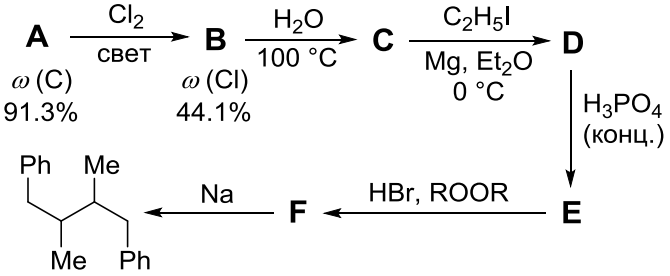
11 класс

Максимальный балл: 10 × 5 = 50 баллов.

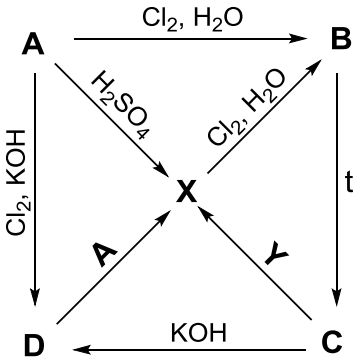
1. (10 баллов) Дибензилбутан – органическое соединение, каркас которого лежит в основе класса природных соединений, называемых лигнанами, содержащихся в растениях и их плодах. Справа представлена схема синтеза, позволяющая получить дибензилбутан в лаборатории.



Известно, что соединение **A** является распространённым углеводородным растворителем. Предложите механизм образования вещества **F** из **E**. Какой геометрический изомер соединения **E** преимущественно образуется в реакции получения его из **D**? Приведите структурные формулы соединений **A**–**F**, назовите соединения **B**–**F** по номенклатуре ИЮПАК.

2. (10 баллов) Вещества **A**–**D** содержат в своем составе элемент, образующий простое вещество **X**. Соединения этого элемента широко применяются в медицинских целях. **A** и **C** – бинарные вещества, **Y** – ядовитый газ без запаха с плотностью по воздуху 0.966.

Известно, что **A** и **B** – сильные кислоты, а массовая доля элемента, образующего **X**, в соединениях **B**, **C** и **D** составляет 72.16%, 76.05% и 59.34% соответственно.



1) Расшифруйте вещества **A**–**D**, **X**, **Y**.

2) Приведите уравнения всех реакций, указанных на схеме.

3) Приведите пример использования газа **Y** в химической промышленности.

3. (10 баллов) Химику Васе на Новый год подарили книгу «Высокомолекулярные соединения». Заинтересовавшись этой тематикой, он решил получить фенол–формальдегидную смолу, для чего ему потребовались вещества **B** и **C**. **B** он решил получить из вещества **A**, массовое содержание азота в котором составляет 15.05%; также ему потребовалась неорганическая кислота **H**, содержащая элемент **X** [ω(**X**) = 97.26%], и натриевая соль **E**. Из **A**, **H** и **E** Вася надеялся синтезировать малостабильное промежуточное вещество **D**, нагревание которого в растворе серной кислоты привело бы к веществу **B**. Вещество **C** Вася пытался получить путем окисления **M** кислородом воздуха.

К сожалению, планы Васи не сбылись. Синтез **B** у него не удался по причине того, что соединение **E** массой 3.45 г окислилось на воздухе до чилийской селитры. При этом Вася выяснил, сперва проведя сушку селитры, что масса навески увеличилась на 0.8 г. Предположите, почему Васе не удалось получить **C**? Определите все зашифрованные в задаче вещества. Ответ подтвердите расчетами, если известно, что массовая доля элемента **X** в соединении **D** составляет 25.27%, а **M** принадлежит ряду $C_nH_{2n+2}O$ и смешивается с водой.

4. (10 баллов) Зависимость константы скорости реакции от температуры можно выразить при помощи уравнения Аррениуса: $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$, где A – предэкспоненциальный множитель, e – экспонента (приближенно равна 2.718), E_a – энергия активации, R – газовая постоянная, T – температура. Было проведено экспериментальное изучение бимолекулярной реакции $\mathbf{B}_{(г)} + \mathbf{C}_{(г)} = 2\mathbf{D}_{(г)}$, полученные данные представлены в таблице:

T, К	$[\mathbf{B}_{(г)}]$, моль/мл	$[\mathbf{C}_{(г)}]$, моль/мл	$\boldsymbol{v}$, моль/(мл·с)
417.9	11.0	18.0	127
520.1	2.86	37.4	241

1) Запишите кинетическое уравнение рассматриваемой реакции.

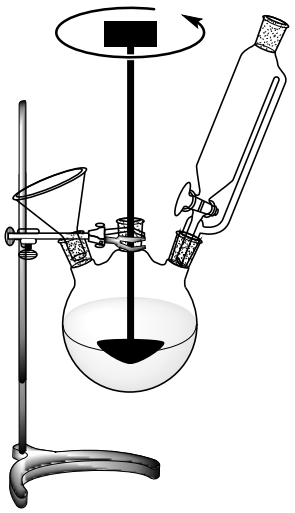
2) Рассчитайте по уравнению Аррениуса предэкспоненциальный множитель и энергию активации. Какую размерность они имеют?

3) Определите на сколько процентов будет отличаться рассчитанная константа скорости реакции по уравнению Аррениуса при температуре 666.8 К, если ее экспериментальное значение равно 6.59 мл/(моль·с).

5. «Мысленный эксперимент» (10 баллов)

Кислота **C** является исходным веществом для некоторых фармацевтических препаратов. Например, по реакции этерификации из нее получают соединение, которое используется для лечения атеросклероза. Ниже приведен метод синтеза **C** и схема необходимой установки.

Вся работа проводится строго в хорошо работающем вытяжном шкафу. В трехгорлую колбу объемом 1 л помещается 53 г **A** и 100 мл водного раствора 24.5 г NaCN. В течение 15 мин через капельную воронку прикапывается 335 мл насыщенного раствора $NaHSO_3$



(создаётся избыток гидросульфита натрия), при этом после первых добавленных капель засыпается лед: понижение температуры препятствует протеканию побочной реакции. Все время реакционная смесь перемешивается механической мешалкой.

Образующаяся жидкость **B** [ω(N) = 10.526%] не смешивается с водой и легко отделяется от водной фазы. К **B** добавляют избыток концентрированной соляной кислоты и через 12 ч упаривают досуха. После отделения всех побочных компонентов получают 76 г **C**.

Вещество **A** вступает в реакцию серебряного зеркала, но не присоединяет бромоводород, его брутто-формула C_7H_6O. Примите, что все реакции протекают количественно.

1) Изобразите структурные формулы **A**, **B** и **C**.

2) Напишите уравнение реакции **A** с аммиачным раствором оксида серебра.

3) Какова роль $NaHSO_3$ в реакции получения **B**?