

ХИМИЯ 10 КЛАСС

Вариант I

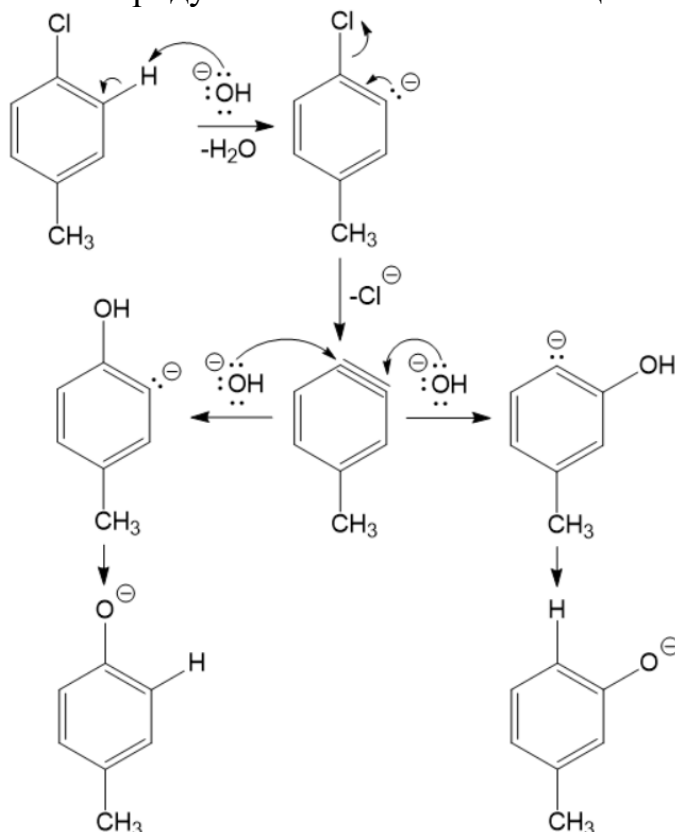
Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой HNO_3 превращается в гидросульфат нитрония:

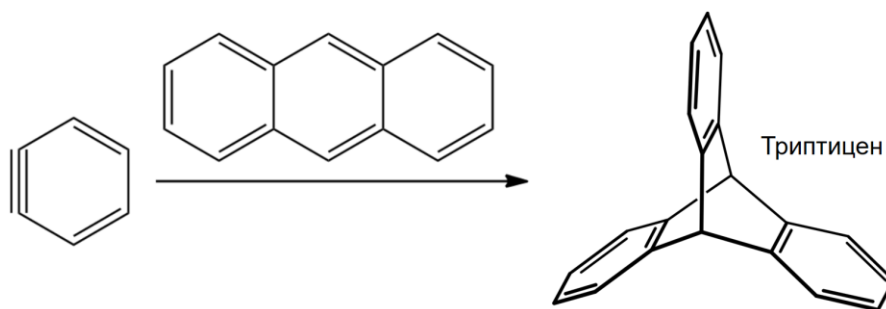


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$ или перхлорат $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$), ацетилнитрат $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$ – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота N_2O_4 и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

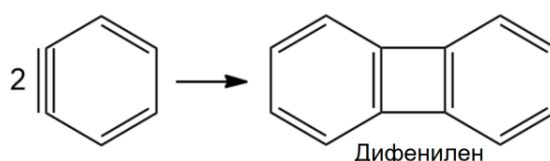
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



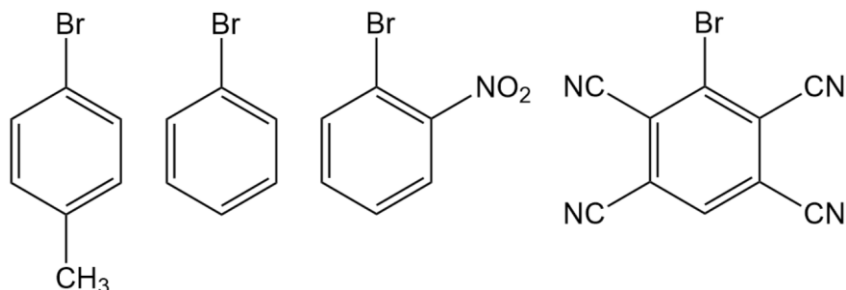
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ($-\text{NO}_2$, $-\text{N}_2^+$, $-\text{CN}$, $-\text{SO}_2\text{R}$ и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ($-\text{OH}$, $-\text{O}^-$, $-\text{OR}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$, алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



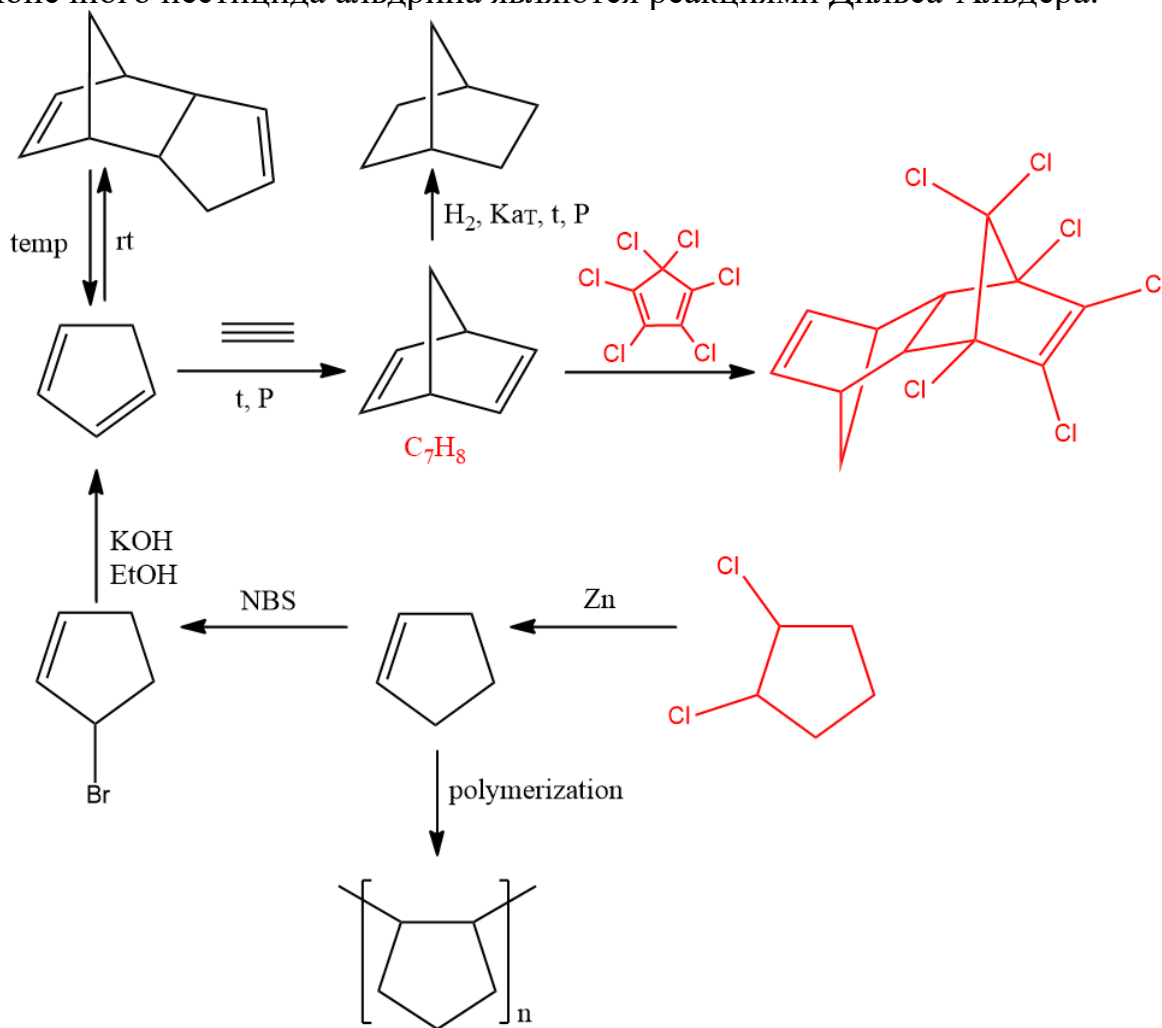
Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия HNO_3 и H_2SO_4 – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих HNO_3 или $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия п-хлортолуола с OH^- – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

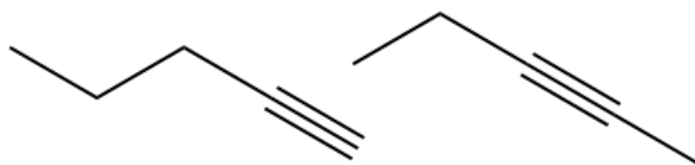
Итого: 26 баллов

Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с реакции дегалогенирования 1,2-дихлорциклопентана цинком. Образуется циклопентен **A**, который полимеризуется с образованием полициклопентена **B** и бромится в аллильное положение с образованием 3-бромциклопентена **C**. Дегидрогалогенирование **C** приводит к образованию циклопентадиена **D**, который способен обратимо димеризоваться при комнатной температуре с образованием вещества **E** и взаимодействовать с ацетиленом с образованием вещества C_7H_8 . Каталитическое гидрирование C_7H_8 приводит к образованию норборнана **F**. Реакции получения **E**, **F** и конечного пестицида альдрина являются реакциями Дильса-Альдера.



2. Изомеры вещества **A**:



Критерии оценивания

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Ф по 2 балла – всего 12 баллов.

2. За правильно написанные формулы изомеров вещества А по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

Задача 3.

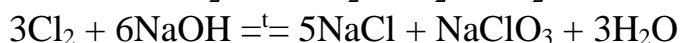
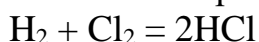
					1	К	Р	И	С	Т	А	Л	Л	И	З	А	Т	О	Р
				2	Г	А	Л	И	Т										
3	К	О	Н	О	В	А	Л	О	В										
4	И	З	О	Б	У	Т	И	Л	Е	Н									
		5	Р	А	Д	И	Й												

1. *Кристаллизатор.* Применяют для получения кристаллов из насыщенных и пересыщенных растворов.

2. *Галит.* Минерал с химической формулой NaCl.

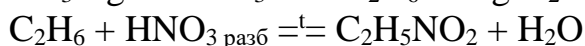
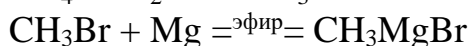
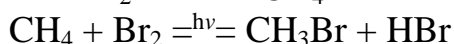
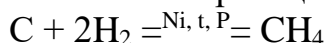
$$M_r(X) = D_{\text{возд}} \cdot M(\text{возд}) = 2,45 \cdot 29 = 71,05 \text{ г/моль} \sim 71 \text{ г/моль} - \text{Cl}_2$$

Химические реакции:



3. *Коновалов.* Реакция нитрования разбавленным раствором азотной кислоты при нагревании – реакция Коновалова.

Химические реакции:



А – CH₄, **В** – CH₃Br, **С** – CH₃MgBr, **Д** – C₂H₆, **Е** – C₂H₅NO₂.

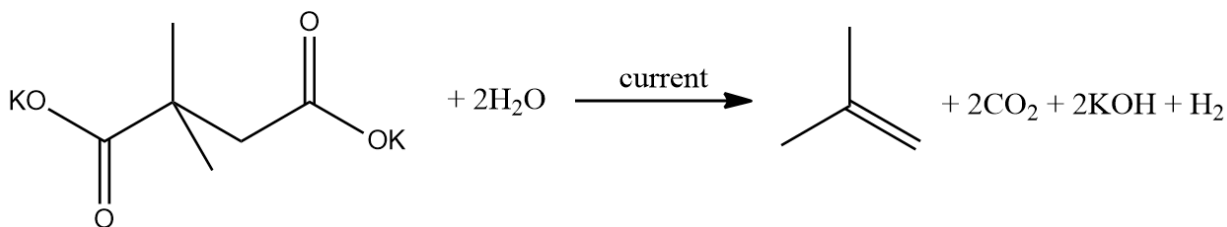
4. *Изобутилен.*

Найдем простейшую формулу исходной соли, приняв ее массу за 100 г.

Элемент	Массовая доля	Масса, г	Кол-во в-ва, моль	Соотношение
С	0,324	32,4	2,7	3
О	0,288	28,8	1,8	2
Н	0,036	3,6	3,6	4
К	0,352	35,2	0,9	1

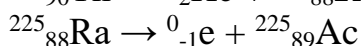
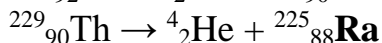
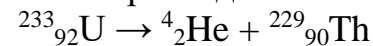
C₃H₄O₂K. Данная структурная формула не соответствует соли дикарбоновой кислоты. Умножим на 2. C₆H₈O₄K₂. При электролизе водных растворов солей дикарбоновых кислот происходит реакция, схожая с реакцией Кольбе. Если карбоксильные группы расположены в вицинальных положениях, то при декарбоксилировании образуются алкены. Отсюда единственно возможная исходная соль – это дикалиевая соль 2,2-диметилбутандиовой кислоты.

Уравнение реакции:



5. Радий.

Схемы распадов:



Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 3 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

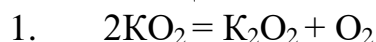
Итого: 20 баллов

Задача 4.

1. «Растительной щелочью» - **И** - в древности называли поташ, т.е. речь идет о калии, который путали с натрием. Газ **В** легче **З** в 16 раз, трудно найти два таких газа, кроме как O_2 и H_2 , раз **В** – кислород, а **А** бинарное соединение и выделяет кислород при нагревании – значит **А** – кислородное соединение какого-то элемента оранжево-желтого цвета – что-то из пероксидов щелочных металлов, что тоже говорит о том, что **Э** – калий. $w\%(\text{Э}) = 54.9\%$, если посчитаем, получим, что молярная масса равна $71n$ г/моль, где n – количество атомов калия в соединении, при $n = 1$ остаток составляет 32, помним про кислород – получаем формулу **А** – KO_2 . При нагревании KO_2 разлагается и так как получающееся вещество **Б** тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, **Б** – K_2O_2 , а получаемое из него **Г** – K_2O . Газы **Х** и **У** имеют одинаковый состав и образованы элементами - соседями по периодической таблице. Поскольку **И** – K_2CO_3 , значит газ **У** – CO_2 , соседи углерода **В** (бор) и **Н** (азот), логично предположить, что **Х** – NO_2 . Тогда соль **Е** – KNO_3 . Обработка **Б** - K_2O_2 горячей водой приводит к выделению кислорода и образованию **Ж** – KOH . **М** – простое вещество элемента **Э** – **К** (калий), взаимодействие гидроксида калия с ним приводит к выделению водорода и образованию оксида.

Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	У
К	KO_2	K_2O_2	O_2	K_2O	K_2SO_4	KNO_3	KOH	H_2	K_2CO_3	NO_2	CO_2

2. Реакции:



2. $2\text{K}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{O} + \text{O}_2$
3. $2\text{KO}_2 + \text{S} = \text{K}_2\text{SO}_4$
4. $2\text{KO}_2 + 2\text{NO}_2 = 2\text{KNO}_3 + \text{O}_2$
5. $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + \text{O}_2$
6. $2\text{KOH} + 2\text{K} = 2\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2$
7. $\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3$

3. Супероксид калия KO_2 получают сжиганием K в чистом кислороде:
 $\text{K} + \text{O}_2 = \text{KO}_2$

Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные Э, Х и У, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- 2) За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- 3) За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

Задача 5.

Задание 1:

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{10\text{г}}{92 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 90\text{г}} * 1000 = -2.25^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^0 + E * m = 100 + 0.52 * \frac{15.5\text{г}}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 200\text{г}} * 1000 = 100.2^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{40\text{г}}{58.5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1\text{кг}} = -2.5^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.15 * 142}{3 * 0.52} = 26\text{г}$$

$$c) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$K\alpha \approx \alpha^2 * c = \left(\frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 2.8 * 10^{-4}$$

Задание 3:

a)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 150 г, то соли 7.9 г

b)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

12 г фруктозы – 0.067 моль, значит масса раствора = 317 г, тогда нужно добавить 305 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 г гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.04	0.06
Y	0.03	0.07

Рассчитаем молярные массы X и Y:

$M(X) = 1.96 \text{ г} * n / 0.04 \text{ моль} = 32.66n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

$M(Y) = 2.87 \text{ г} * n / 0.07 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

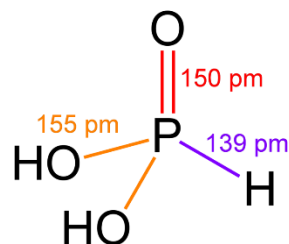
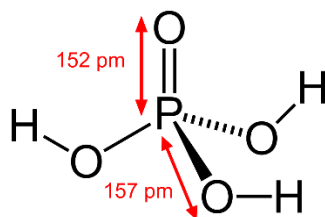
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.66	10.3
2	65.32	20.7
3	98	31 P

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	31 P
3	123	46.5

X – H_3PO_4

Y – H_3PO_3



Критерии оценивания

Задание 1:

а) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

а) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл

б) За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл

с) За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

а) За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

б)

Задание 4:

а) За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла

с) За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла. Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

ХИМИЯ 10 КЛАСС

Вариант II

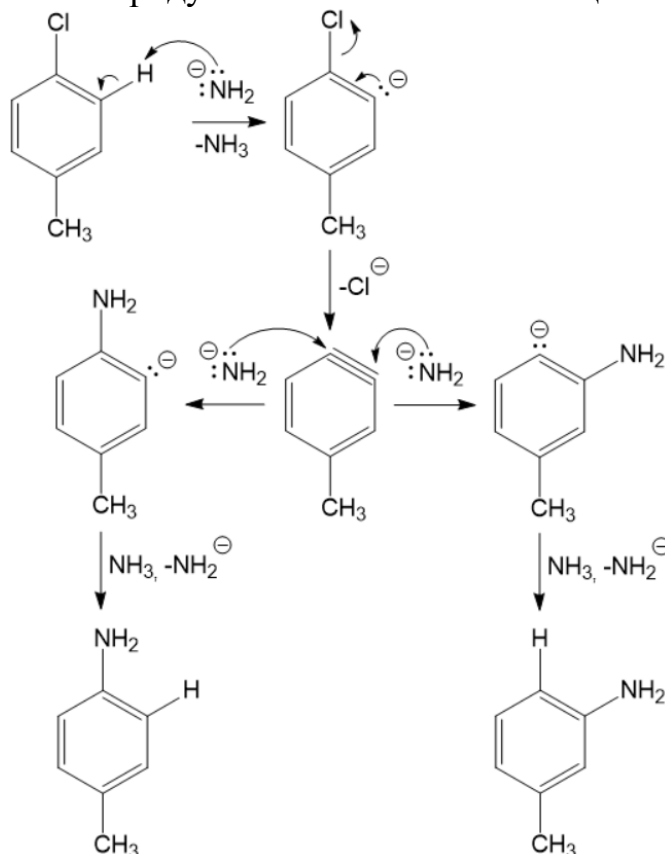
Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой HNO_3 превращается в гидросульфат нитрония:

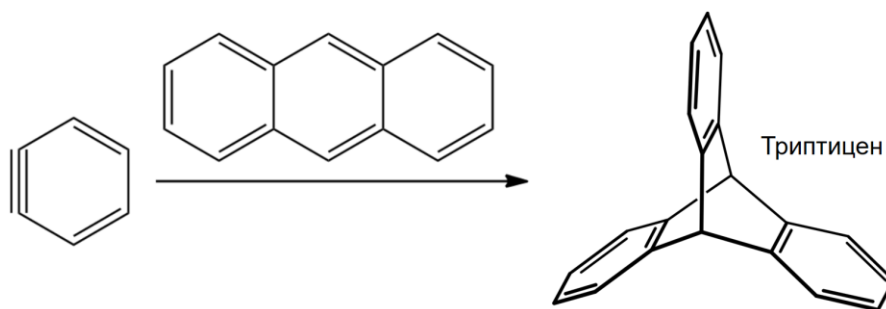


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$ или перхлорат $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$), ацетилнитрат $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$ – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота N_2O_4 и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

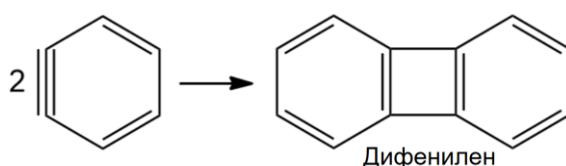
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



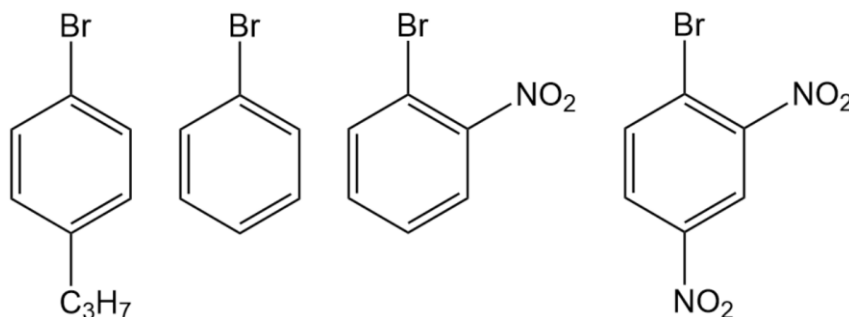
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ($-\text{NO}_2$, $-\text{N}_2^+$, $-\text{CN}$, $-\text{SO}_2\text{R}$ и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ($-\text{OH}$, $-\text{O}^-$, $-\text{OR}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$, алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



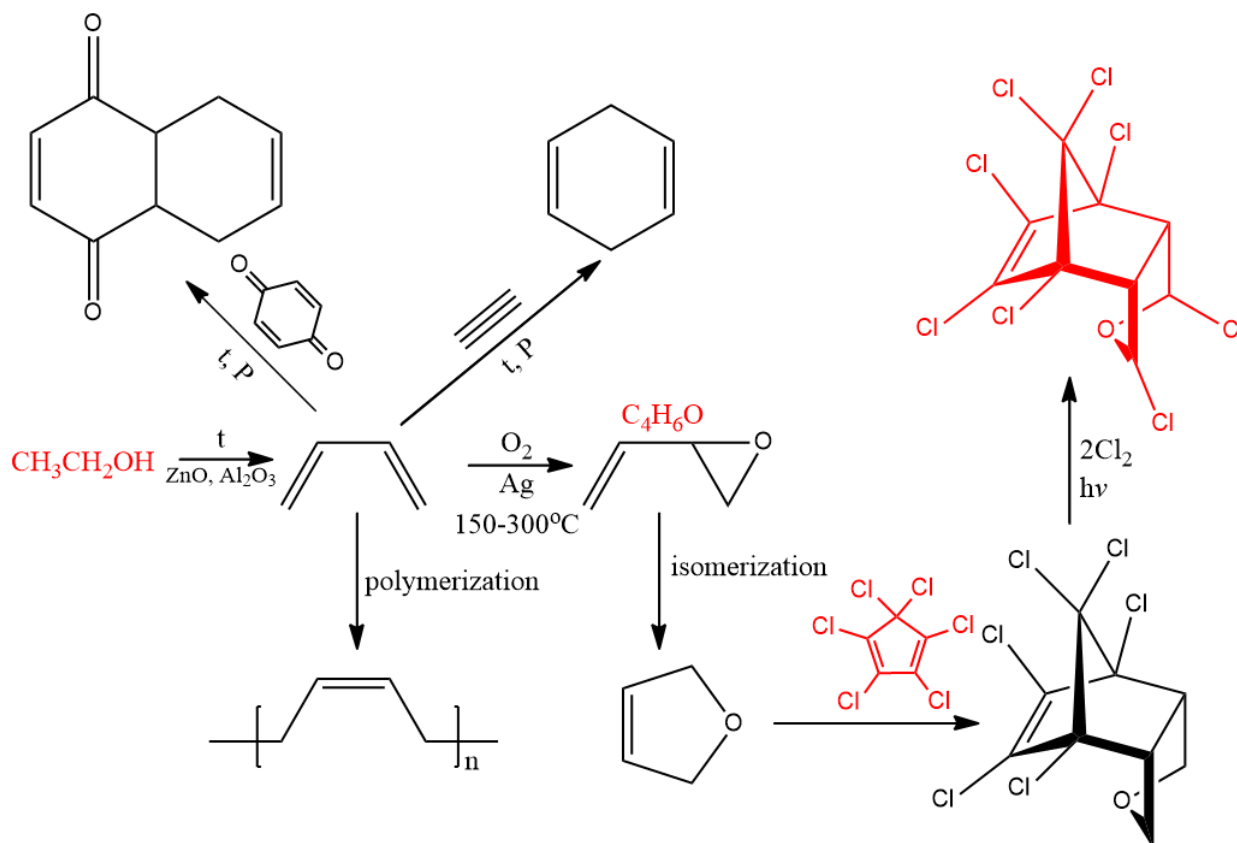
Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия HNO_3 и H_2SO_4 – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих HNO_3 или $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия п-хлортолуола с NH_2 – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

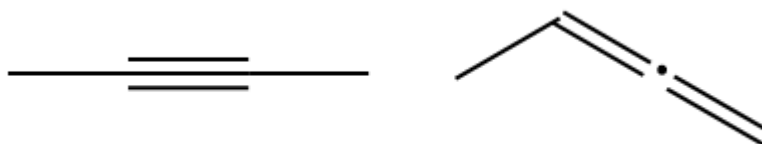
Итого: 26 баллов

Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с реакции Лебедева. Образуется бутадиен-1,3 **A**, который полимеризуется с образованием полибутадиена **B**, вступает в реакции Дильса-Альдера с 1,4-бензохиноном и ацетиленом с образованием продуктов **C** и **D**. Окисление **A** кислородом в присутствии серебра приводит к образованию 1,2-эпоксибутаена-3, изомеризующегося с образованием 2,5-дигидрофурана **E**. Установить продукт изомеризации можно на основании конечного вещества, телодрина. **F** – продукт взаимодействия 2,5-дигидрофурана с **E**. Радикальное хлорирование **F** двумя молями хлора приводит к образованию телодрина.



2. Изомеры вещества **A**:



Критерии оценивания

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Е по 2 балла – всего 12 баллов.

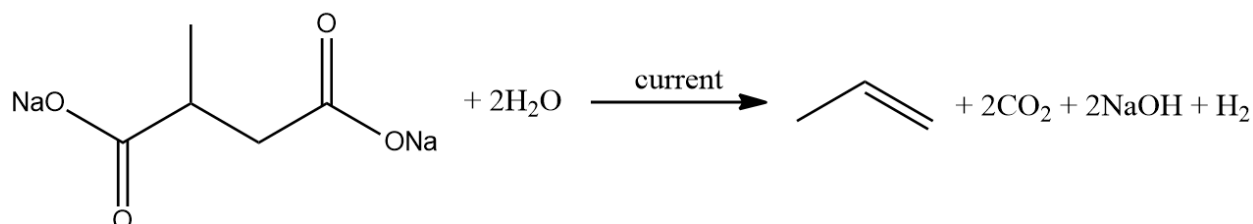
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества А по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

Задача 3.

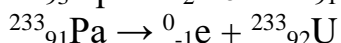
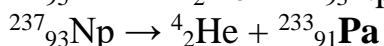
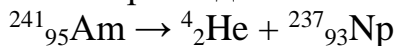
образуются алкены. Отсюда единственно возможная исходная соль – это динатриевая соль 2-метилбутандиовой кислоты.

Уравнение реакции:



5. Протактиний.

Схемы распадов:



Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 3 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

Итого: 20 баллов

Задача 4.

1. X и Y – имеющие одинаковый количественный состав газообразные оксиды каких-то элементов, например, H, C, N, F, Cl, S (молярные массы: 1, 12, 14, 19, 35,5 и 32 г/моль). Примем для простоты, что молярная масса элемента, образующего X равна x, Y - y:

Формула оксида	Отношение X к Y		
R ₂ O	(2x+16)/(2y+16) = 1.39	3.12 + 1.39y = x	
RO	(x+16)/(y+16) = 1.39	6.24 + 1.39y = x	
R ₂ O ₃	(2x+48)/(2y+48) = 1.39	9.36 + 1.39y = x	
RO ₂	(x + 32)/(y + 32) = 1.39	12.48 + 1.39y = x	x = 32, y = 14

Какие-то реальные цифры можно получить только при рассмотрении формулы RO₂, таким образом, получается, что X – SO₂, Y – NO₂

2. Газ В имеет плотность по азоту 1.14, его молярная масса 1,14*28 = 32г/моль, значит, В – O₂. А бинарное соединение и выделяет кислород при нагревании – значит А – кислородное соединение какого-то элемента оранжево-желтого цвета. Поскольку известна w%(Э) = 54.9%, то легко установить его молярную массу – 39 г/моль, получаем формулу А – KO₂ – супероксид. При нагревании KO₂ разлагается, и так как получающееся вещество Б тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, Б - K₂O₂, а получаемое из него Г - K₂O. Е – соль, которая часто используемая в

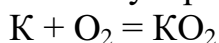
органическом синтезе в качестве основания, что может говорить о поташе (K_2CO_3). А – KO_2 взаимодействует с оксидом серы (IV) с получением соли Д – K_2SO_4 и выделением кислорода. Взаимодействие KO_2 с графитом – основание из органической химии (поташ) Е – K_2CO_3 , тогда газ Ж – CO_2 . Y – NO_2 смешанный оксид, взаимодействие с оксидом калия дает две соли KNO_3 и KNO_2 – З и И

Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З/И	И/З	Х	Y
К	KO_2	K_2O_2	O_2	K_2O	K_2SO_4	K_2CO_3	CO_2	KNO_3	KNO_2	SO_2	NO_2

3. Реакции:

- $2KO_2 = K_2O_2 + O_2$
- $2K_2O_2 = 2K_2O + O_2$
- $2KO_2 + SO_2 = K_2SO_4 + O_2$
- $4KO_2 + 3C = 2K_2CO_3 + CO_2$
- $2K_2O_2 + 2CO_2 = 2K_2CO_3 + O_2$
- $K_2O + CO_2 = K_2CO_3$
- $K_2O + 2NO_2 = KNO_3 + KNO_2$

4. Супероксид калия KO_2 получают сжиганием К в чистом кислороде:



Критерии оценивания

- За правильно установленные Э, Х и Y, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

Задача 5.

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{15\text{г}}{92 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 85\text{г}} * 1000 = -3.6^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^{\circ} + E * m = 100 + 0.52 * \frac{20.5\text{г}}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 200\text{г}} * 1000 = 100.3^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{60\text{г}}{58.5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1.5\text{кг}} = -2.5^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.25 * 142}{3 * 0.52} = 43.2\text{г}$$

$$d) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left(\frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 2.8 * 10^{-4}$$

Задание 3:

а)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 250 г, то соли 13.2 г

б)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

20 г фруктозы – 0.111 моль, значит масса раствора = 529 г, тогда нужно добавить 509 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 грамма гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.05	0.05
Y	0.01	0.09

Можем найти молярные массы X и Y:

$M(X) = 2.05 \text{ г} * n / 0.05 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

$M(Y) = 2.94 \text{ г} * n / 0.09 \text{ моль} = 32.66n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

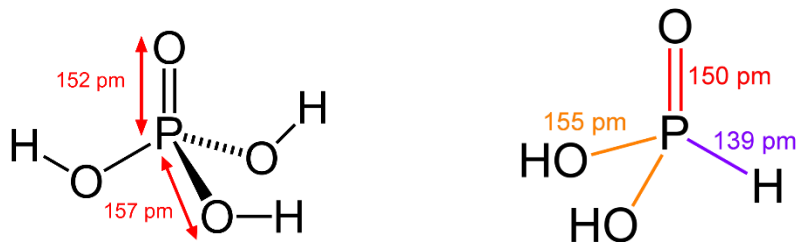
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	31 P
3	123	46.5

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.66	10.3
2	65.32	20.7
3	98	31 P

X – H_3PO_3

Y – H_3PO_4



Критерии оценивания

Задание 1:

- За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

- За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл
- За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл
- За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

- За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

b)

Задание 4:

- За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла
- За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла. Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

ХИМИЯ 10 КЛАСС

Вариант III

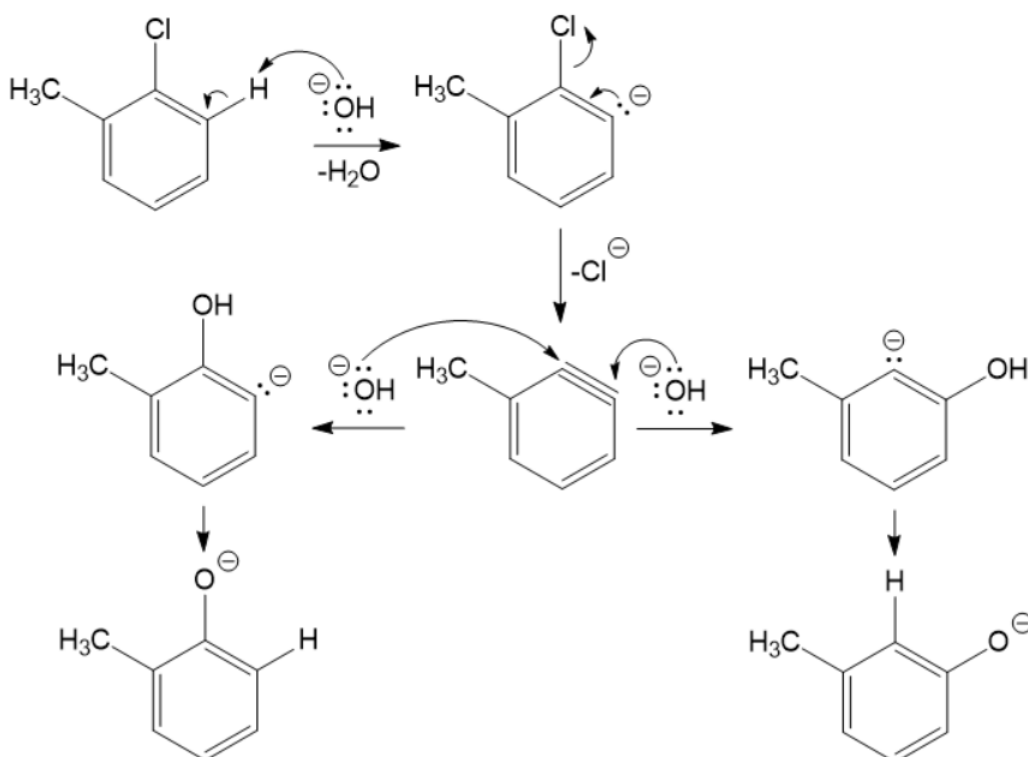
Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой HNO_3 превращается в гидросульфат нитрония:

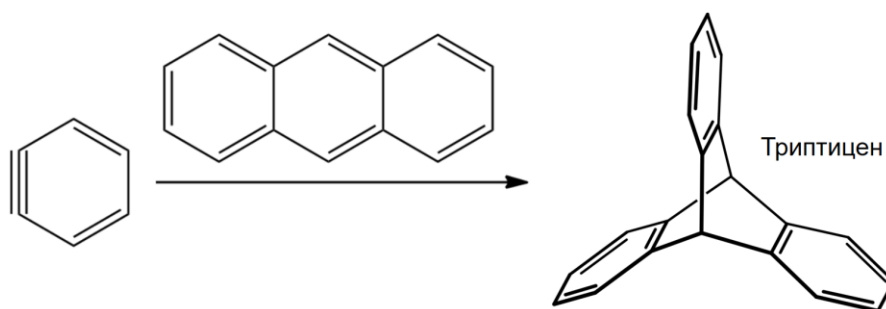


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$ или перхлорат $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$), ацетилнитрат $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$ – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота N_2O_4 и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

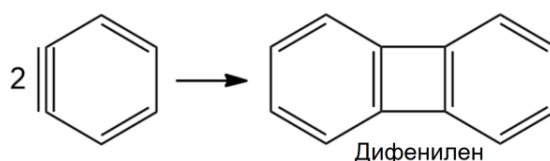
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



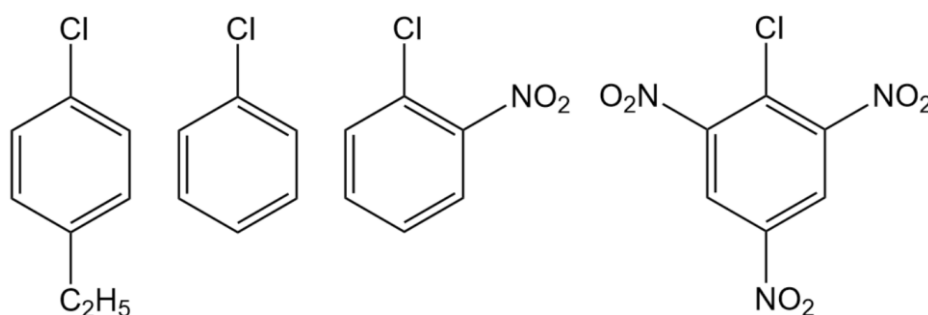
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ($-\text{NO}_2$, $-\text{N}_2^+$, $-\text{CN}$, $-\text{SO}_2\text{R}$ и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ($-\text{OH}$, $-\text{O}^-$, $-\text{OR}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$, алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



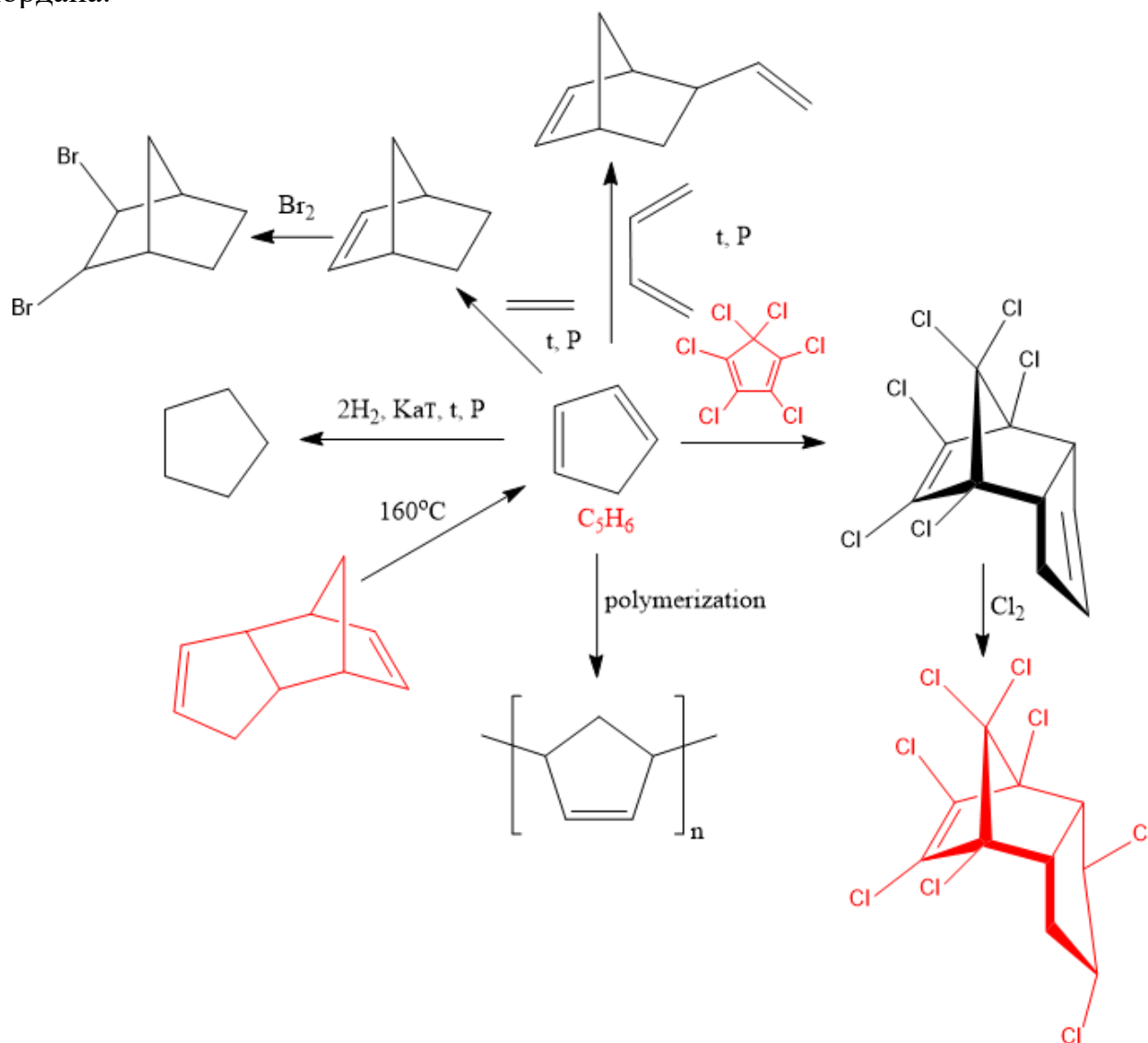
Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия HNO_3 и H_2SO_4 – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих HNO_3 или $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия о-хлортолуола с OH^- – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

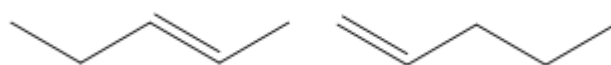
Итого: 26 баллов

Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с ретро-реакции Дильса-Альдера. Из дициклопентадиена образуется циклопентадиен (вывод об образовании именно циклопентадиена можно сделать на основании молекулярной формулы димера и мономера). Циклопентадиен гидрируется водородом с образованием цикlopentана **В**, полимеризуется с образованием полициклопентадиена **А**, вступает в реакцию Дильса-Альдера с этиленом и бутадиеном-1,3 с образованием **С** и **Е** соответственно. Норборнен **Е** далее вступает в реакцию электрофильного присоединения брома, приводящую к дибромзамещенному норборнану **Д**. Циклопентадиен реагирует в условиях реакции Дильса-Альдера с гексахлорциклопентадиеном с образованием **Г**, который затем хлорируется до хлордана.



2. Изомеры вещества **В**:



Критерии оценивания

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Г по 2 балла – всего 12 баллов.

2. За правильно написанные формулы изомеров вещества В по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

Задача 3.

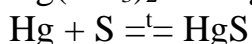
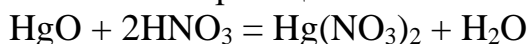
1	Э	К	С	И	К	А	Т	О	Р													
				2	К	И	Н	О	В	А	Р	Б										
						3	Л	Е	Б	Е	Д	Е	В									
								4	Б	У	Т	И	Л	Е	Н							
														5	Н	Е	П	Т	У	Н	И	Й

1. *Эксикатор*. Применяют для высушивания веществ при комнатной температуре, хранения гигроскопичных соединений, в гравиметрическом анализе, когда важно не допустить насыщения исследуемых веществ водой из воздуха.

2. *Киноварь*. Минерал с химической формулой HgS.

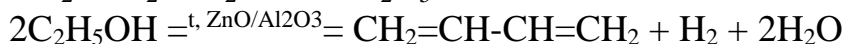
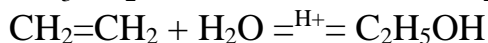
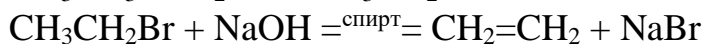
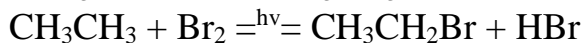
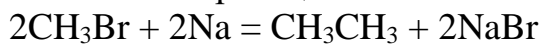
Пусть масса оксида 100 г. Тогда масса кислорода в нем 7,37 г. Зная, что оксид содержит двухвалентный металл, легко найти в нем массу металла: 201 г – **Hg**.

Химические реакции:



3. *Лебедев*. Способ получения бутадиена-1,3 из этанола – реакция Лебедева.

Химические реакции:



A – CH₃CH₃, **B** – CH₃CH₂Br, **C** – CH₂=CH₂, **D** – C₂H₅OH,

E – CH₂=CH-CH=CH₂.

4. *Бутилен*.

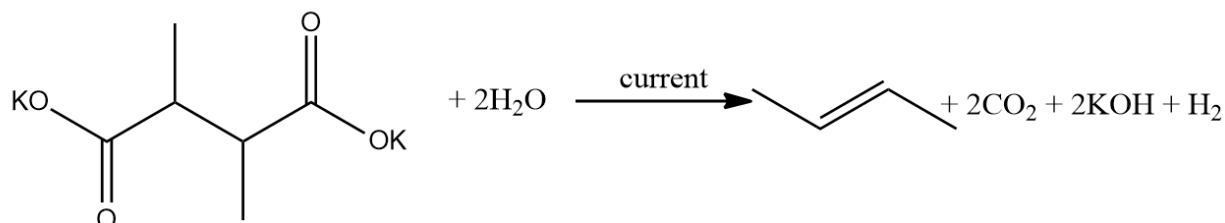
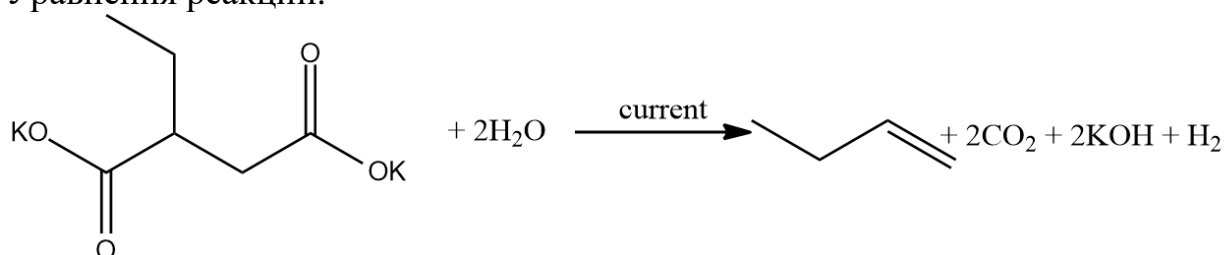
Найдем простейшую формулу исходной соли, приняв ее массу за 100 г.

Элемент	Массовая доля	Масса, г	Кол-во в-ва, моль	Соотношение
С	0,324	32,4	2,7	3
О	0,288	28,8	1,8	2
Н	0,036	3,6	3,6	4
К	0,352	35,2	0,9	1

C₃H₄O₂K. Данная структурная формула не соответствует соли дикарбоновой кислоты. Умножим на 2. C₆H₈O₄K₂. При электролизе водных растворов солей дикарбоновых кислот происходит реакция, схожая с реакцией Кольбе. Если карбоксильные группы расположены в вицинальных положениях, то при декарбоксии образуются алкены. Отсюда возможны две исходные соли –

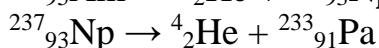
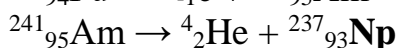
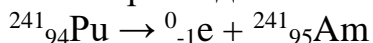
это дикалиевая соль 2-этилбутандиовой кислоты или дикалиевая соли 2,3-диметилбутандиовой кислоты.

Уравнения реакций:



5. Нептуний.

Схемы распадов:



Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 3 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 (оценивается одна из реакций) – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

Итого: 20 баллов

Задача 4.

1. Газы X и Y образованы одним элементом, исходя из реакции, применяемой в противогазах, можно предположить, что этот элемент – C (углерод), тогда газы, скорее всего, CO₂ и CO, проверим: w(C) в CO = 0.429, в CO₂ = 0.273. 0.429/0.273 = 1.57 Все верно, значит X – CO₂ и Y – CO.

2. При использовании изолирующих противогазов исключается любой контакт человека с окружающим воздухом, поэтому кислород для дыхания высвобождается из регенеративного патрона, в котором находятся пероксиды и надпероксиды щелочных металлов. Поскольку известна w%(O) = 54.9%, то легко установить его молярную массу – 39 г/моль, получаем формулу А – KO₂ – супероксид. При нагревании KO₂ разлагается и так как получающееся вещество Б тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, Б – K₂O₂, а получаемое из него Г – K₂O. Тогда Д – K₂CO₃. Взаимодействие А – KO₂ с серой приводит к сульфату калия Е – K₂SO₄.

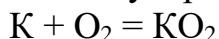
Обработка K_2O_2 холодной соляной кислотой приводит к образованию соли Ж – KCl и соединению З – H_2O_2 . Растворение Г – K_2O в воде приводит к образованию И – KOH

Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	У
К	KO_2	K_2O_2	O_2	K_2O	K_2CO_3	K_2SO_4	KCl	H_2O_2	KOH	CO_2	CO

3. Реакции:

- $2KO_2 = K_2O_2 + O_2$
- $2K_2O_2 = 2K_2O + O_2$
- $4KO_2 + 2CO_2 = 2K_2CO_3 + 3O_2$
- $2KO_2 + S = K_2SO_4$
- $K_2O_2 + CO = K_2CO_3$
- $K_2O_2 + 2HCl = 2KCl + H_2O_2$
- $K_2O + H_2O = 2KOH$

4. Супероксид калия KO_2 получают сжиганием К в чистом кислороде:



Критерии оценивания

- За правильно установленные Э, Х и У, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

Задача 5.

Задание 1:

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{12\text{г}}{92\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 88\text{г}} * 1000 = -2.76^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^{\circ} + E * m = 100 + 0.52 * \frac{17.5\text{г}}{180\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 200\text{г}} * 1000 = 100.25^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{50\text{г}}{58.5\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1.2\text{кг}} = -2.65^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.2 * 142}{3 * 0.52} = 34.6\text{г}$$

$$c) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left(\frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 1.7 * 10^{-4}$$

Задание 3:

a)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 400 г, то соли 21 г

b)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

17 г фруктозы – 0.094 моль, значит масса раствора = 350 г, тогда нужно добавить 333 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 грамма гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.055	0.045
Y	0.02	0.08

Можем найти молярные массы X и Y:

$M(X) = 1.47 \text{ г} * n / 0.045 \text{ моль} = 32.66n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

$M(Y) = 3.28 \text{ г} * n / 0.08 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

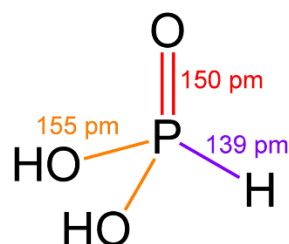
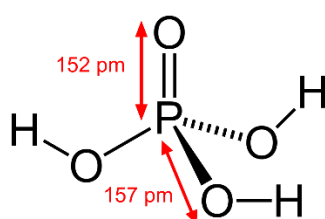
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.66	10.3
2	65.32	20.7
3	98	31 P

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	31 P
3	123	46.5

X – H_3PO_4

Y – H_3PO_3



Критерии оценивания

Задание 1:

- a) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- b) За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

- a) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл
- b) За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл
- c) За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

- a) За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

b)

Задание 4:

- a) За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

b) За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла

c) За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла. Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

ХИМИЯ 10 КЛАСС Вариант IV

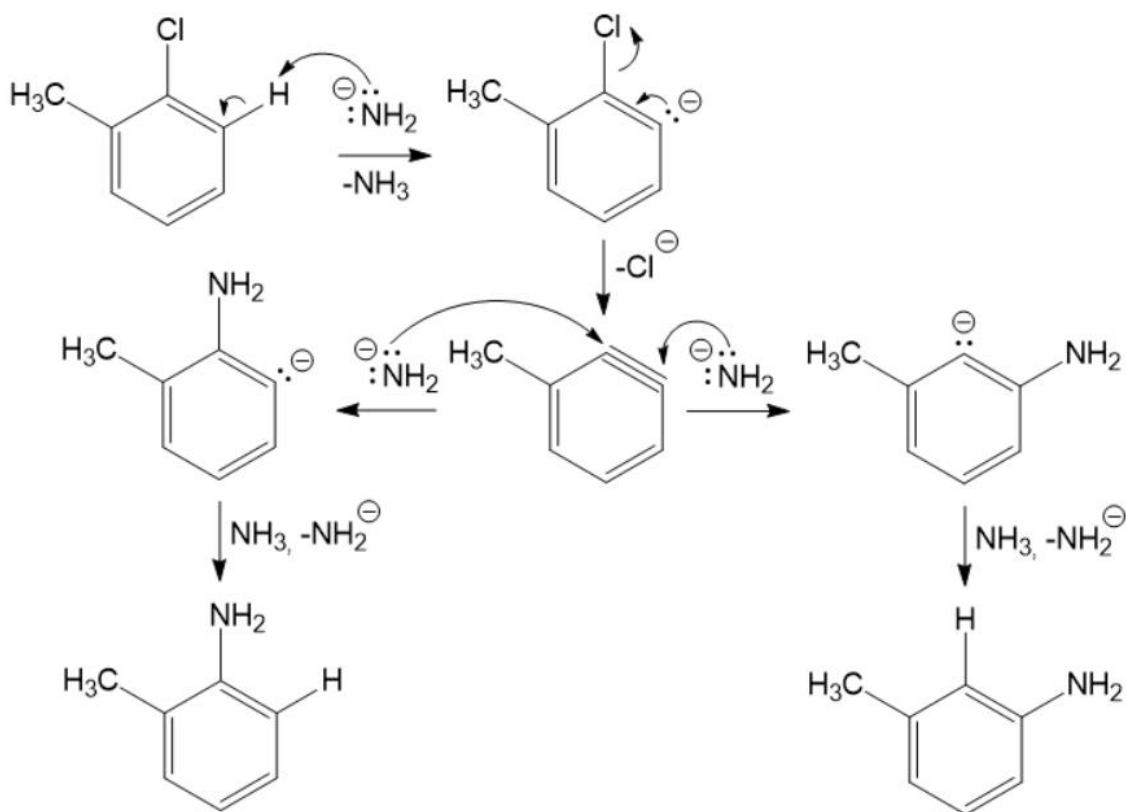
Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой HNO_3 превращается в гидросульфат нитрония:

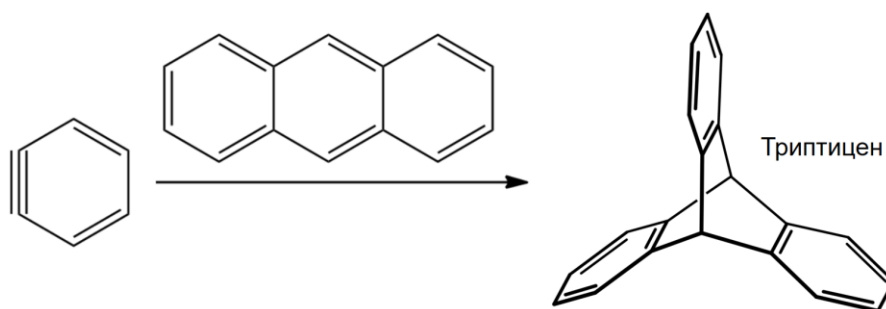


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$ или перхлорат $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$), ацетилнитрат $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$ – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота N_2O_4 и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

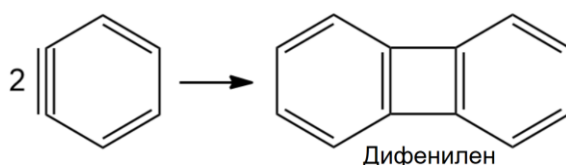
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



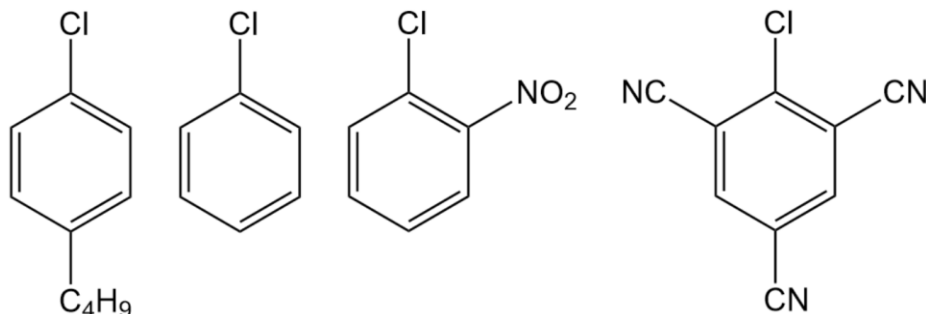
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ($-\text{NO}_2$, $-\text{N}_2^+$, $-\text{CN}$, $-\text{SO}_2\text{R}$ и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ($-\text{OH}$, $-\text{O}^-$, $-\text{OR}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$, алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



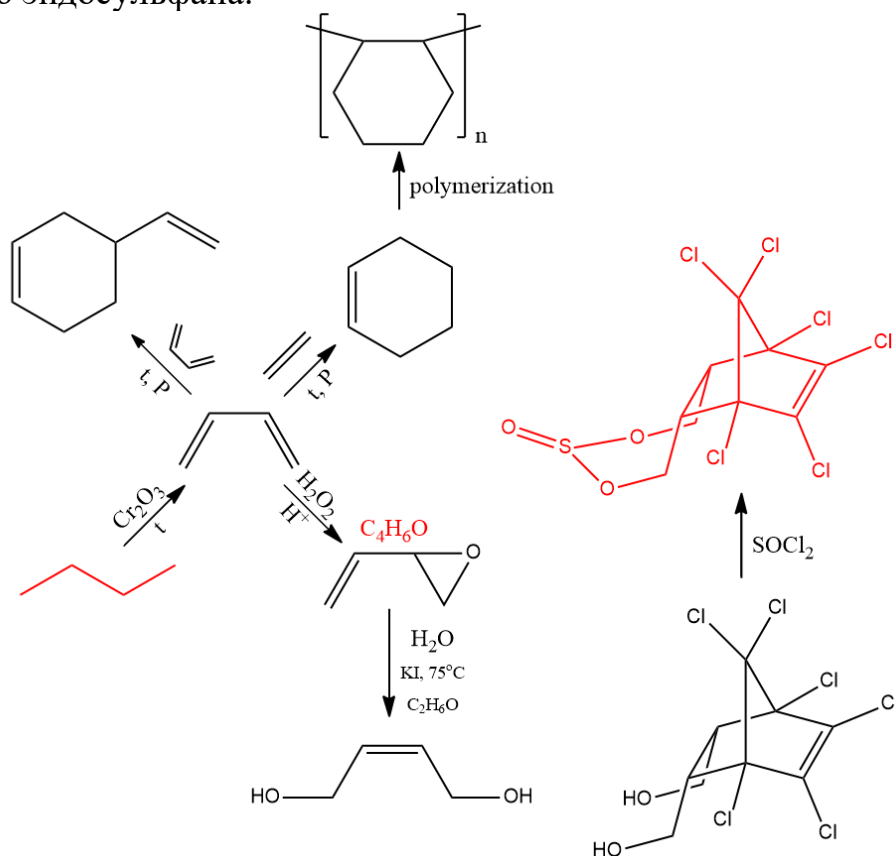
Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия HNO_3 и H_2SO_4 – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих HNO_3 или $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия о-хлортолуола с NH_2 – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

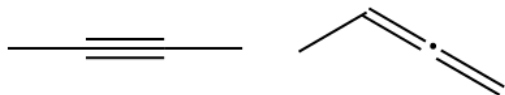
Итого: 26 баллов

Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с реакции дегидрирования *n*-бутана в присутствии оксида хрома(III). Образуется бутадиен-1,3 **A**, который вступает в реакции Дильса-Альдера с бутадиеном-1,3 и этиленом с образованием веществ **B** и **C** соответственно. Циклогексен **C** полимеризуется с образованием полициклогексена **D**. При взаимодействии **A** с перекисью водорода в кислой среде образуется 1,2-эпоксибутен-3, реагирующий с водой с образованием бутен-2-диола-1,4 **E** (вывод об образовании бутен-2-диола-1,4 можно сделать на основании структурной формулы конечного вещества). **E** вступает в реакцию Дильса-Альдера с образованием **F**, реакция которого с тионилхлоридом приводит к образованию эндосульфана.



2. Изомеры вещества **A**:



Критерии оценивания

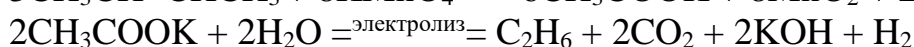
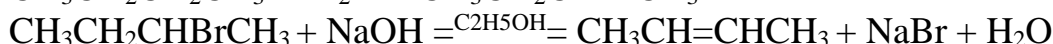
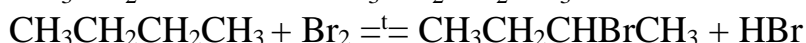
1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Г по 2 балла – всего 12 баллов.
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества А по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

Задача 3.

				1	К	О	Л	Ь	Б	Е								
2	Ф	Л	Ю	О	Р	И	Т											
						3	Т	И	Г	Е	Л	Ь						
							4	Ц	И	К	Л	О	П	Е	Н	Т	Е	Н
5	Т	О	Р	И	Й													

1. *Кольбе*. Реакция электролиза солей карбоновых кислот – реакция Кольбе.
Химические реакции:

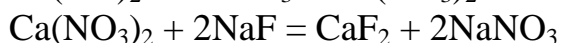
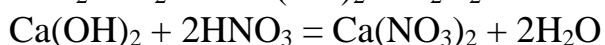


A – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, **B** – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$, **C** – $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$, **D** – CH_3COOK , **E** – C_2H_6 .

2. *Флюорит*. Минерал с химической формулой CaF_2 .

Зная массовую долю кислорода, несложно сделать вывод о том, что только молекула воды может являться искомым бинарным соединением.

Химические реакции:



3. *Тигель*. Применяют для нагрева, высушивания, сжигания, обжига или плавления различных материалов.

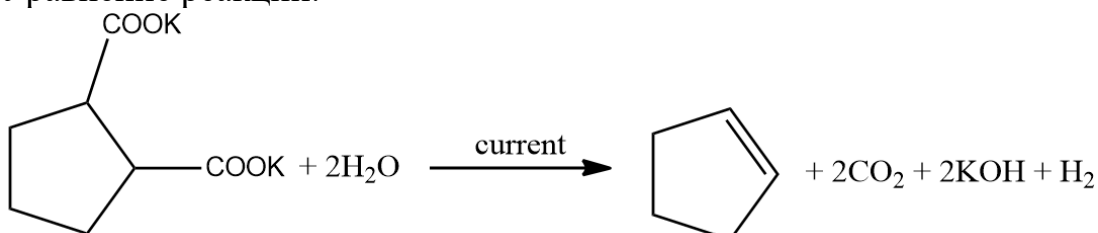
4. *Циклопентен*.

Найдем простейшую формулу исходной соли, приняв ее массу за 100 г.

Элемент	Массовая доля	Масса, г	Кол-во в-ва, моль	Соотношение
С	0,359	35,9	3	3,5
О	0,274	27,4	1,7	2
Н	0,034	3,4	3,4	4
К	0,333	33,3	0,85	1

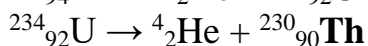
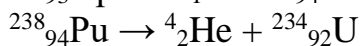
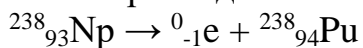
$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_4\text{K}_2$. При электролизе водных растворов солей дикарбоновых кислот происходит реакция, схожая с реакцией Кольбе. Если карбоксильные группы расположены в вицинальных положениях, то при декарбоксилировании образуются алкены. Отсюда единственно возможная исходная соль – это дикалиевая соль 1,2-циклопентандикарбоновой кислоты.

Уравнение реакции:



5. Торий.

Схемы распадов:



Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 1 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 (оценивается одна из реакций) – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

Итого: 20 баллов

Задача 4.

1. «Растительной щелочью» - **Ж** - в древности называли поташ K_2CO_3 , т.е. речь идет о калии, который путали с натрием. Газ **В**, который образуется при взаимодействии **И** с озоном, конечно O_2 . **А** бинарное соединение и выделяет кислород при нагревании – значит **А** – кислородное соединение какого-то элемента оранжево-желтого цвета. Поскольку известна $w\%(\text{Э}) = 54.9\%$, то легко установить его молярную массу – 39 г/моль, получаем формулу **А** – KO_2 – супероксид. При нагревании KO_2 разлагается и так как получающееся вещество **Б** тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, **Б** - K_2O_2 , а получаемое из него **Г** - K_2O . Взаимодействие **А** – KO_2 с холодным раствором соляной кислоты приводит к образованию соли **Д** – KCl , соединению **Е** - H_2O_2 и выделяется кислород. Растворение **Б** - K_2O_2 в горячей воде приводит к образованию гидроксида калия **И** – KOH и выделению кислорода. Взаимодействие **И** – KOH с озоном приводит к соединению **З**, известна массовая доля в нем, можно найти молярную массу: $M(\text{З}) = 39n/0.448 = 87n$, где n – количество атомов калия в соединении, при $n = 1$ остаток составляет 48, что равно O_3 , значит, **З** – KO_3 .

2. Газы **Х** и **У** образованы одним элементом, взаимодействие с **Х** приводит к «растительной щелочи» K_2CO_3 , скорее всего речь идет о CO или CO_2 , проверим рассчитав мольную долю кислорода:

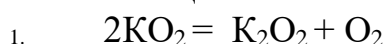
$$w(\text{O в CO}) = 0.571$$

$$w(\text{O в CO}_2) = 0.727$$

$$w(\text{O в CO}_2) / w(\text{O в CO}) = 1.27, \text{ значит, } \text{У} - \text{CO}_2, \text{ а } \text{Х} - \text{CO}:$$

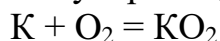
Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	У
К	KO_2	K_2O_2	O_2	K_2O	KCl	H_2O_2	K_2CO_3	KO_3	KOH	CO	CO_2

3. Реакции:



2. $2\text{K}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{O} + \text{O}_2$
3. $2\text{KO}_2 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
4. $2\text{KO}_2 + \text{CO} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
5. $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + \text{O}_2$
6. $4\text{KOH} + 4\text{O}_3 = 4\text{KO}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3$

4. Супероксид калия KO_2 получают сжиганием К в чистом кислороде:



Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные Э, Х и У, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- 2) За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- 3) За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

Задача 5.

Задание 1:

$$a) \quad T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{17\text{г}}{92\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 83\text{г}} * 1000 = -4.1^\circ\text{C}$$

$$b) \quad T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^0 + E * m = 100 + 0.52 * \frac{12.5\text{г}}{180\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 150\text{г}} * 1000 = 100.2^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) \quad T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{50\text{г}}{58.5\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1.1\text{кг}} = -2.9^\circ\text{C}$$

$$b) \quad m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.35 * 142}{3 * 0.52} = 60.5\text{г}$$

$$d) \quad \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left(\frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 1.7 * 10^{-4}$$

Задание 3:

a)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 350 г, то соли 18.4 г

b)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

24 г фруктозы – 0.133 моль, значит масса раствора = 635 г, тогда нужно добавить 611 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 грамма гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.034	0.066
Y	0.046	0.054

Можем найти молярные массы X и Y:

$M(X) = 2.71 \text{ г} * n / 0.066 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

$M(Y) = 1.76 \text{ г} * n / 0.054 \text{ моль} = 32.6n \text{ г/моль}$, где n – основность кислоты

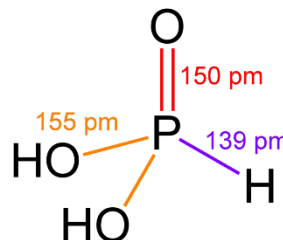
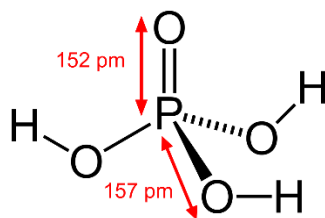
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	31 P
3	123	46.5

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.60	10.3
2	65.2	20.7
3	97.8~98	31 P

X – H_3PO_3

Y – H_3PO_4



Критерии оценивания

Задание 1:

а) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

а) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл

б) За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл

с) За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

а) За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

б)

Задание 4:

а) За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла

с) За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла.

Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов