

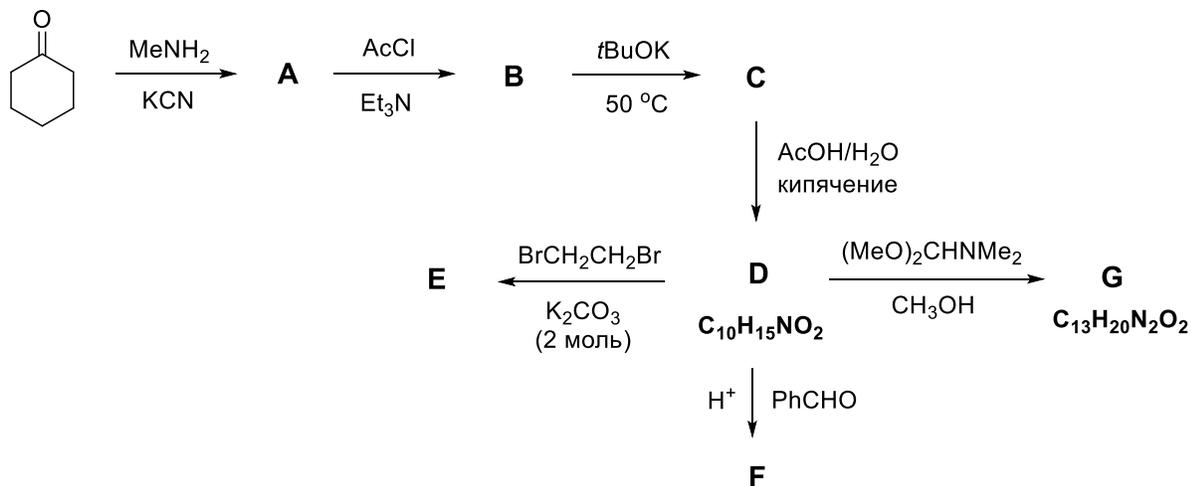
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ ПО ХИМИИ.

ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА

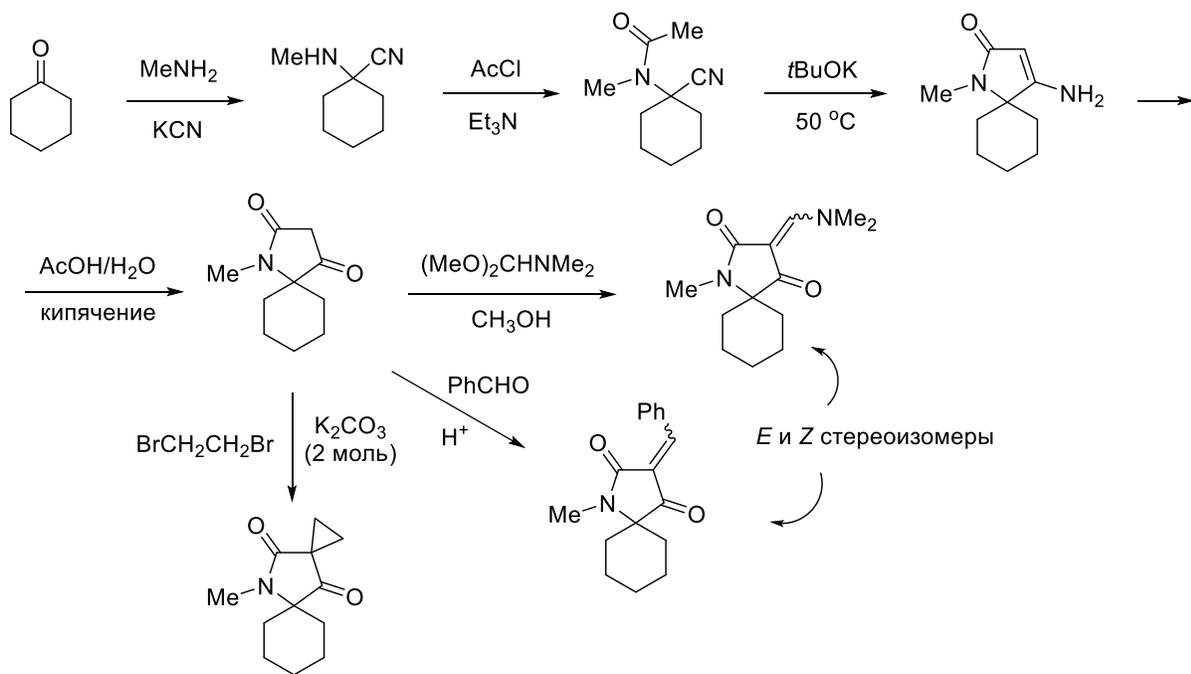
11 класс

Задача 1, 20 баллов

Расшифруйте структуры **A-G**. В виде каких изомеров могут получаться **F** и **G**?



Решение:

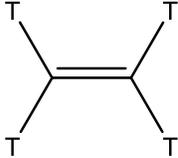
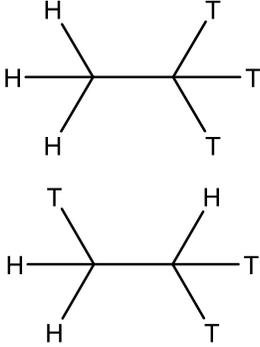
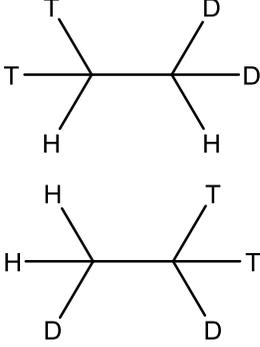


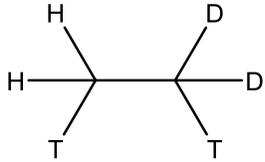
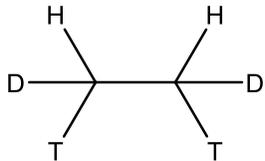
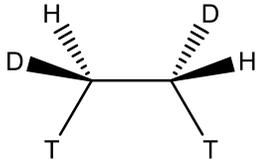
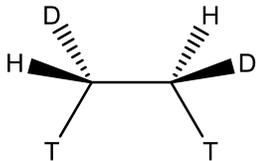
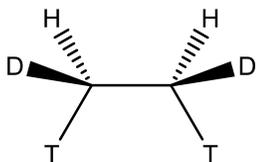
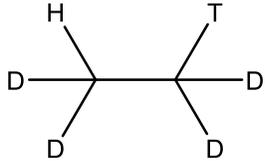
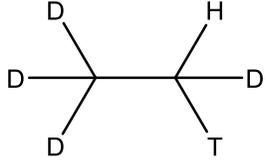
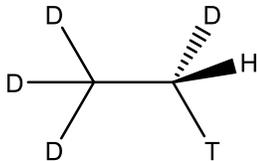
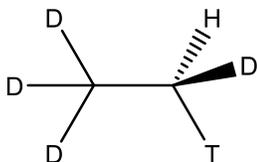
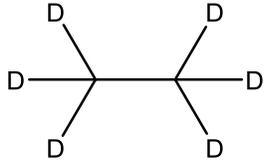
## Задача 2, 20 баллов

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).

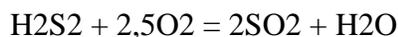
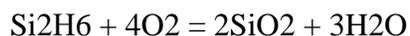
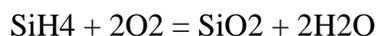
1 балл – за каждый правильно изображённый оптический изомер.

### Задача 3, 20 баллов

Смесь силана, дисилана («неорганического этилена») и дисульфана объемом 4,0 л смешали с избытком кислорода и подожгли. При этом получили 10,0 л газообразных продуктов (объемы измерены при одинаковых условиях). Определите объемную долю силана в исходной смеси.

#### Решение

Уравнения горения указанных веществ:



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

$$x + y + z = 4$$

$$2x + 3y + 3z = 10$$

$$\text{Отсюда } z = 2$$

Объемная доля сероводорода составляет 50%

#### Оценивание:

- знание формул газов – 5 баллов

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

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

Определена объемная доля силана - 5 баллов

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

#### Задача 4, 20 баллов

Плотность по водороду эквимолярной смеси газов при 100 °С равна 45.5, а при охлаждении до 100 К плотность газовой фазы по водороду составила 14. 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 магнием.

#### Решения с разбалловкой.

$\text{CCl}_4$  и  $\text{N}_2$  (или  $\text{CO}$ ).

Плотность смеси по водороду:  $D(\text{H}_2) = M(\text{смеси})/M(\text{H}_2)$  (1 балл).

Тогда средняя молекулярная масса смеси при 100 °С равна  $45.5 \cdot 2$  г/моль = 90 г/моль (1 балл).

Средняя молекулярная масса при 100 К равна  $14 \cdot 2$  г/моль = 28 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  $M = 28$  г/моль (1 балл), этот газ – молекулярный азот (1 балл)  $\text{N}_2$  (1 балл)

– монооксид углерода (1 балл)  $\text{CO}$  (1 балл)

**Комментарий:** принимать либо  $\text{N}_2$ , либо  $\text{CO}$  как правильный ответ.

Поскольку смесь эквимолярная, количества газов в смеси равны (1 балл), тогда молекулярная масса второго газа  $M_2$  может быть найдена из уравнения:  $0.5M_2 + 0.5 \cdot 28 = 90$  (1 балл), откуда  $M_2 = 152$  (1 балл). Этот газ – четыреххлористый углерод (1 балл)  $\text{CCl}_4$  (1 балл).

При пропускании смеси газов через водный раствор среда останется нейтральной, так как  $\text{CCl}_4$  и азот (или  $\text{CO}$ ) не реагируют с водой (2 балла).



### Задача 5, 20 баллов

Юный химик решил применить полученные на уроке знания по электролизу на практике. Он взял старый, потерявший вид серебряный медальон, поместил его в раствор нитрата серебра и подключил медальон к одному полюсу имевшегося дома источника постоянного тока, а графитовый стержень – к другому. После этого он подключил источник к сети, выставил напряжение 12 В и начал процесс. Определите, какое количество электроэнергии (в кВт\*ч) он затратил для осаждения на медальоне слоя серебра толщиной 0,5 мм. К какому полюсу источника тока был подключен кулон?

Медальон имел идеальную круглую форму, радиус 1,5 см, толщина 5 мм. Плотность металлического серебра – 10,5 г/мл. Выход по току в ходе эксперимента составлял 70%.

#### Решение.

Определим массу осевшего на медальоне серебра.

$S(\text{кулона}) = 2\pi r^2 + 2\pi rh$ , где  $r$  – радиус кулона,  $h$  – толщина кулона,  $d$  – толщина слоя серебра

Подставив значения, получаем

$$S(\text{кулона}) = 2\pi * 1,5^2 + 2\pi * 1,5 * 0,5 = 18,85 \text{ см}^2$$

$$V(\text{Ag}) = S * d = 0,94 \text{ см}^3$$

$$m(\text{Ag}) = V(\text{Ag}) * \rho = 9,9 \text{ г}$$

Масса осевшего серебра связано с количеством прошедшего электричества следующим соотношением:

$$m/\eta = M * Q/F, \text{ где } \eta \text{ – выход металла по току}$$

$$\text{Тогда } Q = mF/\eta M = 12\,635 \text{ Кл}$$

$$E = Q * U = 12\,635 * 12 = 151,62 \text{ кДж} = 4,2 * 10^{-3} \text{ кВт*ч}$$

Кулон должен быть подключен к катоду

#### Оценивание:

Определение площади изделия – 5 баллов

Определение массы металла – 2 балла

Вычисление количества прошедшего электричества – 5 баллов

Вычисление количества электроэнергии в Дж – 5 баллов

Перевод в кВт\*ч – 2 балла

Указание на катод – 1 балл