



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 10 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).

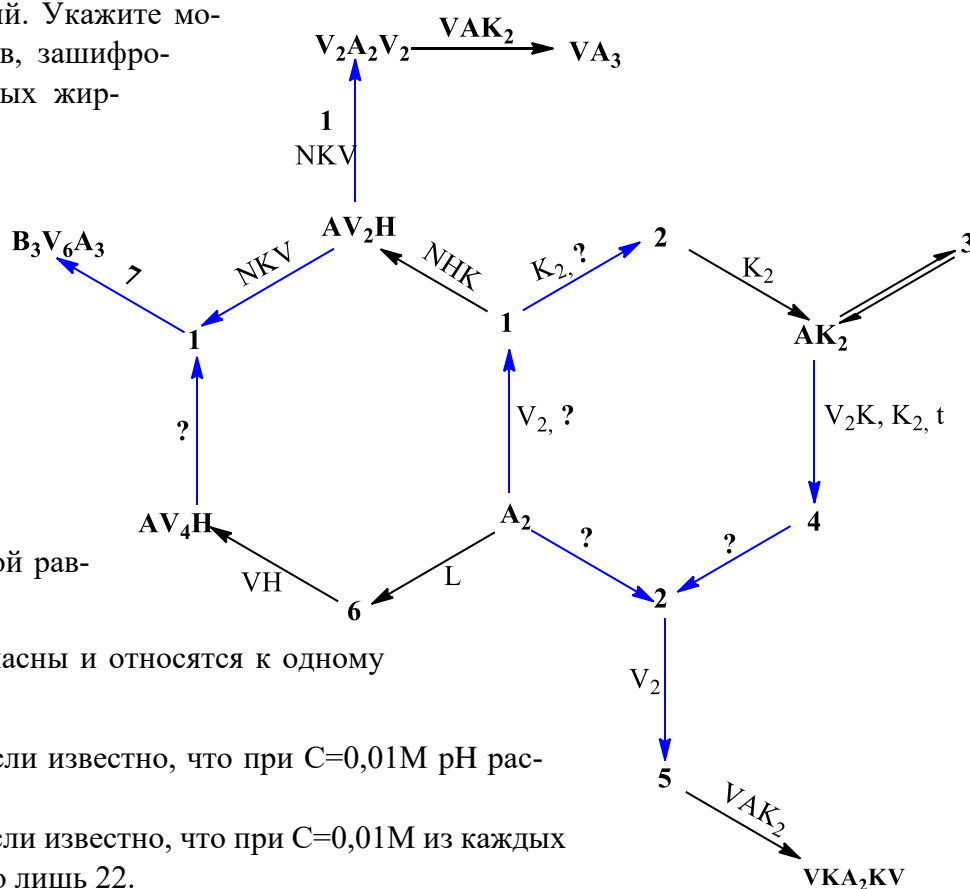
Газ **AK₂** существует в равновесии с веществом **3**

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

Вещества **VKA₂KV** и **VA₃** взрывоопасны и относятся к одному классу соединений.

4. Рассчитайте pK_d **VKA₂KV**, если известно, что при $C=0,01\text{M}$ pH раствора составляет 4,60.
5. Определите pK_d и для **VA₃**, 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 **V₃V₆A₃**

Примечание. диссоциацией **VKA₂KV** по второй ступени в расчётах можно пренебречь.



Задача 10.2

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 ₂ O	-30.56	121.7
Продукт восстановления серебра	0	42.69
Zn	0	41.59
Продукт окисления цинка	-645.43	76.99
H ₂ O	-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.

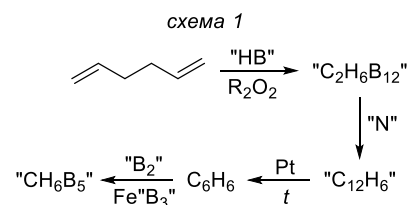
7. Рассчитайте, сколько партий сможет сыграть Миша, если емкость его старой батарейки в беспроводной мыши составляла лишь 9 мА·ч, при этом мышь работает при токе 5 мА.
8. Емкость новой серебряно-цинковой батарейки составляет 2500 мА·ч. Рассчитайте, какое количество электричества пройдет через батарейку 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 10.3

Максимальный балл: 35. Автор: Корнатов А. Н.

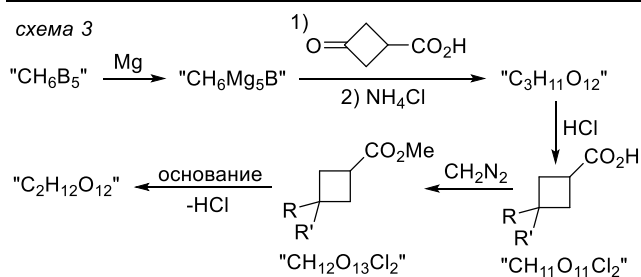
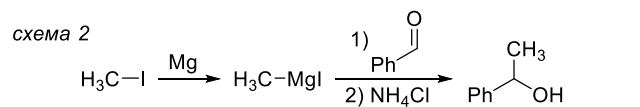
Как-то учитель дал Лелеку и Болеку домашнее задание. Но ребята всё перепутали и наделали ошибок, когда переписывали задачу с доски (схема 1). Учитель посмотрел на это безобразие, но ругать их не стал. Вместо этого он решил дать своим ученикам подсказки, взяв в качестве все те соединения, в которых они что-то напутали. При этом он



сообщил ребятам, что вещество "C₁₂H₆" содержит всего один циклический фрагмент и получается по внутримолекулярной реакции Вюрца, а массовая доля "В" в "СН₆В₅" составляет 50.96%.

1. Помогите Лелеку и Болеку расшифровать их схему, указав правильные структурные формулы для соединений в кавычках (7 штук) и соединения С₆H₆.
2. Напишите реакцию Вюрца для получения "С₁₂H₆"
3. Напишите механизм превращения гекса-1,5-диена в "С₂H₆В₁₂".

На следующем уроке класс проходил методы синтеза спиртов. Учитель поведал ребятам о современном методе синтеза спиртов с помощью *реактивов G* (схема 2). «Данные соединения, – говорил на



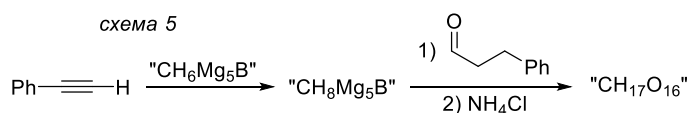
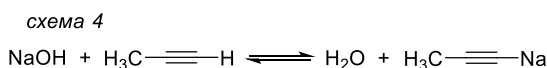
уроке учитель – легко получаются из галогенпроизводных углеводородов под действием магния. Так, например, иодметан реагирует с магнием с образованием метилмагнийиодида. Последний может реагировать с карбонильными соединениями, к примеру, бензальдегидом. После обработки реакционной смеси водным хлоридом аммония получаются спирты.»

Эта тема очень заинтересовала Болека, поэтому он попросил своего лучшего друга Лелека узнать у учителя, можно ли получить *реактив G* из вещества "СН₆В₅", которое было у них в предыдущем домашнем задании. Учитель очень удивился, почему это Лелек спрашивает вопросы за Болека, но пояснил: «передай эту задачу Лелеку, в ней он увидит, что это действительно возможно», – дав листок со *схемой 3*. Но Лелек не смог расшифровать схему, и даже у Болека не получилось. Помогите решить друзьям задачу.

4. Расшифруйте вещества в кавычках из схемы 3 (5 штук), приведите их структурные формулы.
5. Почему для превращения кислоты в её метиловый эфир следует использовать СН₂N₂, вместо классических условий реакции этерификации?

Когда же ребята пришли на следующее занятие, учитель рассказал ещё один интересный факт про *реактивы G*. Просматривая конспект занятия, Лелек понял, что он опять наделал ошибок в своих записях. «Эти соединения также являются довольно сильными основаниями», – рассказывал учитель.

«Помните, проходя алкины и их свойства, мы говорили о том, что терминальные ацетилены обладают очень высокой кислотностью по сравнению с другими углеводородами. Например, на схеме 4 приведена обратимая реакция пропина с щелочью. Таким же образом фенилацетилен (*схема 5*) будет реагировать с *реактивом G* "СН₆Мg₅В" с образованием "СН₈Мg₅В". Последний может легко реагировать с карбонильными соединениями и при обработке давать такие же продукты, как и в реакции с *реактивами G*.»



6. Помогите расшифровать Лелеку его записи и укажите структурные формулы 2ух последних зашифрованных веществ из схемы 5.
7. "СН₁₇О₁₆" хиральное? Ответ поясните.
8. Будет ли соединение "СН₁₇О₁₆" обладать хиральностью после восстановления водородом на палладии в спирте?

Примечание. При решении задачи учтите, что все вещества зашифрованы по одному и тому же принципу.