

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ ПО ХИМИИ.

ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА

10 класс

Задача 1. 20 баллов

Элемент X при определенных условиях образует с иодом и кислородом соединения А и Б, соответственно. Массовая доля X в этих соединениях составляет 7,52% и 43,67%. Определите вещества А и Б. Напишите уравнение взаимодействия вещества А с водным раствором едкого кали. (А – P₂O₃)

Решение

Выразим массовую долю элемента X в иодиде. Справедливо соотношение:

$M/(M + 127x) = 0,0752$, где M – молярная масса искомого элемента, x – его валентность

При x = 3 M = 31 г/моль, что соответствует фосфору.

Тогда оксид Б – либо P₄O₆, либо P₄O₁₀. Массовая доля фосфора указывает на P₄O₁₀

Уравнение реакции:



Оценивание:

Определение элемента X – 5 баллов

Определение соединений А и Б – по 5 баллов

Уравнение реакции – 5 баллов

Задача №2. 20 баллов

Плотность по водороду эквимольной смеси газов при 100 °С равна 13, а при охлаждении до 100 К плотность газовой фазы по водороду составила 16. Определите молярную массу каждого газа, приведите их названия и химические формулы. Какую среду будет иметь вода после пропускания через неё смеси газов?

Напишите уравнения реакций каждого газа с металлическим натрием.

Решения с разбалловкой.

HF и O₂ (20 баллов).

Плотность смеси по водороду: $D(H_2) = M(\text{смеси})/M(H_2)$ (1 балл).

Тогда средняя молекулярная масса смеси при 100 °С равна $13 \cdot 2$ г/моль = 26 г/моль (1 балл).

Средняя молекулярная масса при 100 К равна $16 \cdot 2$ г/моль = 32 г/моль (1 балл).

Изменение плотности смеси по водороду при охлаждении до 100 К связано с конденсацией одного из газов (3 балла).

Тогда несконденсировавшийся при 100 К газ имеет $M = 32$ г/моль (1 балл), этот газ – молекулярный кислород (1 балл) O₂ (1 балл).

Поскольку смесь эквимольная, количества газов в смеси равны (1 балл), тогда молекулярная масса второго газа M_2 может быть найдена из уравнения: $0.5M_2 + 0.5 \cdot 32 = 26$ (1 балл), откуда $M_2 = 20$ (1 балл). Этот газ – фтороводород (1 балл) HF (1 балл).

При пропускании смеси газов через водный раствор среда станет слабокислой, так как фтороводород – слабая кислота (2 балла).

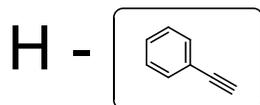
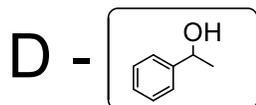
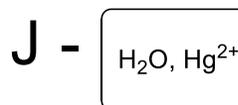
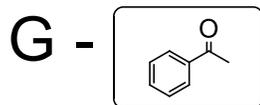
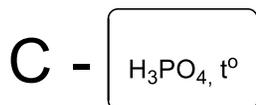
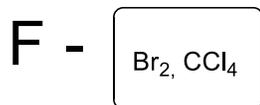
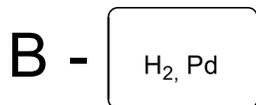
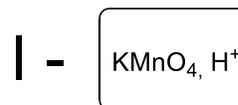
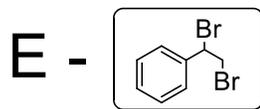
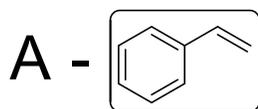


Задача 3, 20 баллов

Из предложенного перечня реагентов и катализаторов составьте синтетическую 4-х стадийную схему превращений, обратите внимание, что один из реагентов или катализаторов является лишним. Ответ представьте в виде буквенной последовательности.

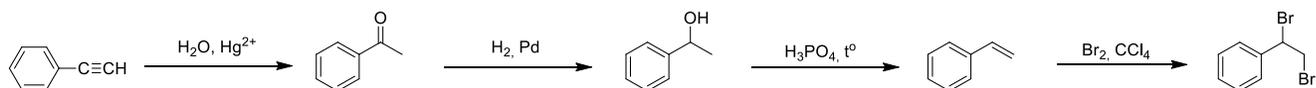
ВНИМАНИЕ! Ответ ввести в виде последовательности букв в отведенном поле.





ВАРИАНТ 1

РЕШЕНИЕ:



ОТВЕТ: **HJGBDCAFE** – 100%

За наличие в последовательности 3-х последовательно угаданных символов по 25% от максимального балла:

- HJG – 25%
- GBD – 25%
- DCA – 25%
- AFE – 25%

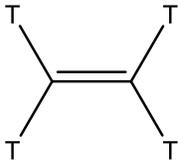
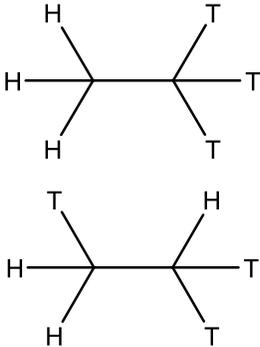
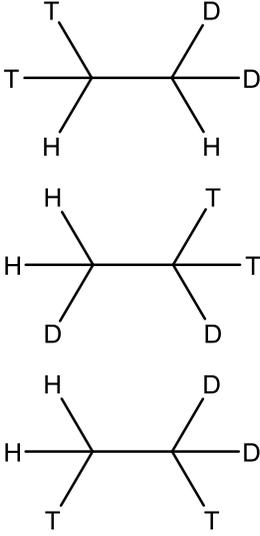
Задача 4. 20 баллов

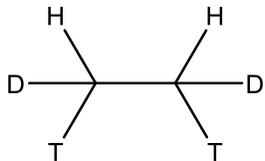
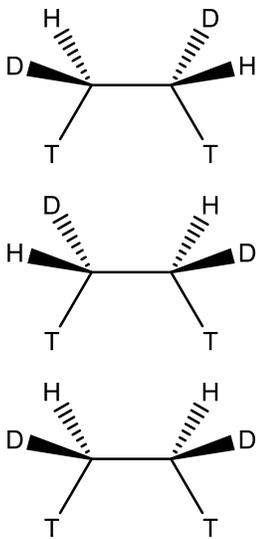
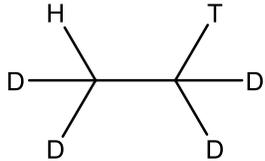
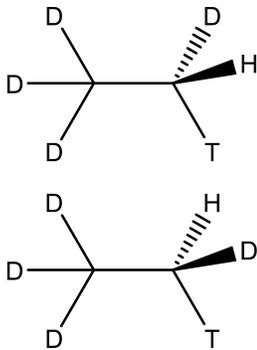
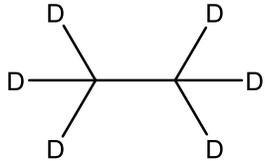
Молекула углеводорода содержит ровно два атома углерода, каждый из которых имеет массу 12 а.е.м. Массовая доля углерода в молекуле составляет 66,67%. Запишите

молекулярные и структурные формулы всех возможных веществ, подходящих под данное описание и устойчивых при нормальных условиях.

Решение:

Указанное массовое соотношение реализуемо только в том случае, когда в молекуле присутствуют тяжёлые изотопы водорода – дейтерий (D) и/или тритий (T). Всего, с учётом структурной и оптической изомерии, возможно 13 изомеров:

Молекулярная формула, число изомеров	Структурные изомеры	Оптические изомеры
C_2T_4 (1)		нет
$C_2T_3H_3$ (2 структурных)		нет
$C_2T_2D_2H_2$ (4 структурных, 3 оптических)		

		
C_2TD_4H (2 структурных, 2 оптических)		
C_2D_6 (1)		

Критерии оценки (всего 20 баллов):

1 балл – за каждую из 5 правильно записанных молекулярных формул.

2 балла – за полный набор структурных изомеров, правильно изображённых для каждой брутто-формулы (без учёта оптической изомерии).

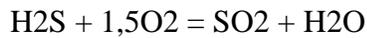
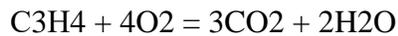
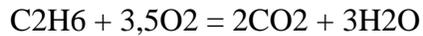
1 балл – за каждый правильно изображённый оптический изомер.

Задача 5, 20 баллов

Смесь этана, пропина и сероводорода объемом 5,0 л смешали с избытком кислорода и подожгли. При этом получили 22,0 л газообразных продуктов. Определите объемную долю сероводорода в исходной смеси. Объемы газов приведены к одинаковым условиям.

Решение

Уравнения горения указанных веществ:



Пусть исходные объемы газов составляют x , y и z литров, соответственно. Тогда получаем систему уравнений:

$$x + y + z = 5$$

$$5x + 5y + 2z = 22$$

$$\text{Отсюда } z = 1$$

Объемная доля сероводорода составляет 20%

Оценивание:

- знание формул газов – 5 баллов

- проведен анализ, какие объемы газообразных продуктов получаются при горении каждого из газов – 5 баллов

Определен объем сероводорода, взятого для приготовления исходной смеси – 5 баллов

Определена объемная доля сероводорода – 5 баллов

!!! Произвольное использование мольного объема газа при н.у. является довольно грубой ошибкой!