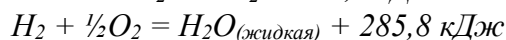
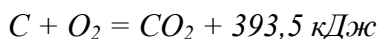


### 1.1.3. Задания 11 класса

#### Задача №11-1

Вещества **A** и **B** имеют важное биологическое значение. При сгорании в одинаковых условиях равных количеств **A** и **B** образуются равные объемы углекислого газа, равные массы воды и никаких других веществ. При этом для сгорания **B** требуется на 10% больше кислорода. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании 3,0 г **A** составляет 47,0 кДж, а при сгорании 2,68 г **B** – 50,6 кДж. Известно также, что 2%-й водный раствор **A** замерзает при температуре  $-0,253\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

1. *Определите молекулярные формулы **A** и **B**.*
2. *Приведите структурные формулы изомеров, имеющих наибольшее биологическое значение.*
3. *Вычислите температуру замерзания 3%-ного водного раствора **B**.*
4. *Определите тепловые эффекты, сопровождающие образование 1 моль каждого из соединений **A** и **B** из простых веществ, используя условие задачи и следующие данные.*

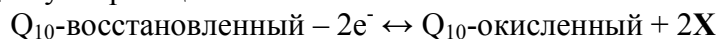


Указание. Температура замерзания раствора понижается по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя на величину, пропорциональную моляльной концентрации  $C_m$  (выражается числом моль растворенного вещества в 1 кг растворителя). Для водных растворов неэлектролитов:

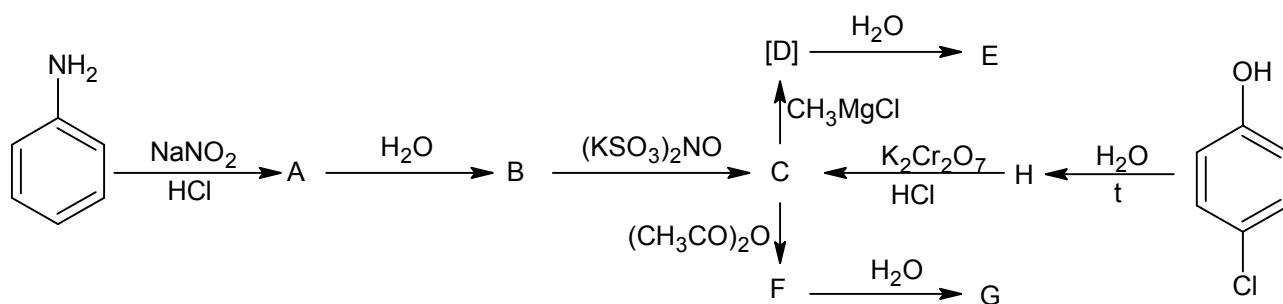
$$\Delta t_{\text{замерзания}} = 1,86 \times C_m.$$

#### Задача №11-2

Старение является следствием снижения функциональной возможности органов, в первую очередь сердечной мышцы (миокарда). Существует мнение, что это происходит из-за снижения содержания убихинона (коэнзима  $Q_{10}$ ). По химической природе  $Q_{10}$  является производным простейшего циклического  $\beta, \gamma$ -непредельного кетона (соединение **C**), содержащим боковую цепь образованную из 10 остатков изопрена. Убихинон участвует в процессе внутриклеточного энергетического обмена за счет переноса электронов в дыхательной цепи. Биологическая роль обусловлена способностью соединения **C** и его производных к обратимому окислительно-восстановительному процессу по реакции:



1. *Определите структуру соединения **C**, осуществив его синтез по приведенной ниже схеме. Напишите уравнения реакций.*



Соединение С сочетает в себе свойства непредельных соединений и кетонов, поэтому вступает в реакции характерные для кетонов и полиненасыщенных соединений. Так взаимодействие С с метилмагнийбромидом является реакцией нуклеофильного замещения, а взаимодействие с уксусным является реакцией 1,4-присоединения.

2. Напишите уравнения получения веществ Е и G (см. схему реакций).

3. Напишите уравнение обратимого окислительно-восстановительного процесса, заменив  $Q_{10}$  соединением С. Определите вещество X.

Многие производные соединения С применяются в качестве стойких красителей и аналитических реагентов на многие металлы. Например, нафтазарин, образующий фиолетовые лаки с алюминием и хромом. Его получают, сплавления смесь малеинового ангидрида, вещества В (см. схему) и хлорида алюминия (реакция 1). Полученный плав разламывают и кипятят с водой, добавляя концентрированную соляную кислоту до образования бурого осадка нафтазарина (реакция 2).

4. Напишите уравнения реакций получения нафтазарина и его структурную формулу.

### Задача №11-3

*«...живет под землей зверь-мамонт, громаден, черен и страшен.... Пища зверя-мамонта – эта самая земля, и ходит он под землей, земля от того подымается великими буграми...»*

*Легенда Пермского края*

При изучении равновесий малорастворимых в воде соединений используют понятие произведения растворимости (ПР) – константы равновесия реакции диссоциации соли в воде. Например, для сульфата серебра выражение для произведения растворимости выглядит следующим образом:

$$\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

1. Исходя из ПР вычислите растворимость (г/л) сульфата серебра в дистиллированной воде.

1,0 г карбоната кальция растворили в 1 л деионизированной и освобожденной от растворенных газов воды. Полученную суспензию при перемешивании выдержали 24 часа в изолированном от воздуха сосуде. На титрование 100 мл аликвоты отфильтрованной пробы ушло 1,4 мл 0,00498 М ЭДТА.

2. Определите произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$

1,0 г карбоната кальция растворили в 1 л деионизированной воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом. Полученную суспензию при перемешивании выдержали 24 часа в изолированном от воздуха сосуде. На титрование 100 мл фильтрованной пробы ушло 2,6 мл 0,00498 М ЭДТА

3. Определите концентрацию растворенного углекислого газа в воде.

В аналитической химии часто используется перевод одних малорастворимых соединений в другие. Например, нерастворимый в кислотах сульфат стронция действием карбоната натрия переводится в карбонат стронция, растворимый в соляной кислоте.

4. Определите возможность перевода сульфата кальция ( $\text{ПР}=9,1 \cdot 10^{-6}$ ) в карбонат добавлением карбоната натрия.

5. Каким образом связаны карстовые пещеры и равновесия малорастворимых соединений?

#### Задача №11-4

В химии принято делить все вещества на две большие группы – органические и неорганические. Однако большое количество веществ нельзя однозначно отнести к той или иной группе. Например, известно, что кремний подобно углероду способен образовывать соединения подобные углеводородам – силаны (общей формулой  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ ). Или вещество **Н**, положившее начало краху витализма, вещество **И**, нашедшее применение в производстве поликарбоната... А теперь пришло время погрузиться в мир на границе органической и неорганической химии.

При термическом разложении твердого вещества **А** образуется широко распространенное в природе соединение **Б**, являющееся производным кислоты **В** и летучая жидкость **Г**.

В результате реакции **Г** с желто-зеленым газом **Д** в молярном отношении 1:3 получается газ **Е**, дающий в водном растворе кислую реакцию и соединение **Ж**, которое при действии известковой воды образует вещество **А** и жидкость со специфическим запахом **З**, используемую как растворитель. При стоянии на свету в присутствии кислорода жидкость **З** частично окисляется с образованием газа **И**, который можно рассматривать как производное кислоты **В**, и газ **Е**.

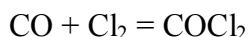
Газ **И** реагирует с газом **К**, который получается при пропускании над катализатором (высокая температура, давление) смеси простых газообразных веществ **Л** и **М** в объемном соотношении 1:3. При реакции **К** и **И** образуется ценное удобрение **Н** и соединение **О**, которое получается также из **Е** и **К**. При комнатной температуре **И** медленно гидролизуется водой, давая **П** (ангидрид кислоты **В**) и **Е**. Газ **Е** можно получить при взаимодействии на свету газов **Д** и **М**.

1. Определите вещества **А** – **П** и дайте им названия.
2. Напишите уравнения всех описанных реакций.
3. Напишите уравнения реакций позволяющих получить **П** из **А**.

#### Задача №11-5

Любую химическую реакцию можно охарактеризовать константой равновесия с позиции химической термодинамики и константой скорости реакции с позиции химической кинетики. Сегодня Вам предстоит исследовать поведение этих констант от температуры. Несмотря на то, что исследуемая Вами реакция является обратимой, для упрощения расчетов используем формулы, описывающие кинетику необратимых реакций.

В стеклянный сосуд объемом 2 литра была помещена смесь монооксида углерода и хлора, после чего сосуд нагрет до температуры 500°C. В сосуде протекает реакция второго порядка:



С равными промежутками времени из сосуда отбирались пробы для определения количества образовавшегося фосгена. Полученные данные представлены в таблице:

Время, мин	CO, моль	Cl <sub>2</sub> , моль	COCl <sub>2</sub> , моль
0	0,56	0,56	0,000
5			0,087
10			0,151
15			0,200
20			0,200

1. Вычислите константу равновесия данной реакции при 500 °С.

По истечении 25 минут образовавшийся фосген был удален из сосуда и температура увеличена до 520 °С. Равновесие при данной температуре наступило через 10 минут.

2. Вычислите константу равновесия данной реакции при 520°С.
3. Докажите что приведенная реакция – это реакция второго порядка.

При расчетах Вам пригодятся две формулы, используемые в химической кинетике необратимых реакций:

1. Выражение для константы скорости реакции второго порядка при равной концентрации реагирующих веществ:

$$k = \frac{1}{t} \frac{x}{a(a-x)}$$

где а – начальная количество одного из реагирующих веществ, моль;

х - количество прореагировавшего вещества в момент времени t, моль.

2. Правило Вант-Гоффа, определяющее зависимость константы скорости реакции от температуры:

$$\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

где  $\gamma$  – температурный коэффициент скорости реакции, при расчетах примите его равным 3.

4. Обратите внимание на изменение константы скорости и константы равновесия данной реакции в зависимости от температуры. Объясните, почему наблюдается рост или уменьшение каждой из констант.
5. Поглощается или выделяется теплота в результате протекания реакции?