



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 — **10 декабря 2020 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

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

При разложении 3,00 г желтого вещества **A** при температуре 200°C получили газ объёмом 934 мл (н.у.) и 1,61 г чёрного твёрдого вещества **B** (реакция 1). При пропускании газа через избыток раствора едкого натра его объём уменьшился в 1/3 раза, при этом масса раствора изменилась на 0,61 г.

1. Определите вещества **A** и **B**, ответ подтвердите расчетом.
2. Запишите разложение **A** при 200°C (реакция 1).

Разложение вещества **A** при более высокой температуре (400°C) — один из лабораторных способов получения пирофорного вещества **X** (реакция 2). При этом для получения 0,72 г вещества **A** необходимо добавить избыток карбоновой кислоты **Y** к 0,28 г веществу **X** (реакция 3).

3. Определите вещества **X** и **Y**.
4. Запишите разложение **A** при 400°C (реакция 2) и получение вещества **A** (реакция 3).

Задача 11.2

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

На химических предприятиях большая доля химических реакций проводится в газовой фазе. Для описания физико-химических характеристик газа в первом приближении можно воспользоваться уравнением состояния идеального газа, или уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = nRT,$$

где p — давление газа, V — его объём, n — количества вещества, T — температура, R — коэффициент пропорциональности, универсальная газовая постоянная, равная $8,314 \frac{\text{кПа}\cdot\text{л}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$. Однако далеко не все газы ведут себя в реальных условиях, как идеальные. Поэтому в конце 19 века голландский учёный Й.Д. Ван дер Ваальс предложил следующее уравнение состояния реального газа

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT,$$

где поправки a и b учитывают отклонения от идеальности.

1. По уравнению Менделеева-Клапейрона рассчитайте объём 1 моля любого идеального газа при нормальных условиях (0°C, 1 атм). Сравните полученное значение с известными вам величинами.
2. Определите размерности параметров a и b .
3. Предположите, с чем связаны отклонения от идеальности и какие физико-химические параметры газа учитывают данные поправки: какой параметр отвечает за отталкивание частиц, а какой за притяжение. Ваше предположение объясните.

Для 1 моль некоторого вещества экспериментально были получены следующие данные: при $T = 373$ К давление газа составило 13,20 атм, а молярный объём $V_1 = 2,24$ л.

4. Найдите параметр a , приняв $b = 0,0427$ [ед.], а также давление, которое оказывает один моль исследуемого газа при 424 К, если его молярный объём равен 0,224 л.

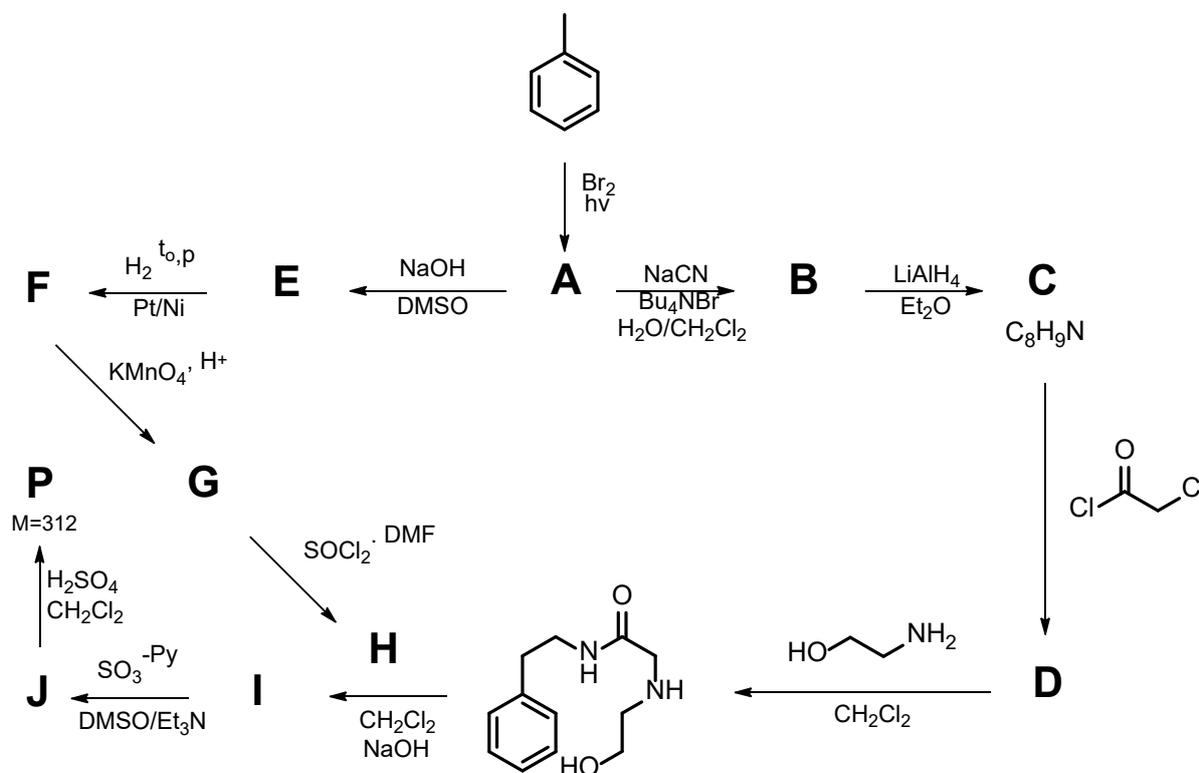
Некоторое молекулярное вещество **X** массой 2,214 г при -30°C и 5 атм занимает объём, равный 490,0 мл.

5. Определите вещество **X**, считая, что $a = 422,5$ и что произведение nb пренебрежимо мало. Рассчитайте, какая была бы погрешность (в %) при определении объёма **X** данной массы по уравнению Менделеева-Клапейрона.

Задача 11.3

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

P является активным веществом лекарственного средства, применяемого в борьбе с червями-паразитами человека. Перед Вами представлена схема синтеза этого вещества из толуола:



Превращения из **A** в **B** и **E**-реакции нуклеофильного замещения. Система $\text{SO}_3\text{-Py}$ является мягким окислителем, а вещество **J** - полуаминаль (карбиноламин). Молекула **P** содержит 4 цикла, причем 3 из них конденсированы. Молекулярная масса **P** равна 312.

- Основываясь на схеме превращений, напишите структурные формулы веществ **A-J** (10 штук), **P**.
- Какую роль выполняет LiAlH_4 ?
- Напишите механизм бромирования толуола.
- Для чего используют Bu_4NBr в превращении из **A** в **B**?
- Напишите молекулярную формулу **P** и приведите название этого препарата (тривиальное).