

**Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2016-2017 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии**

**8 класс**

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. Когда мы говорим про кислород, что его содержание в воздухе 21 % по объему, мы имеем в виду кислород как ... **простое вещество**, а когда говорим, что его массовая доля в воде 88,9 % – как ... **химический элемент**.
- 1.2. Степень окисления азота в нитрате калия ... +3, а в нитрате калия ... +5.
- 1.3. Мельчайшими частицами вещества, обладающими его химическими свойствами, являются ... **молекулы**, которые сами состоят из ... **атомов**.
- 1.4. Из четырех металлов - железо, алюминий, медь и кальций самым активным является ... **кальций**, а наименее активным ... **медь**.
- 1.5. В щелочной среде лакмус окрашен в ... **синий** цвет, а в кислой - в ... **красный** цвет.
- 1.6. В реакции мела с соляной кислотой признаками реакции являются ... **выделение газа** и ... **растворение мела**.
- 1.7. Атом природного изотопа алюминия содержит ... 14 нейтронов и ... 13 электронов.
- 1.8. Среда водного раствора NH<sub>3</sub> ... **щелочная**, а водного раствора H<sub>2</sub>S ... **кислая**.
- 1.9. В атоме бора в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... 1, а в ионе B<sup>3+</sup> ... 0.
- 1.10. Высшая степень окисления у фосфора ... +5, а у хрома ... +6.

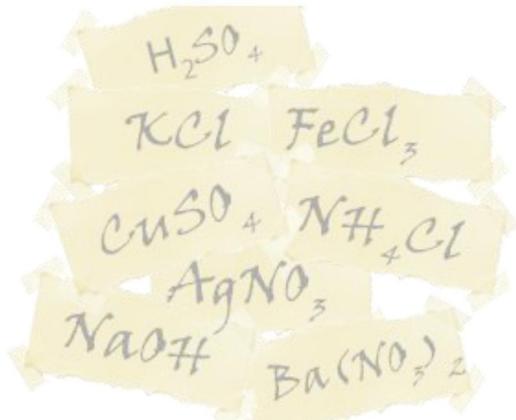
**Каждый правильный ответ по 1 б**

**всего 1\*2\*10 = 20 баллов.**

**Итого 20 баллов**

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 36 баллов).**

- 2.1.** Войдя в лабораторию, школьник обнаружил 8 склянок с разбавленными растворами, от которых отклеились этикетки. Один из растворов был голубого цвета, второй - желтого, остальные растворы были не окрашены.



Помогите школьнику приклеить этикетки на соответствующие склянки, используя физические и химические свойства веществ. Для проведения реакций можно использовать только те растворы, которые школьник обнаружил в лаборатории. Так как растворы разбавленные, малорастворимые вещества выпадать в осадок не будут. Можно заметить осадки только в случае образования нерастворимых веществ.

- а) Опишите методику определения веществ, составьте таблицу с признаками химических реакций.

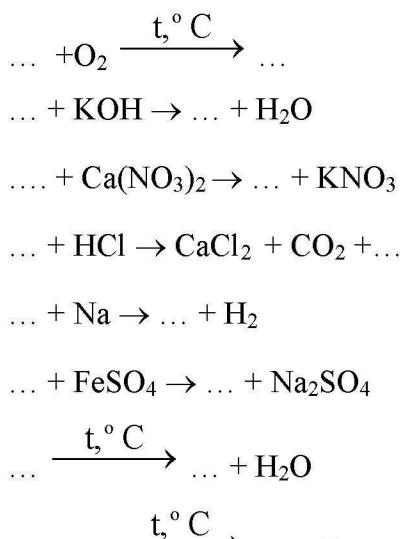
б) Напишите уравнения химических реакций, которые Вы использовали при обнаружении.

**Решение:**

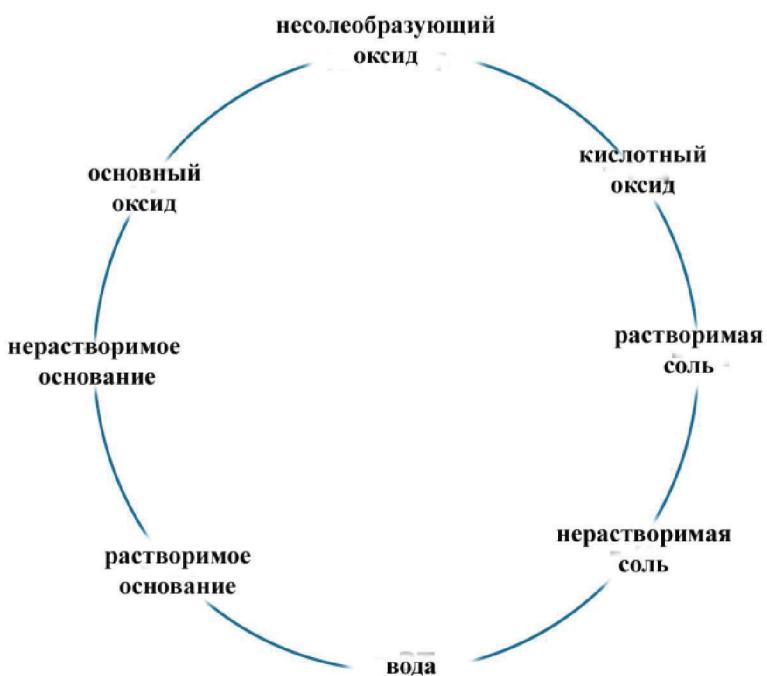
Раствор	CuSO <sub>4</sub>	FeCl <sub>3</sub>	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	NH <sub>4</sub> Cl	AgNO <sub>3</sub>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
CuSO <sub>4</sub> голубой			Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой					BaSO <sub>4</sub> ↓ белый
FeCl <sub>3</sub> желтый			Fe(OH) <sub>3</sub> ↓ бурый				AgCl↓ белый	
NaOH	Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой	Fe(OH) <sub>3</sub> ↓ бурый				NH <sub>3</sub> ↑ Рез. зап.	Ag <sub>2</sub> O↓ черный	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>								BaSO <sub>4</sub> ↓ белый
KCl							AgCl↓ белый	
NH <sub>4</sub> Cl			NH <sub>3</sub> ↑ Рез. зап.				AgCl↓ белый	
AgNO <sub>3</sub>		AgCl↓ белый	Ag <sub>2</sub> O↓ черный		AgCl↓ белый	AgCl↓ белый		
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	BaSO <sub>4</sub> ↓ белый			BaSO <sub>4</sub> ↓ белый				

Критерий оценивания	Балл
По окраске двух растворов мы можем определить, что голубой раствор это сульфат меди, а желтый – хлорид железа(III)	2 балла ( по 1 баллу за каждый раствор)
CuSO <sub>4</sub> образует осадок голубого цвета со щелочью и белого с нитратом бария. Если мы прильем его ко всем прозрачным растворам, то определим, в какой колбе NaOH и нитрат бария.	2 балла (можно определить NaOH, приливая ко всем растворам FeCl <sub>3</sub> ; балл ставится только за один вариант ответа)
Приливая щелочь к оставшимся бесцветным растворам, мы можем определить хлорид аммония и нитрат серебра. В первом случае образуется газ с резким запахом, во втором – выпадет осадок черного цвета	2 балла
Приливая нитрат серебра к оставшимся бесцветным растворам, обнаружим в какой склянке хлорид калия по осадку белого цвета	1 балл
Прилив раствор из склянки с нитратом бария к последнему бесцветному раствору, увидим выпадение осадка белого цвета – тем самым подтвердим, что в склянке находится серная кислота	1 балл
CuSO <sub>4</sub> + 2NaOH = Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Или FeCl <sub>3</sub> + 3NaOH = Fe(OH) <sub>3</sub> ↓ + 3NaCl	1 балл
CuSO <sub>4</sub> + Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> = BaSO <sub>4</sub> ↓ + Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1 балл
NaOH + NH <sub>4</sub> Cl = NaCl + NH <sub>3</sub> ↑ + H <sub>2</sub> O	1 балл
2NaOH + 2AgNO <sub>3</sub> = 2NaNO <sub>3</sub> + Ag <sub>2</sub> O↓ + H <sub>2</sub> O	1 балл
AgNO <sub>3</sub> + KCl = AgCl↓ + KNO <sub>3</sub>	1 балл
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = BaSO <sub>4</sub> ↓ + HNO <sub>3</sub>	1 балл
Составление таблицы с признаками реакций	6 баллов
*Любой верный ход, который привел к опознаванию пробирки, оценивается в 1 балл. Верные уравнения реакции для этого хода (кроме растворов, опознаваемых по окраске) суммарно оцениваются в 1 балл.	
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

**2.2.** Восстановите цепочку превращений, заполнив промежутки в схемах и написав уравнения реакций. По кругу двигайтесь по часовой стрелке.



Дополнительно известно,  
что:



- все компоненты, входящие в состав круга, являются разными химическими веществами;
- в качестве следующего вещества может быть использован любой из продуктов реакции.

#### Решение:

Проще всего начать с образования хлорида кальция и углекислого газа в реакции с соляной кислотой. Тогда нерастворимая соль - это карбонат кальция, растворимая - карбонат калия, кислотный оксид - углекислый газ, несолеобразующий оксид - CO и т.д. В результате можно предложить следующую схему:

	8 баллов (по 1 баллу за каждый компонент круга)
$2CO + O_2 \xrightarrow{t, {}^\circ C} 2CO_2$ $CO_2 + 2KOH = K_2CO_3 + H_2O$	1 балл
	1 балл

$K_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 = CaCO_3 \downarrow + 2KNO_3$	1 балл
$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$	1 балл
$2H_2O + 2Na = 2NaOH + H_2$	1 балл
$2NaOH + FeSO_4 = Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	1 балл
$Fe(OH)_2 \xrightarrow{t, {}^\circ C} FeO + H_2O$	1 балл
$FeO + C \xrightarrow{t, {}^\circ C} CO + Fe$	1 балл
<b>ИТОГО</b>	<b>16 баллов</b>

**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 36 баллов).**

**3.1.** Вещество А является основной солью меди. Массовые доли элементов, входящих в его состав, равны: медь 57,5 %, кислород 36,2 %, углерод 5,43 % и водород 0,91 %. Еще во времена Древнего Египта из него получали медь, для чего нагревали А в атмосфере угарного газа. Помимо меди, в этой реакции образуются два оксида, один из которых при комнатной температуре является жидкостью, а другой газом.

- Установите формулу вещества А и назовите его;
- Напишите уравнение описанной реакции;
- Рассчитайте массу меди и объемы (при  $t_{комн.}$ ) оксидов, которые могут быть получены из 0,6 кг вещества А, содержащего 3 % примеси. Молярный объем газа при комнатной температуре составляет 24,4 л/моль.

**Решение:**

Вещество А – $(CuOH)_2CO_3$ или $Cu_2CH_2O_5$	3 балла
Гидроксокарбонат меди или основная углекислая медь	1 балл
$(CuOH)_2CO_3 + 2CO = 2Cu + 3CO_2 + H_2O$	2 балла
$m(\text{чист. A}) = 600 * 0,97 = 582 \text{ г}$	2 балла
$n(\text{чист. A}) = 582 / 222 = 2,62 \text{ моль}$ $n(Cu) = 2 * 2,62 = 5,24 \text{ моль}$ $m(Cu) = 64 * 5,24 = 335 \text{ г}$ (если брать 63,5, то получится 334 г)	3 балла
$n(H_2O) = 2,62 \text{ моль}$ $m(H_2O) = 2,62 * 18 = 47,2 \text{ г}$ $V(H_2O) = 47,2 \text{ мл}$	3 балла
$n(CO_2) = 2,62 * 3 = 7,86 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 7,86 * 24,4 = 192 \text{ л}$	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>16 баллов</b>

**3.2.** Восстанавливая в токе водорода 34,8 г  $Fe_3O_4$ , получили смесь металлического железа и оксида железа(II). Полученную смесь поместили в избыток соляной кислоты, в результате чего из раствора выделилось 3,36 л газа (н.у.).

- Напишите уравнения проведенных реакций;
- Вычислите массу смеси, полученной при восстановлении, а также массовые доли железа и оксида железа(II) в этой смеси.

**Решение:**

$Fe_3O_4 + H_2 \xrightarrow{t, {}^\circ C} 3FeO + H_2O \quad (1);$ $Fe_3O_4 + 4H_2 \xrightarrow{t, {}^\circ C} 3Fe + 4H_2O \quad (2);$ $FeO + 2HCl = FeCl_2 + H_2O \quad (3);$ $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow \quad (4).$	$2 * 4 = 8 \text{ баллов}$
--	----------------------------

$n(H_2) = 3,36/22,4 = 0,15$ моль = $n(Fe)$ ; $m(Fe) = 0,15 \cdot 56 = 8,4$ г металлического железа.	2 балла
Исходное количество железной окалины: $n(Fe_3O_4) = 34,8/232 = 0,15$ моль. Количество железной окалины, пошедшее на образование железа (реакция 2): $n_2(Fe_3O_4) = 1/3n(Fe) = 1/3 \cdot 0,15 = 0,05$ моль.	3 балла
Количество железной окалины, пошедшее на образование оксида железа(II) (реакция 1): $n_1(Fe_3O_4) = 0,15 - 0,05 = 0,1$ моль = $1/3n(FeO)$ ; $n(FeO) = 3 \cdot 0,1 = 0,3$ моль; $m(FeO) = 0,3 \cdot 72 = 21,6$ г.	3 балла
Масса смеси, полученной при восстановлении: $m(\text{смеси}) = 21,6 + 8,4 = 30$ г.	2 балла
$\omega(Fe) = 8,4/30 = 0,28$ или <b>28 %</b> . $\omega(FeO) = 21,6/30 = 0,72$ или <b>72 %</b> .	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

**Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2016-2017 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии**

**9 класс**

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. При действии избытка двухосновной кислоты на щелочь образуется ... **кислая соль и ... вода.**
- 1.2. Степень окисления азота в нитрате калия ... **+3**, а в нитрате калия ... **+5**.
- 1.3. Степень окисления хлора в продуктах реакции взаимодействия газообразного хлора с раствором щёлочи на холду равна ... **-1** и ... **+1**.
- 1.4. Из четырех металлов - железо, алюминий, медь и кальций самым активным является ... **кальций**, а наименее активным ... **медь**.
- 1.5. В щелочной среде лакмус окрашен в ... **синий** цвет, а в кислой - в ... **красный** цвет.
- 1.6. Ортофосфорная кислота имеет основность, равную ... **3**, а метаfosфорная ... **1**.
- 1.7. Валентными для атома алюминия являются ... **3s** и ... **3p** электроны.
- 1.8. Среда водного раствора  $\text{NH}_3$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{H}_2\text{S}$  ... **кислая**.
- 1.9. В атоме бора в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **1**, а в ионе  $\text{B}^{3+}$  ... **0**.
- 1.10. Высшая степень окисления у фосфора ... **+5**, а у хрома ... **+6**.

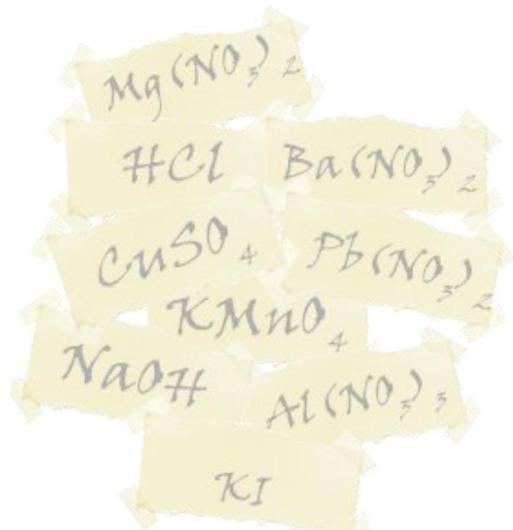
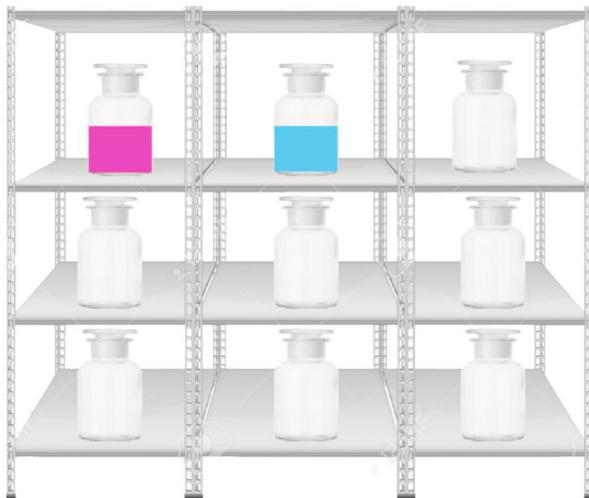
**Каждый правильный ответ по 1 б**

**всего  $1 \cdot 2 \cdot 10 = 20$  баллов.**

**Итого 20 баллов**

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

- 2.1. Войдя в лабораторию, школьник обнаружил 9 склянок с растворами, от которых отклеились этикетки. Один из растворов был малинового цвета, второй - голубого, остальные растворы были не окрашены.



Помогите школьнику приклеить этикетки на соответствующие склянки, используя физические и химические свойства веществ. Для проведения реакций можно использовать только те растворы, которые школьник обнаружил в лаборатории.

- а) Опишите методику определения веществ, составьте таблицу с признаками химических реакций.

б) Напишите уравнения химических реакций, которые Вы использовали при обнаружении.

**Решение:**

	CuSO <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	NaOH	HCl	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	KI
CuSO <sub>4</sub>			Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой				PbSO <sub>4</sub> ↓ белый	BaSO <sub>4</sub> ↓ белый	CuI+I <sub>2</sub> ↓ бурый
KMnO <sub>4</sub>				Cl <sub>2</sub> ↑ обесцвич.					I <sub>2</sub> (KIO <sub>3</sub> ) + MnO <sub>2</sub> ↓ бурый
NaOH		Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой			Al(OH) <sub>3</sub> ↓ белый раств. в изб.	Mg(OH) <sub>2</sub> ↓ белый не раствор. в изб.	Pb(OH) <sub>2</sub> ↓ белый раств. в изб.		
HCl		Cl <sub>2</sub> ↑ обесцвич.							
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>			Al(OH) <sub>3</sub> ↓ белый раств. в изб.						
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			Mg(OH) <sub>2</sub> ↓ белый не раствор. в изб.						
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	PbSO <sub>4</sub> ↓ белый		Pb(OH) <sub>2</sub> ↓ белый раств. в изб.						PbI <sub>2</sub> ↓ желтый
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	BaSO <sub>4</sub> ↓ белый								
KI	CuI+I <sub>2</sub> ↓ бурый	I <sub>2</sub> (KIO <sub>3</sub> ) + MnO <sub>2</sub> ↓ бурый					PbI <sub>2</sub> ↓ желтый		

Критерий оценивания	Балл
По окраске двух растворов мы можем определить, что голубой раствор это сульфат меди, а малиновый – перманганат калия	2 балла (по 1 баллу за каждый раствор)
CuSO <sub>4</sub> образует осадок голубого цвета со щелочью, белый с нитратами бария и свинца. В реакции с иодидом калия выступает окислителем и окисляет I <sup>-</sup> до свободного йода, который дает бурый (коричневый) осадок, состоящий из смеси CuI+I <sub>2</sub> . Если мы прильем его ко всем бесцветным растворам, то определим в какой колбе NaOH и иодид калия. Две пробирки, давшие с сульфатом меди белые осадки, содержат нитраты бария и свинца.	2 балла
Добавив иодид калия к нитратам бария и свинца обнаружим нитрат свинца по выпавшему желтому осадку, значит во второй склянке нитрат бария	2 балла
Приливая щелочь к оставшимся бесцветным растворам, мы обнаружим выпадение белого осадка в двух растворах – с нитратами алюминия и магния. Один из этих осадков (гидроксид алюминия) растворяется в избытке щелочи. Следовательно, в этой склянке нитрат алюминия. Не растворяющийся в избытке щелочи осадок – гидроксид магния. То есть во второй склянке нитрат магния	2 балла

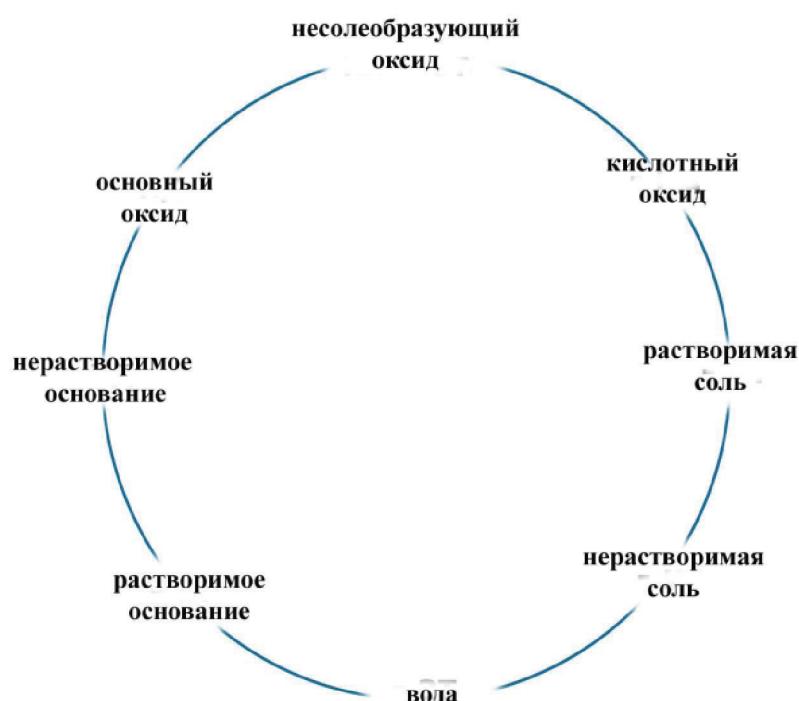
При приливании перманганата калия к оставшемуся раствору наблюдаем обесцвечивание раствора перманганата калия (либо бурый осадок) и выделение желто-зеленого газа (появление запаха хлора). Следовательно, в пробирке HCl	1 балл
$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2 \downarrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4$	1 балл
$\text{CuSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1 балл
$\text{CuSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1 балл
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} = \text{PbI}_2 \downarrow + \text{KNO}_3$	1 балл
$3\text{NaOH} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 3\text{NaNO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1 балл
$2\text{NaOH} + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{NaNO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{NaOH} \neq$	1 балл
$16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ или $8\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 3\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$	1 балл
Составление таблицы с признаками реакций	8 баллов
*Любой верный ход, который привел к опознаванию пробирки, оценивается в 1 балл. Верные уравнения реакции для этого хода (кроме растворов, опознаваемых по окраске) суммарно оцениваются в 1 балл.	
<b>ИТОГО</b>	<b>24 балла</b>

**2.2.** Двигаясь по кругу по часовой стрелке, восстановите цепочку превращений, написав уравнения реакций.

Дополнительно известно,

что:

- все компоненты, входящие в состав круга, являются разными химическими веществами;
- в качестве следующего вещества может быть использован любой из продуктов реакции;
- в ходе реакции образования воды, присутствующей на схеме, также получаются хлорид кальция и углекислый газ.



### Решение:

Проще всего начать с образования хлорида кальция и углекислого газа в реакции с соляной кислотой. Тогда нерастворимая соль - это карбонат кальция, растворимая - карбонат калия (натрия и т.п.), кислотный оксид - углекислый газ, несолеобразующий оксид - CO и т.д. В результате можно предложить следующую схему (засчитываются и другие подходящие катионы для растворимого и нерастворимого гидроксида):

	8 баллов (по 1 баллу за каждый компонент круга)
$2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t, {}^\circ\text{C}} 2\text{CO}_2$	1 балл
$\text{CO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{KNO}_3$	1 балл
$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ или $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$	1 балл
$2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t, {}^\circ\text{C}} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{t, {}^\circ\text{C}} \text{CO} + \text{Cu}$	1 балл
<b>ИТОГО</b>	<b>16 баллов</b>

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

**3.1.** Вещество А является основной солью меди. Массовые доли элементов, входящих в его состав, равны: медь 57,5 %, кислород 36,2 %, углерод 5,43 % и водород 0,91 %. Еще во времена Древнего Египта из него получали медь, для чего нагревали А в атмосфере угарного газа. Помимо меди, в этой реакции образуются два оксида, один из которых при комнатной температуре является жидкостью, а другой газом.

а) Установите формулу вещества А и назовите его;

б) Напишите уравнение реакции, использовавшейся в Древнем Египте.

В лаборатории получали А взаимодействием раствора 320 г сульфата меди и 403,8 г гидрокарбоната натрия. Выход чистого вещества А в этой реакции составил 80 %.

в) Напишите уравнение реакции получения А в лаборатории и вычислите массу полученного чистого вещества;

г) Рассчитайте массу меди и объемы (при  $t_{\text{комн.}}$ ) оксидов, которые могли быть получены древними египтянами из чистого вещества А, синтезированного в лаборатории. Молярный объем газа при комнатной температуре составляет 24,4 л/моль.

**Решение:**

Вещество А – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ или $\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{O}_5$	3 балла
Гидроксокарбонат меди или основная углекислая медь	1 балл
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{CO} = 2\text{Cu} + 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла

$2\text{CuSO}_4 + 4\text{NaHCO}_3 = (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$n(\text{NaHCO}_3) = 403,8/84 = 4,8 \text{ моль}$ $n(\text{CuSO}_4) = 320/160 = 2 \text{ моль}$ <b>CuSO<sub>4</sub> в недостатке, считаем по нему</b>	2 балла
$n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,5 * 2 = 1 \text{ моль}$ $m_{\text{теор}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \text{ г}$ $m_{\text{чистого}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 * 0,8 = \mathbf{177,6} \text{ г}$	3 балла
$n_{\text{чистого}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,8 * 1 = 0,8 \text{ моль}$ $n(\text{Cu}) = 2n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 2 * 0,8 = 1,6 \text{ моль}$ $m(\text{Cu}) = 64 * 1,6 = \mathbf{102,4} \text{ г}$ (если брать 63,5, то получится 101,9 г)	2 балла
$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 * 18 = 14,4 \text{ г}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = \mathbf{14,4} \text{ мл}$	3 балла
$n(\text{CO}_2) = 0,8 * 3 = 2,4 \text{ моль}$ $V(\text{CO}_2) = 2,4 * 24,4 = \mathbf{58,6} \text{ л}$	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

3.2. Восстановливая в токе водорода 34,8 г Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, получили смесь металлического железа и оксида железа(II). Полученную смесь поместили в избыток соляной кислоты, в результате чего из раствора выделилось 3,36 л газа (н.у.).

- Напишите уравнения проведенных реакций;
- Вычислите массу смеси, полученной при восстановлении, а также массовые доли железа и оксида железа(II) в этой смеси.

**Решение:**

$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \xrightarrow{t, {}^\circ\text{C}} 3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$ (1); $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{t, {}^\circ\text{C}} 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$ (2); $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (3); $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (4).	2*4 = 8 баллов
$n(\text{H}_2) = 3,36/22,4 = 0,15 \text{ моль} = n(\text{Fe})$ $m(\text{Fe}) = 0,15 * 56 = 8,4 \text{ г металлического железа.}$	2 балла
Исходное количество железной окалины: $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 34,8/232 = 0,15 \text{ моль.}$ Количество железной окалины, пошедшее на образование железа (реакция 2): $n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1/3n(\text{Fe}) = 1/3 * 0,15 = 0,05 \text{ моль.}$	3 балла
Количество железной окалины, пошедшее на образование оксида железа(II) (реакция 1): $n_1(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ моль} = 1/3n(\text{FeO});$ $n(\text{FeO}) = 3 * 0,1 = 0,3 \text{ моль};$ $m(\text{FeO}) = 0,3 * 72 = 21,6 \text{ г.}$	3 балла
Масса смеси, полученной при восстановлении: $m(\text{смеси}) = 21,6 + 8,4 = \mathbf{30} \text{ г.}$	2 балла
$\omega(\text{Fe}) = 8,4/30 = 0,28 \text{ или } \mathbf{28 \%}.$ $\omega(\text{FeO}) = 21,6/30 = 0,72 \text{ или } \mathbf{72 \%}.$	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

**Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2016-2017 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии**

**10 класс**

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. При действии избытка двухосновной кислоты на щелочь образуется ... **кислая соль и ... вода.**
- 1.2. В молекуле  $\text{PH}_3$  центральный атом находится в ...  $\text{sp}^3$  гибридизации, а в молекуле  $\text{BF}_3$  в ...  $\text{sp}^2$  гибридизации.
- 1.3. При окислении толуола подкисленным раствором перманганата калия при нагревании образуется ... **бензойная кислота**, а при окислении изопропилбензола ... **тоже бензойная кислота (и углекислый газ). Если не указан углекислый газ, то ставится полный балл, Если указан углекислый газ, а орг. продукт указан неверно, то ставится 0,5 балла.**
- 1.4. Из четырех металлов - железо, алюминий, медь и кальций самым активным является ... **кальций**, а наименее активным ... **медь**.
- 1.5. В растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  лакмус окрашен в ... **синий** цвет, а в растворе  $\text{Rb}_2\text{SO}_3$  - ... **тоже в синий** цвет.
- 1.6. Ортокремниевая кислота имеет основность, равную ... **4**, а метакремниевая ... **2**.
- 1.7. Валентными для атома алюминия являются ...  **$3s$**  и ...  **$3p$**  электроны.
- 1.8. Среда водного раствора  $\text{FeCl}_3$  ... **кислая**, а водного раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ... **тоже кислая**.
- 1.9. Ацетон относится к классу ... **кетонов**, глицерин относится к классу ... **спиртов (многоатомных спиртов)**.
- 1.10. Процесс получения топлива из высококипящих фракций нефти называется ... **крекинг**, а процесс получения циклических углеводородов из алканов ... **риформинг**.

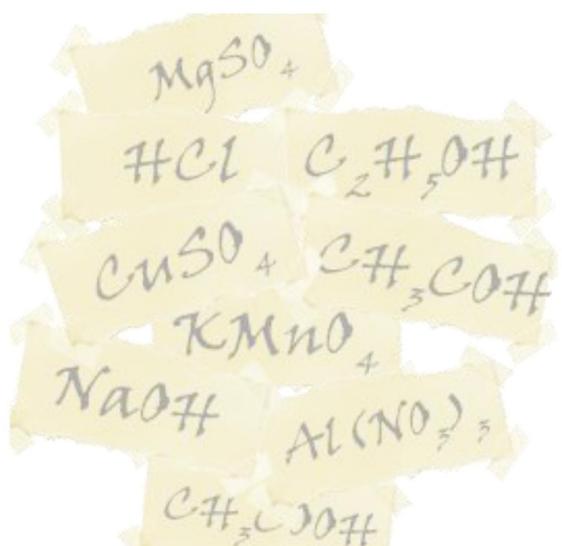
**Каждый правильный ответ по 1 б**

**всего  $1 \cdot 2 \cdot 10 = 20$  баллов.**

**Итого 20 баллов**

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 51 балл).**

- 2.1. Войдя в лабораторию, школьник обнаружил 9 склянок с растворами, от которых отклеились этикетки. Один из растворов был малинового цвета, второй - голубого, остальные растворы были не окрашены.



Помогите школьнику приклеить этикетки на соответствующие склянки, используя физические и химические свойства веществ. Для проведения реакций можно использовать только те растворы, которые школьник обнаружил в лаборатории.

а) Опишите методику определения веществ, составьте таблицу с признаками химических реакций.

б) Напишите уравнения химических реакций, которые Вы использовали при обнаружении.

**Решение:**

	CuSO <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	NaOH	HCl	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COH	CH <sub>3</sub> COOH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
CuSO <sub>4</sub>			Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой						
KMnO <sub>4</sub>				Cl <sub>2</sub> ↑ обесцв.			MnO <sub>2</sub> ↓ бурый		MnO <sub>2</sub> ↓ бурый
NaOH	Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой				Al(OH) <sub>3</sub> ↓ белый раств в изб.	Mg(OH) <sub>2</sub> ↓ белый не раствор в изб.			
HCl		Cl <sub>2</sub> ↑ обесцв.							
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>			Al(OH) <sub>3</sub> ↓ белый раств в изб.						
MgSO <sub>4</sub>			Mg(OH) <sub>2</sub> ↓ белый не раствор в изб.						
CH <sub>3</sub> COH		MnO <sub>2</sub> ↓ бурый							
CH <sub>3</sub> COOH								Zапах этил- ацетата в присутствии HCl и t, °C	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH		MnO <sub>2</sub> ↓ бурый						Zапах этил- ацетата в присутствии HCl и t, °C	

Критерий оценивания	Балл
По окраске двух растворов мы можем определить, что голубой раствор это сульфат меди, а малиновый – перманганат калия	2 балла (по 1 баллу за каждый раствор)
Так как допускается использовать физические свойства, то по резкому запаху мы обнаружим склянки, содержащие органические вещества (уксусную кислоту, уксусный альдегид и этанол)	
CuSO <sub>4</sub> образует осадок голубого цвета только со щелочью. Если мы прильем его ко всем бесцветным растворам с неорганическими веществами, то определим в какой склянке NaOH.	1 балл
Перманганат калия сильный окислитель, он дает бурый осадок в растворах альдегидов и спиртов, а также восстанавливается соляной кислотой, окисляя хлорид ион до	2 балла

<p>молекулярного хлора. При приливании раствора перманганата калия к оставшимся растворам с неорганическими веществами наблюдаем обесцвечивание раствора перманганата калия (либо бурый осадок) и выделение желто-зеленого газа (появление запаха хлора) в одной пробирке.</p> <p>Следовательно, в пробирке HCl.</p> <p>В двух пробирках с органическими веществами наблюдаем выделение бурого осадка. В одной из них спирт этиловый, в другой – уксусный альдегид. В третьей – уксусная кислота</p>	
<p>Приливаляем уксусную кислоту к спирту и альдегиду, добавляем соляную кислоту и нагреваем. В одном случае появится новый запах этилацетата (современные жидкости для снятия лака), в другом – будет пахнуть исходным альдегидом и уксусной кислотой</p>	2 балла
<p>Приливая щелочь к оставшимся бесцветным растворам, мы обнаружим выпадение белого осадка в двух растворах – с нитратами алюминия и магния. Один из этих осадков (гидроксид алюминия) растворяется в избытке щелочи.</p> <p>Следовательно, в этой склянке нитрат алюминия. Не растворяющийся в избытке щелочи осадок – гидроксид магния. То есть во второй склянке нитрат магния</p>	2 балл
$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ или $8\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 3\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$2\text{KMnO}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{MnO}_2 \downarrow + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{MnO}_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3\text{NaOH} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 3\text{NaNO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1 балл
$2\text{NaOH} + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{NaNO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{NaOH} \neq$	1 балл
Составление таблицы с признаками реакций	6 баллов
*Любой верный ход, который привел к опознаванию пробирки, оценивается в 1 балл. Верные уравнения реакций для этого хода (кроме растворов, опознаваемых по окраске) суммарно оцениваются в 1 балл.	
<b>ИТОГО</b>	<b>22 балла</b>

**2.2.** Двигаясь по кругу по часовой стрелке, восстановите цепочку превращений, написав уравнения реакций.

Дополнительно известно, что:

- все компоненты, входящие в состав круга, являются разными химическими веществами;
- все вещества имеют в своем составе один общий химический элемент;
- газообразное вещество имеет отвратительный запах тухлых яиц;
- в состав нерастворимой соли входит анион кислоты, которая также присутствует на схеме;
- обозначения «-ид, -ит и -ат» указывают суффиксы в названиях веществ по традиционной номенклатуре.

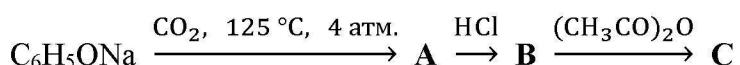


### Решение:

По запаху тухлых яиц устанавливаем, что газообразное вещество - сероводород. Тогда общий химический элемент – сера. Самый известный из катионов, образующих нерастворимый сульфат и растворимый сульфид – барий. Кислота, образующая сульфаты – серная; оксид, дающий сульфиты – сернистый газ и т.д. В результате можно предложить следующую схему (засчитываются и другие подходящие по сути задачи катионы для растворимых и нерастворимых солей, а также вещества – реагенты):

	8 баллов (по 1 баллу за каждый компонент круга)
$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{SO}_{2(\text{изб.})} + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$	1 балл
$\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$5\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$	1 балл
$\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \xrightarrow{\text{t, } ^\circ\text{C}} \text{BaS} + 4\text{CO} \uparrow$	1 балл
$\text{BaS} + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$	1 балл
$\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{Cl}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$	1 балл
<b>ИТОГО</b>	<b>16 баллов</b>

**2.3.** Присутствующие на схеме вещество **В** и его производное **С** долгое время используют как лекарственные средства, обладающие антисептическими, болеутоляющими и жаропонижающими свойствами.



- а) Напишите уравнения реакций, приведенныхных на схеме;  
 б) Назовите вещества **А**, **В** и **С** по систематической и тривиальной номенклатуре;  
 в) В первой реакции вместе с **А** получается небольшое количество изомера. Назовите этот изомер по систематической номенклатуре.

**Решение:**

		2 балла
		2 балла
		2 балла
A – 2-гидроксибензоат натрия (салцилат натрия)		2 балла
B – 2-гидроксибензойная кислота (салциловая кислота)		2 балла
C – 2-ацетоксибензойная кислота (ацетилсалциловая кислота, аспирин)		2 балла
4-гидроксисалицилат натрия		1 балл
<b>ИТОГО</b>		<b>13 баллов</b>

**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 29 баллов).**

**3.1.** Вещество **А** является основной солью меди. Массовые доли элементов, входящих в его состав, равны: медь 57,5 %, кислород 36,2 %, углерод 5,43 % и водород 0,91 %. Еще во времена Древнего Египта из него получали медь, для чего нагревали **А** в атмосфере угарного газа. Помимо меди, в этой реакции образуются два оксида, один из которых при комнатной температуре является жидкостью, а другой газом.

- а) Установите формулу вещества **А** и назовите его;

б) Напишите уравнение реакции, использовавшейся в Древнем Египте.

В лаборатории получали А взаимодействием раствора 320 г сульфата меди и 403,8 г гидрокарбоната натрия. Выход чистого вещества А в этой реакции составил 80 %.

в) Напишите уравнение реакции получения А в лаборатории и вычислите массу полученного чистого вещества;

г) Рассчитайте массу меди и объемы оксидов (при  $t = 20^{\circ}\text{C}$  и  $p = 1 \text{ атм}$ ), которые могли быть получены древними египтянами из чистого вещества А, синтезированного в лаборатории.

**Решение:**

Вещество А – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ или $\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{O}_5$	3 балла
Гидроксокарбонат меди или основная углекислая медь	1 балл
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{CO} = 2\text{Cu} + 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$2\text{CuSO}_4 + 4\text{NaHCO}_3 = (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$n(\text{NaHCO}_3) = 403,8/84 = 4,8 \text{ моль}$	2 балла
$n(\text{CuSO}_4) = 320/160 = 2 \text{ моль}$	
<b>CuSO<sub>4</sub> в недостатке, считаем по нему</b>	
$n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,5 * 2 = 1 \text{ моль}$	3 балла
$m_{\text{теор}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \text{ г}$	
$m_{\text{чистого}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 * 0,8 = 177,6 \text{ г}$	
$n_{\text{чистого}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,8 * 1 = 0,8 \text{ моль}$	2 балла
$n(\text{Cu}) = 2n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 2 * 0,8 = 1,6 \text{ моль}$	
$m(\text{Cu}) = 64 * 1,6 = 102,4 \text{ г}$	
(если брать 63,5, то получится 101,9 г)	
$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \text{ моль}$	3 балла
$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 * 18 = 14,4 \text{ г}$	
$V(\text{H}_2\text{O}) = 14,4 \text{ мл}$	
$n(\text{CO}_2) = 0,8 * 3 = 2,4 \text{ моль}$	3 балла
$V(\text{CO}_2) = nRT/p = 2,4 * 0,082 * 293 / 1 = 57,7 \text{ л}$	
<b>ИТОГО</b>	<b>21 балл</b>

3.2. При хлорировании бензола на свету образовалось хлорпроизводное массой 200 г. Бензол для реакции был получен со 100 % выходом при дегидрировании 100 мл циклогексана ( $\rho = 0,779 \text{ г/мл}$ ).

а) Напишите уравнения проведенных реакций;

б) Вычислите выход продукта реакции хлорирования бензола.

**Решение:**

$\text{C}_6\text{H}_{12} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$	1 балл
$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$	1 балл
$m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 100 * 0,779 = 77,9 \text{ г}$	2 балла
$n(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 77,9 / 84 = 0,93 \text{ моль}$	
$n(\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 0,93 \text{ моль}$	1 балл
$m(\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6) = 0,93 * 291 = 270,6 \text{ г}$	1 балл
$W(\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6) = 200 / 270,6 = 0,739 \text{ или } 73,9 \%$	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>8 баллов</b>

**Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2016-2017 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии**

**11 класс**

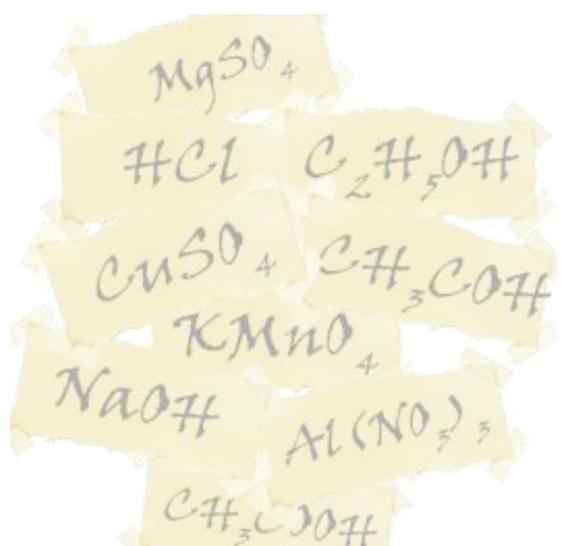
**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. При электролизе водного раствора  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ... **водород**, а на аноде выделяется ... **кислород**.
- 1.2. В молекуле  $\text{PH}_3$  центральный атом находится в ...  $\text{sp}^3$  гибридизации, а в молекуле  $\text{BF}_3$  в ...  $\text{sp}^2$  гибридизации.
- 1.3. При окислении толуола подкисленным раствором перманганата калия при нагревании образуется ... **бензойная кислота**, а при окислении изопропилбензола ... **тоже бензойная кислота (и углекислый газ)**. *Если не указан углекислый газ, то ставится полный балл. Если указан углекислый газ, а орг. продукт указан неверно, то ставится 0,5 балла.*
- 1.4. Скорость некоторой реакции увеличилась в 2 раза при увеличении температуры на  $10^\circ\text{C}$ . Если увеличить температуру на  $20^\circ\text{C}$ , то скорость этой реакции возрастет в ... **4 раза** а если на  $30^\circ\text{C}$ , то скорость возрастет в ... **8 раз**.
- 1.5. В растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  лакмус окрашен в ... **синий** цвет, а в растворе  $\text{Rb}_2\text{SO}_3$  - ... **тоже в синий** цвет.
- 1.6. Ортокремниевая кислота имеет основность, равную ... **4**, а метакремниевая ... **2**.
- 1.7. У иодида натрия кристаллическая решетка ... **ионная**, а у иода ... **молекулярная**.
- 1.8. Среда водного раствора  $\text{FeCl}_3$  ... **кислая**, а водного раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ... **тоже кислая**.
- 1.9. Ацетон относится к классу ... **кетонов**, глицерин относится к классу ... **спиртов (многоатомных спиртов)**.
- 1.10. Процесс получения топлива из высококипящих фракций нефти называется ... **крикинг**, а процесс получения циклических углеводородов из алканов ... **риформинг**.

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 51 балл).**

- 2.1. Войдя в лабораторию, школьник обнаружил 9 склянок с растворами, от которых отклеились этикетки. Один из растворов был малинового цвета, второй - голубого, остальные растворы были не окрашены.



Помогите школьнику приклеить этикетки на соответствующие склянки, используя физические и химические свойства веществ. Для проведения реакций можно использовать только те растворы, которые школьник обнаружил в лаборатории.

а) Опишите методику определения веществ, составьте таблицу с признаками химических реакций.

б) Напишите уравнения химических реакций, которые Вы использовали при обнаружении.

**Решение:**

	CuSO <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	NaOH	HCl	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COH	CH <sub>3</sub> COOH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
CuSO <sub>4</sub>			Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой						
KMnO <sub>4</sub>				Cl <sub>2</sub> ↑ обесцв.			MnO <sub>2</sub> ↓ бурый		MnO <sub>2</sub> ↓ бурый
NaOH	Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой				Al(OH) <sub>3</sub> ↓ белый раств в изб.	Mg(OH) <sub>2</sub> ↓ белый не раствор в изб.			
HCl		Cl <sub>2</sub> ↑ обесцв.							
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>			Al(OH) <sub>3</sub> ↓ белый раств в изб.						
MgSO <sub>4</sub>			Mg(OH) <sub>2</sub> ↓ белый не раствор в изб.						
CH <sub>3</sub> COH		MnO <sub>2</sub> ↓ бурый							
CH <sub>3</sub> COOH								Zапах этил- ацетата в присутствии HCl и t, °C	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH		MnO <sub>2</sub> ↓ бурый						Zапах этил- ацетата в присутствии HCl и t, °C	

Критерий оценивания	Балл
По окраске двух растворов мы можем определить, что голубой раствор это сульфат меди, а малиновый – перманганат калия	2 балла (по 1 баллу за каждый раствор)
Так как допускается использовать физические свойства, то по резкому запаху мы обнаружим склянки, содержащие органические вещества (уксусную кислоту, уксусный альдегид и этанол)	
CuSO <sub>4</sub> образует осадок голубого цвета только со щелочью. Если мы прильем его ко всем бесцветным растворам с неорганическими веществами, то определим в какой склянке NaOH.	1 балл
Перманганат калия сильный окислитель, он дает бурый осадок в растворах альдегидов и спиртов, а также восстанавливается соляной кислотой, окисляя хлорид ион до	2 балла

<p>молекулярного хлора. При приливании раствора перманганата калия к оставшимся растворам с неорганическими веществами наблюдаем обесцвечивание раствора перманганата калия (либо бурый осадок) и выделение желто-зеленого газа (появление запаха хлора) в одной пробирке.</p> <p>Следовательно, в пробирке HCl.</p> <p>В двух пробирках с органическими веществами наблюдаем выделение бурого осадка. В одной из них спирт этиловый, в другой – уксусный альдегид. В третьей – уксусная кислота</p>	
<p>Приливаляем уксусную кислоту к спирту и альдегиду, добавляем соляную кислоту и нагреваем. В одном случае появится новый запах этилацетата (современные жидкости для снятия лака), в другом – будет пахнуть исходным альдегидом и уксусной кислотой</p>	2 балла
<p>Приливая щелочь к оставшимся бесцветным растворам, мы обнаружим выпадение белого осадка в двух растворах – с нитратами алюминия и магния. Один из этих осадков (гидроксид алюминия) растворяется в избытке щелочи.</p> <p>Следовательно, в этой склянке нитрат алюминия. Не растворяющийся в избытке щелочи осадок – гидроксид магния. То есть во второй склянке нитрат магния</p>	2 балл
$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ или $8\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 3\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$2\text{KMnO}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{MnO}_2 \downarrow + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{MnO}_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3\text{NaOH} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 3\text{NaNO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1 балл
$2\text{NaOH} + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{NaNO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{NaOH} \neq$	1 балл
<p>Составление таблицы с признаками реакций</p>	6 баллов
<p>*Любой верный ход, который привел к опознаванию пробирки, оценивается в 1 балл.</p> <p>Верные уравнения реакций для этого хода (кроме растворов, опознаваемых по окраске) суммарно оцениваются в 1 балл.</p>	
<b>ИТОГО</b>	<b>22 балла</b>

**2.2.** Двигаясь по кругу по часовой стрелке, восстановите цепочку превращений, написав уравнения реакций.

Дополнительно известно, что:

- все компоненты, входящие в состав круга, являются разными химическими веществами;
- все вещества имеют в своем составе один общий химический элемент;
- газообразное вещество имеет отвратительный запах тухлых яиц;
- в состав нерастворимой соли входит анион кислоты, которая также присутствует на схеме;
- обозначения «-ид, -ит и -ат» указывают суффиксы в названиях веществ по традиционной номенклатуре.

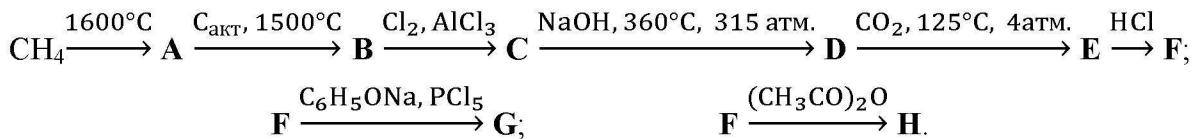


### Решение:

По запаху тухлых яиц устанавливаем, что газообразное вещество - сероводород. Тогда общий химический элемент – сера. Самый известный из катионов, образующих нерастворимый сульфат и растворимый сульфид – барий. Кислота, образующая сульфаты – серная; оксид, дающий сульфиты – сернистый газ и т.д. В результате можно предложить следующую схему (засчитываются и другие подходящие по сути задачи катионы для растворимых и нерастворимых солей, а также вещества – реагенты):

<p style="text-align: center;">8 баллов (по 1 баллу за каждый компонент круга)</p>	
Cu + 2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → CuSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> ↑ + 2H <sub>2</sub> O	1 балл
SO <sub>2</sub> (изб.) + NaOH = NaHSO <sub>3</sub>	1 балл
NaHSO <sub>3</sub> + NaOH = Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	1 балл
5Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 2KMnO <sub>4</sub> + 3H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → 5Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 2MnSO <sub>4</sub> + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 3H <sub>2</sub> O	1 балл
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> = BaSO <sub>4</sub> ↓ + 2NaNO <sub>3</sub>	1 балл
BaSO <sub>4</sub> + 4C → BaS + 4CO↑	1 балл
BaS + 2HCl = BaCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> S↑	1 балл
H <sub>2</sub> S + 4H <sub>2</sub> O + 4Cl <sub>2</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 8HCl	1 балл
<b>ИТОГО</b>	<b>16 баллов</b>

**2.3.** Соединение **F** и его производные **G** и **H** являются лекарственными препаратами, обладающими антисептическими, противовоспалительными и болеутоляющими средствами. **F** встречается в растениях и впервые было выделено из коры ивы. Эти лекарственные препараты могут быть получены и синтетическим путем, например, по следующей схеме:

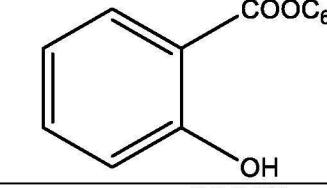
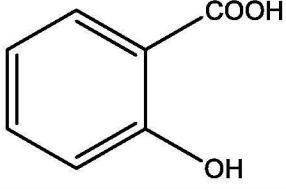
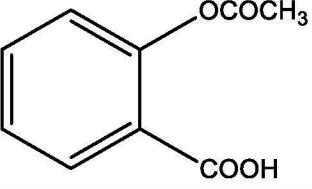
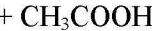
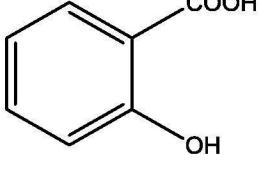
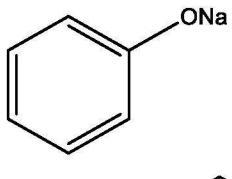
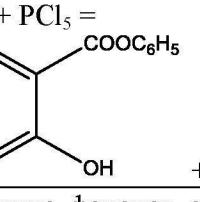


При действии  $\text{FeCl}_3$  на спиртовый раствор **G** появляется фиолетовая окраска, а при кипячении **H** с раствором щелочи ощущается запах уксусной кислоты.

- Изобразите структурные формулы веществ **A-H** и назовите их. Для веществ **F**, **G** и **H** приведите и их тривиальные названия;
- Напишите уравнения реакций получения веществ **G** и **H** из вещества **F**, приведенных на схеме;
- Объясните появление фиолетового окрашивания в реакции **G** с раствором  $\text{FeCl}_3$  и появление запаха уксусной кислоты при кипячении **H** с раствором щелочи;
- Дайте название процессу превращения метана в вещество **A**.

**Решение:**

<b>A – ацетилен</b>	$\text{HC} \equiv \text{CH}$	1 балл
<b>B – бензол</b>		1 балл
<b>C – хлорбензол</b>		1 балл
<b>D – фенолят натрия</b>		1 балл
<b>E – 2-гидроксибензоат (или салицилат) натрия</b>		1 балл
<b>F – 2-гидроксибензойная кислота (салациловая кислота)</b>		1 балл
<b>G – 2-ацетоксибензойная кислота (ацетилсалациловая кислота, аспирин)</b>		1 балл

Н -фенилсалицилат (салол)		1 балл
	 +  + 	1 балл
	+  +  =  +  +  + 	1 балл
Фенилсалицилат дает качественную реакцию фенолов с хлоридом железа – фиолетовое окрашивание		1 балл
Аспирин, как сложный эфир уксусной кислоты при щелочном гидролизе образует соли салициловой и уксусной кислот		1 балл
Пиролиз или термический крекинг метана		1 балл
	<b>ИТОГО</b>	<b>13 баллов</b>

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 29 баллов).

3.1. Вещество А является основной солью меди. Массовые доли элементов, входящих в его состав, равны: медь 57,5 %, кислород 36,2 %, углерод 5,43 % и водород 0,91 %. Еще во времена Древнего Египта из него получали медь, для чего нагревали А в атмосфере угарного газа. Помимо меди, в этой реакции образуются два оксида, один из которых при комнатной температуре является жидкостью, а другой газом.

- Установите формулу вещества А и назовите его;
- Напишите уравнение реакции, использовавшейся в Древнем Египте.  
В лаборатории получали А взаимодействием раствора 320 г сульфата меди и 403,8 г гидрокарбоната натрия. Выход чистого вещества А в этой реакции составил 80 %.
- Напишите уравнение реакции получения А в лаборатории и вычислите массу полученного чистого вещества;
- Рассчитайте массу меди и объемы оксидов (при  $t = 20^{\circ}\text{C}$  и  $p = 1 \text{ атм}$ ), которые могли быть получены древними египтянами из чистого вещества А, синтезированного в лаборатории.

**Решение:**

Вещество А – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ или $\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{O}_5$	2 балла
Гидроксокарбонат меди или основная углекислая медь	1 балл
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{CO} = 2\text{Cu} + 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$2\text{CuSO}_4 + 4\text{NaHCO}_3 = (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$n(\text{NaHCO}_3) = 403,8/84 = 4,8 \text{ моль}$	2 балла
$n(\text{CuSO}_4) = 320/160 = 2 \text{ моль}$	

<b>CuSO<sub>4</sub> в недостатке, считаем по нему</b>	
$n((CuOH)_2CO_3) = 0,5 \cdot 2 = 1$ моль	2 балла
$m_{\text{теор}}((CuOH)_2CO_3) = 222$ г	
$m_{\text{чистого}}((CuOH)_2CO_3) = 222 \cdot 0,8 = 177,6$ г	
$n_{\text{чистого}}((CuOH)_2CO_3) = 0,8 \cdot 1 = 0,8$ моль	2 балла
$n(Cu) = 2n((CuOH)_2CO_3) = 2 \cdot 0,8 = 1,6$ моль	
$m(Cu) = 64 \cdot 1,6 = 102,4$ г	
(если брать 63,5, то получится 101,9 г)	
$n(H_2O) = 0,8$ моль	2 балла
$m(H_2O) = 0,8 \cdot 18 = 14,4$ г	
$V(H_2O) = 14,4$ мл	
$n(CO_2) = 0,8 \cdot 3 = 2,4$ моль	2 балла
$V(CO_2) = nRT/p = 2,4 \cdot 0,082 \cdot 293/1 = 57,7$ л	
<b>ИТОГО</b>	<b>17 баллов</b>

**3.2.** Смесь циклогексена и бензола общей массой 5 г полностью прореагировала со 140 г бромной воды (массовая доля брома в бромной воде 4 %). При сжигании 15 г той же смеси в кислороде выделился диоксид углерода и вода.

- Напишите уравнения проведенных реакций;
- Вычислите массу воды, выделившейся при сжигании.

**Решение:**

С бромной водой прореагирует только циклогексен: $C_6H_{10} + Br_2 = C_6H_{10}Br_2$	1 балл
$2C_6H_{10} + 17O_2 = 12CO_2 + 10H_2O$	1 балл
$2C_6H_6 + 15O_2 = 12CO_2 + 6H_2O$	1 балл
Взаимодействие с бромной водой: $m(Br_2) = 0,04 \cdot 140 = 5,6$ г	1 балл
$n(Br_2) = 5,6 / 160 = 0,035$ моль	
$n(C_6H_{10}) = n(Br_2) = 0,035$ моль	1 балл
$m(C_6H_{10}) = 0,035 \cdot 82 = 2,87$ г	1 балл
$\omega(C_6H_{10}) = 2,87 / 5 = 0,574$ или 57,4 %	1 балл
$\omega(C_6H_6) = 1 - 0,574 = 0,426$ или 42,6 %	
Сжигание смеси: $m(C_6H_6) = 0,426 \cdot 15 = 6,39$ г	1 балл
$n(C_6H_6) = 6,39 / 78 = 0,082$ моль	
$m(C_6H_{10}) = 15 - 6,39 = 8,61$ г	1 балл
$n(C_6H_{10}) = 8,61 / 82 = 0,105$ моль	
$n(H_2O)_1 = 5 \cdot 0,105 = 0,525$ моль	
$n(H_2O)_2 = 3 \cdot 0,082 = 0,246$ моль	
$n(H_2O)_{\text{общ}} = 0,771$ моль	3 балла
$m(H_2O) = 0,771 \cdot 18 = 13,88$ г	
<b>ИТОГО</b>	<b>12 баллов</b>