

Межрегиональная олимпиада школьников
«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» 2025/26 уч.г.
ОЧНЫЙ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ТУР. *Время выполнения 180 минут*

11 класс

Задача 11-1

Вещество **A** содержит водород с массовой долей 8.824 % и мольной долей 75.00 %. Вещество **B** также содержит водород, массовая доля его 6.667 %, а мольная доля 50.00 %. Соединения **A** и **B** участвуют в цепочке превращений в присутствии HCl:



Соединение **C** имеет 3 типа атомов водорода с различным окружением (дает 3 сигнала в спектре протонного ядерного магнитного резонанса - важнейшего метода изучения органических соединений). Продукт **F** содержит 25.197 % углерода по массе. При выдерживании вещества **E** с добавкой 1 мольного эквивалента воды и каталитического количества NaOH (0.002 эквивалента) при комнатной температуре в отсутствие воздуха прошла некоторая реакция с выходом 50.00 %, выделился газ, а масса оставшейся жидкой смеси трех веществ получилась на 0.7038 % меньше, чем была у исходной смеси. Вещество **E** при действии водного раствора 1 эквивалента гидросульфита натрия превращается в продукт **D**. Расшифруйте цепочку превращения **A** в **F**, изобразите структуры веществ **A-F**. Запишите также уравнения двух описанных реакций вещества **E** с водой и гидросульфитом натрия.

Задача 11-2

Оксид углерода(II) был впервые получен французским химиком Жаком де Лассоном 250 лет назад. Спустя 20 лет он, несмотря на токсичность, уже применялся в виде водяного газа для лечения ряда легочных заболеваний, а в настоящее время считается важным эндогенным газом, вырабатываемым клетками организма животных и выполняющим важную физиологическую роль.

Водяной газ получили в определенных условиях взаимодействием угля водяного пара, и он имел плотность 146.295 г/куб. м при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 1000 °С. Его сжали до 100 атм, охладили до 300 °С, добавили высокоселективный медно-хромовый оксидный катализатор и выдержали в реакторе при постоянном давлении для прохождения обратимой реакции, выход которой составил 66.67 %. При этом водяной газ обогатился парами одного органического вещества, в котором массовая доля кислорода превышает массовую долю водорода в 4 раза, и данное вещество не способно к гидрированию на Pt катализаторе.

1. Определите формулу полученного органического вещества. 2. Составьте уравнения описанных реакций. 3. Определите массовую долю CO в предварительно полученном водяном газе. 4. Определите мольную долю органического продукта в конечной газовой смеси. 5. Вычислите значение константы равновесия K_p реакции образования органического продукта через парциальные давления газов в атмосферах.

Задача 11-3

Держать все нити в своих руках.

Русская народная пословица

В пословице зашифровано неорганическое соединение XY переходных элементов 4 периода. Соединение XY весьма широко применяется в медицине, промышленности, электронике. Элемент X был открыт в конце XVIII века и исторически получил название меначин (от минерала менаконита), однако лучше прижилось его название, данное Мартином Клапротом. При взаимодействии 1 моля XY с избытком хлора образуется смесь галогенидов X и Y, причем число атомов хлора в хлориде X в два раза больше, чем в хлориде Y. При окислении кислородом X образует диоксид с устойчивой степенью окисления +4, а Y в зависимости от температуры может проявлять различную степень окисления в оксидах от +2 до +4. При растворении XY в концентрированной азотной кислоте X образует моногидрат диоксида $\text{XO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а Y переходит в динитрат. На 1 моль XY при этом выделяется 6 моль диоксида азота NO_2 . Сплавление XY со стехиометрическим количеством гидроксида натрия в инертной атмосфере приводит к выделению газа с плотностью по кислороду 0.0625, а масса исходного соединения составляет 53.23 % от массы твердого продукта, образовавшегося в результате реакции.

1. Установите элементы X, Y и формулу XY.
2. Подтвердите рассуждения расчётами.
3. Запишите уравнения всех указанных реакций.
4. Какие физико-химические свойства XY сделали его таким привлекательным для применения в стоматологии, хирургии, электронике? Приведите три примера с пояснениями, уравнениями реакций (если это необходимо) и конкретными применениями.

Задача 11-4

Ацетилицтеин (АЦЦ, $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}$) – муколитик и антиоксидант, содержит свободную тиольную группу ($-\text{SH}$), которая разрывает дисульфидные связи гликопротеинов мокроты.

Для ингаляций используют лиофилизированный порошок АЦЦ. Содержимое одного флакона (1.206 г АЦЦ) растворяют в 6.00 мл воды для инъекций. Пациенту назначено 0.00380 моль АЦЦ на одну процедуру. Ингаляцию проводят с помощью небулайзера со скоростью распыления 5.00 мкл/с. При распылении 85.0 % объёма раствора переходит в аэрозоль, средний диаметр частиц аэрозоля – 6.00 мкм.

1. Рассчитайте молярную концентрацию раствора, полученного из одного флакона (моль/л). Объемом лиофилизата пренебречь.
2. Определите объём раствора (мл), необходимый для одной ингаляции, и продолжительность одной ингаляции (мин).
3. Оцените число частиц аэрозоля, образующихся за одну процедуру.
4. Оцените число молекул АЦЦ в одной частице аэрозоля.
5. Рассчитайте суммарную площадь поверхности дыхательных путей, которую покроют все частицы аэрозоля за одну процедуру (если считать, что они не перекрываются и укладываются в один слой). Приведите два обоснования, почему предположение о том, что распределение аэрозоля в дыхательных путях будет равномерным монослоем, ошибочно.
6. Аэрозоль – это дисперсная система с жидкой дисперсной фазой и газообразной дисперсионной средой. Приведите по одному примеру других дисперсных систем, встречающихся в природе, медицине, быту. Ответ представьте в виде таблицы:

Тип дисперсной системы	Пример	Дисперсная фаза	Дисперсионная среда
Аэрозоль	Туман, облака	Жидкая	Газообразная
1.			
2.			
3.			

Примечание для участников

Для расчёта молярной массы ацетилцистеина используйте значения атомных масс из таблицы Менделеева, округляя их до целых чисел.

Все вычисления проводите с точностью до трёх значащих цифр, если не указано иное.

Для вычисления объема сферы воспользуйтесь формулой $V = (\pi d^3)/6$.

Наличие пропуска хотя бы в одной ячейке таблицы обнуляет всю строку. Отсутствие таблицы обнуляет результат по данному пункту.