

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

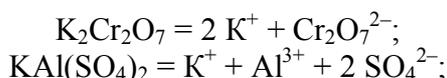
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  и дайте краткое объяснение.

**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.

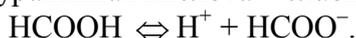
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $K_2Cr_2O_7$  и  $KAl(SO_4)_2$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



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



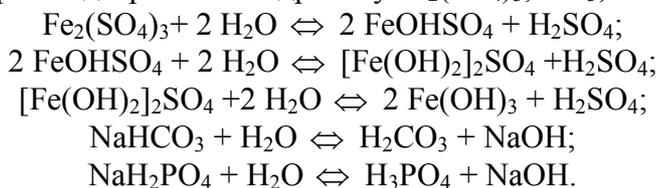
Спирт не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



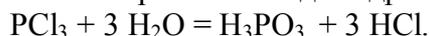
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

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  $PCl_3$ :



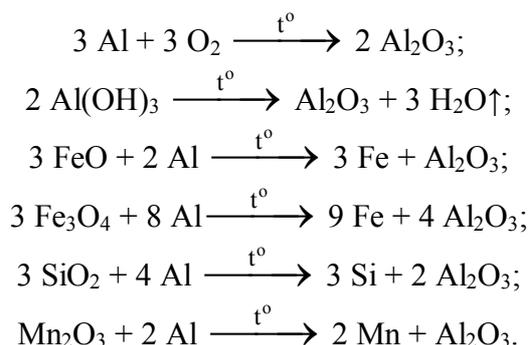
Ацетилен без катализатора не взаимодействует с водой, но возможна реакция ее присоединения:



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.

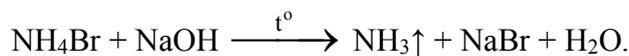
**Ответ:**



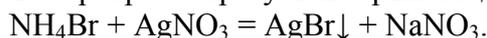
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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:



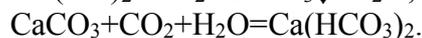
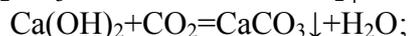
Натрий определяется по желтой окраске пламени. Для определения бромид-ионов можно подействовать раствором нитрата серебра – образуется серый осадок  $\text{AgBr}$ :



Можно также окислить бромид-ион до свободного брома:

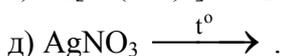
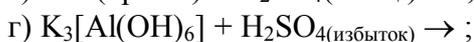
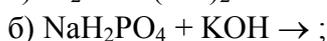


Карбонат ион определяется действием хлороводородной кислоты с последующим пропуском образующегося углекислого газа через насыщенный раствор гидроксида кальция:

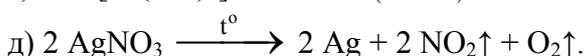
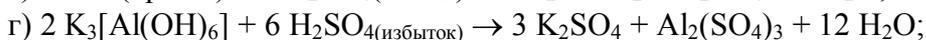
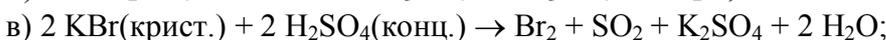
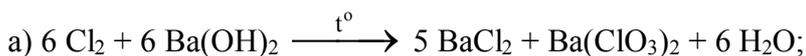


Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:



**Ответ.**

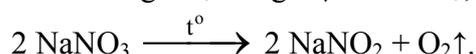
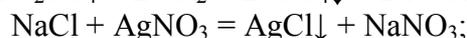
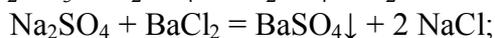


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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



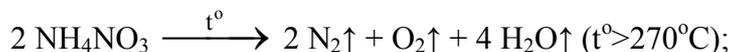
**Ответ.**



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%.  $N:H:O=35/14:5:/1:60/16=2,5:5:3,75=2:4:3$ .  $NH_4NO_3$ . 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  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$** , чтобы получить **5,65 мас.%** раствор  $Na_2CO_3$ .

**Решение.** X – масса воды. Всего воды в растворе  $X + (40,47 \cdot 180) / 286 = X + 25,47$  г. Масса  $Na_2CO_3$  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.

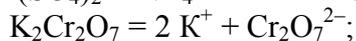
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

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  $C^{4-}$ ,  $N^{3-}$ ,  $O^{2-}$ ,  $F^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Si^{4+}$ ,  $P^{5+}$ ,  $S^{6+}$ ,  $Cl^{7+}$ .

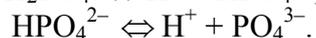
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

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.

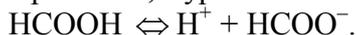
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $NH_4Fe(SO_4)_2$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



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



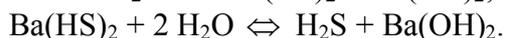
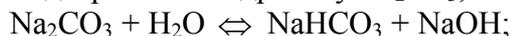
Глюкоза (фруктоза) не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



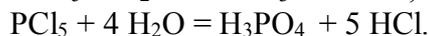
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

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  $NF_3$ :

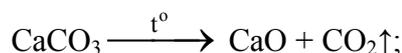
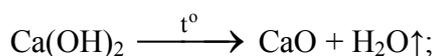
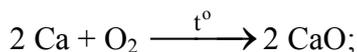


Гидроксид железа (III) мало растворим (*нерастворим*) и гидролизу не подвергается.

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.

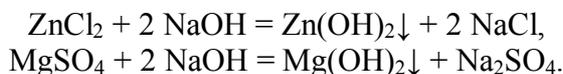
**Ответ:**



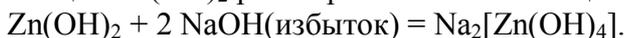
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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.

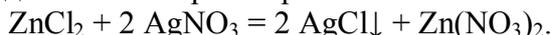
**Ответ.** При действии щелочи на водные растворы хлоридов металлов выпадают белые осадки оснований:



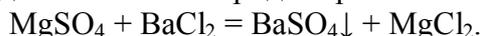
В отличие от гидроксида кальция  $\text{Zn(OH)}_2$  растворяется в избытке щелочи:



Хлорид-ионы определяются добавлением раствора азотнокислого серебра.

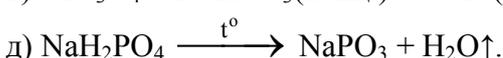
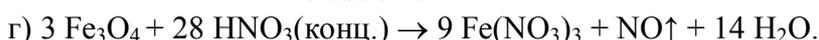
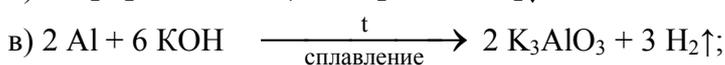
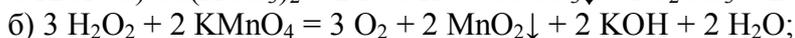
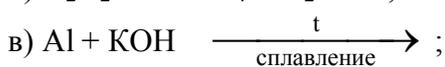
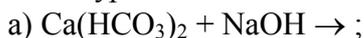


Сульфат-ионы определяются добавлением хлорида бария:



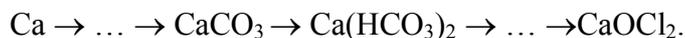
10 баллов выставлялось при условии обнаружения **всех ионов**. Причем оценка **снижалась**, если не отмечались амфотерные свойства гидроксида цинка и не приводилось уравнение реакции растворения гидроксида цинка в избытке раствора щелочи (- 2 балла). Эта реакция иллюстрирует **главное отличие** свойств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

6. Напишите уравнения химических реакций:

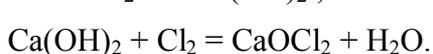
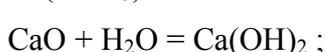
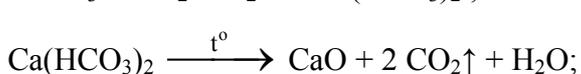
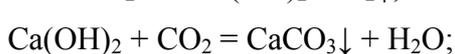


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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



**Ответ.**

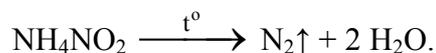


Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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%.  
 $N:H:O=43,75/14=6,25/1:50/16=3,125:6,25:3,125$ .  $NH_2O$  или  $NH_4NO_2$ . 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  $H_2SO_4$  (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  $720-270=45$  г. **Ответ: 450 г  $H_2O$ .**

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

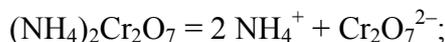
1. Определите, каким частицам (атомам и ионам) соответствует электронная формула:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  и дайте краткое объяснение.

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

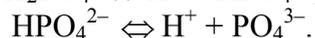
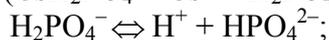
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

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.

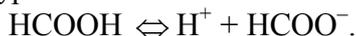
**Ответ.** Растворы сильных электролитов ( $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ,  $Na_2B_4O_7$ ) полностью диссоциируют в разбавленных растворах:



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



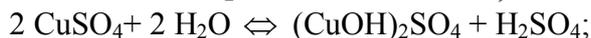
Спирт не является электролитом, муравьиная кислота – слабый электролит:



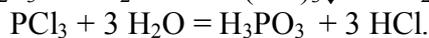
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

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  $PCl_3$ :

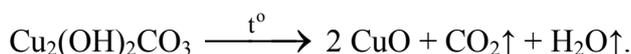
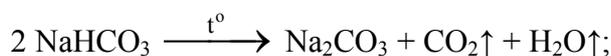
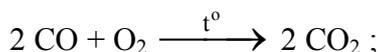
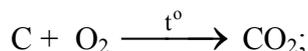


Фенол не подвергается гидролизу в водных растворах.

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.

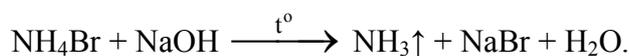
**Ответ:**



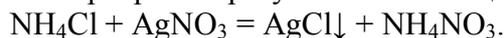
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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.

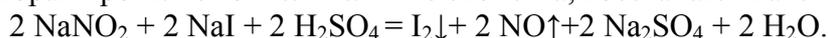
**Ответ.** Ион аммония определяется с помощью лакмусовой бумажки при действии щелочи на раствор  $\text{NH}_4\text{Br}$  при нагревании:



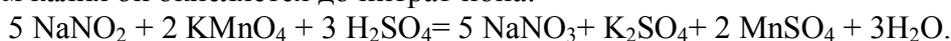
Натрий определяется по желтой окраске пламени. Для определения хлорид-ионов можно подействовать раствором нитрата серебра – образуется белый осадок  $\text{AgCl}$ :



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

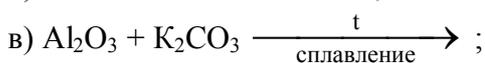
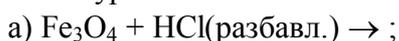


Перманганатом калия он окисляется до нитрат-иона:

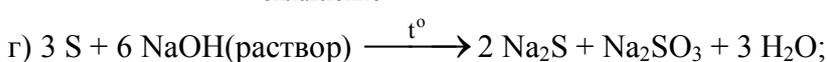
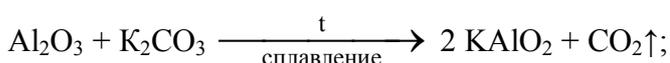
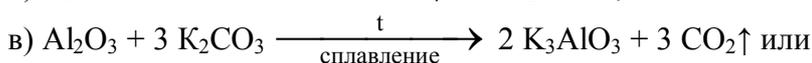
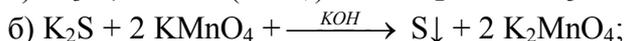
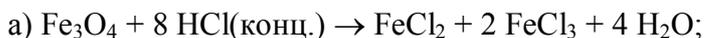


Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:



**Ответ.**

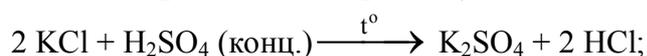
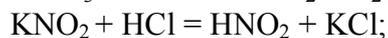
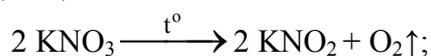
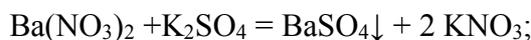


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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



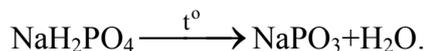
**Ответ.**



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.

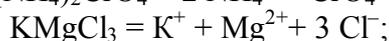
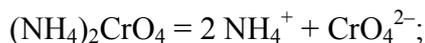
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

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  $(Al^+)$ ,  $(Si^{2+})$ ,  $P^{3+}$ ,  $S^{4+}$ ,  $Cl^{5+}$ ,  $(Ar^{6+})$ .

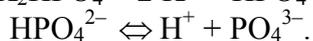
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

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:



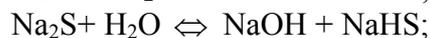
Глюкоза (фруктоза) не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



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  $NCl_3$ :

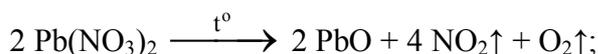
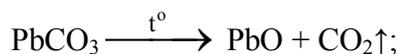
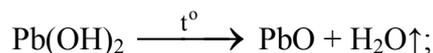
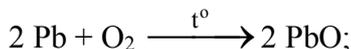


Спирт не подвергается гидролизу в водных растворах.

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.

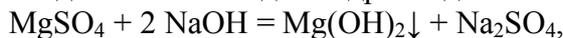
**Ответ:**



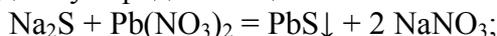
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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.

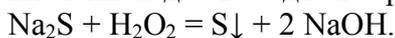
**Ответ.** Натрий определяется по желтой окраске пламени. При действии щелочи на водный растворы сульфата магния выпадает белый осадок гидроксида:



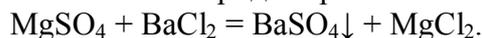
который не растворяется в избытке щелочи. Сульфид-ион определяется добавлением нитрата свинца – выпадает черный осадок сульфида свинца:



Этот ион также определяется его окислением до свободной серы:

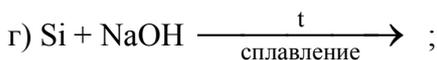
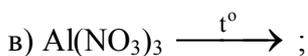
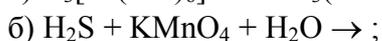


Сульфат-ионы определяются добавлением хлорида бария:

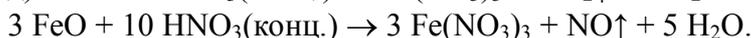


Возможны и другие реакции идентификации ионов. 10 баллов выставлялось, если определено присутствие всех веществ и всех катионов и анионов в растворах и написаны правильно все уравнения реакций. Отсутствие определения одного вещества (одного иона) – минус 2,5 балла.

6. Напишите уравнения химических реакций:

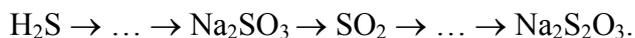


**Ответ.**

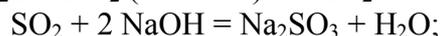
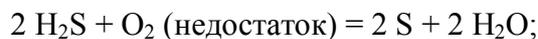


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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



**Ответ.**



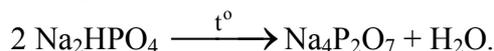
Возможны и другие правильно составленные уравнения химических реакций. Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

8. Неорганическое вещество содержит 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:

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

**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:



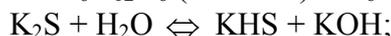
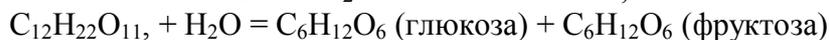
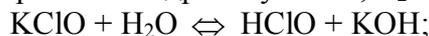
Метанол не является электролитом. В водном растворе аммиака протекает обратимая реакция:



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 гидролизуется  $BF_3$ :

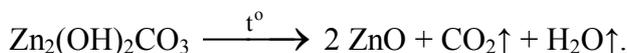
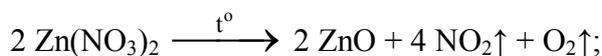
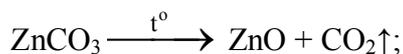
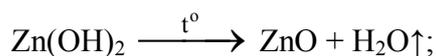
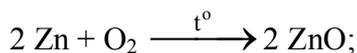


Сульфид железа мало растворим (*нерастворим*) и гидролизу не подвергается.

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:  $\text{Cl}^- + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NO}_3^-$ .

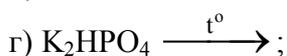
Соединения железа (II) проявляют восстановительные, а железа (III) - окислительные свойства:



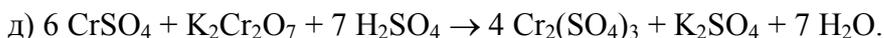
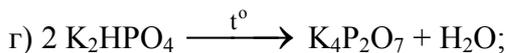
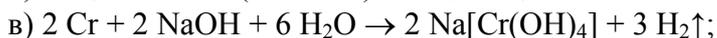
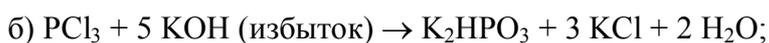
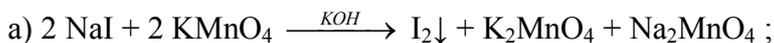
Для определения ионов железа можно использовать реакции образования гидроксидов различной окраски, берлинской лазури и турнбулевой сини. Качественной реакцией на ионы  $\text{Fe}^{3+}$  является также взаимодействие с роданидом калия или аммония.

**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.**

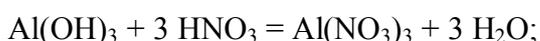
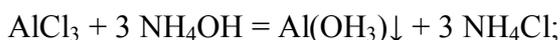
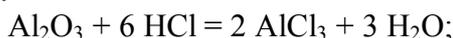


**Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла.** Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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%.

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

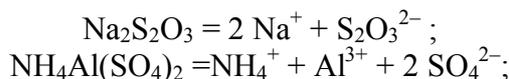
При проверке работ оценка снижалась, если не указаны **все условия** проведения реакций (температура, давление, катализатор, концентрация раствора, кислая или щелочная среда, избыток и др.), а также неправильно расставлены коэффициенты в уравнениях реакций

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  $Ti^{2+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $(Cr^{4+})$ ,  $(Mn^{5+})$ ,  $Fe^{6+}$ .

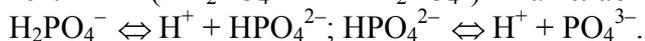
За все правильно указанные частицы выставляется 10 баллов. За пропущенные ответы оценка пропорционально числу ответов уменьшается.

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:



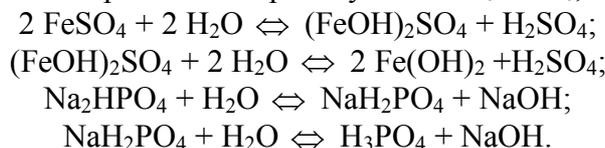
Ацетон не является электролитом, уксусная кислота – слабый электролит:



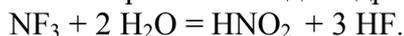
За каждое правильно написанное уравнение диссоциации электролита выставляется 2 балла. Ошибкой считается отсутствие знака обратимости в случае диссоциации слабых электролитов.

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  $FeSO_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ,  $NF_3$ ,  $Na_2HPO_4$ :



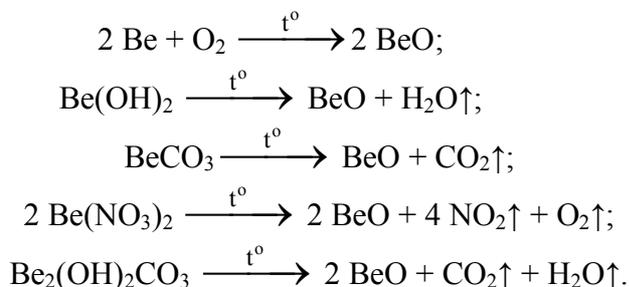
Эти реакции являются **обратимыми**. Необратимо в воде гидролизуетея  $NF_3$ :



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

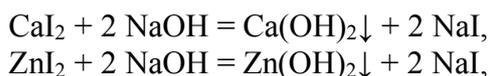
4. Напишите **пять уравнений** различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид бериллия** с указанием условий их проведения.

**Ответ:**

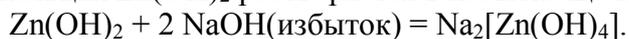


3. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы йодидов кальция и цинка. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

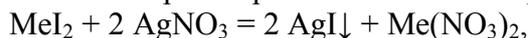
**Ответ.** При действии щелочи на водные растворы хлоридов металлов выпадают белые осадки оснований:



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



Йодид-ионы определяются добавлением раствора азотнокислого серебра.

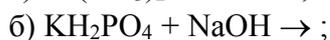
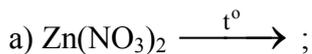


а также окислением йодид-ионов до свободного йода:

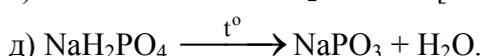
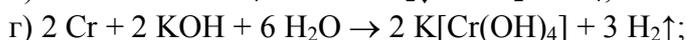
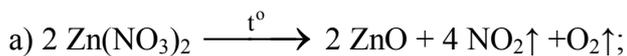


Возможны и другие реакции идентификации ионов, при протекании которых в осадок выпадают малорастворимые соли кальция и цинка. 10 баллов выставлялось при условии обнаружения **всех ионов**. Причем оценка **снижалась**, если не отмечались амфотерные свойства гидроксида цинка и не приводилось уравнение 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:

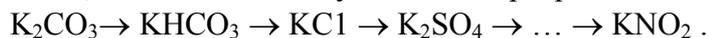


**Ответ.**

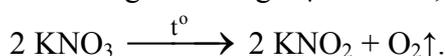
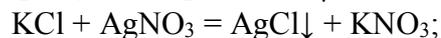
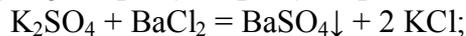


Максимальная оценка за каждое уравнение – 2 балла. Отсутствие коэффициентов или неправильные коэффициенты – минус 1 балл.

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.  $HNO_2$ . 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 КОН равна  $100 \cdot 1,1878=118,78$  г. Масса КОН равна  $118,78 \cdot 0,221=26,25$  г или  $25,25:56=0,46875$  моль. В результате взаимодействия в растворе получается  $0,46875$  моль или  $0,46875 \cdot 72=33,75$  г КНС. Масса раствора равна  $118,78+0,46875 \cdot 34=134,72$  г. Массовая доля КНС равна  $33,75:134,72=0,2505$  или  $25,05$  %. Массовая доля воды –  $74,95$  %. **Ответ. 25,05 % КНС, 74,95 % H<sub>2</sub>O.**

10 баллов выставлялось, если в результате погрешностей расчета в ответе получались величины **25,0±0,5 % КНС, 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить  $15,0$  мас.% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Решение.** X – масса воды. Всего воды в растворе  $X+(54,0 \cdot 180)/286=X+34,0$  г. Масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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