

Химия. 11 класс

1 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) Пропанон (диметилкетон) при взаимодействии с амальгамой магния в тетрагидрофуране в присутствии четырёххлористого титана образует соединение **A** состава $C_6H_{14}O_2$ (реакция 1), не содержащего вторичных атомов углерода. Известно, что **A** взаимодействует с металлическим натрием в соотношении 1:2 с выделением водорода и образованием соединения **B** (реакция 2). Кроме того, **A** не образует оптических изомеров и может быть также получено взаимодействием 2,3-дибром-2,3-диметилбутана со смесью H_2O и $HCOOH$ (реакция 3).

Под действием концентрированной H_2SO_4 **A** претерпевает перегруппировку с образованием соединения **C** состава $C_6H_{12}O$ (реакция 4). **C** реагирует с I_2 в среде KOH с образованием двух органических соединений – **D** и **E** (реакция 5).

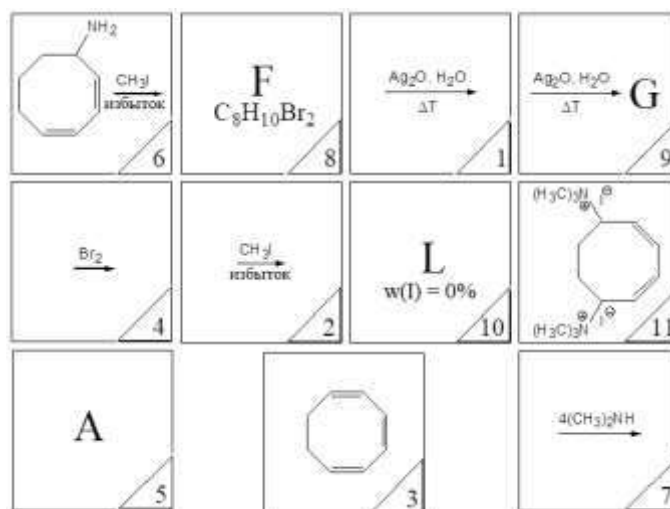
D – малорастворимое в воде соединение жёлтого цвета – взаимодействует с трет-бутилатом калия с выделением высокореакционноспособного бинарного соединения **F** (реакция 6), содержащего 4,5 масс.% углерода. **F** вступает с этиленом в реакцию циклоприсоединения с образованием соединения **G** (реакция 7), содержащего 86,4 % иода по массе.

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.

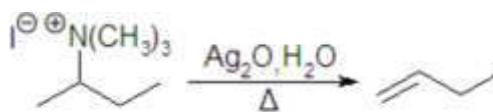
2. Напишите схему реакции 1 и уравнения реакций 2-7.

3. Как называются реакции 4 ($A \rightarrow C$) и 5 ($C \rightarrow D + E$)?

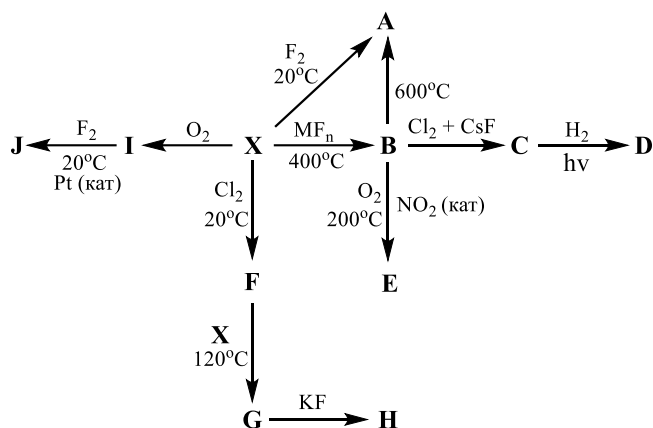
2) Два экспериментатора, Алёша и Серёжа, готовясь к синтезу циклического соединения **G**, изобразили схему синтеза на 11 карточках, указав условия, продукт и полупродукты. В день синтеза выяснилось, что часть карточек потерялась, а оставшиеся перепутались. Ребята не смогли вспомнить схему, поэтому заменили вещества с потерявшихся карточек на буквы (см. рисунок). Единственное, в чем у них не было сомнений, это то, что в синтезе фигурировало элиминирование по Гофману, а сам синтез начинался с карточки 6.



Общая схема элиминирования по Гофману представлена ниже:



1. Восстановите схему синтеза **G**, указав в ответе порядок стадий в соответствии с номерами, указанными на карточках (имейте в виду, что номера карточек случайны и не обязательно соответствуют номерам стадий).
 2. Известно, что вещество **G** можно получить тетрамеризацией ацетилена с использованием $\text{Ni}(\text{CN})_2$ в качестве катализатора. Напишите уравнение протекающего процесса.
 3. Установите структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**.
- 3) К хлористому метилу добавили цианид натрия в диметилсульфоксиде и нагрели до 150°C (реакция 1). Полученное органическое соединение **A** гидролизовали в присутствии соляной кислоты (реакция 2), а органический продукт гидролиза (**B**) разделили на две части. Первую порцию вещества **B** нейтрализовали необходимым количеством гидроксида кальция (реакция 3), полученную соль **C** отделили, высушили и подвергли пиролизу. При этом образовалось вещество **D** и соль **E** (реакция 4). Вторую порцию **B** нейтрализовали раствором гидроксида натрия (реакция 5), а в полученный раствор добавили натриевую соль монометилового эфира бутандиовой кислоты. Смесь подвергли электролизу, в ходе которого на аноде в результате перекрестной анодной конденсации (реакция 6) выделились органические вещества **F**, **G**, **H**. Известно, что **F** относится к насыщенным углеводородам и содержит два атома углерода, состав **G** отражается формулой $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, а **H** содержит 55,17 масс.% углерода, 36,78 масс.% кислорода и водород.
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
 2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.
 3. Напишите процессы, которые протекают на аноде и катоде (для реакции 6), а также суммарное уравнение реакции 6 в двух вариантах: при наличии в электролизёре диафрагмы и при ее отсутствии.
 4. В чем заключается роль диафрагмы в устройстве электролизёра?
- 4) В древности соединения этого элемента использовались в составе священных курений при религиозных обрядах, для создания различных горючих смесей. Вероятно, он был одним из компонентов «греческого огня». Химия данного элемента довольно богата, что иллюстрирует схема:



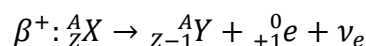
X – простое вещество, образованное указанным элементом. **A**, **B** и **C** – газы, причем **A** – химически инертный газ, благодаря чему его применяют как изолятор и теплоноситель в высоковольтной электротехнике, а **B**, напротив, – весьма реакционноспособен. **D** содержит фтор ($\omega_{\text{F}} = 74,8\%$) и представляет собой бесцветную жидкость. **E**, **H**, **I**, **J** – газы. **E** впервые был получен Муассаном и Лебо в 1902 году. **H** термически нестабилен, а **I** отличается характерным запахом. **F** – темно-красная жидкость, при добавлении которой к расплаву простого вещества **X** происходит образование соединения **G**, являющегося светло-жёлтой маслянистой жидкостью. MF_n – фторид металла.

Дополнительно известно, что все упомянутые газы не имеют окраски, а массовая доля кислорода в газах **E** и **J** составляет 12,9% и 31,4% соответственно. Кроме того, соединения **G** и **H** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **H** в 1,324 раза больше, чем в соединении **G**.

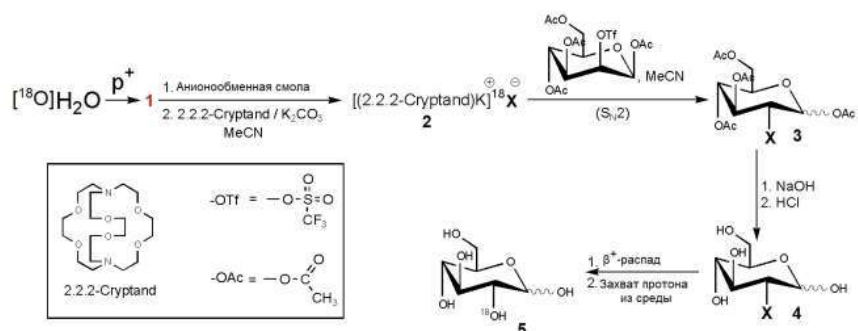
1. О каком элементе идет речь в задаче?
2. В каких аллотропных модификациях существует простое вещество **X**? В каком виде встречается в природе?
3. Установите формулу MF_n , если известно, что он может быть получен при нагревании фторида этого же металла в более низкой степени окисления в присутствии фтора, причем прирост массы при этом составляет 19,6%. Напишите уравнение этой реакции.
4. Приведите формулы веществ **A** – **H**, напишите уравнения всех 11 описанных реакций и уравняйте их.

5) 2- ^{18}F фтор-2-дезоксид-глюкоза (^{18}F ФДГ, ^{18}F FDG) – радиофармацевтический лекарственный препарат, широко используемый в медицинской визуализации методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

ПЭТ основана на использовании радиотрейсеров – молекул, в состав которых входят короткоживущие радионуклиды с позитронным типом распада:



Классическая схема синтеза ^{18}F ФДГ, представленная на рисунке, начинается с этапа бомбардировки обогащенной кислородом-18 воды ускоренными протонами:



1. Установите формулу соединения 1, а также напишите ядерные реакции, протекающие на первом и последнем этапах схемы.
2. Вычислите радиохимический выход (РХВ) радионуклида X для соединения 4, учитывая, что в соединении 1 до взаимодействия с анионообменником активность X была равна 115 ГБк, синтез длился 28 минут, а период полураспада радионуклида X составляет 110 минут.

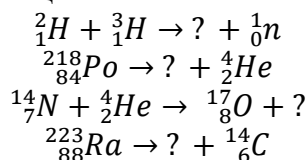
Химические выходы (η) полупродуктов следующие:

$$\eta_1 (\text{Соединение 2 из Соединения 1}) = 70\%$$

$$\eta_2 (\text{Соединение 3 из Соединения 2}) = 85\%$$

$$\eta_3 (\text{Соединение 4 из Соединения 3}) = 90\%$$

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные материалы:

Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где N_t – число атомов к моменту времени t , N_0 – начальное число атомов, λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Активность радиоактивного источника (A) – это число распадов в единицу времени [с⁻¹ = Бк].

$$A = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}}$$

Радиохимический выход для вещества 4, содержащего радионуклид X:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{A_t[X]4}{A_0[X]1} * 100\%,$$

Где $A_t[X]4$ – активность X в соединении 4 в конце синтеза, $A_0[X]1$ – активность X в соединении 1 на начало синтеза

Химия. 11 класс

2 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) Ацетофенон (метилфенилкетон) при взаимодействии с амальгамой магния в тетрагидрофуране в присутствии четырёххлористого титана образует соединение **A** состава $C_{16}H_{18}O_2$ (реакция 1). Известно, что **A** взаимодействует с металлическим натрием в соотношении 1:2 с выделением водорода и образованием соединения **B** (реакция 2). Кроме того, **A** может быть также получено взаимодействием 2,3-дибром-2,3-дифенилбутана со смесью H_2O и $HCOOH$ (реакция 3).

Под действием концентрированной H_2SO_4 **A** претерпевает перегруппировку с образованием соединения **C** состава $C_{16}H_{16}O$ (реакция 4). **C** реагирует с I_2 в среде KOH с образованием двух органических соединений – **D** и **E** (реакция 5).

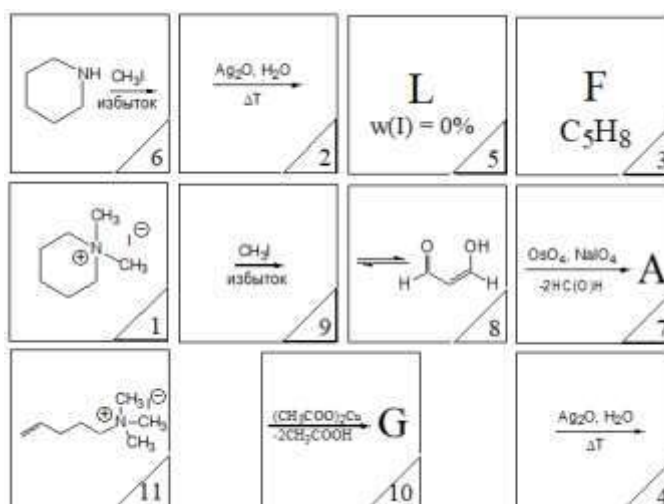
D – малорастворимое в воде соединение жёлтого цвета – взаимодействует с трет-бутилатом калия с выделением высокореакционноспособного бинарного соединения **F** (реакция 6), содержащего 4,5 масс.% углерода. **F** вступает с этиленом в реакцию циклоприсоединения с образованием соединения **G** (реакция 7), содержащего 86,4 % иода по массе.

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.

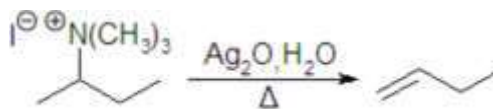
2. Напишите схему реакции 1 и уравнения реакций 2-7.

3. Как называются реакции 4 ($A \rightarrow C$) и 5 ($C \rightarrow D + E$)?

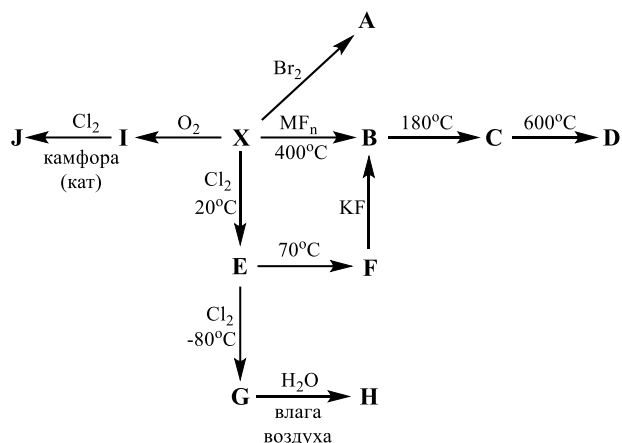
2) Два экспериментатора, Алёша и Серёжа, готовясь к синтезу некоего хелатного комплекса меди(II) **G**, изобразили схему синтеза на 11 карточках, указав условия, продукт и полупродукты. В день синтеза выяснилось, что часть карточек потерялась, а оставшиеся перепутались. Ребята не смогли вспомнить схему, поэтому заменили вещества с потерявшихся карточек на буквы (см. рисунок). Единственное, в чем у них не было сомнений, это то, что в синтезе фигурировало элиминирование по Гофману, а сам синтез начинался с карточки 6.



Общая схема элиминирования по Гофману представлена ниже:



1. Восстановите схему синтеза соединения **G**, указав в ответе порядок стадий в соответствии с номерами, указанными на карточках (имейте в виду, что номера карточек случайны и не обязательно соответствуют номерам стадий).
 2. Известно, что вещество **F** можно получить дегидратацией пентандиола-1,5. Напишите уравнение протекающего процесса.
 3. Установите структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**.
- 3) К хлористому метилу добавили цианид натрия в диметилсульфоксиде и нагрели до 150 °С (реакция 1). Полученное органическое соединение **A** гидролизовали в присутствии соляной кислоты (реакция 2), а органический продукт гидролиза (**B**) разделили на две части. Первую порцию вещества **B** нейтрализовали необходимым количеством гидроксида кальция (реакция 3), полученную соль **C** отделили, высушили и подвергли. При этом образовалось вещество **D** и соль **E** (реакция 4). Вторую порцию **B** нейтрализовали раствором гидроксида натрия (реакция 5), а в полученный раствор добавили натриевую соль монометилового эфира пропандиовой кислоты. Смесь подвергли электролизу, в ходе которого на аноде в результате перекрестной конденсации (реакция 6) выделились органические вещества **F**, **G**, **H**. Известно, что **F** относится к насыщенным углеводородам и содержит два атома углерода, состав **G** отражается формулой C₄H₈O₂, а **H** содержит 49,32 масс.% углерода, 43,84 масс.% кислорода и водород.
1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
 2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.
 3. Напишите процессы, которые протекают на аноде и катоде (для реакции 6), а также суммарное уравнение реакции 6 в двух вариантах: при наличии в электролизёре диафрагмы и при ее отсутствии.
 4. В чем заключается роль диафрагмы в устройстве электролизёра?
- 4) В древности соединения этого элемента использовались в составе священных курений при религиозных обрядах, для создания различных горючих смесей. Вероятно, он был одним из компонентов «греческого огня». Химия данного элемента довольно богата, что иллюстрирует схема:

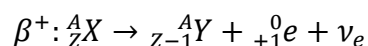


X – простое вещество, образованное указанным элементом. **A** – красная дымящаяся жидкость. **B**, **C**, **D** – газы. **B** и **C** при термическом разложении выделяют вещество **X**. **D** тяжелее воздуха **чуть больше чем в 5 раз**, химически инертен, благодаря чему применяется в электронике как изолятор. **E** – темно-красная термически нестабильная жидкость, которая разлагается свыше 70 градусов с выделением хлора и образованием светло-желтой маслянистой жидкости **F**. **G** – бледно-желтые кристаллы (температура плавления около -31° , выше – темно-бурая жидкость, свыше -15 градусов соединение разлагается). **H** – продукт частичного гидролиза соединения **G**, бесцветная дымящаяся на воздухе жидкость с удушающим запахом. **I** – газ с характерным запахом, **J** – резко пахнущая жидкость, дымящая на воздухе. MF_n – фторид металла.

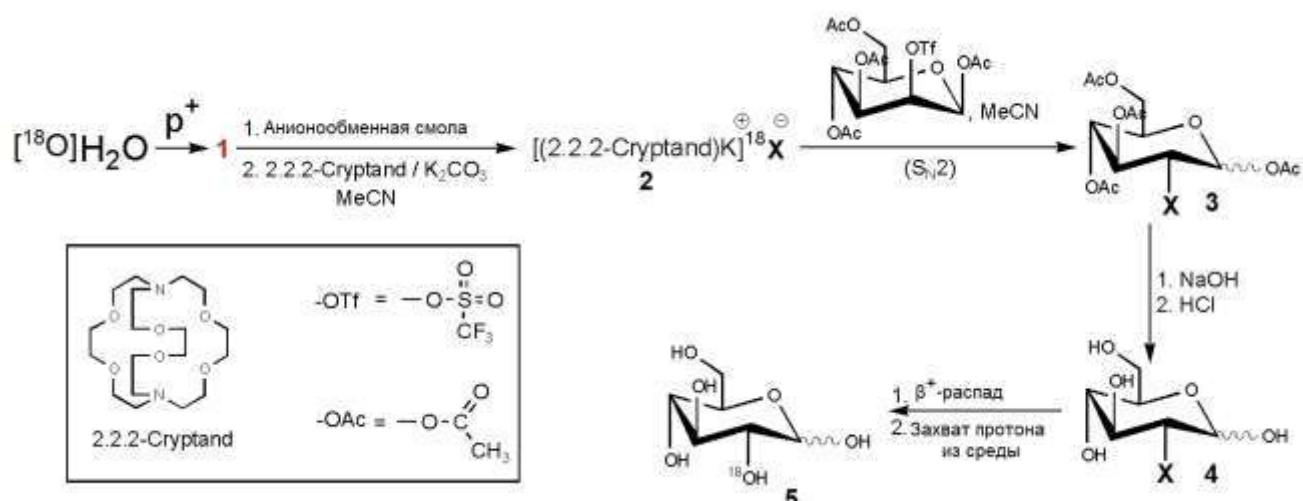
Все упомянутые газы не имеют окраски, а массовая доля кислорода в соединениях **H** и **J** составляет $13,4\%$ и $23,7\%$ соответственно. Соединения **A**, **B** и **F** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **B** в $2,196$ раза больше, чем в соединении **A**.

- О каком элементе идет речь в задаче?
 - В каких аллотропных модификациях существует простое вещество **X**? В каком виде встречается в природе?
 - Установите формулу MF_n , если известно, что он может быть получен при растворении металла **M** в плавиковой кислоте в присутствии перекиси, причем для растворения $0,54$ граммов металла требуется $0,2$ мл 37% раствора пероксида водорода (плотность раствора $1,14$ г/мл). Напишите уравнение этой реакции.
 - Приведите формулы веществ **A** – **H**, напишите уравнения всех 11 описанных реакций и уравняйте их.
- 5) 2- ^{18}F фтор-2-дезоксид-D-глюкоза (^{18}F ФДГ, ^{18}F FDG) – радиофармацевтический лекарственный препарат, широко используемый в медицинской визуализации методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

ПЭТ основана на использовании радиотрейсеров – молекул, в состав которых входят короткоживущие радионуклиды с позитронным типом распада:



Классическая схема синтеза ^{18}F ФДГ, представленная на рисунке, начинается с этапа бомбардировки обогащенной кислородом-18 воды ускоренными протонами:



4. Установите формулу соединения **1**, а также напишите ядерные реакции, протекающие на первом и последнем этапах схемы.
5. Вычислите радиохимический выход (РХВ) радионуклида **X** для соединения **4**, учитывая, что в соединении **1** до взаимодействия с анионообменником активность **X** была равна 110 ГБк, синтез длился 29 минут, а период полураспада радионуклида **X** составляет 110 минут.

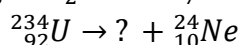
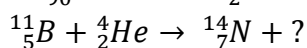
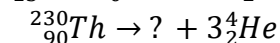
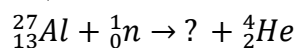
Химические выходы (η) для полупродуктов следующие:

$$\eta_1 (\text{Соединение } \mathbf{2} \text{ из Соединения } \mathbf{1}) = 65\%$$

$$\eta_2 (\text{Соединение } \mathbf{3} \text{ из Соединения } \mathbf{2}) = 84\%$$

$$\eta_3 (\text{Соединение } \mathbf{4} \text{ из Соединения } \mathbf{3}) = 89\%$$

6. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные материалы:

Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где N_t – число атомов к моменту времени t , N_0 – начальное число атомов, λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Активность радиоактивного источника (A) – это число распадов в единицу времени [$\text{с}^{-1} = \text{Бк}$].

$$A = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}}$$

Радиохимический выход для вещества **4**, содержащего радионуклид **X**:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{A_t[\text{X}]\mathbf{4}}{A_0[\text{X}]\mathbf{1}} * 100\%,$$

Где $A_t[\text{X}]\mathbf{4}$ – активность **X** в соединении **4** в конце синтеза, $A_0[\text{X}]\mathbf{1}$ – активность **X** в соединении **1** на начало синтеза

Химия. 11 класс

3 вариант

Работа рассчитана на 240 минут.

Все решения должны быть полными и обоснованными.

1) Метил(п-метилфенил)кетон при взаимодействии с амальгамой магния в тетрагидрофуране в присутствии четырёххлористого титана образует соединение **A** состава $C_{18}H_{22}O_2$ (реакция 1). Известно, что **A** взаимодействует с металлическим натрием в соотношении 1:2 с выделением водорода и образованием соединения **B** (реакция 2). Кроме того, **A** может быть также получено взаимодействием 2,3-дибром-2,3-ди(п-метилфенил)бутана со смесью H_2O и $HCOOH$ (реакция 3).

Под действием концентрированной H_2SO_4 **A** претерпевает перегруппировку с образованием соединения **C** состава $C_{18}H_{20}O$ (реакция 4). **C** реагирует с I_2 в среде KOH с образованием двух органических соединений – **D** и **E** (реакция 5).

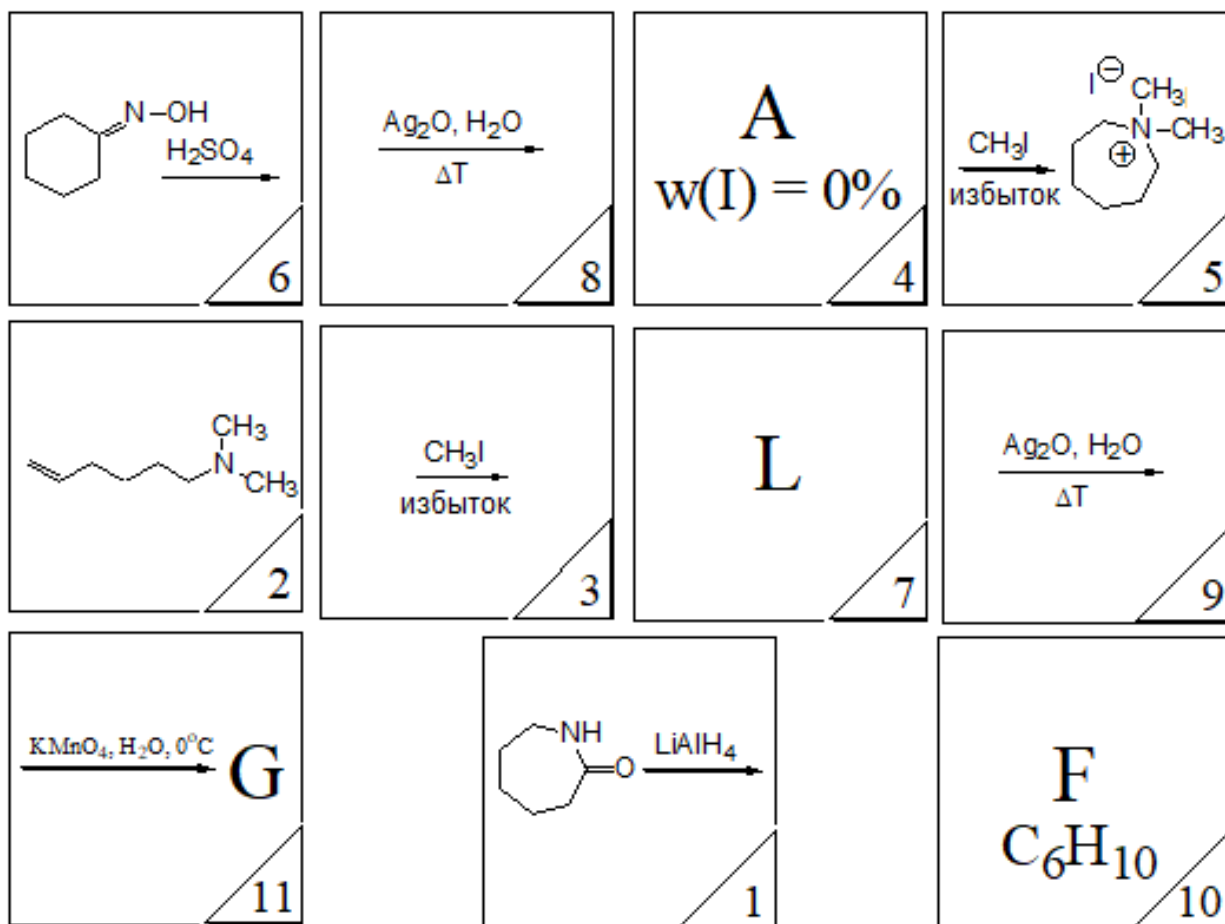
D – малорастворимое в воде соединение жёлтого цвета – взаимодействует с трет-бутилатом калия с выделением высокореакционноспособного бинарного соединения **F** (реакция 6), содержащего 4,5 масс.% углерода. **F** вступает с этиленом в реакцию циклоприсоединения с образованием соединения **G** (реакция 7), содержащего 86,4 % иода по массе.

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.

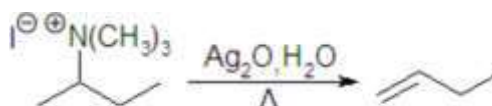
2. Напишите схему реакции 1 и уравнения реакций 2-7.

3. Как называются реакции 4 ($A \rightarrow C$) и 5 ($C \rightarrow D + E$)?

2) Два экспериментатора, Алёша и Серёжа, готовясь к синтезу некоего четырёхатомного спирта **G**, изобразили схему синтеза на 11 карточках, указав условия, продукт и полупродукты. В день синтеза выяснилось, что часть карточек потерялась, а оставшиеся перепутались. Ребята не смогли вспомнить схему, поэтому заменили вещества с потерявшихся карточек на буквы (см. рисунок). Единственное, в чем у них не было сомнений, это то, что в синтезе фигурировало элиминирование по Гофману, а сам синтез начинался с карточки б.



Общая схема элиминирования по Гофману представлена ниже:

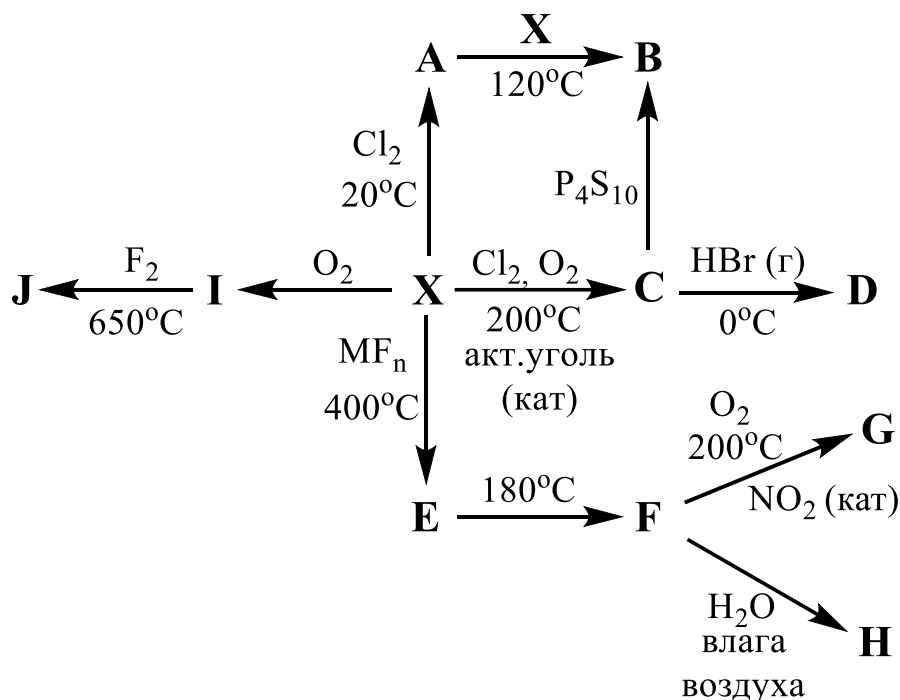


- Восстановите схему синтеза соединения **G**, указав в ответе порядок стадий в соответствии с номерами, указанными на карточках (имейте в виду, что номера карточек случайны и не обязательно соответствуют номерам стадий).
 - Известно, что вещество **F** можно получить дегидратацией гександиола-1,6. Напишите уравнение протекающего процесса.
 - Установите структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**.
- 3) К хлористому метилу добавили цианид натрия в диметилсульфоксиде и нагрели до 150°C (реакция 1). Полученное органическое соединение **A** гидролизовали в присутствии соляной кислоты (реакция 2), а органический продукт гидролиза (**B**) разделили на две части. Первую порцию вещества **B** нейтрализовали необходимым количеством гидроксида кальция (реакция 3), полученную соль **C** отделили, высушили и подвергли пиролизу. При этом образовалось вещество **D** и соль **E** (реакция 4). Вторую порцию вещества **B** нейтрализовали раствором гидроксида натрия (реакция 5), а в полученный раствор добавили натриевую соль моноэтилового эфира пентандиовой

кислоты. Смесь подвергли электролизу, в ходе которого на аноде в результате перекрестной конденсации (реакция 6) выделились органические вещества **F**, **G**, **H**. Известно, что **F** относится к насыщенным углеводородам и содержит два атома углерода, состав **G** отражается формулой $C_7H_{14}O_2$, а **H** содержит 62,61 масс.% углерода, 27,83 масс.% кислорода и водород.

1. Установите структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.
3. Напишите процессы, которые протекают на аноде и катоде (для реакции 6), а также суммарное уравнение реакции 6 в двух вариантах: при наличии в электролизёре диафрагмы и при ее отсутствии.
4. В чем заключается роль диафрагмы в устройстве электролизёра?

- 4) В древности соединения этого элемента использовались в составе священных курений при религиозных обрядах, для создания различных горючих смесей. Вероятно, он был одним из компонентов «греческого огня».
- Химия данного элемента довольно богата, что иллюстрирует схема:



X – простое вещество, образованное указанным элементом. **A** – темно-красная жидкость, при добавлении которой к расплаву простого вещества **X** происходит образование соединения **B**, являющегося светло-жёлтой маслянистой жидкостью. **C** – бесцветная дымящая на воздухе жидкость с удушающим запахом. **D** – оранжево-желтая жидкость. **E** – газ, термически неустойчивый, разлагающийся при 180 градусах на газ **F** и простое вещество **X**. **G** – газ, который впервые был получен Муассаном и Лебо в 1902 году. **H** – продукт частичного гидролиза **F**, газ с удушливым запахом. **I** – газ с характерным запахом, **J** – газ, химически инертный, плотность которого при нормальных условиях составляет **0,00652 г/мл**. MF_n – фторид металла.

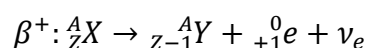
Дополнительно известно, что все упомянутые газы не имеют окраски, а массовая доля кислорода в соединении **G** составляет 12,9%. Также известно, что соединения **C**, **D** и **H**

имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **X** в соединении **H** в 2,419 раз больше, чем в соединении **D**.

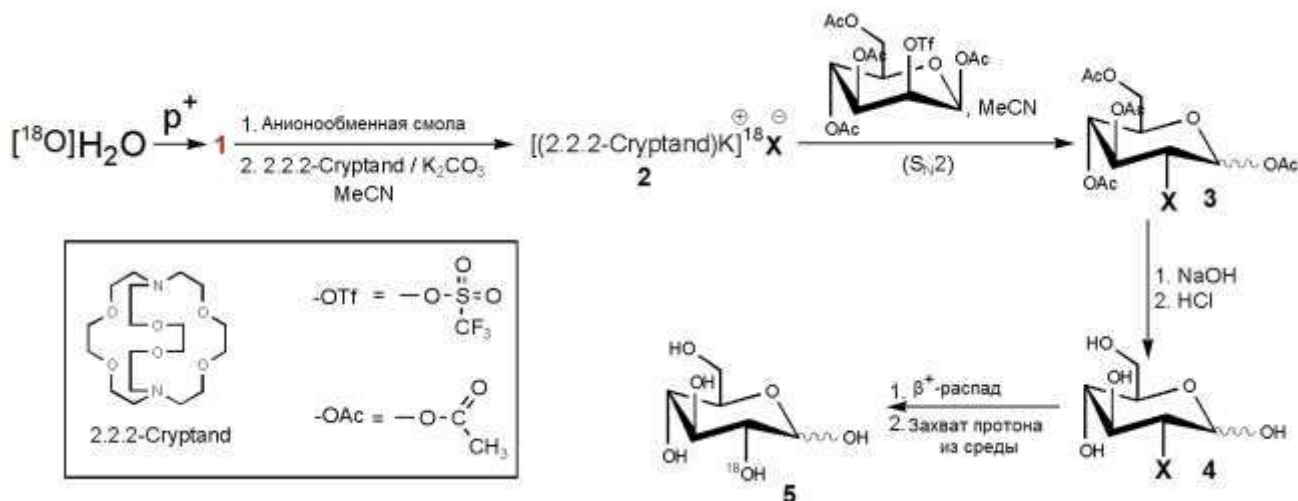
1. О каком элементе идет речь в задаче?
2. В каких аллотропных модификациях существует простое вещество **X**? В каком виде встречается в природе?
3. Установите формулу MF_n , если известно, что он может быть получен при растворении металла **M** в плавиковой кислоте в присутствии пероксида водорода, причем для растворения 0,54 граммов металла требуется 0,223 мл 40% раствора плавиковой кислоты (плотность раствора 1,123 г/мл). Напишите уравнение этой реакции.
4. Приведите формулы веществ **A** – **H**, напишите уравнения всех 11 описанных реакций и уравняйте их.

5) 2-[^{18}F]фтор-2-дезоксид-D-глюкоза ($[^{18}F]$ ФДГ, $[^{18}F]$ FDG) – радиофармацевтический лекарственный препарат, широко используемый в медицинской визуализации методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

ПЭТ основана на использовании радиотрейсеров – молекул, в состав которых входят короткоживущие радионуклиды с позитронным типом распада:



Классическая схема синтеза $[^{18}F]$ ФДГ, представленная на рисунке, начинается с этапа бомбардировки обогащенной кислородом-18 воды ускоренными протонами:

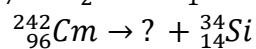
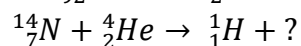
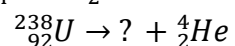
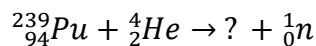


1. Установите формулу соединения **1**, а также напишите ядерные реакции, протекающие на первом и последнем этапах схемы.
2. Вычислите радиохимический выход (РХВ) радионуклида **X** для соединения **4**, учитывая, что в соединении **1** до взаимодействия с анионообменником активность **X** была равна 120 ГБк, синтез длился 30 минут, а период полураспада радионуклида **X** составляет 110 минут.

Химические выходы (η) для полупродуктов следующие:

- η_1 (Соединение 2 из Соединения 1) = 71%
- η_2 (Соединение 3 из Соединения 2) = 86%
- η_3 (Соединение 4 из Соединения 3) = 91%

3. Закончите схемы ядерных реакций:



Справочные материалы:

Закон радиоактивного распада:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t),$$

где N_t – число атомов к моменту времени t , N_0 – начальное число атомов, λ – постоянная распада:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Активность радиоактивного источника (A) – это число распадов в единицу времени [$\text{с}^{-1} = \text{Бк}$].

$$A = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}}$$

Радиохимический выход для вещества **4**, содержащего радионуклид **X**:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{A_t[\text{X}]\mathbf{4}}{A_0[\text{X}]\mathbf{1}} * 100\%,$$

Где $A_t[\text{X}]\mathbf{4}$ – активность **X** в соединении **4** в конце синтеза, $A_0[\text{X}]\mathbf{1}$ – активность **X** в соединении **1** на начало синтеза