



Всероссийская химическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2021—2022 учебный год. Отборочный этап



Работы сдаются в электронном виде (например, в виде doc-файлов с текстом или сканов), подробности на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2021-chem-ru/>. Последний день сдачи — 10 декабря 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 8 класса

### Задача 8.1

Максимальный балл: 30. Автор: Попов Р. А.

Некоторое количество железа-56 ( $^{56}\text{Fe}$ ) переплавили в шарик с радиусом 1 см.

1. Рассчитайте количество нейтронов в этом шарике, если плотность железа  $7.9 \text{ г/см}^3$
2. Из ряда веществ:  $\text{Mg}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  выберите то, в 10 г которого содержится  $2,87 \cdot 10^{24}$  протонов.

При взаимодействии газообразных веществ  $\text{XY}$  и  $\text{ZX}_3$  в соотношении 1:1 образуется легкоплавкое твердое соединение **A** (реакция 1), которое при прокаливании распадается на исходные компоненты.  $\text{XY}$  при нагревании также способно распадаться на простые вещества  $\text{X}_2$  и  $\text{Y}_2$  (реакция 2). Известно, что 62 л газа (н.у.)  $\text{XY}$  содержат  $9 \cdot 10^{25}$  электронов, 62 л газа (н.у.)  $\text{ZX}_3$  – в 3 раза меньше (при н.у.).

3. Расшифруйте вещества  $\text{XY}$ ,  $\text{ZX}_3$ ,  $\text{X}_2$ ,  $\text{Y}_2$  и **A**.
4. Изобразите строение **A**, а также вещества состава  $\text{Y}_4\text{Z}_2$ .

Две жидкости **B** и **C** взаимодействуют между собой в эквимольном соотношении с образованием твердого вещества **D** (реакция 3). Известно, что одна структурная единица **D** содержит 150 протонов. При высокой температуре вещество **D** может прореагировать с **B** (реакция 4), при дальнейшем повышении температуры **D** разлагается на исходные компоненты **B** и **C** (реакция 5). Плотность паров **C** в 1.25 раз больше  $\text{XY}$ .

5. Определите вещества **B** – **D**.
6. Напишите уравнения реакций 3 – 5.
7. Могут ли реагировать  $\text{XY}$  и **B**,  $\text{ZX}_3$  и **C**? Если да, то напишите уравнения реакций, если нет – то обоснуйте.

*Примечание: атомные массы используйте с точностью целых. В пунктах 1, 2, 3, 5 ответ необходимо подтвердить расчетом.*

### Задача 8.2 «Только газы»

Максимальный балл: 28. Автор: Мартышко Е. А.

В первый сосуд объемом 2 литра поместили газовую смесь, состоящую из 70% (масс.) аргона и 30% (масс.) фтороводорода. Во второй сосуд объемом 3 литра поместили газовую смесь, состоящую из 10% (масс.) неона и 90% (масс.) сероводорода.

1. Рассчитайте относительные плотности первой и второй газовой смеси по азоту и сравните их. Данные газовые смеси смешали между собой при нормальных условиях.
2. Рассчитайте плотность получившегося газового раствора в г/л.

Вещества **W**, **X**, **Y**, **Z** – газы при стандартных условиях. В реакциях **W + X**, **X + Y**, **Y + Z** получаются одни и те же два продукта **A** и **B**, которые входят в состав атмосферного воздуха.

Номер	Реакция	Плотность исходной смеси по $H_2$	Плотность смеси продуктов по $H_2$
1	$W + X$	11,5	11,5
2	$X + Y$	8	10,67
3	$Y + Z$	12,4	11,27

Плотности газовых смесей приведены в таблице справа при 250 градусах Цельсия:

- Определите формулы всех упомянутых в задаче веществ **W**, **X**, **Y**, **Z**, **A** и **B** (6 штук), приведите расчеты. Запишите уравнения реакций **1–3**.

Вещество **G** реагирует с **Z** в соотношении 3:4 в газовой фазе (реакция **4**), при этом образуются те же два продукта **A** и **B**. **G** также может реагировать с **Z** в растворе (реакция **5**), при этом получаются две очень похожие соли.

- Запишите формулу вещества **G** и уравнения реакций **4** и **5**.

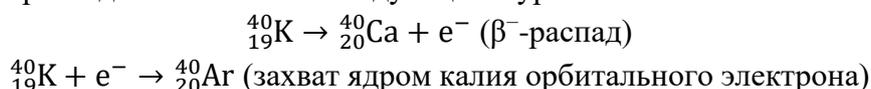
### Задача 8.3

Максимальный балл: **28**. Автор: **Булдаков А. В.**

Содержание калия в бананах составляет около 360 мг на 100 г. Средняя масса банана – 125 г, при этом обычно кожура составляет 35% массы (не употребляется в пищу), а человек в среднем потребляет за год 13 кг бананов.

- Рассчитайте, какое количество калия поступает за год в организм человека из бананов.

В природе распространены три изотопа калия:  $^{39}K$  ( $M = 38.964$  а.е.м., природное содержание 93,26%),  $^{40}K$  ( $M = 39.964$  а.е.м.; 0,01%) и  $^{41}K$  ( $M = 40.962$  а.е.м.; 6,73%). Калий-40 радиоактивен и постепенно распадается, образуя  $^{40}Ca$  ( $M = 39.963$  а.е.м.) с вероятностью 89% и  $^{40}Ar$  ( $M = 39.962$  а.е.м.) с вероятностью 11%. Схемы распада описываются следующими уравнениями:



При этом зависимость массы калия-40 от времени имеет следующий вид:  $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}}$ ,

где  $N$  – количество ядер калия-40 в текущий момент времени  $t$ ,  $N_0$  – исходное количество ядер калия-40, а  $t_{1/2}$  – период полураспада (время, за которое распадается половина образца), равен  $1,25 \cdot 10^9$  лет.

- Рассчитайте, сколько процентов от исходного количества калия-40 останется в некотором образце через 5 млрд лет.
- Сколько при этом выделится электронов (в штуках), если масса образца природного калия составляла 10 000 г?
- Какой объем аргона-40 при этом будет образован (при н.у.)?
- Сколько ядер (в штуках) калия-40 распадается за 1 сутки в банане?

Для расчета вреда ионизирующего излучения принято использовать зиверты (Зв) – это количество энергии, поглощенной биологической тканью, в расчете на 1 кг этой ткани.  $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$ . Смертельной однократной дозой для человека является 5 Зв.

- Считая, что все поступившие из банана вещества выводятся из тела человека за сутки, рассчитайте массу бананов, которая может обеспечить смертельную однократную радиоактивную дозу для человека. Имейте в виду, что каждый распад, приводящий к образованию  $^{40}Ca$ , также приводит к выделению  $2.1 \cdot 10^{-13}$  Дж, а к  $^{40}Ar$  –  $2.4 \cdot 10^{-13}$  Дж. Массу тела человека примите за 70 кг.



Всероссийская химическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2021—2022 учебный год. Отборочный этап



Работы сдаются в электронном виде (например, в виде doc-файлов с текстом или сканов), подробности на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2021-chem-ru/>. Последний день сдачи — 10 декабря 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 9 класса

### Задача 9.1

Максимальный балл: 30. Автор: Попов Р. А.

Некоторое количество железа-56 ( $^{56}\text{Fe}$ ) переплавили в шарик с радиусом 1 см.

1. Рассчитайте количество нейтронов в этом шарике, если плотность железа  $7.9 \text{ г/см}^3$
2. Из ряда веществ:  $\text{Mg}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  выберите то, в 10 г которого содержится  $2,87 \cdot 10^{24}$  протонов.

При взаимодействии газообразных веществ  $\text{XY}$  и  $\text{ZX}_3$  в соотношении 1:1 образуется легкоплавкое твердое соединение **A** (реакция 1), которое при прокаливании распадается на исходные компоненты.  $\text{XY}$  при нагревании также способно распадаться на простые вещества  $\text{X}_2$  и  $\text{Y}_2$  (реакция 2). Известно, что 62 л газа (н.у.)  $\text{XY}$  содержат  $9 \cdot 10^{25}$  электронов, 62 л газа (н.у.)  $\text{ZX}_3$  – в 3 раза меньше (при н.у.).

3. Расшифруйте вещества  $\text{XY}$ ,  $\text{ZX}_3$ ,  $\text{X}_2$ ,  $\text{Y}_2$  и **A**.
4. Изобразите строение **A**, а также вещества состава  $\text{Y}_4\text{Z}_2$ .

Две жидкости **B** и **C** взаимодействуют между собой в эквимольном соотношении с образованием твердого вещества **D** (реакция 3). Известно, что одна структурная единица **D** содержит 150 протонов. При высокой температуре вещество **D** может прореагировать с **B** (реакция 4), при дальнейшем повышении температуры **D** разлагается на исходные компоненты **B** и **C** (реакция 5). Плотность паров **C** в 1.25 раз больше  $\text{XY}$ .

5. Определите вещества **B** – **D**.
6. Напишите уравнения реакций 3 – 5.
7. Могут ли реагировать  $\text{XY}$  и **B**,  $\text{ZX}_3$  и **C**? Если да, то напишите уравнения реакций, если нет – то обоснуйте.

*Примечание: атомные массы используйте с точностью целых. В пунктах 1, 2, 3, 5 ответ необходимо подтвердить расчетом.*

### Задача 9.2 «Только газы»

Максимальный балл: 28. Автор: Мартышко Е. А.

В первый сосуд объемом 2 литра поместили газовую смесь, состоящую из 70% (масс.) аргона и 30% (масс.) фтороводорода. Во второй сосуд объемом 3 литра поместили газовую смесь, состоящую из 10% (масс.) неона и 90% (масс.) сероводорода.

1. Рассчитайте относительные плотности первой и второй газовой смеси по азоту и сравните их. Данные газовые смеси смешали между собой при нормальных условиях.
2. Рассчитайте плотность получившегося газового раствора в г/л.

Вещества **W, X, Y, Z** – газы при стандартных условиях. В реакциях **W + X, X + Y, Y + Z** получаются одни и те же два продукта **A** и **B**, которые входят в состав атмосферного воздуха.

Номер	Реакция	Плотность исходной смеси по H <sub>2</sub>	Плотность смеси продуктов по H <sub>2</sub>
1	W + X	11,5	11,5
2	X + Y	8	10,67
3	Y + Z	12,4	11,27

Плотности газовых смесей приведены в таблице справа при 250 градусах Цельсия:

- Определите формулы всех упомянутых в задаче веществ **W, X, Y, Z, A** и **B** (6 штук), приведите расчеты. Запишите уравнения реакций **1–3**.

Вещество **G** реагирует с **Z** в соотношении 3:4 в газовой фазе (реакция **4**), при этом образуются те же два продукта **A** и **B**. **G** также может реагировать с **Z** в растворе (реакция **5**), при этом получаются две очень похожие соли.

- Запишите формулу вещества **G** и уравнения реакций **4** и **5**.

### Задача 9.3

Максимальный балл: **25**. Автор: **Булдаков А. В.**

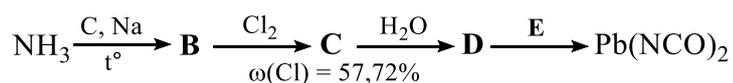
Вещество **A** — это широко используемое азотное удобрение (массовое содержание азота 46.67%). При помощи бактерий **A** разлагается до нитрат-ионов и ионов аммония, которые-то и поглощаются корнями растений.

- Какую максимальную массу нитрата аммония могут произвести бактерии из 1 кг **A**?

Молекула **A** состоит из 8 атомов 4 элементов.

- Изобразите структурную формулу **A**.
- Напишите двухстадийный синтез **A** из цианата свинца, аммиака и воды.
- Основанием для разрушения какой теории стал данный синтез?

Цианат свинца можно синтезировать по приведенной ниже методике. Известно, что **E** – бинарное соединение.



- Расшифруйте вещества **B–E**. Напишите уравнения реакций (4 штуки).

В настоящее время синтез **A** значительно упрощен. На первой стадии CO<sub>2</sub> реагирует с жидким NH<sub>3</sub> в молярном соотношении 1:2 при повышенных давлении и температуре, при этом получается аммониевая соль **F** (N 35.90%, O 41.03%, C 15.38% по массе). Эта соль затем разлагается при небольшом повышении температуры, образуя **A** и воду.

- Изобразите структурную формулу соли **F**.



## Задача 10.2

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

При очень больших и низких температурах или при проведении экспериментов в закрытых системах используют не термометры, а другие датчики температуры, например, термопары. Термопара — это устройство, представляющее собой спай двух металлических проводников, с помощью которого фиксируется температура за счёт возникающей разности потенциалов (термоЭДС,  $E$ ) на концах проводников.

Для реальных измерений проводится предварительная градуировка термоизмеряющих устройств.

Справа представлены экспериментальные данные для градуировки термопары на основе сплава W и Re.

<b>t, °C</b>	0.0000	10.00	16.00	22.00	28.00	35.00
<b>E, мВ</b>	0.0000	0.1240	0.1990	0.2750	0.3520	0.4430

1. Данная зависимость является линейной. Рассчитайте коэффициент пропорциональности температуры и термоЭДС в каждой точке, полученные данные усредните. Более правильным методом расчёта коэффициентов линейной зависимости является метод наименьших квадратов (МНК), с его помощью была получена следующая функция:  $E = (12.58 \pm 0.04) \cdot 10^{-3} \cdot t$ . Оцените погрешность (в %) расчёта путём усреднения коэффициентов по отношению к результатам МНК. Для дальнейших расчётов используйте значение 12.58.

Для экспериментального определения тепловых эффектов используют приборы — калориметры. Данная термопара была использована для проведения калориметрического эксперимента по растворению неизвестной соли. Экспериментальные данные зависимости термоЭДС от времени опыта приведены в таблице справа.

<b>τ, мин</b>	0	4	8	12	20
<b>E, мВ</b>	0.3139	0.3138	0.3138	0.3136	0.3064
<b>τ, мин</b>	24	28	32	36	40
<b>E, мВ</b>	0.3065	0.3067	0.3068	0.3069	0.3071

2. Постройте график зависимости температуры ( $t$ , °C) от времени опыта ( $\tau$ , мин). Укажите, в какой момент в калориметр начали вносить навеску неизвестной соли; свой ответ мотивируйте. Изобразите схематически график идеального случая при отсутствии теплообмена с калориметром.

Также данную термопару использовали для калориметрического эксперимента, проводимого при постоянном давлении, по измерению теплового эффекта гидратообразования безводной соли. Для этого сначала провели растворение безводной соли в воде, при этом разность термоЭДС ( $\Delta E$ ) составила 0.0200 мВ, а затем её кристаллогидрата ( $\Delta E = -0.0035$  мВ) так, чтобы полученные растворы в обоих случаях имели одинаковую концентрацию (количество растворённого вещества безводной соли равно 0.0250 моль).

3. На основании закона Гесса дайте объяснение, почему при растворении безводной соли и кристаллогидрата наблюдается разный тепловой эффект?

Для расчёта теплового эффекта можно воспользоваться связью последнего с экспериментально найденной постоянной калориметра ( $\dot{C}_p$ ), по сути, средней теплоёмкостью всей системы: калориметра с полученным раствором. Эта величина была определена следующим образом: через погруженный в раствор электронагреватель в течение 2.00 минут пропускали ток, силой 19.7 А при напряжении 0.350 В. При этом было зафиксировано увеличение температуры на 0.795 °C.

4. На основании экспериментальных данных определите энтальпии растворения безводной соли и кристаллогидрата. Используя полученные результаты рассчитайте энтальпию гидратообразования неизвестной безводной соли (в кДж/моль). Укажите, какой реакции соответствует данная энтальпия.

Справа приведены табличные значения энтальпий гидратообразования различных безводных солей.

5. Выберите соль, табличное значение энтальпии гидратообразования которой ближе к рассчитанному вами.

*Примечание. Для расчёта  $\dot{C}_p$  воспользуйтесь размерностью этой величины [кДж/мВ] и законом Джоуля-Ленца.*

безводная соль/кристаллогидрат	энтальпия гидратообразования, кДж/моль
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	-92.0
MgSO <sub>4</sub> / MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	-103.4
CuSO <sub>4</sub> / CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	-77.7
SrCl <sub>2</sub> / SrCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	-79.7
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	-81.6

### Задача 10.3

Максимальный балл: 30. Автор: Попов Р. А.

Для сгорания 56 мл паров углеводорода **A** требуется 2 л воздуха, при этом образуется 560 мл газообразных продуктов (все объемы измерены при одинаковых условиях, считайте все продукты реакции газообразными).

1. Определите молекулярную формулу **A**, запишите уравнение реакции горения. Считайте, что содержание кислорода в воздухе составляет 21%.
2. Какое количество пар *цис-транс*-изомеров существует для молекулярной формулы **A** (без учета оптических)? Изобразите все возможные структуры *цис*-изомеров для **A**.

Углеводороды **B** и **C** – ближайшие члены одного гомологичного ряда, плотность по воздуху эквимольной смеси их паров равна 2.655, при этом  $M(\mathbf{B}) < M(\mathbf{C})$ . Известно, что эти соединения не реагируют с бромной водой, а при реакции с бромом на свету образуют одно и то же, не большее трех, количество монобромпроизводных.

3. Определите молекулярные и структурные формулы **B** и **C**, а также структурные формулы их монобромпроизводных.
4. Укажите, какое количество дибромпроизводных могут образовывать **B** и **C**.

Масса углекислого газа, который образуется при сгорании симметричного углеводорода **D**, в 2.794 раз больше, чем масса получающейся воды. При этом у **D** присутствуют только вторичные и третичные атомы углерода, углеродный скелет **B** является частью углеродного скелета **D**.

5. Определите молекулярную и структурную формулу **D**. Известно, что плотность его паров по воздуху не превышает 6.

*Примечание: в пунктах 1, 3, 5 ответ необходимо подтвердить расчетом.*



Всероссийская химическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2021—2022 учебный год. Отборочный этап



Работы сдаются в электронном виде (например, в виде doc-файлов с текстом или сканов), подробности на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2021-chem-ru/>. Последний день сдачи — 10 декабря 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 11.1 «Три тройки»

Максимальный балл: 32. Автор: Мартышко Е. А.

Известно, что каждая тройка элементов в этой задаче состоит из соседних элементов таблицы Менделеева.

Соединения первых трех элементов **A, B, C** способны вступать в реакцию  $AC + BC_2 = AC_2 + BC$  (Реакция 1). Все соединения в реакции газообразные.

1. Определите элементы **A, B, C** и напишите уравнение реакции.

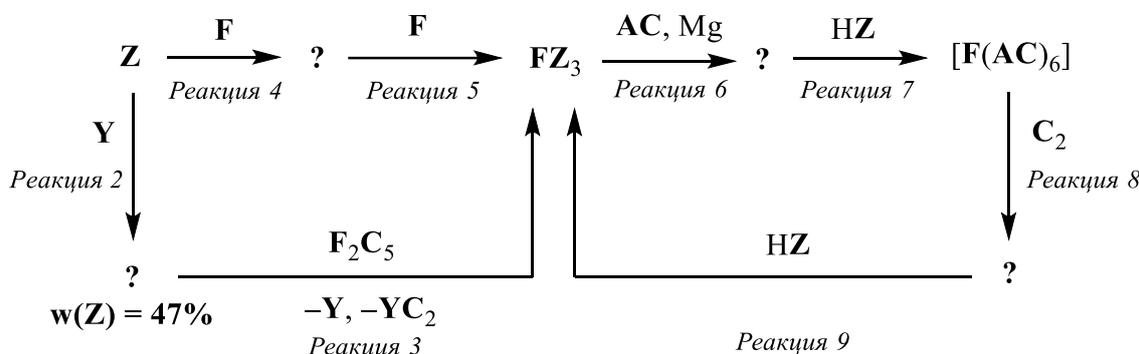
Три элемента **D, E, F** в сумме образуют семь оксидов: два белых, два чёрных, один синий, один красно-жёлтый, один чёрно-фиолетовый. Белый оксид одного из элементов содержит 40% кислорода по массе.

2. Определите элементы **D, E, F** и определите формулы оксидов, соотнесите их с цветами, приведенными в задаче.

Три элемента **X, Y, Z** образуют простые вещества, число атомов в молекулах которых соотносится как 2:4:1.

3. Определите элементы **X, Y, Z** и их простые вещества.

Ознакомьтесь со схемой превращений, представленной ниже



4. Напишите уравнения всех приведенных на схеме реакций 2–9 (8 штук), укажите коэффициенты.

## Задача 11.2

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

При очень больших и низких температурах или при проведении экспериментов в закрытых системах используют не термометры, а другие датчики температуры, например, термопары. Термопара — это устройство, представляющее собой спай двух металлических проводников, с помощью которого фиксируется температура за счёт возникающей разности потенциалов (термоЭДС,  $E$ ) на концах проводников.

Для реальных измерений проводится предварительная градуировка термоизмеряющих устройств.

Справа представлены экспериментальные данные для градуировки термопары на основе сплава W и Re.

<b>t, °C</b>	0.0000	10.00	16.00	22.00	28.00	35.00
<b>E, мВ</b>	0.0000	0.1240	0.1990	0.2750	0.3520	0.4430

1. Данная зависимость является линейной. Рассчитайте коэффициент пропорциональности температуры и термоЭДС в каждой точке, полученные данные усредните. Более правильным методом расчёта коэффициентов линейной зависимости является метод наименьших квадратов (МНК), с его помощью была получена следующая функция:  $E = (12.58 \pm 0.04) \cdot 10^{-3} \cdot t$ . Оцените погрешность (в %) расчёта путём усреднения коэффициентов по отношению к результатам МНК. Для дальнейших расчётов используйте значение 12.58.

Для экспериментального определения тепловых эффектов используют приборы — калориметры. Данная термопара была использована для проведения калориметрического эксперимента по растворению неизвестной соли. Экспериментальные данные зависимости термоЭДС от времени опыта приведены в таблице справа.

<b>τ, мин</b>	0	4	8	12	20
<b>E, мВ</b>	0.3139	0.3138	0.3138	0.3136	0.3064
<b>τ, мин</b>	24	28	32	36	40
<b>E, мВ</b>	0.3065	0.3067	0.3068	0.3069	0.3071

2. Постройте график зависимости температуры ( $t$ , °C) от времени опыта ( $\tau$ , мин). Укажите, в какой момент в калориметр начали вносить навеску неизвестной соли; свой ответ мотивируйте. Изобразите схематически график идеального случая при отсутствии теплообмена с калориметром.

Также данную термопару использовали для калориметрического эксперимента, проводимого при постоянном давлении, по измерению теплового эффекта гидратообразования безводной соли. Для этого сначала провели растворение безводной соли в воде, при этом разность термоЭДС ( $\Delta E$ ) составила 0.0200 мВ, а затем её кристаллогидрата ( $\Delta E = -0.0035$  мВ) так, чтобы полученные растворы в обоих случаях имели одинаковую концентрацию (количество растворённого вещества безводной соли равно 0.0250 моль).

3. На основании закона Гесса дайте объяснение, почему при растворении безводной соли и кристаллогидрата наблюдается разный тепловой эффект?

Для расчёта теплового эффекта можно воспользоваться связью последнего с экспериментально найденной постоянной калориметра ( $\dot{C}_p$ ), по сути, средней теплоёмкостью всей системы: калориметра с полученным раствором. Эта величина была определена следующим образом: через погруженный в раствор электронагреватель в течение 2.00 минут пропускали ток, силой 19.7 А при напряжении 0.350 В. При этом было зафиксировано увеличение температуры на 0.795 °C.

4. На основании экспериментальных данных определите энтальпии растворения безводной соли и кристаллогидрата. Используя полученные результаты рассчитайте энтальпию гидратообразования неизвестной безводной соли (в кДж/моль). Укажите, какой реакции соответствует данная энтальпия.

Справа приведены табличные значения энтальпий гидратообразования различных безводных солей.

5. Выберите соль, табличное значение энтальпии гидратообразования которой ближе к рассчитанному вами.

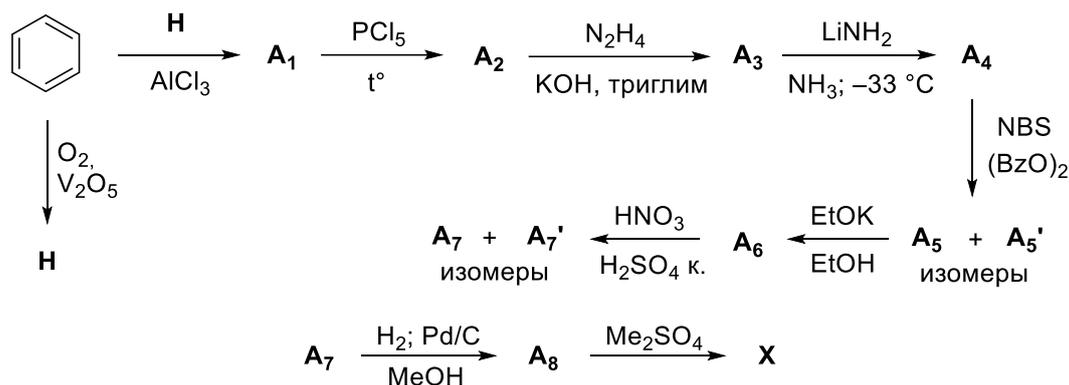
безводная соль/кристаллогидрат	энтальпия гидратообразования, кДж/моль
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	-92.0
MgSO <sub>4</sub> / MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	-103.4
CuSO <sub>4</sub> / CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	-77.7
SrCl <sub>2</sub> / SrCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	-79.7
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	-81.6

Примечание. Для расчёта  $\dot{C}_p$  воспользуйтесь размерностью этой величины [кДж/мВ] и законом Джоуля-Ленца.

### Задача 11.3

Максимальный балл: 32. Автор: Журавлев А. С.

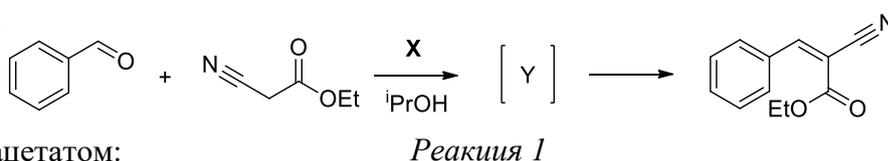
Вещество **X** используется в качестве реагента в органическом синтезе. Далее приведён синтез этого вещества:



В молекуле **A<sub>7</sub>** нитро-группы расположены ближе друг к другу, чем в молекуле **A<sub>7</sub>'**.

- Основываясь на схеме превращений, напишите структурные формулы веществ **A<sub>1</sub>–A<sub>8</sub>**; **A<sub>5</sub>'**; **A<sub>7</sub>'**; **H**; **X** (12 штук).
- Какое коммерческое название имеет **X**?

**X** используется как ненуклеофильное основание, так, например, с помощью **X** можно провести реакцию между бензальдегидом и этилцианоацетатом:



- Напишите механизм реакции 1.
- Почему использование более нуклеофильного основания, например NaOH, уменьшит выход реакции? Приведите примеры побочных продуктов, которые получатся при использовании NaOH.

- Предложите механизм реакции 2, если в данном случае **X** выполняет ту же роль, что и в предыдущей реакции.

