na_2HPO_4$  диссоциирует как сильный ( $Na_2HPO_4 = 2 Na^+ + HPO_4^{2-}$ ) и как слабый электролит:



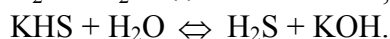
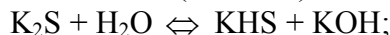
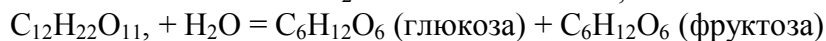
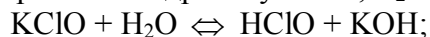
Метанол не является электролитом. В водном растворе аммиака протекает обратимая реакция:



За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $KClO$ ,  $C_2H_5COOH$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $BF_3$ ,  $K_2S$ ,  $FeS$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $KClO$ ,  $C_2H_5COOH$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $BF_3$ ,  $K_2S$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуете  $BF_3$ :

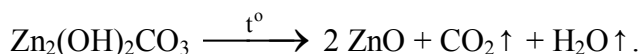
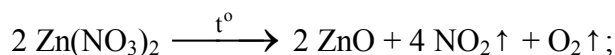
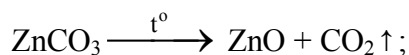
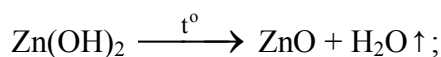
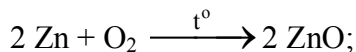


Сульфид железа мало растворим (*нерастворим*) и гидролизу не подвергается.

За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

4. Напишите **пять уравнений** различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид цинка** с указанием условий их проведения.

**Ответ:**



Возможны и другие химические реакции. Каждое уравнение реакции оценивалось максимально в 2 балла. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – 1 балл.

5. В лаборатории в двух банках без этикеток имеются водные растворы **хлоридов железа (II) и железа (III)**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

**Ответ.** Хлорид-ион определяется действием нитрата серебра:  $\text{Cl}^- + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NO}_3^-$ .

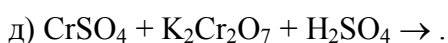
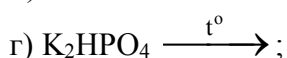
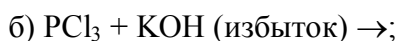
Соединения железа (II) проявляют восстановительные, а железа (III) - окислительные свойства:



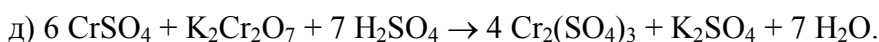
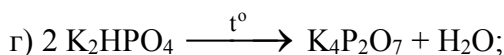
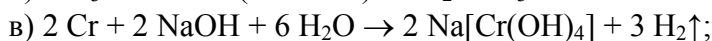
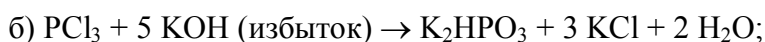
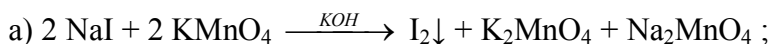
Для определения ионов железа можно использовать реакции образования гидроксидов различной окраски, берлинской лазури и турнбулевой сини. Качественной реакцией на ионы  $\text{Fe}^{3+}$  является также взаимодействие с роданидом калия или аммония.

**Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов** выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:

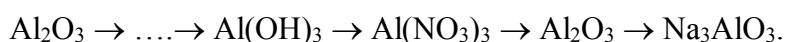


**Ответ.**

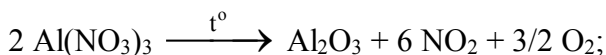
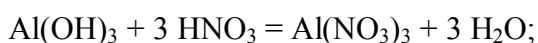
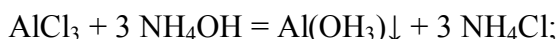
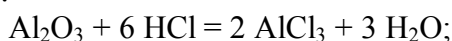


**Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла.** Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**



**Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций.** Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

8. Неорганическое вещество содержит 10,22 мас.% азота, 46,71 мас.% кислорода и 17,52 мас.% магния, а содержание в нем фосфора (в масс.%) в 7,75 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.** Содержание фосфора и водорода равно  $100 - 10,22 - 46,71 - 17,52 = 25,55\%$ . Водорода – X%, фосфора –  $7,75X$ .  $8,75X = 25,55$ . Водорода:  $X = 2,92\%$ . Фосфора – 22,63%.

$\text{N}:\text{O}:\text{Mg}:\text{P}:\text{H} = 10,22/14 : 46,71/16 : 17,52/24 : 22,63/31 : 2,92/1 = 0,73 : 2,92 : 0,73 : 0,73 : 2,92 = 1:4:1:1:4$ .



10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

9. В 4,78 л 12,0 масс.% раствора аммиака (плотность 0,9524 г/мл) растворили 600 л (н.у.) аммиака. Рассчитайте массовую долю (в %) аммиака в полученном растворе.

**Решение.** Масса исходного раствора  $4780 \cdot 0,9524 = 4552,5$  г. Масса в нем аммиака  $4552,5 \cdot 0,12 = 546,3$  г. Масса 600 л аммиака  $600 \cdot 17:22,4 = 455,4$  г. Всего аммиака в растворе  $546,3 + 455,4 = 1001,7$  г. Масса конечного раствора  $4552,5 + 455,4 = 5007,9$ . Массовая доля  $\text{NH}_3$   $1001,7:5007,9 = 0,20$  или 20 %. **Ответ: 20,0 %  $\text{NH}_3$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **20,0±0,2 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

10. Определите, сколько г нитрата натрия необходимо добавить к 125 мл 8 мас.% раствора  $\text{NaNO}_3$  (плотность 1,05 г/мл) для получения 19,9 мас.% раствора (плотность 1,08 г/мл).

**Решение.** Масса исходного раствора  $125 \cdot 1,05 = 131,25$  г. Масса в нем  $\text{NaNO}_3$   $131,25 \cdot 0,08 = 10,5$  г. X – масса нитрата натрия. Всего в конечном растворе  $X + 10,5$  г соли. Масса конечного раствора  $131,25 + X$ . Массовая доля конечного раствора  $0,199 = (X + 10,5) / (131,25 + X)$ .  $X = 19,5$  г. **Ответ: 19,5 г.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **19,5±0,2 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения



## Вариант № 9-6

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

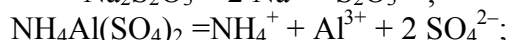
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ . **Ответ.** Частица содержит 20 электронов. Ионы  $Ti^{2+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $(Cr^{4+})$ ,  $(Mn^{5+})$ ,  $Fe^{6+}$ .

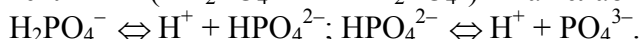
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $H_3C-C(O)-CH_3$  (ацетон),  $Na_2S_2O_3$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $NH_4Al(SO_4)_2$ . Какие из этих веществ диссоциируют в разбавленных водных растворах. Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $Na_2S_2O_3$  и  $NH_4Al(SO_4)_2$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$KH_2PO_4$  диссоциирует как сильный ( $KH_2PO_4 = K^+ + H_2PO_4^-$ ) и как слабый электролит:



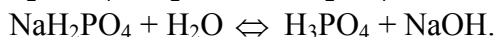
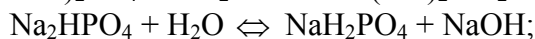
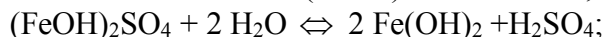
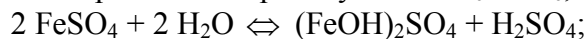
Ацетон не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



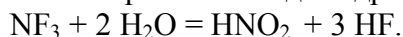
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $FeSO_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ,  $NF_3$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $RbNO_3$ , подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $FeSO_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ,  $NF_3$ ,  $Na_2HPO_4$ :



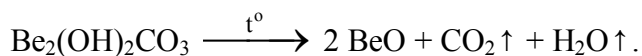
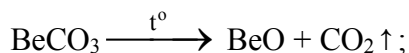
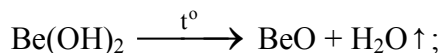
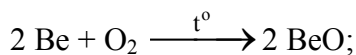
Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуется  $NF_3$ :



За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

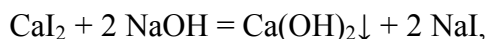
4. Напишите **пять уравнений** различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид бериллия** с указанием условий их проведения.

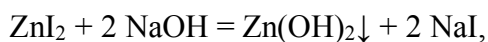
**Ответ:**



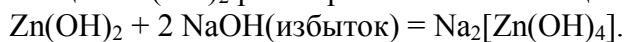
3. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы йодидов кальция и цинка. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

**Ответ.** При действии щелочи на водные растворы хлоридов металлов выпадают белые осадки оснований:

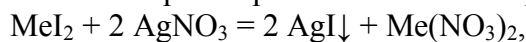




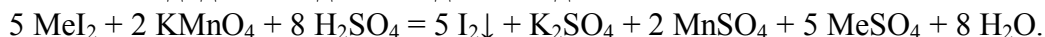
В отличие от гидроксида кальция  $\text{Zn(OH)}_2$  растворяется в избытке щелочи:



Йодид-ионы определяются добавлением раствора азотнокислого серебра.

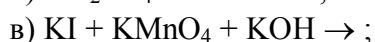
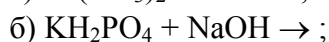
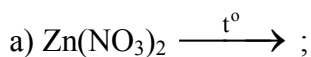


а также окислением йодид-ионов до свободного йода:

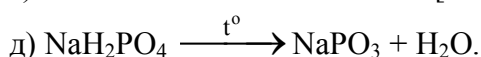
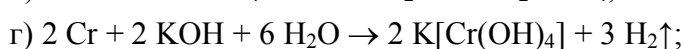
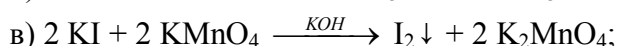
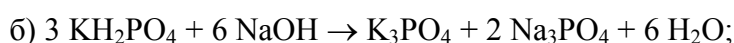
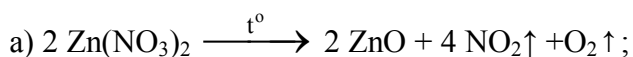


Возможны и другие реакции идентификации ионов, при протекании которых в осадок выпадают малорастворимые соли кальция и цинка. 10 баллов выставлялось при условии обнаружения **всех ионов**. Причем оценка **снижалась**, если не отмечались амфотерные свойства гидроксида цинка и не приводилось уравнение реакции растворения гидроксида цинка в избытке раствора щелочи (- 2 балла). Эта реакция иллюстрирует **главное отличие** свойств соединений цинка от соединений кальция.

6. Напишите уравнения химических реакций:

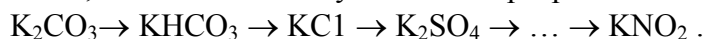


**Ответ.**

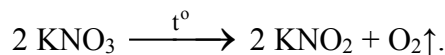
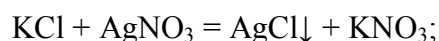
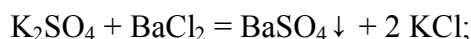
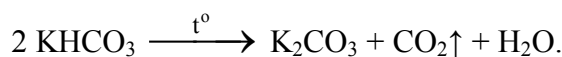


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием условий их проведения:



**Ответ.**



10 баллов выставлялось за ответ, содержащий **все стадии** химических превращений и **все уравнения** химических реакций с указанием **условий** их проведения.

8. Неорганическое вещество содержит 68,08 мас.% кислорода, а азота в нем (в масс.%) в 14 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.** Водорода – X мас.%. Азота – 14X%.  $15X = (100 - 68,08)$ . X=2,13%. Азота – 29,79%.

O:N:H=68,08/16:29,79/14:2,13=4,25:2,13:2,13=2:1:1.  $\text{HNO}_2$ . Термическое разложение:



10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

9. 10,5 л сероводорода (н.у.) растворили в 100,0 мл 22,1 мас.% раствора гидроксида калия (плотность 1,1878 г/мл). Определите массовые доли веществ (в %) в полученном растворе.

**Решение.** Решение.  $10,5:22,4=0,46875$  моль. Масса раствора KOH равна  $100 \cdot 1,1878=118,78$  г. Масса KOH равна  $118,78 \cdot 0,221=26,25$  г или  $26,25:56=0,46875$  моль. В результате взаимодействия в растворе получается 0,46875 моль или  $0,46875 \cdot 72=33,75$  г KHS. Масса раствора равна  $118,78+0,46875 \cdot 34=134,72$  г. Массовая доля KHS равна  $33,75:134,72=0,2505$  или 25,05 %. Массовая доля воды – 74,95 %. **Ответ. 25,05 % KHS, 74,95 % H<sub>2</sub>O.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получались величины **25,0±0,5 % KHS, 75,0±0,5 % H<sub>2</sub>O**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения.

10. Определите массу воды (в г), в которой нужно растворить 54,0 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O, чтобы получить 15,0 мас.% раствор Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

**Решение.** X – масса воды. Всего воды в растворе  $X+(54,0 \cdot 180)/286=X+34,0$  г. Масса Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в кристаллогидрате  $(54,0 \cdot 106)/286=20,0$  г. Масса 15,0 мас.% раствора  $20:0,15=133,3$  г. Требуемое количество воды:  $133,3-54,0=79,3$  г. **Ответ: 79,3 г воды.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **79,3±0,3 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

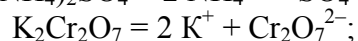
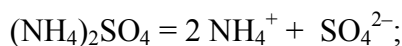
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая, нейтральная или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6$  и дайте краткое объяснение. **Ответ.** Частица содержит 10 электронов. Атом Ne<sup>0</sup>. Ионы C<sup>4+</sup>, N<sup>3+</sup>, O<sup>2-</sup>, F<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Si<sup>4+</sup>, P<sup>5+</sup>, S<sup>6+</sup>, Cl<sup>7+</sup>.

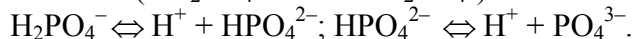
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Какие из этих веществ **диссоциируют** в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

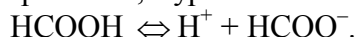
**Ответ.** Растворы сильных электролитов  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$\text{KH}_2\text{PO}_4$  диссоциирует как сильный ( $\text{KH}_2\text{PO}_4 = 2 \text{K}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) и как слабый электролит:



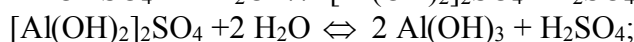
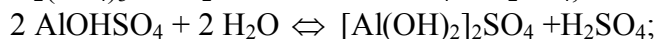
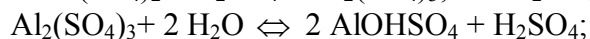
Глюкоза (фруктоза) не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



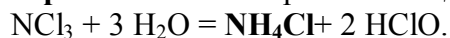
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NCl}_3$  подвергаются **гидролизу** в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NCl}_3$ . Двойная соль распадается в растворе:  $2 \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  не гидролизуется.



Эти реакции гидролиза являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуется  $\text{NCl}_3$ :



Сульфид железа (II) мало растворим (*нерастворим*) и гидролизу не подвергается. Не гидролизуется также этанол.

За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

4. Определите массу воды (в г), которую необходимо добавить к **500** мл **12,0** мас.% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (плотность **1,08** г/мл), чтобы получить **4,5** мас.% раствор этой кислоты.

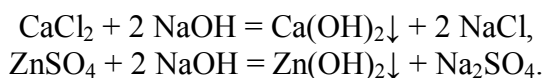
**Решение.** Масса исходного раствора  $500 \cdot 1,08 = 540$  г. Масса кислоты в этом растворе  $540 \cdot 0,12 = 64,8$  г. Масса конечного раствора  $64,8 : 0,045 = 1440$  г. Требуемое количество воды:  $1440 - 540 = 900$  г.

**Ответ: 900 г воды.**

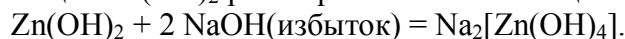
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **900±5** г. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

5. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы **хлорида магния и сульфата цинка**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

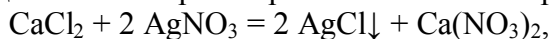
**Ответ.** При действии щелочи на водные растворы хлоридов металлов выпадают белые осадки оснований:



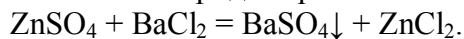
В отличие от гидроксида кальция  $\text{Zn(OH)}_2$  растворяется в избытке щелочи:



Хлорид-ионы определяются добавлением раствора азотнокислого серебра.

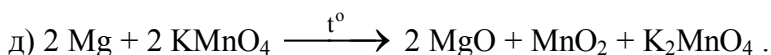
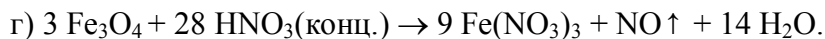
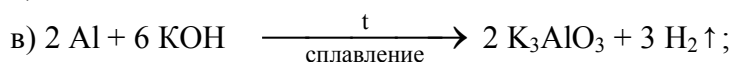
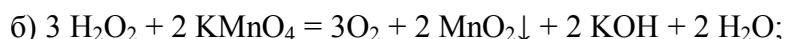
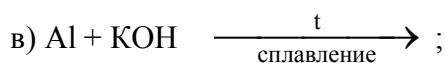
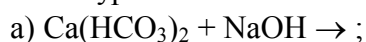


Сульфат-ионы определяются добавлением хлорида бария:



Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

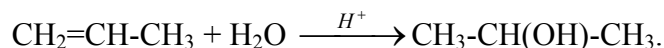
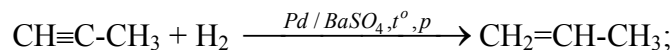
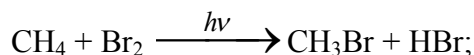
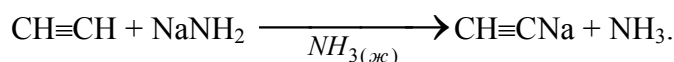
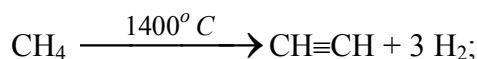
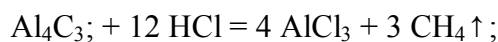
6. Напишите уравнения химических реакций:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

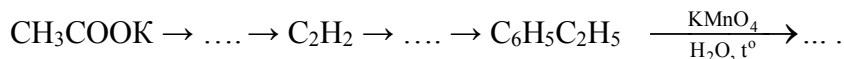
7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пропанола-2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

**Ответ.**

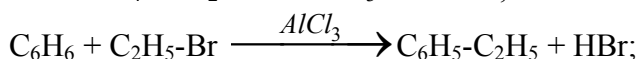
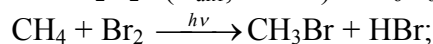
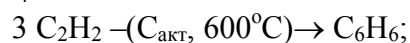
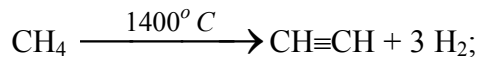
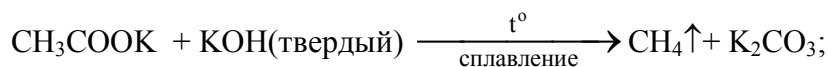


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставялось за все правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:

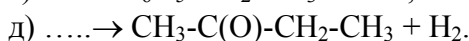


**Ответ.**

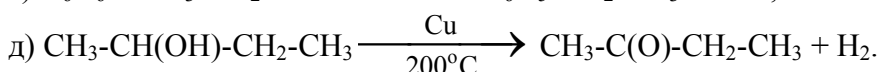
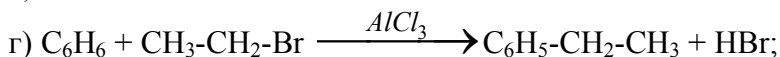
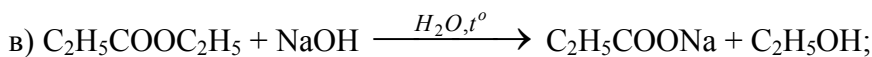
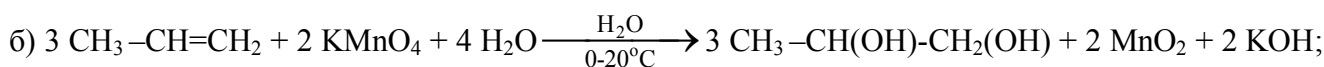
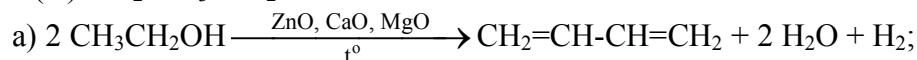


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



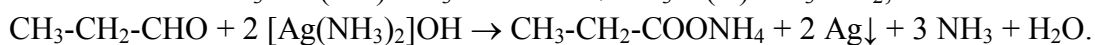
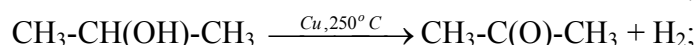
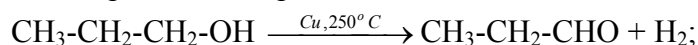
**Ответ.**



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Предельный одноатомный спирт содержит 26,67 мас.% кислорода. Над раскаленной медной сеткой окислили кислородом 120 г смеси двух изомеров этого спирта. В результате обработки продуктов окисления при нагревании избытком аммиачного раствора оксида серебра получили 216 г осадка. Определите строение исходных спиртов. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Молярная масса спирта равна  $16:0,2667=60$ .  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .  $\nu(\text{спирта})=120:60=2$  моль.  $\nu(\text{Ag})=216:108=2$  моль.  $\nu(\text{спирта}):\nu(\text{Ag})=1:1$ . Прореагировало 1 моль альдегида, значит 1 моль первичного спирта и 1 моль вторичного спирта  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .



10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

## Вариант № 10-2

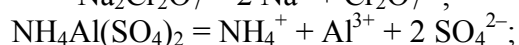
Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая, нейтральная или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

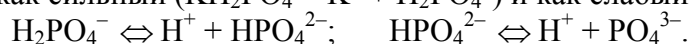
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  и дайте краткое объяснение. **Ответ:** частица содержит 28 электронов;  $Zn^{2+}$ ,  $Ga^{3+}$ ,  $Ge^{4+}$ ,  $As^{5+}$ ,  $Se^{6+}$ ,  $Br^{7+}$ ,  $Kr^{8+}$ . За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $CH_3COOH$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $Na_2Cr_2O_7$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $NH_4Cr(SO_4)_2$ . Какие из этих веществ **диссоциируют** в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $Na_2Cr_2O_7$  и  $NH_4(SO_4)_2$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$K_2H_2PO_4$  диссоциирует как сильный ( $KH_2PO_4 = K^+ + H_2PO_4^-$ ) и как слабый электролит:



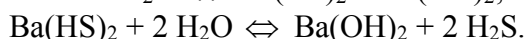
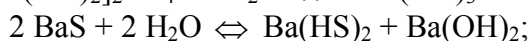
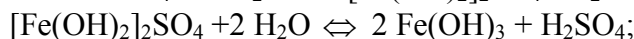
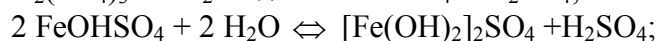
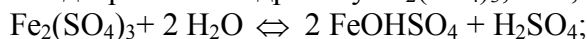
Спирт не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $BaS$ ,  $PCl_5$ ,  $C_2H_5OH$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $BaS$ ,  $PCl_5$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуется  $PCl_5$ :



Спирт не подвергается гидролизу.

За правильно написанные все уравнения гидролиза выставляется 10 баллов. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

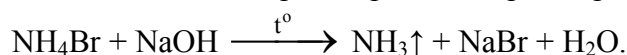
4. Определите массу воды (в г), в которой нужно растворить **80,94** г  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ , чтобы получить **5,65** мас.% раствор  $Na_2CO_3$ .

**Решение.**  $X$  – масса воды. Всего воды в растворе  $X + (80,94 \cdot 180) / 286 = X + 50,94$  г. Масса  $Na_2CO_3$  в кристаллогидрате  $(80,94 \cdot 106) / 286 = 30,0$  г. Масса 5,65 мас.% раствора  $30 : 0,0565 = 530,98$  г. Искомое количество воды:  $530,98 - 80,94 = 225,02$  г. **Ответ: 450,0 г воды.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **450±1 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

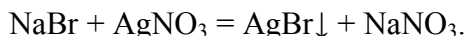
5. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы **бромид натрия и карбоната аммония**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

**Ответ.** Натрий определяется по желтой окраске пламени. Ион аммония определяется с помощью лакмусовой бумажки при действии щелочи на раствор  $NH_4Br$  при нагревании:





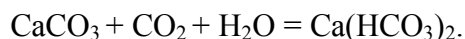
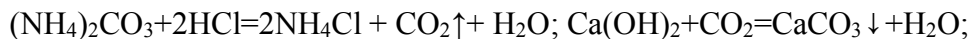
Для определения бромид-ионов можно подействовать раствором нитрата серебра – образуется серый осадок AgBr:



Можно также окислить бромид-ион до свободного брома:

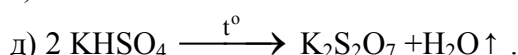
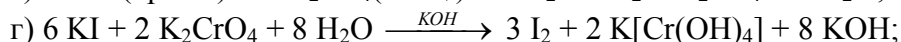
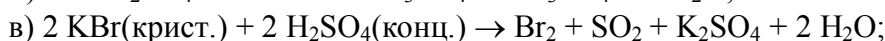
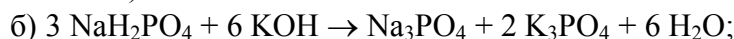
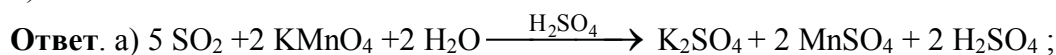
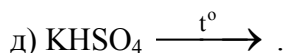
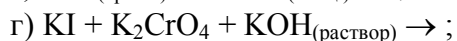
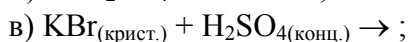
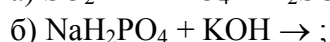
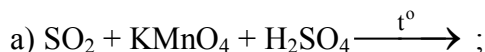


Карбонат ион определяется действием хлороводородной кислоты с последующим пропусканием образующегося углекислого газа через насыщенный раствор гидроксида кальция:



Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

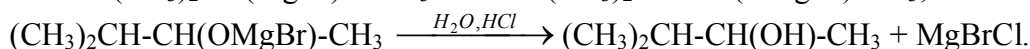
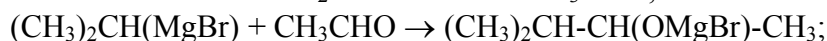
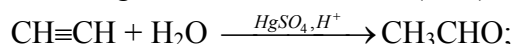
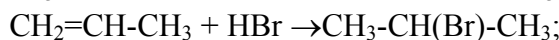
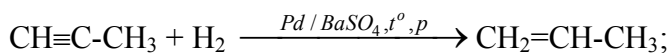
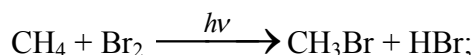
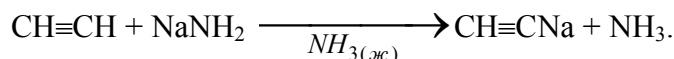
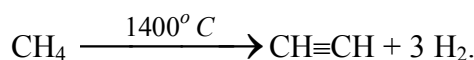
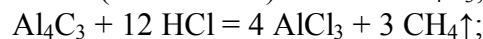
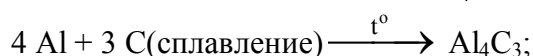
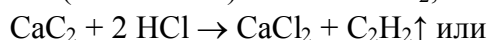
6. Напишите уравнения химических реакций:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

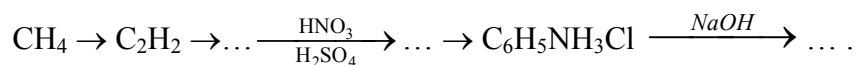
7. Исходя только из неорганических веществ, предложите схему получения 3-метилбутанола-2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

**Ответ.**

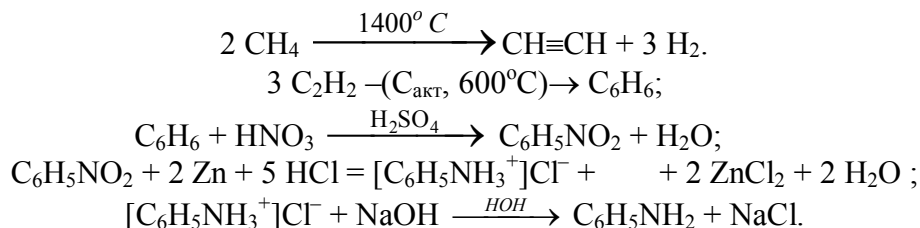


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за все правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**

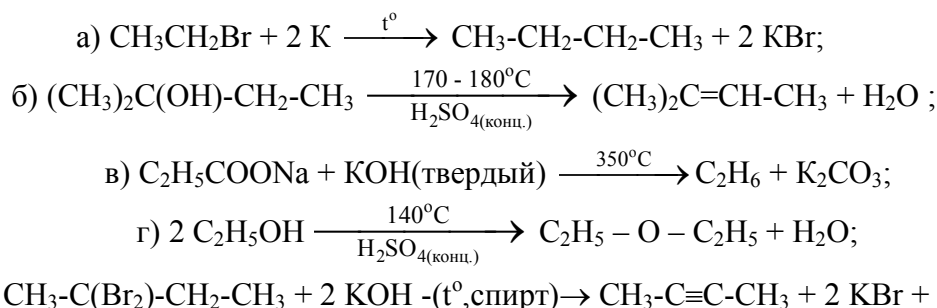


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- ....  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{KBr}$
- ....  $\rightarrow$   $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  ;
- ....  $\rightarrow$   $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{C}_2\text{H}_6$  ;
- .....  $\rightarrow$   $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- .....  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$ .

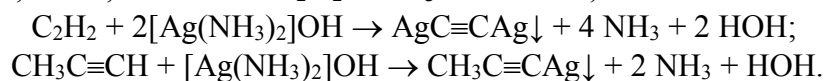
**Ответ.**



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. 71,68 л (н.у.) смеси двух алкинов с относительной плотностью по фтору 0,73 была пропущена через избыток аммиачного раствора оксида серебра. Определите строение алкинов и массу выпавшего осадка, если известно, что молярная масса одного алкина в 1,54 раза больше другого. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Молярная масса смеси равна  $38 \cdot 0,73 = 27,74$  г/моль. Молярная масса первого алкина – 26 г/моль (ацетилен); второго –  $26 \cdot 1,54 = 40$  г/моль ( $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ ).  $v = 71,68 : 22,4 = 3,2$  моль.  $X(\text{C}_2\text{H}_2) + Y(\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}) = 3,2$ .  $X = 2,8$ .  $Y = 0,4$ .  $m_1(\text{Ag}_2\text{C}_2) = 240 \cdot 2,8 = 672$  г.  $m_2(\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CAg}) = 147 \cdot 0,4 = 58,8$  г.  $m_1 + m_2 = 672,0 + 58,8 = 730,8$  г. **Ответ:  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ . 730,8 г.**



10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

### Вариант № 10-3

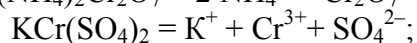
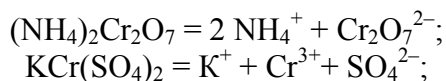
Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая, нейтральная или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

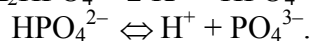
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$  и дайте краткое объяснение. **Ответ.** Частица содержит 12 электронов:  $Mg^0$ , от  $(Al^+)$ ,  $(Si^{2+})$ ,  $P^{3+}$ ,  $S^{4+}$ ,  $Cl^{5+}$ ,  $(Ar^{6+})$ . За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $CH_3COOH$ ,  $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ,  $K_2HPO_4$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $KCr(SO_4)_2$ . Какие из этих веществ **диссоциируют** в разбавленных водных растворах. Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

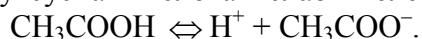
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ,  $KCr(SO_4)_2$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$K_2HPO_4$  диссоциирует как сильный ( $K_2HPO_4 = 2 K^+ + HPO_4^{2-}$ ) и как слабый электролит:



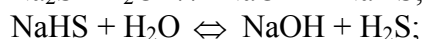
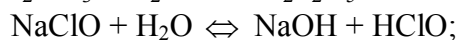
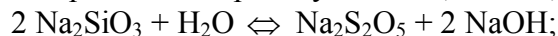
Спирт не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



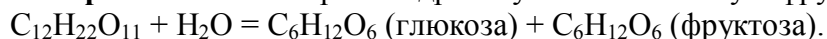
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $Na_2SiO_3$ ,  $NaClO$ ,  $NaClO_4$ ,  $Na_2S$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$  подвергаются **гидролизу** в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $Na_2SiO_3$ ,  $NaClO$ ,  $NaClO_4$ ,  $Na_2S$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Сахароза гидролизуется на глюкозу и фруктозу:



За каждое правильно написанное уравнение гидролиза выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимой реакции гидролиза.

4. Определите, в каком объеме (в мл) **10,0** мас.% раствора  $CuSO_4$  (плотность **1,125** г/мл) необходимо растворить **100,0** г  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , чтобы получить **15,4** мас.% раствор (плотность **1,08** г/мл) сульфата меди.

**Решение.** X – объем 10% раствора. Его масса  $1,125X$ . Содержание в нем соли  $1,125 \cdot 0,1X = 0,1125X$ . Масса конечного раствора равна  $100 + 1,125X$ . Содержание соли в 100 г кристаллогидрата равно  $100 \cdot 160/250 = 64$  г. Содержание соли в конечном растворе  $64 + 0,1125X$ . Уравнение:

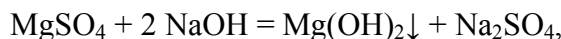
$$0,154 = (64 + 0,1125X) / (100 + 1,125X). X = 800 \text{ мл. Ответ: } 800 \text{ мл } 10 \text{ масс.\% раствора } CuSO_4.$$

Плотность 15,4 мас.% раствора **не используется** в расчетах.

**10 баллов** выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **800±4 мл**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

5. В лаборатории в двух банках без этикеток имеются водные растворы **сульфита натрия и сульфата магния**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

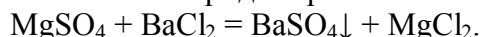
**Ответ.** Натрий определяется по желтой окраске пламени. При действии щелочи на водный растворы сульфата магния выпадает белый осадок гидроксида:



который не растворяется в избытке щелочи. Сульфит-ион определяется обесцвечиванием раствора перманганата калия:

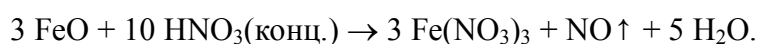
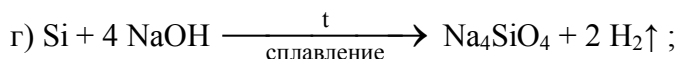
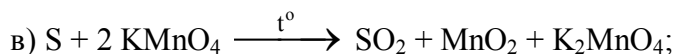
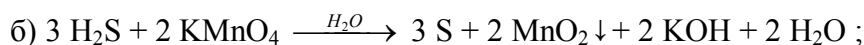
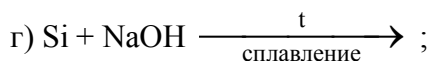
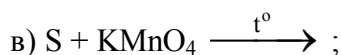
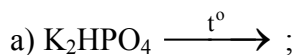


Сульфат-ионы определяются добавлением хлорида бария:



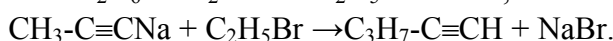
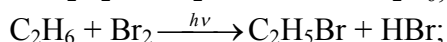
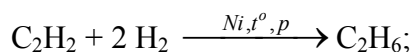
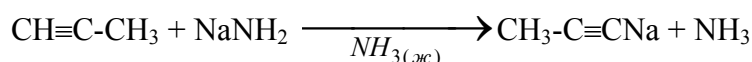
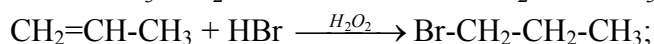
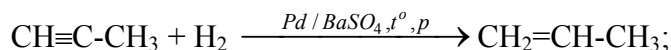
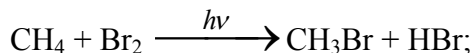
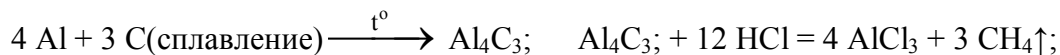
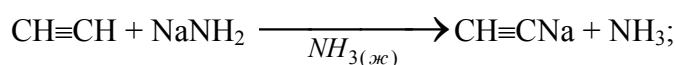
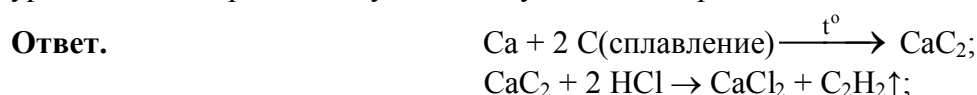
Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:



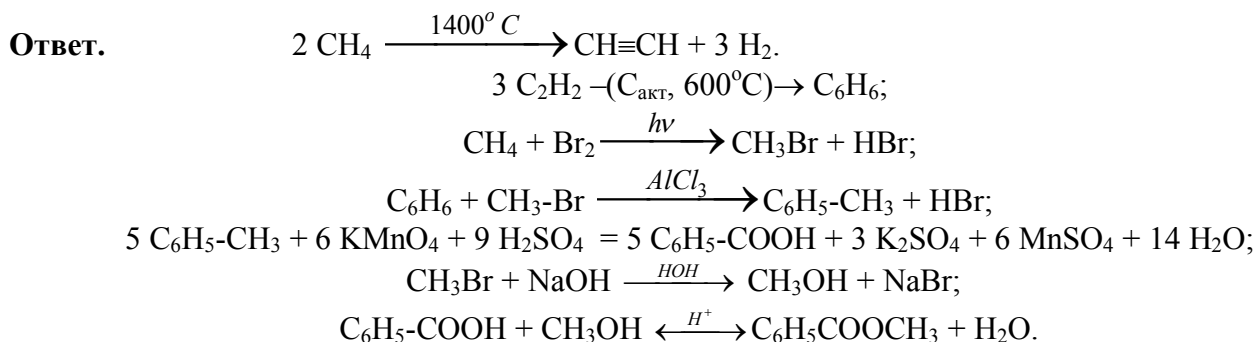
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пентина-1. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за все правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

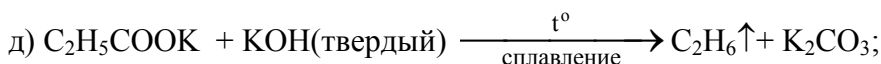
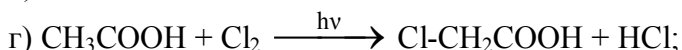
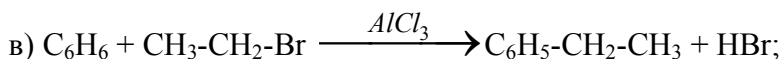
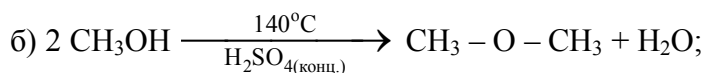
8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием условий их проведения:  $\text{CH}_4 \rightarrow \dots \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3$ .



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

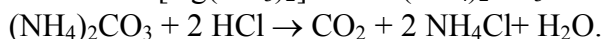
9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- а)..... $\rightarrow$ [ $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3$ ] $^+$  $\text{Cl}^-$  +  $\text{ZnCl}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- б)..... $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$  +  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- в)..... $\rightarrow$   $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$  +  $\text{HBr}$ ;
- г)..... $\rightarrow$   $\text{Cl-CH}_2\text{COOH}$  +  $\text{HCl}$ ;
- д)..... $\rightarrow$   $\text{C}_2\text{H}_6$  +  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

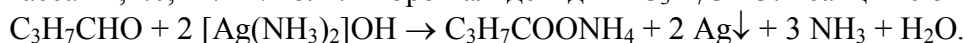


10. 23,4 г смеси двух альдегидов алифатического ряда обработали избытком аммиачного раствора оксида серебра. При этом выпало 172,8 г осадка. В результате обработки полученного раствора избытком разбавленной серной кислоты получили 6,72 л (н.у.) газа. Определите строение альдегидов. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Количество моль серебра равно  $\nu(\text{Ag}) = 172,8:108 = 1,6$  моль. Углекислый газ выделяется при протекании реакции серебряного зеркала с муравьиным альдегидом:



Количество моль углекислого газа равно  $\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{HCHO}) = 6,72:22,4 = 0,3$  моль. В результате реакции с метаналем образовалось  $0,3 \cdot 4 = 1,2$  моль серебра. 0,4 моль серебра восстановил второй альдегид. Его количество равно  $0,4:2 = 0,2$  моль. Масса второго альдегида равна  $23,4 - (30 \cdot 0,3) = 14,4$  г. Его молярная масса  $14,4:0,2 = 72$  г/моль. Второй альдегид – в  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}$ . Реакция с оксидом серебра:



**Ответ:**  $\text{HCHO}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}$ .

10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

## Вариант № 10-4

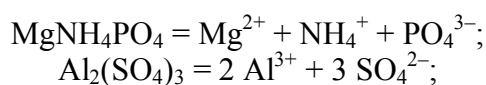
Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая, нейтральная или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

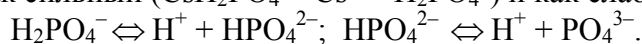
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  и дайте краткое объяснение. **Ответ.** Частица содержит 18 электронов: атом Ar, ионы  $Si^{4-}$ ,  $P^{3-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Sc^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $V^{5+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Mn^{7+}$ ,  $Fe^{8+}$  ( $FeO_4$ ). За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $CH_3OH$ ,  $MgNH_4PO_4$ ,  $HCOOH$ ,  $CsH_2PO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ . Какие из этих веществ **диссоциируют** в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

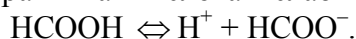
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $MgNH_4PO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$CsH_2PO_4$  диссоциирует как сильный ( $CsH_2PO_4 = Cs^+ + H_2PO_4^-$ ) и как слабый электролит:



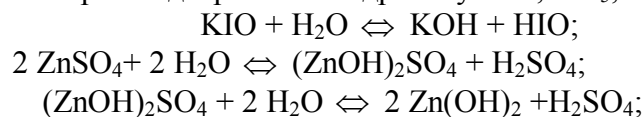
Спирт не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $KI$ ,  $KIO$ ,  $PCl_5$ ,  $C_6H_5OH$ ,  $Al_2S_3$ ,  $ZnSO_4$  подвергаются **гидролизу** в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $KIO$ ,  $PCl_5$ ,  $C_6H_5OH$ ,  $Al_2S_3$ ,  $ZnSO_4$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуются  $Al_2S_3$  и  $PCl_5$ :



Фенол не подвергается гидролизу в водных растворах.

За каждое правильно написанное уравнение гидролиза выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае гидролиза слабых электролитов.

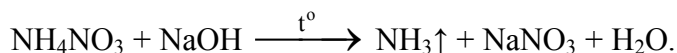
4. Определите, к какому объему (в мл) **30,0** мас.% раствора ортофосфорной кислоты (плотность **1,18** г/мл) необходимо добавить **62,5** мл 14,0 мас.% раствора (плотность **1,08** г/мл) этой кислоты, чтобы получить **22,02** мас.% раствор кислоты.

**Решение.** Масса 62,5 мл 14% раствора  $62,5 \cdot 1,08 = 67,5$  г. Масса в нем кислоты  $67,5 \cdot 0,14 = 9,45$  г. X – объем 30% раствора. Его масса  $1,18X$ . Содержание в нем кислоты  $1,18 \cdot 0,3X = 0,354X$ . Масса конечного раствора равна  $67,5 + 1,18X$ . Содержание кислоты в конечном растворе  $9,45 + 0,354X$ . Уравнение:  $0,2202 = (9,45 + 0,354X) / (67,5 + 1,18X)$ .  $X = 57,5$  мл. **Ответ 57,5 мл 30% раствора  $HNO_3$ .**

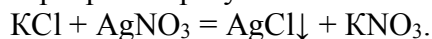
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **57,5±0,5 мл**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

5. В лаборатории в двух банках без этикеток имеются кристаллические **хлорид калия и нитрат аммония**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в их растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

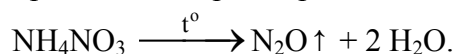
**Ответ.** Ион аммония определяется с помощью лакмусовой бумажки при действии щелочи на раствор  $NH_4Br$  при нагревании:



Калий определяется по фиолетовой окраске пламени. Для определения хлорид-ионов можно подействовать раствором нитрата серебра – образуется белый осадок AgCl:

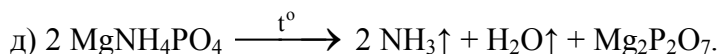
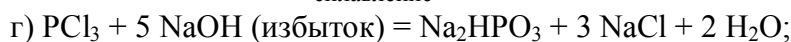
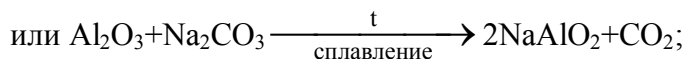
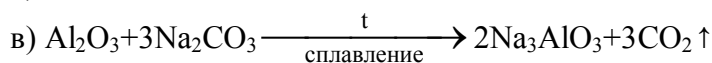
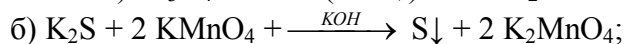
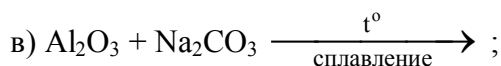
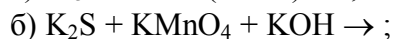


Кристаллический нитрат аммония разлагается при нагревании:



Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

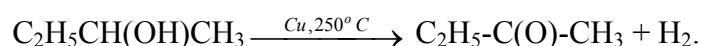
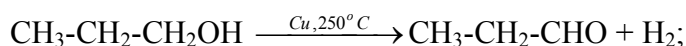
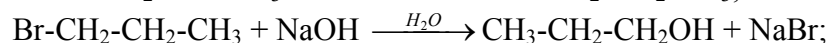
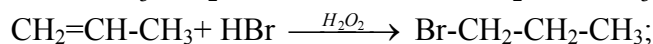
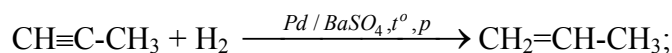
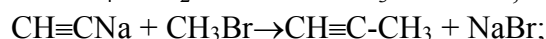
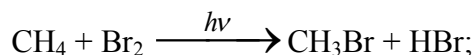
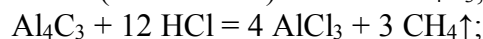
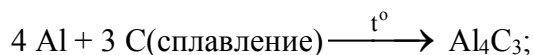
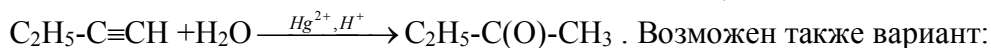
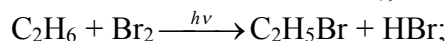
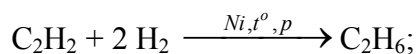
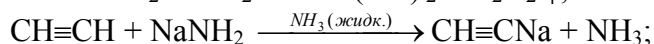
6. Напишите уравнения химических реакций:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения метилэтилкетона. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

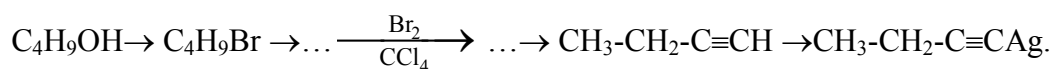
**Ответ.**



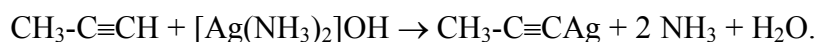
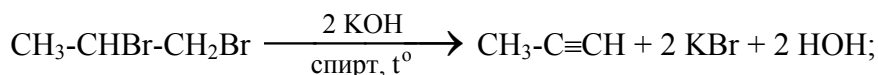
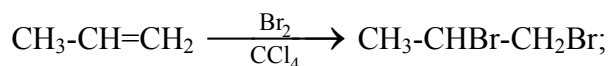
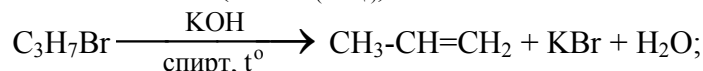
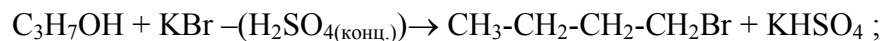


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за все правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**

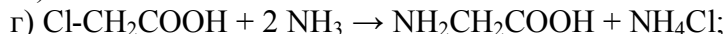
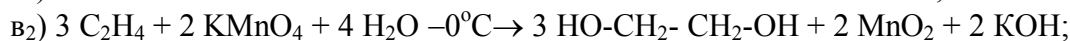
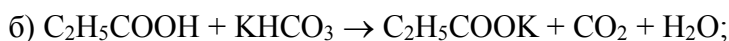
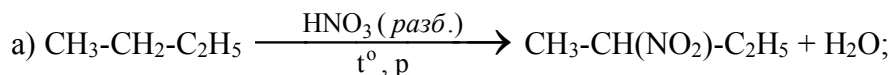


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

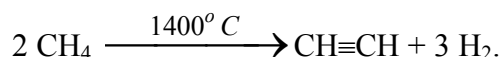


**Ответ.**

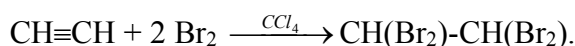


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Смесь газов, полученную в результате высокотемпературного пиролиза **2,52 л** (н.у.) метана пропустили через избыток водного раствора брома. В результате масса водного раствора уменьшилась на **16,0 г**. Рассчитайте процент выхода продуктов реакции пиролиза метана. Напишите уравнения реакций. **Решение.** Реакция пиролиза метана:



Количество моль метана –  $2,52:22,4=0,1125$  моль. Ацетилена –  $0,1125:2=0,05625$  моль. Реакция с избытком брома



Должно прореагировать 0,1125 моль брома, т.е. 18,0 г. В действительности в реакцию вступило 16,0 г брома или 0,4 моль. Процент выхода равен  $100 \cdot 16:18=88,9$ . **Ответ: 88,9 %.**

10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

### Вариант № 10-5

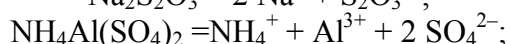
Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая, нейтральная или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

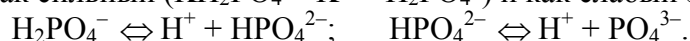
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$  и дайте краткое объяснение. **Ответ.** Частица содержит 20 электронов. Ионы  $Ti^{2+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $(Cr^{4+})$ ,  $(Mn^{5+})$ ,  $Fe^{6+}$ . За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

2. В воде растворили  $H_3C-C(O)-CH_3$  (ацетон),  $Na_2S_2O_3$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $NH_4Al(SO_4)_2$ . Какие из этих веществ **диссоциируют** в разбавленных водных растворах. Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $Na_2S_2O_3$  и  $NH_4Al(SO_4)_2$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$KH_2PO_4$  диссоциирует как сильный ( $KH_2PO_4 = K^+ + H_2PO_4^-$ ) и как слабый электролит:



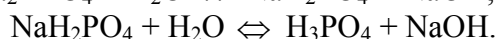
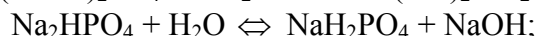
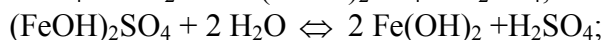
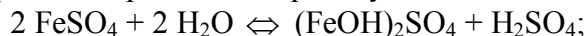
Ацетон не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



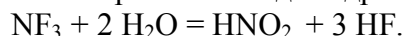
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $FeSO_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ,  $NF_3$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $RbNO_3$ , подвергаются **гидролизу** в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $FeSO_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ,  $NF_3$ ,  $Na_2HPO_4$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуется  $NF_3$ :



За каждое правильно написанное уравнение гидролиза выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

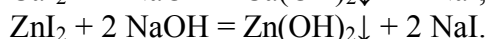
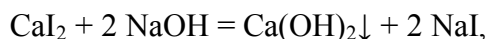
4. Определите массу воды (в г), в которой нужно растворить **54,0 г**  $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$ , чтобы получить **15,0 мас. %** раствор карбоната натрия.

**Решение.**  $X$  – масса воды. Всего воды в растворе  $X + (54,0 \cdot 180) / 286 = X + 34,0$  г. Масса  $Na_2CO_3 \cdot 10$  кристаллогидрате  $(54,0 \cdot 106) / 286 = 20,0$  г. Масса 15,0 мас. % раствора  $20 : 0,15 = 133,3$  г. Требуемое количество воды:  $133,3 - 54,0 = 79,3$  г. **Ответ: 79,3 г воды.**

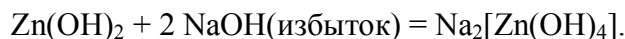
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **79,3±0,5 г**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

5. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы **йодидов кальция и цинка**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

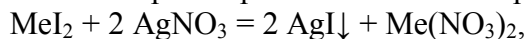
**Ответ.** При действии щелочи на водные растворы йодидов металлов выпадают белые осадки оснований:



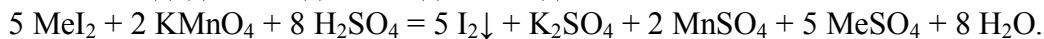
В отличие от гидроксида кальция  $Zn(OH)_2$  растворяется в избытке щелочи:



Йодид-ионы определяются добавлением раствора азотнокислого серебра.

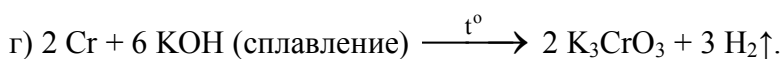
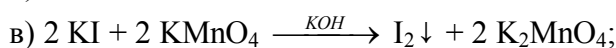
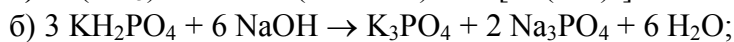
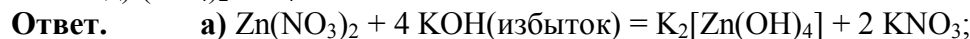
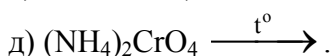
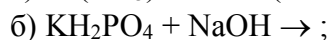


а также окислением йодид-ионов до свободного йода:



Возможны и другие реакции идентификации ионов, при протекании которых в осадок выпадают малорастворимые соли кальция и цинка. 10 баллов выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

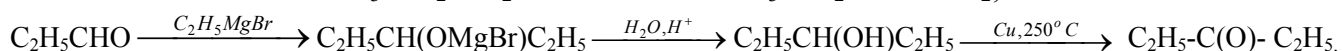
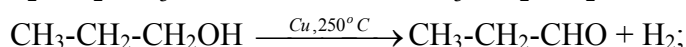
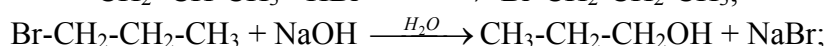
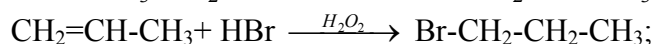
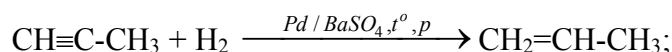
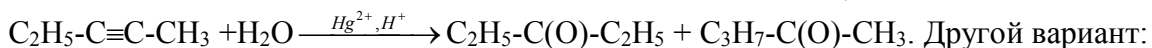
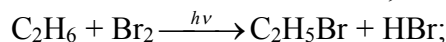
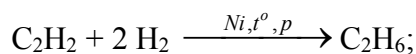
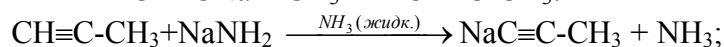
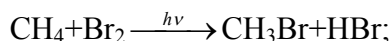
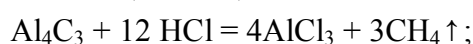
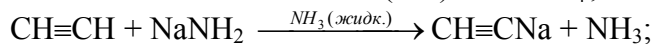
6. Напишите уравнения химических реакций:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

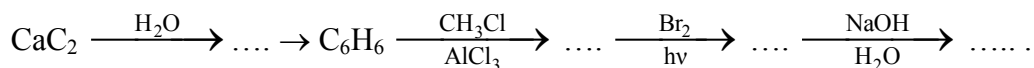
7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения диэтилкетона. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

**Ответ.**

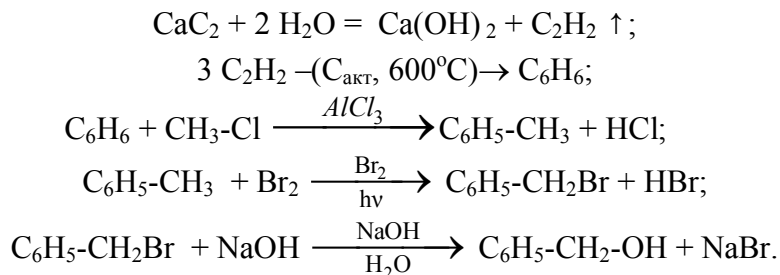


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за все правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



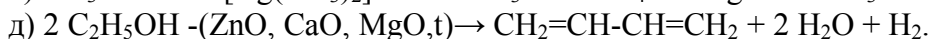
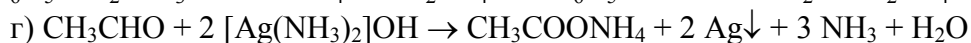
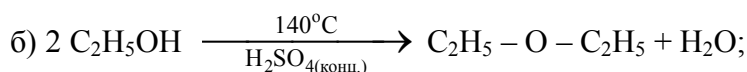
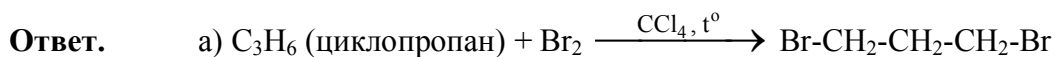
**Ответ.**



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

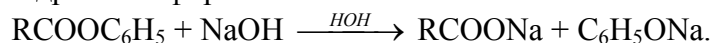
- ..... → Br-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-Br;
- ..... → CH<sub>3</sub> - O - CH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O;
- ..... → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH + CO<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + MnSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O;
- ..... → CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> + Ag↓ + NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O;
- ..... → CH<sub>2</sub>=CH-CH=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>.



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Для полного гидролиза **9,0** г сложного эфира фенола и предельной одноосновной карбоновой кислоты потребовалось **20,0** мл 20 масс.% раствора едкого натра (плотность 1,2 г/мл). Определите строение исходного эфира и рассчитайте массовые доли веществ в полученном после гидролиза растворе.

**Решение.** Масса раствора NaOH равна 20 · 1,2 = 24 г. Содержание в нем щелочи равно 24 · 0,2 = 4,8 г или 0,12 моль. Реакция гидролиза эфира:



Кол-во сложного эфира = 0,12 : 2 = 0,06 моль. Молярная масса эфира равна 9 : 0,06 = 150 г/моль. C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>. M(COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>) = 121. M(C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>) = 29; n = 2. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>. Масса раствора равна 9 + 24 = 33 г. Масса C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ONa 0,06 · 116 = 6,96 г. Масс.доля фенолята натрия 6,96 : 33 = 0,2109 или 21,09%. Масса C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa 0,06 · 96 = 5,76 г. Масс.доля = 5,76 : 33 = 0,1745 или 17,45 %. **Ответ: 21,09 мас. % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ONa и 17,45 % C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa.**

10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие уравнения реакции – минус 2 балла.

## Вариант № 10-6

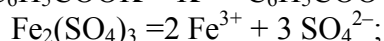
Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая, нейтральная или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

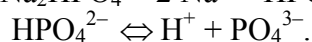
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$  и дайте краткое объяснение. **Ответ.** 21 электрон. Ионы ( $Ti^+$ ),  $V^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ .

2. В воде растворили  $Na_2HPO_4$ ,  $C_6H_5COOK$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $NH_3$ ,  $CH_3OH$ . Какие из этих веществ **диссоциируют** в разбавленных водных растворах? Напишите уравнения диссоциации этих веществ.

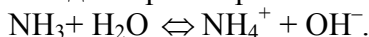
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $C_6H_5COOK$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



$Na_2HPO_4$  диссоциирует как сильный ( $Na_2HPO_4 = 2 Na^+ + HPO_4^{2-}$ ) и как слабый электролит:



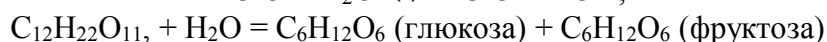
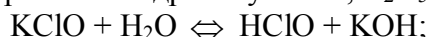
Метанол не является электролитом. В водном растворе аммиака протекает обратимая реакция:



За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

3. Определите, какие из перечисленных ниже веществ:  $KClO$ ,  $C_2H_5COONa$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $BF_3$ ,  $K_2S$ ,  $FeS$  подвергаются гидролизу в водных растворах. Напишите уравнения реакций гидролиза этих веществ в молекулярной форме.

**Ответ.** В водных растворах подвергаются гидролизу  $KClO$ ,  $C_2H_5COOH$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $BF_3$ ,  $K_2S$ :



Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизует  $BF_3$ :



Сульфид железа мало растворим (*нерастворим*) и гидролизу не подвергается.

За каждое правильно написанное уравнение гидролиза выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае протекания обратимых реакций гидролиза.

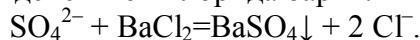
4. Определите, сколько г хлорида натрия необходимо добавить к **25,0** мл **8,0** мас.% раствора  $NaCl$  (плотность **1,05** г/мл) для получения **19,9** мас.% раствора (плотность **1,08** г/мл).

**Решение.** Масса исходного раствора  $25 \cdot 1,05 = 26,25$  г. Масса в нем  $NaNO_3$   $26,25 \cdot 0,08 = 2,1$  г.  $X$  – масса нитрата натрия. Всего в конечном растворе  $X + 2,1$  г соли. Масса конечного раствора  $26,25 + X$ . Массовая доля конечного раствора  $0,199 = (X + 2,1) / (26,25 + X)$ .  $X = 3,9$  г. **Ответ: 3,9 г.**

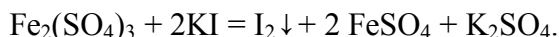
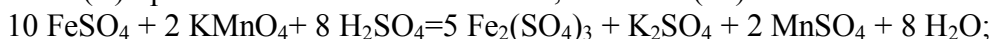
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **3,9±0,1 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

5. В лаборатории в двух банках без этикеток имеются водные растворы **сульфатов железа (II) и железа (III)**. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

**Ответ.** Сульфат-ион определяется действием хлорида бария:



Соединения железа (II) проявляют восстановительные, а железа (III) - окислительные свойства:



Для определения ионов железа можно использовать реакции образования гидроксидов различной окраски, берлинской лазури и турнбулевой сини. Качественной реакцией на ионы  $Fe^{3+}$  является также взаимодействие с роданидом калия или аммония.

Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:

- а)  $KI + KMnO_4 + KOH \rightarrow$ ;  
 б)  $BCl_3 + NaOH(\text{избыток}) \rightarrow$ ;  
 в)  $Al + NaOH + H_2O \rightarrow$ ;  
 г)  $K_2HPO_4 \xrightarrow{t^\circ}$ ;  
 д)  $CrSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$ .

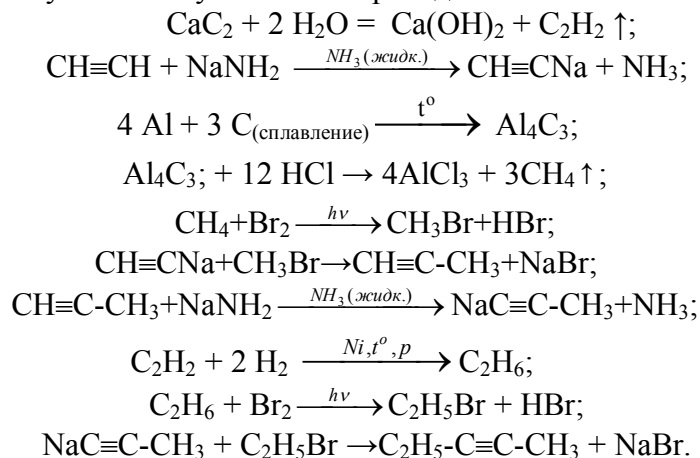
**Ответ.**

- а)  $2 KI + 2 KMnO_4 \xrightarrow{KOH} I_2 \downarrow + 2 K_2MnO_4$ ;  
 б)  $BCl_3 + 4 NaOH(\text{избыток}) \rightarrow NaBO_2 + 3 NaCl + 2 H_2O$  или  
 $4 BCl_3 + 14 NaOH(\text{избыток}) \rightarrow Na_2B_4O_7 + 12 NaCl + 7 H_2O$ ;  
 в)  $2 Cr + 2 NaOH + 6 H_2O \rightarrow 2 Na[Cr(OH)_4] + 3 H_2 \uparrow$ ;  
 г)  $2 K_2HPO_4 \xrightarrow{t^\circ} K_4P_2O_7 + H_2O$ ;  
 д)  $6 CrSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7 H_2SO_4 \rightarrow 4 Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7 H_2O$ .

Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пентина-2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

**Ответ.**

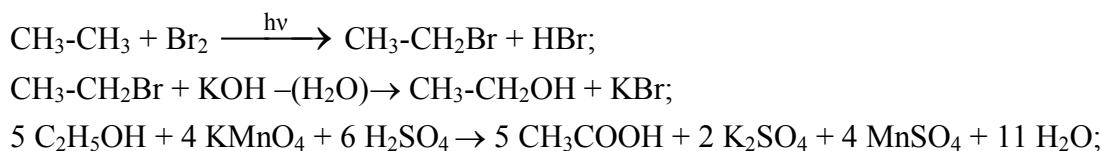


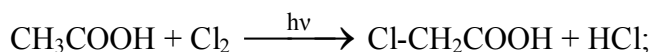
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за все правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



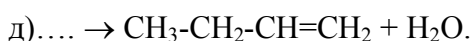
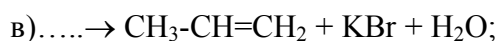
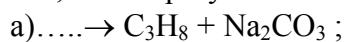
**Ответ.**



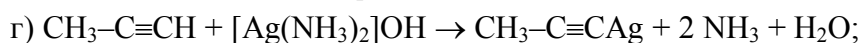
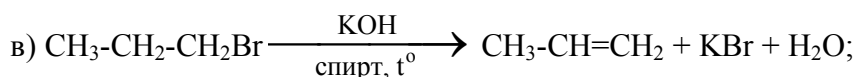
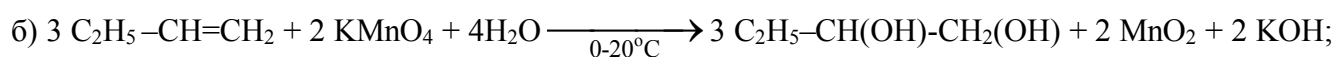


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



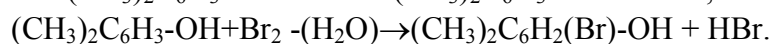
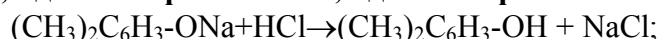
Ответ.



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. В результате действия концентрированной соляной кислоты на натриевую соль гомолога фенола отделили **24,4** г органического вещества и получили **75,0** мл 14,18 мас.% раствора NaCl (плотность 1,10 г/мл). Установите строение гомолога фенола, если при действии на него бромной воды образуется монобромпроизводное. Напишите уравнения реакций..

**Решение.** Масса водного раствора  $75 \cdot 1,10 = 82,5$  г. Масса NaCl  $82,5 \cdot 0,1418 = 11,7$  г.  $\nu(\text{NaCl}) = 11,7 : 58,5 = 0,2$  моль. 0,2 моль гомолога фенола. Его молярная масса  $24,4 : 0,2 = 122$  г/моль. Две алкильные группы. **2,4-диметилфенол или 2,6-диметилфенол.**



10 баллов выставилось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.



## 11 класс

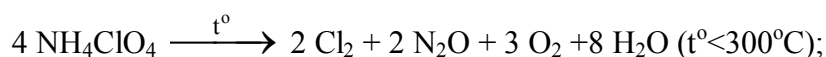
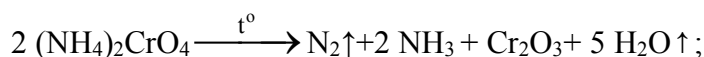
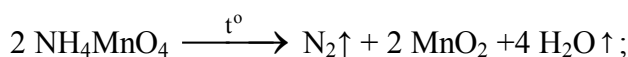
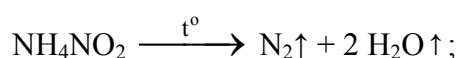
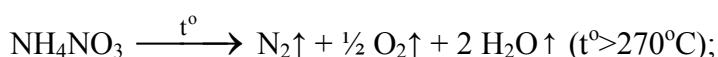
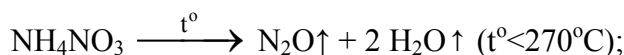
### Вариант № 11-1

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять уравнений** химических реакций термического разложения различных неорганических солей, которые сопровождаются **изменением степеней окисления** входящих в их состав элементов и в результате которых **образуется вода**.

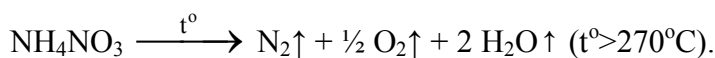
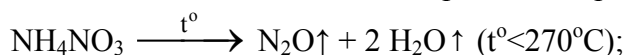
**Ответ.** С изменением степеней окисления элементов и с образованием воды протекают реакции термического разложения солей аммония, в состав которых входят анионы-окислители ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  и др.):



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

2. Содержание азота (в масс.%) в неорганическом соединении в 7 раз больше, чем водорода, а кислорода – в 12 больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

Содержание водорода X, азота – 7X, кислорода – 12X.  $20X=100$ . X=5,0 мас.%. Азота 35%, Кислорода – 60%. N:H:O=35/14:5/1:60/16=2,5:5:3,75=2:4:3.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Термическое разложение:



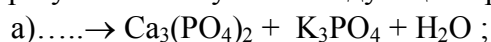
10 баллов выставлялось за правильное решение и два написанных уравнения термического разложения с указанием условий протекания реакций. Отсутствие одного уравнения – минус 0,5 балла.

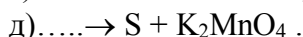
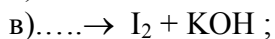
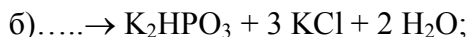
3. Определите массу воды (в г), в которой нужно растворить 40,47 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 5,65 мас.% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (плотность 1,05 г/мл).

**Решение.** X – масса воды. Всего воды в растворе  $X + (40,47 \cdot 180)/286 = X + 25,47$  г. Масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot (40,47 \cdot 106)/286 = 15,0$  г. Масса 5,65 мас.% раствора  $15:0,0565 = 265,49$  г. Требуемое количество воды:  $265,49 - 40,47 = 225,0$  г. **Ответ: 225 г воды.**

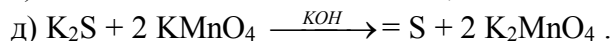
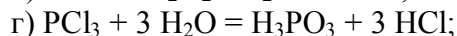
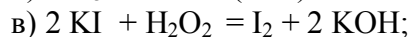
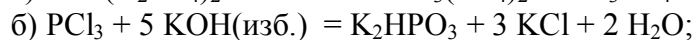
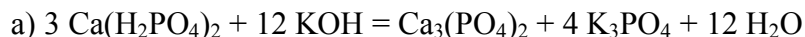
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **225±1 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



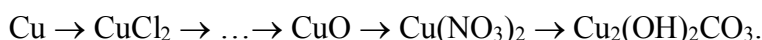


**Ответ:**

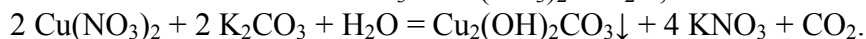
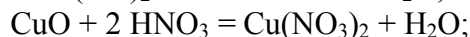
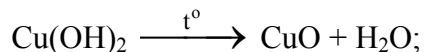
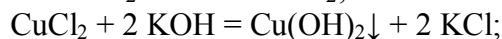
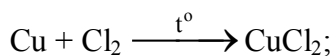


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



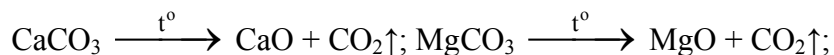
**Ответ:**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате термического разложения смеси карбонатов кальция и магния масса продуктов уменьшилась в 2 раза по сравнению с массой исходных веществ. Определите массовую долю карбоната кальция в исходной смеси карбонатов.

**Решение.** Разложение карбонатов:



Возьмем 1 моль CaCO<sub>3</sub> и X моль MgCO<sub>3</sub>. Тогда отношение масс до и после реакции равно:

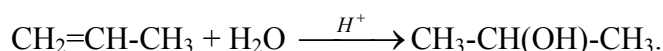
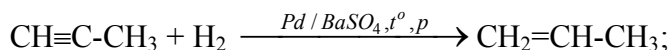
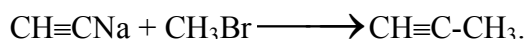
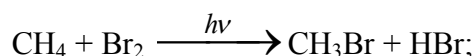
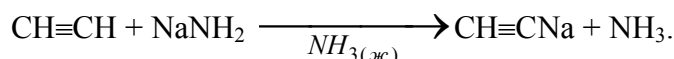
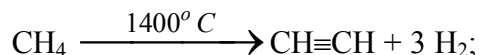
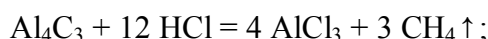
(100 + 84X)/(56+40X)=2. X=3 моль. Массовая доля CaCO<sub>3</sub> 100/(100+3·84)=0,284 или 28,4 %.

**Ответ: 28,4 % CaCO<sub>3</sub> .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **28,4±0,2 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

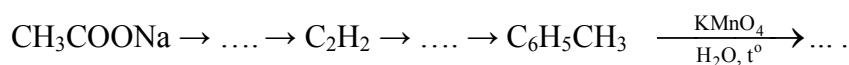
7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пропанола-2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

**Ответ.**

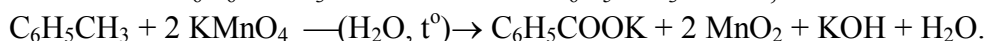
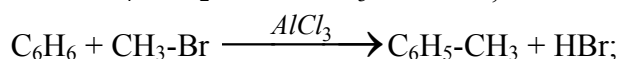
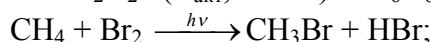
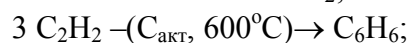
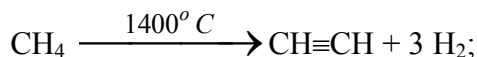
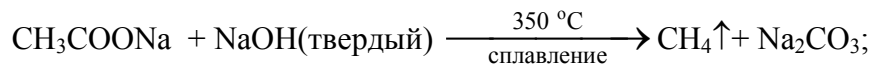


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:

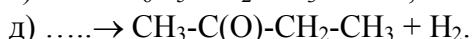


**Ответ.**

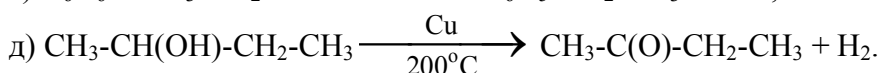
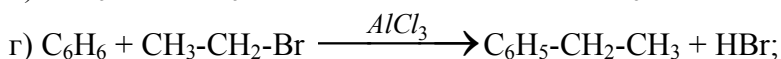
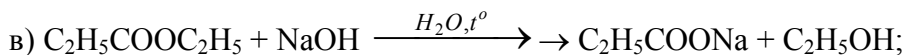
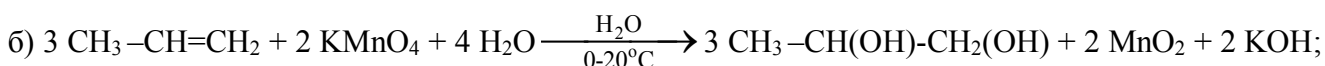
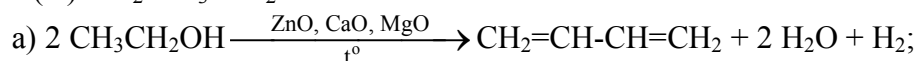


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



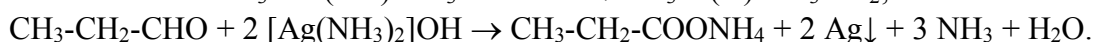
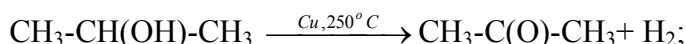
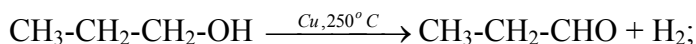
**Ответ.**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Предельный одноатомный спирт содержит 26,67 мас.% кислорода. Над раскаленной медной сеткой окислили кислородом 24,0 г смеси двух изомеров этого спирта. В результате обработки продуктов окисления при нагревании избытком аммиачного раствора оксида серебра получили 43,2 г осадка. Определите строение исходных спиртов. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Молярная масса спирта равна  $16:0,2667=60$ .  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .  $\nu(\text{спирта})=24,0:60=0,4$  моль.  $\nu(\text{Ag})=43,2:108=0,4$  моль.  $\nu(\text{спирта}):\nu(\text{Ag})=1:1$ . Прореагировало 0,2 моль альдегида, значит 0,2 моль первичного спирта и 0,2 моль вторичного спирта  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .



10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

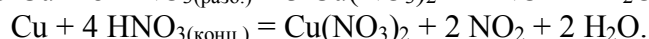
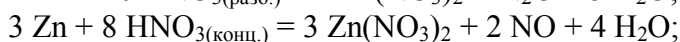
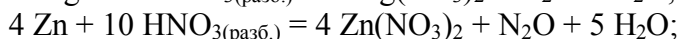
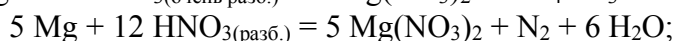
## Вариант № 11-2

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

1. Напишите **пять различных уравнений** химических реакций окисления металлов азотной кислотой, в которых образуются **различные соединения азота** с указанием условий их проведения.

**Ответ.**

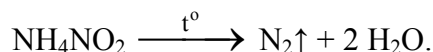


Возможны и другие реакции взаимодействия металлов с разбавленной и концентрированной азотной кислотой. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

2. Неорганическое вещество содержит 43,75 мас.% азота, а содержание водорода в нем в 8 раз меньше, чем кислорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение этой химической реакции.  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ .

**Решение.**

Содержание водорода X, кислорода – 8X.  $9X=100-43,75=56,25$ .  $X=6,25$  мас.%. Кислорода – 50%.  $\text{N}:\text{H}:\text{O}=43,75/14=6,25/1:50/16=3,125:6,25:3,125$ .  $\text{NH}_2\text{O}$  или  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ . Термическое разложение:



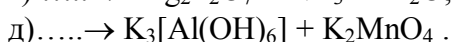
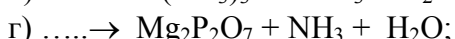
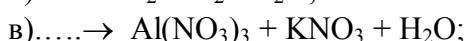
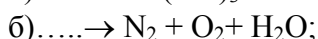
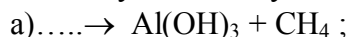
10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Рассчитайте массу воды (в г), которую необходимо добавить к 250 мл 12 мас.% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (плотность 1,08 г/мл), чтобы получить 4,5 мас.% раствор этой кислоты ( $\rho=1,03$  г/мл).

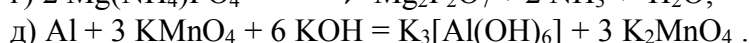
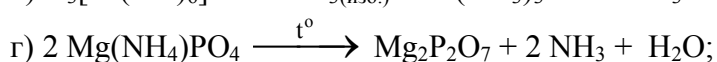
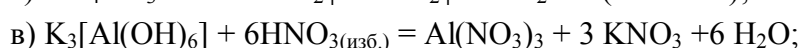
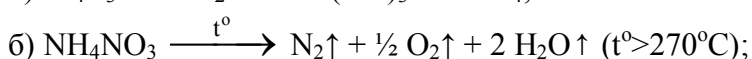
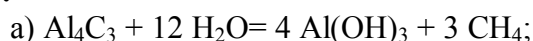
**Решение.** X – масса воды, которую требуется добавить. Масса исходного раствора кислоты равна  $250 \cdot 1,08=270$  г. Масса серной кислоты в исходном растворе равна  $270 \cdot 0,12=32,4$  г. Массовая доля конечного раствора равна  $0,045=32,4/(X+270)$ .  $X=450$  г. **Ответ: 450 г воды.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **450±4 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в химические реакции, если в их результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

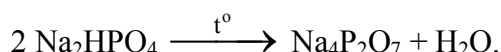
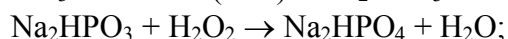
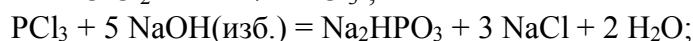
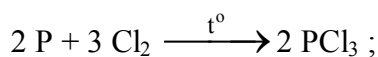


**Ответ.**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

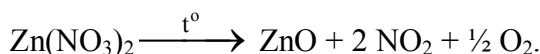
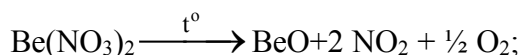
5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате термического разложения смеси нитратов бериллия и цинка масса продуктов уменьшилась в 3 раза по сравнению с массой исходных веществ. Определите массовую долю нитрата цинка в исходной смеси нитратов.

**Решение.** Уравнения реакций:

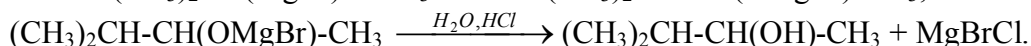
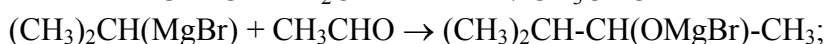
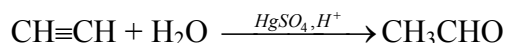
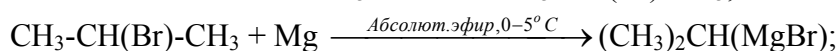
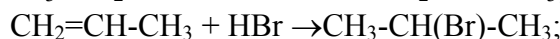
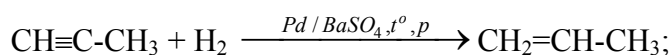
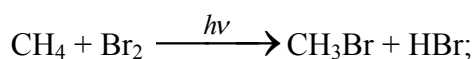
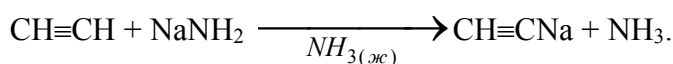
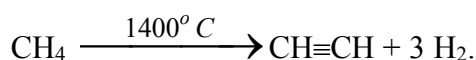
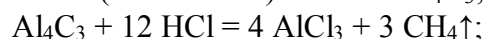
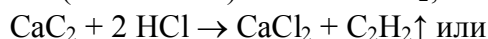
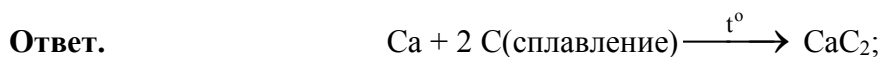


Возьмем 1 моль  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$  и X моль  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ . Тогда отношение масс до и после реакции равно  $(133 + 189X)/(25 + 81X) = 3$ .  $X = 1,074$  моль. Массовая доля  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  равна:

$1,074 \cdot 189 / (1,074 \cdot 189 + 133) = 0,6042$  или 60,42 %. **Ответ: 60,42 %  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ .**

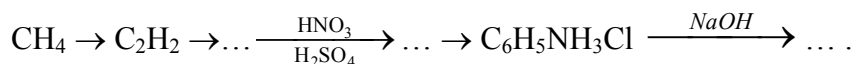
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **60,4±0,5 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения 3-метилбутанола-2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

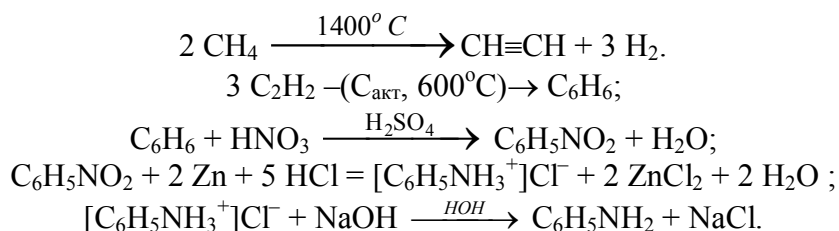


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**

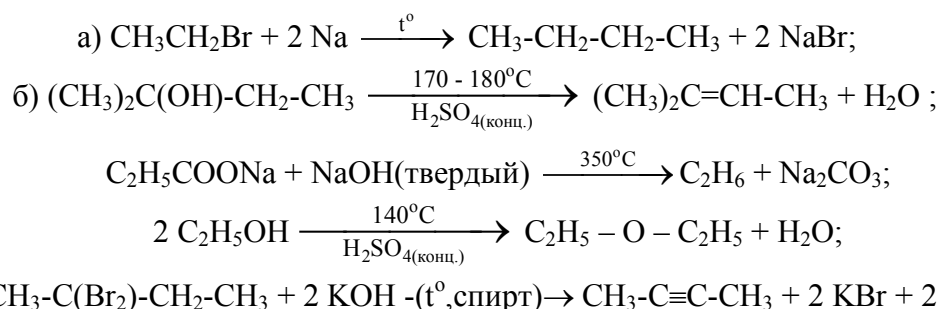


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в химические реакции, если в их результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

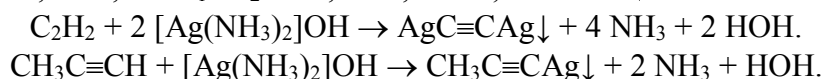
- а).....→ CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + NaBr  
 б).....→ (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C=CH-CH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O ;  
 в).....→ C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;  
 г).....→ C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> + H<sub>2</sub>O;  
 д).....→ CH<sub>3</sub>-C≡C-CH<sub>3</sub> + KBr + H<sub>2</sub>O.

**Ответ.**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. 17,92 л (н.у.) смеси двух алкинов с относительной плотностью по водороду 13,87 была пропущена через избыток аммиачного раствора оксида серебра. Определите строение алкинов и массу выпавшего осадка, если известно, что молярная масса одного алкина в 1,54 раза больше другого. Напишите уравнения реакций. **Решение.** Молярная масса смеси равна 13,87·2=27,74 г/моль. Молярная масса первого алкина – 26 г/моль (ацетилен); второго – 26·1,54 = 40 г/моль (CH<sub>3</sub>C≡CH). Мольн.доля C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> в смеси X. 26X+40(1-x)=27,74. X=0,8757. ν=17,92:22,4=0,8 моль. ν(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)=0,8·0,8757=0,7 моль; ν(CH<sub>3</sub>C≡CH)=0,8·(1-0,8757)=0,1 моль. m<sub>1</sub>(Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub>)=240·0,7=168 г. m<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>C≡CAg)=147·0,1=14,7 г. m<sub>1</sub>+m<sub>2</sub>=168,0+14,7=182,7 г. **Реакции:**



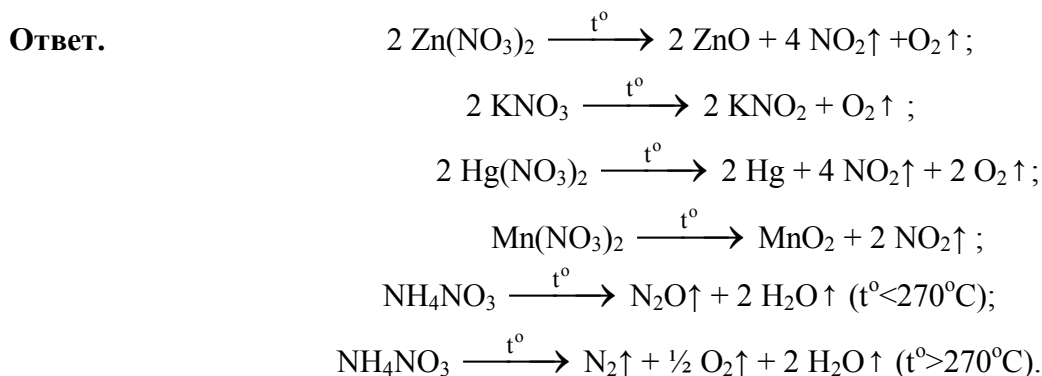
10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

### Вариант № 11-3

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

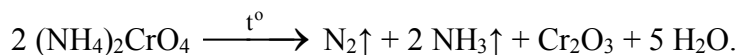
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять уравнений** химических реакций термического разложения **нитратов**, в результате которых образуются **различные соединения азота**.



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

2. Неорганическое вещество содержит 18,42 мас.% азота и 34,21 мас.% хрома, а кислорода (в масс.%) в нем в 8 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции. **Решение.** Содержание водорода – X масс.%, тогда кислорода – 8X.  $9X = 100 - (18,42 + 34,21)$ .  $X = 5,26$ .  $\text{N}:\text{Cr}:\text{H}:\text{O} = 18,42/14 : 34,21/52 : 5,26/1 : 42,08/16 = 1,32 : 0,658 : 5,26 : 2,63 = 2 : 1 : 8 : 4$ .  $\text{N}_2\text{CrH}_8\text{O}_4$  или  $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ . Разложение при нагревании:



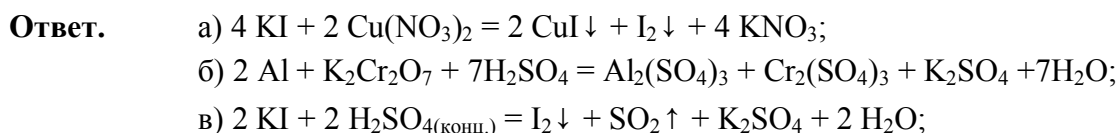
10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Определите, к какому объему (в мл) 30 мас.% раствора  $\text{HNO}_3$  (плотность 1,18 г/мл) необходимо добавить 250 мл 14 мас.% раствора (плотность 1,08 г/мл) этой кислоты, чтобы получить 22,02 мас.% раствор азотной кислоты (плотность 1,13 г/мл). **Решение.** Объем 30 мас.% раствора примем равным V. Масса этого раствора равна  $1,18V$ . Содержание в нем кислоты равно  $1,18V \cdot 0,3 = 0,354V$ . Масса 250 мл 14% раствора равна  $250 \cdot 1,08 = 270,4$  г. Содержание в нем кислоты равно  $270,4 \cdot 0,14 = 37,9$  г. Массовая доля конечного раствора равна  $0,2202 = (0,354V + 37,9) / (1,18V + 270,4)$ .  $V = 230$  мл. **Ответ: 230 мл 30 мас.% раствора  $\text{HNO}_3$ .**

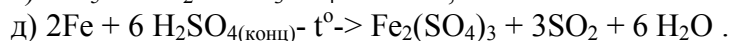
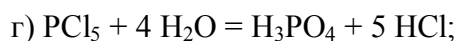
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **230±2 мл**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- ..... →  $\text{CuI} + \text{I}_2 + \text{KNO}_3$  ;
- ..... →  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- ..... →  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$ ;
- ..... →  $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  ;
- ..... →  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  .

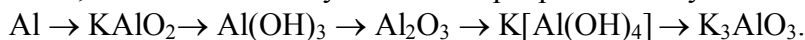




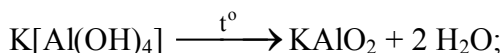
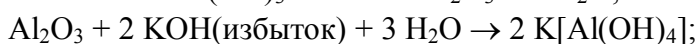
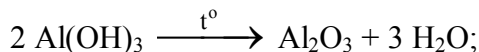
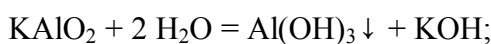
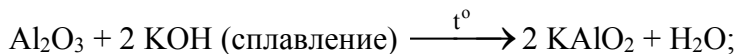
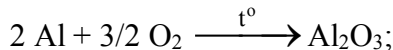


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием условий их проведения:



Ответ.



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате взаимодействия смеси оксидов бериллия и кальция с избытком оксида серы (VI) масса продуктов увеличилась в 3 раза по сравнению с массой исходных оксидов. Определите массовую долю оксида кальция в исходной смеси оксидов.

Решение. Уравнения реакций:  $\text{BeO} + \text{SO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{BeSO}_4$ ;  $\text{CaO} + \text{SO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaSO}_4$ .

Возьмем 1 моль CaO и X моль BeO. Тогда отношение масс после и до реакции равно:

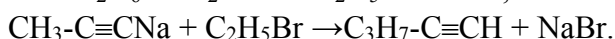
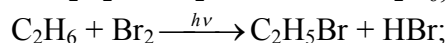
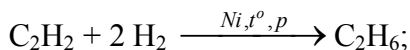
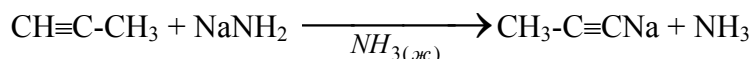
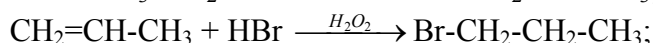
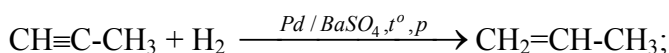
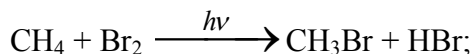
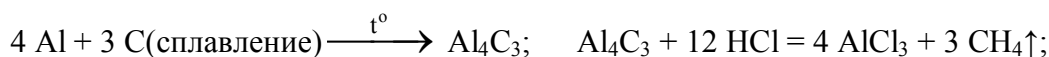
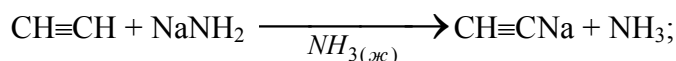
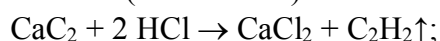
$$(136 + 105X)/(56+25X)=3. \quad X=1,067 \text{ моль. Массовая доля CaO } 56/(56+1,067 \cdot 25)=0,677 \text{ или } 67,7 \%.$$

Ответ: **67,7 % CaO** .

10 баллов выставилось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **67,7±0,3 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

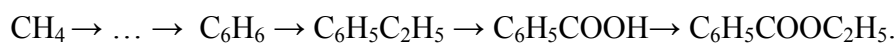
7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пентина-1. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

Ответ.

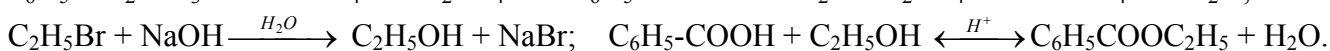
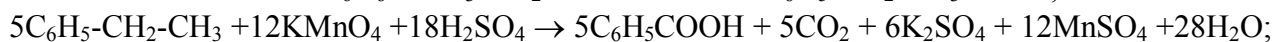
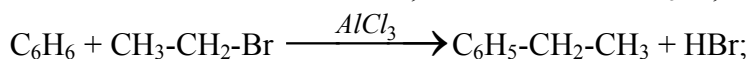
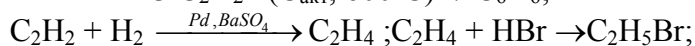
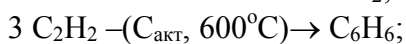
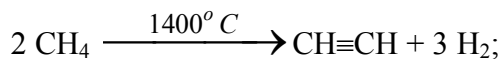


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:

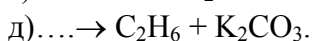
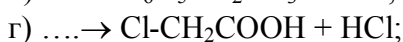
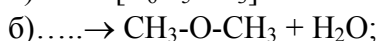
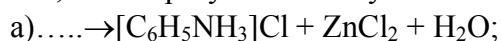


**Ответ.**

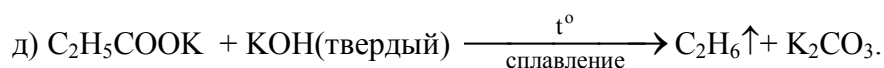
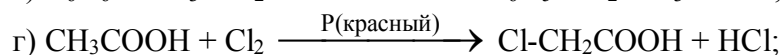
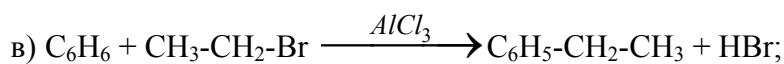
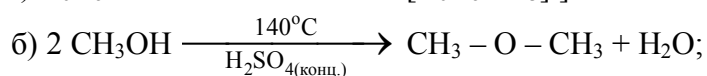
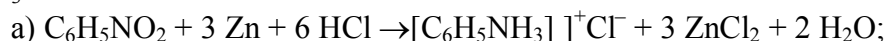


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

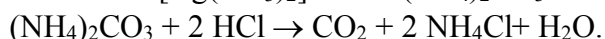


**Ответ.**

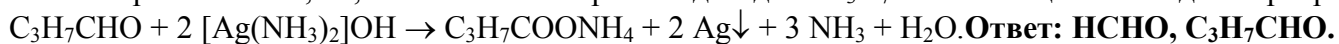


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. 11,7 г смеси двух альдегидов алифатического ряда обработали избытком аммиачного раствора оксида серебра. При этом выпало 86,4 г осадка. В результате обработки полученного раствора избытком разбавленной серной кислоты получили 3,36 л (н.у.) газа. Определите строение альдегидов. Напишите уравнения реакций. **Решение.** Количество моль серебра равно  $\nu(\text{Ag}) = 86,4:108 = 0,8$  моль. Углекислый газ выделяется при протекании реакции серебряного зеркала с муравьиным альдегидом:



Количество моль углекислого газа равно  $\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{HCHO}) = 3,36:22,4 = 0,15$  моль. В результате реакции с метаналем образовалось  $0,15 \cdot 4 = 0,6$  моль серебра. 0,2 моль серебра восстановил второй альдегид. Его количество равно  $0,2:2 = 0,1$  моль. Масса второго альдегида равна  $11,7 - (30 \cdot 0,15) = 7,2$  г. Его молярная масса  $7,2:0,1 = 72$  г/моль. Второй альдегид – в C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>CHO. Реакция с оксидом серебра:



**Ответ: HCHO, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>CHO.**  
10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

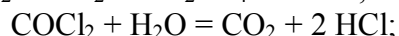
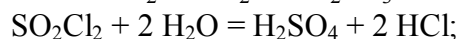
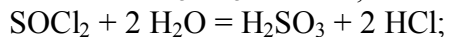
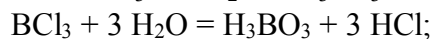
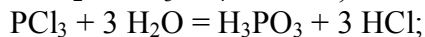
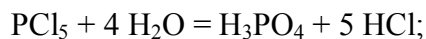
### Вариант № 11-4

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

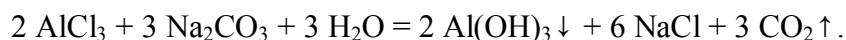
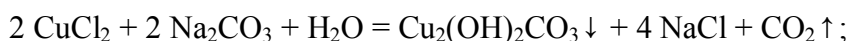
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять уравнений** химических реакций гидролиза, протекающих **необратимо**.

**Ответ.** Необратимо гидролизуются сульфиды трехвалентных алюминия и хрома, а также галогенангидриды:



Гидролизом также сопровождаются некоторые реакции обмена:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

2. Неорганическое вещество содержит 10,22 мас.% азота, 46,71 мас.% кислорода и 17,52 мас.% магния, а содержание в нем фосфора (в масс.%) в 7,75 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции. **Решение.** Содержание водорода – X, тогда фосфора –

$$7,75X.$$

$$8,75X = 100 - (10,22 + 46,71 + 17,52).$$

$$X = 2,92.$$

N:O:Mg:P:H = 10,22/14:46,71/16:17,52/24:22,40/31:2,92 = 0,73:2,92:0,73:0,73:2,92 = 1:4:1:1:4.

$\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ . Термическое разложение магнийаммонийфосфата:

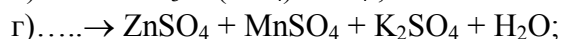
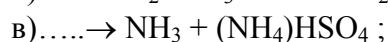
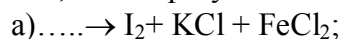


10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

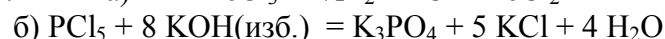
3. Определите, в каком объеме (в мл) 10 масс.% раствора  $\text{CuSO}_4$  (плотность 1,125 г/мл) необходимо растворить 25,0 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 15,4 масс.% раствор (плотность 1,08 г/мл) сульфата меди. **Решение.** Объем 10 масс.% раствора примем равным V. Масса этого раствора равна 1,125V. Содержание в нем  $\text{CuSO}_4$  равно  $1,125V \cdot 0,1 = 0,1125V$ . Масса  $\text{CuSO}_4$  в 25 г кристаллогидрата равна  $25 \cdot 160/250 = 16,0$  г. Массовая доля конечного раствора равна  $0,154 = (0,1125V + 16,0) / (1,125V + 25)$ .  $V = 200$  мл. **Ответ: 200 мл 10 масс.% раствора  $\text{CuSO}_4$ .** Плотность 15,4 масс.% раствора **не используется** в расчетах.

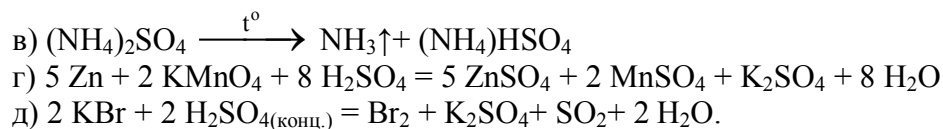
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина  $200 \pm 2$  мл. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



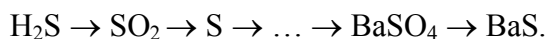
**Ответ.** а)  $\text{KI} + \text{FeCl}_3 = \frac{1}{2} \text{I}_2 + \text{KCl} + \text{FeCl}_2$



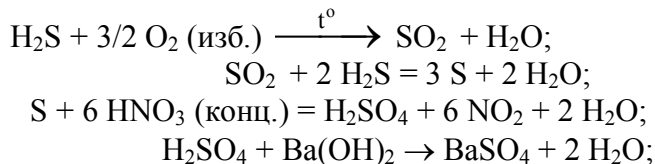


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**



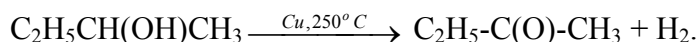
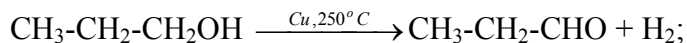
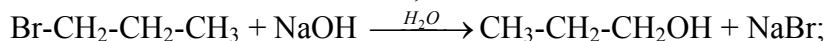
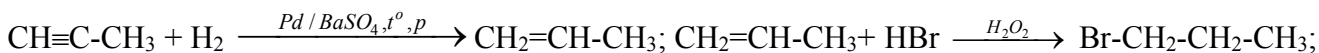
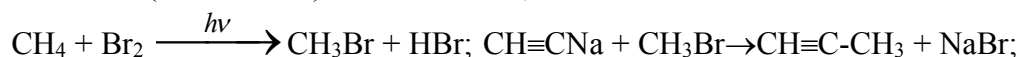
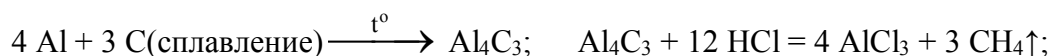
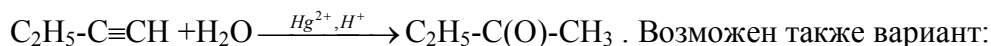
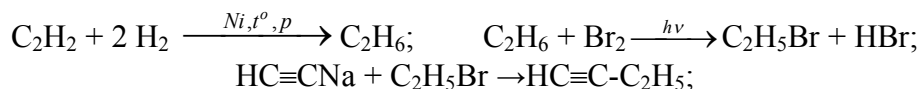
Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате термического разложения смеси нитратов бериллия и алюминия масса продуктов уменьшилась в 4,5 раза по сравнению с массой исходных веществ. Определите массовую долю нитрата алюминия в исходной смеси. **Решение.** Уравнения:  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{BeO} + 2 \text{NO}_2 + 1/2 \text{O}_2$ ;

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{t^\circ} 1/2 [\text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{NO}_2 + 3/2 \text{O}_2]$ . Возьмем 1 моль  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$  и X моль  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ . Тогда отношение масс до и после реакции равно  $(133 + 213X)/(25 + 102X/2) = 4,5$ .  $X = 1,24$  моль. Массовая доля  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  равна:  $1,24 \cdot 213 / (1,24 \cdot 213 + 133) = 0,665$  или 66,5 %. **Ответ: 66,5 %  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .**

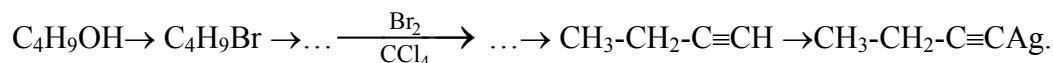
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **66,5±0,5 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения.

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения метилэтилкетона. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

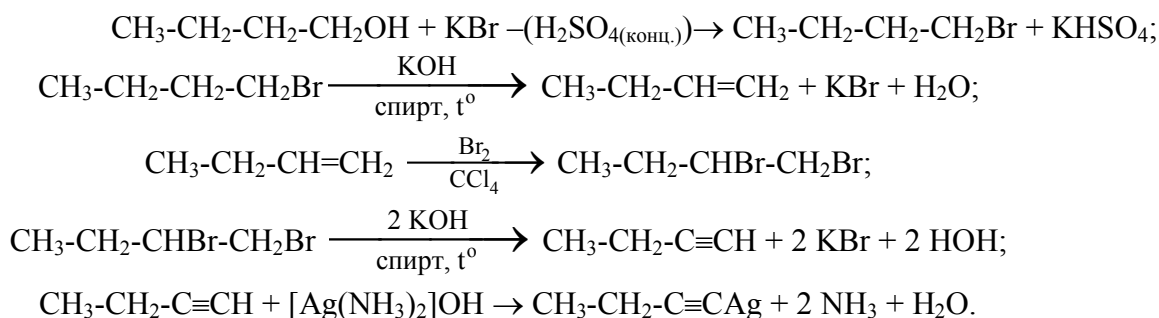


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**

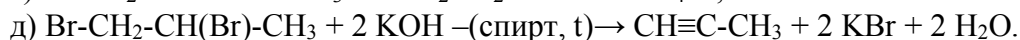
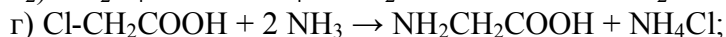
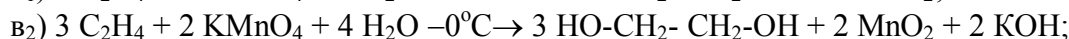
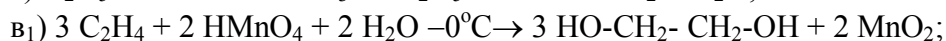
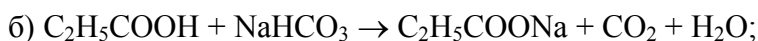
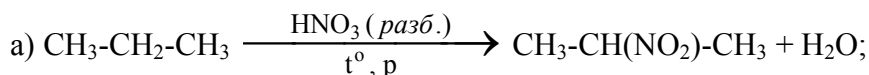


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



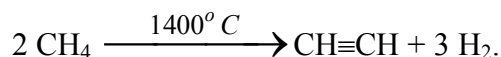
**Ответ.**



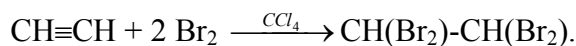
Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Смесь газов, полученную в результате высокотемпературного пиролиза 10,08 л (н.у.) метана пропустили через избыток водного раствора брома. В результате масса водного раствора уменьшилась на 64,0 г. Рассчитайте процент выхода продуктов реакции пиролиза метана. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Реакция пиролиза метана:



Количество моль метана –  $10,08:22,4 = 0,45$  моль. Ацетилена –  $0,45:2 = 0,225$  моль. Реакция с избытком брома



Должно прореагировать 0,45 моль брома, т.е. 72,0 г. В действительности в реакцию вступило 64 г брома или 0,4 моль. Процент выхода равен  $100 \cdot 0,4:0,45 = 88,9$ . **Ответ: 88,9 %.**

10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

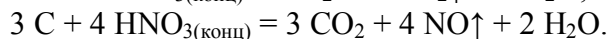
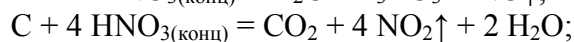
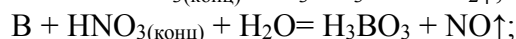
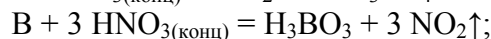
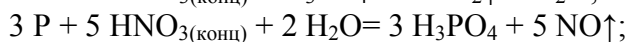
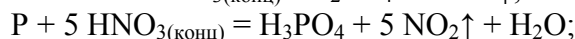
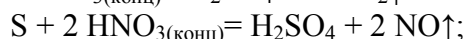
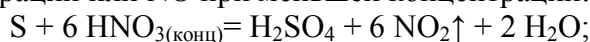
### Вариант № 11-5

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

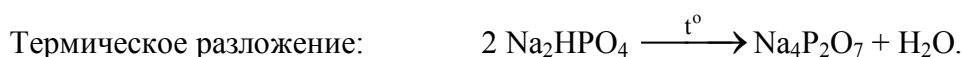
1. Напишите **пять различных уравнений** химических реакций окисления неметаллов **концентрированной** азотной кислотой.

Ответ. При взаимодействии неметаллов с концентрированной азотной кислотой выделяется NO<sub>2</sub> при очень высокой концентрации или NO при меньшей концентрации:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

2. Неорганическое вещество содержит 45,070 мас.% кислорода и 32,395 мас.% натрия, а фосфора (в масс.%) в нем в 31 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции. **Решение.** Содержание водорода – X масс.%. Фосфора – 31X. 32X=100-(45,070+32,395). X=0,704%. Фосфора- 21,83%. O:Na:P:H=45,070/16:32,395/23:21,83/31:0,70/1=2,82:1,41:0,70:0,70=4:2:1:1. Вещество - Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.



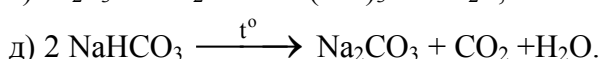
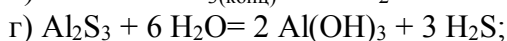
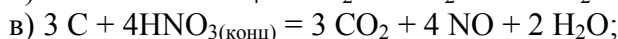
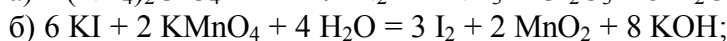
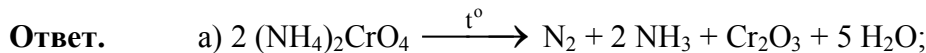
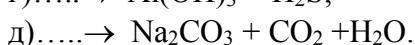
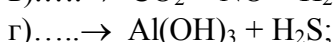
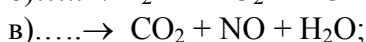
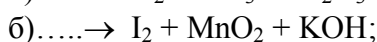
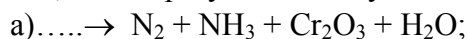
10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Определите, сколько г нитрата натрия необходимо добавить к 125 мл 8 мас.% раствора NaNO<sub>3</sub> (плотность 1,05 г/мл) для получения 19,9 мас.% раствора (плотность 1,08 г/мл).

**Решение.** Требуемая масса NaNO<sub>3</sub> – M. Масса исходного раствора 125·1,05=131,25 г. Масса соли в нем 131,25·0,08=10,5 г. Масса конечного раствора 131,25+M. Уравнение: 0,199=(10,5+M)/(131,25+M). M=19,5 г. **Ответ: 19,5 г NaNO<sub>3</sub>.**

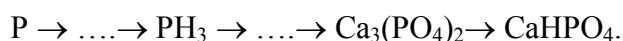
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **19,5±0,2 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

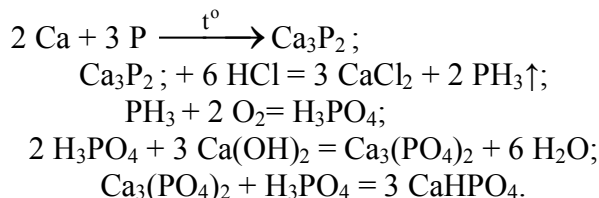


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате взаимодействия смеси оксидов кальция и магния с избытком углекислого газа масса продуктов увеличилась в 2 раза по сравнению с массой исходных оксидов. Определите массовую долю оксида кальция в исходной смеси оксидов.

**Решение.** Уравнения реакций:  $CaO + CO_2 \xrightarrow{t^0} CaCO_3$ ;  $MgO + CO_2 \xrightarrow{t^0} MgCO_3$ .

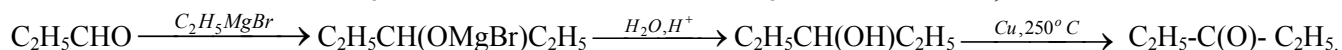
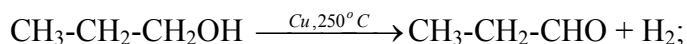
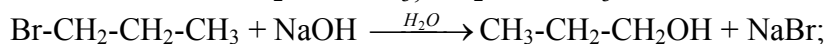
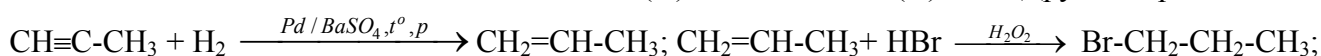
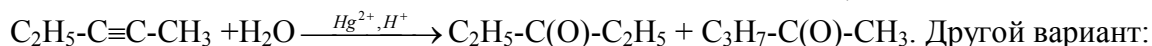
Возьмем 1 моль CaO и X моль MgO. Тогда отношение масс после и до реакции равно:  
 $(100 + 84X)/(56+40X)=2$ . X=3 моль. Массовая доля CaO  $56/(56+3 \cdot 40)=0,318$  или 31,8 %.

**Ответ: 31,8 % CaO .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **31,8±0,2 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения диэтилкетона. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

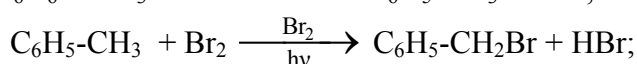
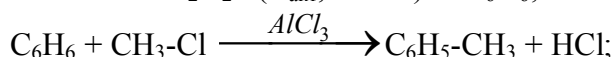
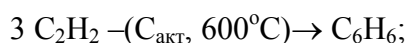
**Ответ.**  $CaC_2 + 2 H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2 \uparrow$ ;  $CH \equiv CH + NaNH_2 \xrightarrow{NH_3(жидк.)} CH \equiv CNa + NH_3$ ;



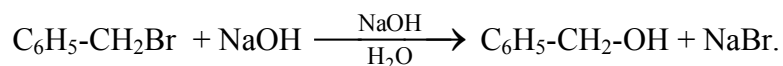
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:  $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} \dots \rightarrow C_6H_6 \xrightarrow[AlCl_3]{CH_3Cl} \dots \xrightarrow[h\nu]{Br_2} \dots \xrightarrow[H_2O]{NaOH} \dots$

**Ответ.**

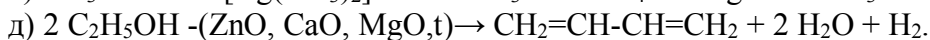
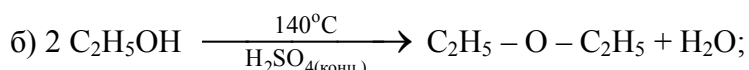
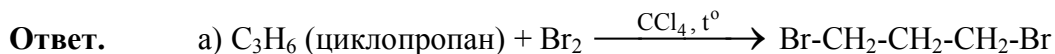
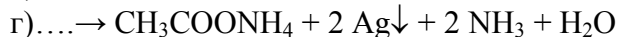
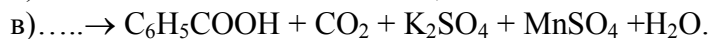
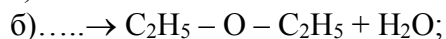






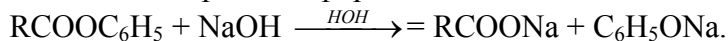
Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Для полного гидролиза 22,5 г сложного эфира фенола и предельной одноосновной карбоновой кислоты потребовалось 50 мл 20 масс.% раствора едкого натра (плотность 1,2 г/мл). Определите строение исходного эфира и рассчитайте массовые доли веществ в полученном после гидролиза растворе. **Решение.** Масса раствора NaOH равна 50 1,2=60 г. Содержание в нем щелочи равно 60·0,2=12 г или 0,3 моль. Реакция гидролиза эфира:



Кол-во сложного эфира =0,3:2=0,15 моль. Молярная масса эфира равна 22,5:0,15=150 г/моль.

C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub> . M(COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)=121. M(C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>)=29; n=2. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub> .

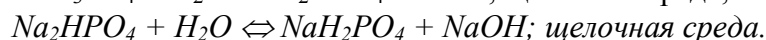
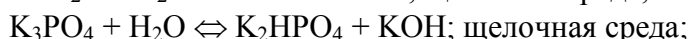
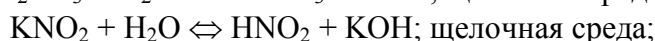
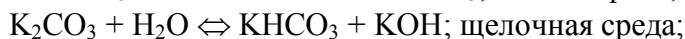
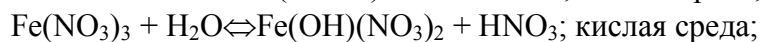
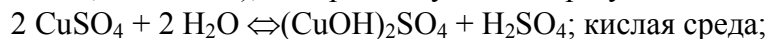
Масса раствора равна 22,5+60=82,5 г. Масса C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ONa 0,15 116=17,4 г. Масс.доля фенолята натрия 17,4:82,5=0,2109 или 21,09%. Масса C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa 0,15·96=14,4 г. Масс.доля=14,4:82,5=0,1745 или 17,45 %. **Ответ: 21,09 мас. % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ONa и 17,45 % C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa.** 10 баллов выставялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

## Вариант № 11-6

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять уравнений обратимых** химических реакций гидролиза и **укажите реакцию среды** (кислая, нейтральная, щелочная), которая получается в результате этих реакций.



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

2. Неорганическое вещество содержит 68,08 мас.% кислорода, а азота в нем (в масс.%) в 14 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.** Водорода – X мас.%. Азота – 14X%.  $15X = (100 - 68,08)$ .  $X = 2,13\%$ . Азота – 29,79%.

O:N:H=68,08/16:29,79/14:2,13=4,25:2,13:2,13=2:1:1.  $\text{HNO}_2$ . Термическое разложение:



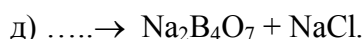
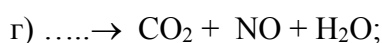
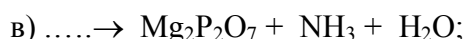
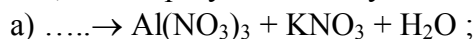
10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Определите массу воды (в г), в которой нужно растворить 13,5 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 15,0 мас.% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $\rho = 1,12$  г/мл).

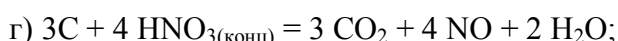
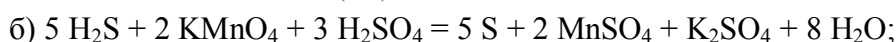
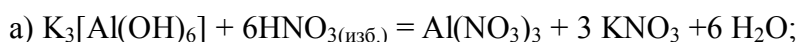
**Решение.** X – масса воды. Всего воды в растворе  $X + (13,5 \cdot 180) / 286 = X + 8,5$  г. Масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в кристаллогидрате  $(13,5 \cdot 106) / 286 = 5,0$  г. Масса 15,0 мас.% раствора  $5,0 / 0,15 = 33,33$  г. Требуемое количество воды:  $33,3 - 13,5 = 19,8$  г. **Ответ: 19,8 г воды.**

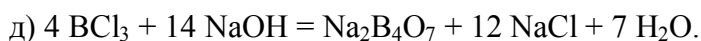
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **19,8±0,2 г**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



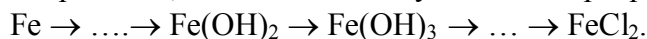
**Ответ.**



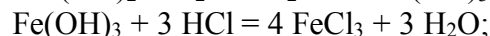
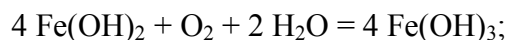
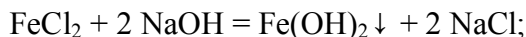
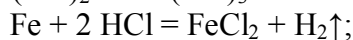


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



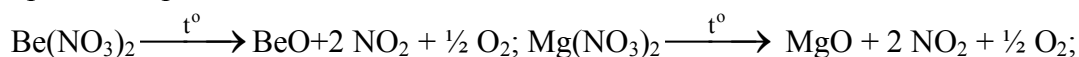
**Ответ.**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате термического разложения смеси нитратов бериллия и магния масса продуктов уменьшилась в 5 раз по сравнению с массой исходных веществ. Определите массовую долю нитрата бериллия в исходной смеси оксидов.

**Решение.** Уравнения реакций:

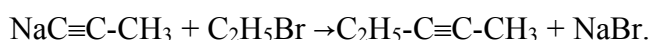
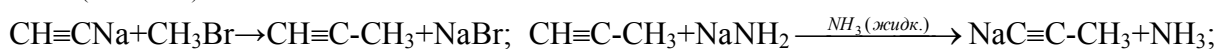
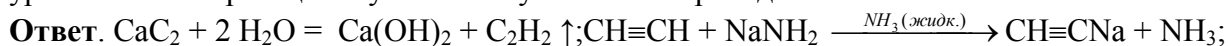


Возьмем 1 моль  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$  и X моль  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ . Тогда отношение масс до и после реакции равно  $(133 + 148X)/(25 + 40X) = 5$ .  $X = 0,154$  моль. Массовая доля  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$  равна:

$133/(0,154 \cdot 148 + 133) = 0,854$  или 85,4 %. **Ответ: 85,4 %  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **85,4±0,6 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пентина-2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

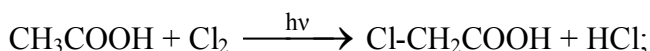
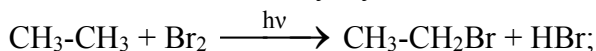


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



**Ответ.**



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- а).....→ C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> + K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ;  
 б).....→ CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>2</sub>(OH) + MnO<sub>2</sub> + KOH;  
 в).....→ CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + KBr + H<sub>2</sub>O;  
 г) .....→ CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-C≡CAg + H<sub>2</sub>O + NH<sub>3</sub>;  
 д).... → CH<sub>3</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O.

Ответ. а) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOK + KOH(тврд., t<sup>o</sup>)→ C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> + K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;

б) 3 CH<sub>3</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + 2 KMnO<sub>4</sub> + 4 H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{0-20^{\circ}\text{C}}$  3 CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>2</sub>(OH) + 2 MnO<sub>2</sub> + 2 KOH;

в) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>Br  $\xrightarrow[\text{спирт, } t^{\circ}]{\text{KOH}}$  CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + KBr + H<sub>2</sub>O;

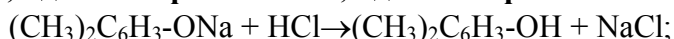
г) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-C≡CH + [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH → CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-C≡CAg + 2 NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O;

д) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH  $\xrightarrow{(180^{\circ}\text{C}, \text{H}^+)}$  CH<sub>3</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O.

Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. В результате действия концентрированной соляной кислоты на натриевую соль гомолога фенола отделили 97,6 г органического вещества и получили 300 мл 14,18 мас.% раствора NaCl (плотность 1,10 г/мл). Установите строение гомолога фенола, если при действии на него бромной воды образуется монобромпроизводное. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Масса водного раствора 300·1,10=330 г. Масса NaCl 330·0,1418=46,8 г. ν(NaCl)=46,8:58,5=0,8 моль. 0,8 моль гомолога фенола. Его молярная масса 97,6:0,8=122 г/моль. Две алкильные группы. **2,4-диметилфенол или 2,6-диметилфенол.**



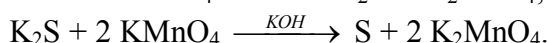
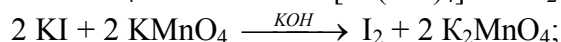
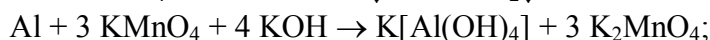
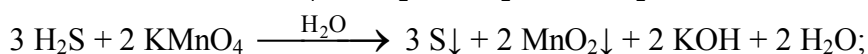
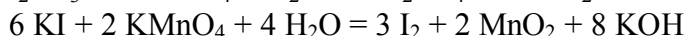
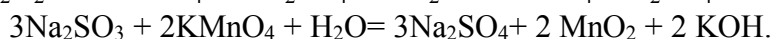
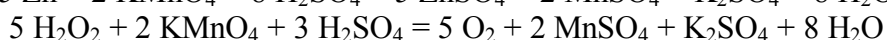
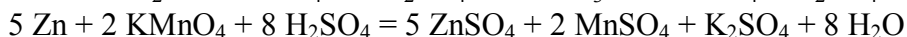
(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>-OH+Br<sub>2</sub> -(H<sub>2</sub>O)→(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(Br)-OH + HBr. **10 баллов** выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

## Вариант № 11-7

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять различных уравнений** окислительно-восстановительных реакций с участием **перманганата калия** в качестве окислителя в различных средах (кислой, нейтральной и щелочной). **Ответ.**  $5 \text{KNO}_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 5 \text{KNO}_3 + 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

2. Неорганическое вещество содержит 22,79 мас.% фосфора, а содержание калия (в масс.%) в нем в 1,64 раза меньше, чем кислорода и водорода (в масс.%) меньше, чем кислорода в 32 раза.. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

Решение. Кислород – X.  $X + (1/32)X + (1/1,64)X = 100 - 22,79$ .  $X = 47,05$ . Калия – 28,69 %. Водорода – 1,47%. P:K:O:H = 22,79/31 : 28,69/39 : 47,05/16 : 1,47/1 = 0,735 : 0,735 : 2,94 : 1,47 = 1 : 1 : 4 : 2. **Ответ:  $\text{KN}_2\text{PO}_4$ .**

Термическое разложение:  $\text{KN}_2\text{PO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{KPO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

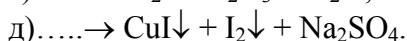
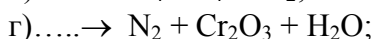
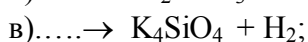
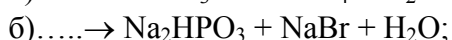
10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Определите, к какому объему (в мл) 30 мас.% раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (плотность 1,18 г/мл) необходимо добавить 125,0 мл 14 мас.% раствора ортофосфорной кислоты (плотность 1,08 г/мл), чтобы получить 22,02 мас.% раствор кислоты (плотность 1,12 г/мл).

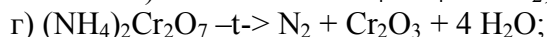
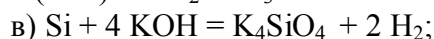
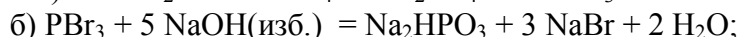
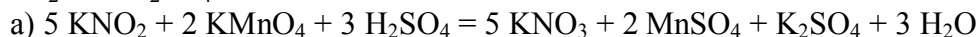
**Решение.** Объем 30 мас.% раствора примем равным V. Масса этого раствора равна 1,18V. Содержание в нем кислоты равно  $1,18V \cdot 0,3 = 0,354V$ . Масса 125 мл 14% раствора равна  $125 \cdot 1,08 = 135,2$  г. Содержание в нем кислоты равно  $135,2 \cdot 0,14 = 18,95$  г. Массовая доля конечного раствора равна  $0,2202 = (0,354V + 18,95) / (1,18V + 135,2)$ .  $V = 115$  мл. **Ответ: 115 мл 30 мас.%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .**

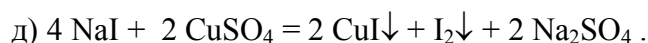
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **115±1 мл**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



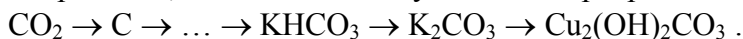
**Ответ.**



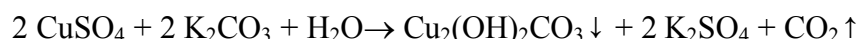
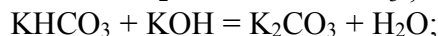
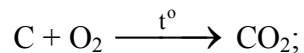


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:



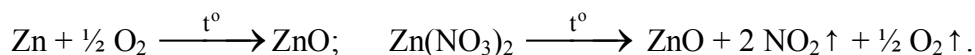
**Ответ.**  $\text{CO}_2 + 2 \text{ Mg} \xrightarrow{t^\circ} 2 \text{ MgO} + \text{C};$



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

6. В результате длительного прокаливания на воздухе смеси порошкообразных цинка и его нитрата масса этой смеси не изменилась. Рассчитайте массовую долю цинка в исходной смеси.

**Решение.** Уравнения протекающих реакций:



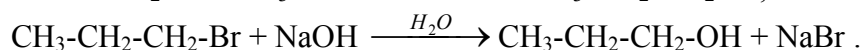
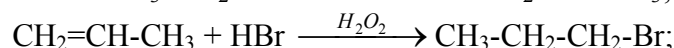
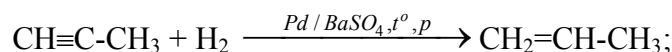
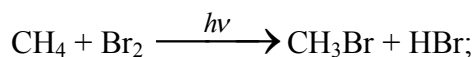
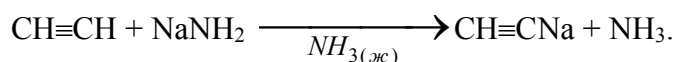
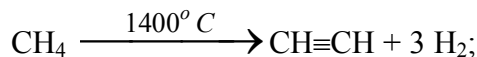
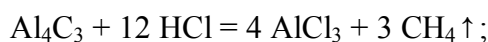
Поскольку масса после прокаливания не изменилась, уменьшение массы за счет выделения газов во второй реакции компенсируется ее увеличением за счет образования оксида цинка. Если в смеси содержится 1 моль цинка, то за счет первой реакции масса смеси в результате ее прокаливания увеличится на 16 г. Чтобы масса смеси не изменилась, должно выделиться 16 г газов по реакции термического разложения  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ . При разложении одного моля нитрата выделяется 108 г газов ( $2 \text{ NO}_2 + \frac{1}{2} \text{ O}_2$ ). Количество вещества разложившегося нитрата равно  $16:108=0,148$  моль или  $189 \cdot 0,148=27,97$  г. Таким образом, в исходной смеси содержится 65 г  $\text{Zn}$  и 27,97 г  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ . Массовая доля цинка равна 0,699 или 69,9 %.

**Ответ 69,9 % Zn.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **69,9±0,3 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

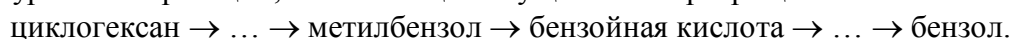
7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пропанола-1. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

**Ответ.**  $4 \text{ Al} + 3 \text{ C}(\text{сплавнение}) \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_4\text{C}_3;$

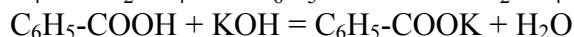
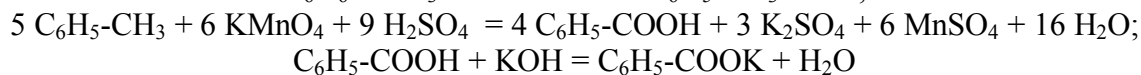
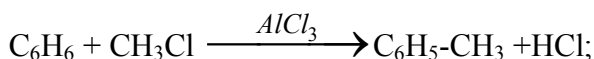
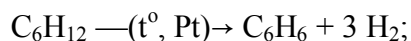


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

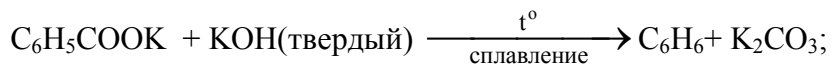
8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:



Ответ.



(или окисление толуола перманганатом в нейтральной среде)

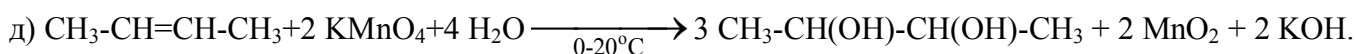
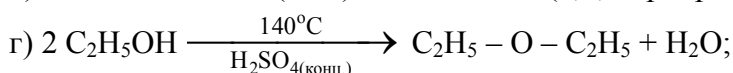
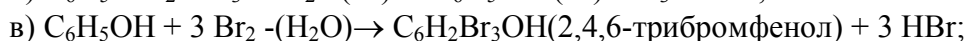
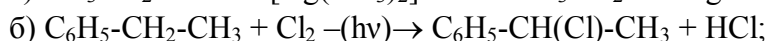
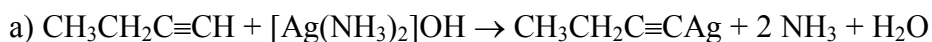


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в химические реакции, если в их результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- а)..... $\rightarrow$   $CH_3-CH_2-C\equiv CAg + NH_3 + H_2O$  ;
- б)..... $\rightarrow$   $C_6H_5-CH(Cl)-CH_3 + HCl$ ;
- в)..... $\rightarrow$   $C_6H_2Br_3OH$ (2,4,6-трибромфенол) +  $HBr$ ;
- г)..... $\rightarrow$   $C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$ ;
- д)..... $\rightarrow$   $CH_3-CH(OH)-CH(OH)-CH_3 + KOH + MnO_2$ .

Ответ.



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. После обработки избытком раствора едкого кали гомолога хлорида фенилалкиламмония получено 29,04 г органического вещества и 286,5 мл 6,0 мас. % раствора хлорида калия (плотность 1,0419 г/мл). Определите возможное строение исходной соли, если известно, что при обработке бромной водой полученного органического соединения образуется дибромпроизводное. Напишите уравнения реакций. **Решение.** Масса раствора  $KCl$  равна  $286,0 \cdot 1,0419 = 298,0$  г. Масса  $KCl$  равна  $298 \cdot 0,06 = 17,88$  г или  $17,88 : 74,5 = 0,24$  моль. Столько же и молей амина. Его молярная масса равна  $29,04 : 0,24 = 121$  г/моль. Амин –  $p-C_2H_5-C_6H_4-NH_2$ . Исходная соль –  $[p-C_2H_5-C_6H_4-NH_3]^+ Cl^-$ . Уравнения реакций:



10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.



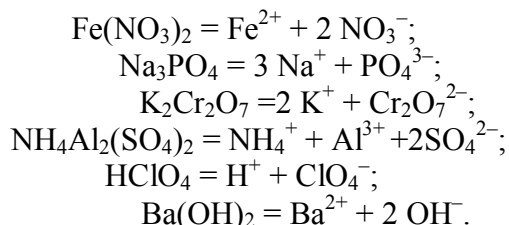
### Вариант № 11-8

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять уравнений** диссоциации веществ, протекающих **необратимо** в разбавленных водных растворах.

**Ответ.** Необратимо в разбавленных растворах диссоциируют **сильные** электролиты (соли, кислоты, щелочи):



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения реакций, протекающих необратимо.

2. Неорганическое вещество содержит 3,17 мас.% водорода и 41,27 мас.% хрома, а кислорода (в масс.%) в нем в 4 раз больше, чем азота. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

**Решение.** Содержание азота – X масс.%, тогда кислорода – 4X.  $5X = 100 - (3,17 + 41,27)$ .  $X = 11,11$ .  
H:Cr:N:O = 3,17/1:41,27/52:11,11/14:44,44/16 = 3,17:0,794:2,77 = 4:1:1:3,5 = 8:2:2:7, **(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**.

Разложение при нагревании:  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2\uparrow + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .

10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Определите, в каком объеме (в мл) 5 масс.% раствора FeSO<sub>4</sub> (плотность 1,05 г/мл) необходимо растворить 13,9 г FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, чтобы получить 10,0 мас.% раствор (плотность 1,10 г/мл) сульфата железа (II).

**Решение.** Объем 5 мас.% раствора примем равным V. Масса этого раствора равна 1,05V. Содержание в нем FeSO<sub>4</sub> равно 1,05V·0,05 = 0,0525V. Масса FeSO<sub>4</sub> в 13,9 г кристаллогидрата равна 13,9·152/278 = 7,6 г. Массовая доля конечного раствора равна 0,10 = (0,0525V + 7,6)/(1,05V + 13,9). V = 118,3 мл. **Ответ: 118,3 мл 5 мас.% раствора FeSO<sub>4</sub>.**

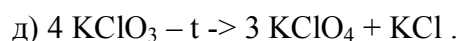
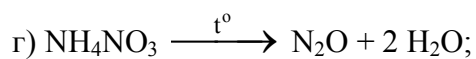
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **118,3±0,7 мл**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- ..... → K<sub>3</sub>AlO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O;
- ..... → Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O;
- ..... → Ba(HS)<sub>2</sub> + Ba(OH)<sub>2</sub>;
- ..... → N<sub>2</sub>O + 2 H<sub>2</sub>O;
- ..... → KClO<sub>4</sub> + KCl.

**Ответ.**

- 2 Al(OH)<sub>3</sub> + 6 KOH  $\xrightarrow{t(\text{сплавл.})}$  2 K<sub>3</sub>AlO<sub>3</sub> + 6 H<sub>2</sub>O;
- 2 Al + K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 7H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 7H<sub>2</sub>O;
- 2 BaS + 2H<sub>2</sub>O ⇌ Ba(HS)<sub>2</sub> + Ba(OH)<sub>2</sub>;

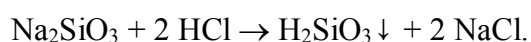
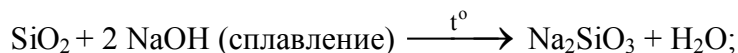
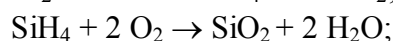
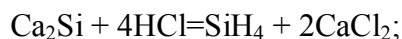


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:

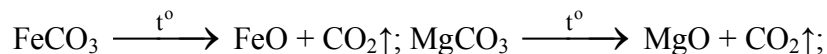


**Ответ.**



6. В результате термического разложения смеси карбонатов железа (II) и магния масса продуктов уменьшилась в два раза по сравнению с массой исходных веществ. Определите массовую долю карбоната железа в исходной смеси оксидов.

**Решение.** Разложение карбонатов:



Возьмем 1 моль  $\text{FeCO}_3$  и X моль  $\text{MgCO}_3$ . Тогда отношение масс до и после реакции равно:

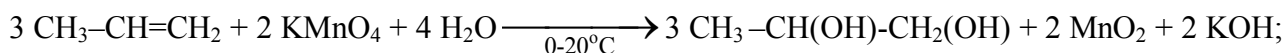
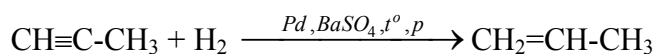
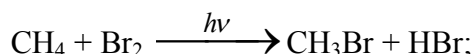
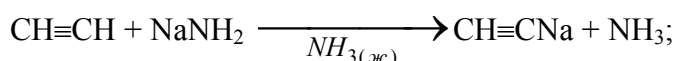
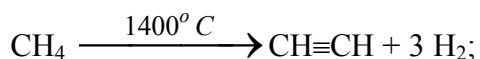
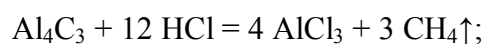
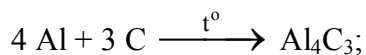
$(116 + 84X)/(72+40X)=2$ .  $X=7,0$  моль. Массовая доля  $\text{FeCO}_3$   $116/(116+7 \cdot 84)=0,165$  или 16,5 %.

**Ответ: 16,5 %  $\text{FeCO}_3$**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **16,5±0,2 %**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения пропиленгликоля-1,2. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.

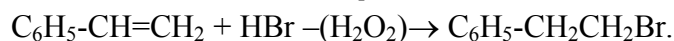
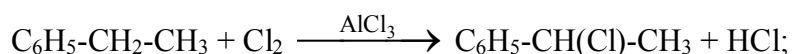
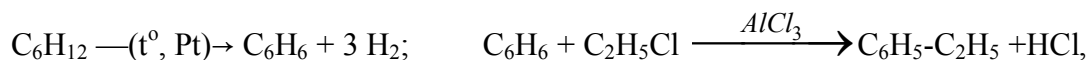
**Ответ.**



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

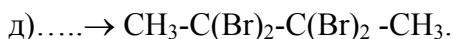
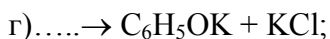
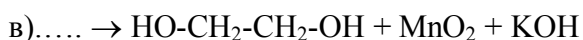
8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения: циклогексан → бензол → ...  $\xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2}$  ... → стирол →  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ .

**Ответ.**

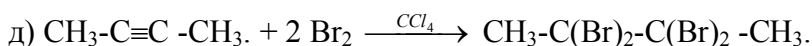
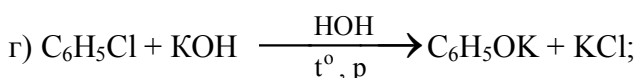
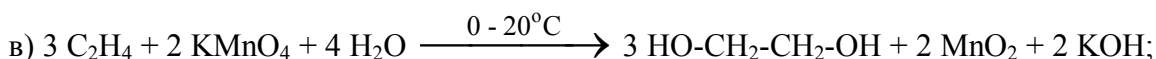
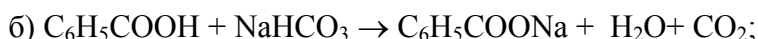
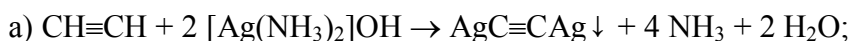


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в химические реакции, если в их результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):



**Ответ.**



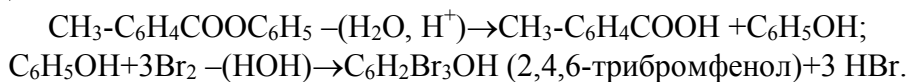
Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. Фенол, полученный в результате кислотного катализируемого гидролиза 190,8 г сложного эфира гомолога бензойной кислоты, при обработке избытком бромной воды образует 253,2 г осадка. Определите строение сложного эфира, если известно, что выход реакции гидролиза сложного эфира составляет 85 %. Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Количество вещества ν(трибромфенола)=ν(эфира)=253,2 : (331\*0,85)=0,9 моль.

M(эфира)=190,8:0,9=212 г/моль. **Ответ.** Эфир CH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>COOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>.

Уравнения реакций:



10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.

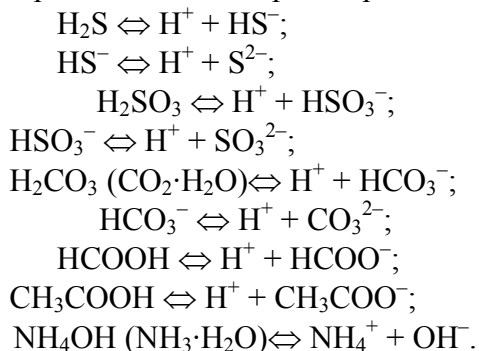
### Вариант № 11-9

Максимальная оценка за каждое задание – 10 баллов.

При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций.

1. Напишите **пять уравнений** диссоциации неорганических и (или) органических веществ, протекающих **обратимо** в водных растворах.

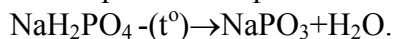
**Ответ.** Диссоциация протекает обратимо в водных растворах слабых электролитов:



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий (обратимость) протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

2. Неорганическое вещество содержит 53,33 мас.% кислорода и 25,83 мас.% фосфора, а содержание натрия (в масс.%) в нем в 11,5 раз больше, чем водорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей при этом химической реакции.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

**Решение.** Содержание водорода – X масс.%. Натрия – 11,5X. Тогда  $12,5X = 100 - (53,33 + 25,83)$ . X=1,67. Натрия – 19,17 %. O:P:Na:H = 53,33/16:25,83/31:19,17/23:1,67/1 = 3,33:0,833:0,833:1,67=4:1:1:2.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Термическое разложение:



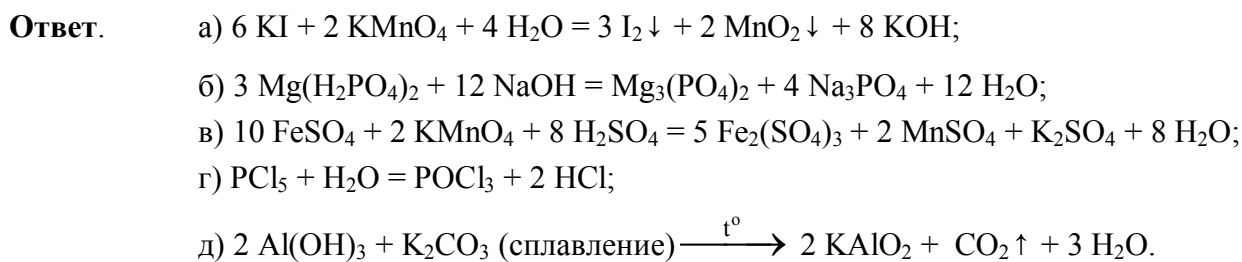
10 баллов выставлялось за правильное решение и написанное уравнение термического разложения. Отсутствие уравнения – минус 5 баллов.

3. Определите, к какому объему (в мл) 30 мас.% раствора  $\text{CaCl}_2$  (плотность 1,28 г/мл) необходимо добавить 200 мл 12 мас.% раствора (плотность 1,10 г/мл) этой соли, чтобы получить 20,0 мас.% раствор хлорида кальция (плотность 1,12 г/мл). **Решение.** Объем 30 мас.% раствора примем равным V. Масса этого раствора равна  $1,28V$ . Содержание в нем соли равно  $1,28V \cdot 0,3 = 0,384V$ . Масса 200 мл 12% раствора равна  $200 \cdot 1,10 = 220,0$  г. Содержание в нем кислоты равно  $220,0 \cdot 0,12 = 26,4$  г. Массовая доля конечного раствора равна  $0,20 = (0,384V + 26,4) / (1,28V + 220,0)$ . V=137,5 мл. **Ответ: 137,5 мл 30 мас.% раствора  $\text{CaCl}_2$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **137,5±0,5 мл**. Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

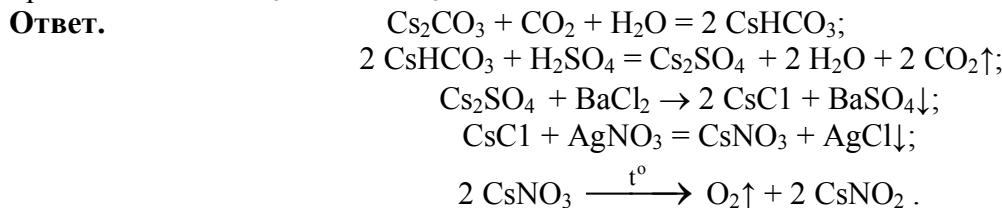
4. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- .....  $\rightarrow \text{I}_2 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$  ;
- .....  $\rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- .....  $\rightarrow 5 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- .....  $\rightarrow \text{POCl}_3 + \text{HCl}$ ;
- .....  $\rightarrow \text{KAlO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:  $\text{Cs}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CsHCO}_3 \rightarrow \text{Cs}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CsCl} \rightarrow \dots \rightarrow \text{CsNO}_2$ .



6. Плотность по кислороду смеси оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) составляет 1,075. Определите объемную долю оксида углерода (II) в исходной смеси. Рассчитайте массу осадка, который образуется при пропускании 8,4 л (н.у.) этой смеси через взятый в избытке насыщенный раствор гидроксида кальция

**Решение.** Молярная масса смеси  $M = 1,075 \cdot 32 = 34,4$  г/моль. Объемная доля  $\text{CO} - X$ .  $28X + 44(1 - X) = 34,4$ .  $X = 0,6$ . Уравнение протекающей реакции:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ .

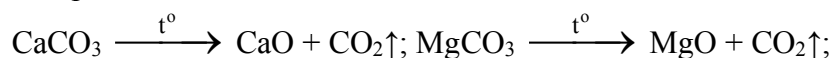
Доля  $\text{CO}_2$  в смеси равна 0,4. Объем углекислого газа в смеси  $V(\text{CO}_2) = 8,4 \cdot 0,4 = 3,36$  л;  $3,36 : 22,4 = 0,15$  моль. Масса  $\text{CaCO}_3$  равна  $100 \cdot 0,15 = 15,0$  г.

**Ответ. 60,0 %  $\text{CO}$ , 15,0 г  $\text{CaCO}_3$ .**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получались величины **60,0±1,0 %  $\text{CO}$ , 15,0±0,5 г  $\text{CaCO}_3$** . Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения.

6. В результате термического разложения смеси карбонатов кальция и магния масса продуктов уменьшилась в 2 раза по сравнению с массой исходных веществ. Определите массовую долю карбоната кальция в исходной смеси оксидов.

**Решение.** Разложение карбонатов:



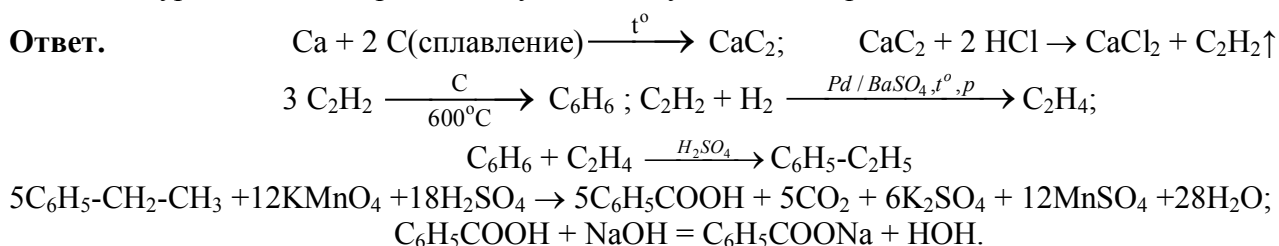
Возьмем 1 моль  $\text{CaCO}_3$  и  $X$  моль  $\text{MgCO}_3$ . Тогда отношение масс до и после реакции равно:

$(100 + 84X) / (56 + 40X) = 2$ .  $X = 3,0$  моль. Массовая доля  $\text{CaCO}_3$   $100 / (100 + 3 \cdot 84) = 0,284$  или 28,4 %.

**Ответ: 28,4 %  $\text{CaCO}_3$**

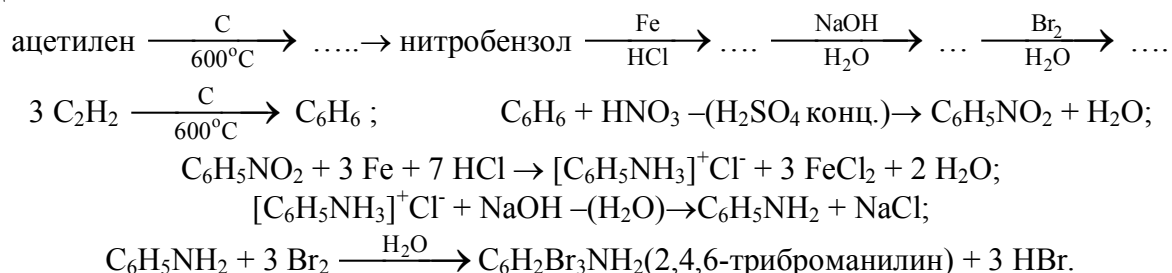
10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **28,4±0,2 %**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения

7. Исходя только из неорганических веществ предложите схему получения бензоата натрия. Напишите уравнения всех реакций с указанием условий их проведения.



Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. 10 баллов выставлялось за правильно составленные уравнения с указанием условий протекания реакций. Оценка снижалась при отсутствии указания условий протекания реакций.

8. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием **условий** их проведения:

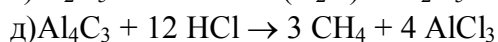
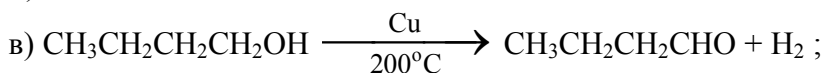
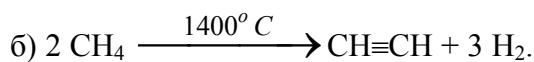


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

9. Определите, какие вещества и при каких условиях вступили в реакции и напишите их уравнения, если в результате получены следующие продукты (указаны без коэффициентов):

- а).....  $\rightarrow$   $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Ag} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$ ;
- б).....  $\rightarrow$   $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2$ ;
- в).....  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO} + \text{H}_2$ ;
- г).....  $\rightarrow$   $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaBr}$ ;
- д).....  $\rightarrow$   $\text{CH}_4 + \text{AlCl}_3$ .

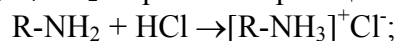
**Ответ.** а)  $\text{HCHO} + 4 [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 4 \text{Ag} + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{NH}_3$ ;



Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

10. При действии хлороводородной кислоты на смесь предельного первичного алифатического амина и аммиака получено 125 мл раствора (плотность 0,764 г/мл), массовые доли солей в котором составили соответственно 4,00 % и 4,48 %. Определите строение алифатического амина, если мольное соотношение смеси  $\text{RNH}_2:\text{NH}_3=1:2$ . Напишите уравнения реакций.

**Решение.** Масса раствора равна  $125 \cdot 0,764 = 95,5$  г. Масса соли амина равна  $95,5 \cdot 0,04 = 3,82$  г. Масса  $\text{NH}_4\text{Cl}$  равна  $95,5 \cdot 0,0448 = 4,2784$  г.  $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 4,2784 : 53,5 = 0,08$  моль.  $\nu(\text{амин}) = 0,04$  моль. Молярная масса солянокислого амина равна  $3,82 : 0,04 = 95,5$ . Молярная масса амина равна  $95,5 - 36,5 = 59$  г/моль.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$ . Уравнения реакций:



10 баллов выставлялось за правильный ответ и написанные уравнения реакций. Отсутствие одного из уравнений – минус 1,5 балла.