

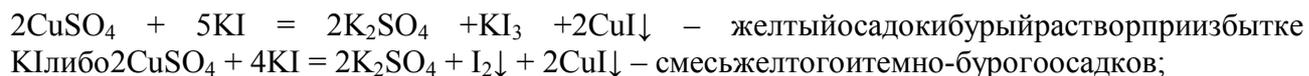
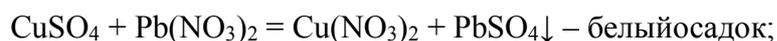
Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется **...кислота**, а принимающая протон – **...основание**.
- 1.2. Среда водного раствора Na_2SO_3 **...щелочная**, а водного раствора BaCl_2 – **...нейтральная**.
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно **...4**, а в ионе Fe^{2+} **...тоже 4**.
- 1.4. В реакции $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$ установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится **...влево**, а если увеличить давление – **...тоже влево**.
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера **...усиливаются (возрастают)**, а восстановительные свойства этих соединений **...тоже усиливаются (возрастают)**.
- 1.6. В молекуле хлороформа гибридизация атома углерода **... sp^3** , а в молекуле фосгена **... sp^2** .
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония **...-3 и ...+3**.
- 1.8. При электролизе водного раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ на катоде выделяется **...медь**, а на аноде **...кислород**.
- 1.9. Общей формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ соответствуют соединения, являющиеся гомологами **...бензола** и относящиеся к классу **... аренов (или ароматических соединений)**.
- 1.10. Органический продукт, образующийся при сплавлении соли предельной карбоновой кислоты со щелочью, относится к классу **...алканов**, а происходящий процесс называется реакция **...декарбоксилирования (или Дюма)**.

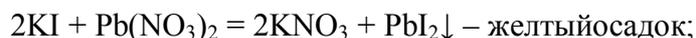
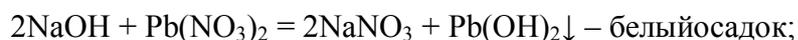
Система оценивания:**Каждый правильный ответ по 1 б****всего $1*2*10=20$ баллов;****Итого 20 баллов****Часть 2. Качественные задания(общая оценка 40 баллов).**

2.1. Один из имеющихся растворов по-разному реагирует с оставшимися пятью, давая разные осадки и окраски (в одном случае можно обнаружить и выделение пузырьков газа). Это раствор CuSO_4 , который и нужно попросить подписать.

Уравнения реакций, протекающих при попарном сливании раствора CuSO_4 с остальными:



Отметим, что нитрат свинцата тоже реагирует со всеми растворами:





Однако почти все осадки, кроме раствора, где был иодид калия, белые. Еще по цвету раствора в пробирке можно увидеть сульфат меди, а вот остальные три раствора различить не получится.

Система оценивания:

Выбор CuSO_4 *2,5 б,

всего 2,5 балла;

*(*если выбран $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, то за всю задачу ставится не более 3 б);*

Уравнения реакций по 1 б

*всего 1*5 = 5 баллов;*

Наблюдаемые эффекты по 0,5 б

*всего 0,5*5 = 2,5 балла;*

Итого 10 баллов

2.2. Пусть бинарное соединение, содержащее 11,44 % P, имеет формулу PNa_n . Составим уравнение: $31/(31+n*M_{\text{Na}}) = 0,1144$, откуда $M_{\text{Na}} = 240/n$. Единственное разумное решение получается при $n=3$, $\text{Na} = \text{Br}$.

Основной компонент фосфоритов, являющихся исходным сырьем для получения фосфора в промышленности, имеет формулу $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

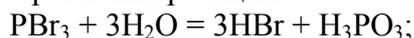
Бесцветный ядовитый газ с неприятным запахом гниющей рыбы - PH_3 .

X_1 – PBr_3 (бромид фосфора(III)); X_2 – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (ортофосфат кальция); X_3 – PH_3 (фосфин).

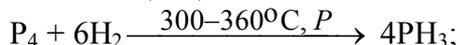
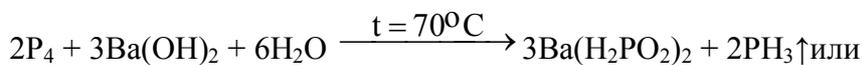
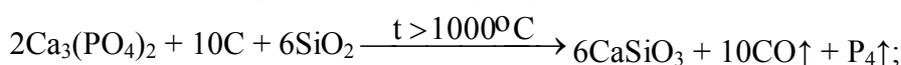
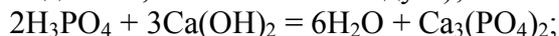
Названия остальных соединений:

H_3PO_3 – фосфористая кислота; H_3PO_4 – фосфорная кислота; P_4 – белый фосфор; PH_4I – иодид фосфония.

Уравнения реакций:



$\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_3\text{PO}_4$ (подойдут любые окислители; с кислородом реакция идет медленно, но засчитать следует);



Система оценивания:

Формулы соединений X_1 – X_3 по 1 б

*всего 1*3 = 3 балла;*

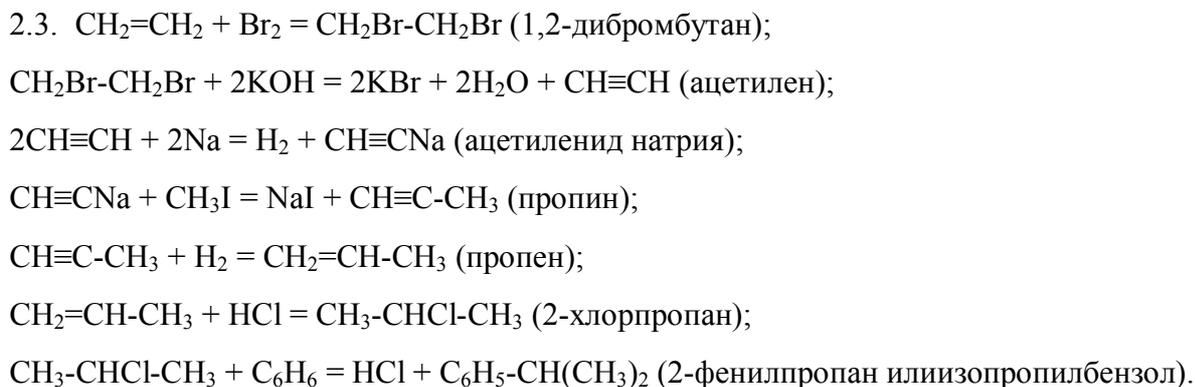
Названия соединений по 1 б

*всего 1*7 = 7 баллов;*

Уравнения реакций по 1 б

*всего 1*6 = 6 баллов;*

Итого 16 баллов



Система оценивания:

Уравнения реакций со всеми продуктами по 1б

*всего 1*7 = 7 баллов;*

Структурные формулы А-Г по 0,5 б

*всего 0,5*7 = 3,5 балла;*

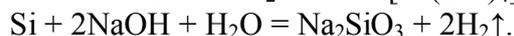
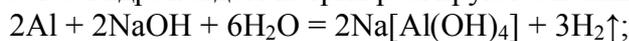
Названия А-Г по 0,5 б

*всего 0,5*7 = 3,5 балла;*

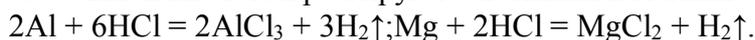
Итого 14 баллов

Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. С гидроксидом натрия реагируют алюминий и кремний:



С соляной кислотой реагируют алюминий и магний:



Обозначим за x – $n(\text{Al})$; y – $n(\text{Mg})$; z – $n(\text{Si})$, тогда

$$27x + 24y + 28z = 22,12.$$

Количество водорода, выделившееся при реакции с гидроксидом натрия равно:

$$n(\text{H}_2) = V/V_m = 27,328/22,4 = 1,22 \text{ (моль)}, \text{ тогда с учетом реакций со щелочью получим:}$$

$$1,5x + 2z = 1,22.$$

Количество водорода, выделившееся при реакции с соляной кислотой равно:

$$n(\text{H}_2) = V/V_m = 27,104/22,4 = 1,21 \text{ (моль)}, \text{ тогда с учетом реакций с кислотой получим:}$$

$$1,5x + y = 1,21.$$

Решая систему 3 уравнений, найдем: $x(n\text{Al}) = 0,8$, $y(n\text{Mg}) = 0,01$, $z(n\text{Si}) = 0,01$ (моль).

Массы веществ равны:

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,8 \cdot 27 = 21,6 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,01 \cdot 28 = 0,28 \text{ (г)}.$$

Массовые доли равны:

$$\omega(\text{Al}) = m(\text{Al})/m(\text{сплава}) = 21,6/22,12 = 0,976 \text{ или } 97,6\%.$$

$$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg})/m(\text{сплава}) = 0,24/22,12 = 0,011 \text{ или } 1,1\%.$$

$$\omega(\text{Si}) = m(\text{Si})/m(\text{сплава}) = 0,28/22,12 = 0,013 \text{ или } 1,3\%.$$

Рассчитаем объем соляной кислоты. Для выделения 1 моля водорода необходимо 2 моль HCl , следовательно, для выделения 1,21 моль водорода требуется $1,21 \cdot 2 = 2,42$ моль HCl . Эту же величину мы получим, если будем считать, исходя из количества каждого металла, но в этом нет необходимости.

$$\text{Объем кислоты равен: } V = n/C_M = 2,42/1 = 2,42 \text{ (л)}.$$

Система оценивания:

Уравнения реакций по 1 б

*всего 1*4 = 4 балла;*

Система уравнений 3 б

*всего 3*1 = 3 балла;*

Массы металлов по 2 б

*всего 2*3 = 6 баллов;*

Массовые доли металлов по 1 б

*всего 1*3 = 3 балла;*

Количество HCl б, объем HCl б

всего 2+2 = 4 балла;

Итого 20 баллов

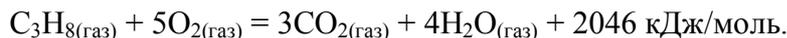
3.2. Уравнение реакции сгорания пропана:



Тепловой эффект этой реакции и будет теплотой сгорания пропана. По следствию из закона Гесса, тепловой эффект химической реакции равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом теплот образования реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов. Теплоты образования простых веществ в их устойчивых состояниях равны нулю.

$$\text{Отсюда } Q_r = 4Q(\text{H}_2\text{O}) + 3Q(\text{CO}_2) - 5Q(\text{O}_2) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) = 4 \cdot 242 + 3 \cdot 394 - 5 \cdot 0 - 1 \cdot 104 = 2046 \text{ (кДж/моль)}.$$

Термохимическое уравнение будет выглядеть так:



Количество пропана в 13,2 г $n(\text{C}_3\text{H}_8) = m/M = 13,2/44 = 0,3$ (моль). При его сжигании выделится $0,3 \cdot 2046 = 613,8$ кДж.

Количество тепла, которое необходимо затратить для нагрева 2 л (2000 г) воды на $100-25 = 75$ градусов, составит $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 2000 \cdot 4,2 \cdot 75 = 630000$ Дж = 630 кДж. С учетом 10 % потерь, потребуется $630/0,9 = 700$ кДж.

Количество пропана, которое нужно сжечь для выделения такого количества тепла, составит $n = 700/2046 = 0,342$ (моль). Объем, который он займет в заданных условиях, будет равен $V = nRT/P = 0,342 \cdot 8,31 \cdot 298/10^5 = 0,00847$ м³ или около 8,5 л.

Система оценивания:

Уравнение реакции 1 б

Расчет теплоты сгорания пропана 4 б

Термохимическое уравнение 1 б

Расчет тепла при сгорании 13,2 г пропана 2 б

Расчет тепла на нагрев чайника 4 б

(если неправильно учтены потери, то 3 б)

Расчет количества пропана 4 б

Расчет объема пропана 4 б

(если объем рассчитан при н.у., то 2 б)

Итого 20 баллов

всего 1*1 = 1 балл;

всего 4*1 = 4 балла;

всего 1*1 = 1 балл;

всего 2*1 = 2 балла;

всего 4*1 = 4 балла;

всего 4*1 = 4 балла;

всего 4*1 = 4 балла;