

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

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

Решения олимпиадных заданий по химии

11 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:

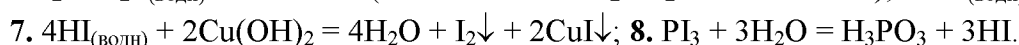
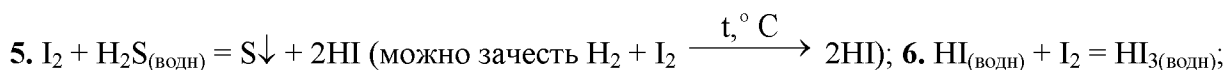
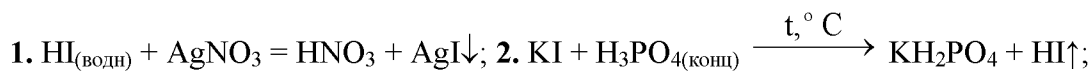
Каждый правильный ответ по 1 б

*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. **A** – $C_6H_5-CH(CH_3)_2$ – изопропилбензол;

B – $n-NO_2S-C_6H_4-CH(CH_3)_2$ – 4-изопропилбензолсульфо кислота;

C – $n-NO_2S-C_6H_4-COOH$ – 4-сульфобензойная кислота; **D** – C_6H_5ONa – фенолят натрия;

E – C_6H_5OH – фенол; **F** – $o-NO-C_6H_4-CH_2OH$ – 2-гидроксibenзиловый спирт и

$n-NO-C_6H_4-CH_2OH$ – 4-гидроксibenзиловый спирт.

Система оценивания:

Структурные формулы A-E по 1 б, названия по 1 б

$5*(1+1) = 10$ баллов;

Структурная формула и название одного изомера F по 1 б

$2*(1+1) = 2$ балла;

Структурная формула и название второго изомера F по 0,5 б

$2*(0,5+0,5) = 1$ балл;

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 мольное 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:

$C(HCl_I) = n(HCl_I)/V_{p-p} = 0,005/0,5 = 0,01$ 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:

$m_{p-ра I} = m((CuOH)_2CO_3) + m(p-ра HCl) - m(CO_2) = 44,2 + 500*1,027 - 8,8 = 548,9$ г.

Массовая доля соли в растворе I: $\omega_1(CuCl_2) = 53,8/548,9 = 0,0980$ 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.

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

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 pH растворов по 3 б,

3+2*3 = 9 баллов;

Расчет массовых долей соли по 3 б (без учета масс газов по 2 б)

2*3 = 6 баллов;

Итого 24 балла

3.2. Бензол и фенол не взаимодействуют с HCl , реагирует только анилин:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HCl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}\downarrow$.

$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}) = 25,9/129,5 = 0,2$ моль = $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$; $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 93 \cdot 0,2 = 18,6$ г.

С концентрированным раствором гидроксида натрия взаимодействует фенол:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$.

Щелочной водный раствор фенолята натрия – нижний слой; бензол – верхний слой.

$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 23,3 \cdot 0,88 = 20,5$ г; $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 50,0 - 18,6 - 20,5 = 10,9$ г.

$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 18,6/50 = 0,372$ или **37,2 %**.

$\omega(\text{C}_6\text{H}_6) = 20,5/50 = 0,41$ или **41,0 %**.

$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 10,9/50 = 0,218$ или **21,8 %**.

Система оценивания:

Уравнения реакций по 2 б

2*2 = 4 балла;

Расчет массовых долей компонентов смеси по 4 б

3*4 = 12 баллов;

(Если массовая доля вычислена неверно, то до 3 б за каждую верно вычисленную массу компонента);

Итого 16 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