

**Очный тур Открытой химической олимпиады 2018/2019 учебного года.  
10 класс. Вариант 1.**

**Задание 1.**

При сжигании жидкого линейного углеводорода X массой 9,6 г получено 10,8 г воды. В молекуле углеводорода атомы углерода находятся только в  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридизациях.

При окислении X холодным водным раствором перманганата калия образуется многоатомный спирт с массовой долей углерода 51,22 %.

При мягком окислении 9,6 г углеводорода X пероксидом водорода  $H_2O_2$  получается смесь двух кислот УК + МК в мольном отношении 2:1. УК является гомологом метановой кислоты, МК является гомологом этандиовой кислоты. В полученный раствор внесли каталитические количества диоксида марганца для разложения избытка пероксида водорода в растворе. Раствор отделили от катализатора и довели объем раствора до 1000 мл.

Для полной нейтрализации 10 мл этого раствора потребовалось 40 мл раствора гидроксида натрия концентрации  $C=0,1$  моль/л.

Если же взять 10 мл этого раствора и предварительно прокипятить, в растворе останется только одна кислота УК, на нейтрализацию потребуется 30 мл того же раствора гидроксида натрия. При нагревании раствора улетучивание кислот из раствора не происходит.

Определите УК и МК.

Напишите уравнения всех вышеперечисленных реакций.

Определите продукты взаимодействия УК и МК с гидроксидом натрия. Напишите реакции термического разложения этих продуктов.

Какой необычный газ получается при полной дегидратации МК под действием пентаоксида фосфора?

## Задание 2

Энергия химической связи - количество энергии, которое выделяется при образовании связи между атомами, или затрачивается при разрыве связи на отдельные атомы. (Рассматриваем газовые реакции).

Связь	C-H	C-C	C=C	C≡C	C-O	C=O	O-H	O-O	Cl-Cl	H-Cl	C-Cl	H-H
E, Кдж/моль	412	348	612	838	358	745	462	146	243	432	338	432

Рассчитайте суммарный тепловой эффект совокупности реакций, посредством которых можно получить 1 моль этилацетата, используя этан и неорганические вещества: хлор, вода, пероксид водорода, медь, а также необходимые катализаторы и оборудование.

### Задание 3

В восьми колбах без этикеток находятся жидкие чистые вещества:

Вода, хлороформ, уксусная кислота, муравьиная кислота, этанол, гексан, диэтиловый эфир, пропиламин.

На основании физических, химических и органолептических свойств веществ установите содержимое каждой колбы.

Подтвердите Ваше определение физическими и химическими опытами. Объясните различные физические свойства веществ их строением. Напишите уравнения предлагаемых Вами реакций, характерных для данных веществ. По одной реакции для вещества.

Для хлороформа напишите реакцию с кислородом, приводящую к образованию фосгена, отравляющего вещества  $\text{COCl}_2$ .

Для пропиламина напишите реакцию с азотистой кислотой.

#### Задание 4

Металлический барий массой 13,73 г при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  растворили в чистом жидком аммиаке. Образовалось комплексное соединение синего цвета.

При температуре  $-33,4^{\circ}\text{C}$  аммиак испарили и остался золотистый остаток А массой 23,93 г. Нагревание остатка А до комнатной температуры привело к образованию белого порошка В массой 16,94 г, а также выделению смеси газов с плотностью по водороду  $D=7,0$ . Прокаливание В при температуре  $350^{\circ}\text{C}$  дало твёрдый продукт С массой 14,66 г.

Вещество С обработали раствором серной кислоты. Масса кислоты 133,3 г, концентрация 9,8 %. Рассчитайте концентрацию вещества в полученном растворе.

Определите вещества А, В, С. Напишите уравнения всех реакций, проведите необходимые расчёты. Определите степень окисления Ва.

Какие свойства проявляет жидкий аммиак по отношению к активным металлам?

### Задание 5

Бесцветный газ X объёмом 4,48 л (н.у.) поглотили водой, масса воды 200 г. В растворе образовалось три кислоты А, В, С.

Раствор разделили на две равные части 1 и 2.

Для полной нейтрализации первой части потребовалось 173,0 мл 10% раствора гидроксида лития, плотность раствора 1,11г/мл. Выпал осадок массой 21,94 г. Осадок отделили. Раствор оттитровали раствором азотнокислого серебра в присутствии нескольких капель дихромата калия. По окончании реакции осаждения галогенида серебра избыточная капля раствора  $\text{AgNO}_3$  привела к выпадению красного осадка хромата серебра. Это позволило зафиксировать окончание титрования. На титрование было затрачено 100 мл азотнокислого серебра концентрации 1,0 моль/л. Выпал белый творожистый осадок массой 14,33 г.

Вторая часть первоначального раствора была слита с 200 мл раствора фторида серебра концентрации  $C=2,0$  моль/л. Выпал осадок массой 56,19 г. В растворе осталась только одна кислота. На нейтрализацию этой кислоты затрачено 200 г 16 % раствора  $\text{NaOH}$ .

Определите соединения X, А, В, С.

Нарисуйте структурную формулу X, А. Укажите тип химических связей в этих молекулах, степени окисления элементов.

Напишите уравнения всех химических реакций.

Выводы подтвердите расчётами.

**Очный тур Открытой химической олимпиады 2018/2019 учебного года.  
10 класс. Вариант 2.**

**Задание 1.**

При сжигании жидкого линейного углеводорода X массой 9,6 г получено 10,8 г воды. В молекуле углеводорода атомы углерода находятся только в  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридизации.

При окислении X холодным водным раствором перманганата калия образуется многоатомный спирт с массовой долей углерода 51,22 %.

При окислении 9,6 г углеводорода X перманганатом калия в кислой среде в растворе образуется только одна органическая кислота Г, гомолог этандиовой кислоты. Выделяется газ объёмом 4,48 л (н.у.). Кислоту Г экстрагировали из реакционного раствора хлороформом и хлороформ отогнали при нагревании. Получено 13,2 г кислоты. Порцию кислоты массой 1,32 г растворили в воде, объём раствора довели до 100 мл. Для полной нейтрализации 10 мл этого раствора потребовалось 20 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией  $C=0,1$  моль/л.

- 1) Определите вещества X, Г.
- 2) Напишите уравнения реакций.
- 3) Определите продукты взаимодействия X с перманганата калия в нейтральной и кислой средах.

Кислота Г теоретически может использоваться для получения пищевой добавки E-621. На первой стадии получают монохлорпроизводное кислоты, на второй стадии - аминокислоту, на третьей стадии - монозамещенную соль.

- 4) Определите формулу добавки E-621. Какова роль этой добавки в продуктах? Почему чисто химический способ синтеза не даёт желаемого результата?

Реакция кислоты Г с гидроксидом кальция даёт среднюю соль. Прокаливание соли приводит к циклизации углеродной цепи, образованию карбонильного соединения ЦБ. Окисление ЦБ азотной кислотой разрушает цикл, получается пищевая добавка E-363, гомолог щавелевой кислоты, тривиальное название которой исторически связано с застывшей смолой.

- 5) Определите формулу E-363, объясните происхождение её тривиального названия.

## Задание 2

Энергия химической связи - количество энергии, которое выделяется при образовании связи между атомами, или затрачивается при разрыве связи на отдельные атомы. (Рассматриваем газовые реакции).

Связь	C-H	C-C	C=C	C≡C	C-O	C=O	O-H	O-O	Cl-Cl	H-Cl	C-Cl	H-H
E, Кдж/моль	412	348	612	838	358	745	462	146	243	428	338	432

Рассчитайте суммарный тепловой эффект совокупности реакций, посредством которых можно получить 1 моль метилацетата, используя метан и неорганические вещества: хлор, вода, пероксид водорода, медь, а также необходимые катализаторы и оборудование.

### Задание 3

В восьми колбах без этикеток находятся жидкие чистые вещества:

вода, тетрахлорметан, ацетон, муравьиная кислота, этанол, гексан, глицерин, бутиламин.

На основании физических, химических и органолептических свойств веществ установите содержимое каждой колбы.

Подтвердите Ваше определение физическими и химическими опытами. Объясните различные физические свойства веществ их строением. Напишите уравнения предлагаемых Вами реакций, характерных для данных веществ. По одной реакции для вещества.

Для тетрахлорметана напишите реакцию с водой, приводящую к образованию фосгена, отравляющего вещества  $\text{COCl}_2$ .

Для бутиламина напишите реакцию с азотистой кислотой.



#### Задание 4

Металлический кальций массой 4,0 г при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  растворили в чистом жидком аммиаке.

При температуре  $-33,4^{\circ}\text{C}$  аммиак испарили и остался золотистый остаток А массой 14,2 г. Нагревание остатка А до комнатной температуры привело к образованию серого порошка В массой 7,2 г, а также выделению газовой смеси с плотностью по водороду  $D=7,0$ . Прокаливание В при температуре  $350^{\circ}\text{C}$  дало твёрдый продукт С массой 4,93 г.

Вещество С обработали водой. Выделилось 14,9 л газа с резким запахом. На нейтрализацию полученного раствора израсходовано 133,2 мл соляной кислоты концентрации  $C=2,0$  моль/л, плотность раствора 1,04 г/мл. Рассчитать концентрацию хлорида кальция в растворе.

Определите вещества А, В, С. Напишите уравнения всех реакций, проведите необходимые расчёты.

### Задание 5

Бесцветную жидкость X массой 38,4 г растворили в воде, масса воды 200 г. В растворе образовалось три кислоты А, В, С.

Раствор разделили на две равные части 1 и 2.

Для полной нейтрализации первой части потребовалось 173,0 мл 10% раствора гидроксида лития, плотность раствора 1,11 г/мл. Выпал осадок массой 14,17 г. Осадок отделили. Раствор оттитровали раствором азотнокислого серебра в присутствии нескольких капель дихромата калия. По окончании реакции осаждения галогенида серебра избыточная капля раствора  $\text{AgNO}_3$  привела к выпадению красного осадка хромата серебра. Это позволило зафиксировать окончание титрования. На титрование было затрачено 200 мл азотнокислого серебра концентрации 2,0 моль/л. Выпал белый осадок массой 57,4 г.

Вторая часть первоначального раствора была слита с 350 мл раствора фторида серебра концентрации  $C=2,0$  моль/л. Выпал осадок массой 56,21 г. В растворе осталась только одна кислота. На нейтрализацию этой кислоты затрачено 200 г 16 % раствора  $\text{NaOH}$ .

Определите соединения X, А, В, С.

Нарисуйте структурную формулу X, А. Укажите тип химических связей в этих молекулах, степени окисления элементов.

Напишите уравнения всех химических реакций.

Выводы подтвердите расчётами.