

10 класс
Вариант 1

Задание 10-1

Мобильные телефоны содержат тантал: из этого металла изготовлены миниатюрные конденсаторы, кроме того, его соединение используется в конструкции фильтров акустических волн для достижения высокого качества звука. В процессе извлечения тантала из руды ее предварительно обогащают, получая концентрат. В ходе последующих операций получают соединение, содержащее 46,17 % тантала, 19,90 % калия и 33,93 % фтора по массе. Тантал образуется при натриетермическом восстановлении этого вещества.

На получение тантала, необходимого для изготовления партии из 15 тысяч смартфонов, потребовалось переработать 4 т руды. Для проведения процесса натриетермического восстановления было взято 460 г натрия, а при последующем выщелачивании (удалении) избытка натрия этиловым спиртом выделилось 56 л (н.у.) водорода.

1. Проведите необходимые вычисления и определите химическую формулу соединения тантала; составьте уравнение его реакции с натрием.
2. Напишите уравнение реакции удаления избытка натрия и вычислите массу тантала, полученного для изготовления данной партии смартфонов (примите, что извлечение тантала происходит полностью).
3. Определите массу (мг) тантала в смартфоне данной партии.
4. Вычислите массовую долю (%) тантала в руде.
5. Вычислите, во сколько раз масса концентрата меньше массы руды, если концентрат содержит 50 % Ta_2O_5 .

Задание 10-2

При окислении кумола получены два продукта **А** и **Б** (реакция 1). Вещество **А** благодаря своей относительно низкой токсичности находит широкое применение в различных областях, от парфюмерии до синтеза лекарств. Оно также является одним из продуктов метаболизма в организме человека. В крови здорового человека его содержится очень мало, однако при патологических состояниях, например, при сахарном диабете, его концентрация может повышаться до 20 ммоль/л. Взаимодействие вещества **А** с хлором и щелочью приводит к образованию хлорсодержащего растворителя **В** с плотностью по воздуху 4,12 (реакция 2). Вещество **В** в реакции с фтороводородом в присутствии пентафторида сурьмы приводит к образованию соединению **Г** (молекулярная масса соединения **Г** на 27,6 % меньше молекулярной массы соединения **В**) (реакция 3). Пиролиз (550-750°C) вещества **Г** приводит к образованию мономера **Д** с молекулярной массой 100 а.е.м. (реакция 4). Полимеризация мономера **Д** приводит к образованию полимера **Е** (реакция 5), который может быть найден в любом доме.

1. Изобразите структурные формулы веществ **А**, **В**, **Г**, **Д** и **Е**.
2. Запишите реакции 1-5 с указанием всех сопродуктов и условий их протекания.

Задание 10-3

Реакция нуклеофильного ароматического замещения может протекать по различным механизмам, одним из которых является механизм отщепления-присоединения (S_NEA), в процессе которого образуется чрезвычайно реакционный интермедиат. Для его улавливания используют реакцию Дильса-Альдера.

Соединение **A** ($M = 74$ г/моль) образуется при встряхивании о-бромфторбензола с амальгамой лития (*реакция 1*). Полученное вещество **A** разделили. На одну часть действовали фураном для получения вещества **B** ($M = 144$ г/моль) (*реакция 2*). Вещество **B** обработали кислотой и получили вещество **B** (*реакция 3*). Другую часть соединения **A** оставили без воздействия, через некоторое время образовалось вещество **Г** (*реакция 4*).

1. Установите строение веществ **A**, **B**, **B**, **Г**, изобразив структурные формулы. Назовите соединение **A**.
2. Напишите уравнения реакций 1-4.

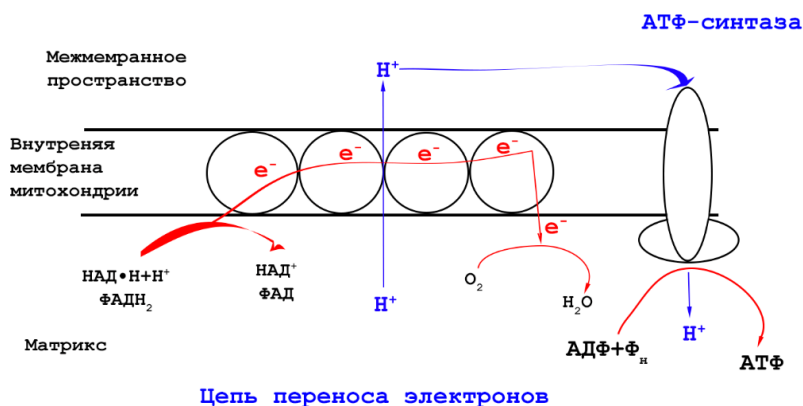
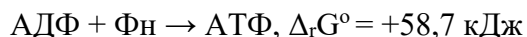
Задание 10-4

При сжигании неизвестного соединения **A**, которое является продуктом хлорирования некоторого углеводорода **Б**, получили газовую смесь, плотность которой при температуре 120°C и давлении 100 кПа составила 1,138 г/л. Известно, что соединение **A** реагирует со спиртовыми растворами щелочей, и на реакцию 0,1 моль **A** требуется взять 35 мл 40%-ного раствора КОН в спирте (плотность $1,2$ г/см³). Получаемое при этом соединение **B** содержит по данным элементного анализа 4,44% водорода, остальное — углерод и хлор.

1. Проведите необходимые вычисления, указывая единицы измерения найденных величин.
2. Определите возможную молекулярную и структурную формулы хлорсодержащего соединения **A**, если известно, что оно — единственный продукт хлорирования некоторого углеводорода **Б**.
3. Определите возможные молекулярные и структурные формулы соединений **B** и **B**.

Задание 10-5

АТФ (аденозинтрифосфат) - универсальная энергетическая молекула живых организмов. При ее расщеплении выделяется энергия, которая может быть потрачена на образование других веществ. АТФ образуется по реакции из АДФ (аденозиндифосфата) и F_n (неорганического фосфата) в результате движения протонов через мембрану митохондрии по АТФ-синтазе.



Эта реакция требует большого количества энергии, поступление которой обеспечивается за счет ряда последовательных окислительно-восстановительных реакций. Хотя за миллиарды лет эволюции эффективность работы этой молекулярной машины достигла необычайных высот, в предшествующей ей цепи передачи электронов часть энергии все-таки теряется. Так, потери в дыхательной цепи кофермента никотинамидадениндинуклеотида (НАД) для редокс-пары $\text{НАД}^+ / (\text{НАД} \cdot \text{H} + \text{H}^+)$ составляют 10,4 кДж, а из каждых десяти протонов, попавших в межмембранное пространство, через АТФ-синтазу проходит только семь.

Восстановитель	Окислитель	$E^\circ, \text{В}$	n_e
$\text{НАД} \cdot \text{H} + \text{H}^+$	НАД^+	- 0,32	2
H_2O	$\frac{1}{2} \text{O}_2$	+ 0,82	2

1. Составьте уравнение протекающей окислительно-восстановительной реакции с участием кофермента.
2. Используя данные из таблицы, рассчитайте энергию этой реакции (кДж).
3. Рассчитайте число молекул АТФ, которое можно получить из одной молекулы восстановленного НАД.
4. Составьте суммарное уравнение реакции биохимического синтеза АТФ.

10 класс
Вариант 2

Задание 10-1

Мобильные телефоны содержат тантал: из этого металла изготовлены миниатюрные конденсаторы, кроме того, его соединение используется в конструкции фильтров акустических волн для достижения высокого качества звука. В процессе извлечения тантала из руды ее предварительно обогащают, получая концентрат. В ходе последующих операций получают соединение, содержащее 46,17 % тантала, 19,90 % калия и 33,93 % фтора по массе. Тантал образуется при натриетермическом восстановлении этого вещества.

При получении тантала, необходимого для изготовления некоторой партии смартфонов, содержащих по 39,2 мг этого металла, был использован 1 кг рудного концентрата. Для проведения процесса натриетермического восстановления было взято 391 г натрия, а при последующем выщелачивании (удалении) избытка натрия этиловым спиртом выделилось 44,8 л (н.у.) водорода.

1. Проведите необходимые вычисления и определите химическую формулу соединения тантала; составьте уравнение его реакции с натрием.
2. Напишите уравнение реакции удаления избытка натрия и вычислите массу тантала, полученного для изготовления данной партии смартфонов (примите, что извлечение тантала происходит полностью).
3. Определите, сколько смартфонов было изготовлено.
4. Принимая, что тантал в концентрате находится в составе оксида Ta_2O_5 , вычислите массовую долю (%) оксида тантала в концентрате.
5. Вычислите массовую долю (%) тантала в руде, если при получении 1 кг концентрата было переработано 2,5 т руды.

Задание 10-2

При окислении кумола получены два продукта **А** и **Б** (реакция 1). Вещество **А** имеет большую молекулярную массу. При взаимодействии в кислой среде 2 моль **А** с 1 моль **Б** образуется вещество **В**, являющееся одним из ключевых мономеров в производстве эпоксидных смол и поликарбонатных пластиков (реакция 2). Неорганические вещества **Г** и **Д** являются ядовитыми газами, один тяжелее другого в 2,535 раза. При взаимодействии веществ **Г** и **Д** образуется ядовитый газ **Е** ($M = 99$ г/моль) (реакция 3). Вещество **Е** взаимодействует с 2 моль **А** с образованием сложного эфира угольной кислоты (органического карбоната) **Ж** (реакция 4). В результате реакции переэтерификации **Ж** с **В** образуется полимер **З**, широко используемый в качестве светопрозрачного материала в строительстве (реакция 5).

1. Изобразите структурные формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Ж**, **З**.
2. Запишите реакции 1-5 с указанием всех сопродуктов и условий их протекания.

Задание 10-3

Реакция диазотирования антраниловой кислоты ($C_7H_7NO_2$) в присутствии нитрита натрия в кислой среде приводит к образованию достаточно стабильного (по сравнению с другими солями диазония) продукта **А** (реакция 1). При термическом воздействии или облучении вещество **А** разлагается с элиминированием азота и углекислого газа, что приводит к образованию высокореакционного соединения **Б** ($M=76$ г/моль) (реакция 2). Образование **Б** можно доказать взаимодействием с антраценом, протекающее с образованием соединения **В** ($M=254$ г/моль) (реакция 3). В отсутствие диенов вещество **Б** претерпевает превращения, в том числе и с образованием вещества **Г** ($M=228$ г/моль) (реакция 4).

1. Установите строение веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, изобразив структурные формулы и назовите соединение **В**.
2. Напишите уравнения реакций 1-4.

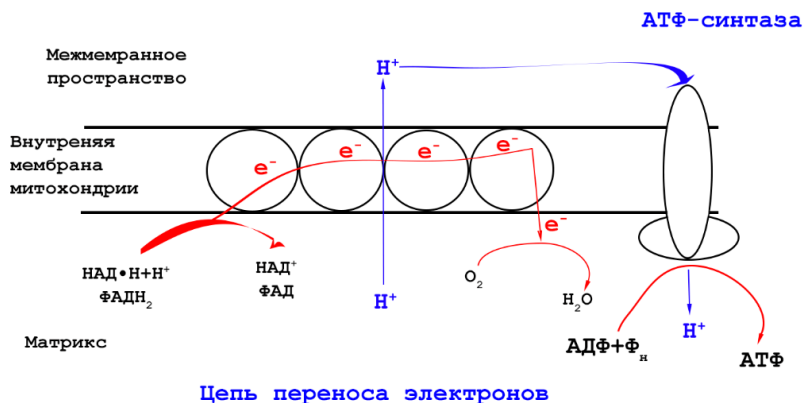
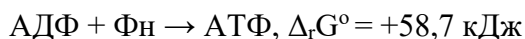
Задание 10-4

При сжигании неизвестного соединения **А**, которое является продуктом хлорирования некоторого углеводорода **Б**, получили газовую смесь, плотность которой при температуре $150^\circ C$ и давлении 100 кПа составила 1,032 г/л. Известно, что соединение **А** реагирует со спиртовыми растворами щелочей, и на реакцию 0,2 моль **А** требуется взять 100 мл 30%-ного раствора КОН в спирте (плотность $1,12$ г/см³). Получаемое при этом соединение **В** содержит по данным элементного анализа 5,53% водорода, остальное — углерод и хлор.

1. Проведите необходимые вычисления, указывая единицы измерения найденных величин.
2. Определите возможную молекулярную и структурную формулы хлорсодержащего соединения **А**, если известно, что оно — единственный продукт хлорирования некоторого углеводорода **Б**.
3. Определите возможные молекулярные и структурные формулы соединений **Б** и **В**.

Задание 10-5

АТФ (аденозинтрифосфат) - универсальная энергетическая молекула живых организмов. При ее расщеплении выделяется энергия, которая может быть потрачена на образование других веществ. АТФ образуется по реакции из АДФ (аденозиндифосфата) и F_n (неорганического фосфата) в результате движения протонов через мембрану митохондрии по АТФ-синтазе.



Эта реакция требует большого количества энергии, поступление которой обеспечивается за счет ряда последовательных окислительно-восстановительных реакций. Хотя за миллиарды лет эволюции эффективность работы этой молекулярной машины достигла необычайных высот, в предшествующей ей цепи передачи электронов часть энергии все-таки теряется. Так, потери в цепи кофермента флавинадениндинуклеотида (ФАД) для редокс пары ФАД/ФАДН₂ составляет 13,5 кДж, а из каждых десяти протонов, попавших в межмембранное пространство, через АТФ-азу проходит только семь.

Восстановитель	Окислитель	$E^\circ, \text{В}$	n_e
ФАДН ₂	ФАД	- 0,03	2
H ₂ O	½ O ₂	+ 0,82	2

1. Составьте уравнение протекающей окислительно-восстановительной реакции с участием кофермента ФАД/ФАДН₂.
2. Используя данные из таблицы, рассчитайте энергию этой реакции (кДж).
3. Рассчитайте число молекул АТФ, которое можно получить из одной молекулы восстановленного ФАДН₂.
4. Составьте суммарное уравнение реакции биохимического синтеза АТФ.