

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

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

Решения олимпиадных заданий по химии

10 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 IIА группы с увеличением порядкового номера ... **возрастают**.
- 1.6. Геометрия молекулы BF_3 ... **плоский треугольник**, а молекулы NF_3 ... **треугольная пирамида**.
- 1.7. Степень окисления хрома в хромате калия ... **+6**, а в дихромате калия ... **тоже +6**.
- 1.8. При электролизе водного раствора BaI_2 на катоде выделяется ... **водород**, а на аноде ... **иод**.
- 1.9. Общей формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ соответствуют соединения, относящиеся к классам ... **спиртов** и ... **простых эфиров**.
- 1.10. Органический продукт, образующийся при электролизе водного раствора соли предельной карбоновой кислоты, относится к классу ... **алканов**, а происходящий процесс называется реакция ... **Кольбе**.

Система оценивания:

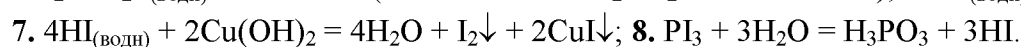
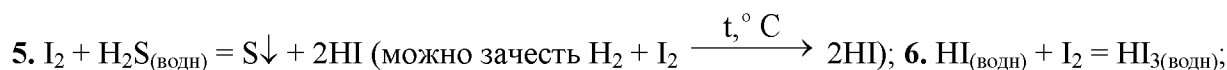
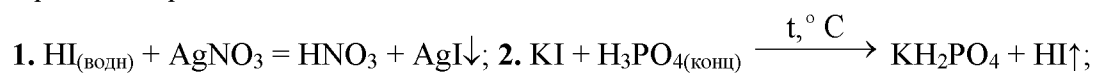
Каждый правильный ответ по 1 б

*всего $1*2*10 = 20$ баллов.*

Итого 20 баллов

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

- 2.1. **Х** – HI - иодоводород; **А** – CuI - иодид меди(I), иодистая медь;
Б – HI₃ - трииодоводород, трииодид водорода; **В** - I₂ - иод; **Г** - HIO₃ - иодноватая кислота.
Уравнения реакций:



Система оценивания:

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

$5(0,5+0,5) = 5$ баллов;*

Уравнения реакций по 1 б

*$8*1 = 8$ баллов;*

Итого 13 баллов

2.2. Самая большая концентрация H^+ и, как следствие, самый маленький pH (поскольку это **отрицательный** десятичный логарифм $[H^+]$) будет в растворах сильных кислот HCl и HNO_3 . С учетом их молярных масс $\nu(HCl) = 2/36,5 > \nu(HNO_3) = 2/63$, следовательно, наименьший pH будет в растворе HCl. Раствор CO_2 в воде – слабая кислота – среда слабокислая. В растворе KCl – соли сильной кислоты и сильного основания – среда нейтральная; NH_3 – слабое основание – среда слабощелочная. KOH и NaOH – сильные основания, но $\nu(NaOH) = 2/40 > \nu(KOH) = 2/56$, следовательно, наибольший pH будет в растворе NaOH. Получаем следующий порядок возрастания pH:

HCl, HNO_3 , CO_2 , KCl, NH_3 , KOH, NaOH.

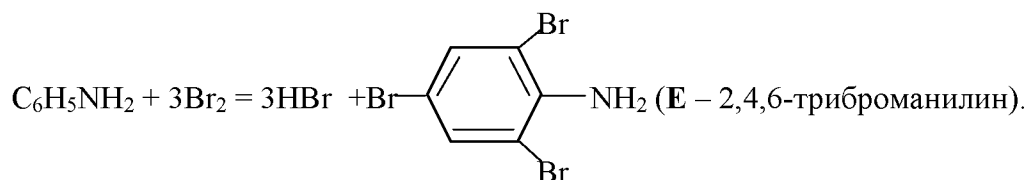
Система оценивания:

Правильное положение каждого раствора в ряду по 1 б, верное пояснение места каждого раствора в ряду по 1 б (если перепутано направление ряда, то снимается 4 б; если сумма получается < 0 , то выставляется 0)

$1*7+1*7 = 14$ баллов.

Итого 14 баллов

2.3. CaC_2 (карбид кальция) + $2H_2O = Ca(OH)_2 + HC\equiv CH\uparrow$ (А – этин, ацетилен);
 $3HC\equiv CH = C_6H_6$ (В, бензол); $C_6H_6 + HNO_3 = H_2O + C_6H_5NO_2$ (С – нитробензол);
 $C_6H_5NO_2 + 3Zn + 6HCl = 3ZnCl_2 + 2H_2O + C_6H_5NH_2$ (D – анилин)



Система оценивания:

Уравнения реакций по 1 б

$5*1 = 5$ баллов;

Структурные формулы по 1 б

$5*1 = 5$ баллов;

Названия по 0,5 б

$6*0,5 = 3$ балла;

Итого 13 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 CO_2 и 8,1 г H_2O . Тогда молярное отношение этих оксидов составит $n(CuO) : n(CO_2) : n(H_2O) = 72/79,5 : 19,9/44 : 8,1/18 = 0,90 : 0,45 : 0,45 = 2 : 1 : 1$. Молекулярная формула малахита $2CuO*CO_2*H_2O$ или $Cu_2CH_2O_5$ или $Cu(OH)_2*CuCO_3$ или $Cu_2(OH)_2CO_3$ или $(CuOH)_2CO_3$. Его название – гидроксокарбонат меди(II) или карбонат-дигидроксид димеди или основная углекислая медь.

б) Уравнение реакции: $(CuOH)_2CO_3 + 4HCl = 2CuCl_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O$.

Количество малахита: $n((CuOH)_2CO_3) = m/M = 44,2/221 = 0,2$ моль.

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

Количество HCl, требующееся для реакции с 0,2 моль $(CuOH)_2CO_3$:

$n(HCl_{реакция}) = 4*0,2 = 0,8$ моль - HCl в небольшом избытке.

Количество HCl, оставшееся в полученном растворе I: $n(HCl_I) = 0,805 - 0,8 = 0,005$ моль.

Концентрация HCl в полученном растворе I:

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

pH полученного раствора I: $pH_I = -lg[H^+] = 2$.

Количество CO_2 , образовавшегося из 0,2 моль $(CuOH)_2CO_3$:

$n(CO_2) = 0,2$ моль, его объем $V(CO_2) = 0,2*22,4 = 4,48$ л, его масса $m(CO_2) = 0,2*44 = 8,8$ г (эти значения также можно вычислить из массовой доли CO_2 в малахите).

Количество $CuCl_2$, образовавшегося из 0,2 моль $(CuOH)_2CO_3$:

$n(CuCl_2) = 2*0,2 = 0,4$ моль, его масса $m(CuCl_2) = 0,4*134,5 = 53,8$ г.

Масса раствора I:

$$m_{\text{р-ра I}} = m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ра HCl}) - m(\text{CO}_2) = 44,2 + 500 \cdot 1,027 - 8,8 = 548,9 \text{ г.}$$

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:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = V/V_m = 0,504/22,4 = 0,0225 \text{ моль. Его масса } m(\text{H}_2\text{S}) = 0,0225 \cdot 32 \approx 0,77 \text{ г.}$$

Количество CuS , выпавшего в осадок:

$$n(\text{CuS}) = 0,0225 \text{ моль. Его масса } m(\text{CuS}) = 0,0225 \cdot 95,5 \approx \mathbf{2,15 \text{ г.}}$$

Количество HCl , получившееся в реакции с 0,0225 моль H_2S :

$$n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) = 2 \cdot 0,0225 = 0,045 \text{ моль.}$$

Общее количество HCl в растворе II:

$$n(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) + n(\text{HCl}_I) = 0,005 + 0,045 = 0,05 \text{ моль.}$$

Концентрация HCl в полученном растворе II:

$$C(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{II}})/V_{\text{р-р}} = 0,05/0,5 = 0,1 \text{ моль/л.}$$

pH полученного раствора II: $\text{pH}_{\text{II}} = -\lg[\text{H}^+] = \mathbf{1}$.

Количество CuCl_2 , прореагировавшего с 0,0225 моль H_2S : $n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,0225 \text{ моль.}$

Количество CuCl_2 , оставшегося в растворе II:

$$n_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = n(\text{CuCl}_2) - n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,4 - 0,0225 = 0,3775 \text{ моль,}$$

его масса $m_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 0,3775 \cdot 134,5 \approx 50,8 \text{ г.}$

Масса раствора II: $m_{\text{р-ра II}} = m_{\text{р-ра I}} + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) = 548,9 + 0,77 - 2,15 \approx 547,5 \text{ г.}$

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 pH растворов по 3 б,

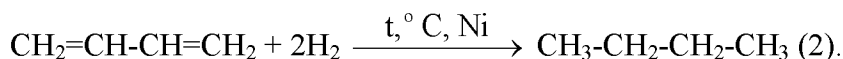
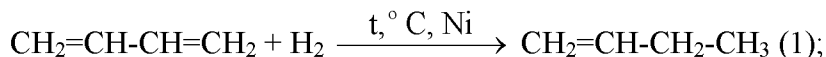
3+2*3 = 9 баллов;

Расчет массовых долей соли по 4 б (без учета масс газов по 3 б)

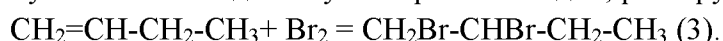
2*4 = 8 баллов;

Итого 26 баллов

3.2. Уравнения реакций гидрирования:



Бутан не взаимодействует с бромной водой, реагирует только бутен-1:



$n(\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2) = 10,8/216 = 0,05 \text{ моль} = n(\text{C}_4\text{H}_8)$; $m(\text{C}_4\text{H}_8) = 0,05 \cdot 56 = 2,8 \text{ г}$ бутена-1.

Количество бутадиена-1,3, пошедшее на образование бутена-1 (реакция 1):

$$n_1(\text{C}_4\text{H}_6) = n(\text{C}_4\text{H}_8) = 0,05 \text{ моль.}$$

Исходное количество бутадиена-1,3: $n(\text{C}_4\text{H}_6) = 8,1/54 = 0,15 \text{ моль.}$

Количество бутадиена-1,3, пошедшее на образование бутана (реакция 2):

$$n_2(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ моль} = n(\text{C}_4\text{H}_{10}); m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0,1 \cdot 58 = 5,8 \text{ г.}$$

Масса смеси, полученной при гидрировании: $m(\text{смеси}) = 2,8 + 5,8 = 8,6 \text{ г.}$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_8) = 2,8/8,6 = 0,326 \text{ или } \mathbf{32,6 \%}.$$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 5,8/8,6 = 0,674 \text{ или } \mathbf{67,4 \%}.$$

Система оценивания:

Уравнения реакций по 2 б

3*2 = 6 баллов;

Расчет массовых долей компонентов смеси по 4 б

2*4 = 8 баллов;

(Если массовая доля вычислена неверно, то до 3 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