

**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.

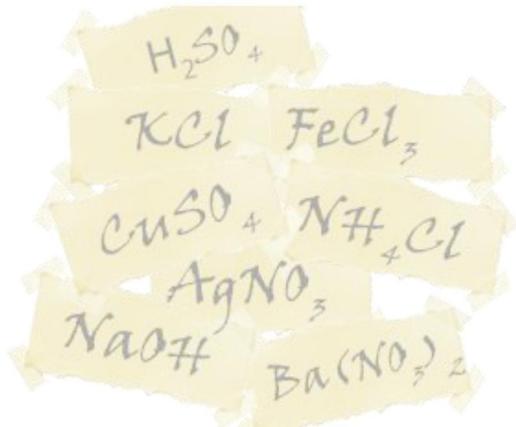
**Каждый правильный ответ по 1 б**

**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.

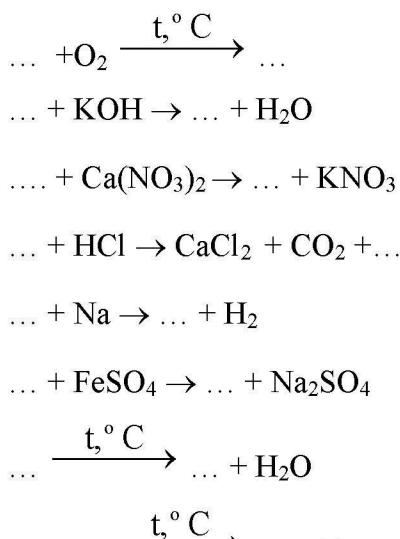
б) Напишите уравнения химических реакций, которые Вы использовали при обнаружении.

**Решение:**

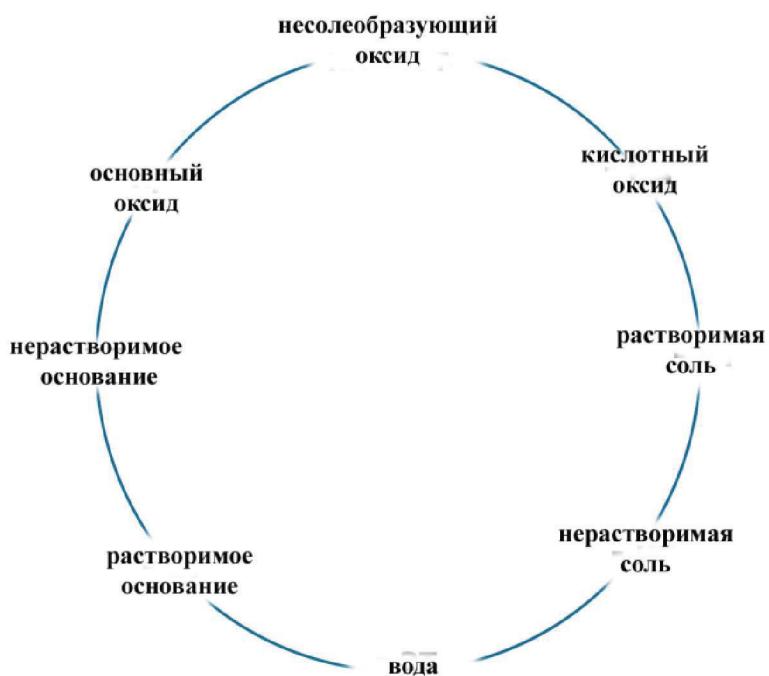
Раствор	CuSO <sub>4</sub>	FeCl <sub>3</sub>	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	NH <sub>4</sub> Cl	AgNO <sub>3</sub>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
CuSO <sub>4</sub> голубой			Cu(OH) <sub>2</sub> ↓ голубой					BaSO <sub>4</sub> ↓ белый
FeCl <sub>3</sub> желтый			Fe(OH) <sub>3</sub> ↓ бурый				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)
$2CO + O_2 \xrightarrow{t, {}^\circ C} 2CO_2$	1 балл
$CO_2 + 2KOH = K_2CO_3 + H_2O$	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>