

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

1.1 Задания Отборочного теоретического тура

1.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

В конце 18 века Даниэль Резерфорд описал новый химический элемент **X** и описал свойства его простого вещества – не реагирует со щелочами, не поддерживает горения, непригоден для дыхания. Однако название химического элемента, дословный перевод которого с греческого «безжизненный», ему не соответствует. В высшей степени окисления **X** образует метакислоту, в которой его валентность не совпадает со степенью окисления. В конце 30-х годов 20 века были получены соли ортокислоты элемента **X**, легко разлагающиеся в присутствии паров воды на соли метакислоты и щелочь.

Соединения элемента **X** широко используются в различных отраслях промышленности. Рассмотрим несколько примеров.

1. В одной из низших степеней окисления элемент образует бескислородную кислоту **Y** (97,7% **X**), натриевая соль которой используется для заполнения подушек безопасности и при консервации физиологического раствора.

2. Соединение элемента **X**, содержащее 40,0 мас.% углерода и 13,3 мас.% водорода является компонентом высококипящего ракетного топлива.

*1. Определите элемент **X**, открытый Резерфордом.*

*2. Напишите формулы и дайте название метакислоте, ортокислоте элемента **X** и напишите реакцию разложения натриевой соли ортокислоты.*

*3. Определите формулу и название кислоты **Y**, напишите уравнение реакции, которое позволяет получить простое вещество элемента **X** при срабатывании подушки безопасности.*

4. Определите структурную формулу и название соединения, которое используется как компонент ракетного топлива.

*5. Применение, в какой отрасли и в каком качестве, солей метакислоты соединения объясняет несоответствие греческого названия и свойств элемента **X**.*

Задача №11-2

В ряде случаев народные рецепты для лечения различных заболеваний могут иметь научное объяснение. Например, при простудных заболеваниях для полоскания горла используют следующий рецепт: «в стакан крутого кипятка добавляют 1-2 капли спиртовой настойки йода и чайную ложку соды».

Известно, что в результате протекания ряда химических реакций в полученном растворе образуется вещество **X**, обладающее антисептическим действием.

*1. Назовите вещество **X** и приведите уравнения реакций, приводящих к его образованию в смеси для полоскания горла*

Вещество **X**, представляющее собой желтые кристаллы, плохо растворимые в воде и обладающие характерным запахом, можно также получить при электролизе спиртового раствора иодида калия.

2. Объясните процессы, которые протекают при электролизе спиртового раствора KI и напишите уравнения химических реакций.

Описанные выше реакции, приводящие к веществу **X**, используются в качественном органическом анализе для определения некоторых классов органических веществ.

3. Как называется эта реакция и какие вещества с помощью нее можно обнаружить?

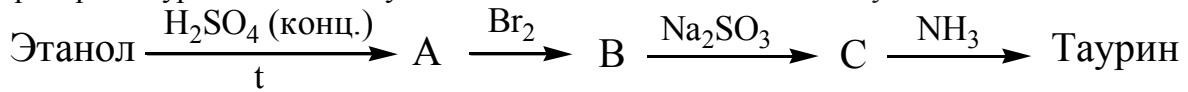
4. Можно ли использовать в этой реакции вместо иодида калия другие галогениды?

Задача №11-3

Вездесущий таурин

Изучая состав корма для кошек, Леночка обнаружила в его составе таурин. Тут она вспомнила, что её бабушка использует глазные капли с таким же названием, а еще она встречала его в составе энергетических напитков. Озадаченная Леночка тут же выяснила, что таурин обладает амфотерными свойствами и может образовываться непосредственно в

организме человека. Биосинтез таурина заключается в окислении аминокислоты цистеина (2-амино-3-меркаптопропановой кислоты) или цистина (3,3'-дитио-бис-2-аминопропановой кислоты) и последующем декарбоксилировании образующейся цистеиновой кислоты. В лаборатории таурин можно получить из этанола в 4 стадии по следующей схеме:

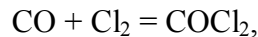


1. Приведите уравнения реакций, лежащих в основе лабораторного способа получения таурина.
2. Приведите уравнения реакций, лежащих в основе биосинтеза таурина из цистеина и цистина.
3. Приведите уравнения реакций, подтверждающие амфотерные свойства таурина.
4. Почему кошки должны получать таурин с пищей? Выскажите свои соображения.

Задача №11-4

Английский химик Гемфри Дэви в 1812 году впервые получил газообразного вещества, обладающее удушающим действием и дал ему название «фосген», что в переводе с греческого означает «рожденный светом».

Известно, что оксид углерода (II) и хлор при нормальных условиях вступают в обратимую реакцию образования фосгена:



константа равновесия которой при нормальных условиях равна 1.

В закрытом производственном помещении длительно фиксируются концентрации хлора и угарного газа равные 0,5 мг/м³ и 0,1 мг/л соответственно.

1. Можно ли находиться в этом помещении длительное время без средств защиты, если предельно допустимые концентрации хлора, оксида углерода (II) и фосгена равны 1 мг/м³, 0,2 мг/л и 0,02 мг/л соответственно.

Фосген легко дезактивируется (теряет свои отравляющие свойства) при взаимодействии с раствором щелочи, аммиаком и легко разрушается при контакте с нагретым оксидом меди (II), что может использоваться в средствах защиты или для его утилизации.

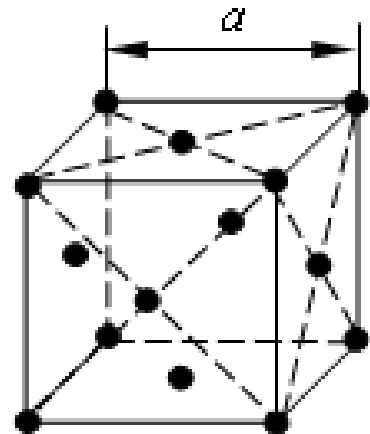
2. Запишите уравнения реакций взаимодействия фосгена с водой, гидроксидом натрия, аммиаком и оксидом меди (II).

Другим способом дегазации помещений при утечке фосгена является обработка помещений водой из пожарных брандспойтов.

3. Вычислите pH водных стоков, образующихся при утилизации утечки 0,05 кг фосгена водой объемом 10 м³ воды.

Задача №11-5

Структуру многих сложных соединений можно описать в рамках теории плотнейших шаровых упаковок (ПШУ). При рассмотрении модели ПШУ считают, что атомы представляю собой жесткие шары. Касаясь, шары заполняют большую часть пространства, однако между ними имеется незанятое пространство, которое называется пустотой, при этом в пустотах могут располагаться атомы других элементов. Различают два типа пустот: тетраэдрические и октаэдрические, которые называются по форме многогранников, вершины которых находятся в центрах окружающих их атомов. Тетраэдрическая пустота заключена между четырьмя атомами ПШУ, октаэдрическая – между шестью. При этом всегда на один атом ПШУ приходится одна октаэдрическая и две тетраэдрические пустоты. Например, структуру NaCl можно



рассматривать как ПШУ ионов хлора, все октаэдрические пустоты в которой заняты ионами натрия.

В структуре некоторого оксида урана атомы урана расположены в вершинах и в центре каждой грани кубической элементарной ячейки с параметром $a = 5.46$ ангстрем (1 ангстрем = 10^{-10} м). Плотность данного оксида составляет 11 г/см³.

- 1. Определите формулу упомянутого оксида урана.*
- 2. Укажите какие пустоты (октаэдрические или тетраэдрические) занимают атомы кислорода, если известно, что занят только один тип пустот.*
- 3. Определите координационные числа атомов урана и кислорода.*
- 4. Укажите основную область применения данного оксида.*
- 5. Запишите уравнение реакции растворения обсуждаемого оксида в серной кислоте в присутствии MnO_2 (реакция 1) или концентрированной азотной кислоте (реакция 2), если известно, что в продуктах реакции уран присутствует в виде катиона уранила UO_2^{2+} .*

1.2 Задания Теоретического тура

1.2.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

После озонлиза 1,38 г углеводорода состава $C_{10}H_{18}$ и разложения озонида водой в присутствии цинка получена смесь органических продуктов. При обработке этой смеси избытком аммиачного раствора гидроксида серебра выделилось 6,48 г металлического серебра, причем один из продуктов озонлиза в реакцию с реактивом Толленса не вступил.

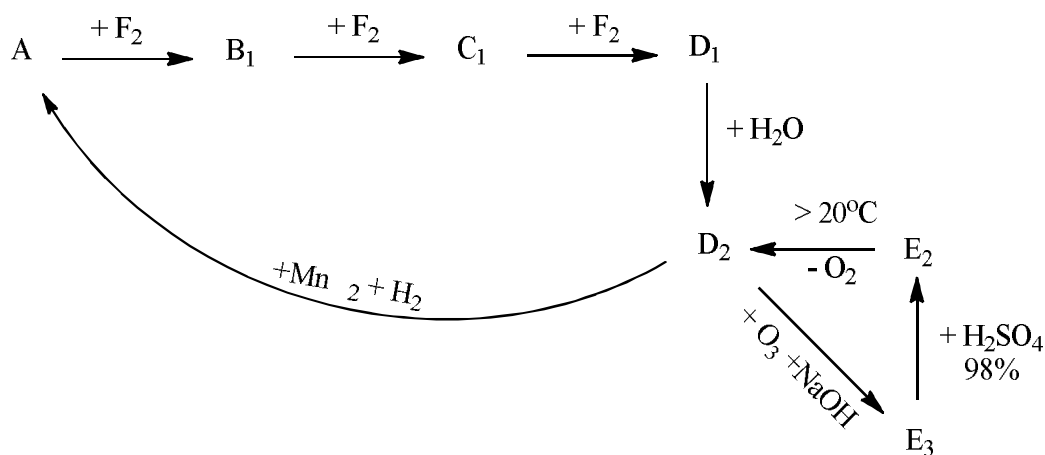
Для установления структуры не вступившего в реакцию с реактивом Толленса продукта, его обработали избытком метилмагнийбромида с последующим гидролизом и нагреванием с оксидом алюминия, что привело к образованию 2,5-диметилгекса-2,4-диена.

1. Приведите все возможные варианты структуры исходного углеводорода.
2. Определите структурные формулы продуктов озонлиза.
3. Приведите схему реакции озонлиза и уравнения остальных описанных реакций.

Задача №11-2

В 300 г воды растворили 88,8 г гексагидрата нитрата меди(II) и 34 г нитрата серебра. Через полученный раствор пропустили ток силой 10 А в течение 45 минут. Известно, что для этого использовали угольные электроды, а масса катода увеличилась на 24,15 г. Выход по току равен 100%.

1. Какие вещества и в каком количестве (г) выделятся на электродах?
2. Рассчитайте массовые доли веществ в растворе после проведения электролиза и объем выделившегося газа при 760 мм рт.ст. и 30С.
3. В течение какого промежутка времени нужно пропускать ток силой 3А через исходный раствор, чтобы выделить на электроде только один металл?



В данной схеме:

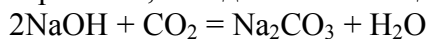
1. Элемент A принимает четные степени окисления, увеличивающиеся от A к E .
2. Вещества, обозначенные одинаковыми буквами, имеют одинаковую степень окисления элемента A .
3. Вещества, имеющие одинаковый индекс, схожи по качественному составу.
 1. Определите формулы веществ $A - E$, если известно, что вещество E_3 представляет собой соль, образованную ионами щелочного металла, элементом A и кислородом, где $\omega(O) = 30.09\%$, а $M_{\text{соли}} = 319$ г/моль.
 2. Напишите уравнения химических реакций, представленных в цепочке.
 3. Какое название более уместно для данной группы элементов? Вспомните и напишите возможные варианты применения этих элементов.

1.3. Задания Экспериментального тура

1.2.3. Задание 11 класса

Ацидометрическое титрование является широко используемым методом количественного определения сильных и слабых оснований, а также солей, образованных слабыми кислотами.

Известно, что при хранении растворов гидроксида натрия происходит образование карбоната, вследствие взаимодействия с углекислым газом воздуха:



Для определения содержания гидроксида и карбоната натрия в их смесях используют следующий метод.

Определение суммы карбоната и гидроксида натрия

Пипеткой отбирают 10 мл исследуемого раствора и переносят в коническую колбу, разбавляют дистиллированной водой до объема ~ 50 мл, добавляют 2–3 капли раствора метилового красного и титруют раствором HCl до перехода окраски из желтой в красную. Титрование повторяют до получения двух результатов, отличающихся на 0,1 мл.

Определение содержания гидроксида натрия

Пипеткой отбирают 10 мл анализируемого раствора, переносят в коническую колбу, разбавляют дистиллированной водой до объема ~ 50 мл, приливают 5 мл 10% раствора хлорида бария, 2–3 капли раствора фенолфталеина, тщательно перемешивают и титруют раствором HCl до обесцвечивания раствора. Титрование повторяют до получения 2х результатов, отличающихся на 0,1 мл.

1. Выведите формулы для расчета концентрации (в г/л) гидроксида натрия и карбоната натрия по результатам титрования.

2. С помощью описанного метода, используя имеющееся на столе оборудование, определите содержание гидроксида и карбоната натрия в выданном Вам растворе. **Перед определением не забудьте довести раствор в мерной колбе до метки!**

Реактивы: 0,1 моль/л HCl, 5% BaCl₂, метиловый красный, фенолфталеин

Оборудование: колба мерная на 100 мл, пипетка на 10 мл, конические колбы для титрования, бюретка, воронка, стаканчик на 50 мл.