

Все вопросы, связанные с проверкой МЭ ВсОШ по предмету «химия», можно задать председателю региональной предметно-методической комиссии всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае Дмитриеву Д.Н.;

Контакты: 89371792774, 89130496521 (телефон), @ddn063 (телеграм, лучше писать здесь)

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЭ ВСОШ ПО ХИМИИ 25/26 ГОДА

10 КЛАСС

Задача 1

Исходный раствор при 100°C

Растворимость при 100°C: 84,0 г CoSO_4 на 100 г H_2O .

$$k_{100} = 0,840.$$

Масса раствора: 200 г.

Пусть x — масса соли, y — масса воды.

$$\begin{aligned}x + y &= 200 \\ \frac{x}{y} &= 0,840\end{aligned}$$

Из первого: $y = 200 - x$.

$$\begin{aligned}\frac{x}{200 - x} &= 0,840 \\ x &\approx 91,304 \text{ г } \text{CoSO}_4 \\ y &\approx 200 - 91,304 = 108,696 \text{ г } \text{H}_2\text{O}\end{aligned}$$

Охлаждение до 25°C — находим n

Первый осадок: $m_1 = 126,78$ г.

Пусть a_1 — масса безводной соли в нём, b_1 — масса воды в нём.

После выпадения:

Соль: $91,304 - a_1$

Вода: $108,696 - b_1$

Отношение при 25°C:

$$\frac{91,304 - a_1}{108,696 - b_1} = 0,413$$

Также $a_1 + b_1 = 126,78$.

Решаем:

$$46,415 = a_1 - 0,413b_1$$

Подставляем $b_1 = 126,78 - a_1$:

$$46,415 = a_1 - 0,413(126,78 - a_1)$$

$$a_1 \approx 69,876 \text{ г соли}$$

$$b_1 \approx 126,78 - 69,876 = 56,904 \text{ г воды}$$

Молярная масса CoSO_4 : $58,93 + 32,06 + 64,00 = 154,99 \text{ г/моль}$.

Молярная масса H_2O : $18,015 \text{ г/моль}$.

$$\text{Моли соли: } \frac{69,876}{154,99} \approx 0,4509$$

$$\text{Моли воды: } \frac{56,904}{18,015} \approx 3,158$$

$$n = \frac{3,158}{0,4509} \approx 7,00$$

Первый кристаллогидрат: $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Охлаждение от 25°C до 20°C — находим m

После первого охлаждения:

$$\text{Соль: } 91,304 - 69,876 = 21,428 \text{ г}$$

$$\text{Вода: } 108,696 - 56,904 = 51,792 \text{ г}$$

$$\text{Второй осадок: } m_2 = 9,07 \text{ г.}$$

Пусть a_2 — масса соли в нём, b_2 — масса воды в нём.

После выпадения:

$$\text{Соль: } 21,428 - a_2$$

$$\text{Вода: } 51,792 - b_2$$

Отношение при 20°C :

$$\frac{21,428 - a_2}{51,792 - b_2} = 0,334$$

$$\text{Также } a_2 + b_2 = 9,07.$$

Решаем:

$$21,428 - a_2 = 0,334 \cdot (51,792 - b_2)$$

$$4,130 = a_2 - 0,334b_2$$

Подставляем $b_2 = 9,07 - a_2$:

$$4,130 = a_2 - 0,334(9,07 - a_2)$$

$$7,159 = 1,334a_2$$

$$a_2 \approx 5,367 \text{ г соли}$$

$$b_2 \approx 9,07 - 5,367 = 3,703 \text{ г воды}$$

$$\text{Моли соли: } \frac{5,367}{154,99} \approx 0,03463$$

$$\text{Моли воды: } \frac{3,703}{18,015} \approx 0,2056$$

$$m = \frac{0,2056}{0,03463} \approx 5,94 \approx 6$$

Второй кристаллогидрат: $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Итоговый ответ:

При охлаждении до 25°C выпадает $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,
при охлаждении до 20°C выпадает $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Комментарий к проверке: ответы у школьников могут немного отличаться в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл. Также в представленном решении брали более точные значения атомных масс, школьники округляли их до целых.

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Комментарий к проверке: решать подобные задачи через массовые доли слишком грубо, засчитывать решения только через соотношения $\frac{m(\text{соли})}{m(\text{воды})}$.

Критерии оценивания:

Расчет массы воды и соли в начальном растворе по 2 балла	4 балла
Запись системы уравнений (как в решении или ей подобной) через соотношение масс соли и воды при 70°C	2 балла
Определение числа n	2 балла
Запись системы уравнений (как в решении или ей подобной) через соотношение масс соли и воды при 40°C	2 балла
Определение числа m	2 балла
Всего	12 баллов

Задача 2

Решение задачи можно начать с установление классовой принадлежности некоторых веществ: вещества **В** и **К** – оксиды (простое вещество взаимодействует с кислородом), **Б** – карбонил (элемент взаимодействует с угарным газом образуя трехэлементное вещество **Б**, наталкивает на то, что **А** – металл). Решение можно начинать с анализа любого из этих соединений.

К примеру, анализ вещества В:

Массовая доля металла в оксиде: $w_{\text{Me}} = 73.44\%$.
Общая формула оксидов Me_2O_y , где y – степень окисления элемента в оксиде.

$$w_{\text{Me}} = \frac{2 \cdot M_{\text{Me}}}{2 \cdot M_{\text{Me}} + y \cdot M_{\text{O}}} = 0,7344.$$

Подставляем $M_{\text{O}} = 16$:

$$\frac{2M_{\text{Me}}}{2M_{\text{Me}} + 16y} = 0,7344.$$

Выражаем атомную массу металла через целочисленную переменную – степень окисления. Перебор степеней окисления не дает адекватных значений атомных масс.

Посмотрим на формулы смешанных оксидов: Me_3O_4

$$\frac{3M_{\text{Me}}}{3M_{\text{Me}} + 64} = 0,7344.$$

Решая полученное уравнение находим, что атомная масса элемента примерно равна 59 г/моль. Полученное значение атомной массы может соответствовать как кобальту, так и никелю. Отметим, что никель при сгорании в кислороде в отличие от кобальта смешанный оксид не образует.

В данной задаче кобальт и никель можно различить по цветам образующихся гидроксидов, а именно образованию розового осадка гидроксида кобальта.

Остальные вещества подтверждаются массовыми и атомными долями кобальта в них.

Список веществ:

- А** - Co
- Б** - $\text{Co}_2(\text{CO})_8$
- В** - Co_3O_4
- Г** - $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
- Д** - NaCoO_2
- Е** - $\text{Ti}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
- Ж** - $(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Co}$
- З** - CoCl_2
- И** - CoSO_4
- К** - CoO
- Л** - $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{OH})_4]$

1. $2Co + 8CO \rightarrow Co_2(CO)_8$
2. $Co_2(CO)_8 + 8H_2SO_4 \rightarrow 2CoSO_4 + 8CO + 8SO_2 + 8H_2O$
3. $3Co + 2O_2 \rightarrow Co_3O_4$
4. $2Co_3O_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 6CoSO_4 + O_2 + 6H_2O$
5. $Co_3O_4 \xrightarrow{900-1000^\circ C} 3CoO + \frac{1}{2}O_2$
6. $2CoSO_4 \xrightarrow{\Delta} 2CoO + 2SO_2 + O_2$
7. $CoO + 2NaOH + H_2O \rightarrow Na_2[Co(OH)_4]$
8. $4Co + 8NaOH + 3O_2 \rightarrow 8NaCoO_2 + 4H_2O$
9. $2Co_3O_4 + 8NaOH + O_2 \rightarrow 6NaCoO_2 + 4H_2O$
10. $Co_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3CoCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$
11. $CoO + 2HCl \rightarrow CoCl_2 + H_2O$
12. $2C_5H_5Na + CoCl_2 \rightarrow (C_5H_5)_2Co + 2NaCl$
13. $CoCl_2 + 7NaNO_2 + 2CH_3COOH \rightarrow Na_3[Co(NO_2)_6] + 2NaCl + 2CH_3COONa + NO + H_2O$
14. $Na_3[Co(NO_2)_6] + 3TlNO_3 \rightarrow Tl_3[Co(NO_2)_6] \downarrow + 3NaNO_3$

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов, рассуждений и подтверждений веществ по математическим данным задачи оценивается **0 баллами**.

Комментарий к проверке: если уравнение химической реакции написано без коэффициентов, то ставиться половина баллов за данную реакции при условии правильного написания продуктов и реагентов.

Критерии оценивания:

Вещества А-Л по 1 баллу за вещество	11 баллов
Реакции 1-14 по 1 баллу за реакцию (если реакция не уравнена, то по 0.5 баллов)	14 баллов
Всего	25 балла

Задача 3

1. Определение металла X по данным кристаллической решётки

Дано:

- Плотность $\rho = 7.196 \text{ г/см}^3 = 7196 \text{ кг/м}^3$
- ОЦК решётка
- Минимальное расстояние между центрами атомов $d = 0.2498 \text{ нм} = 2.498 \times 10^{-10} \text{ м}$

В ОЦК решётке атомы расположены в вершинах куба и один атом в центре куба. Минимальное расстояние между атомами — это расстояние между атомом в вершине и атомом в центре, т.е. половина пространственной диагонали куба.

Пространственная диагональ куба: $a\sqrt{3}$

Минимальное расстояние:

$$d = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

Отсюда:

$$a = \frac{2d}{\sqrt{3}} = \frac{2 \times 0.2498}{1.73205} \text{ нм}$$
$$a \approx 0.2884 \text{ нм} = 2.884 \times 10^{-10} \text{ м}$$

Объём элементарной ячейки

$$V_{\text{яч}} = a^3 = (2.884 \times 10^{-10})^3 \text{ м}^3$$
$$V_{\text{яч}} \approx 2.397 \times 10^{-29} \text{ м}^3$$

Число атомов в ячейке

В ОЦК:

8 атомов в вершинах (каждый принадлежит 8 ячейкам) $\rightarrow 8 \times \frac{1}{8} = 1$ атом

1 атом в центре (полностью принадлежит ячейке)

Итого: $n = 2$ атома на ячейку.

Расчёт молярной массы. Формула плотности:

$$\rho = \frac{n \cdot M}{N_A \cdot V_{\text{яч}}}$$

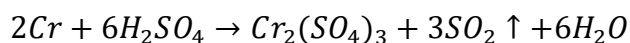
где $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$, M — молярная масса (кг/моль).

$$M = \frac{\rho \cdot N_A \cdot V_{\text{яч}}}{n}$$

$$M = \frac{7196 \times 6.022 \times 10^{23} \times 2.397 \times 10^{-29}}{2}$$

$$M \approx \frac{0.1038}{2} = 0.0519 \text{ кг/моль} = 51.9 \text{ г/моль}$$

Это соответствует хрому (Cr), у которого $M \approx 51.996 \text{ г/моль}$.



Электролиз раствора сульфата хрома(III)

Данные электролиза

- *Время* $t = 75 \text{ мин} = 4500 \text{ с}$
- *Сила тока* $I = 0.6 \text{ А}$
- *На катоде выделилось* $V_{\text{газ}} = 79.582 \text{ мл} = 7.9582 \times 10^{-5} \text{ м}^3$
- *Давление* $p = 1.1 \text{ атм} = 1.1 \times 101325 = 111457.5 \text{ Па}$
- *Температура* $T = 32 + 273 = 305 \text{ К}$
- *Постоянная Фарадея* $F = 96485 \text{ Кл/моль}$

$$Q = I \cdot t = 0.6 \times 4500 = 2700 \text{ Кл}$$

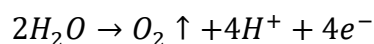
$$n_e^{\text{общ}} = \frac{Q}{F} = \frac{2700}{96485} \approx 0.02798 \text{ моль } e^-$$

Полуреакции на электродах

На катоде (восстановление):

1. $Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$ (осаждение металла)
2. $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2OH^-$ (выделение водорода)

На аноде (окисление):



Расчёт моль H_2 по условию (газ на катоде)

Используем уравнение Менделеева–Клапейрона:

$$n_{H_2} = \frac{pV}{RT}$$

$$n_{H_2} = \frac{111457.5 \times 7.9582 \times 10^{-5}}{8.314 \times 305}$$

$$n_{H_2} \approx 0.003497 \text{ моль}$$

Заряд, пошедший на выделение H_2 . На 1 моль H_2 требуется 2 моль e^- :

$$n_e^{H_2} = 2 \times n_{H_2} \approx 0.006994 \text{ моль } e^-$$

Заряд, пошедший на осаждение Cr

$$n_e^{Cr} = n_e^{\text{общ}} - n_e^{H_2} \approx 0.02798 - 0.006994 \approx 0.020986 \text{ моль } e^-$$

Масса выделившегося Cr. На 1 моль Cr требуется 3 моль e^- :

$$n_{Cr} = \frac{n_e^{Cr}}{3} \approx \frac{0.020986}{3} \approx 0.006995 \text{ моль}$$

$$m_{Cr} = n_{Cr} \times M_{Cr} \approx 0.006995 \times 51.996 \approx 0.3637 \text{ г}$$

Выход по току = доля тока, пошедшая на целевой процесс (осаждение Cr):

$$\varphi_{Cr} = \frac{n_e^{Cr}}{n_e^{\text{общ}}} \times 100\% \approx \frac{0.020986}{0.02798} \times 100\% \approx 75.0\%$$

Масса исходной навески металла

Поскольку электролиз проводили до полного осаждения металла, вся масса Cr, выделившаяся на катоде (0.3637 г), и есть масса исходной навески, растворённой в серной кислоте.

Кристаллогидрат

Растворили 2,504 г кристаллогидрата в 100 мл воды — масса раствора 102,504 г.

Молярная масса безводного $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 = 2 \times 52 + 3 \times (32 + 64) = 104 + 288 = 392$ г/моль.

В электролизе нашли n_{Cr} в растворе после растворения кристаллогидрата:

$$n_{\text{Cr}} = 0,006997 \text{ моль}$$

$$n_{\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3} = n_{\text{Cr}}/2 = 0,0034985 \text{ моль.}$$

Масса безводной соли:

$$0,0034985 \times 392 \approx 1,371 \text{ г}$$

Масса воды в кристаллогидрате:

$$2,504 - 1,371 \approx 1,133 \text{ г}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} \approx 1,133/18 \approx 0,06294 \text{ моль}$$

Моль H_2O на моль соли:

$$0,06294/0,0034985 \approx 18$$

То есть кристаллогидрат: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$

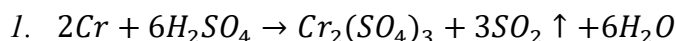
Итоговый ответ:

Металл X: хром (Cr)

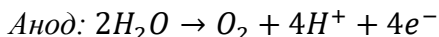
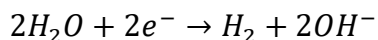
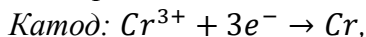
Масса навески: 0.364 г

Выход по току для металла: 75.0%

Уравнения:



2. Электролиз:



Кристаллогидрат: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$

Комментарий к проверке: ответы у школьников могут немного отличаться (для выхода по току и массы) в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл.

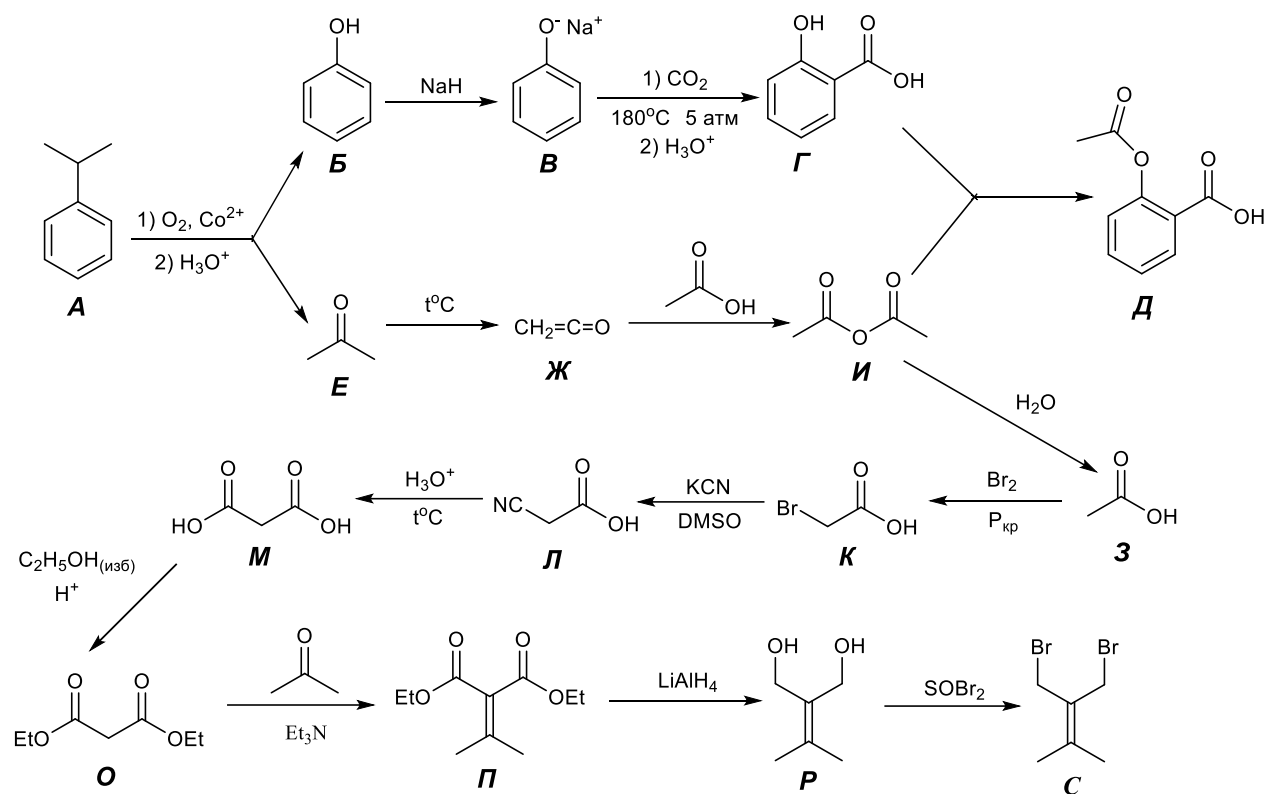
Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Комментарий к проверке: если уравнение химической реакции написано без коэффициентов, то ставиться половина баллов за данную реакцию при условии правильного написания продуктов и реагентов.

Критерии оценивания:

<i>Определение связи минимального расстояния между центрами атомов и параметром элементарной ячейки</i>	<i>2 балла</i>
<i>Определение взаимосвязи атомной массы металла с плотностью и объемом ячейки</i>	<i>2 балла</i>
<i>Правильное определение металла</i>	<i>2 балл</i>
<i>Уравнение реакции 1</i>	<i>1 балл</i>
<i>Уравнение полуреакции на аноде</i>	<i>1 балл</i>
<i>Уравнения полуреакций на катоде по 1 баллу</i>	<i>2 балла</i>
<i>Расчет числа молей водорода</i>	<i>1 балл</i>
<i>Расчет выхода по току для металла</i>	<i>3 балла</i>
<i>Определение массы растворенной навески металла</i>	<i>3 балла</i>
<i>Определение состава кристаллогидрата</i>	<i>3 балла</i>
<i>Всего</i>	<i>20 баллов</i>

Задача 4



Критерии оценивания:

Вещества А-С по 1 баллу (вещества Н нет)	16 баллов
Всего	16 баллов

Задача 5

1. Обозначения:

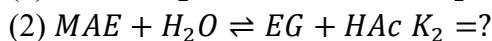
Этиленгликоль (EG): $HO - CH_2 - CH_2 - OH$

Уксусная кислота (HAc)

Диацетат (DAE): $CH_3COO - CH_2 - CH_2 - OCOCH_3$

Моноацетат (MAE): $HO - CH_2 - CH_2 - OCOCH_3$

Реакции гидролиза (в кислой среде — равновесие):



2. Исходные данные

$$n_{DAE}^0 = 2 \text{ моль}$$

$$n_{H_2O}^0 = 1.5 \text{ моль}$$

$$n_{MAE}^0 = n_{EG}^0 = n_{HAc}^0 = 0$$

В равновесии: $n_{EG} = n_{MAE}$ (по условию).

3. Введём переменные

Пусть x — количество DAE, прореагировавшее по реакции (1).

Пусть y — количество MAE, прореагировавшее по реакции (2).

Тогда можно составить две таблицы БПС (Было-Прореагировало-Стало) или представить их в виде одной таблицы:

Вещество	Исходно	Реакция (1)	Реакция (2)	Равновесие
DAE	2	$-x$		$2 - x$
H ₂ O	1.5	$-x$	$-y$	$1.5 - x - y$
MAE	0	$+x$	$-y$	$x - y$
HAc	0	$+x$	$+y$	$x + y$
EG	0		$+y$	y

Условие: $n_{EG} = n_{MAE} \Rightarrow y = x - y \Rightarrow x = 2y$.

4. Уравнение для K_1

$$K_1 = \frac{[MAE][HAc]}{[DAE][H_2O]}$$

В условиях реакции объём постоянный, можно использовать моли.

$$K_1 = \frac{(x-y)(x+y)}{(2-x)(1.5-x-y)}$$

Подставляем $x = 2y$:

$$K_1 = \frac{y \cdot 3y}{(2-2y)(1.5-3y)} = \frac{3y^2}{(2-2y)(1.5-3y)}$$

$K_1 = 0.30$:

$$0.30 = \frac{3y^2}{(2-2y)(1.5-3y)}$$

$$y \approx 0.294725$$

Тогда $x = 2y \approx 0.58945$.

6. Равновесные количества

$$n_{DAE} = 2 - x = 2 - 0.58945 = 1.41055 \text{ моль}$$

$$n_{H_2O} = 1.5 - x - y = 1.5 - 0.58945 - 0.294725 = 0.615825 \text{ моль}$$

$$n_{MAE} = x - y = 0.58945 - 0.294725 = 0.294725 \text{ моль}$$

$$n_{EG} = y = 0.294725 \text{ моль}$$

$$n_{HAc} = x + y = 0.58945 + 0.294725 = 0.884175 \text{ моль}$$

7. Константа K_2

$$K_2 = \frac{[EG][HAc]}{[MAE][H_2O]} = \frac{y \cdot (x+y)}{(x-y)(1.5-x-y)}$$

Подставим числа:

$$K_2 = \frac{0.294725 \cdot 0.884175}{0.294725 \cdot 0.615825} = \frac{0.884175}{0.615825} \approx 1.436$$

8. Полный гидролиз: $DA + 2H_2O \rightleftharpoons EG + 2AcOH$

Это сумма реакций (1) и (2):

(1) $DA + W \rightleftharpoons MA + AcOH, K_1$

(2) $MA + W \rightleftharpoons EG + AcOH, K_2$

Складываем: $DA + 2W \rightleftharpoons EG + 2AcOH, K = K_1 \cdot K_2$

$$K_{\text{полн}} = 0.30 \times 1.436 \approx 0.4308$$

Итоговый ответ:

1. Равновесные количества (моль):

$$DAE \approx 1.411, H_2O \approx 0.616, MAE \approx 0.2947, EG \approx 0.2947, HAc \approx 0.884$$

2. $K_2 \approx 1.436$

3. $K_{\text{полн}} \approx 0.431$

Комментарий к проверке: ответы у школьников могут немного отличаться в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл.

Комментарий к проверке: если школьник допустил математическую ошибку, то полный балл за конкретный расчет ему не ставится, но, если в дальнейшем он получает верные значения относительно своего неправильного расчета, за эти пункты ставится полный балл. **Принцип отсутствия двойного наказания**

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Критерии оценивания:

Составление таблицы БПС (возможно составление двух таблиц, по одной на каждую ступень гидролиза)	4 балла
Запись константы равновесия через число моль с указанием на постоянный объём	3 балла
Нахождение x и y (равновесных количеств всех веществ)	5 баллов
Нахождение K_2	1 балл
Нахождение константы полного гидролиза	1 балл
Всего	14 баллов

Задача 6

Один из вариантов рассуждений:

	AlCl_3 изб/нед	ZnSO_4 изб/нед	AgNO_3 изб/нед	NH_3 изб/нед	NaOH изб/нед	KI	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ изб/нед
AlCl_3 нед/изб		–	AgCl	$\text{Al}(\text{OH})_3$	–/ $\text{Al}(\text{OH})_3$	–	PbCl_2
ZnSO_4 нед/изб	–		Ag_2SO_4	–/ $\text{Zn}(\text{OH})_2$	–/ $\text{Zn}(\text{OH})_2$	–	PbSO_4
AgNO_3 нед/изб	AgCl	Ag_2SO_4		–/ Ag_2O	Ag_2O	AgI	–
NH_3 нед/изб	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$ /–	Ag_2O /–		–	–	$\text{Pb}(\text{OH})_2$
NaOH нед/изб	$\text{Al}(\text{OH})_3$ /–	$\text{Zn}(\text{OH})_2$ /–	Ag_2O	–		–	$\text{Pb}(\text{OH})_2$ /–
KI	–	–	AgI	–	–		PbI_2
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ нед/изб	PbCl_2	PbSO_4	–	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	–/ $\text{Pb}(\text{OH})_2$	PbI_2	

- 1) Единственное соединение, дающее 2 желтых осадка – KI .
- 2) Один желтый осадок и один белый осадок, который растворяется в избытке реагента, соответствует нитрату свинца, не растворяющемуся в избытке аммиака, но растворяющемуся в избытке NaOH .
- 3) Два коричневых осадка указывают на соль серебра, т.е. AgNO_3 .
- 4) Оксид серебра растворяется в избытке аммиака, что указывает на раствор аммиака.
- 5) Способен растворить три белых осадка в избытке лишь NaOH .
- 6) Без желтых осадков и с одним осадком, который растворяется в избытке реагента – это AlCl_3 .
- 7) По исключению (или: не образует желтых осадков. Растворяется в избытке как аммиачного раствора, так и NaOH).

Реакции:

- 1) $\text{AlCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{AgCl} \downarrow$
- 2) $\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$
- 3) $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$
- 4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 5) $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{PbCl}_2 \downarrow$
- 6) $\text{ZnSO}_4 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$
- 7) $\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

- 8) $Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$
- 9) $ZnSO_4 + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$
- 10) $Zn(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4](OH)_2$
- 11) $ZnSO_4 + Pb(NO_3)_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + PbSO_4 \downarrow$
- 12) $AgNO_3 + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]NO_3$
- 13) $2AgNO_3 + 2NH_3 + H_2O \rightarrow Ag_2O \downarrow + 2NH_4NO_3$
- 14) $2AgNO_3 + 2NaOH \rightarrow Ag_2O \downarrow + 2NaNO_3 + H_2O$
- 15) $AgNO_3 + KI \rightarrow AgI \downarrow + KNO_3$
- 16) $2NH_3 + Pb(NO_3)_2 + 2H_2O \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow + 2NH_4NO_3$
- 17) $Pb(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$
- 18) $Pb(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Pb(OH)_4]$
- 19) $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_2 \downarrow + 2KNO_3$

Итоговый ответ:

- 1) Раствор 1 – KI; раствор 2 – $Pb(NO_3)_2$; раствор 3 – $AgNO_3$; раствор 4 – $NH_3(водн)$;
 раствор 5 – NaOH; раствор 6 – $AlCl_3$; раствор 7 – $ZnSO_4$

Комментарий к проверке: если уравнение химической реакции написано без коэффициентов, то ставиться половина баллов за данную реакцию при условии правильного написания продуктов и реагентов.

Критерии оценивания:

Определение номера каждого из веществ (по 0.5 балла)	3.5 баллов
Химические реакции по 0.5 балла, если нет коэффициентов, то по 0.25 балла (19 реакций)	9.5 балла
Всего	13 баллов