

Всероссийская Сеченовская олимпиада школьников по химии 2023-2024.

Заключительный этап.

10 класс

ЗАДАНИЕ 1.1

6 баллов

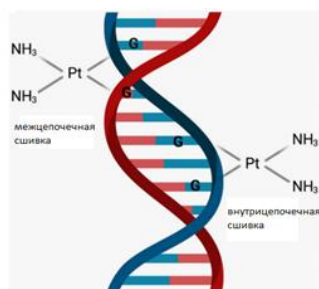
Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%(около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военщиной районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов входят (А) 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*пара*-диоксин и (В) 2,4,5-трихлорфенолят натрия. Рассчитайте массу атомарного хлора, содержащегося в 100 г реагента, если молярное соотношение компонентов в смеси А:В равно 10:1.

ЗАДАНИЕ 2.1

6 баллов




Комплексные соединения платины широко применяются в качестве химиопрепаратов в терапии онкологических заболеваний благодаря выраженному цитотоксическому действию. Первым из таких препаратов был *цис*-диамминдихлороплатина(II) (цисплатин), цитотоксическая активность которого была открыта в 1965 году Барнеттом Розенбергом. Механизм цитотоксичности заключается в

повреждении ДНК путём образования связей между атомом Pt и двумя основаниями ДНК

(преимущественно гуаниновыми), в результате чего в ДНК образуются внутри- и межнитевые сшивки, что препятствует нормальному протеканию процессов репликации и трансляции, приводит к задержке клеточного цикла и апоптозу. Одним из таких препаратов является Карбоплатин.

Концентрат для приготовления раствора (ампула объемом 5 мл) содержит 10 мг карбоплатина в 1 мл раствора. Его разбавляют 0,9%-ным раствором хлорида натрия (физ. раствор) с получением раствора для внутривенного введения с концентрацией 0,5 мг/мл. Определите объем добавленного физ. раствора. Период полувыведения препарата карбоплатин из организма человека составляет 16 часов. Рассчитайте, какая часть (в %) введенного препарата останется в организме через 28 часов после внутривенного введения (считать, что период полувыведения не зависит от концентрации).

| ЗАДАНИЕ 3.1 | | 6 баллов | |
|---|----------------------------------|---|---|
| Геометрические изомеры могут значительно отличаться по свойствам и биологической активности. В таблице приведены некоторые свойства изомерных соединений: | | | |
| | Цис-изомер | Транс-изомер |  <p>Дымянка лекарственная (<i>Fumaria officinalis</i>)</p> |
| Температура плавления | 130°C | 288°C | |
| Растворимость в воде при 25 °С | 78,8 г/л | 6,3 г/л | |
| Распространенность в природе | В природе не встречается; ядовит | В грибах, лишайниках, животных и растительных клетках; участвует в обмене веществ (цикл Кребса) | |
| Смесь двух геометрических изомеров содержит 55,17% кислорода по массе. При сгорании этой смеси образовались оксид углерода (IV) и вода в молярном соотношении 2:1. Исходная смесь изомеров массой 2,32 г может максимально прореагировать с 20 мл 2М раствора гидроксида калия или со 160 г 2%-ного раствора брома. При нагревании смеси до 100°C ее масса уменьшилась на 0,2 г. Определите массовую долю каждого изомера в исходной смеси. | | | |

| ЗАДАНИЕ 4.1 | | 8 баллов |
|--|--|-----------------|
| <p>Галоформная реакция является одной из старейших известных органических реакций. Ее впервые осуществил французский химик Жорж-Симон Серулла в 1822 году. В результате взаимодействия йода и этанола в присутствии щелочи было получено вещество, названное тогда «гидроидид углерода». Оно обладает антисептическими свойствами; выделяющийся из препарата йод оказывает антимикробное, рассасывающее и противовоспалительное действие, способствует очищению раневой поверхности и усиливает грануляцию.</p> <p>К раствору кетона X в диоксане добавили раствор гидроксида натрия и избыток йода, при этом образовалось 19,7 г желтого осадка, в котором массовая доля йода составляет 96,7%, а массовая доля углерода 3,05%, и соль карбоновой кислоты массой 4,8 г. Такую же массу кетона X восстановили амальгамированным цинком в присутствии соляной кислоты и получили 2,61 г углеводорода Y. Определите выход реакции восстановления и массу йода, необходимую для окисления кетона X. Напишите уравнения реакций.</p> | | |

ЗАДАНИЕ 5.1**10 баллов**

Константа растворимости – это константа равновесия процесса диссоциации малорастворимого электролита в насыщенном растворе. Она равна произведению равновесных молярных концентраций образующихся при диссоциации ионов с учетом (в степенях) стехиометрических коэффициентов. Водородный показатель рН – это отрицательный десятичный логарифм равновесной молярной концентрации ионов водорода в растворе.

Гидроксид кальция используется в медицине как вяжущее средство. Используется в стоматологии, например, препарат Calciyl (гидроксид кальция в растворе Рингера). Константа растворимости гидроксида кальция при 25⁰С равна 6,2·10⁻⁶. Определите, в каком минимальном объеме воды можно растворить гидроксид кальция массой 2 г; рассчитайте рН насыщенного раствора (изменением объема при растворении вещества пренебречь).

ЗАДАНИЕ 6.1**10 баллов**

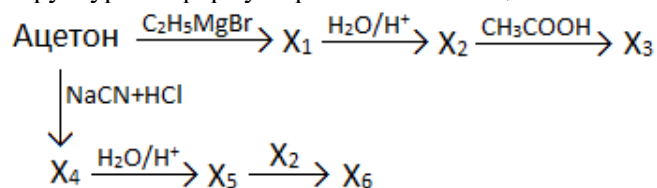
Элемент X, широко используемый в составе конструкционных материалов в ортопедической стоматологии, образует соль NaXO₂, в которой массовая доля элемента X составляет 51,75%. При взаимодействии простого вещества X с горячей разбавленной серной кислотой образуется соль, которую выделили из раствора в виде кристаллогидрата А розового цвета. В веществе (А) масса атомов кислорода в 12,57 раз больше, чем масса атомов водорода.



При нагревании навески вещества(А) до 600⁰С образуется твердый остаток амфотерного вещества (В) темно-зеленого цвета и смесь газов объемом 4,4 л (при температуре 25⁰С и нормальном атмосферном давлении). При кипячении вещества В с концентрированным раствором гидроксида натрия образуется синий осадок комплексной соли С. Рассчитайте массу взятого кристаллогидрата А и массу полученного осадка С. Напишите уравнения реакций.

ЗАДАНИЕ 7.1**12 баллов**

Напишите уравнения реакций, соответствующих схеме превращений, с использованием структурных формул органических веществ:

**ЗАДАНИЕ 8.1****12 баллов**

Бинарные соединения фтора с азотом (фториды азота) – тяжелые негорючие газы, применяемые в микроэлектронике. Это токсичные химические вещества, которые раздражают кожу, глаза и легкие, а также являются нейротоксинами, вызывающими метгемоглобинемию.

Смешали аммиак и фтор. Средняя молярная масса газовой смеси составляет 26 г/моль. Смесь нагрели в атмосфере азота до 130⁰С. В результате реакции образовалась соль и газ с плотностью 3,168 г/л (н.у.). Газ собрали и пропустили через раскаленную измельченную медную стружку. В результате реакции получили соль и газ, плотность которого в 1,466 раз больше, чем у исходного газа при тех же условиях. Обе полученные в результате реакций соли смешали. Рассчитайте массовые доли этих солей в образовавшейся смеси.

ЗАДАНИЕ 9.1**12 баллов**

Бинарные соединения калия и натрия с кислородом используются для регенерации выдыхаемой газовой смеси в системах жизнеобеспечения, в кислородных масках при оксигенотерапии (метод лечения гипоксемии и тканевой гипоксии с применением кислорода), а также, в изолирующих противогазах.



При сгорании калия образовалась смесь кристаллических веществ X (желтого цвета) и Y (белого цвета) в молярном соотношении 12:1. Средняя молярная масса полученной смеси равна 74 г/моль. Смесь обработали холодной разбавленной соляной кислотой и получили газ

А. Определите массу взятого для горения калия и объем (при н.у.) газа А, если известно, что образовавшегося в результате реакций пероксида водорода достаточно, чтобы окислить 2,51 г сульфида свинца (II). Напишите уравнения всех реакций.

ЗАДАНИЕ 10.1**18 баллов**

Пространственно экранированные фенолы являются эффективными антиоксидантами. В ряду замещённых фенолов значительное распространение приобрели 2,6-ди-*трет*-бутилфенолы, они хорошо изучены и обладают заметным антиоксидантным потенциалом. Наиболее известными являются: 3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидрокситолуол (ионол, агидол, препарат Дибулин), дибунол, – ранозаживляющие средства при ожогах I-II степени, лучевых и трофических язвах. Фрагмент 2,6-ди-*трет*-бутилфенола применяется и в других лекарственных средствах. Препарат Дибуфелон (фенозановая кислота) зарегистрирован в РФ (РУ № ЛП-005332) и применяется в качестве компонента комбинированной терапии у пациентов с парциальными эпилептическими приступами.



Напишите структурную формулу Фенозановой кислоты (3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил)пропановая кислота). Осуществите синтез фенозановой кислоты из фенола в три стадии, напишите уравнения реакций:

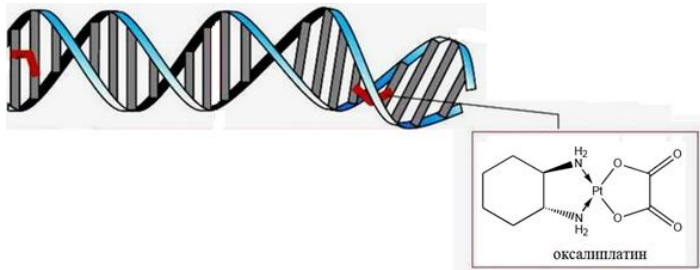
- 1) алкилирование фенола изобутиленом в присутствии кислотного катализатора;
- 2) алкилирование продукта акрилонитрилом (винилцианидом);
- 3) кислотный гидролиз полученного соединения.

Для количественного определения фенозановой кислоты в лекарственной субстанции используется метод кислотно-основного титрования. Навеску субстанции массой 0,995 г растворяют в мерной колбе объемом 50 мл в 96%-ном этиловом спирте и объем раствора доводят до метки спиртом. Из полученного раствора отбирают пробу для титрования объемом 10,0 мл, добавляют индикатор – фенолфталеин и титруют 0,1М раствором гидроксида натрия до розового окрашивания (кислота титруется как одноосновная!). На титрование было израсходовано 6,80 мл раствора титранта. Определите массовую долю фенозановой кислоты в лекарственной субстанции.

Заключительный этап.


10 класс

Матрица

| | | |
|-------------|----------|--|
| ЗАДАНИЕ 1.2 | 6 баллов | <p>Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.</p> <p>Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%(около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военной районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.</p> <p>В состав диоксиновых реагентов входят (А) 2,3,7,8-тетрахлордибензо-<i>пара</i>-диоксин и (В) 2,4,5-трихлорфенолят натрия. Рассчитайте массу атомарного хлора, содержащегося в 50 г реагента, если молярное соотношение компонентов в смеси А:В равно 5:1.</p> |
| ЗАДАНИЕ 2.2 | 6 баллов | <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center;">оксалиплатин</p> </div> <div style="flex: 2; padding-left: 20px;"> <p>Комплексные соединения платины широко применяются в качестве химиопрепаратов в терапии онкологических заболеваний благодаря выраженному цитотоксическому действию. Первым из таких препаратов был <i>цис</i>-диамминдихлороплатина(II) (цисплатин), цитотоксическая активность которого была открыта в 1965 году Барнеттом Розенбергом. Механизм цитотоксичности заключается в повреждении ДНК путём образования связей между атомом Pt и двумя основаниями ДНК (преимущественно гуаниновыми), в результате чего в ДНК образуются внутри- и межнитевые сшивки, что препятствует нормальному протеканию процессов репликации и трансляции, приводит к задержке клеточного цикла и апоптозу. Одним из таких препаратов является Оксалиплатин.</p> <p>Концентрат для приготовления раствора (флакон объемом 20 мл) содержит 5 мг оксалиплатина в 1 мл раствора. Его разбавляют 5%-ным раствором декстрозы с получением раствора для внутривенного введения с концентрацией 0,25 мг/мл. Определите объем добавленного раствора декстрозы. Период полувыведения препарата оксалиплатин из организма человека составляет 280 часов. Рассчитайте, какая часть (в %) введенного препарата останется в организме через 350 часов после внутривенного введения (считать, что период полувыведения не зависит от концентрации).</p> </div> </div> |

ЗАДАНИЕ 3.2**6 баллов**

Геометрические изомеры могут значительно отличаться по свойствам и биологической активности. В таблице приведены некоторые свойства изомерных соединений:

| | Цис-изомер | Транс-изомер |  Дымянка лекарственная (<i>Fumaria officinalis</i>) |
|--------------------------------|----------------------------------|---|---|
| Температура плавления | 130°C | 288°C | |
| Растворимость в воде при 25 °С | 78,8 г/л | 6,3 г/л | |
| Распространенность в природе | В природе не встречается; ядовит | В грибах, лишайниках, животных и растительных клетках; участвует в обмене веществ (цикл Кребса) | |

Смесь двух геометрических изомеров содержит 55,17% кислорода по массе. При сгорании этой смеси образовалась вода и оксид углерода (IV) в молярном соотношении 1:2. Исходная смесь изомеров массой 87 г может максимально прореагировать с 600 мл 2,5М раствора гидроксида калия или с 243 г 25%-ного раствора бромоводородной кислоты. При нагревании смеси до 100°C ее масса уменьшилась на 8,1 г. Определите массовую долю каждого изомера в исходной смеси.

ЗАДАНИЕ 4.2**8 баллов**

Галоформная реакция является одной из старейших известных органических реакций. Ее впервые осуществил французский химик Жорж-Симон Серулла в 1822 году. В результате взаимодействия йода и этанола в присутствии щелочи было получено вещество, названное тогда «гидроидид углерода». Оно обладает антисептическими свойствами, выделяющийся из препарата йод оказывает антимикробное, рассасывающее и противовоспалительное действие, способствует очищению раневой поверхности и усиливает грануляцию.

К раствору кетона X в диоксане добавили раствор гидроксида натрия и избыток раствора йода, при этом образовалось 17,73 г желтого осадка, в котором массовая доля йода составляет 96,7%, а массовая доля водорода 0,25%, и соль карбоновой кислоты массой 6,48 г. Такую же массу кетона X восстановили амальгамированным цинком в присутствии соляной кислоты и получили 4,24 г углеводорода Y. Определите выход реакции восстановления и массу йода, необходимую для окисления кетона X. Напишите уравнения реакций.

ЗАДАНИЕ 5.2**10 баллов**

Константа растворимости – это константа равновесия процесса диссоциации малорастворимого электролита в насыщенном растворе. Она равна произведению равновесных молярных концентраций образующихся при диссоциации ионов с учетом (в степенях) стехиометрических коэффициентов. Водородный показатель pH – это отрицательный десятичный логарифм равновесной молярной концентрации ионов водорода в растворе.

Гидроксид магния используется в медицине как антацидное и слабительное средство. Нейтрализует свободную хлороводородную кислоту в желудке, снижает пептическую активность желудочного сока.

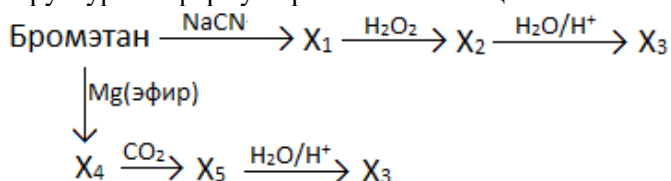
Константа растворимости гидроксида магния при 25°C равна $6,8 \cdot 10^{-12}$. Определите, в каком минимальном объеме воды можно растворить гидроксид магния массой 10 мг; рассчитайте pH насыщенного раствора (изменением объема при растворении вещества пренебречь).

ЗАДАНИЕ 6.2**10 баллов**

Элемент X, широко используемый в составе конструкционных материалов в ортопедической стоматологии, образует соль $[X(NH_3)_6]Cl_3$, в которой массовая доля элемента X составляет 22,06%. При взаимодействии простого вещества X с горячей разбавленной соляной кислотой образуется соль, которую выделили из раствора в виде кристаллогидрата А розового цвета. В веществе (А) масса соли в 1,203 раз больше, чем масса воды. Кристаллогидрат (А) смешали с твердым хлоридом аммония и концентрированным раствором аммиака и получили (в присутствии кислорода) осадок соли $[X(NH_3)_6]Cl_3$. Рассчитайте массу полученного осадка и объем (при температуре 25⁰С и нормальном атмосферном давлении) вступившего в реакцию кислорода, если масса взятого кристаллогидрата А составляет 14,3 г. Напишите уравнения реакций.

**ЗАДАНИЕ 7.2****12 баллов**

Напишите уравнения реакций, соответствующих схеме превращений, с использованием структурных формул органических веществ:

**ЗАДАНИЕ 8.2****12 баллов**

Бинарные соединения фтора с азотом (фториды азота) – тяжелые негорючие газы, применяемые в микроэлектронике. Это токсичные химические вещества, которые раздражают кожу, глаза и легкие, а также являются нейротоксинами, вызывающими метгемоглобинемию.

Смешали аммиак и фтор. Относительная плотность полученной газовой смеси по гелию составляет 6,5. Смесь нагрели в атмосфере азота до 140⁰С. В результате реакции образовалась соль и газ с плотностью 3,168 г/л (н.у.). Газ собрали и пропустили через раскаленную измельченную медную стружку. В результате реакции получили соль и газ с плотностью при н.у. 4,643 г/л. Обе полученные в результате реакций соли смешали. Рассчитайте массовые доли этих солей в образовавшейся смеси.

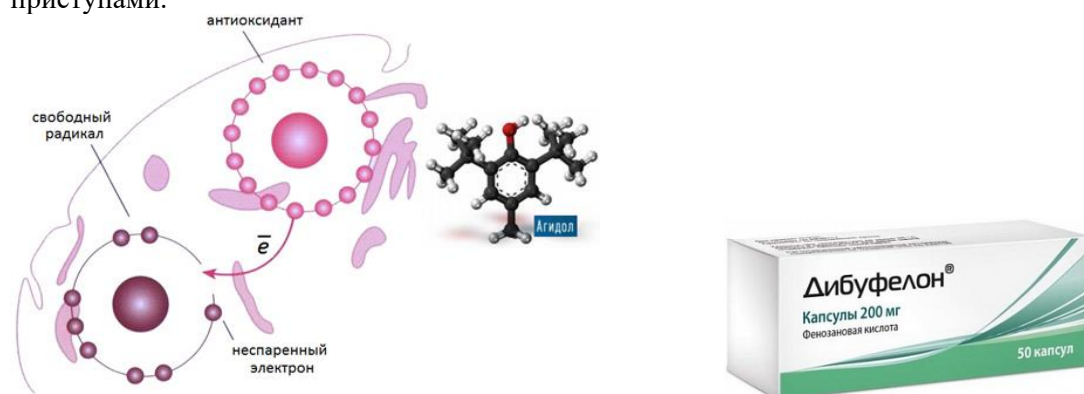
ЗАДАНИЕ 9.2**12 баллов**

Бинарные соединения калия и натрия с кислородом используются для регенерации выдыхаемой газовой смеси в системах жизнеобеспечения, в кислородных масках при оксигенотерапии (метод лечения гипоксемии и тканевой гипоксии с применением кислорода), а также, в изолирующих противогазах.

При сгорании калия массой 46,8 г образовалась смесь кристаллических веществ X (желтого цвета) и Y (белого цвета) в молярном соотношении 10:1. В полученной смеси масса атомов калия в 1,33 раза больше, чем масса атомов кислорода. При взаимодействии вещества Y с озоном образуется соединение Z – оранжево-красные кристаллы. Вещество Z реагирует с разбавленной горячей соляной кислотой с образованием двух газов – газа А и кислорода. Вещество X реагирует с разбавленной холодной соляной кислотой с образованием кислорода. Напишите уравнения всех реакций. Определите общий объем (н.у.) угарного газа, который может вступить в реакцию с газом А и полученным кислородом.

ЗАДАНИЕ 10.2**18 баллов**

Пространственно экранированные фенолы являются эффективными антиоксидантами. В ряду замещённых фенолов значительное распространение приобрели 2,6-ди-*трет*-бутилфенолы, они хорошо изучены и обладают заметным антиоксидантным потенциалом. Наиболее известными являются: 3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидрокситолуол (ионол, агидол, препарат Дибулин), дибунол, – ранозаживляющие средства при ожогах I-II степени, лучевых и трофических язвах. Фрагмент 2,6-ди-*трет*-бутилфенола применяется и в других лекарственных средствах. Препарат Дибуфелон (фенозановая кислота) зарегистрирован в РФ (РУ № ЛП-005332) и применяется в качестве компонента комбинированной терапии у пациентов с парциальными эпилептическими приступами.



Напишите структурную формулу Фенозановой кислоты (3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил)пропановая кислота). Осуществите синтез фенозановой кислоты из фенола в три стадии, напишите уравнения реакций:

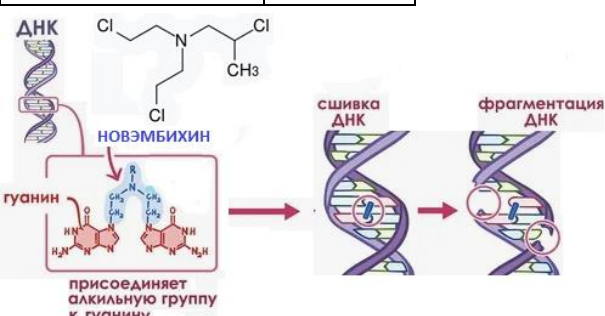
- 1) алкилирование фенола изобутиленом в присутствии кислотного катализатора;
- 2) алкилирование продукта акрилонитрилом (винилцианидом);
- 3) кислотный гидролиз полученного соединения.

Для количественного определения фенозановой кислоты в лекарственной субстанции используется метод кислотно-основного титрования. Навеску субстанции массой 1,990г растворяют в мерной колбе объемом 100 мл в 96%-ном этиловом спирте и объем раствора доводят до метки спиртом. Из полученного раствора отбирают пробу для титрования объемом 10,0 мл, добавляют индикатор – фенолфталеин и титруют 0,1М раствором гидроксида натрия до розового окрашивания (кислота титруется как одноосновная!). На титрование было израсходовано 6,45 мл раствора титранта. Определите массовую долю фенозановой кислоты в лекарственной субстанции.

Заключительный этап.

10 класс


| | |
|--|-----------------|
| ЗАДАНИЕ 1.3 | 6 баллов |
| <p>Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.</p> <p>Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%(около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военщиной районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.</p> <p>В состав диоксиновых реагентов входят (А) 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-<i>para</i>-диоксин и (В) 2,4,5-трихлорфенолят натрия. Рассчитайте массу атомарного углерода, содержащегося в 10 г реагента, если молярное соотношение компонентов в смеси А:В равно 3:2.</p> | |

| | |
|---|---|
| ЗАДАНИЕ 2.3 | 6 баллов |
|  <p>ДНК</p> <p>NOVEMБИХИН</p> <p>гуанин</p> <p>присоединяет алкильную группу к гуанину</p> <p>сшивка ДНК</p> <p>фрагментация ДНК</p> | <p>Цитостатические препараты алкилирующего действия широко применяются в качестве химиопрепаратов в терапии онкологических заболеваний. Механизм цитотоксичности заключается в повреждении ДНК путём образования связей между алкильными группами и гуаниновыми основаниями ДНК, в результате чего в ДНК образуются внутри- и межнитевые сшивки, что препятствует</p> |

| | |
|---|--|
| <p>нормальному протеканию процессов репликации, приводит к задержке клеточного цикла и апоптозу. Одним из таких препаратов является Новэмбихин.</p> <p>Ампула содержит 10 мг новэмбихина. В ампулу вливают шприцем 10 мл стерильного 0,9%-ного раствора хлорида натрия (физ. раствор). Из этого раствора в шприц емкостью 20 мл отбирают 6 мл полученного раствора, доводят объем жидкости в шприце до 20 мл физраствором и медленно вводят в вену. Определите концентрацию (в мг/мл) полученного раствора для внутривенного введения. Период полувыведения препарата новэмбихин из организма человека составляет 40 часов. Рассчитайте, какая часть (в %) введенного препарата останется в организме через 70 часов после внутривенного введения (считать, что период полувыведения не зависит от концентрации).</p> | |
|---|--|

ЗАДАНИЕ 3.3**6 баллов**

Геометрические изомеры могут значительно отличаться по свойствам и биологической активности. В таблице приведены некоторые свойства изомерных соединений:

| | Цис-изомер | Транс-изомер |  |
|--------------------------------|----------------------------------|---|---|
| Температура плавления | 130°C | 288°C | |
| Растворимость в воде при 25 °С | 78,8 г/л | 6,3 г/л | |
| Распространенность в природе | В природе не встречается; ядовит | В грибах, лишайниках, животных и растительных клетках; участвует в обмене веществ (цикл Кребса) | |

Дымянка
лекарственная
(*Fumaria officinalis*)

Смесь двух геометрических изомеров содержит 41,38% по массе углерода. При сгорании этой смеси образовалась только вода и оксид углерода (IV). Масса образовавшегося оксида углерода (IV) в 4,889 раз больше, чем масса воды. Исходная смесь изомеров массой 4,64 г может максимально прореагировать со 100 мл 0,8М раствора гидроксида натрия или со 160 г 4%-ного раствора брома. При нагревании смеси до 100°C ее масса уменьшилась до 4,1 г. Определите массовую долю каждого изомера в исходной смеси.

ЗАДАНИЕ 4.3**8 баллов**

Галоформная реакция является одной из старейших известных органических реакций. Ее впервые осуществил французский химик Жорж-Симон Серулла в 1822 году. В результате взаимодействия йода и этанола в присутствии щелочи было получено вещество, названное тогда «гидроид йода». Оно обладает антисептическими свойствами, выделяющийся из препарата йод оказывает антимикробное, рассасывающее и противовоспалительное действие, способствует очищению раневой поверхности и усиливает грануляцию.

К раствору кетона X в диоксане добавили раствор гидроксида натрия и избыток раствора йода, при этом образовалось 35,5 г желтого осадка, в котором массовая доля йода составляет 96,7%, а массовая доля углерода 3,05%, и соль карбоновой кислоты массой 7,38 г. Такая же масса кетона X реагирует с гидразином (NH₂-NH₂), продукт реакции восстановили твердым гидроксидом калия при нагревании в присутствии катализатора и получили 2,77 г углеводорода Y (один из продуктов реакции – азот). Определите выход реакции восстановления и массу йода, необходимую для окисления кетона X. Напишите уравнения реакций.

ЗАДАНИЕ 5.3**10 баллов**

Константа растворимости – это константа равновесия процесса диссоциации малорастворимого электролита в насыщенном растворе. Она равна произведению равновесных молярных концентраций образующихся при диссоциации ионов с учетом (в степенях) стехиометрических коэффициентов. Водородный показатель pH – это отрицательный десятичный логарифм равновесной молярной концентрации ионов водорода в растворе.

Гидроксид магния используется в медицине как антацидное и слабительное средство. Нейтрализует свободную хлороводородную кислоту в желудке, снижает пептическую активность желудочного сока.

Растворимость гидроксида магния при 25°C составляет 0,7 мг в 100 г воды. Определите константу растворимости гидроксида магния; рассчитайте pH насыщенного раствора (изменением объема при растворении вещества пренебречь).

ЗАДАНИЕ 6.3**10 баллов**

Элемент X, широко используемый в составе конструкционных материалов в ортопедической стоматологии, образует соединение $[X(NH_3)_6](OH)_2$, в которой массовая доля элемента X составляет 30,15%. При взаимодействии простого вещества X с разбавленной азотной кислотой образуется соль светло-зеленого цвета, которую выделили из раствора в виде кристаллогидрата А синего цвета. В веществе (А) масса атомов кислорода в 16 раз больше, чем масса атомов водорода. Кристаллогидрат (А) прокалили при $350^{\circ}C$ до постоянной массы, при этом образовалась смесь газов объемом 9,13 л (при температуре $20^{\circ}C$ и давлении 100кПа). Твердый остаток после прокаливания растворили в концентрированном растворе аммиака с образованием комплексного гидроксида $[X(NH_3)_6](OH)_2$. Рассчитайте массу взятого кристаллогидрата А. Напишите уравнения реакций.



электролита в насыщенном растворе. Она равна произведению равновесных молярных концентраций образующихся при диссоциации ионов с учетом (в степенях) стехиометрических коэффициентов. Водородный показатель pH – это отрицательный десятичный логарифм равновесной молярной концентрации ионов водорода в растворе.

Гидроксид магния используется в медицине как антацидное и слабительное средство. Нейтрализует свободную хлороводородную кислоту в желудке, снижает пептическую активность желудочного сока.

Растворимость гидроксида магния при $25^{\circ}C$ составляет 0,7 мг в 100 г воды. Определите константу растворимости гидроксида магния; рассчитайте pH насыщенного раствора (изменением объема при растворении вещества пренебречь).

электролита в насыщенном растворе. Она равна произведению равновесных молярных концентраций образующихся при диссоциации ионов с учетом (в степенях) стехиометрических коэффициентов. Водородный показатель pH – это отрицательный десятичный логарифм равновесной молярной концентрации ионов водорода в растворе.

Гидроксид магния используется в медицине как антацидное и слабительное средство. Нейтрализует свободную хлороводородную кислоту в желудке, снижает пептическую активность желудочного сока.

Растворимость гидроксида магния при $25^{\circ}C$ составляет 0,7 мг в 100 г воды. Определите константу растворимости гидроксида магния; рассчитайте pH насыщенного раствора (изменением объема при растворении вещества пренебречь).

ЗАДАНИЕ 8.3**12 баллов**

Бинарные соединения фтора с азотом (фториды азота) – тяжелые негорючие газы, применяемые в микроэлектронике. Это токсичные химические вещества, которые раздражают кожу, глаза и легкие, а также являются нейротоксинами, вызывающими метгемоглобинемию.

Смешали аммиак и фтор. Относительная плотность полученной газовой смеси по водороду равна 13. Смесь нагрели в атмосфере азота до $135^{\circ}C$. В результате реакции образовалась соль и газ с плотностью 3,168 г/л (н.у.). Газ собрали и пропустили через горячий концентрированный раствор гидроксида натрия, при этом произошел полный гидролиз. При выпаривании воды получили смесь двух солей. Рассчитайте массовые доли солей в образовавшейся смеси.

ЗАДАНИЕ 9.3**12 баллов**

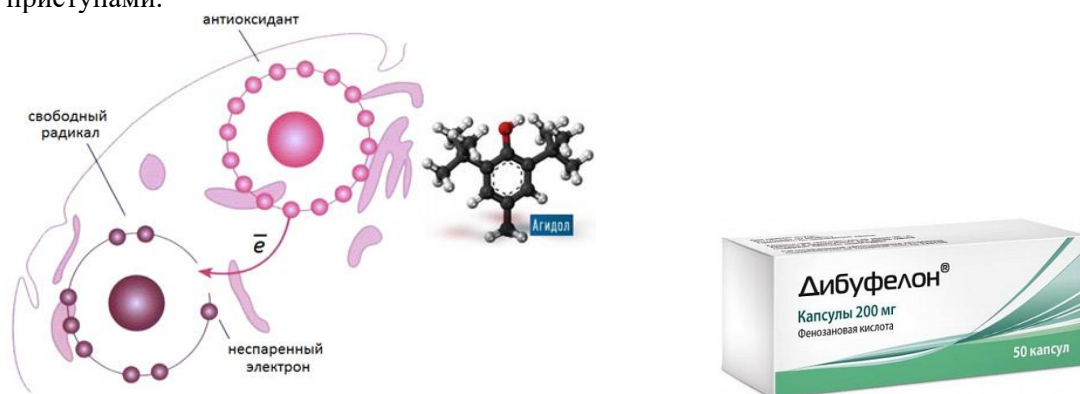
Бинарные соединения калия и натрия с кислородом используются для регенерации выдыхаемой газовой смеси в системах жизнеобеспечения, в кислородных масках при оксигенотерапии (метод лечения гипоксемии и тканевой гипоксии с применением кислорода), а также, в изолирующих противогазах.

При сгорании калия массой 62,4 г образовалась смесь кристаллических веществ X (желтого цвета) и Y (белого цвета).

Вещество Y реагирует с разбавленной горячей серной кислотой с образованием простого газообразного вещества А. Вещество X реагирует с безводной серной кислотой с образованием простого газообразного вещества В. Молярное соотношение полученных газов А и В равно 1:8. Напишите уравнения всех реакций. Определите объем газа А (при н.у.), который образуется при взаимодействии смеси веществ X и Y с углекислым газом.

ЗАДАНИЕ 10.3**18 баллов**

Пространственно экранированные фенолы являются эффективными антиоксидантами. В ряду замещённых фенолов значительное распространение приобрели 2,6-ди-*трет*-бутилфенолы, они хорошо изучены и обладают заметным антиоксидантным потенциалом. Наиболее известными являются: 3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидрокситолуол (ионол, агидол, препарат Дибулин), дибунол, – ранозаживляющие средства при ожогах I-II степени, лучевых и трофических язвах. Фрагмент 2,6-ди-*трет*-бутилфенола применяется и в других лекарственных средствах. Препарат Дибуфелон (фенозановая кислота) зарегистрирован в РФ (РУ № ЛП-005332) и применяется в качестве компонента комбинированной терапии у пациентов с парциальными эпилептическими приступами.



Напишите структурную формулу Фенозановой кислоты (3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил)пропановая кислота). Осуществите синтез фенозановой кислоты из 4-гидроксibenзальдегида в три стадии, напишите уравнения реакций:

- 1) алкилирование 4-гидроксibenзальдегида изобутиленом в присутствии кислотного катализатора;
- 2) конденсация продукта с малоновой (пропандиовой) кислотой в присутствии органического основания – пиридина до прекращения выделения углекислого газа;
- 3) гидрирование полученной кислоты натрийборгидридом или водородом в присутствии никелевого катализатора.

Для количественного определения фенозановой кислоты в лекарственной субстанции используется метод кислотно-основного титрования. Навеску субстанции массой 0,580 г растворяют в мерной колбе объемом 50 мл в 96%-ном этиловом спирте и объем раствора доводят до метки спиртом. Из полученного раствора отбирают пробу для титрования объемом 5,0 мл, добавляют индикатор – фенолфталеин и титруют 0,1М раствором гидроксида натрия до розового окрашивания (кислота титруется как одноосновная!). На титрование было израсходовано 2,0 мл раствора титранта. Определите массовую долю фенозановой кислоты в лекарственной субстанции.

Заключительный этап.

10 класс

| | |
|--------------------|-----------------|
| ЗАДАНИЕ 1.4 | 6 баллов |
|--------------------|-----------------|

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%(около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военщиной районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов входят (А) 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-*para*-диоксин и (В) 2,4,5-трихлорфенолят натрия. Рассчитайте, во сколько раз масса атомарного хлора больше массы атомарного натрия в образце массой 100 г, если молярное соотношение компонентов в смеси А:В равно 10:1.


| | | | |
|---|---|--------------------|-----------------|
| <p>ДНК</p> <p>мелфалан</p> <p>сшивка ДНК</p> <p>фрагментация ДНК</p> <p>гуанин</p> <p>присоединяет алкильную группу к гуанину</p> | <table border="1"> <tr> <td>ЗАДАНИЕ 2.4</td> <td>6 баллов</td> </tr> </table> <p>Цитостатические препараты алкилирующего действия широко применяются в качестве химиопрепаратов в терапии онкологических заболеваний. Механизм цитотоксичности заключается в повреждении ДНК путём образования связей между алкильными группами и гуаниновыми основаниями ДНК, в результате чего в ДНК образуются внутри-</p> | ЗАДАНИЕ 2.4 | 6 баллов |
| ЗАДАНИЕ 2.4 | 6 баллов | | |

и межнитевые сшивки, что препятствует нормальному протеканию процессов репликации, приводит к задержке клеточного цикла и апоптозу. Одним из таких препаратов является Мелфалан (торговые наименования «Алкеран», «Сарколизин»), также известен как L-фенилаланин мустард (L-РАМ).

Концентрат для приготовления раствора (флакон объемом 10 мл) содержит 10 мг мелфалана в 1 мл раствора. Его разбавляют 0,9%-ным раствором хлорида натрия (физ. раствор) с получением раствора для внутривенного введения с концентрацией 0,4 мг/мл. Определите объем добавленного физраствора. Период полувыведения препарата мелфалан из организма человека составляет 20 часов. Рассчитайте, через какое время после внутривенного введения в организме останется 18,75% введенного препарата. (Считать, что период полувыведения не зависит от концентрации).

ЗАДАНИЕ 3.4**6 баллов**

Геометрические изомеры могут значительно отличаться по свойствам и биологической активности. В таблице приведены некоторые свойства изомерных соединений:

| | Цис-изомер | Транс-изомер |  |
|--------------------------------|----------------------------------|---|---|
| Температура плавления | 130°C | 288°C | |
| Растворимость в воде при 25 °С | 78,8 г/л | 6,3 г/л | |
| Распространенность в природе | В природе не встречается; ядовит | В грибах, лишайниках, животных и растительных клетках; участвует в обмене веществ (цикл Кребса) | |

Дымянка
лекарственная
(*Fumaria officinalis*)

Смесь двух геометрических изомеров содержит 3,45% водорода по массе. При сгорании этой смеси образовалась только вода и оксид углерода (IV). Масса образовавшейся воды в 4,889 раз меньше, чем масса углекислого газа. Исходная смесь изомеров массой 11,6 г может максимально прореагировать с 80 мл 2,5М раствора гидроксида натрия или с 16 г брома в растворе. При нагревании смеси до 100°C ее масса уменьшилась до 10,07 г. Определите массовую долю каждого изомера в исходной смеси.

ЗАДАНИЕ 4.4**8 баллов**

Галоформная реакция является одной из старейших известных органических реакций. Ее впервые осуществил французский химик Жорж-Симон Серулла в 1822 году. В результате взаимодействия йода и этанола в присутствии щелочи было получено вещество, названное тогда «гидроидид углерода». Оно обладает антисептическими свойствами; выделяющийся из препарата йод оказывает антимикробное, рассасывающее и противовоспалительное действие, способствует очищению раневой поверхности и усиливает грануляцию.

К раствору кетона X в диоксане добавили раствор гидроксида натрия и избыток раствора йода, при этом образовалось 29,55 г желтого осадка, в котором массовая доля йода составляет 96,7%, а массовая доля водорода 0,25%, и соль карбоновой кислоты массой 7,2 г. Такая же масса кетона X реагирует с гидразином (NH₂-NH₂), продукт реакции восстановили твердым гидроксидом калия при нагревании в присутствии катализатора и получили 3,22 г углеводорода Y (один из продуктов реакции – азот). Определите выход реакции восстановления и массу йода, необходимую для окисления кетона X. Напишите уравнения реакций.

ЗАДАНИЕ 5.4**10 баллов**

Константа растворимости – это константа равновесия процесса диссоциации малорастворимого электролита в насыщенном растворе. Она равна произведению равновесных молярных концентраций образующихся при диссоциации ионов с учетом (в степенях) стехиометрических коэффициентов. Водородный показатель pH – это отрицательный десятичный логарифм равновесной молярной концентрации ионов водорода в растворе.

Гидроксид кальция используется в медицине как вяжущее средство. Используется в стоматологии, например, препарат Calciyl (гидроксид кальция в растворе Рингера).

Растворимость гидроксида кальция при 25°C составляет 86 мг в 100 г воды. Определите константу растворимости гидроксида кальция; рассчитайте pH насыщенного раствора (изменением объема при растворении вещества пренебречь).

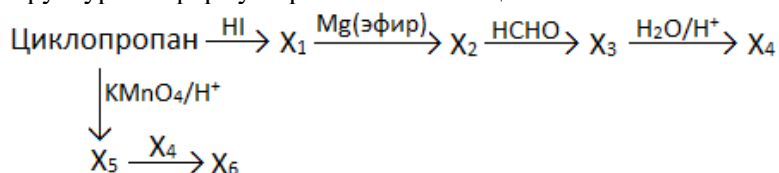
ЗАДАНИЕ 6.4**10 баллов**

Элемент X, широко используемый в составе конструкционных материалов в ортопедической стоматологии, образует соединение $[X(CO)_4]$, в которой массовая доля углерода составляет 28,12%. При взаимодействии простого вещества X с разбавленной азотной кислотой образуется соль светло-зеленого цвета, которую выделили из раствора в виде кристаллогидрата А синего цвета. В веществе (А) каждый 27-й атом – это атом X.

Кристаллогидрат (А) прокалили при $300^{\circ}C$ до постоянной массы, при этом образовался твердый остаток желтого цвета, который растворили в 30%-ном растворе аммиака (плотность раствора 0,895 г/мл) с образованием комплексного гидроксида $[X(NH_3)_6](OH)_2$. Рассчитайте минимальный объем раствора аммиака, необходимый для растворения твердого остатка, если масса взятого кристаллогидрата А равна 43,6 г. Напишите уравнения реакций.

ЗАДАНИЕ 7.4**12 баллов**

Напишите уравнения реакций, соответствующих схеме превращений, с использованием структурных формул органических веществ:

**ЗАДАНИЕ 8.4****12 баллов**

Бинарные соединения фтора с азотом (фториды азота) – тяжелые негорючие газы, применяемые в микроэлектронике. Это токсичные химические вещества, которые раздражают кожу, глаза и легкие, а также являются нейротоксинами, вызывающими метгемоглобинемию.

Смешали аммиак и фтор. Плотность полученной газовой смеси равна 1,161 г/л (н.у.). Смесь нагрели в атмосфере азота до $140^{\circ}C$. В результате реакции образовалась соль и газ с относительной плотностью по неону 3,55. Газ собрали и пропустили через горячий концентрированный раствор гидроксида калия, при этом произошел полный гидролиз. При выпаривании воды получили смесь двух солей. Рассчитайте массовые доли солей в образовавшейся смеси.

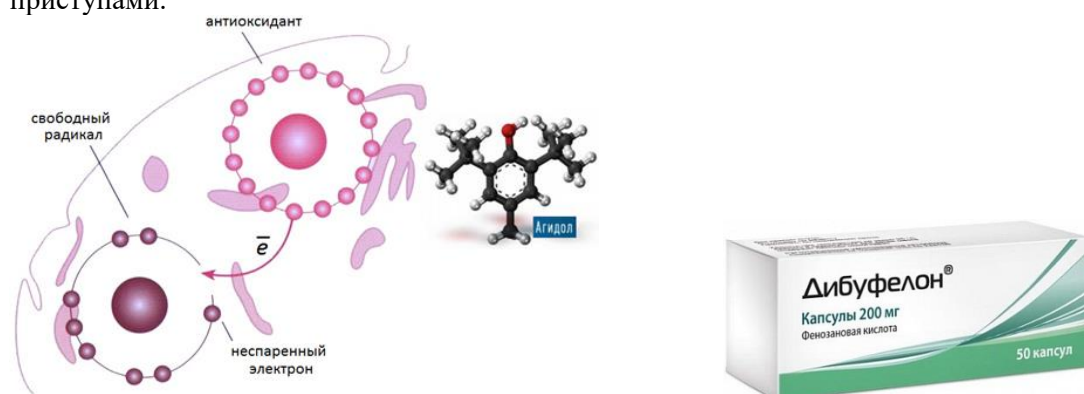
ЗАДАНИЕ 9.4**12 баллов**

Бинарные соединения калия и натрия с кислородом используются для регенерации выдыхаемой газовой смеси в системах жизнеобеспечения, в кислородных масках при оксигенотерапии (метод лечения гипоксемии и тканевой гипоксии с применением кислорода), а также, в изолирующих противогазах.

При сгорании калия массой 17,55 г образовалась смесь кристаллических веществ X (желтого цвета) и Y (белого цвета). В полученной смеси из каждых восьми атомов – 3 атома калия. Определите, во сколько раз объем газа А, который выделится при обработке полученной смеси веществ X и Y горячей водой больше, чем объем газа А, полученного при нагревании такой же массы смеси веществ X и Y с оксидом азота (IV) (считать, что объемы газов измерены при одинаковых условиях). Напишите уравнения всех реакций.

ЗАДАНИЕ 10.4**18 баллов**

Пространственно экранированные фенолы являются эффективными антиоксидантами. В ряду замещённых фенолов значительное распространение приобрели 2,6-ди-*трет*-бутилфенолы, они хорошо изучены и обладают заметным антиоксидантным потенциалом. Наиболее известными являются: 3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидрокситолуол (ионол, агидол, препарат Дибунол), дибунол, – ранозаживляющие средства при ожогах I-II степени, лучевых и трофических язвах. Фрагмент 2,6-ди-*трет*-бутилфенола применяется и в других лекарственных средствах. Препарат Дибуфелон (фенозановая кислота) зарегистрирован в РФ (РУ № ЛП-005332) и применяется в качестве компонента комбинированной терапии у пациентов с парциальными эпилептическими приступами.



Напишите структурную формулу Фенозановой кислоты (3-(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил)пропановая кислота). Осуществите синтез фенозановой кислоты из 4-гидроксibenзальдегида в три стадии, напишите уравнения реакций:

- 1) алкилирование 4-гидроксibenзальдегида изобутиленом в присутствии кислотного катализатора;
- 2) конденсация продукта с малоновой (пропандиовой) кислотой в присутствии органического основания – пиридина до прекращения выделения углекислого газа;
- 3) гидрирование полученной кислоты натрийборгидридом или водородом в присутствии никелевого катализатора.

Для количественного определения фенозановой кислоты в лекарственной субстанции используется метод кислотно-основного титрования. Навеску субстанции массой 0,400г растворяют в мерной колбе объемом 50 мл в 96%-ном этиловом спирте и объем раствора доводят до метки спиртом. Из полученного раствора отбирают пробу для титрования объемом 10,0 мл, добавляют индикатор – фенолфталеин и титруют 0,1М раствором гидроксида натрия до розового

окрашивания (кислота титруется как одноосновная!). На титрование было израсходовано 2,80 мл раствора титранта. Определите массовую долю фенозановой кислоты в лекарственной субстанции.