

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

9 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ...**основание** Льюиса, а акцептором – ... **кислота** Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора Cs_2S ... **щелочная**, а водного раствора SrI_2 – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **пяти**, а в ионе Mn^{3+} ... **четырем**.
- 1.4. В реакции $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$ установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **вправо**, а если уменьшить давление – ... **тоже вправо**.
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ... **убывают**, а радиусы атомов элементов ПА группы с увеличением порядкового номера ... **возрастают**.
- 1.6. Геометрия молекулы BF_3 ... **плоский треугольник**, а молекулы NF_3 ... **треугольная пирамида**.
- 1.7. Степень окисления хлора в хлорате калия ... **+5**, а в хлорите калия ... **+3**.
- 1.8. При электролизе водного раствора BaI_2 на катоде выделяется ... **водород**, а на аноде ... **иод**.
- 1.9. В большинстве химических реакций металлы выполняют функцию ... **восстановителя**, а неметаллы –... **окислителя**.
- 1.10. При взаимодействии щелочного металла с водой выделяется ... **водород**, а в растворе остается ... **щелочь (гидроксид металла)**.

Система оценивания:

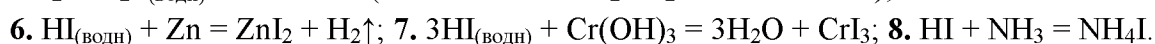
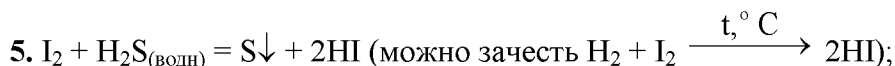
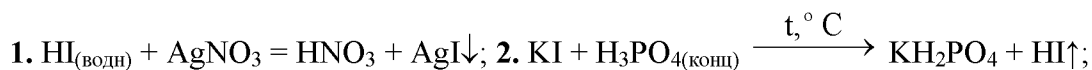
Каждый правильный ответ по 1 б

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

Итого 20 баллов

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

- 2.1. **X** – HI - иодоводород; **A** – CrI_3 - иодид хрома(III), иодный (трииодистый) хром; **B** – ZnI_2 - иодид цинка, иодистый цинк; **B** - I_2 - иод; **Г** - HIO_3 - иодноватая кислота.
Уравнения реакций:



Система оценивания:

Формулы X, A-Г по 0,5 б, названия по 0,5 б

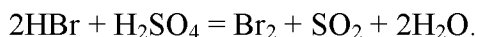
$5 \cdot (0,5 + 0,5) = 5$ баллов;

Уравнения реакций по 1 б

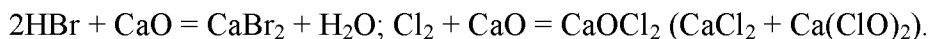
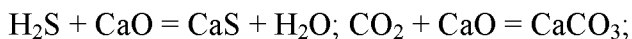
$8 \cdot 1 = 8$ баллов;

Итого 13 баллов

2.2. Пропусканием через концентрированную серную кислоту нельзя осушать аммиак, сероводород, бромоводород:



Оксид кальция в качестве осушителя нельзя использовать для таких газов, как сероводород, углекислый газ, бромоводород, хлор:



Как тот, так и другой осушитель можно использовать для осушки азота, кислорода и аргона, так как эти газы не реагируют ни с серной кислотой, ни с оксидом кальция.

Система оценивания:

Верное указание на невозможность осушки по 1 б (неверное - штраф -1 б)

7*1 = 7 баллов;

Верное указание на возможность осушки обоими осушителями по 1 б (неверное - штраф -1 б)

3*1 = 3 балла;

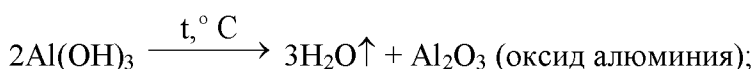
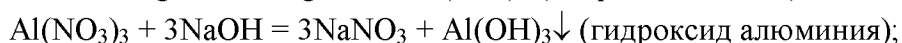
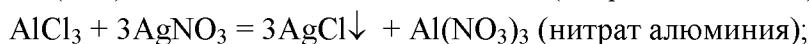
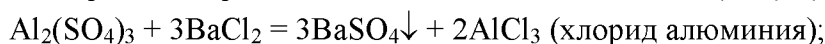
Уравнения реакций по 1 б

7*1 = 7 баллов;

(если сумма получается < 0, то выставляется 0 баллов)

Итого 17 баллов

2.3. Уравнения реакций: $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{H}_2\uparrow + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (сульфат алюминия);



Система оценивания:

Уравнения реакций по 1 б

5*1 = 5 баллов;

Названия (кроме простого вещества) по 1 б

5*1 = 5 баллов.

Итого 10 баллов.

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

3.1. а) Если взять 100 г малахита, то в нем будет содержаться 72,0 г CuO, 19,9 г CO₂ и 8,1 г H₂O. Тогда молярное отношение этих оксидов составит $n(\text{CuO}) : n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 72/79,5 : 19,9/44 : 8,1/18 = 0,90 : 0,45 : 0,45 = 2 : 1 : 1$. Молекулярная формула малахита $2\text{CuO} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или $\text{Cu}_2\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_5$ или $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ или $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ или $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. Его название - гидроксокарбонат меди(II) или карбонат-дигидроксид димеди или основная углекислая медь.

б) Уравнение реакции: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$.

Количество малахита: $n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = m/M = 44,2/221 = 0,2$ моль.

Количество HCl в исходном растворе: $n(\text{HCl}_{\text{исх}}) = 1,61 \cdot 500/1000 = 0,805$ моль.

Количество HCl, требующееся для реакции с 0,2 моль $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$:

$n(\text{HCl}_{\text{реакция}}) = 4 \cdot 0,2 = 0,8$ моль - HCl в небольшом избытке.

Количество HCl, оставшееся в полученном растворе I: $n(\text{HCl}_I) = 0,805 - 0,8 = 0,005$ моль.

Концентрация HCl в полученном растворе I:

$C(\text{HCl}_I) = n(\text{HCl}_I)/V_{\text{р-р}} = 0,005/0,5 = 0,01$ моль/л.

Количество CO₂, образовавшегося из 0,2 моль $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$:

$n(\text{CO}_2) = 0,2$ моль, его объем $V(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48$ л, его масса $m(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 44 = 8,8$ г (эти значения также можно вычислить из массовой доли CO₂ в малахите).

Количество CuCl_2 , образовавшегося из 0,2 моль $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$:
 $n(\text{CuCl}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4$ моль, его масса $m(\text{CuCl}_2) = 0,4 \cdot 134,5 = 53,8$ г.
 Масса раствора I:
 $m_{\text{р-ра I}} = m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ра HCl}) - m(\text{CO}_2) = 44,2 + 500 \cdot 1,027 - 8,8 = 548,9$ г.
 Массовая доля соли в растворе I: $\omega_1(\text{CuCl}_2) = 53,8/548,9 = 0,0980$ или **9,80%**.

в) Уравнение реакции: $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{HCl}$.
 Количество сероводорода:
 $n(\text{H}_2\text{S}) = V/V_m = 0,504/22,4 = 0,0225$ моль. Его масса $m(\text{H}_2\text{S}) = 0,0225 \cdot 32 \approx 0,77$ г.
 Количество CuS , выпавшего в осадок:
 $n(\text{CuS}) = 0,0225$ моль. Его масса $m(\text{CuS}) = 0,0225 \cdot 95,5 \approx 2,15$ г.
 Количество HCl , получившееся в реакции с 0,0225 моль H_2S :
 $n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) = 2 \cdot 0,0225 = 0,045$ моль.
 Общее количество HCl в растворе II:
 $n(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) + n(\text{HCl}_I) = 0,005 + 0,045 = 0,05$ моль.
 Концентрация HCl в полученном растворе II:
 $C(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{II}})/V_{\text{р-р}} = 0,05/0,5 = 0,1$ моль/л.
 Количество CuCl_2 , прореагировавшего с 0,0225 моль H_2S : $n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,0225$ моль.
 Количество CuCl_2 , оставшегося в растворе II:
 $n_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = n(\text{CuCl}_2) - n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,4 - 0,0225 = 0,3775$ моль,
 его масса $m_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 0,3775 \cdot 134,5 \approx 50,8$ г.
 Масса раствора II: $m_{\text{р-ра II}} = m_{\text{р-ра I}} + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) = 548,9 + 0,77 - 2,15 \approx 547,5$ г.
 Массовая доля соли в растворе II: $\omega_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 50,8/547,5 = 0,0928$ или **9,28%**.

Система оценивания:

а) Формула минерала 3 б, название 1 б **3+1 = 4 балла;**
б) – в) Уравнения реакций по 1 б, расчет объема газа 3 б, **2*1+3 = 5 баллов;**
Расчет массы осадка 3 б, расчет концентраций кислоты по 3 б **3+2*3 = 9 баллов;**
Расчет массовых долей соли по 4 б (без учета масс газов по 3 б) **2*4 = 8 баллов;**
Итого 26 баллов

3.2. Уравнения реакций восстановления:
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 = 3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$ (1); $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 = 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$ (2).
 Уравнения реакций взаимодействия с соляной кислотой:
 $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (3); $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (4).
 $n(\text{H}_2) = 3,36/22,4 = 0,15$ моль = $n(\text{Fe})$; $m(\text{Fe}) = 0,15 \cdot 56 = 8,4$ г металлического железа.
 Количество железной окалины, пошедшее на образование железа (реакция 2):
 $n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1/3n(\text{Fe}) = 1/3 \cdot 0,15 = 0,05$ моль.
 Исходное количество железной окалины: $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 34,8/232 = 0,15$ моль.
 Количество железной окалины, пошедшее на образование оксида железа(II) (реакция 1):
 $n_1(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,15 - 0,05 = 0,1$ моль = $1/3n(\text{FeO})$; $n(\text{FeO}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3$ моль;
 $m(\text{FeO}) = 0,3 \cdot 72 = 21,6$ г.
 Масса смеси, полученной при восстановлении: $m(\text{смеси}) = 21,6 + 8,4 = 30$ г.
 $\omega(\text{Fe}) = 8,4/30 = 0,28$ или **28 %**.
 $\omega(\text{FeO}) = 21,6/30 = 0,72$ или **72 %**.

Система оценивания:

Уравнения реакций по 1 б **4*1 = 4 балла;**
Расчет массовых долей компонентов смеси по 5 б **2*5 = 10 баллов**
(Если массовая доля вычислена неверно, то до 4 б за каждую верно вычисленную массу компонента);
Итого 14 баллов

Критерии определения победителей и призеров на заключительном этапе
открытой межвузовской олимпиада школьников Сибирского Федерального округа
«Будущее Сибири» по **химии** 2013/2014 г

Степень диплома	Сумма баллов			
	8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
Диплом 1 степени (Победитель)	70-100	80-100	75-100	81-100
Диплом 2 степени (Призер)	50-69,5	59,5-79,5	60-74,5	69-80,5
Диплом 3 степени (Призер)	34-49,5	37-59	45-59,5	53-68,5

Председатель Окружного совета
Олимпиады школьников СФО
«Будущее Сибири»
Ректор НГТУ, профессор

Н.В. Пустовой

18 марта 2014 года

Председатель жюри



 Н.Ф. Уваров