

11 класс 2021 г.

1.1. Одним из препаратов для лечения коронавирусной инфекции является препарат «Фавипиравир». «Фавипиравир» («Авиган») был зарегистрирован в Японии в 2014 году как средство от гриппа. Производитель – компания Fujifilm Toyama Chemical. В регистрации прописаны ограничения, в частности разрешено использование против новых вирусов гриппа и в случаях, когда другие препараты не действуют, иными словами – как крайняя мера. По данным западной прессы, сам процесс регистрации был трудным и занял три года, что было связано с одним из побочных действий – уродствами у новорожденных. Поэтому препарат противопоказан беременным и кормящим матерям.

Установите формулу и значение молярной массы основного действующего вещества препарата «Фавипиравир», если суммарное количество атомов в его молекулах в 15 раз больше количества молекул их содержащих. Общее количество углерода равно сумме количеств атомов азота и кислорода. Количество атомов водорода на один меньше атомов углерода и в два раза больше атомов кислорода, которых на один больше, чем атомов фтора и на один меньше, чем атомов азота.

Ответ: $C_5H_4FN_3O_2$, $M(C_5H_4FN_3O_2) = 157$

2.1. Открытие фуллеренов – новой формы существования одного из самых распространенных элементов на Земле – углерода, по праву, считается одним из интереснейших и значимых открытий в науке XX века. В настоящее время ученые всего мира активно изучают возможность получения производных фуллеренов для использования в различных отраслях промышленности, в том числе в медицине. Вопросы синтеза фторидов фуллеренов занимают российские ученые лаборатории термодинамики химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. В ходе эксперимента при выдерживании фуллерена C_{60} в потоке газообразного фтора исследователями была получена твердая субстанция, которая, по данным термического анализа, содержала 53,73% (масс.) атомарного фтора, при этом было установлено, что в состав субстанции входят два вещества со значениями молярных масс 1252 г/моль и 1632 г/моль соответственно. Определите формулы соединений и их мольные доли в смеси.

Ответ: $C_{60}F_{28}$, $C_{60}F_{48}$

23% и 77%

3.1. Сплавы золота, применяемые в стоматологии, отличаются высокой прочностью, эластичностью, хорошо поддаются механической обработке, применяются для изготовления коронок, комбинированных зубов, бюгельных протезов. Состав некоторого сплава: золото 60%, платина 20%, серебро 5%, медь 15%.



Стоматологический сплав такого состава массой 10 г обработали конц. азотной кислотой. Нерастворившийся остаток обработали царской водкой. Выделившиеся газы смешали с 4,48 л (н.у.) аргона. Рассчитайте плотность (г\л) выделившейся газовой смеси при 101 кПа и 20 С.

Ответ: 1,64

4.1. Аспартам примерно в 160—200 раз слаще сахара, не имеет запаха, хорошо растворим в воде. Аспартам выпускается под различными торговыми марками как отдельно, так и в составе смесей сахарозаменителей. Аспартам является вторым по популярности подсластителем и входит в состав огромного количества продуктов и напитков, в том числе: безалкогольных напитков, горячего шоколада, жевательных резинок, конфет, йогуртов, заменителей сахара, витаминов, таблеток против кашля и многого другого.

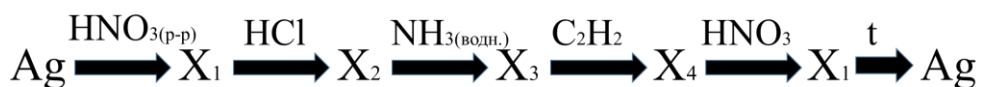
Аспартам является дипептидом, который образуется при взаимодействии аспарагиновой (2-аминобутандиовой) кислоты и метилового эфира фенилаланина. Рассчитать массу гидроксикислоты, которая может быть получена при обработке натрия нитритом и соляной кислотой такого же количества аспарагиновой кислоты, которое потребуется для получения 588 г аспартама с выходом 80%.

Ответ: 335

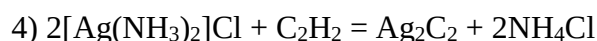
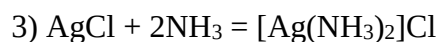
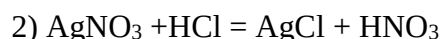
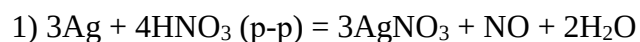
5.1. В фармацевтической практике фенол и его производные используются как компоненты антисептических средств. Смесь двух ближайших гомологов фенола общей массой 89,25 г подвергли каталитическому гидрированию и, с выходом реакции равным 80%, получили смесь циклических насыщенных спиртов общей массой 75 г. Установите молярную массу более легкого гомолога в смеси, напишите его структурную формулу и уравнения вышеперечисленных реакций.

Ответ: C₇H₈O, 108 г/моль

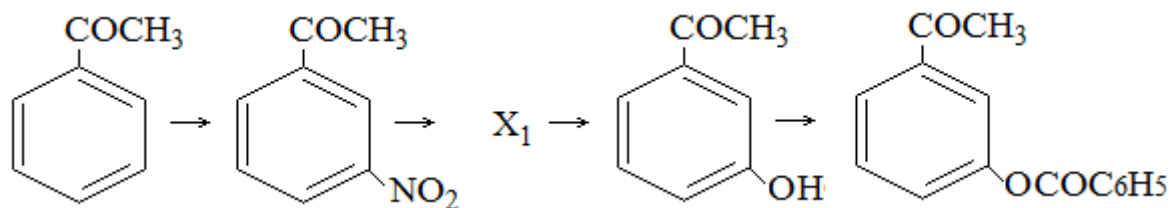
6.1. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений:



Ответ:

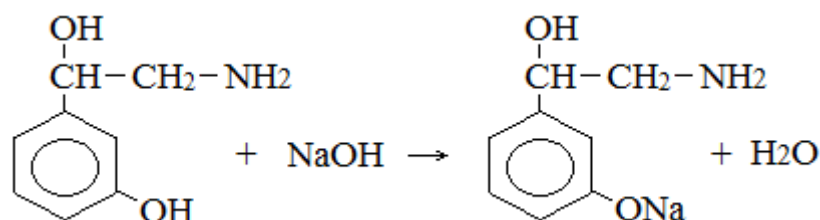
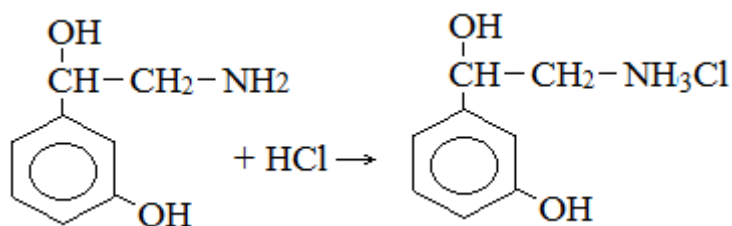
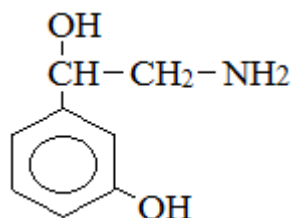


7.1. Ацетофенон является исходным веществом для получения физиологически активного соединения А, действующего на симпатическую нервную систему. Напишите уравнения реакций, соответствующие первым четырем стадиям получения вещества А:



Установите структурную формулу соединения А, если его состав (в массовых %): 62,74% углерода, 7,19% водорода, 20,92% кислорода и азот. В структуре соединения присутствуют первичная аминогруппа и вторичная спиртовая группа. Напишите уравнения реакций вещества А со щелочью и с хлороводородной кислотой.

Ответ:



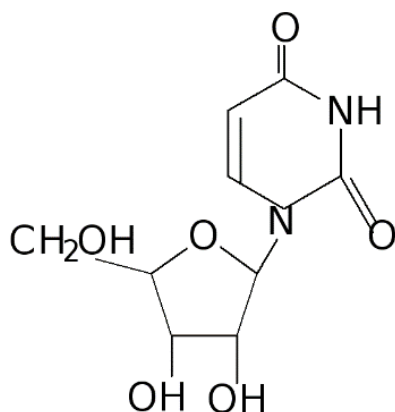
8.1. Массовая доля сульфата одновалентного металла, в насыщенном при 0°C растворе составляет 4,3%. После добавления к достаточному количеству раствора 10,397 г безводного сульфата этого металла, в осадок выкристаллизовалось 25 г его декагидрата. Установить исходный сульфат.

Ответ: Na_2SO_4

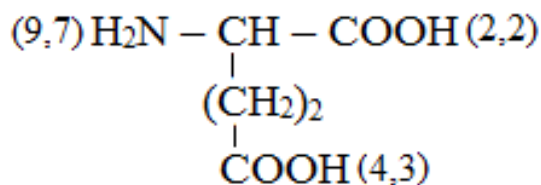
9.1. Природные нуклеозиды получают преимущественно гидролизом ДНК или РНК с последующим ферментативным дефосфорилированием полученной смеси нуклеозидфосфатов и хроматографическим разделением. При гидролизе некоторого нуклеозидфосфата получены углевод и нуклеиновое основание, которые были сожжены отдельно в избытке кислорода. В каждом случае продукты сгорания были пропущены через избыток

баритовой воды. Масса осадка, полученная в первом случае, составила 24,625 г и оказалась больше массы осадка, который был получен во втором случае. Объем непоглощенного газа во втором случае равен объему газа, образующемуся при взаимодействии 1,12 л аммиака с оксидом меди(II) (н.у). Установите строение нуклеозида и составьте его структурную формулу.

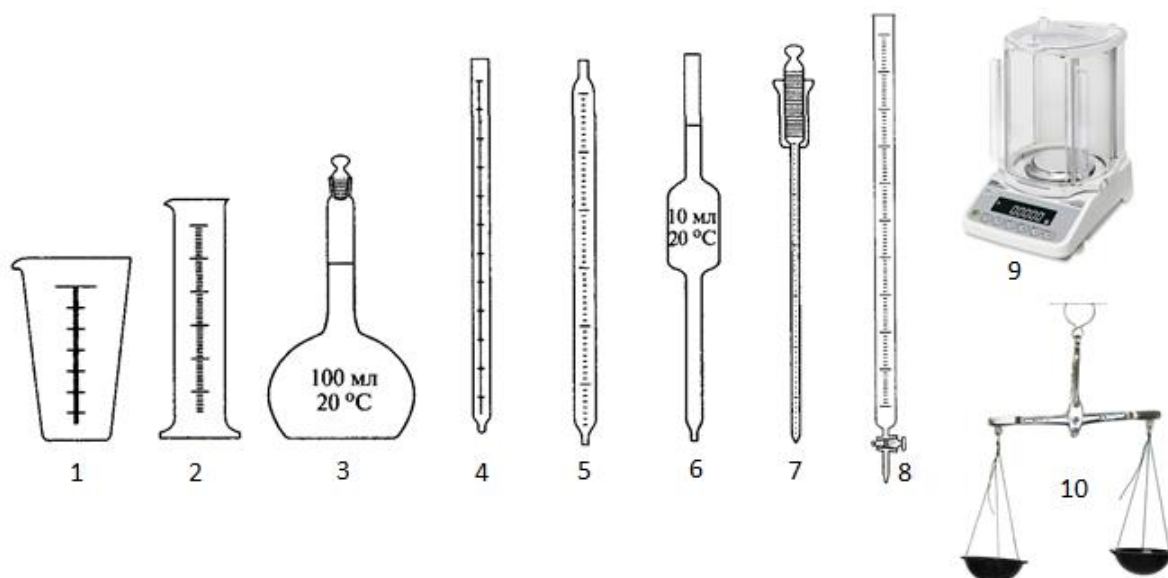
Ответ: уридин



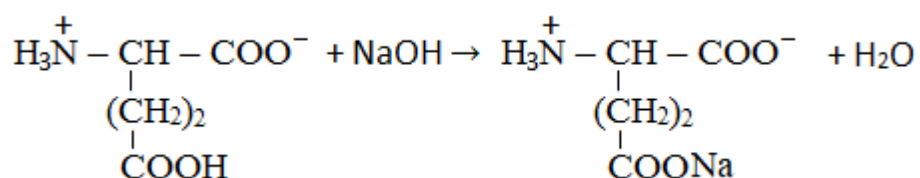
10.1. Глутаминовая кислота используется в качестве хирального строительного блока в органическом синтезе. В медицине применение глутаминовой кислоты оказывает психостимулирующее, возбуждающее и ноотропное действие, что используют в лечении ряда заболеваний нервной системы. Для количественного определения глутаминовой кислоты в лекарственной субстанции используют алкалиметрическое титрование. Для этого 0,450 г субстанции помещают в мерную колбу на 100 мл и растворяют в воде, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Аликвотную долю полученного раствора объемом 20,0 мл переносят в колбу для титрования, добавляют 3 капли индикатора бромтимолового синего и титруют 0,12 М раствором гидроксида натрия до перехода желтой окраски в голубовато-зеленую. На титрование затрачено 5,0 мл раствора щелочи. Определите массовую долю глутаминовой кислоты в субстанции. Необходимо учесть, что в водном растворе глутаминовая кислота титруется как одноосновная. Напишите уравнение реакции, лежащей в основе данного метода. Объясните принцип выбора индикатора, если интервал перехода окраски индикаторов: бромтимоловый синий (pH 6,0–7,6), фенолфталеин (pH 8,3 – 10,5), а значения pK_a ионногенных групп в молекуле глутаминовой кислоты:



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Ответ: 98,0%



- 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. Одним из препаратов для лечения коронавирусной инфекции является триазавирин. Триазавирин – противовирусный препарат прямого действия, эффективный, по заявлению разработчиков, в отношении 15 видов гриппа, – был создан несколько лет назад в Институте органического синтеза имени И.Я. Постовского Уральского отделения РАН. Отмечалось, что триазавирин доказал свою эффективность против РНК-содержащих вирусов: «Он подавляет репродукции вируса гриппа, включая штамм H5N1 (грипп птиц) и H1N1 (грипп свиней), превосходит по своим фармакологическим характеристикам многие аналоги». Препарат проверялся при борьбе с лихорадкой Эбола и с вирусом Зика. Установите формулу и значение молярной массы основного действующего вещества препарата «Триазавирин», если общее количество углерода равно сумме количеств атомов водорода и серы и на один меньше количества азота. Количество атомов водорода на один меньше атомов углерода и на один больше атомов кислорода, которых в два раза меньше, чем атомов азота и на два больше, чем атомов серы, которых в пять раз меньше атомов углерода.

Ответ: $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_6\text{O}_3\text{S}$, $M(\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_6\text{O}_3\text{S}) = 228$

2.2. Открытие фуллеренов – новой формы существования одного из самых распространенных элементов на Земле – углерода, по праву, считается одним из интереснейших и значимых открытий в науке XX века. В настоящее время ученые всего мира активно изучают возможность получения производных фуллеренов для использования в различных отраслях промышленности, в том числе в медицине.

Вопросами синтеза фторидов фуллеренов занимаются российские ученые лаборатории термохимии химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. В ходе эксперимента при выдерживании фуллерена C₆₀ в потоке газообразного фтора исследователями было получена твердая субстанция, которая, по данным термического анализа, содержала 52,33% (масс.) атомарного фтора, при этом было установлено, что в состав субстанции входят два вещества с значениями молярных масс 1328 г/моль и 1632 г/моль соответственно. Определите формулы соединений и их молярные доли в смеси.

Ответ: C₆₀F₃₂, C₆₀F₄₈

3.2. Сплавы золота, применяемые в стоматологии, отличаются высокой прочностью, эластичностью, хорошо поддаются механической обработке, применяются для изготовления коронок, комбинированных зубов, бюгельных протезов. Состав некоторого сплава: золото 60%, платина 20%, серебро 5%, медь 15%.



Стоматологический сплав такого состава массой 20 г обработали конц. азотной кислотой. Нерастворившийся остаток обработали царской водкой. Выделившийся газ смешали с 6,72 л неона.

Рассчитайте плотность (г/л) выделившейся газовой смеси при 101,5 кПа и 30 С.

Ответ: 1,1

4.2. Аспартам примерно в 160—200 раз слаще сахара, не имеет запаха, хорошо растворим в воде. Аспартам выпускается под различными торговыми марками как отдельно, так и в составе смесей сахарозаменителей. Аспартам является вторым по популярности подсластителем и входит в состав огромного количества продуктов и напитков, в том числе: безалкогольных напитков, горячего шоколада, жевательных резинок, конфет, йогуртов, заменителей сахара, витаминов, таблеток против кашля и многого другого.

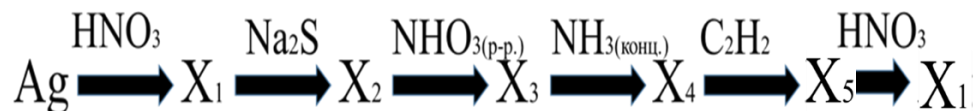
Аспартам является дипептидом, который образуется при взаимодействии аспарагиновой (2-аминобутандиовой) кислоты и метилового эфира фенилаланина. Рассчитать массу гидроксикислоты, которая может быть получена при обработке натрия нитритом и соляной кислотой такого же количества аспарагиновой кислоты, которое потребуется для получения 367,5 г аспартама с выходом 85%.

Ответ: 197

5.2. В фармацевтической практике фенол и его производные используются как компоненты антисептических средств. Смесь двух ближайших гомологов фенола общей массой 156,2 г обработали «нитрирующей смесью» и, с выходом реакции равным 75%, получили смесь мононитропроизводных общей массой 157,65 г. Установите молярную массу более легкого гомолога в смеси, напишите его структурную формулу и уравнения вышеперечисленных реакций.

Ответ: C₈H₁₀O, 122 г/моль

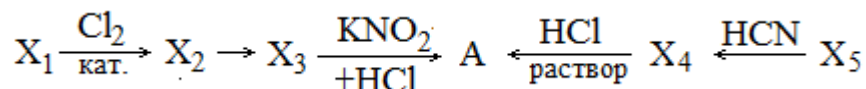
6.2. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений



Ответ:

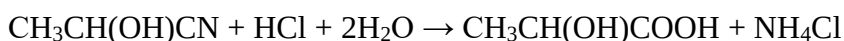
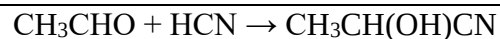
- 1) $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3(\text{p-p.}) = 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} = \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{NaNO}_3$
- 3) $\text{Ag}_2\text{S} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 4\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]_2\text{SO}_4$
- 5) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_2 = \text{Ag}_2\text{C}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 6) $3\text{Ag}_2\text{C}_2 + 16\text{HNO}_3 = 6\text{AgNO}_3 + 10\text{NO} + 6\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

7.2. Органическое вещество А, обладающее физиологической активностью, является метаболитом анаэробного гликолиза (цикл Кори). Вещество А может быть получено из веществ X₁ или X₅ согласно схеме:

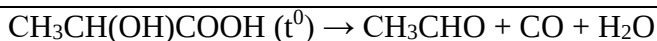
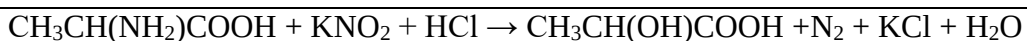
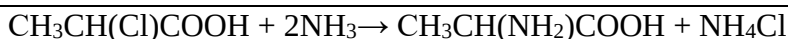
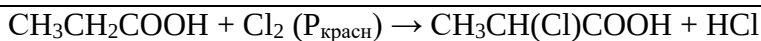


Соединение X₅ имеет состав (в массовых %): 54,54% углерода, 9,09% водорода и кислород, его можно получить при осторожном нагревании вещества А. Установите структурную формулу соединения А. Напишите уравнения реакций, соответствующие приведенной выше схеме получения вещества А и реакцию его термического разложения.

Ответ:



Вещество А – молочная кислота

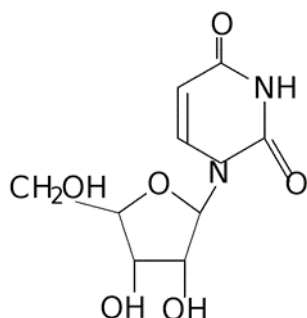


8.2. Массовая доля сульфата одновалентного металла, в насыщенном при 20°C растворе составляет 16,1%. После добавления к достаточному количеству раствора 3,337 г безводного сульфата этого металла, в осадок выкристаллизовалось 10 г его декагидрата. Установить исходный сульфат.

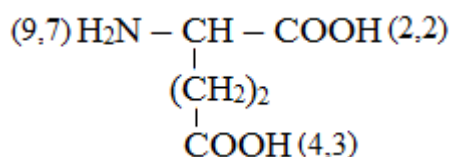
Ответ: Na_2SO_4

9.2. Природные нуклеозиды получают преимущественно гидролизом ДНК или РНК с последующим ферментативным дефосфорилированием полученной смеси нуклеозидфосфатов и хроматографическим разделением. При гидролизе некоторого нуклеозида получены углевод и нуклеиновое основание, которые были сожжены отдельно в избытке кислорода. В каждом случае продукты сгорания были пропущены через избыток известковой воды. Масса осадка, полученная в первом случае, составила 12,5 г и оказалась больше массы осадка, который был получен во втором случае. Объем непоглощенного газа во втором случае равен объему газа, образующемуся при взаимодействии аммония хлорида массой 2,675 г с оксидом меди(II) (н.у). Установите строение нуклеозида и составьте его структурную формулу.

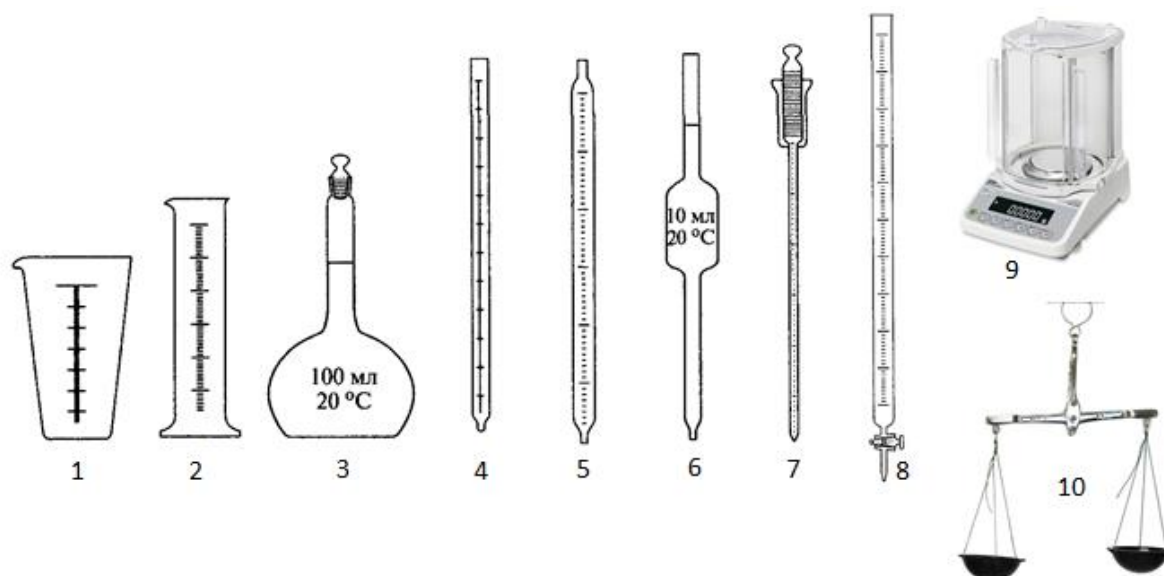
Ответ: уридин.



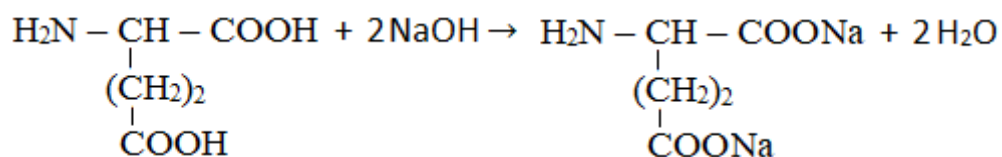
10.2. Глутаминовая кислота используется в качестве хирального строительного блока в органическом синтезе. В медицине применение глутаминовой кислоты оказывает психостимулирующее, возбуждающее и ноотропное действие, что используют в лечении ряда заболеваний нервной системы. Для количественного определения глутаминовой кислоты в лекарственной субстанции используют алкаиметрическое титрование. Для этого 0,350 г субстанции помещают в мерную колбу на 50 мл и растворяют в этиловом спирте. Аликвотную долю полученного раствора объемом 10,0 мл переносят в колбу для титрования, добавляют 3 капли фенолфталеина и титруют 0,10 М раствором гидроксида натрия до розовой окраски раствора. На титрование затрачено 9,2 мл раствора щелочи. Определите массовую долю глутаминовой кислоты в субстанции. Напишите уравнение реакции, лежащей в основе данного метода. Объясните принцип выбора индикатора, если интервал перехода окраски индикаторов: бромтимоловый синий (pH 6,0–7,6), фенолфталеин (pH 8,3–10,5), а значения pK_a ионногенных групп в молекуле глутаминовой кислоты:



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Ответ: 96,6%



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.