

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов)

1. Сокращенная электронная формула атома Pt ...[Xe]4f¹⁴5d⁸6s², а иона Pt²⁺ ...[Xe]4f¹⁴5d⁸.
2. В молекуле CO₂ гибридизация атома углерода ...sp, а в молекуле CCl₄ – ...sp³.
3. Среда водного раствора Pb(NO₃)₂ ...кислая, а водного раствора NH₄Cl – ...тоже кислая.
4. При электролизе водного раствора AlBr₃ на катоде выделяется ...водород, а на аноде ...бром.
5. Реакция, идущая с выделением тепла, называется ...экзотермическая, а с поглощением тепла – ...эндотермическая.
6. Вещество, повышающее свою степень окисления в результате химической реакции, называется ...восстановитель, а понижающее – ...окислитель.
7. Для водородных соединений элементов VIA группы H₂Э с увеличением порядкового номера возрастают ...кислотные и ...восстановительные свойства.
8. Реакция взаимодействия кислоты с основанием называется реакция ...нейтрализации, а ее продукт называется ...соль.
9. В реакции S₂Cl_{2(ж)} + Cl_{2(газ)} = 2SCl_{2(газ)} + Q установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ...влево, а если увеличить давление – ...тоже влево.
10. Процесс разложения веществ при их взаимодействии с водой называется ...гидролиз, а процесс разложения веществ при нагревании называется ...термолиз.

Система оценивания:

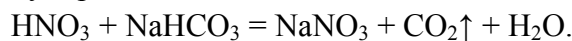
Каждый правильный ответ по 1 б

всего 1*2*10 = 20 баллов;

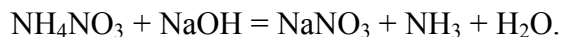
Итого 20 баллов

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов)

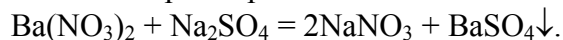
11. Только азотная кислота с водным раствором гидрокарбоната натрия выделяет пузырьки газа:



Только нитрат аммония в реакции со щелочью выделяет аммиак (его можно распознать по запаху или посинению универсальной индикаторной бумаги в его парах):



Только нитрат бария дает белый осадок с растворами сульфатов:



Система оценивания:

Правильно указанные реагенты (возможны и другие) по 2 б

всего 2*3 = 6 баллов;

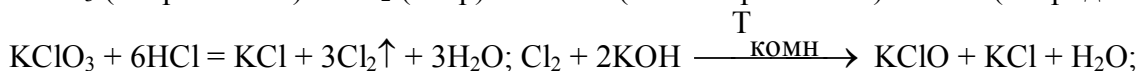
Уравнения реакций по 1 б

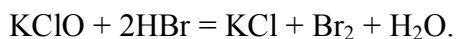
всего 1*3 = 3 балла;

Итого 9 баллов

12. Например, это могут быть следующие вещества (возможны и другие варианты):

KClO₃ (хлорат калия) → Cl₂ (хлор) → KClO (гипохлорит калия) → KCl (хлорид калия).





Система оценивания:

Правильно подобраны формулы веществ по 1 б

всего 1*4 = 4 балла;

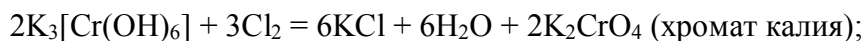
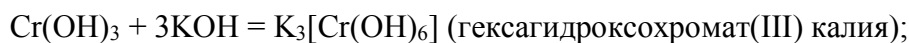
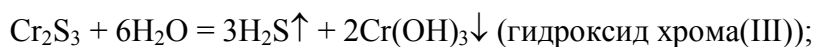
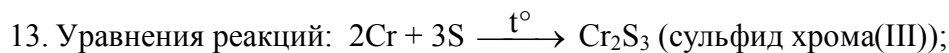
Названия веществ по 1 б

всего 1*4 = 4 балла;

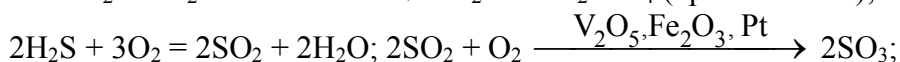
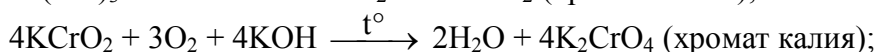
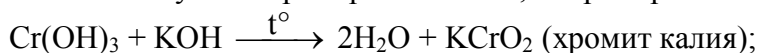
Уравнения реакций по 1 б

всего 1*3 = 3 балла;

Итого 11 баллов



Возможен путь и через хромит калия, например:



Система оценивания:

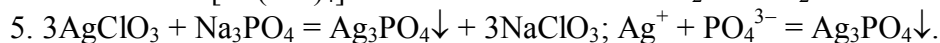
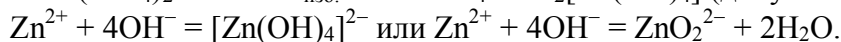
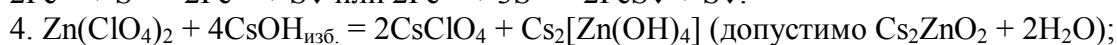
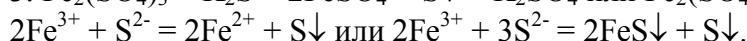
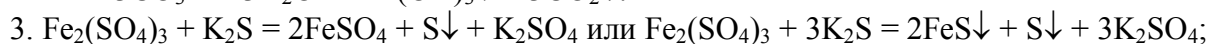
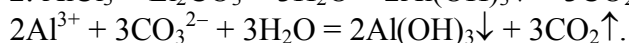
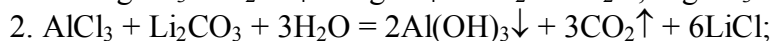
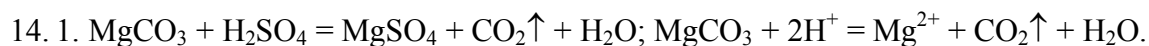
Уравнения реакций по 1 б

всего 1*6 = 6 баллов;

Названия веществ по 1 б

всего 1*4 = 4 балла;

Итого 10 баллов



Система оценивания:

Уравнения реакций в молекулярной форме по 1б

всего 1*5 = 5 баллов;

Уравнения реакций в сокращенной ионной форме по 1б

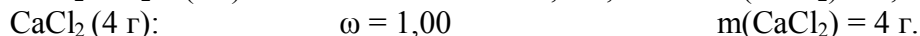
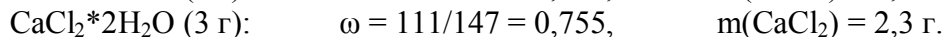
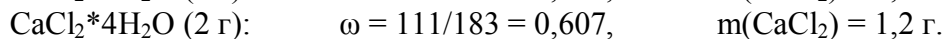
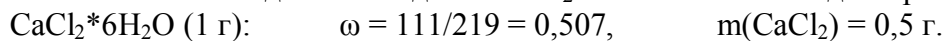
всего 1*5 = 5 баллов;

Итого 10 баллов

Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов)

15. Обозначив за x массу $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в смеси, получаем, что масса $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $2x$, масса $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $3x$, а масса CaCl_2 $4x$. Составляем уравнение $x + 2x + 3x + 4x = 10$, откуда $x = 1$ (г).

Рассчитаем массовые доли безводного CaCl_2 и его массы в каждом кристаллогидрате:



Суммарная масса $m(\text{CaCl}_2) = 0,5 + 1,2 + 2,3 + 4 = 8,0$ г, количество $\nu(\text{CaCl}_2) = 8/111 = 0,072$ моль.

Массовая доля $\omega(\text{CaCl}_2)$ в растворе $= (8,0/200) = 0,04$ или 4,0 масс. %;

Объем раствора: $V = 200 : 1,04 = 192$ мл или 0,192 л. $C(\text{CaCl}_2) = 0,072 : 0,192 = 0,375$ моль/л.

В аликвоте раствора объемом 10 мл или 0,01 л содержится $0,375 \cdot 0,01 = 3,75 \cdot 10^{-3}$ моль CaCl_2 .

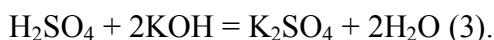


По уравнению (1) из 1 моль хлорида кальция образуется 2 моль хлорида серебра, следовательно, из $3,75 \cdot 10^{-3}$ моль CaCl_2 получится $3,75 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 7,5 \cdot 10^{-3}$ моль AgCl . Масса осадка хлорида серебра составит $7,5 \cdot 10^{-3} \cdot 143,5 = 1,08$ г.

По уравнению (2) из 1 моль хлорида кальция образуется $1/3$ моль фосфата кальция, следовательно, из $3,75 \cdot 10^{-3}$ моль CaCl_2 получится $3,75 \cdot 10^{-3} : 3 = 1,25 \cdot 10^{-3}$ моль $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Масса осадка хлорида серебра составит $1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 310 = 0,388$ г.

Система оценивания:

Расчет масс каждого из веществ по 1 б	всего $1 \cdot 4 = 4$ балла;
Расчет общей массы безводной соли 4 б	всего 4 балла;
Расчет массовой доли CaCl_2 в растворе 2б	всего 2 балла;
Расчет молярной концентрации CaCl_2 в растворе 2б	всего 2 балла;
Уравнения реакций по 1б	всего $1 \cdot 2 = 2$ балла;
Расчет количества CaCl_2 в аликвотах 2 б	всего 2 балла;
Расчет масс осадков по 2 б	всего $2 \cdot 2 = 4$ балла;
Итого 20 баллов	



Рассчитаем количество серной кислоты: $m(\text{p-ра}) = V \cdot \rho = 438,6 \cdot 1,14 = 500$ (г);

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega \cdot m(\text{p-ра}) = 0,196 \cdot 500 = 98 \text{ (г)}; n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{98}{98} = 1 \text{ (моль)}.$$

Рассчитаем количество гидроксида калия: $n(\text{KOH}) = C_M \cdot V = 2,5 \cdot 0,24 = 0,6$ (моль).

По уравнению (3) 2 моль гидроксида калия реагирует с 1 моль серной кислоты, следовательно, 0,6 моль гидроксида реагирует с 0,3 моль серной кислоты.

Всего серной кислоты было взято 1 моль, осталось после реакции с металлами 0,3 моль, следовательно, с металлами прореагировало $1 - 0,3 = 0,7$ моль кислоты.

По уравнениям (1) и (2) 1 моль серной кислоты выделяет 1 моль водорода, следовательно, водорода в реакциях с металлами выделилось 0,7 моль. При н.у. это количество водорода займет объем $V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,7 \cdot 22,4 = 15,68$ (л).

Пусть $x - n(\text{Fe})$, $y - n(\text{Al})$, тогда $56x + 27y = 16,4$.

По уравнению (1) на 1 моль железа требуется 1 моль серной кислоты, тогда на x моль Fe нужно x моль H_2SO_4 . По уравнению (2) на 2 моль алюминия требуется 3 моль серной кислоты, тогда на y моль Al нужно $1,5y$ моль H_2SO_4 , следовательно, $x + 1,5y = 0,7$.

Получили систему уравнений:

$$\begin{cases} 56x + 27y = 16,4; \\ x + 1,5y = 0,7. \end{cases}$$

При решении системы получим: $x = 0,1$, $y = 0,4$, то есть $n(\text{Fe}) = 0,1$ моль, $n(\text{Al}) = 0,4$ моль. Мольная доля Fe в смеси $0,1/(0,1+0,4) = 0,2$, мольная доля Al $0,4/(0,1+0,4) = 0,8$.

Рассчитаем массы металлов: $m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6$ (г);

$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,4 \cdot 27 = 10,8$ (г).

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{5,6}{16,4} \cdot 100 = 34,15 \text{ (\%)}.$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{10,8}{16,4} \cdot 100 = 65,85 \text{ (\%)}.$$

Система оценивания:

Уравнения реакций по 1 б	всего $1 \cdot 3 = 3$ балла;
Расчет количества серной кислоты 2 б	всего 2 балла;
Расчет количества гидроксида калия 1 б	всего 1 балл;
Расчет количества серной кислоты, прореагировавшей с металлами 2б	всего 2 балла;
Расчет объема выделившегося газа 4 б	всего 4 балла;
Составление системы уравнений 4 б (2+2)	всего 4 балла;
Расчет мольной доли металлов в смеси 2 б	всего 2 балла;
Расчет массовой доли металлов в смеси 2 б	всего 2 балла;
Итого 20 баллов	