



Всероссийская химическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2020—2021 учебный год. Отборочный этап



Работы сдаются в электронном виде (например, в виде doc-файлов с текстом или сканов), подробности на странице formulo.org/ru/olymp/2020-chem-ru. Последний день сдачи — **14 февраля 2021 года**.

Работы должны быть сделаны самостоятельно. В большинстве задач нужны не только ответы, но и полные обоснования. В работе не должны содержаться личные данные участника, то есть **подписывать работу не следует**.

Задачи для 11 класса

Задача 10.1

Максимальный балл: 33. Автор: Мартышко Е.А.

1. Разгадайте схему превращений. Укажите молекулярные формулы веществ, зашифрованных буквами и выделенных жирным (всего 9 штук).
2. Напишите уравнения реакций, обозначенных синим цветом (10 штук).

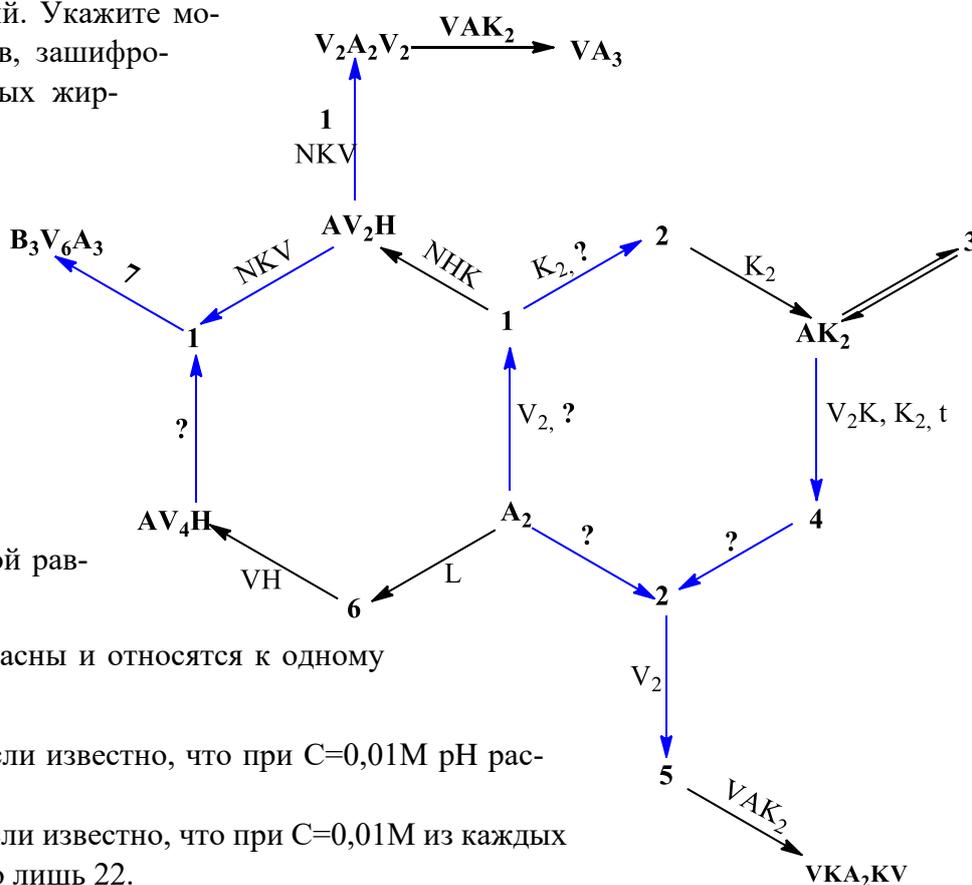
Газ \mathbf{AK}_2 существует в равновесии с веществом $\mathbf{3}$

3. При $t=105^\circ\text{C}$ для реакции $\mathbf{3} \leftrightarrow 2\mathbf{AK}_2$ $K_p=24,3$ атм. При общем давлении $P = 3$ атм рассчитайте число молекул и число атомов в 1 литре данной равновесной смеси.

Вещества $\mathbf{VKA}_2\mathbf{KV}$ и \mathbf{VA}_3 взрывоопасны и относятся к одному классу соединений.

4. Рассчитайте pK_d $\mathbf{VKA}_2\mathbf{KV}$, если известно, что при $C=0,01\text{M}$ pH раствора составляет 4,60.
5. Определите pK_d и для \mathbf{VA}_3 , если известно, что при $C=0,01\text{M}$ из каждых 500 молекул распадается всего лишь 22.
6. Кто из них более сильный электролит? Поясните.
7. Напишите уравнение гидролиза вещества $\mathbf{B}_3\mathbf{V}_6\mathbf{A}_3$

Примечание. диссоциацией $\mathbf{VKA}_2\mathbf{KV}$ по второй ступени в расчётах можно пренебречь.



Задача 11.2

Максимальный балл: 30. Автор: Булдаков А. В.

Самую простую батарейку можно сделать дома! Для этого в стакан можно налить газировку, а в качестве электродов использовать оцинкованный саморез и медную монету — получается электрохимическая ячейка с напряжением 0.5 В и током 0.5 мА.

1. Какими электродами (анод/катод) будут медная монета и оцинкованный саморез?

2. Напишите по одной возможной полуреакции, протекающих на катоде и на аноде, в предположении, что единственный электролит в газировке — это фосфорная кислота. Напишите общее уравнение реакции.
3. Как (последовательно/параллельно) и сколько надо соединить стаканов газировки, чтобы запитать гирлянду с 50 светодиодами (светодиоды соединены параллельно, для работы каждого светодиода необходимо 3 В и 20 мА тока)?

В современном мире батарейки гораздо компактнее и эффективнее, чем описанное выше инженерное достижение. Например, очень экологически безопасный вариант — это серебряно-цинковые батарейки, в которых катоды состоят из оксида серебра(I), а аноды — из цинка, в качестве электролита используют щелочь.

4. Напишите полуреакции, протекающие на катоде и на аноде, и суммарное уравнение реакции, протекающей в батарейке.
5. Имея термодинамические данные, приведенные ниже, рассчитайте изменение стандартной энергии Гиббса для общего уравнения реакции в батарейке.

| Вещество | $\Delta_f H^\circ_{298}$, кДж/моль | S°_{298} , Дж/(моль·К) |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Ag_2O | -30.56 | 121.7 |
| Продукт восстановления серебра | 0 | 42.69 |
| Zn | 0 | 41.59 |
| Продукт окисления цинка | -645.43 | 76.99 |
| H_2O | -285.84 | 69.96 |

6. Рассчитайте напряжение батарейки.

Миша решил сделать перерыв в решении олимпиадных задач по химии и поиграть с другом в шахматы онлайн. Они договорились, что сыграют несколько партий подряд, при этом каждая будет длиться 30 мин.

7. Рассчитайте, сколько партий сможет сыграть Миша, если емкость его старой батарейки в беспроводной мыши составляла лишь 9 мА·ч, при этом мышь работает при токе 5 мА.
8. Емкость новой серебряно-цинковой батарейки составляет 2500 мА·ч. Рассчитайте, какое количество электричества пройдет через батарейку при ее полной разрядке.
9. Рассчитайте массу одной батарейки, если известно, что количество воды в ней равно количеству NaOH, а масса оболочки составляет 3 г.

Примечание. При расчете молярных масс соединений округляйте молярные массы элементов до десятых.

Задача 11.3

Максимальный балл: 30. Автор: Дмитриев В. А.

С является активным веществом лекарственного средства, входящего в перечень жизненно необходимых и важнейших препаратов. Ниже представлена схема синтеза этой молекулы. 5 реакций представляют собой нуклеофильное замещение. Под **К** скрывается катализатор. Вещество **Н** имеет массу 426,5 а.е.м, а **С** является дихлоридом.

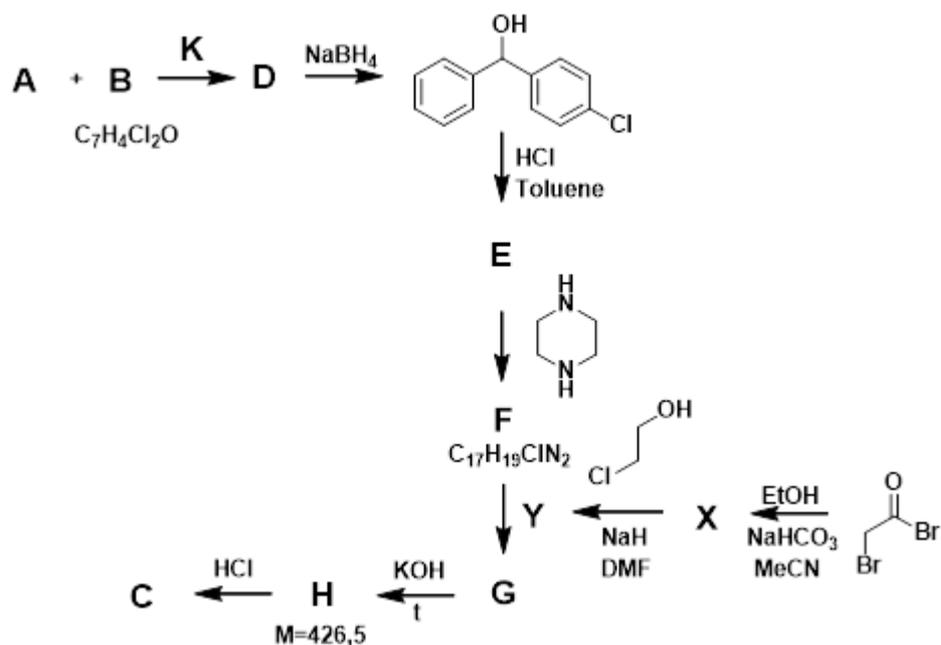
1. Основываясь на имеющихся данных, напишите структурные формулы веществ **A, B, D-H, X, Y** (9 штук).

2. Какой катализатор скрывается под буквой **K**? Какую роль он выполняет?

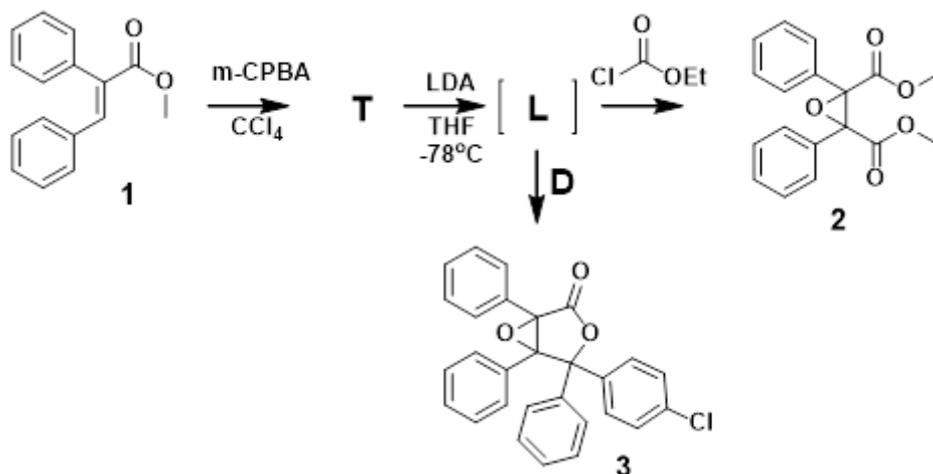
3. Напишите молекулярную и структурную формулы **C** и приведите название этого препарата (тривиальное).

4. Какую роль играет **NaH** в превращении из **X** в **Y**?

5. При данных превращениях вещество **C** получается в виде рацемической смеси. Изобразите 2 оптических изомера, зашифрованных под **C**. Объясните, на какой стадии в цепочке превращений возникает хиральный центр.



D можно использовать и в получении интересного производного бутиролактона **3**. Ознакомьтесь с его синтезом.



6. Учитывая строение продуктов **2** и **3**, а также тот факт, что **LDA** является сильным основанием, приведите структурные формулы **T** и **L**

7. Какие факторы приводят к стабилизации **L**?

8. Напишите механизм образования **3**.