

**Рекомендации по решению задач муниципального этапа  
всероссийской олимпиады школьников по химии  
2017/18 учебный год  
11 класс**

**Задание 1.** При подготовке к уроку учитель подготовил таблицу с достижениями великих химиков, однако компьютерный вирус перепутал имена и достижения химиков. Исправьте таблицу. (10 баллов)

Фамилия	Имя	Достижение
Зинин	Михаил	провёл фундаментальные исследования в области углеводов и аминокислот.
Авогадро	Эмиль	синтезировал мочевины из неорганических веществ.
Кавендиш	Антуан	открыл закон сохранения массы.
Лебедев	Николай	сформулировал очень важный газовый закон.
Ломоносов	Александр	сформулировал теорию строения органических веществ.
Аррениус	Амедео	установил состав воздуха.
Велер	Генри	впервые получил водород.
Лавуазье	Сванте	сформулировал теорию электролитической диссоциации.
Бутлеров	Сергей	впервые получил синтетический каучук в СССР.
Фишер	Фридрих	впервые превратил нитробензол в анилин.

**Решение:**

Фамилия	Имя	Достижение
Зинин	Николай	впервые превратил нитробензол в анилин.
Авогадро	Амедео	сформулировал очень важный газовый закон.
Кавендиш	Генри	впервые получил водород.
Лебедев	Сергей	впервые получил синтетический каучук в СССР.
Ломоносов	Михаил	открыл закон сохранения массы.
Аррениус	Сванте	сформулировал теорию электролитической диссоциации.
Велер	Фридрих	синтезировал мочевины из неорганических веществ.
Лавуазье	Антуан	установил состав воздуха.
Бутлеров	Александр	сформулировал теорию строения органических веществ.
Фишер	Эмиль	провёл фундаментальные исследования в области углеводов и аминокислот.

За каждую правильную строку – 1 балл.

**Итого до 10 баллов.**

**Задание 2.** Ниже приведены молекулярные формулы некоторых соединений. Представьте эти формулы в виде, позволяющем установить возможное строение

веществ или их принадлежность к определенным классам соединений, назовите их. (10 баллов)

- |  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| 1.<br>$\text{CH}_4\text{NO}_2$ ;           | 3.<br>$\text{C}_6\text{FeK}_3\text{N}_6$ ;          | 5.<br>$\text{CaH}_5\text{O}_6\text{P}$ ;                       | 7.<br>$\text{CoN}_6\text{Na}_3\text{O}_{12}$ ;    | 9.<br>$\text{H}_8\text{MoN}_2\text{O}_4$ ;         |
| 2.<br>$\text{CCu}_2\text{H}_2\text{O}_5$ ; | 4.<br>$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{H}_3\text{O}_2$ ; | 6.<br>$\text{C}_6\text{FeH}_6\text{K}_4\text{N}_6\text{O}_3$ ; | 8.<br>$\text{CrH}_{24}\text{KO}_{20}\text{S}_2$ ; | 10.<br>$\text{AlH}_{28}\text{NO}_{20}\text{S}_2$ . |

**Решение:**

1.  $\text{CH}_4\text{N}_2$  —  $\text{NH}_4\text{CNO}$  (цианат аммония) или  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (мочевина);
2.  $\text{CCu}_2\text{H}_2\text{O}_5$  —  $[\text{Cu}(\text{OH})]_2\text{CO}_3$  (основной карбонат меди, гидрокарбонат меди(II) — главная составная часть минерала малахита);
3.  $\text{C}_6\text{FeK}_3\text{N}_6$  —  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (гексацианоферрат(III) калия, красная кровяная соль);
4.  $\text{C}_2\text{Cl}_3\text{H}_3\text{O}_2$  —  $\text{CCl}_3\text{CH}(\text{OH})_2$  или  $\text{CCl}_3\text{CHO} \cdot \text{H}_2\text{O}$  (хлораль-гидрат, гидрат трихлорацетальдегида, существует в форме 2,2,2-трихлорэтандиола-1,1);
5.  $\text{CaH}_5\text{O}_6\text{P}$  —  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (дигидрат гидроортофосфата кальция, основная часть удобрения преципитата);
6.  $\text{C}_6\text{FeH}_6\text{K}_4\text{N}_6\text{O}_3$  —  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (тригидрат гексацианоферрата(II) калия, желтая кровяная соль);
7.  $\text{CoN}_6\text{Na}_3\text{O}_{12}$  —  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  (гексанитритокобальтат(III) натрия, гексакобальтинитрит — качественный реактив на ионы  $\text{K}^+$ );
8.  $\text{CrH}_{24}\text{KO}_{20}\text{S}_2$  —  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , или  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  (додекагидрат сульфата хрома-калия, хромовокалиевые квасцы);
9.  $\text{H}_8\text{MoN}_2\text{O}_4$  —  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  (молибдат аммония);
10.  $\text{AlH}_{28}\text{NO}_{20}\text{S}_2$  —  $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (алюминиево-аммониевые квасцы).

За каждую формулу 0,5 балла, за название (любое) — 0,5 балла.

**Итого до 10 баллов.**

**Задание 3.** Химическим анализом установлено, что соединение содержит

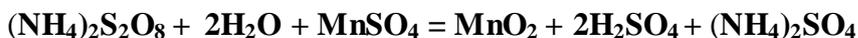
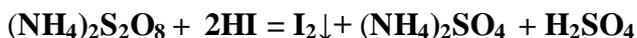
12,28% азота, 3,50% водорода, 28,07% серы и кислород. Выведите его молекулярную формулу, назовите это соединение, напишите четыре уравнения реакций характеризующие его химические свойства. (10 баллов)

**Решение:**

$$\mathbf{N : H : S : O = 12,28/14 : 3,50/1 : 28,07/32 : 56,15/16 = 1 : 4 : 1 : 4}$$

Простейшая формула:  **$\text{NH}_4\text{SO}_4$** .

Молекулярная формула:  **$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$**  – персульфат аммония или пероксодисульфат аммония.



За простейшую формулу 0,5 балла.

За молекулярную формулу 1 балл.

За название 0,5 балла.

За каждое уравнение по 2 балла.

**Итого до 10 баллов.**

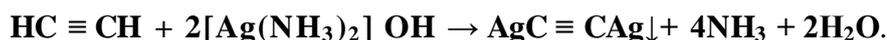
**Задание 4.** При электролизе водного раствора калиевой соли двухосновной

карбоновой кислоты массой 19,2 г на аноде выделилась смесь газов **Б** и **В** объемом 6,72 л (н. у.) содержащих углерод. При пропускании этой газовой смеси через раствор гидроксида натрия ее объем уменьшился до 2,24 л (н. у.) и остался газ **В** с плотностью по гелию 6,5. Установите строение веществ **А**, **Б**, **В**, если при нагревании кислота **А** образует циклический ангидрид, а газ **В** легко реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, образуя серый осадок. (10 баллов)

**Решение:**

Молярная масса газа **В**:  $4 \text{ г/моль} \cdot 6,5 = 26 \text{ г/моль}$  (где 4 г/моль — молярная масса гелия).

Это ацетилен  $\text{HC} \equiv \text{CH}$ , который при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра дает осадок ацетиленида серебра:



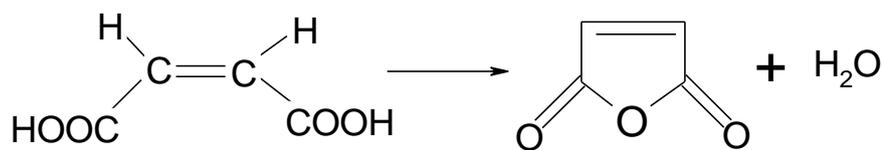
Газом **Б**, который поглощается раствором щелочи, может быть оксид углерода(IV), образующийся при окислении на аноде анионов карбоновых кислот:



Аналогично при электролизе соли двухосновной карбоновой кислоты выделяется  $\text{CO}_2$  количеством 2 моль на 1 моль углеводорода, что соответствует условию задачи. Действительно, объем  $\text{CO}_2$  составляет 4,48 л (6,72 л — 2,24 л), что в 2 раза превышает объем ацетилена (2,24 л), который может образоваться на аноде при электролизе соли кислоты  $\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$ :



Кислота  $\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$  существует в виде двух геометрических изомеров, из которых только *цис*-изомер при нагревании образует циклический ангидрид - продукт внутримолекулярной дегидратации:



малеиновая кислота

малеиновый ангидрид

Следовательно, **А** - малеиновая кислота, **Б** - углекислый газ, **В** - ацетилен.

Электролизу подвергался раствор малеата калия  $\text{KOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOK}$  (молярная масса 192 г/моль).

Определение молярной массы <b>В</b>	- 1 балл
<b>В</b> – ацетилен	- 1 балл
Уравнение образования ацетиленида	- 1 балл
<b>Б</b> – углекислый газ	- 1 балл
Схема электролиза или уравнение	- 2 балла
Указание на геометрические изомеры	- 1 балл
Формула малеиновой кислоты	- 1 балл
Формула малеинового ангидрида	- 1 балл
Формула малеата калия	- 1 балл
<b>Итого</b>	<b>до 10 баллов</b>

**Задание 5.** Давящее пробу Бейльштейна производное углеводорода, содержит 33,03% углерода и 1,83% водорода. При кипячении этого вещества с раствором гидроксида натрия, подкислении полученного раствора азотной кислотой и последующем добавлении нитрата серебра, выпадает белый осадок. Выведите простейшую формулу исходного вещества и напишите структурные формулы его возможных изомеров, напишите уравнения реакций. (10 баллов)

**Решение:**

Пробу Бейльштейна дают галогенсодержащие вещества. Она заключается в нагревании исследуемого вещества на медной проволочке в пламени горелки. Образуются летучие галогениды меди, дающие зеленую окраску пламени. При кипячении со щелочью идет гидролиз галогенпроизводного:



Азотная кислота нейтрализует избыток щелочи:



Выпадение белого осадка при добавлении нитрата серебра свидетельствует о наличии хлорид-ионов:



Представим формулу хлорпроизводного углеводорода  $C_xH_yO_z$

Пусть  $m(C_xH_yO_z) = 100$  г, тогда

$$m(C) = 33,03 \text{ г,}$$

$$m(H) = 1,83 \text{ г.}$$

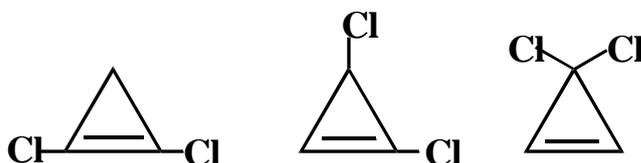
$$m(Cl) = 100 - 33,03 - 1,83 = 65,14 \text{ г.}$$

Составляем соотношение:

$$x : y : z = v(C) : v(H) : v(Cl) = 33,03/12 : 1,83/1 : 65,14/35,5 = 3 : 2 : 2$$

Простейшая формула  $C_3H_2Cl_2$

Возможные структурные изомеры:



Схемы реакций – по 1 баллу.

Структурные формулы изомеров – по 1 баллу.

**Итого до 10 баллов**

