

Химия. 11 класс
Ответы и решения

1 вариант

Задача 1

Под действием амальгамированного магния в тетрагидрофуране в присутствии TiCl_4 ацетон претерпевает восстановительную димеризацию (пинаконовое восстановление) с образованием соответствующего вицинального диола – 2,3-диметилбутандиола-2,3 (соединения **A**). Это соединение не содержит хиральных центров и не образует оптических изомеров. Кроме того, 2,3-диметилбутандиол-2,3, как и другие спирты, проявляет свойства слабой OH-кислоты: он взаимодействует с натрием (и другими щелочными металлами) с образованием соответствующего алкоголята (соединения **B**). Для получения 2,3-диметилбутандиола-2,3 можно использовать гидролиз соответствующего алкилгалогенида – к примеру, 2,3-дибром-2,3-диметилбутана. В водной муравьиной кислоте данное соединение вступает с H_2O в реакцию мономолекулярного нуклеофильного замещения с образованием искомого 2,3-диметилбутандиола-2,3.

Под действием концентрированной H_2SO_4 2,3-диметилбутандиол-2,3 претерпевает пинаколиновую перегруппировку, в ходе которой происходит сдвиг CH_3 -группы и образование 3,3-диметилбутанона-2 (соединения **C**). Последний, будучи метилкетонем, даёт положительную галоформную пробу: реагирует с I_2 в среде KOH с образованием жёлтого осадка иодоформа (трийодметана – соединения **D**) и калиевой соли пивалевой (триметилуксусной) кислоты (соединения **E**).

Под действием сильного основания – трет-бутилата калия – иодоформ претерпевает реакцию альфа-элиминирования с образованием высокорекреационноспособного диодкарбена – бинарного соединения **F**, содержащего 4,5 масс.% углерода:

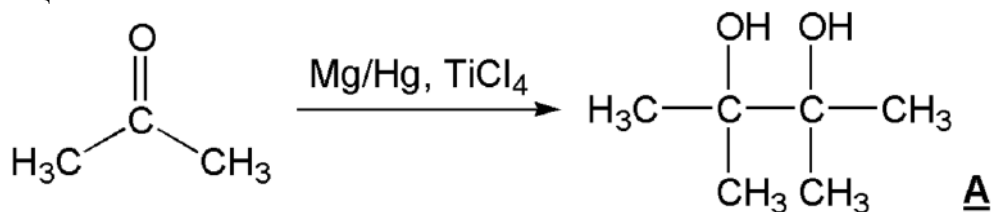
$$\omega(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M(\text{Cl}_2)} \cdot 100\% = \frac{12}{12 \cdot 1 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,5\%.$$

Последний легко присоединяется к этилену с образованием 1,1-диодциклопропана – соединения **G**, что подтверждается расчётом массовой доли иода в полученном соединении:

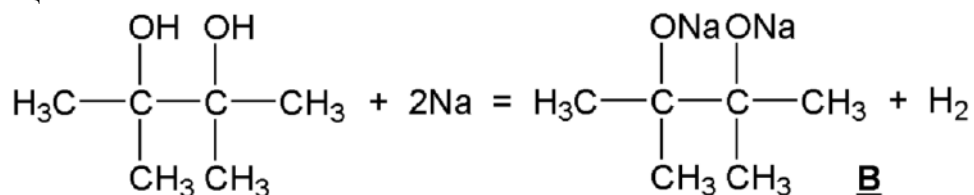
$$\omega(\text{I}) = \frac{A_r(\text{I}) \cdot 2}{M(\text{C}_3\text{H}_4\text{I}_2)} \cdot 100\% = \frac{127 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 86,4\%.$$

Уравнения реакций:

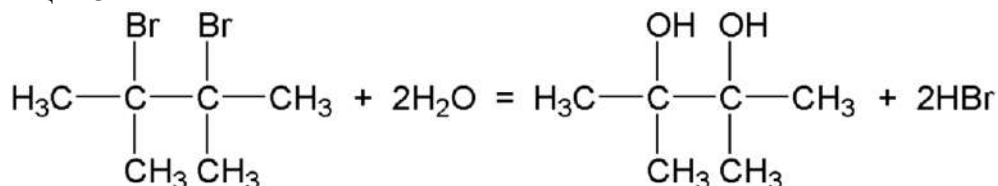
Реакция 1:



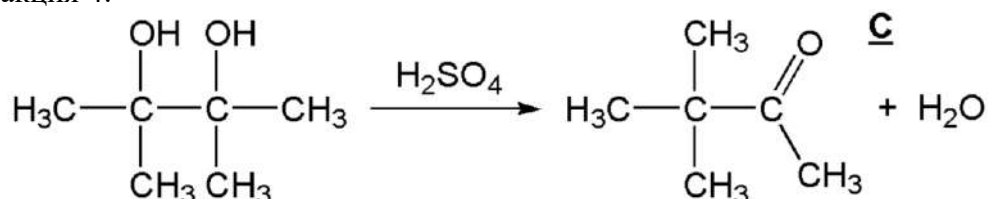
Реакция 2:



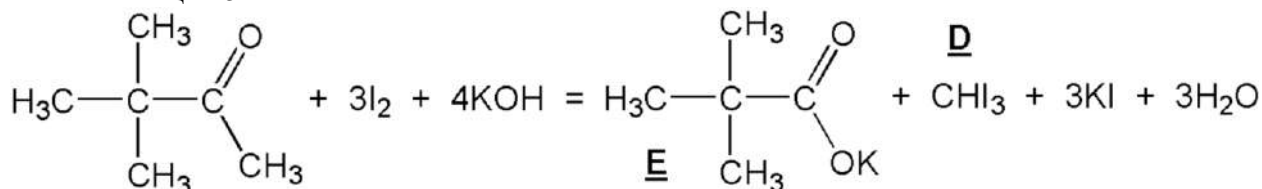
Реакция 3:



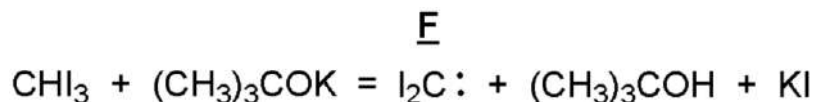
Реакция 4:



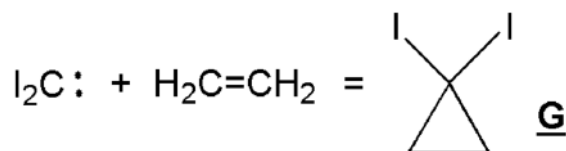
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Задача 2

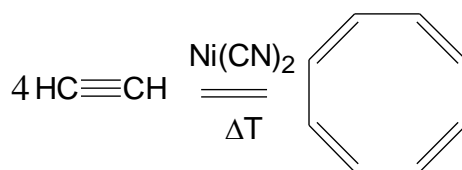
1. При обработке исходного амина избытком иодметана (карточка 6) образуется четвертичная аммонийная соль. Так как среди представленных карточек нет соли моноамина, то, очевидно, речь идет о карточке с зашифрованным соединением. Вещество **F** содержит бром, вещество **L** не содержит иода вовсе, а вещество **G** является конечным в синтезе. Отсюда искомая четвертичная аммонийная соль – это соединение **A** (карточка 5). Действуя на полученную соль $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ при нагревании (карточка 1) образуется гидроксид четвертичной аммонийной соли, быстро элиминирующий триметиламин с образованием циклооктатриена-1,3,5 (карточка 3). Аналогичное элиминирование (элиминирование по Гофману) должно произойти и с солью (карточка 11) при действии на нее $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ с образованием вещества **G** (карточка 9). Получить соль с карточки 11 можно, очевидно, действуя на циклический диамин (карточка 10) избытком иодметана (карточка 2). Сам циклический диамин получается из диметиламина (карточка 7), так как других источников азота не имеется. Диметиламин является типичным нуклеофильным агентом, так что для получения циклического диамина субстрат должен содержать 2 уходящие группы. Хорошим претендентом на эту роль

может служить соединение **F** с карточки 8, содержащее 2 атома брома. Несложно догадаться, что само соединение **F** является продуктом присоединения брома (карточка 4) к некоторому ненасыщенному соединению $C_8H_{10}Br_2$. Этой структуре отвечает установленный ранее триен (карточка 3). Остается определиться с положением в синтезе карточек 5 и 10. Так как при действии на исходный амин (карточка 6) избытка иодметана образуется иодсодержащее соединение, то первый полупродукт – это вещество **A** (карточка 5), а циклический диамин, получающийся в результате замещения атомов брома в **F**, – это вещество **L** (карточка 10) (так как не содержит в своем составе иода).

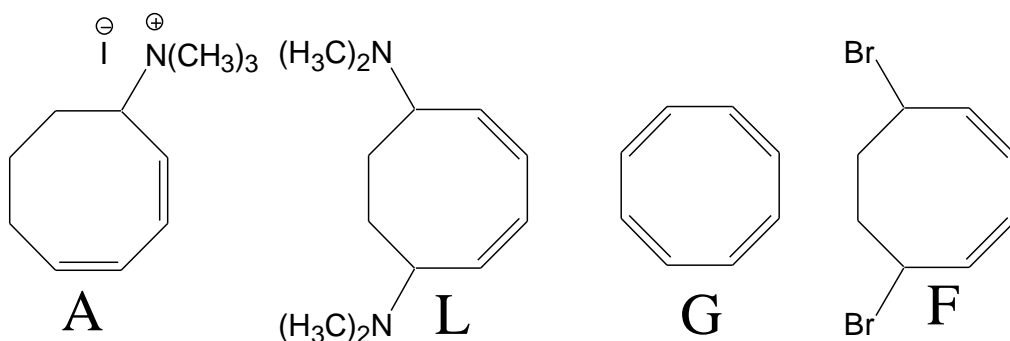
Отсюда порядок карточек следующий:

6 5 1 3 4 8 7 10 2 11 9

2. В соответствии с синтезом, а также зная, что в результате тетрамеризации ацетиленов получается циклическое соединение **G**, уравнение реакции получения **G** имеет следующий вид:



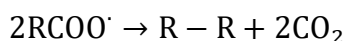
3. Структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**



Задача 3

1. При взаимодействии хлористого метила с цианидом натрия в диметилсульфоксиде образуется ацетонитрил (**A**) и хлорид натрия. Гидролиз ацетонитрила в присутствии соляной кислоты приводит к образованию уксусной кислоты (**B**) и хлорида аммония. При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция образуется ацетат кальция (**C**) и вода, а в результате пиролиза ацетата кальция – ацетон (**D**) и карбонат кальция (**E**).

При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия образуется ацетат натрия и вода. В результате перекрестной анодной конденсации ацетата натрия и натриевой соли монометилового эфира бутандиовой кислоты образуются этан (**F**), метиловый эфир бутановой кислоты (**G**) и диметиловый эфир гександиовой кислоты (**H**). Механизм протекающей реакции аналогичен механизму реакции Кольбе,

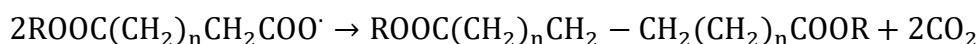


о чем свидетельствует образование этана (насыщенный углеводород, содержащий 2 атома углерода). Вещество **G**, $C_5H_{10}O_2$, – продукт непосредственно перекрестной конденсации, где в качестве одного радикала выступает CH_3^\cdot , а второго – $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^\cdot$. Так как в реакцию

вступила соль монометилового эфира бутандиовой кислоты, то $C_4H_7O_2\cdot$ - это радикал, полученный после отщепления от $CH_3O(O)CCH_2CH_2COO\cdot$ молекулы CO_2 . Для установления формулы вещества **Н** найдем соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в нем:

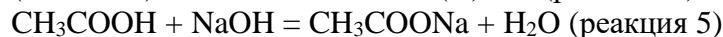
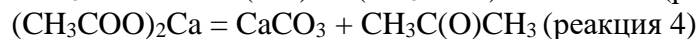
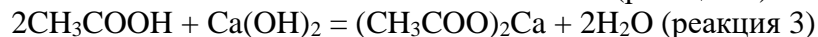
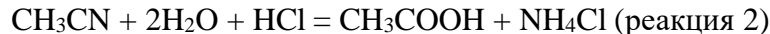
$$\begin{aligned} C: H: O \\ 55.17/12: 8.05/1: 36.78/16 \\ 4.5975: 8.05: 2.2988 \\ 2: 3.5: 1 \end{aligned}$$

Логичным является рассмотрение продукта конденсации $CH_3O(O)CCH_2CH_2COONa$, приводящее к образованию $CH_3O(O)C(CH_2)_4C(O)OCH_3$, отвечающее установленному выше соотношению (8: 14: 4). Эта анодная конденсация носит название реакции Брауна-Уокера и протекает по следующей схеме:

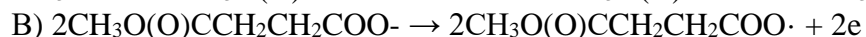
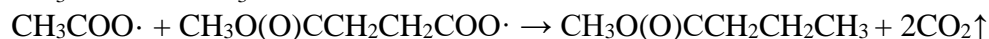
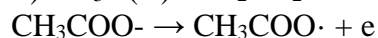
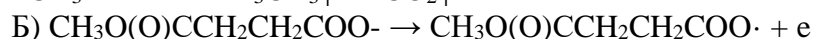
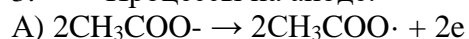


A	CH_3CN
B	CH_3COOH
C	$(CH_3COO)_2Ca$
D	$CH_3C(O)CH_3$
E	$CaCO_3$
F	CH_3CH_3
G	$CH_3CH_2CH_2C(O)OCH_3$
H	$CH_3O(O)C(CH_2)_4C(O)OCH_3$

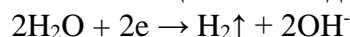
2. Уравнения реакций:



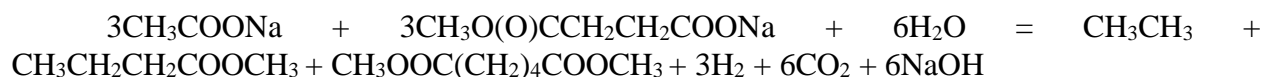
3. Процессы на аноде:



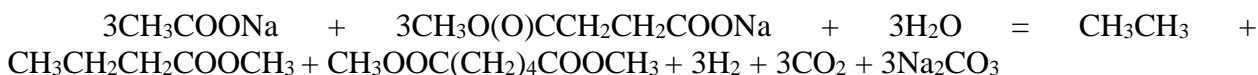
Реакции на катоде:



4. Диафрагма в устройстве электролизера разделяет катодное и анодное пространства. Так, если в электролизере диафрагма присутствует, то между гидроксидом натрия (на катоде) и углекислым газом (на аноде) взаимодействия не происходит и реакцию 6 можно записать следующим образом:



Если же диафрагмы нет, то углекислый газ, растворенный в воде, будет с легкостью взаимодействовать со щелочью:



Задача 4

Исходя из описания элемента, можно предположить, что это **сера** (окуривание; компонент взрывчатых веществ; элемент известен с древности). Разобраться нам в этом помогут расчеты. В условии сказано:

«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**»

Исходя из схемы реакций очевидно, что **G** – бинарное вещество, хлорид элемента **X**. Затем он взаимодействует с фторидом калия и образуется соединение **H** (вероятно, идет просто обмен, и хлорид элемента **X** превратился во фторид). Раз одинаковых количественный состав, то можем предположить, что формулы соединений – X_nCl_m и X_nF_m . Выразим массовую долю элемента **X** в обоих соединениях:

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 35,5} \text{ в } \text{X}_n\text{Cl}_m$$

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 19} \text{ в } \text{X}_n\text{F}_m$$

Знаем отношение мольных долей **X**, тогда:

$$\frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 19} : \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 35,5} = \frac{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 35,5}{n \cdot M(\text{X}) + m \cdot 19} = 1,324$$

Приведем к следующему виду:

$$0,324 \cdot n \cdot M(\text{X}) = 10,344 m$$

$$n \cdot M(\text{X}) = 32m$$

M(X)	n	m
32 S	1	1
16 O, не подходит	2	1
32 S	2	2
64 Cu	1	2

Можно перебрать еще несколько разных вариантов, но сера подходит лучше всех (кислород сразу исключаем, так как это не твердый элемент, медь тоже, так как ее соединения не газы). Тогда формулы соединений – S_nCl_n и S_nF_n . Известно, что она образует соединения, когда $n = 2$. Тогда **G** – S_2Cl_2 , **H** – S_2F_2 . Также выйти на серу можно было через соединение **D** ($\omega_{\text{F}} = 74,8\%$):

$$m \cdot M(\text{X}) = \frac{19n \cdot (1 - 0,748)}{0,748} = 6,4n$$

$m \cdot M(\text{X})$	n
6,4	1
12,8	2
19,2	3

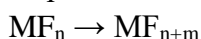
25,6	4
32 S, m = 1	5
38,4	6

Получается, что формула SF₅, но так как мы знаем, что валентность серы – 6, то верная формула S₂F₁₀. Тогда **D** - S₂F₁₀.

Элемент **X** – сера. У нее две аллотропные модификации – ромбическая и моноклинная, а в природе она встречается в самородном виде или присутствует в минералах (пирит, халькопирит и т.д.)

Сразу установим формулу фторида. Известно, что прирост массы составил 19,6%. Фторид металла под действием фтора превратился в фторид в более высокой степени окисления.

Справедливо:



$$\frac{M(MF_{n+m})}{M(MF_n)} - 1 = 0,196$$

$$\frac{M(MF_n) + 19m}{M(MF_n)} - 1 = 0,196$$

$$\frac{19m}{M(MF_n)} = 0,196$$

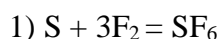
$$97m = M(MF_n)$$

Разумно предположить, что m = 1 или 2, так как остальные варианты приводят к очень большой массе. Посчитаем:

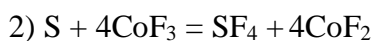
m	M(MF _n)	n	M(M)
1	97	1	78
1	97	2	59 Co или Ni
1	97	3	40
1	97	4	21
2	194	1	175
2	194	2	156
2	194	3	137
2	194	4	118

Степень окисления для Ni 3+ менее характерна, чем для кобальта, поэтому выберем кобальт. Тогда фторид в задании – CoF₃.

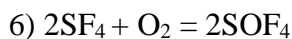
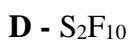
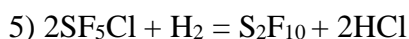
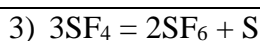
Реакция его получения:



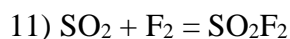
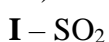
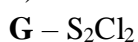
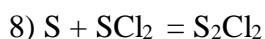
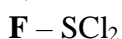
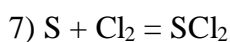
A – SF₆, химически инертное соединение.



B – SF₄



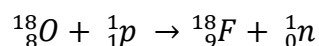
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)



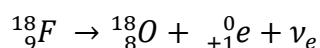
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)

Задача 5

1. Вещество, образующееся при бомбардировке $[\text{}^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ ускоренными протонами – это $[\text{}^{18}\text{F}]\text{HF}$:



Уравнение позитронного распада ${}^{18}\text{F}$ имеет следующий вид:



2. Закон радиоактивного распада:

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

где λ – постоянная распада:

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

Так как исходная активность равна 115 ГБк ($1,15 \cdot 10^{11} \text{ c}^{-1}$), то число атомов в начальный момент времени:

$$N_0 = \frac{A_0 T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{1,15 \cdot 10^{11} \cdot 110 \cdot 60}{\ln 2} = 1,095 \cdot 10^{15}$$

через 28 минут:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t) = 1,095 * 10^{15} \exp\left(\frac{-\ln 2 * 28}{110}\right) = 9,179 * 10^{14}$$

отсюда активность всего фтора-18 к этому времени:

$$A_t = \frac{N_t \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{9,179 * 10^{14} * \ln 2}{110 * 60} = 96,4 \text{ ГБк}$$

Определим радиохимический выход [^{18}F]FDG.

Учитывая, что на всех этапах взаимодействия протекают эквимольно, то практический химический выход [^{18}F]FDG будет равен произведению всех выходов:

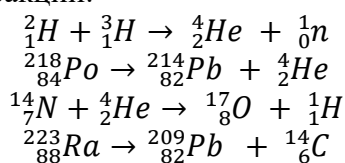
$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,7 * 0,85 * 0,9 * 100\% = 53,55\%$$

Отсюда активность целевого продукта составляет 51,62 ГБк.

А величина радиохимического выхода равна:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{51,62}{115} * 100\% = 44,89\%$$

3. Уравнения ядерных реакций:



Химия. 11 класс
Ответы и решения

2 вариант

Задача 1

Под действием амальгамированного магния в тетрагидрофуране в присутствии TiCl_4 ацетофенон претерпевает восстановительную димеризацию (пинаконовое восстановление) с образованием соответствующего вицинального диола – 2,3-дифенилбутандиол-2,3 (соединения **A**). 2,3-дифенилбутандиол-2,3, как и другие спирты, проявляет свойства слабой OH -кислоты: он взаимодействует с натрием (и другими щелочными металлами) с образованием соответствующего алкоголята (соединения **B**). Для получения 2,3-дифенилбутандиол-2,3 можно использовать гидролиз соответствующего алкилгалогенида – к примеру, 2,3-дибром-2,3-дифенилбутана. В водной муравьиной кислоте данное соединение вступает с H_2O в реакцию мономолекулярного нуклеофильного замещения с образованием искомого 2,3-дифенилбутандиол-2,3.

Под действием концентрированной H_2SO_4 2,3-дифенилбутандиол-2,3 претерпевает пинаколиновую перегруппировку, в ходе которой происходит сдвиг C_6H_5 -группы и образование 3,3-дифенилбутанона-2 (соединения **C**). Последний, будучи метилкетонем, даёт положительную галоформную пробу: реагирует с I_2 в среде KOH с образованием жёлтого осадка иодоформа (трийодметана – соединения **D**) и калиевой соли 2,2-дифенилпропионовой кислоты (соединения **E**).

Под действием сильного основания – трет-бутилата калия – иодоформ претерпевает реакцию альфа-элиминирования с образованием высокорекреационноспособного дииодкарбена – бинарного соединения **F**, содержащего 4,5 масс.% углерода:

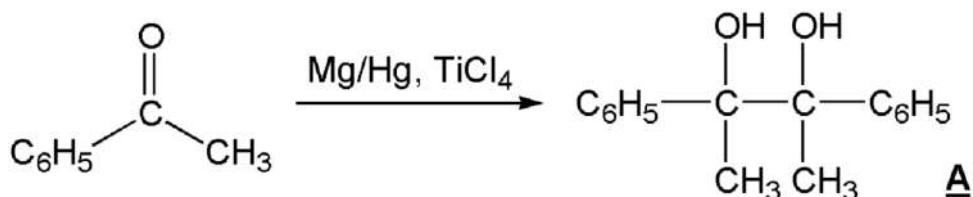
$$\omega(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M(\text{Cl}_2)} \cdot 100\% = \frac{12}{12 \cdot 1 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,5\%$$

Последний легко присоединяется к этилену с образованием 1,1-дииоддихлопропана – соединения **G**, что подтверждается расчётом массовой доли иода в полученном соединении:

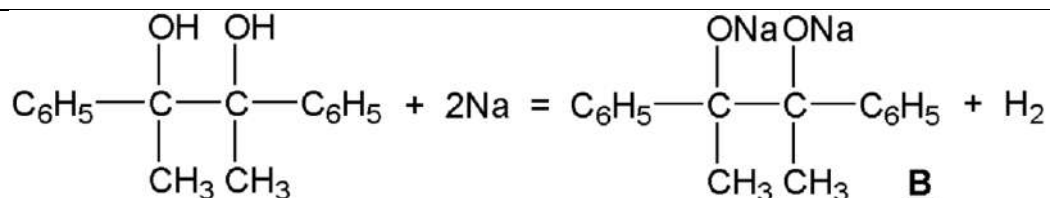
$$\omega(\text{I}) = \frac{A_r(\text{I}) \cdot 2}{M(\text{C}_3\text{H}_4\text{I}_2)} \cdot 100\% = \frac{127 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 86,4\%$$

Уравнения реакций:

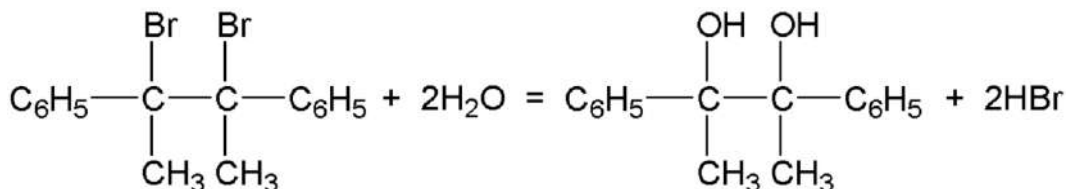
Реакция 1:



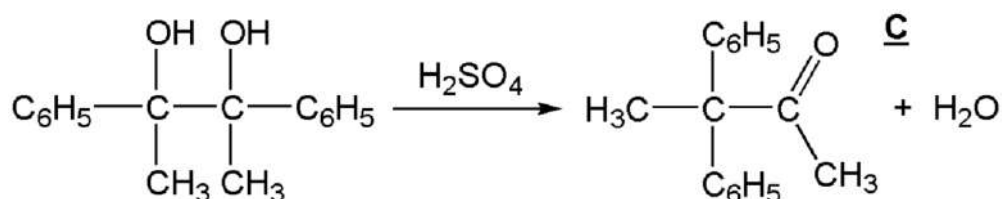
Реакция 2:



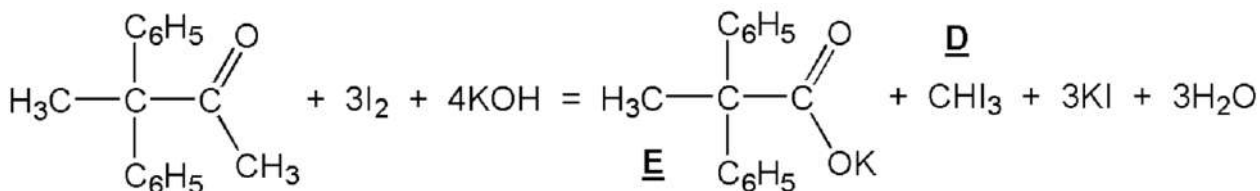
Реакция 3:



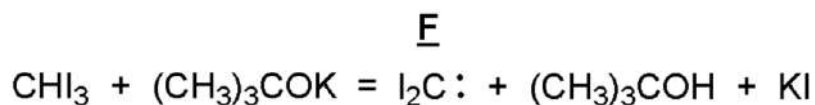
Реакция 4:



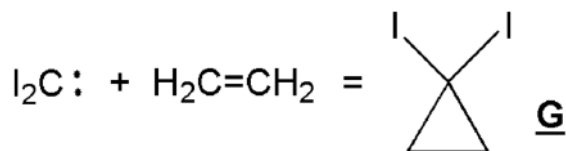
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Задача 2

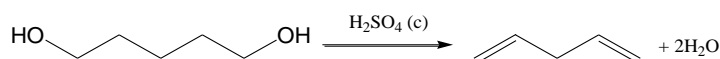
1. При обработке исходного амина избытком иодметана (карточка 6) образуется четвертичная аммонийная соль (карточка 1). Действуя на полученную соль $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ при нагревании (элиминирование по Гофману) (карточка 2 или 4) образуется гидроксид четвертичной аммонийной соли, быстро превращающийся в третичный амин **L** (карточка 5). Структуру амина легко воссоздать, найдя среди представленных карточек четвертичную аммонийную соль, не содержащую циклических заместителей (карточка 11). Эту соль можно получить избыточным метилированием вещества **L** иодметаном (карточка 9). Соединение с карточки 11 является типичным субстратом в реакции Гофмана. Несложно отметить, что в результате такого элиминирования тем или иным образом получают кратные связи. Так, действуя на четвертичную аммонийную соль $\text{Ag}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ (карточка 4 или 2) при нагревании должно образоваться соединение, содержащее 2 кратные связи. Единственным вариантом, отвечающим условию превращения, оказывается соединение **F** (карточка 3), так как оно не содержит иных атомов, кроме углерода и водорода, а его структурная формула соответствует в конкретном случае формуле диена. Структуру **F** можно установить по реакции

дегидратации пентандиола-1,5. Закономерным является факт того, что следующей стадией является окислительная деструкция по Лемье-Джонсону с образованием **A** (карточка 7), так как соединение с карточки 8 получается в результате таутомерного превращения, а стадия с карточки 10 является последней. Вывод о том, что структура **A** содержит две карбонильные группы можно сделать на основании таутомерного превращения (карточка 8).

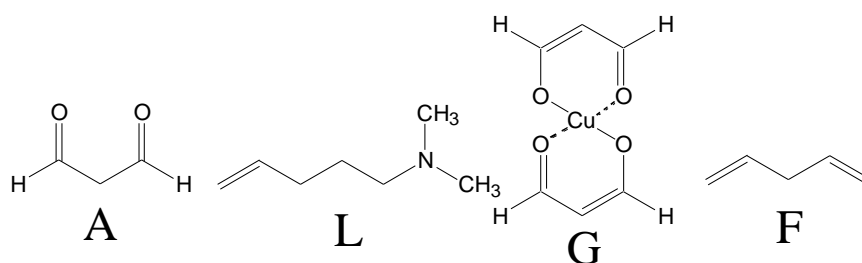
Отсюда порядок карточек следующий:

6 1 2(4) 5 9 11 4(2) 3 7 8 10

2. В соответствии с синтезом, а также зная, что в результате дегидратации пентандиола-1,5 образуется соединение **F**, уравнение реакции получения **F** имеет следующий вид:



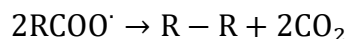
3. Структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**



Задача 3

1. При взаимодействии хлористого метила с цианидом натрия в диметилсульфоксиде образуется ацетонитрил (**A**) и хлорид натрия. Гидролиз ацетонитрила в присутствии соляной кислоты приводит к образованию уксусной кислоты (**B**) и хлорида аммония. При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция образуется ацетат кальция (**C**) и вода, а в результате пиролиза ацетата кальция – ацетон (**D**) и карбонат кальция (**E**).

При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия образуется ацетат натрия и вода. В результате перекрестной анодной конденсации ацетата натрия и натриевой соли монометилового эфира пропандиовой кислоты образуются этан (**F**), метиловый эфир пропановой кислоты (**G**) и диметиловый эфир бутандиовой кислоты (**H**). Механизм протекающей реакции аналогичен механизму реакции Кольбе,



о чем свидетельствует образование этана (насыщенный углеводород, содержащий 2 атома углерода). Вещество **G**, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, – продукт непосредственно перекрестной конденсации, где в качестве одного радикала выступает CH_3^\cdot , а второго – $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^\cdot$. Так как в реакцию вступила соль монометилового эфира пропандиовой кислоты, то $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^\cdot$ – это радикал, полученный после отщепления от $\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{CCH}_2\text{COO}^\cdot$ молекулы CO_2 . Для установления формулы вещества **H** найдем соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в нем:

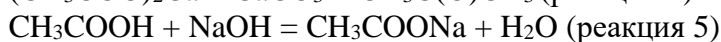
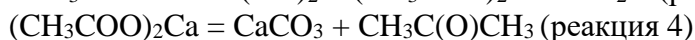
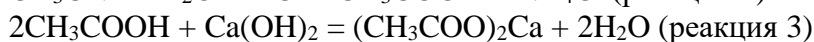
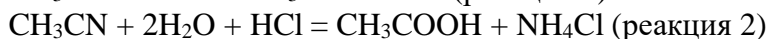
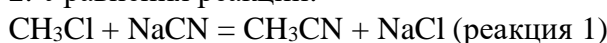
$$\begin{aligned} \text{C: H: O} \\ 49.32/12: 6.84/1: 43.84/16 \\ 4.11: 6.84: 2.74 \\ 1.5: 2.5: 1 \end{aligned}$$

Логичным является рассмотрение продукта конденсации $\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{CCH}_2\text{COONa}$, приводящее к образованию $\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$, отвечающее установленному выше соотношению (6: 10: 4). Эта анодная конденсация носит название реакции Брауна-Уокера и протекает по следующей схеме:

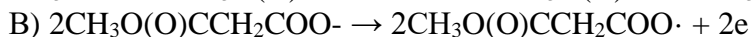
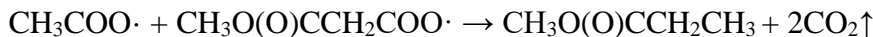
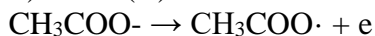
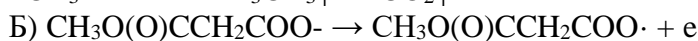
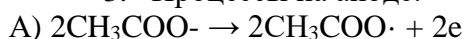


A	CH_3CN
B	CH_3COOH
C	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$
D	$\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$
E	CaCO_3
F	CH_3CH_3
G	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$
H	$\text{CH}_3\text{O}(\text{O})\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$

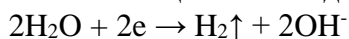
2. Уравнения реакций:



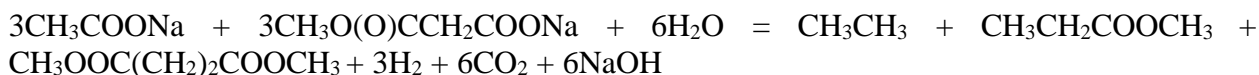
3. Процессы на аноде:



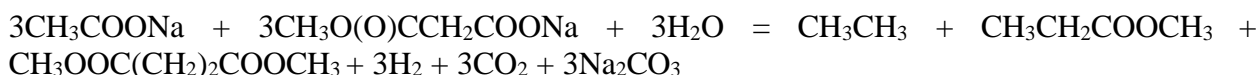
Реакции на катоде:



4. Диафрагма в устройстве электролизера разделяет катодное и анодное пространства. Так, если в электролизере диафрагма присутствует, то между гидроксидом натрия (на катоде) и углекислым газом (на аноде) взаимодействия не происходит и реакцию б можно записать следующим образом:



Если же диафрагмы нет, то углекислый газ, растворенный в воде, будет с легкостью взаимодействовать со щелочью:



Задача 4

Исходя из описания элемента, можно предположить, что это **сера** (окуривание; компонент взрывчатых веществ; элемент известен с древности).

Разобраться нам в этом помогут расчеты. В условии сказано:

«Также известно, что 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**»

Так как **A** – точно бинарное соединение, то и остальные тоже бинарные (все это видно из уравнений реакций). **A** – бромид **X**, **B** – фторид, **F** – хлорид.

Раз одинаковый количественный состав, то можем предположить, что формулы соединений – X_nF_m и X_nBr_m . Выразим массовую долю элемента **X** в обоих соединениях:

$$w(X) = \frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 19} \quad \text{в } X_nF_m$$

$$w(X) = \frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 80} \quad \text{в } X_nBr_m$$

Знаем отношение мольных долей **X**, тогда:

$$\frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 19} : \frac{n \cdot M(X)}{n \cdot M(X) + m \cdot 80} = \frac{n \cdot M(X) + m \cdot 80}{n \cdot M(X) + m \cdot 19} = 2,196$$

Приведем к следующему виду:

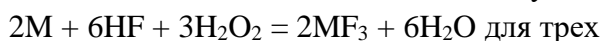
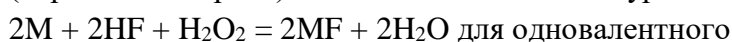
$$1,196 \cdot n \cdot M(X) = 38,276 m$$

$$n \cdot M(X) = 32 m$$

M(X)	n	m
32 S	1	1
16 O, не подходит	2	1
32 S	2	2
64 Cu	1	2

Можно перебрать еще несколько разных вариантов, но сера подходит лучше всех (кислород сразу исключаем, так как это не твердый элемент, медь тоже, так как ее соединения не газы). Тогда формулы соединений – S_nF_n и S_nBr_n . Известно, что она образует соединения, когда $n = 2$. Тогда **A** – S_2Br_2 , **B** – S_2F_2 , **F** – S_2Cl_2 . Элемент **X** – сера. У нее две аллотропные модификации – ромбическая и моноклинная, а в природе она встречается в самородном виде или присутствует в минералах (пирит, халькопирит и т.д.)

Сразу установим формулу фторида. Металл находится правее водорода в ряду напряжения металлов, так как для его растворения в кислоте требуется окислитель (перекись водорода). Запишем в общем виде уравнение реакции:

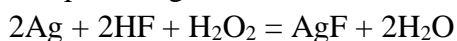


Найдем количество вещества пероксида водорода:

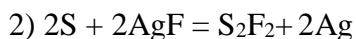
$$n(H_2O_2) = ((0,2 \text{ мл} \cdot 1,14 \text{ г/мл}) \cdot 0,37) / 34 \text{ г/моль} = 0,0025 \text{ моль}$$

Валентность металла	M(M)
1	108 Ag
2	216
3	324

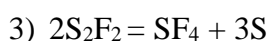
Фторид – AgF



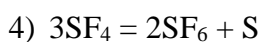
A – S_2Br_2



B – S_2F_2



C – SF_4

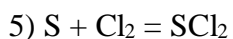


D – SF_6

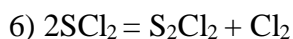
В этом нам поможет удостовериться подсказка в условии, что получающийся газ почти в 5 раз тяжелее воздуха.

$$M(\text{SF}_6) = 146 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{SF}_6) / M(\text{воздуха}) = 146 \text{ г/моль} / 29 \text{ г/моль} \approx 5 \text{ раз}$$



E – SCl_2



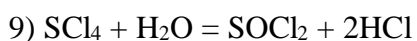
F – S_2Cl_2



B – S_2F_2

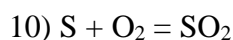


G – SCl_4

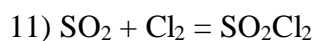


H – SOCl_2

Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)



I – SO_2

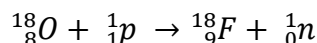


J – SO_2Cl_2

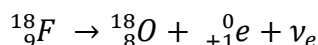
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)

Задача 5

1. Вещество, образующееся при бомбардировке $[^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ ускоренными протонами – это $[^{18}\text{F}]\text{HF}$:



Уравнение позитронного распада ^{18}F имеет следующий вид:



2. Закон радиоактивного распада:

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

где λ – постоянная распада:

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

Так как исходная активность равна 110 ГБк ($1,1 \cdot 10^{11} \text{ c}^{-1}$), то число атомов в начальный момент времени:

$$N_0 = \frac{A_0 T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{1,1 \cdot 10^{11} \cdot 110 \cdot 60}{\ln 2} = 1,0474 \cdot 10^{15}$$

через 29 минут:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t) = 1,095 \cdot 10^{15} \exp\left(\frac{-\ln 2 \cdot 29}{110}\right) = 8,725 \cdot 10^{14}$$

отсюда активность всего фтора-18 к этому времени:

$$A_t = \frac{N_t \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{8,725 \cdot 10^{14} \cdot \ln 2}{110 \cdot 60} = 91,63 \text{ ГБк}$$

Определим радиохимический выход $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$.

Учитывая, что на всех этапах взаимодействия протекают эквимольно, то практический химический выход $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ будет равен произведению всех выходов:

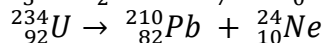
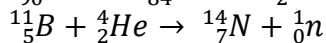
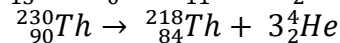
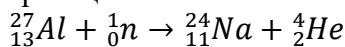
$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,65 \cdot 0,84 \cdot 0,89 \cdot 100\% = 48,59\%$$

Отсюда активность целевого продукта составляет 44,52 ГБк.

А величина радиохимического выхода равна:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{44,52}{110} \cdot 100\% = 40,48\%$$

3. Уравнения ядерных реакций:



Химия. 11 класс
Ответы и решения

3 вариант

Задача 1

Под действием амальгамированного магния в тетрагидрофуране в присутствии $TiCl_4$ метил(п-метилфенил)кетон претерпевает восстановительную димеризацию (пинаконовое восстановление) с образованием соответствующего вицинального диола – 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиола-2,3 (соединения **A**). 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиол-2,3, как и другие спирты, проявляет свойства слабой ОН-кислоты: он взаимодействует с натрием (и другими щелочными металлами) с образованием соответствующего алкоголята (соединения **B**). Для получения 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиола-2,3 можно использовать гидролиз соответствующего алкилгалогенида – к примеру, 2,3-дибром-2,3-ди(п-метилфенил)бутана. В водной муравьиной кислоте данное соединение вступает с H_2O в реакцию мономолекулярного нуклеофильного замещения с образованием искомого 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиола-2,3.

Под действием концентрированной H_2SO_4 2,3-ди(п-метилфенил)бутандиол-2,3 претерпевает пинаколиновую перегруппировку, в ходе которой происходит сдвиг п-метилфенильной группы и образование 3,3-ди(п-метилфенил)бутанона-2 (соединения **C**). Последний, будучи метилкетонем, даёт положительную галоформную пробу: реагирует с I_2 в среде КОН с образованием жёлтого осадка иодоформа (трийодметана – соединения **D**) и калиевой соли 2,2-ди(п-метилфенил)пропионовой кислоты (соединения **E**).

Под действием сильного основания – трет-бутилата калия – иодоформ претерпевает реакцию альфа-элиминирования с образованием высокореакционноспособного диiodкарбена – бинарного соединения **F**, содержащего 4,5 масс.% углерода:

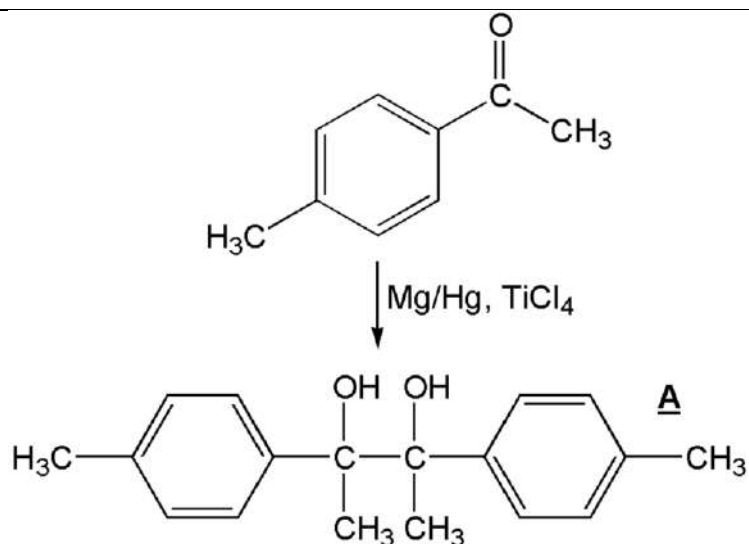
$$\omega(C) = \frac{A_r(C)}{M(Cl_2)} \cdot 100\% = \frac{12}{12 \cdot 1 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,5\%$$

Последний легко присоединяется к этилену с образованием 1,1-диiodциклопропана – соединения **G**, что подтверждается расчётом массовой доли иода в полученном соединении:

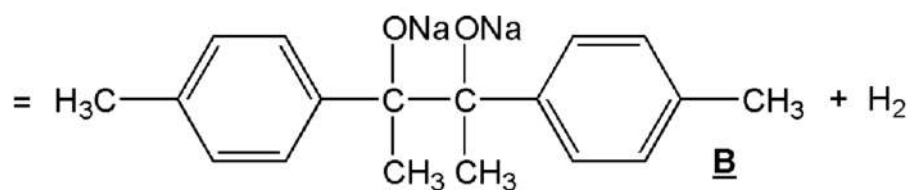
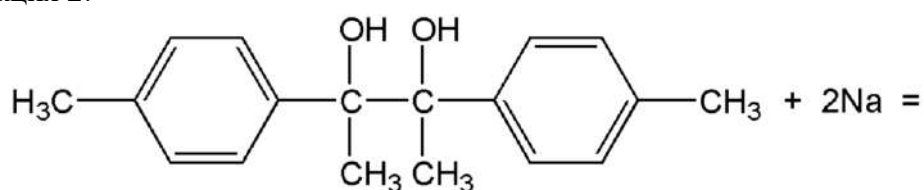
$$\omega(I) = \frac{A_r(I) \cdot 2}{M(C_3H_4I_2)} \cdot 100\% = \frac{127 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 127 \cdot 2} \cdot 100\% = 86,4\%$$

Уравнения реакций:

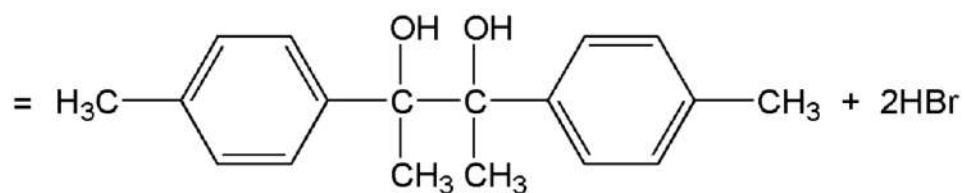
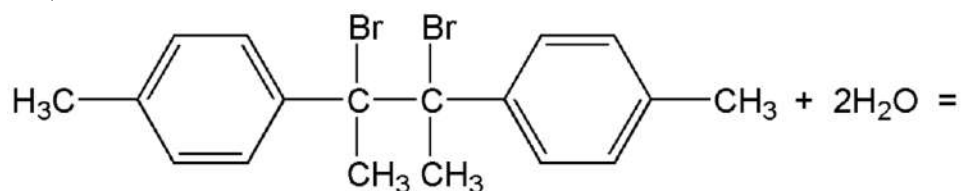
Реакция 1:



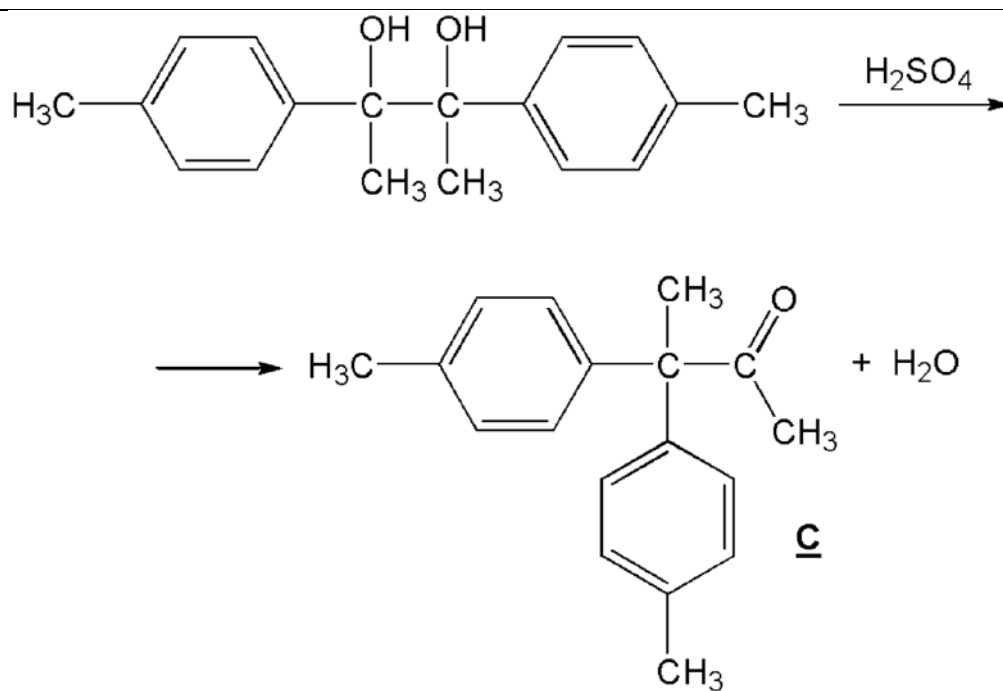
Реакция 2:



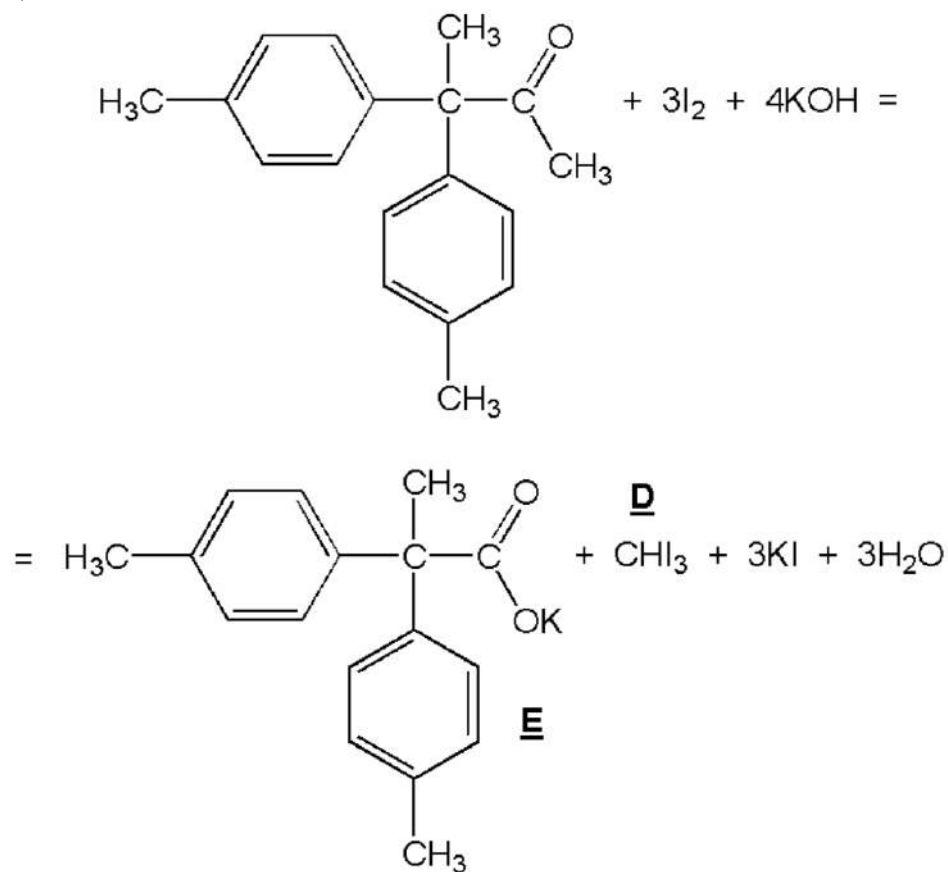
Реакция 3:



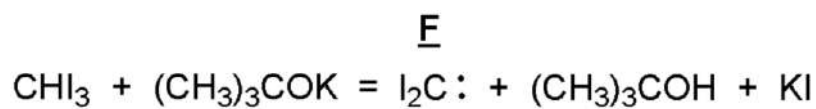
Реакция 4:



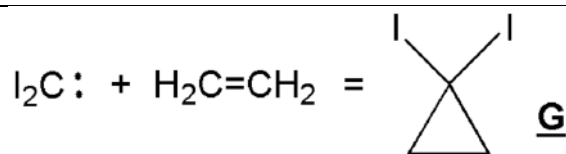
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Задача 2

4. Лучшим вариантом нахождения правильного порядка в синтезе тетраола **G** будет применение ретросинтетического анализа (пошагового упрощения структуры искомой молекулы до исходных соединений). Так как вещество **G** является четырехатомным спиртом, получающимся по реакции Вагнера, то субстратом в данном случае должен выступить диен. По условиям известно, что вещество **F** (карточка 10) можно получить дегидратацией гександиола-1,6. Отсюда **F** – искомый гексадиен-1,5. Наличие среди веществ, написанных на карточках, Ag_2O/H_2O и четвертичных аммонийных оснований намекает на использование в синтезе элиминирования по Гофману, исходным субстратом в котором являются амины. Получить гексадиен-1,5 по Гофману можно либо из избыточно метилированного диамина, либо из избыточно метилированного амина, уже содержащего концевую кратную связь (как раз такой амин есть на карточке 2). При действии на этот амин избытка метилиодида (карточка 3) образуется четвертичная аммонийная соль **L** (карточка 7) (так как других аммонийных солей, не содержащих циклический заместитель нет, а массовая доля иода в **A** равна нулю), которая затем под действием Ag_2O/H_2O при нагревании (карточка 9 или 8) элиминирует третичный амин с образованием диена **F**. Получить амин с карточки 2 можно аналогичным образом, действуя на аммонийную соль (карточка 5) Ag_2O/H_2O при нагревании (карточка 8 или 9). Соль с карточки 5 получается из циклического амина, который зашифрован как соединение **A** (не содержит иода). Сам же циклический амин (карточка 4) получается при восстановлении алюмогидридом лития лактама (карточка 1), который образуется, очевидно, из оксима в результате перегруппировки Бекмана (карточка 6).

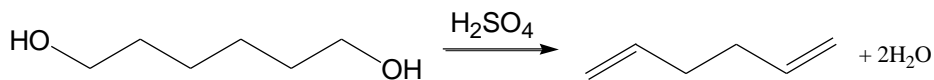
Порядок карточек в ретросинтетическом анализе:

11 10 8(9) 7 3 2 9(8) 5 4 1 6

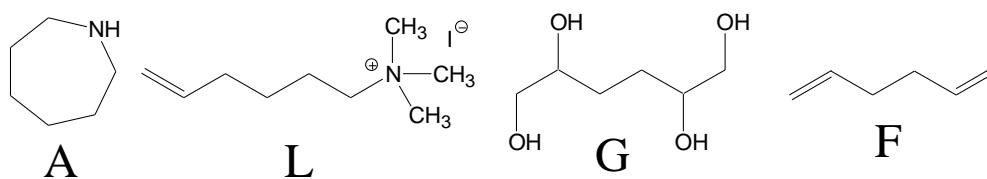
Прямой порядок карточек следующий:

6 1 4 5 9(8) 2 3 7 8(9) 10 11

5. В соответствии с синтезом, а также зная, что в результате дегидратации гександиола-1,6 образуется соединение **F**, уравнение реакции получения **F** имеет следующий вид:



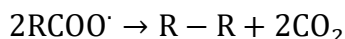
6. Структурные формулы веществ **A**, **L**, **G**, **F**



Задача 3

5. При взаимодействии хлористого метила с цианидом натрия в диметилсульфоксиде образуется ацетонитрил (А) и хлорид натрия. Гидролиз ацетонитрила в присутствии соляной кислоты приводит к образованию уксусной кислоты (В) и хлорида аммония. При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом кальция образуется ацетат кальция (С) и вода, а в результате пиролиза ацетата кальция – ацетон (D) и карбонат кальция (Е).

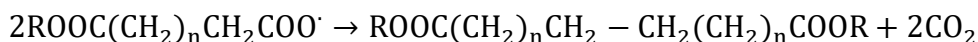
При нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия образуется ацетат натрия и вода. В результате перекрестной анодной конденсации ацетата натрия и натриевой соли моноэтилового эфира пентандиовой кислоты образуются этан (F), этиловый эфир пентановой кислоты (G) и диэтиловый эфир октандиовой кислоты (H). Механизм протекающей реакции аналогичен механизму реакции Кольбе,



о чем свидетельствует образование этана (насыщенный углеводород, содержащий 2 атома углерода). Вещество G, C₇H₁₄O₂, – продукт непосредственно перекрестной конденсации, где в качестве одного радикала выступает CH₃·, а второго – C₆H₁₁O₂·. Так как в реакцию вступила соль моноэтилового эфира пентандиовой кислоты, то C₆H₁₁O₂· - это радикал, полученный после отщепления от C₂H₅O(O)C(CH₂)₃COO· молекулы CO₂. Для установления формулы вещества H найдем соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в нем:

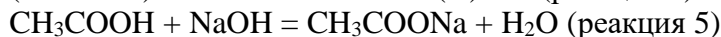
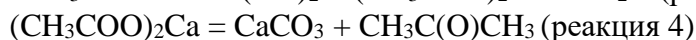
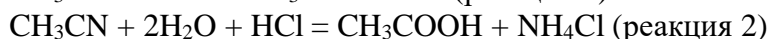
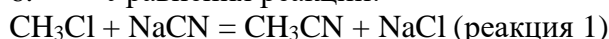
$$\begin{aligned} \text{C: H: O} \\ 62.61/12: 9.56/1: 27.83/16 \\ 5.22: 9.56: 1.74 \\ 3: 5.5: 1 \end{aligned}$$

Логичным является рассмотрение продукта конденсации C₂H₅O(O)C(CH₂)₃COONa, приводящее к образованию C₂H₅O(O)C(CH₂)₆C(O)OC₂H₅, отвечающее установленному выше соотношению (12: 22: 4). Эта анодная конденсация носит название реакции Брауна-Уокера и протекает по следующей схеме:

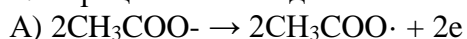


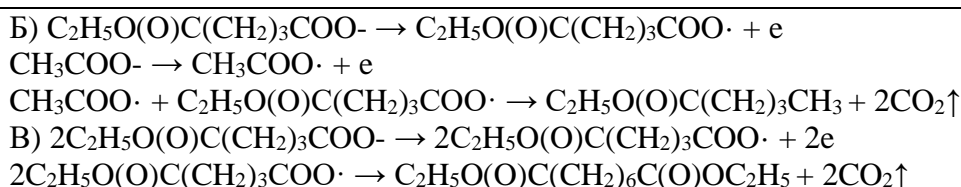
A	CH ₃ CN
B	CH ₃ COOH
C	(CH ₃ COO) ₂ Ca
D	CH ₃ C(O)CH ₃
E	CaCO ₃
F	CH ₃ CH ₃
G	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ C(O)OC ₂ H ₅
H	C ₂ H ₅ O(O)C(CH ₂) ₆ C(O)OC ₂ H ₅

6. Уравнения реакций:

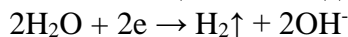


4. Процессы на аноде:





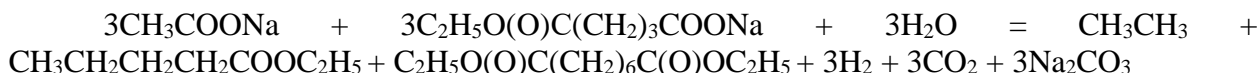
Реакции на катоде:



5. Диафрагма в устройстве электролизера разделяет катодное и анодное пространства. Так, если в электролизере диафрагма присутствует, то между гидроксидом натрия (на катоде) и углекислым газом (на аноде) взаимодействия не происходит и реакцию б можно записать следующим образом:



Если же диафрагмы нет, то углекислый газ, растворенный в воде, будет с легкостью взаимодействовать со щелочью:



Задача 4

Исходя из описания элемента, можно предположить, что это **сера** (окуривание; компонент взрывчатых веществ; элемент известен с древности).

Разобраться нам в этом помогут расчеты. В условии сказано:

«Также известно, что соединения **С**, **Д** и **Н** имеют одинаковый количественный, но разный качественный состав, причем массовая доля элемента **Х** в соединении **Н** в 2,419 раз больше, чем в соединении **Д**»

По уравнениям реакций видно, что эти соединения представляют из себя соединения по типу $\text{X}_k\text{O}_l\Gamma_m$, где Γ – галоген, и отличаются скорее всего только галогенами (например, **С** содержит хлор (что можно предположить по уравнению реакции), **Д** – бром (**С** реагирует с HBr , вероятно, обмен Cl на Br), **Н** – фтор).

Выразим массовую долю элемента **Х** в обоих соединениях:

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 19} \quad \text{в } \text{X}_k\text{O}_l\text{F}_m$$

$$w(\text{X}) = \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 80} \quad \text{в } \text{X}_k\text{O}_l\text{Br}_m$$

Знаем отношение мольных долей **Х**, тогда:

$$\frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 19} : \frac{n \cdot M(\text{X})}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 80} = \frac{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 80}{n \cdot M(\text{X}) + l \cdot 16 + m \cdot 19} = 2,419$$

Приведем к следующему виду:

$$1,419 \cdot n \cdot M(\text{X}) = 34,039 m - 22,704 l$$

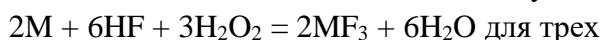
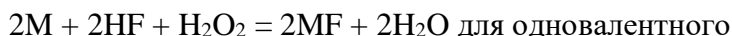
$$n \cdot M(\text{X}) = 24 m - 16 l$$

M(X)	m	l	n
------	---	---	---

8	1	1	1
32 S (SOГ₂ – тионил-галогениды)	2	1	1
16 O	2	2	1
56 Fe (FeOГ ₃ ??)	3	1	1
28 Si (Si ₂ OГ ₃ ??)	3	1	2
40 Ca (CaO ₂ Г ₃ ??)	3	2	1
24 Mg (MgO ₃ Г ₃ ??)	3	3	1
12 C (C ₂ O ₃ Г ₃ ??)	3	3	2

И так далее. Получается много вариантов, почти все из которых можно отбросить (металлы не образуют газы; элементы в странных степенях окисления и т.д.). А вот вариант с серой подходит хорошо, и некоторые ее соединения, действительно, являются газами. Тогда **С** – SOCl₂, **Д** – SOBr₂, **Н** – SOF₂. Элемент **Х** – сера. У нее две аллотропные модификации – ромбическая и моноклинная, а в природе она встречается в самородном виде или присутствует в минералах (пирит, халькопирит и т.д.)

Сразу установим формулу фторида. Металл находится правее водорода в ряду напряжения металлов, так как для его растворения в кислоте требуется окислитель (перекись водорода). Запишем в общем виде уравнение реакции:

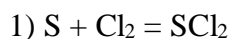


Найдем количество вещества плавиковой кислоты:

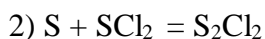
$$n(HF) = ((0,223 \text{ мл} * 1,123 \text{ г/мл}) * 0,40) / 20 \text{ г/моль} = 0,005 \text{ моль}$$

Валентность металла	M(M)
1	108 Ag
2	216
3	324
4	432

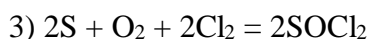
Фторид – AgF



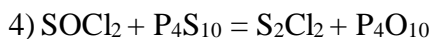
A - SCl₂



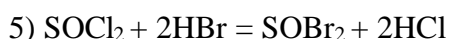
B – S₂Cl₂



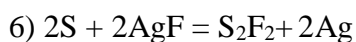
C – SOCl₂



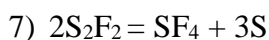
B – S₂Cl₂



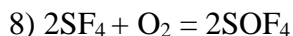
D – SOBr_2



E – S_2F_2

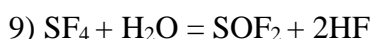


F – SF_4

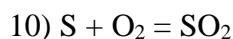


G – SOF_4

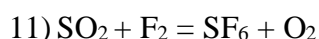
Подсказкой для нас будет массовая доля кислорода, данная в условии (посчитав, мы можем убедиться в этом)



H – SOF_2



I – SO_2



J – SF_6

В этом нам поможет удостовериться подсказка в условии (нам дана плотность газа при н.у.):

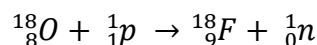
$$\rho(\text{J}) = 0,00652 \text{ г/мл} = 6,52 \text{ г/л}$$

$$M(\text{J}) = \rho(\text{J}) * V_m = 6,52 \text{ г/л} * 22,4 \text{ л/моль} = 146 \text{ г/моль}$$

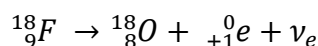
$$M(\text{SF}_6) = M(\text{J}) = 146 \text{ г/моль}$$

Задача 5

1. Вещество, образующееся при бомбардировке $^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ ускоренными протонами – это $^{18}\text{F}]\text{HF}$:



Уравнение позитронного распада ^{18}F имеет следующий вид:



2. Закон радиоактивного распада:

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

где λ – постоянная распада:

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

Так как исходная активность равна 120 ГБк ($1,2 * 10^{11} \text{ с}^{-1}$), то число атомов в начальный момент времени:

$$N_0 = \frac{A_0 T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{1,2 * 10^{11} * 110 * 60}{\ln 2} = 1,1426 * 10^{15}$$

через 30 минут:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t) = 1,1426 * 10^{15} \exp\left(\frac{-\ln 2 * 30}{110}\right) = 9,458 * 10^{14}$$

отсюда активность всего фтора-18 к этому времени:

$$A_t = \frac{N_t \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{8,725 * 10^{14} * \ln 2}{110 * 60} = 99,33 \text{ ГБк}$$

Определим радиохимический выход [^{18}F]FDG.

Учитывая, что на всех этапах взаимодействия протекают эквимольно, то практический химический выход [^{18}F]FDG будет равен произведению всех выходов:

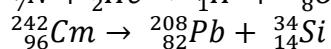
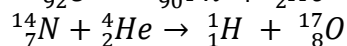
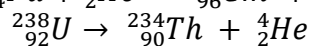
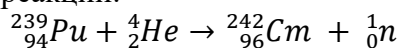
$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,71 * 0,86 * 0,91 * 100\% = 55,56\%$$

Отсюда активность целевого продукта составляет 55,19 ГБк.

А величина радиохимического выхода равна:

$$\text{РХВ}(\%) = \frac{55,19}{110} * 100\% = 45,99\%$$

3. Уравнения ядерных реакций:



Химия. 11 класс
Критерии оценивания

1 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы соединений **A-G** по 1,5 балла – всего **10,5 баллов**.
2. За уравнения реакций 2-7 по 1 баллу – 6 баллов. За схему реакции 1 – 1,5 балла. Всего по п.2 – **7,5 баллов**.
3. За названия реакций 4 и 5 по 3 балла – всего **6 баллов**.

Итого: 24 балла

Задача 2.

1. За правильно составленную схему синтеза 11 баллов, за каждую неверную стадию -1 балл – **всего 11 баллов**.
2. За уравнения реакции получения **G** из ацетилена – **1 балл**.
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, F, L, G** по 1 баллу – всего **4 балла**.

Итого: 16 баллов

Задача 3.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-H** по 1 баллу – всего **8 баллов**.
2. За уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу (за уравнения без коэффициентов по 0.5 балла) – всего **5 баллов**.
3. За правильно написанные катодные и анодные процессы по 1 баллу – всего **4 балла**. За уравнение реакции 6 при наличии в электролизере диафрагмы и при ее отсутствии по 1 баллу – всего **2 балла**.
4. Вывод о роли диафрагмы в устройстве электролизёра – **1 балл**.

Итого: 20 баллов

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **2 балла**.
2. За каждую правильную аллотропную модификацию (их всего две) по **1 баллу**, суммарно – **2 балла**; за правильную информацию о нахождении элемента в природе – **1 балл**. Итого по пункту – **3 балла**.
3. За правильно установленную формулу фторида металла – **0,5 балла**, за подтверждающие расчеты – **0,5 балла**, суммарно – **1 балл**; за правильно написанное уравнение реакции получения фторида – **0,5 балла** (если в уравнении неправильно расставлены коэффициенты по **0,25 баллов** за уравнение вместо **0,5**). Итого по пункту – **1,5 балла**.
4. За правильно установленную формулу соединений **A-H** по **1 баллу**, суммарно – **8 баллов**; за правильно написанные уравнения реакций по **0,5 балла**, суммарно – **5,5 баллов** (если в уравнении неправильно расставлены

коэффициенты по 0,25 баллов за уравнение вместо 0,5). Итого по пункту – **13,5 баллов.**

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленную формулу вещества **1** и правильно написанные ядерные реакции по 2 балла – всего **6 баллов.**
2. За установления активности фтора-18 к концу синтеза – 2 балла. За установление активности целевого продукта к концу синтеза с учетом химического выхода – 2 балла. За вычисление радиохимического выхода $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ – 6 баллов. Всего по п.2 – **10 баллов.**
3. За правильно написанные ядерные реакции по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 20 баллов

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

2 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы соединений А-Г по 1 баллу – **7 баллов**
2. За уравнения реакций 2-7 по 1 баллу – 6 баллов. За схему реакции 1 – 1 балл. Всего по п.2 – **7 баллов**
3. За названия реакций 4 и 5 по 3 балла – **6 баллов**

Итого: 24 балла

Задача 2.

1. За правильно составленную схему синтеза 11 баллов, за каждую неверную стадию -1 балл – **всего 11 баллов.**
2. За уравнения реакции получения **F** из диола – **1 балл.**
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, F, L, G** по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 16 баллов

Задача 3.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-H** по 1 баллу – всего **8 баллов.**
2. За уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу (за уравнения без коэффициентов по 0.5 балла) – всего **5 баллов.**
3. За правильно написанные катодные и анодные процессы по 1 баллу – всего **4 балла.** За уравнение реакции 6 при наличии в электролизере диафрагмы и при ее отсутствии по 1 баллу – всего **2 балла.**
4. Вывод о роли диафрагмы в устройстве электролизёра – **1 балл.**

Итого: 20 баллов

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **2 балла.**
2. За каждую правильную аллотропную модификацию (их всего две) по **1 баллу**, суммарно – **2 балла**; за правильную информацию о нахождении элемента в природе – **1 балл.** Итого по пункту – **3 балла.**
3. За правильно установленную формулу фторида металла – **0,5 балла**, за подтверждающие расчеты – **0,5 балла**, суммарно – **1 балл**; за правильно написанное уравнение реакции получения фторида – **0,5 балла** (если в уравнении неправильно расставлены коэффициенты по **0,25 баллов** за уравнение вместо **0,5**). Итого по пункту – **1,5 балла.**
4. За правильно установленную формулу соединений **A-H** по **1 баллу**, суммарно – **8 баллов**; за правильно написанные уравнения реакций по **0,5 балла**, суммарно – **5,5 баллов** (если в уравнении неправильно расставлены

коэффициенты по 0,25 баллов за уравнение вместо 0,5). Итого по пункту – **13,5 баллов.**

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленную формулу вещества **1** и правильно написанные ядерные реакции по 2 балла – всего **6 баллов.**
2. За установления активности фтора-18 к концу синтеза – 2 балла. За установление активности целевого продукта к концу синтеза с учетом химического выхода – 2 балла. За вычисление радиохимического выхода ^{18}F FDG – 6 баллов. Всего по п.2 – **10 баллов.**
3. За правильно написанные ядерные реакции по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 20 баллов

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

3 вариант

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы соединений А-Г по 1 баллу – **7 баллов**
2. За уравнения реакций 2-7 по 1 баллу – 6 баллов. За схему реакции 1 – 1 балл. Всего по п.2 – **7 баллов**
3. За названия реакций 4 и 5 по 3 балла – **6 баллов**

Итого: 24 балла

Задача 2.

1. За правильно составленную схему синтеза 11 баллов, за каждую неверную стадию -1 балл – **всего 11 баллов.**
2. За уравнения реакции получения **F** из диола – **1 балл.**
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, F, L, G** по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 16 баллов

Задача 3.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A-H** по 1 баллу – всего **8 баллов.**
2. За уравнения реакций 1 – 5 по 1 баллу (за уравнения без коэффициентов по 0.5 балла) – всего **5 баллов**
3. За правильно написанные катодные и анодные процессы по 1 баллу – всего **4 балла.** За уравнение реакции 6 при наличии в электролизере диафрагмы и при ее отсутствии по 1 баллу – всего **2 балла.**
4. Вывод о роли диафрагмы в устройстве электролизёра – **1 балл.**

Итого: 20 баллов

Задача 4

1. За правильно установленный элемент **X** – **2 балла.**
2. За каждую правильную аллотропную модификацию (их всего две) по **1 баллу**, суммарно – **2 балла**; за правильную информацию о нахождении элемента в природе – **1 балл.** Итого по пункту – **3 балла.**
3. За правильно установленную формулу фторида металла – **0,5 балла**, за подтверждающие расчеты – **0,5 балла**, суммарно – **1 балл**; за правильно написанное уравнение реакции получения фторида – **0,5 балла** (если в уравнении неправильно расставлены коэффициенты по **0,25 баллов** за уравнение вместо **0,5**). Итого по пункту – **1,5 балла.**
4. За правильно установленную формулу соединений **A-H** по **1 баллу**, суммарно – **8 баллов**; за правильно написанные уравнения реакций по **0,5 балла**, суммарно – **5,5 баллов** (если в уравнении неправильно расставлены

коэффициенты по 0,25 баллов за уравнение вместо 0,5). Итого по пункту – **13,5 баллов.**

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленную формулу вещества **1** и правильно написанные ядерные реакции по 2 балла – всего **6 баллов.**
2. За установления активности фтора-18 к концу синтеза – 2 балла. За установление активности целевого продукта к концу синтеза с учетом химического выхода – 2 балла. За вычисление радиохимического выхода ^{18}F FDG – 6 баллов. Всего по п.2 – **10 баллов.**
3. За правильно написанные ядерные реакции по 1 баллу – всего **4 балла.**

Итого: 20 баллов