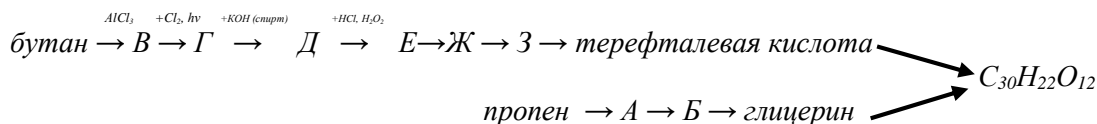


**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по химии
2022 – 2023 учебный год
11 класс
Максимальный балл – 100 баллов**

Задание 11.1. (максимум 20 баллов)

Перед Вами схема превращений.



Известно, что соединение **З** – углеводород, содержащий 90,57% углерода по массе, при взаимодействии с бромом в присутствии бромида алюминия образует единственное монобромпроизводное.

1. Написать уравнения реакций. Все соединения должны быть представлены структурными формулами.
2. Дать названия веществ, обозначенными буквами.
3. Провести подтверждающие расчеты.
4. Написать реакцию соединения **З** с бромом в присутствии бромида алюминия
5. Определить, к какому классу относится соединение $C_{30}H_{22}O_{12}$, нарисовать его структурную формулу и дать название.

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Пропен → А $CH_2=CH-CH_3 + Cl_2(h\nu) \rightarrow CH_2=CH-CH_2Cl + HCl$ А - 3-хлорпропен	1
2. А → Б $CH_2=CH-CH_2Cl + Br_2(H_2O) \rightarrow CH_2Br-CHBr-CH_2Cl$ Б – 1,2 – дибром-3-хлорпропан	1
3. Б → глицерин: $CH_2Br-CHBr-CH_2Cl + 3KOH \rightarrow CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH) + KCl + 2KBr$	1
4. Бутан → В $CH_3-(CH_2)_2-CH_3 \rightarrow CH_3-CH(CH_3)-CH_3$ В – 2-метилпропан	1
5. В → Г $CH_3-CH(CH_3)-CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3-CCl(CH_3)-CH_3 + HCl$ Г – 2-хлор-2-метилпропан	1
6. Г → Д $CH_3-CCl(CH_3)-CH_3 + KOH(\text{спирт}) \rightarrow CH_3-C(CH_3)=CH_2 + KCl + H_2O$ Д – 2-метилпропен	1
7. Д → Е: $CH_3-C(CH_3)=CH_2 + HCl(H_2O_2) \rightarrow CH_3-CH(CH_3)-CH_2Cl$ Е – 1-хлор-2-метилпропан	2
8. Е → Ж $2CH_3-CH(CH_3)-CH_2Cl + 2K \rightarrow 2KCl + CH_3-CH(CH_3)-(CH_2)_2-CH(CH_3)-CH_3$ Ж – 2,5-диметилгексан	1
9. Ж → З	1

Содержание правильного ответа	Балл
$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_3 + 4\text{H}_2$ 3 – 1,4 – диметилбензол (<i>para</i> -ксилол)	
10. Проведены расчеты $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 90,57/12 : 9,43/1 = 7,548 : 9,43 = 4:5 = 8 : 10 (\text{C}_8\text{H}_{10})$ Реакция с бромом $\text{C}_8\text{H}_{10} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_9\text{Br} + \text{HBr}$ $\text{C}_8\text{H}_9\text{Br}$ – 2-бром-1,4 -диметилбензол	4
11. 3 → терефталевая кислота $5\text{H}_3\text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_3 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{HOOC} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COOH} + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$	2
$3\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2 + 2\text{CH}_2(\text{OH}) - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2(\text{OH}) \rightarrow \text{C}_{30}\text{H}_{22}\text{O}_{12} + 6\text{H}_2\text{O}$ (сложный эфир глицерина и терефталевой кислоты) Структурная формула: $ \begin{array}{c} \text{CH}_2- \quad \text{CH}- \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{O} \quad \quad \text{O} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}=\text{O} \quad \text{C}=\text{O} \quad \text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}=\text{O} \quad \text{C}=\text{O} \quad \text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{O} \quad \quad \text{O} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_2- \quad \text{CH}- \quad \text{CH}_2 \end{array} $	4
ИТОГО	20 баллов

Задание 11.2. (максимум 20 баллов)

Уксусную кислоту растворили в воде. Известно, что в данном растворе, количество атомов кислорода в 51 раз больше, чем количество атомов углерода. Определить массовую долю кислоты в растворе. Какое количество ионов водорода будет находиться в 1 л данного раствора (плотность раствора принять за 1 г/мл), если константа диссоциации уксусной кислоты равна $1,8 \cdot 10^{-5}$. Изменением концентрации уксусной кислоты при диссоциации пренебречь.

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Пусть $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = x$, $n(\text{H}_2\text{O}) = y$ Тогда $n(\text{C}) = 2x$; $n(\text{O}) = 2x + y$ $51 \cdot 2x = 2x + y$ $y = 100x$ $w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60x / (60x + 18y) = 60x / 1860x = 0,03$ (3%)	6
2. В 1 л раствора будет находиться: $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1000 \cdot 0,03 = 30$ г $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 30/60 = 0,5$ моль	2
3. Уравнение диссоциации: $\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ $K_a = [\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-] / [\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{H}^+]^2 / [\text{CH}_3\text{COOH}]$	4

Содержание правильного ответа	Балл
4. $1,8 \cdot 10^{-5} = [\text{H}^+]^2 / 0,5$ $[\text{H}^+]^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5 = 9 \cdot 10^{-6}$ $[\text{H}^+] = 3 \cdot 10^{-3}$	8
ИТОГО	20 баллов

Задание 11.3. (максимум **20** баллов)

Навеску минерала германита массой 1,956 г обожгли на воздухе. Газ, полученный при обжиге, был количественно поглощен 160 мл 0,05М подкисленного раствора KMnO_4 . Масса твердого остатка составила 1,716 г. Другую навеску этого минерала массой 1,956 г обработали кипящей азотной кислотой и разбавили, получив при этом синий раствор и белый осадок массой 0,523 г. В состав минерала входят три элемента.

1. Определите качественный состав минерала.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия выделившегося при обжиге минерала газа с перманганатом калия.
3. Проведите необходимые расчеты для определения количественного состава германита. Напишите формулу германита.
4. Напишите уравнение реакции обжига германита.
4. Напишите реакцию взаимодействия германита с азотной кислотой.
5. Кто и когда открыл германий?

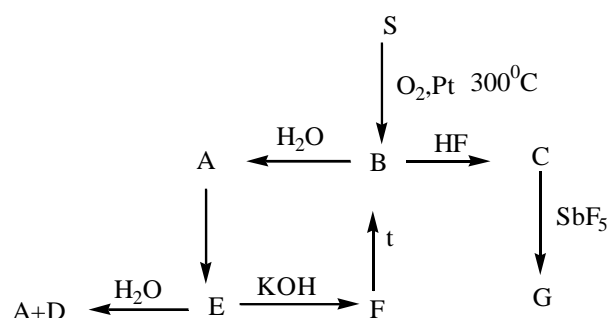
Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Определение качественного состава Из названия минерала ясно, что минерал содержит германий. Газ, получившийся при обжиге минерала, обесцвечивающий перманганат калия – SO_2 , минерал содержит серу. Так как при растворении в азотной кислоте образуется голубой раствор, можно предположить, что минерал содержит медь. Предположительный качественный состав: $\text{Ge}_x\text{Cu}_y\text{S}_z$	3
2. $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	2
3. $n(\text{KMnO}_4) = 0,16 \cdot 0,05 = 0,008$ моль $n(\text{SO}_2) = 0,02$ моль $n(\text{S}) = 0,02$ моль $m(\text{S}) = 0,02 \cdot 32 = 0,64$ г	2
4. Известно, что германий при взаимодействии с азотной кислотой образует нерастворимый оксид GeO_2 , масса которого составляет 0,523г; при обжиге минерала образуется тот же оксид с той же массой. $n(\text{GeO}_2) = 0,523 / 105 = 0,005$ моль $n(\text{Ge}) = 0,005$ моль $m(\text{Ge}) = 0,363$ г	2
6. Если еще одним элементом является медь, то: $m(\text{Cu}) = 1,956 - 0,363 - 0,64 = 0,953$ г $n(\text{Cu}) = 0,953 / 64 = 0,015$ моль $n(\text{Ge}) : n(\text{Cu}) : n(\text{S}) = 0,005 : 0,015 : 0,02 = 1 : 3 : 4$ Брутто-формула минерала германита: Cu_3GeS_4 Состав минерала: $\text{CuS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$	3
6. При обжиге минерала образовалось 1,716 г твердого остатка, предположительно, оксиды германия и меди, следовательно, $m(\text{CuO}) = 1,716 - 0,523 = 1,193$ г $n(\text{CuO}) = 1,193 / 80 = 0,015$ моль = $n(\text{Cu})$	2

Содержание правильного ответа	Балл
Это доказывает правильность предположения о наличии в минерале меди	
7. Реакция обжига $\text{Cu}_3\text{GeS}_4 + 6,5\text{O}_2 = 3\text{CuO} + \text{GeO}_2 + 4\text{SO}_2$	2
7. Реакция с азотной кислотой $\text{Cu}_3\text{GeS}_4 + 34\text{HNO}_3 = 3\text{CuSO}_4 + 34\text{NO}_2 + 16\text{H}_2\text{O} + \text{GeO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$	3
8. Винклер открыл германий в 1886 г	1
ИТОГО	20 баллов

Задание 11.4. (максимум 20 баллов)

На схеме представлены превращения соединений, содержащих в себе серу:



Определите неизвестные вещества, приведите названия и напишите уравнения реакций, если выполняется ряд условий:

- окисление серы происходит и присутствии платины, как катализатора;
- в результате электролиза концентрированного раствора А образуется кислота Е, гидролиз которой даст кислоты А и D;
- кислота D относится к надкислотам;
- Е, D, F- сильные окислители;
- вещество С относится к сверхкислотам;
- при нейтрализации Е образуется малорастворимая соль, нагревание которой, помимо других продуктов, даёт В и соль кислоты А;
- С присоединяет SbF_5 с образованием одной из самых сильных кислот G, которая называется «сверхкислотой» и по кислотности превосходит серную в 10^{12} раз;
- превращение F в В происходит при температуре выше 600°C .

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. При окислении S на Pt при 300°C образуется SO_3 $\text{S} + 1,5\text{O}_2 = \text{SO}_3$ В - SO_3 (оксид серы (IV))	1
2. $\text{SO}_3 + \text{HF} = \text{HSO}_3\text{F}$ С - HSO_3F (фторсульфоновая кислота)	2
3. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ А - H_2SO_4 (серная кислота)	1
4. $2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2$ Е - $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (пероксодисерная кислота)	4
5. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4$ Д - H_2SO_5 (пероксимонсерная кислота)	4
6. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 + 0,5\text{O}_2$	4

Содержание правильного ответа	Балл
F - $K_2S_2O_8$	
7. $H_2SO_3F + SbF_5 = H^+(SO_3SbF_6)$ G - $H^+(SO_3SbF_6)$	4
ИТОГО	20 баллов

Задание 11.5. (мысленный эксперимент) (максимум **20** баллов)

В 6 пробирках находятся растворы 6 веществ, которые нужно определить:

- ацетамид;
- ацетат натрия;
- уксусная кислота;
- щавелевая кислота;
- сульфат аммония;
- сульфат алюминия.

В Вашем распоряжении имеются необходимое лабораторное оборудование, вода, необходимые индикаторы и еще один реагент.

1. Какой реагент Вам необходим?
2. Опишите алгоритм действий для определения содержимого пробирок.
3. Дайте необходимые пояснения изменения цвета индикаторов.
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых будет определено содержимое пробирок.

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. С помощью универсального индикатора сразу можно определить, где находятся ацетамид и ацетат натрия. CH_3CONH_2 – нейтральная среда (цвет индикатора не меняется) CH_3COONa – щелочная среда (за счет гидролиза) $CH_3COO^- + HON \leftrightarrow CH_3COOH + OH^-$	4
2. Все остальные соединения имеют кислую среду, сульфат алюминия и сульфат аммония за счет гидролиза $NH_4^+ + HON \leftrightarrow NH_4OH + H^+$ $Al^{3+} + HON \leftrightarrow AlOH^{2+} + H^+$ Кислоты в результате диссоциации $CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$ $HOOC-COOH \leftrightarrow 2H^+ + C_2O_4^{2-}$	4
3. Различить 4 оставшиеся вещества можно с помощью раствора гидроксида кальция	2
4. $2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + 2H_2O$ – признаков реакции нет	2
5. $(NH_4)_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3\uparrow + 2H_2O + CaSO_4$ – при нагревании пробирки запах аммиака	2
6. $HOOC-COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (COO)_2Ca\downarrow + 2H_2O$ – выпадает осадок оксалата кальция	2
7. При осторожном приливании раствора $Ca(OH)_2$ к сульфату алюминия сначала выпадает осадок, который затем растворяется $Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3CaSO_4$ $2Al(OH)_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca[Al(OH)_4]_2$	4
ИТОГО	20 баллов