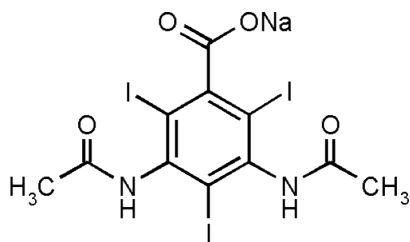


10 класс 2021 г.

1-1. Йодсодержащие производные бензойной кислоты (трийодбензоаты) широко используются в качестве рентгеноконтрастных средств в различных видах лучевой диагностики. Рассчитайте массовую долю йода в препарате амидотризоат натрия. 60%-ный раствор для инъекций содержит 600 мг амидотризоата натрия в 1 мл раствора. Определите максимальный объем раствора для внутривенного введения, если безопасная разовая доза для взрослого составляет 20 г йода.



амидотризоат натрия

Ответ: 55,5 мл

2-1. Раствор (30%) тиосульфата натрия используют для внутривенного введения в качестве антидота при отравлениях соединениями мышьяка, ртути, свинца, цианидами, солями йода, брома, а также в составе комбинированной терапии аллергических заболеваний, артрита, невралгии.

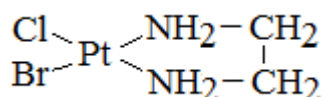
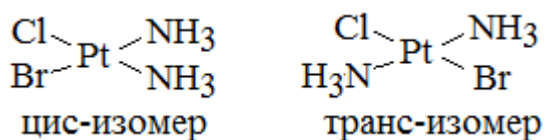
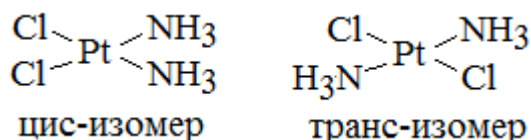
В 500 мл воды, нагретой до 80⁰С, растворили 1150 г тиосульфата натрия (Na₂S₂O₃) и получили насыщенный раствор. При охлаждении этого раствора до 50⁰С осаждается дигидрат соли. Определите массу полученного дигидрата, если растворимость безводной соли при 50⁰С составляет 170 г в 100 мл воды. Тиосульфат натрия называют «антихлором», т.к. в I Мировую войну марлевые повязки, пропитанные раствором этой соли, использовали для защиты органов дыхания от хлорсодержащих отравляющих веществ. Напишите уравнение реакции хлора с раствором тиосульфата натрия.

Ответ: 599 г

3-1. Комплексные соединения платины (II), имеющие плоскую квадратную координацию лигандов, обладают противоопухолевым действием. В клинической практике на основе таких соединений разработаны биохимические лекарственные препараты, действие которых основано на специфическом связывании комплекса с ДНК раковой клетки. Однако, таким действием обладают только цис-изомеры комплексов платины. Изобразите структурные формулы всех возможных геометрических изомеров соединений:

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{BrCl}]$ и $[\text{Pt}(\text{en})\text{BrCl}]$,
где en – этилендиамин ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$).

Ответ:



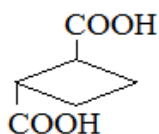
4-1. Препараты лития, в частности карбонат лития, применяются в качестве психотропных лекарственных средств – нормотимиков (стабилизаторов настроения) – при лечении аффективных расстройств.

Эквимольную (содержащую равные количества вещества) смесь карбоната лития и нитрата хрома (III) общей массой 15,6 г прокалили на воздухе до постоянной массы. Полученный твердый остаток полностью растворили в 60 мл 4%-го раствора серной кислоты (плотность 1,021 г/мл). Определите массовые доли солей в полученном растворе.

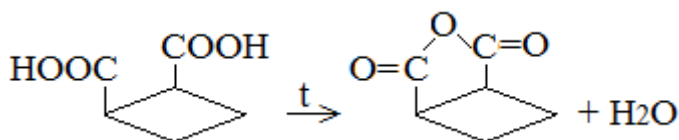
Ответ: 8,5%, 4,1%

5-1. К веществам, входящим в состав аэрозольной упаковки медицинских препаратов, относятся пропелленты, в частности, фреоны. Наиболее применимым среди таких веществ в силу нетоксичности и инертности является Фреон С-318, представляющий производное циклобутана. Одно из производных циклобутана – циклобутандикарбоновая кислота – существует в виде пяти изомеров. Приведите структурные формулы и назовите изомеры по систематической номенклатуре, если известно, что изомер X_1 существует в виде оптических антиподов (энантиомеров), X_2 легко образует циклический ангидрид при слабом нагревании, X_3 – образует циклический ангидрид только при высокой температуре; при нагревании изомера X_4 выделяется углекислый газ, а изомер X_5 при нагревании не претерпевает изменений. Напишите уравнения упомянутых реакций с участием изомеров X_2 , X_3 и X_4 .

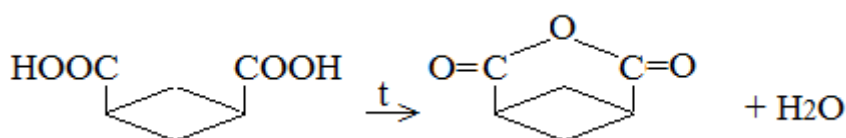
Ответ: X_1 – транс-циклобутан-1,2-дикарбоновая кислота



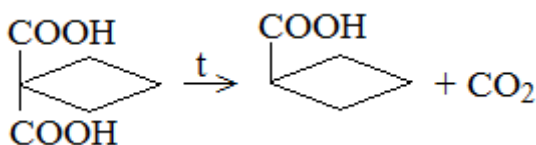
X₂ – цис-циклобутан-1,2-дикарбоновая кислота



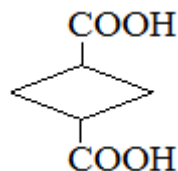
Изомер X₃ – цис-циклобутан-1,3-дикарбоновая кислота



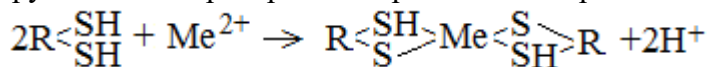
X₄ – циклобутан-1,1-дикарбоновая кислота



Изомер X₅ – транс-циклобутан-1,3-дикарбоновая кислота

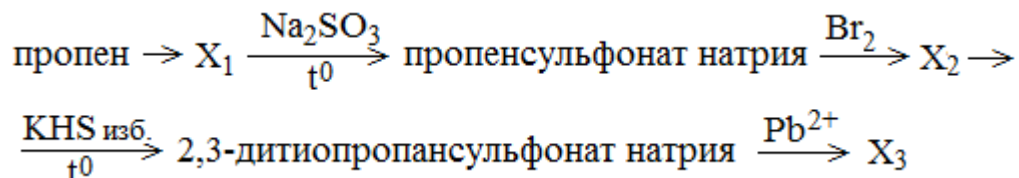


6-1. Дезинтоксикационные лекарственные средства используются в качестве антидота при отравлении соединениями тяжелых металлов. Терапевтическое действие связано со способностью тиольных групп таких препаратов образовывать прочные комплексы

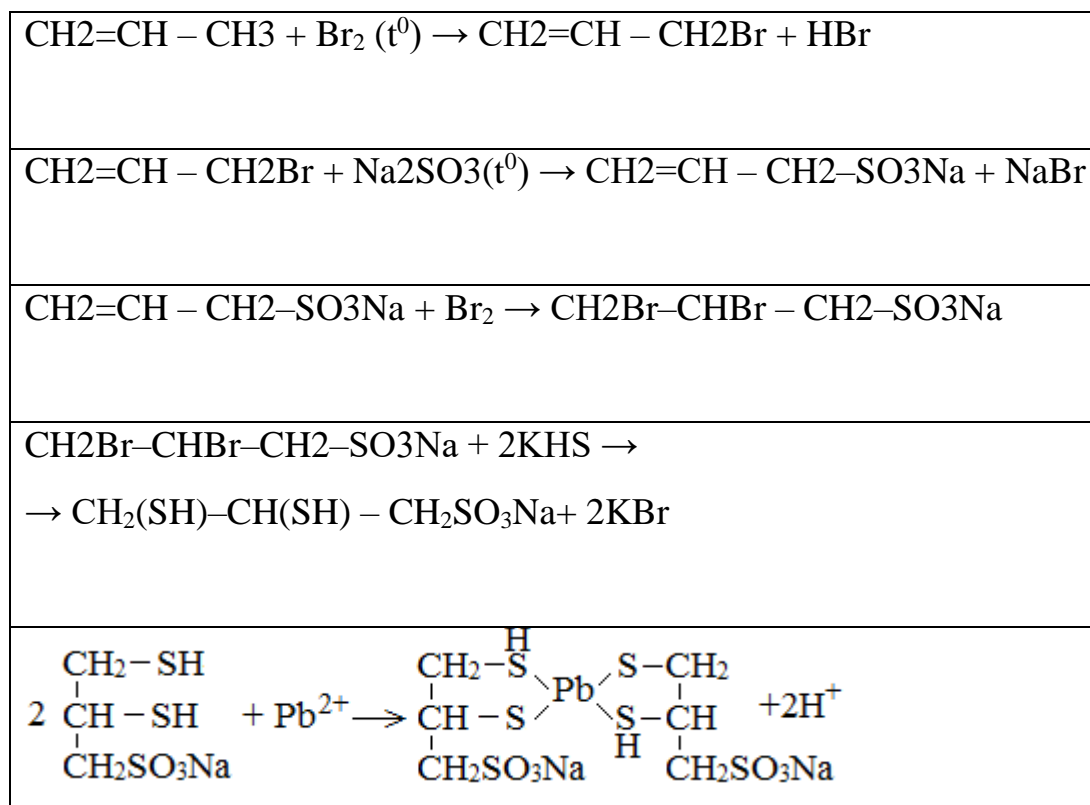


с ионами металлов по схеме:

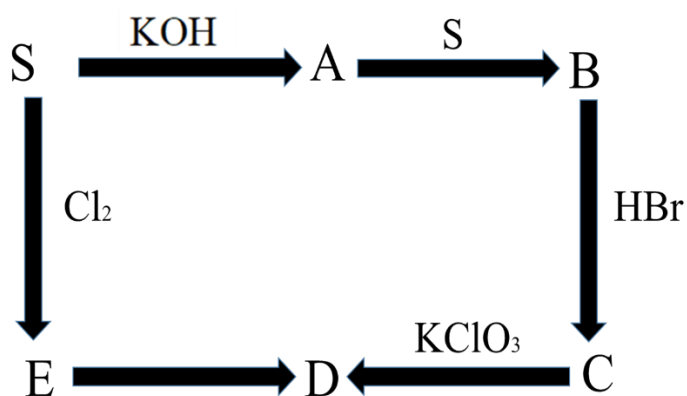
Одним из таких препаратов является Унитиол – 2,3-дителиопропансульфонат натрия. Напишите уравнения реакций (с использованием структурных формул органических веществ) синтеза Унитиола из пропена и его реакцию с ионами свинца (II):



Ответ:



7-1. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений:



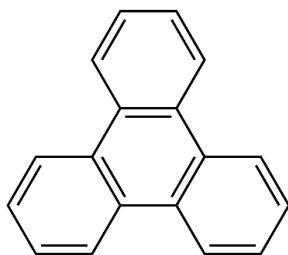
Ответ: A-K₂SO₃; B-K₂S₂O₃; C-SO₂; D-H₂SO₄; E-SCl₂

8-1. Основной компонент минерала меллит (медовый камень) – соль бензолполикарбоновой кислоты, которую называют «растворимый уголь». Соли этой кислоты применяются в медицине в качестве диуретического и желчегонного средства. Органическое вещество X₁, относящееся к классу карбоновых кислот, можно получить двумя способами:

1) Бутин-2 подвергают тримеризации с образованием углеводорода X₂, который окисляют подкисленным раствором перманганата калия с образованием вещества X₁.

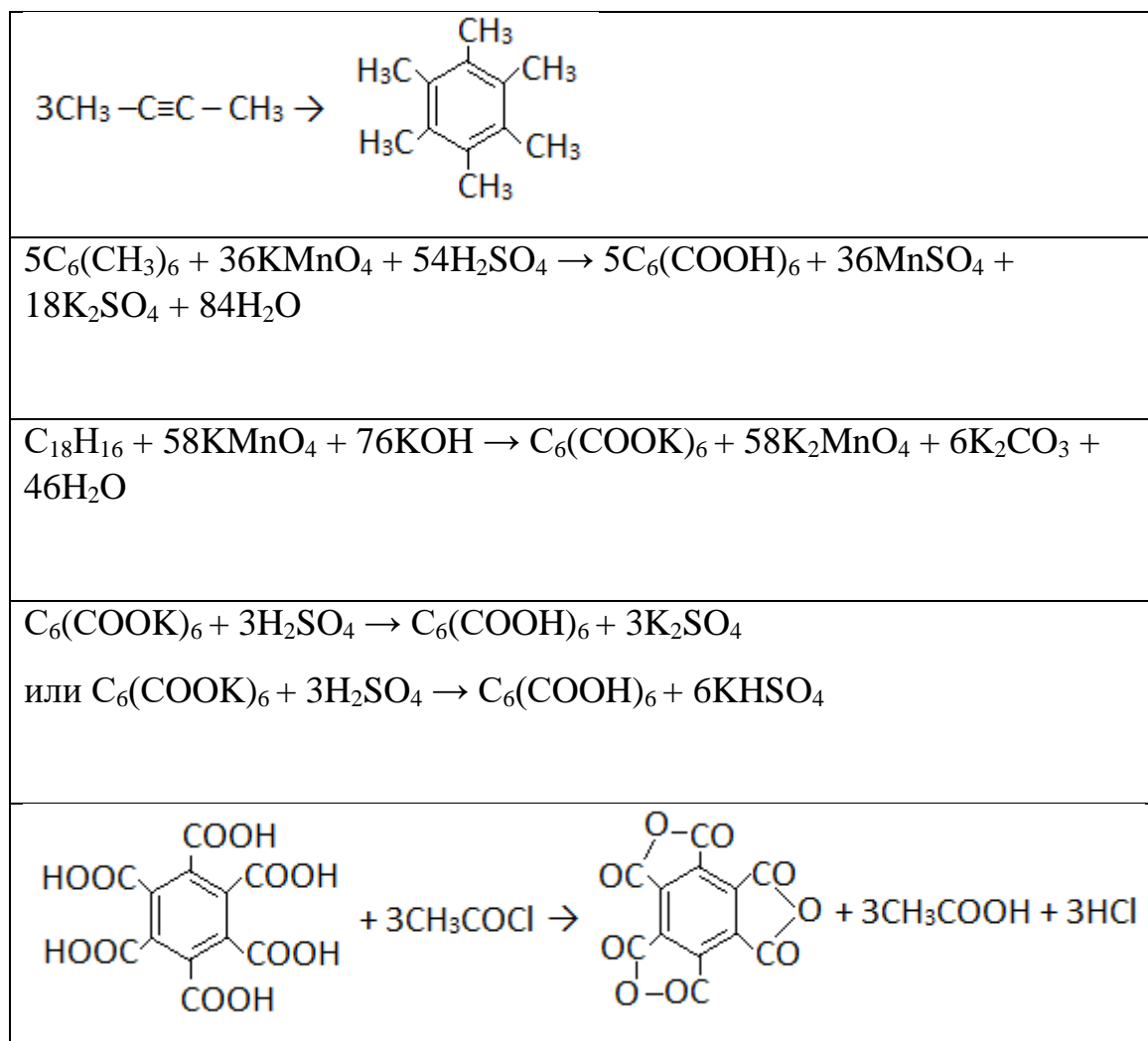
2) Трифенилен окисляют перманганатом калия в щелочной среде и получают соль X₃, которую выделяют и подкисляют разбавленной серной кислотой с образованием вещества X₁.

Вещество X₁ при нагревании до 120⁰С медленно реагирует с ацетилхлоридом (CH₃COCl) с образованием соединения X₄, состоящего из двух элементов с равными массовыми долями. Напишите уравнения пяти реакций с использованием структурных формул органических веществ и рассчитайте выход ангидрида, если для реакции было взято 68,4 г вещества X₁ и получено 40,3 г X₄.



Трифенилен

Ответ: 70%

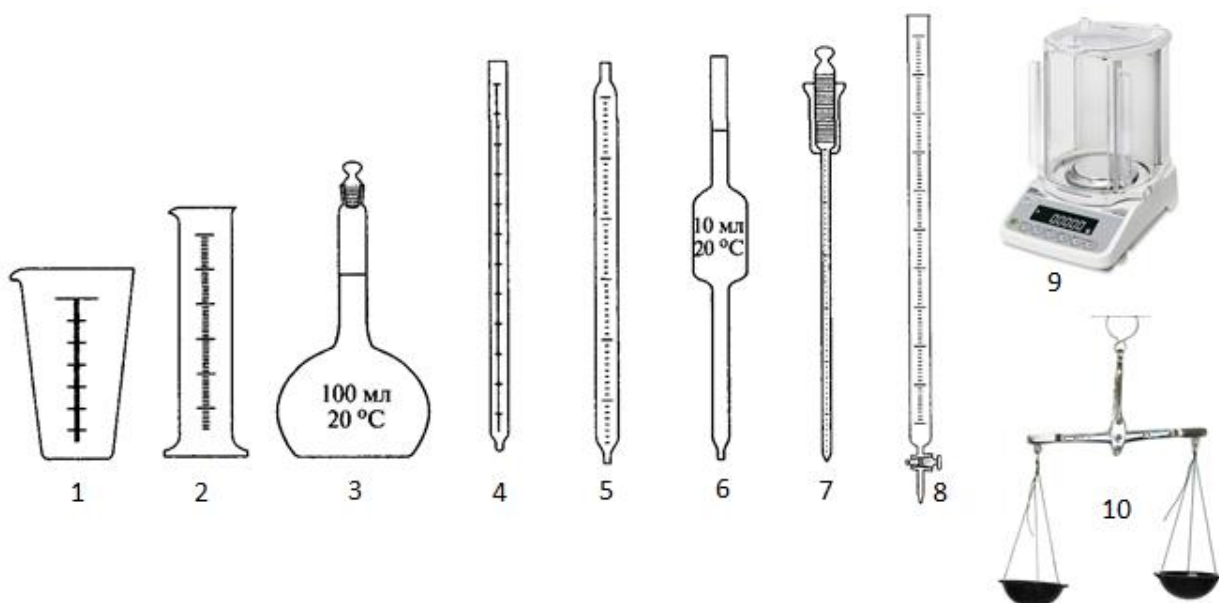


9-1. Пероксиды и надпероксиды щелочных металлов – компоненты систем регенерации кислорода, используются в системах жизнеобеспечения космических станций и подводных лодок.

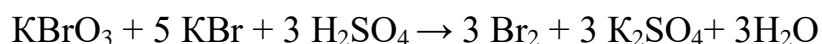
Натрий массой 7,59 г полностью сожгли на воздухе и получили твердое вещество желтоватого цвета, в котором на 11 атомов натрия приходится 12 атомов кислорода. Это вещество смешали с углеродом и нагрели до 100⁰С. Полученный твердый остаток полностью растворили в 200 мл воды. Определите минимальную массу 5%-го раствора хлорида железа (III), которую необходимо добавить к полученному раствору, чтобы полностью осадить гидроксид железа (III). Рассчитайте массовую долю соли в образовавшемся растворе.

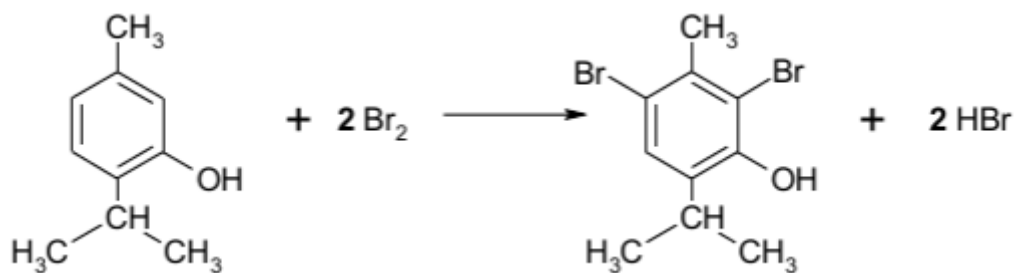
Ответ: 357,5 г; 3,47%

10-1. Тимол (5-метил-2-изопропилфенол) применяется в медицине при лечении гельминтозов; наружно в качестве антисептического средства для дезинфекции полости рта, носоглотки; в стоматологической практике — для обезболивания дентина. Для количественного определения тимола в лекарственной субстанции используют прямое броматометрическое титрование. Для этого 0,940 г субстанции помещают в мерную колбу на 100 мл и растворяют в 10 мл раствора гидроксида натрия, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Аликвотную долю полученного раствора объемом 10,0 мл переносят в колбу для титрования, добавляют 0,5 г бромиды калия (избыток), 40 мл разбавленной серной кислоты (избыток), 3 капли метилового оранжевого и при сильном взбалтывании титруют 0,05 М раствором бромата калия до исчезновения розовой окраски. На титрование затрачено 8,1 мл раствора бромата калия. Определите массовую долю тимола в субстанции. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Ответ: 96,9%

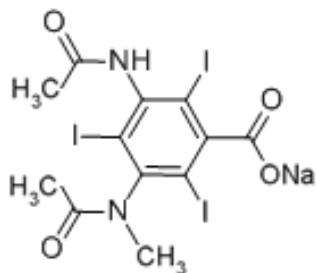




- 3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;
 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора;
 8 – бюретка – для определения объема титранта;
 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.

1-2. Йодсодержащие производные бензойной кислоты (трийодбензоаты) широко используются в качестве рентгеноконтрастных средств в различных видах лучевой диагностики.

Рассчитайте массовую долю йода в препарате метризоат натрия. 76%-ный раствор для инъекций содержит 760 мг метризоата натрия в 1 мл раствора. Пациенту ввели внутривенно 30 мл раствора. Определите массу йода, который попал при этом в организм.



метризоат натрия

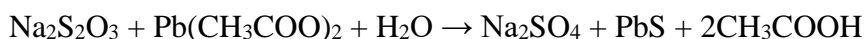
Ответ: 13,4 г

2-2. Раствор (30%) тиосульфата натрия используют для внутривенного введения при отравлениях соединениями мышьяка, ртути, свинца, цианидами, солями йода и брома, а также в составе комбинированной терапии аллергических заболеваний, артрита, невралгии.

В 1 л воды, нагретой до 80°C, растворили 1000 г тиосульфата натрия (Na₂S₂O₃). При охлаждении этого раствора до 40°C осаждается пентагидрат соли. Определите массу полученного пентагидрата, если растворимость безводной соли при 40°C составляет 95 г в 100 мл воды.

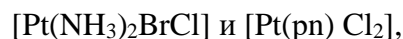
Тиосульфат натрия используют в качестве антидота при отравлении соединениями тяжелых металлов. Напишите уравнение реакции тиосульфата натрия с ацетатом свинца; в результате реакции образуется черный осадок.

Ответ: 171 г



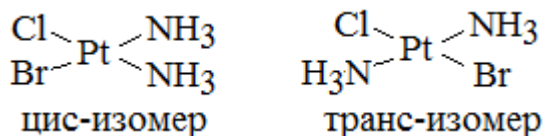
3-2. Комплексные соединения платины (II), имеющие плоскую квадратную координацию лигандов, обладают противоопухолевым действием. В клинической практике на основе

таких соединений разработаны биохимические лекарственные препараты, действие которых основано на специфическом связывании комплекса с ДНК раковой клетки. Однако, таким действием обладают только цис-изомеры комплексов платины. Изобразите структурные формулы всех возможных пространственных изомеров соединений:

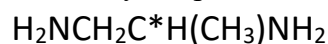


где pn – пропилендиамин: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{NH}_2$

Ответ:



В молекуле пропилендиамина есть асимметрический атом углерода:

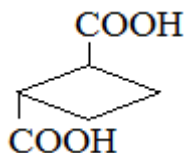


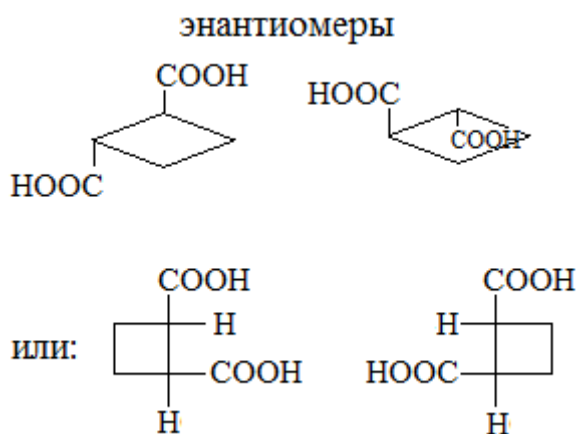
4-2. Препараты лития, в частности карбонат лития, применяются в качестве психотропных лекарственных средств – нормотимиков (стабилизаторов настроения) – при лечении аффективных расстройств. Эквимолярную (содержащую равные количества вещества) смесь карбоната лития и нитрата алюминия общей массой 11,48 г прокалили на воздухе до постоянной массы. Полученный твердый остаток полностью растворили в 100 мл 10%-го раствора хлороводородной кислоты (плотность 1,06 г/мл). Определите массовые доли солей в полученном растворе.

Ответ: 3,1%, 4,9%

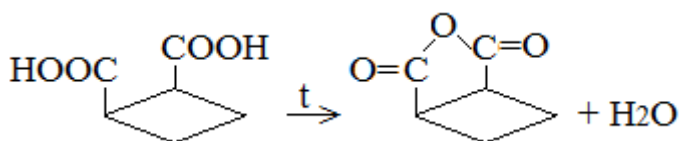
5-2. К веществам, входящим в состав аэрозольной упаковки медицинских препаратов, относятся пропелленты, в частности, фреоны. Наиболее применимым среди таких веществ в силу нетоксичности и инертности является Фреон С-318, представляющий производное циклобутана. Одно из производных циклобутана – циклобутандикарбоновая кислота – существует в виде пяти изомеров. Известно, что один из изомеров (X_1) существует в виде рацемата – смеси оптических антиподов (энантимеров); изомер X_2 при нагревании образует циклический ангидрид и является геометрическим изомером X_1 . Изомер X_3 при нагревании разлагается с выделением углекислого газа. Приведите структурные формулы изомеров X_1 , X_2 , X_3 и назовите их по систематической номенклатуре. Приведите структурные формулы энантимеров соединения X_1 . Напишите уравнения упомянутых реакций с участием изомеров X_2 и X_3 .

Ответ: X_1 – транс-циклобутан-1,2-дикарбоновая кислота

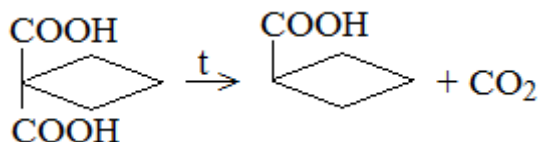




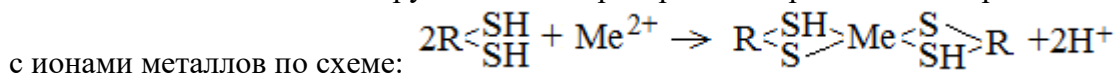
Изомер X₂ – цис-циклобутан-1,2-дикарбоновая кислота



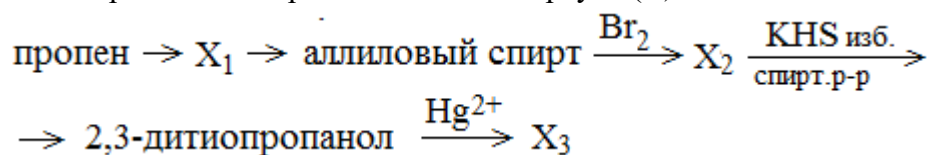
Изомер X₃ – циклобутан-1,1-дикарбоновая кислота



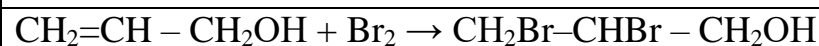
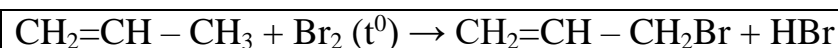
6-2. Дезинтоксикационные лекарственные средства используются в качестве антидота при отравлении соединениями тяжелых металлов. Терапевтическое действие связано со способностью тиольных групп таких препаратов образовывать прочные комплексы

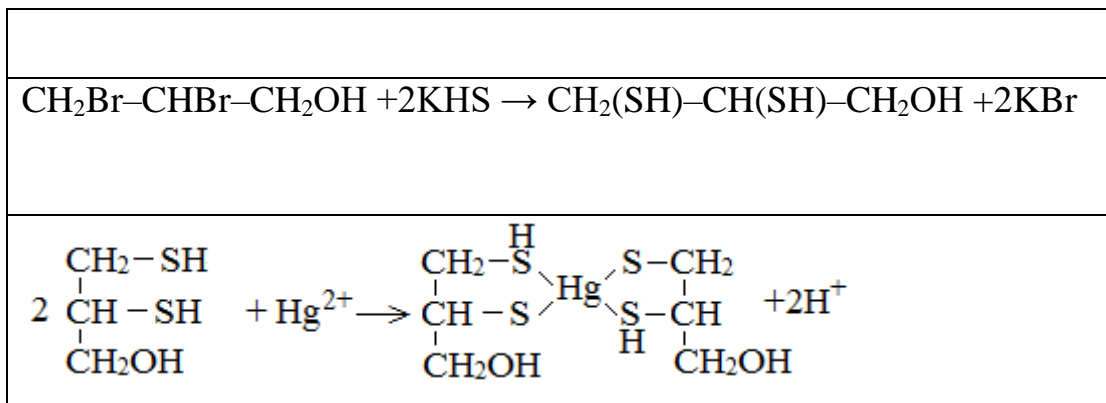


Одним из таких препаратов является Димеркапрол (БАЛ) – 2,3-дителиопропанол. Напишите уравнения реакций (с использованием структурных формул органических веществ) синтеза Димеркапрола из пропена и его реакцию с ионами ртути (II):

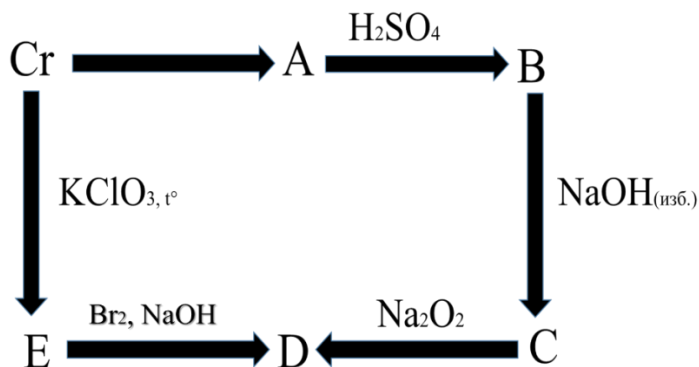


Ответ:





7-2. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений:



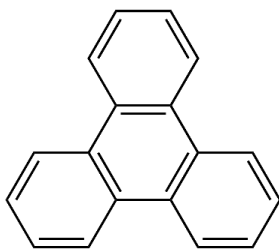
Ответ: A-CrBr₂; B-Cr₂(SO₄)₃; C-Na[Cr(OH)₄], D-Na₂CrO₄; E-Cr₂O₃

8-2. В медицине широко применяются полиамидные и полиимидные материалы. Мономерами для получения полиимидных материалов служат внутримолекулярные ангидриды бензолполикарбоновых кислот, в частности, пиромеллитовыйдиангидрид (ПМДА). Органическое вещество X₁, относящееся к классу ангидридов кислот, можно получить двумя способами:

1) Дуrol (1,2,4,5-тетраметилбензол) окисляют подкисленным раствором перманганата калия с образованием кислоты X₂, которую выделяют и нагревают до 190⁰С – образуется вещество X₁.

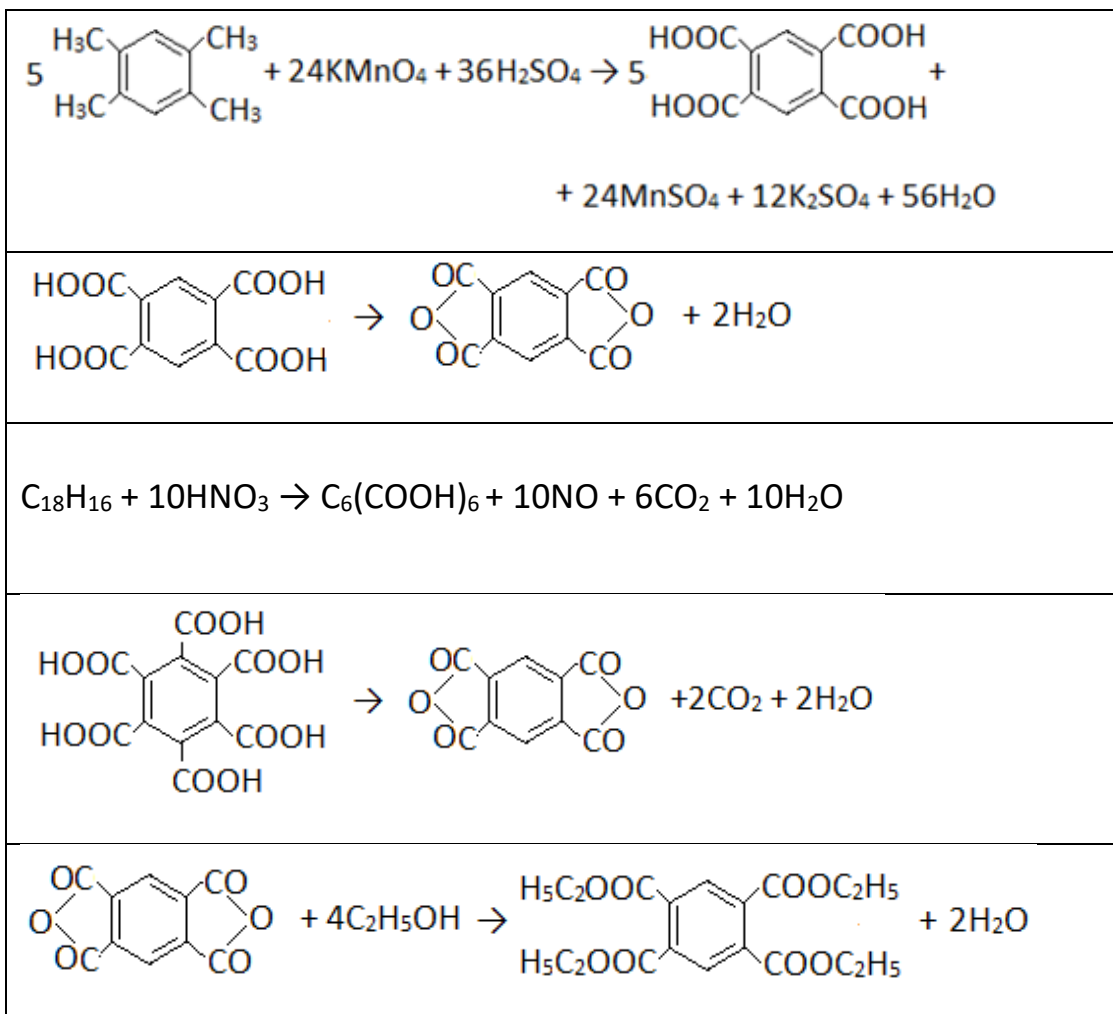
2) Трифенилен окисляют азотной кислотой при нагревании до 160⁰С и получают кислоту X₃, в которой массовая доля углерода равна 42,11%, а массовая доля кислорода 56,14%. При нагревании кислоты X₃ до высокой температуры она частично декарбоксилируется с образованием вещества X₁.

Вещество X₁ реагирует с избытком этанола с образованием сложного эфира X₄. Напишите уравнения пяти реакций с использованием структурных формул органических веществ и рассчитайте выход реакции окисления трифенилена, если для реакции было взято 46,4 г трифенилена и получено 30,8 г вещества X₃.



трифенилен

Ответ: 45%

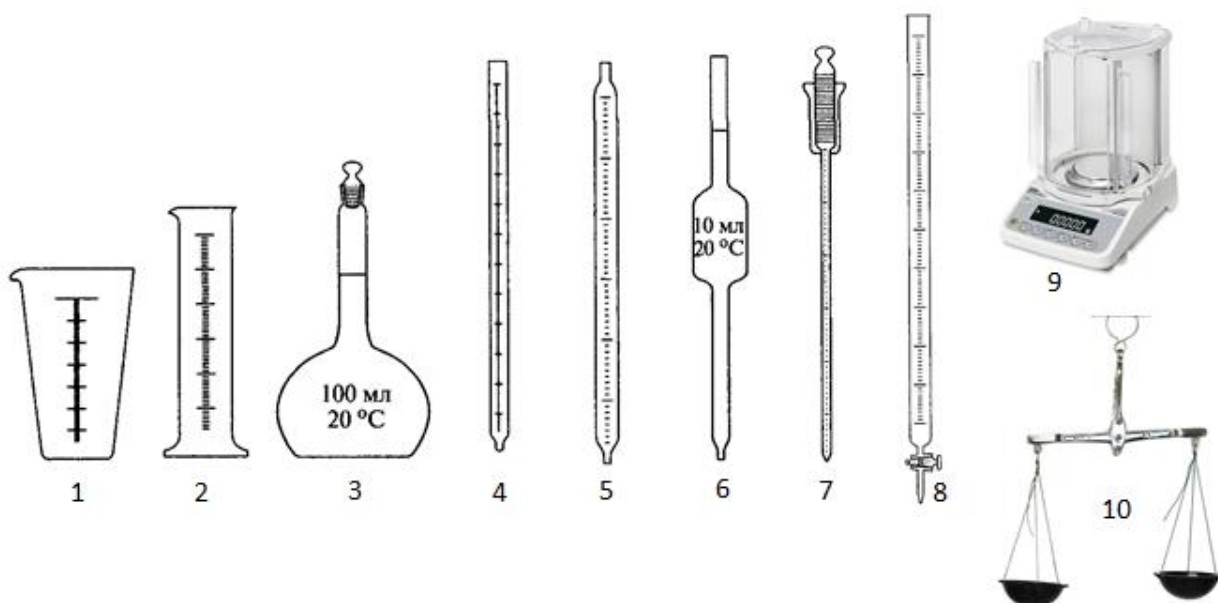


9-2. Пероксиды и надпероксиды щелочных металлов – компоненты систем регенерации кислорода, используются в системах жизнеобеспечения космических станций и подводных лодок.

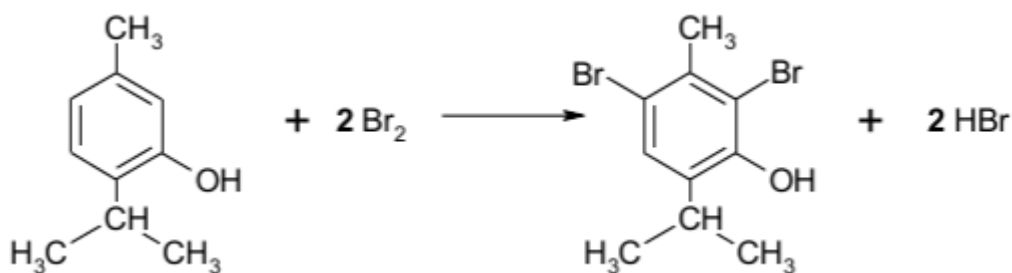
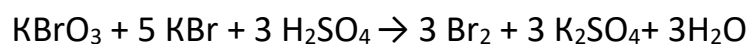
Натрий полностью сожгли на воздухе и получили твердое вещество желтоватого цвета массой 13,35 г, в котором на 11 атомов натрия приходится 12 атомов кислорода. Через это вещество пропускали углекислый газ до прекращения изменения массы твердого вещества. Полученный твердый остаток полностью растворили в 200 мл воды. Определите минимальный объем 10%-го раствора сульфата меди (II) с плотностью 1,1 г/мл, который необходимо добавить к полученному раствору, чтобы полностью осадить основной карбонат меди. Рассчитайте массовую долю соли в образовавшемся растворе.

Ответ: 240 мл; 5,1%

10-2. Тимол (5-метил-2-изопропилфенол) применяется в медицине при лечении гельминтозов; наружно в качестве антисептического средства для дезинфекции полости рта, носоглотки; в стоматологической практике — для обезболивания дентина. Для количественного определения тимола в лекарственной субстанции используют прямое броматометрическое титрование. Для этого 0,460 г субстанции помещают в мерную колбу на 100 мл и растворяют в 5 мл раствора гидроксида натрия, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Аликвотную долю полученного раствора объемом 20,0 мл переносят в колбу для титрования, добавляют 0,5 г бромиды калия (избыток), 40 мл разбавленной серной кислоты (избыток), 3 капли метилового оранжевого и при сильном взбалтывании титруют 0,085М раствором бромата калия до исчезновения розовой окраски. На титрование затрачено 4,7 мл раствора бромата калия. Определите массовую долю тимола в субстанции. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Ответ: 97,7%



3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;

6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора;

8 – бюретка – для определения объема титранта;

9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.