2022-2023 уч. год

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап (решение)
11 класс

Задание 1.

Из приведенного ниже списка химических соединений:

$Cu(OH)_2$	NH_3	CaH_2	$K_2S_2O_8$	H_2S	H_3PO_4
$H_2S_2O_7$	$H_4P_4O_{12}$	K_2HPO_3	NF_3	B_2H_6	P_4O_{10}
NCl_3	$H_6P_4O_{13}$	$K_2H_2P_2O_6$	HCOOK	NaH_2PO_3	S_3O_9

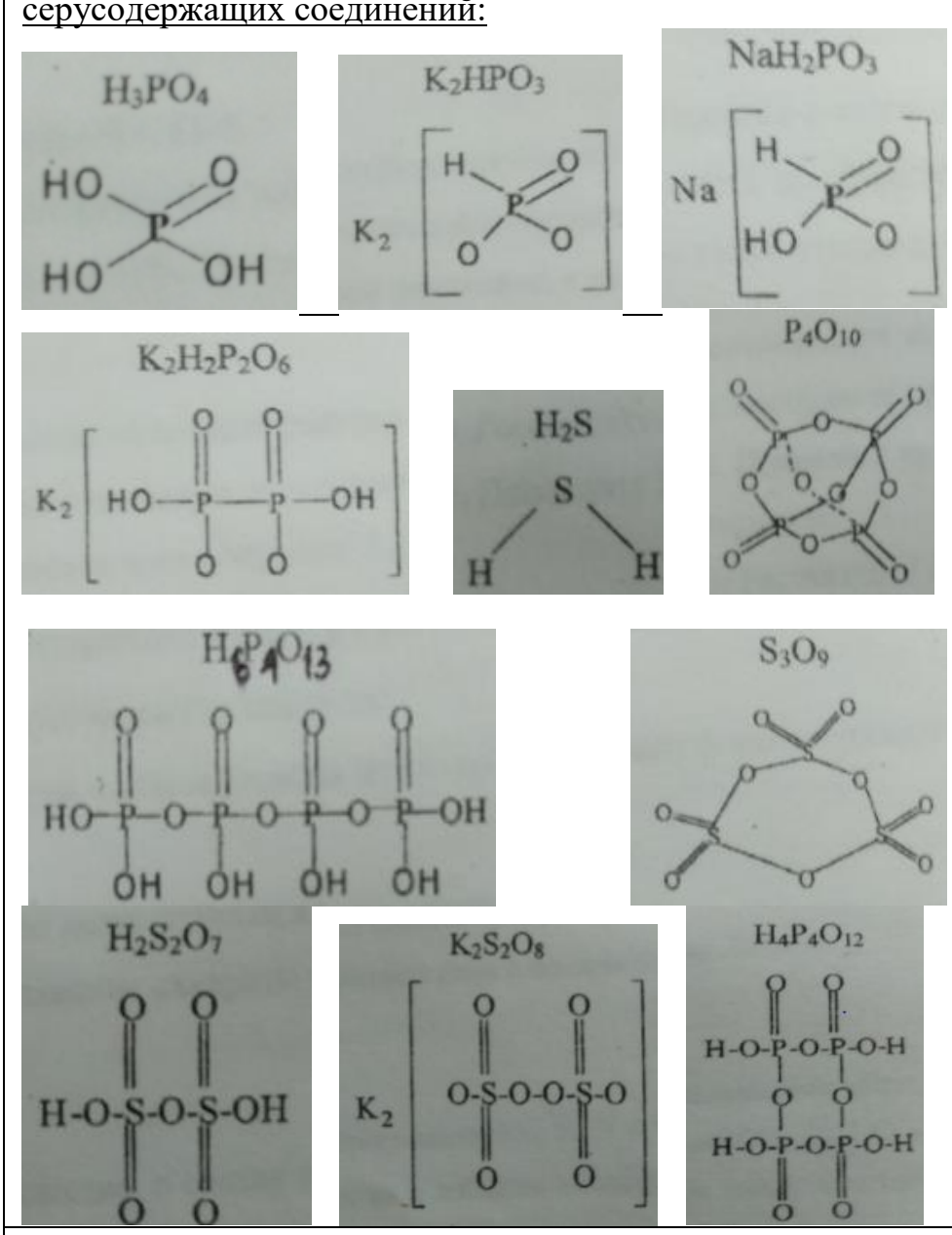
1. Выпишите отдельно формулы:

А. гидроксидов
Б. кислых солей
В. гидридов
Г. ангидридов
Д. соединений, имеющих циклическое строение
Е. соединений со связью «элемент-элемент»
Ж. соединений с мостиковым строением «элемент-кислород-элемент»

2. Приведите структурные (графические) формулы всех фосфор- и серусодержащих соединений.

Решение задания № 1

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Выписаны формулы в соответствии с заданием: А. Гидроксиды: $Cu(OH)_2$, $H_2S_2O_7$, H_3PO_4, $H_4P_4O_{12}$, $H_6P_4O_{13}$	**по 0,5 балла** за каждый правильный ответ
Б. Кислые соли: NaH_2PO_3, $K_2H_2P_2O_6$	
В. Гидриды: NH_3, CaH_2, H_2S, B_2H_6	**по 0,25 балла** за каждый правильный ответ
Г. Ангидриды: P_4O_{10}, S_3O_9	**по 0,5 балла** за каждый правильный ответ
Д. Циклические формы: P_4O_{10}, S_3O_9, $H_4P_4O_{12}$	**по 0,33 балла** за каждый правильный ответ
Е. Соединения со связью: «элемент-элемент»: $K_2H_2P_2O_6$, $K_2S_2O_8$	**по 0,5 балла** за каждый правильный ответ
Ж. Соединения с мостиковым строением «элемент – кислород - элемент»: P_4O_{10}, S_3O_9, $H_2S_2O_7$, $H_4P_4O_{12}$, $H_6P_4O_{13}$	**по 0,2 балла** за каждый

	правильный ответ
<u>Приведены структурные формулы фосфор- и серусодержащих соединений:</u>  	**по 0,5 балла** за каждую структурную формулу
Итого	**14 баллов**

Задание 2.

Для определения состава кристаллогидрата двойной соли – сульфата калия – железа (III) – образец массой 10,06 г прокалили до полного обезвоживания, после чего масса твердого остатка составила 5,74 г. Остаток растворили в воде, раствор разделили на две равные части. К одной из них добавили раствор хлорида бария, при этом выпал осадок массой 4,66 г. Другую часть обработали раствором аммиака, образовавшийся осадок отделили и прокалили. Масса осадка после прокаливания составляет 0,8 г. Выведите формулу соли. Напишите уравнения реакций (схемы процессов), протекающих в системе

Решение задания № 2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Состав соли: $K_xFe_y(SO_4)_z \cdot aH_2O$ Записано уравнение (схема) диссоциации соли: $K_xFe_y(SO_4)_z = xK^+ + yFe^{3+} + zSO_4^{2-}$ Приведены уравнения реакций (схемы процессов), происходящих в растворе: $Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O = Fe(OH)_3 + 3NH_4^+$ $2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3\ H_2O$ $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4$	**2 балла** (по 0,5 балла за схемы процессов)
Количество вещества воды в формуле: m H_2O = 10,06 – 5,74 = 4,32 г n $H_2O = \frac{4,32}{18}$ = 0,24 моль	**1 балл**
Количество вещества катионов железа: n $Fe_2O_3 = \frac{0,8}{160}$ = 0,005 моль n $Fe(OH)_3$ = n (Fe^{3+}) = 2 n(Fe_2O_3) = 2 · 0,005 = 0,01 моль n (Fe^{3+}) общее = 2 · 0,01 = 0,02 моль (начальный раствор разделили на две равные части)	**1 балл**
Количество вещества сульфат – ионов: n $BaSO_4 = \frac{4,66}{233}$ = 0,02 моль n SO_4^{2-} = n $BaSO_4$ = 0,02 моль n (SO_4^{2-}) общее = 2 · 0,02 = 0,04 моль (начальный раствор разделили на две равные части)	**1 балл**
Количество вещества ионов калия: m (SO_4^{2-}) = 96 · 0,04 = 3,84 г m (Fe^{3+}) = 56 · 0,02 = 1,12 г m (K^+) = 5,74 – 3,84 – 1,12 = 0,78 г n $K^+ = \frac{0,78}{39}$ = 0,02 моль	**1 балл**
Соотношение атомов элементов в формульной единице: n K^+ : n (Fe^{3+}) : n (SO_4^{2-}) : n H_2O = 0,02 : 0,02 : 0,04 : 0,24 = 1 : 1 : 2 : 12 Формула соли: $KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	**1 балл**
Итого	7 баллов

Задание 3.

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$\textbf{Пропил-амин} \xrightarrow{HNO_2} \mathbf{X_1} \xrightarrow[H_2SO_4]{\mathbf{X_2}} \mathbf{C_2H_5CHO} \xrightarrow{[Ag(NH_3)_2OH} \mathbf{X_3} \xrightarrow{Ba(OH)_2} \mathbf{X_4} \xrightarrow{t^0} \mathbf{X_5}$$

При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ, указывайте преимущественно образующиеся продукты.

Назовите вещества **X_1 - X_5, C_2H_5CHO**, представленные в цепочке, по номенклатуре ИЮПАК, придерживаясь общих ее правил.

Решение задания № 3

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Уравнения реакций: 1) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HNO_2 \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH + N_2 + H_2O$ 2) $3CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow$ $\rightarrow 3CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$ 3) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}COONH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$ 4) $2\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}COONH_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow (CH_3\text{-}CH_2\text{-}COO)_2Ba + 2NH_3 + 2H_2O$ 5) $(CH_3\text{-}CH_2\text{-}COO)_2Ba \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}CH_3\text{-}CH_3 + BaCO_3$	**5 баллов** (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами)
Названия веществ: X_1 – пропанол-1 X_2 – $K_2Cr_2O_7$ – дихромат калия **C_2H_5CHO –** пропановый (пропионовый) альдегид X_3 – пропионат аммония X_4 – пропионат бария X_5 – пентанон-3	**3 балла** (по 0,5 балла за название каждого вещества по заместительной номенклатуре ИЮПАК)
Итого	**8 баллов**

Задание 4.

Смесь ацетальдегида, этанола и бромэтана подвергли гидрированию (в присутствии никелевого катализатора и при повышенном давлении), а затем обработали последовательно бромоводородом и металлическим натрием. Водорода было израсходовано 336 мл (н.у.), бромоводорода – в три раза больше. В последней реакции образовалось 6,18 г бромида натрия. Вычислите массу исходной смеси, принимая, что все реакции шли со 100%-ным выходом.

Решение задания № 4

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Составлены уравнения реакций: $CH_3COH + H_2 \Rightarrow CH_3CH_2OH$ $CH_3CH_2OH + HBr \Rightarrow CH_3CH_2Br + H_2O$ $2CH_3CH_2Br + 2Na \Rightarrow C_4H_{10} + 2NaBr$	**3 балла**
Пусть исходная смесь состоит из количеств веществ:	**3 балла**

n (CH_3COH) = *x* моль n (CH_3CH_2OH) = *y* моль n (CH_3CH_2Br) = *z* моль Соотношения веществ в уравнениях реакций: $CH_3COH + H_2 \Rightarrow CH_3CH_2OH$ x моль x моль x моль $CH_3CH_2OH + HBr \Rightarrow CH_3CH_2Br + H_2O$ x + y моль x + y моль x + y моль $2CH_3CH_2Br + 2Na \Rightarrow C_4H_{10} + 2NaBr$ x + y + z моль x + y + z моль	
n (H_2) = *x* моль = $\frac{0,336}{22,4}$ = 0,015 моль n (HBr) = 3n(H_2) = x + y = 3 · 0,015 = 0,045 моль n (NaBr) = x + y + z = = $\frac{6,18}{103}$ = 0,06 моль $\begin{cases} x + y = 0,045 \\ x + y + z = 0,06 \end{cases}$ x = 0,015 моль y = 0,030 моль z = 0,015 моль	**1 балл**
M (CH_3COH) = 44 г/моль M (CH_3CH_2OH) = 46 г/моль M (CH_3CH_2Br) = 109 г/моль m(смеси) = 0,015 · 44 + 0,030 · 46 + 0,015 · 109 = 3,675 г Ответ: m(смеси) = 3,675 г	**1 балл**
Итого	**8 баллов**

Задание 5

В трех пробирках находятся водные растворы солей сульфата железа (II), сульфата алюминия и хлорида кальция. Используя подкисленный раствор перманганата калия и раствор карбоната калия в инертной атмосфере, студент Виктор определил, в какой пробирке находится каждое из этих веществ. Он составил следующую таблицу:

Реактив	№1	№2	№3
$KMnO_4$, $H_2SO_{4(р\text{-}р)}$	Видимых признаков реакции нет	Обесцвечивание раствора	Видимых признаков реакции нет
K_2CO_3 р-р (в инертной атм-ре)	Белый осадок	Белый осадок	Белый осадок, газ
Формула вещества			

Определите содержимое пробирок. Напишите уравнения реакций происходящих процессов.

Напишите уравнения реакций:

- раствора соли из пробирки №2 с раствором гидроксида калия на воздухе;
- раствора соли из пробирки №3 с водным раствором аммиака.

Укажите признаки реакций.

Решение задания № 5

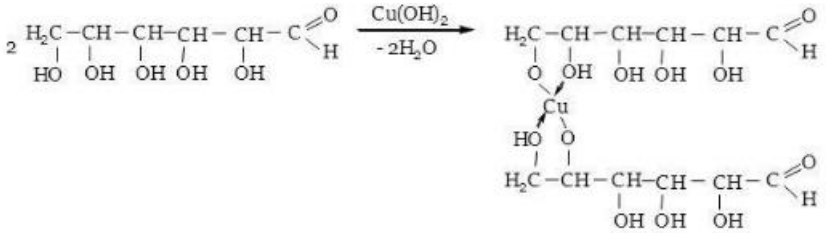
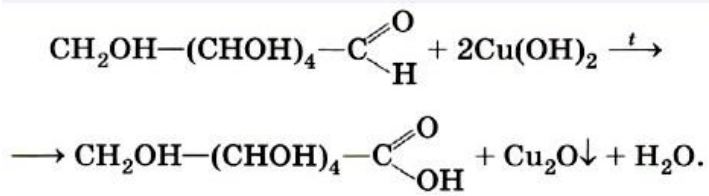
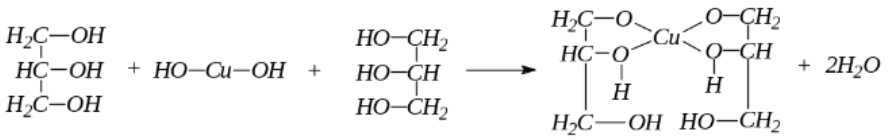
Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Определено содержимое пробирок: №1 – $CaCl_2$ №2 – $FeSO_4$ №3 – $Al_2(SO_4)_3$	**3 балла**
Составлены уравнения реакций: 1. $CaCl_2 + K_2CO_3 = CaCO_3 + 2KCl$ 2. $FeSO_4 + K_2CO_3 = FeCO_3 + K_2SO_4$ 3. $Al_2(SO_4)_3 + 3K_2CO_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3 + 3CO_2 + 3K_2SO_4$ 4. $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$ Реакция раствора соли из пробирки №2 с раствором гидроксида калия на воздухе: $4FeSO_4 + 8KOH + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3 + 4\ K_2SO_4$ (выпадает бурый осадок) Реакция раствора соли из пробирки №3 с водным раствором аммиака: $Al_2\ (SO_4)_3 + 6NH_3 + 6\ H_2O = 2Al(OH)_3 + 3(NH)_2SO_4$ (выпадает белый аморфный осадок)	**7 баллов** (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами, по 0,5 баллов за признаки реакций)
Итого	**10 баллов**

Задание 6.

В трех пробирках находятся растворы следующих веществ: глюкоза, глицерин, уксусная кислота. В Вашем распоряжении имеются растворы едкого натра, сульфата меди (II) и спиртовка. С помощью какого реактива можно идентифицировать вещества? Определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Укажите признаки, по которым Вы провели идентификацию. Приведите уравнения реакций.

Решение задания № 6

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Определен реактив для идентификации веществ,	**1 балл**

<table>
<tr><td>написано уравнение реакции его получения:
Реактив: $Cu(OH)_2$ – свежеприготовленный осадок голубого цвета
$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$</td><td></td></tr>
<tr><td>Признаки реакций:
<table>
<tr><td>Вещества</td><td>$Cu(OH)_2$</td></tr>
<tr><td>Глюкоза</td><td>+
Без нагревания: ярко-синий раствор
При нагревании: осадок красно-коричневого цвета</td></tr>
<tr><td>Глицерин</td><td>+
Ярко-синий раствор</td></tr>
<tr><td>Уксусная кислота</td><td>+
Растворение осадка и образование раствора голубого цвета</td></tr>
</table></td><td>2 балла (по 0,5 балла за каждый признак реакции)</td></tr>
<tr><td>1). Реакция глюкозы с гидроксидом меди (II) без нагревания:
 
2). Реакция глюкозы с гидроксидом меди (II) при нагревании:
 
3). Реакция глицерина с гидроксидом меди (II)
 
4). Реакция уксусной кислоты с гидроксидом меди (II)
$2CH_3COOH + Cu(OH)_2 = (CH_3COO)_2Cu + 2H_2O$</td><td>4 балла (по 1 баллу за каждое уравнение реакции с коэффициентами)</td></tr>
<tr><td>Итого</td><td>7 баллов</td></tr>
</table>

Всего: 14 + 7 + 8 + 8 + 10 + 7 = 54 балла