

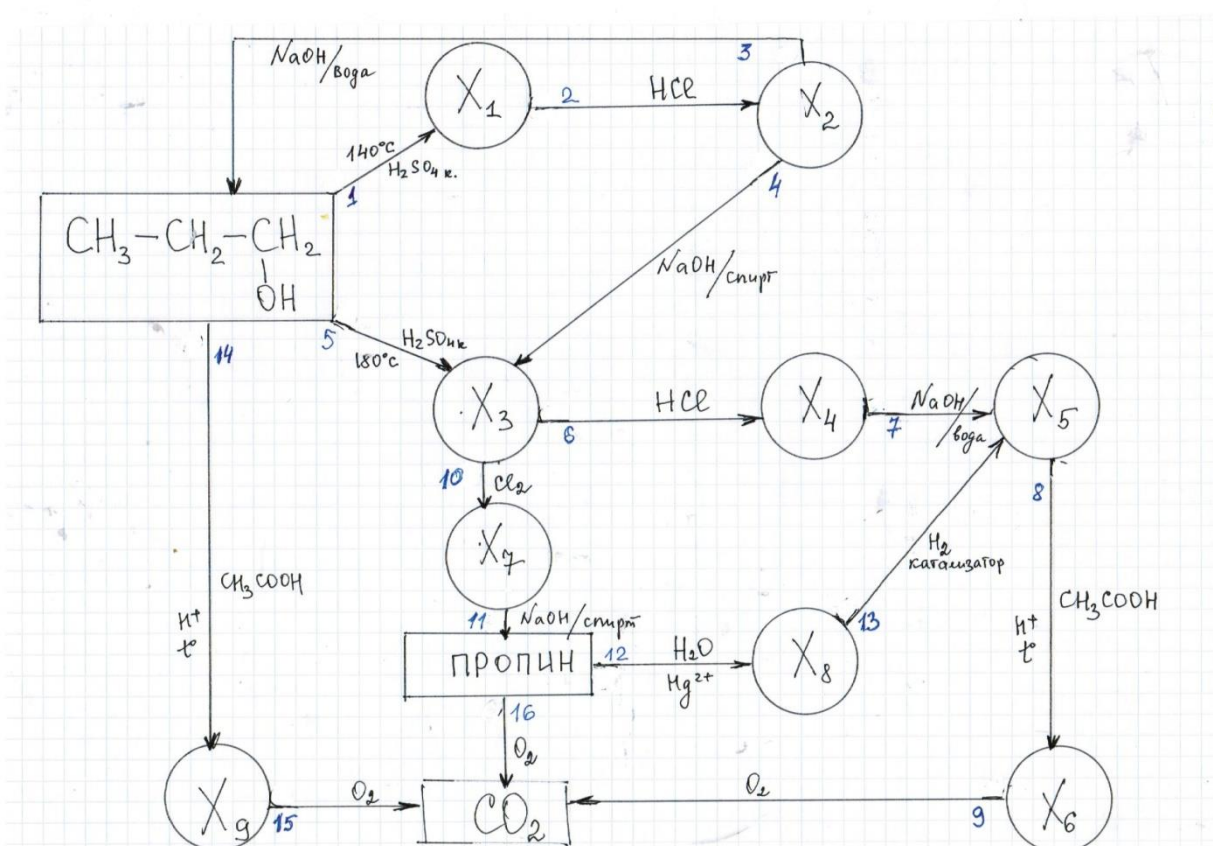
**Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап**

Решение

11 класс

Задача 1. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме. Установите формулы и названия веществ X_1 ; X_2 ; X_3 ; X_4 ; X_5 ; X_6 ; X_7 ; X_8 ; X_9 .

(25 баллов)



Решение:

Элементы содержания	Баллы
<p>1. $2\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>(при нагревании до 140 градусов в присутствии концентрированной серной кислоты)</p>	1 балл
<p>X_1 - дипропиловый эфир $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$</p>	1 балл

2. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ $\rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH} + \text{Cl—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	1 балл
X₂ -1-хлорпропан Cl—CH₂—CH₂—CH₃	1 балл
3. $\text{Cl—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{NaOH/ вода} \rightarrow \text{HO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{NaCl}$	1 балл
4. $\text{Cl—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{NaOH/ спирт} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ X₃ – пропен CH₃—CH=CH₂	1 балл 1 балл
5. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (при нагревании до 180 градусов в присутствии концентрированной серной кислоты)	1 балл
6. $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_3$ X₄ – 2-хлорпропан	1 балл 1 балл
7. $\text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_3 + \text{NaOH/ вода} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_3 + \text{NaCl}$ X₅ – пропанол-2	1 балл 1 балл
8. $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO CH (CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ X₆ – изопропиловый эфир уксусной кислоты (изопропилацетат)	1 балл 1 балл
9. $\text{CH}_3\text{COO CH (CH}_3)_2 + 7,5\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$	1 балл
10. $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_2\text{Cl}$ X₇ -1.2 -дихлорпропан	1 балл 1 балл
11. $\text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH/ спирт} \rightarrow \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
12. $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$ (в присутствии солей ртути) X₈ = ацетон, пропанон	1 балл 1 балл
13. $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_3$ (в присутствии катализатора)	1 балл
14. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 +$ $+\text{H}_2\text{O}$ X₉ – пропиловый эфир уксусной кислоты, пропилацетат	1 балл 1 балл
15. $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + 7,5\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$	1 балл
16. $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + 4\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
За каждую формулу вещества X с названием – по 1 баллу. Всего 9	Итого -

баллов. Если нет названия – по 0,5 балла За каждое уравнение с коэффициентами – по 1 баллу. Всего 16 баллов. Если нет коэффициентов – по 0,5 балла	25 баллов
--	----------------------

Задача 2.

К раствору, образовавшемуся при действии 178,6 мл раствора серной кислоты (массовая доля кислоты 39,2%, плотность раствора 1,4 г/мл) на 20,4 г оксида алюминия, прибавили 450 г раствора сульфида бария (массовая доля соли 33,8%), и образовавшуюся смесь слегка нагрели до окончания реакции. Вычислите массовую долю вещества, содержащегося в растворе после окончания опыта. (18 баллов)

Решение:

Элементы содержания	Баллы
Расчет количества вещества H_2SO_4 , содержащейся в растворе до реакции $m_{\text{раствора}}(H_2SO_4) = 178,6 \text{ мл} \cdot 1,4 \text{ г/мл} = 250 \text{ г}$ $m(H_2SO_4) = 250 \text{ г} \cdot 0,392 = 98 \text{ г}$ $n(H_2SO_4) = 98 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$	1 балл
Расчет количества вещества $n(Al_2O_3) = 20,4 \text{ г} / 102 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$	1 балл
Уравнения реакций 1) $3H_2SO_4 + Al_2O_3 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ 2) $H_2SO_4 + BaS = BaSO_4 \downarrow + H_2S \uparrow$ 3) $Al_2(SO_4)_3 + 3BaS + 6H_2O = 2Al(OH)_3 \downarrow + 3H_2S \uparrow + 3BaSO_4 \downarrow$	3 балла
Установление вещества, полностью расходуемого в реакции (1) 1 моль 0,2 моль $3H_2SO_4$ ----- Al_2O_3 3 моль 1 моль Al_2O_3 расходуется полностью, H_2SO_4 - в избытке	1 балл
Расчет количества вещества H_2SO_4 , вступившей в реакцию (1) $n(H_2SO_4)$ вступившей в реакцию = $3n(Al_2O_3) = 0,6 \text{ моль}$ осталось $1 - 0,6 = 0,4 \text{ моль } H_2SO_4$	1 балл
Расчет количества вещества $Al_2(SO_4)_3$, образовавшегося в реакции (1) $n(Al_2(SO_4)_3) = n(Al_2O_3) = 0,2 \text{ моль}$	1 балл
Расчет количества вещества BaS , содержащегося в растворе до реакции $m(BaS) = 450 \text{ г} \cdot 0,338 = 152,1 \text{ г}$ $n(BaS) = 152,1 \text{ г} / 169 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ моль}$	1 балл
Установление вещества, полностью расходуемого в реакции (2) 0,4 моль 0,9 моль H_2SO_4 ----- BaS 1 моль 1 моль H_2SO_4 расходуется полностью, BaS в избытке	1 балл
Расчет количества вещества BaS , вступившего в реакцию (2) и (3) $n(BaS) = n(H_2SO_4) = 0,4 \text{ моль}$ вступило в реакцию (2)	1 балл

$0,9 - 0,4 = 0,5$ моль BaS вступило в реакцию (3)	
Установление вещества, полностью расходующегося в реакции (3) $0,2$ моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ----- $0,5$ моль 3BaS 1 моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ----- 3 моль BaS $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в избытке, BaS расходуется полностью	<i>1 балл</i>
Расчет количества вещества $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, вступившего в реакцию (3) и остатка, не ступившего в реакцию X моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ----- $0,5$ моль 3BaS 1 моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ----- 3 моль BaS $X = 0,167$ моль вступило $0,2 - 0,167 = 0,033$ моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ осталось в растворе после реакции $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$ остатка = $0,033$ моль $\cdot 342$ г/моль = 11,29 г	<i>1 балл</i>
Расчет массы $\text{BaSO}_4\downarrow$, образовавшегося в реакции (2) и (3) $n(\text{BaSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4$ моль (реакция 2) $n(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaS}) = 0,5$ моль (реакция 3) Всего $0,8 + 0,1 = 0,9$ моль $m(\text{BaSO}_4) = 0,9$ моль $\cdot 233$ г/моль = 209,7 г	<i>1 балл</i>
Расчет массы $\text{H}_2\text{S}\uparrow$, образовавшегося в реакции (2) и (3) $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4$ моль (реакция 2) $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{BaS}) = 0,5$ моль (реакция 3) Всего $0,8 + 0,1 = 0,9$ моль $m(\text{H}_2\text{S}) = 0,9$ моль $\cdot 34$ г/моль = 30,6 г	<i>1 балл</i>
Расчет массы $\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$, образовавшегося в реакции (3) $0,5$ моль 3BaS ----- X моль $2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ 3 моль ----- 2 моль $X = 0,33$ моль $m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0,33$ моль $\cdot 78$ г/моль = 26 г	<i>1 балл</i>
Расчет массы раствора после реакции: $m_{\text{раствора после реакции}} = m_{\text{раствора}(\text{H}_2\text{SO}_4)} + m(\text{Al}_2\text{O}_3) + m_{\text{раствора}(\text{BaS})} -$ $- m(\text{BaSO}_4\downarrow) - m\text{H}_2\text{S}\uparrow - m(\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow)$ $m_{\text{раствора после реакции}} = 250 + 20,4 + 450 - 209,7 - 30,6 - 26 =$ 454,1 г	<i>1 балл</i>
Расчет массовой доли сульфата алюминия в растворе после реакции $W\% (\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \text{ остатка} / m_{\text{раствора после реакции}} = 11,29 / 454,1 =$ $= 0,0248$ (2,5%)	<i>1 балл</i>
<i>Другой правильный вариант решения задачи оценивать максимум в 18 баллов</i>	<i>18 баллов</i>

Задача 3.

Органическое вещество А содержит 13,58% азота, 46,59% углерода и 31,03% кислорода по массе и образуется при взаимодействии органического вещества Б с этанолом в молярном отношении 1:1. Известно, что вещество Б имеет природное происхождение и способно взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами. Установите молекулярные и структурные формул веществ А и Б, дайте им названия. Напишите уравнения реакций получения вещества А из вещества Б и этанола, уравнения реакций вещества Б с кислотой и щелочью, уравнения реакции вещества А с водой и щелочью.

Элементы содержания	Баллы
Расчет массовой доли водорода в соединении А $W\%(\text{H}) = 100\% - 13,58\% - 46,59\% - 31,03\% = 8,8\%$	<i>1 балл</i>
Установление соотношения числа атомов элементов С, Н, О, N в веществе А (выведение простейшей формулы) $\text{C} : \text{H} : \text{O} : \text{N} = 46,59/12 : 8,8/1 : 31,03/16 : 13,58/14 =$ $= 3,88 : 8,8 : 1,939 : 0,97 = 4 : 9 : 2 : 1$ Простейшая формула вещества А - $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$	<i>1 балл</i>
Структурная формула вещества А $\begin{array}{c} \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$ Этиловый эфир аминокислоты	<i>2 балла:</i> <i>за</i> <i>формулу</i> <i>1 балл,</i> <i>за</i> <i>название</i> <i>1 балл</i>
Структурная формула вещества Б $\begin{array}{c} \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ Аминокислота	<i>1 балл</i> <i>за</i> <i>формулу</i> <i>и</i> <i>название</i>
Получение вещества А $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \rightarrow \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	<i>1 балл</i>
Амфотерные свойства вещества Б $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{HCl} \rightarrow (\text{NH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH})\text{Cl}$ $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	<i>2 балла</i>
Гидролиз вещества А $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_2 - \text{CH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COONa} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	<i>2 балла</i>
	Итого - 10 баллов

4. Экспериментальная задача.

Выполните следующие опыты: к раствору сульфата алюминия добавить избыток раствора гидроксида натрия. В полученный раствор небольшими порциями прилить соляную кислоту. В образовавшийся раствор прилить раствор карбоната натрия. Опишите технику выполнения опытов, все наблюдения. Запишите уравнения всех реакций в молекулярной и ионной форме. Ответ представьте в виде таблицы: (15 баллов)

Описание опыта	Наблюдения, признаки реакций	Уравнения реакций

Решение:

Описание опыта	Наблюдения, признаки реакций	Уравнения реакций	Баллы
В стакан налить раствор сульфата алюминия, прилить к нему порциями раствор гидроксида натрия	Вначале образуется белый студенистый осадок. (1 балл)	$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2 Al(OH)_3\downarrow + 3 Na_2SO_4$ $Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3\downarrow$	(1 балл) (1 балл)
	Этот осадок растворяется в избытке щелочи. Образуется бесцветный раствор (1 балл)	$Al(OH)_3\downarrow + NaOH = Na[Al(OH)_4]$ $Al(OH)_3\downarrow + OH^- = [Al(OH)_4]^-$	(1 балл) (1 балл)
В полученный раствор в том же стакане небольшими порциями приливать соляную кислоту	Вначале образуется белый осадок (1 балл)	$Na[Al(OH)_4] + HCl = NaCl + Al(OH)_3\downarrow + H_2O$ $[Al(OH)_4]^- + H^+ = Al(OH)_3\downarrow + H_2O$	(1 балл) (1 балл)
	Этот осадок растворяется в избытке кислоты, образуется бесцветный раствор (1 балл)	$Al(OH)_3\downarrow + 3HCl = AlCl_3 + 3H_2O$ $Al(OH)_3\downarrow + 3H^+ = Al^{3+} + 3H_2O$	(1 балл) (1 балл)
В образовавшийся раствор прилили раствор	Образуется осадок белого цвета и происходит	$2AlCl_3 + 3H_2O + 3Na_2CO_3 = 3CO_2\uparrow + 2 Al(OH)_3\downarrow + 6 NaCl$	(1 балл)
		$2Al^{3+} + 3H_2O + 3CO_3^{2-} = 3CO_2\uparrow + 2 Al(OH)_3\downarrow$	(1 балл)