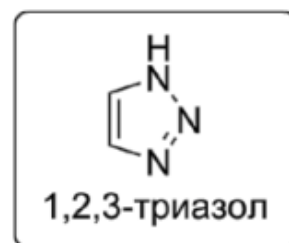


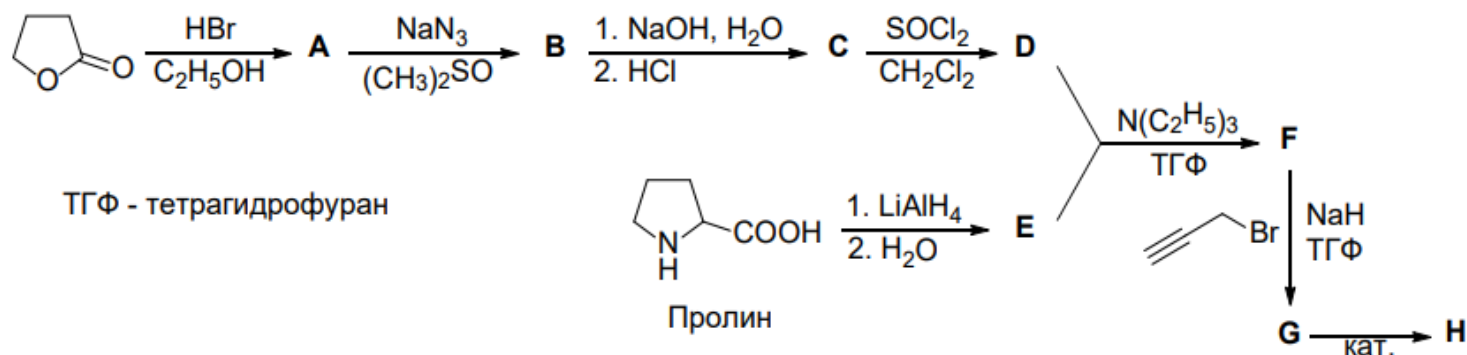
#### Задача 4.

1. Взаимодействие органических азидов с алкинами с образованием 1,2,3-триазолов является важным инструментом в синтетической органической химии и биохимии. За разработку эффективных методов данного превращения была присуждена Нобелевская премия по химии 2022 года. Региоселективность протекания данной реакции сильно зависит от выбора катализатора. Один из катализаторов, получают следующим образом: к раствору тригидрата хлорида рутения(III) в этаноле добавляют 1,2,3,4,5-пентаметилциклопентадиен-1,3 и кипятят полученную смесь в инертной атмосфере в течение 3 часов. Затем в реакционную смесь добавляют трифенилфосфин и продолжают кипячение ещё 16 часов. Затем полученный раствор охлаждают и наблюдают выпадение оранжевых кристаллов катализатора. Из 200 мг тригидрата хлорида рутения(III) можно



получить почти 500 мг катализатора (выход при этом составит около 82 %). Определите структуру катализатора. Ответ подтвердите расчётом.

2. Полученный катализатор использовали на последней стадии синтеза вещества **H**:



Определите неизвестные вещества **A–H** и приведите их структурные формулы.

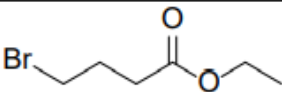
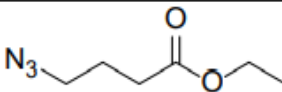
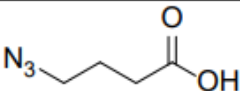
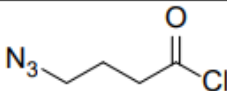
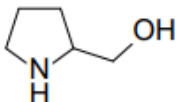
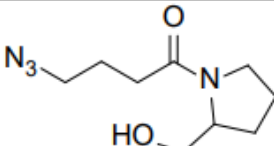
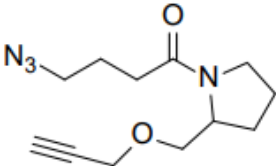
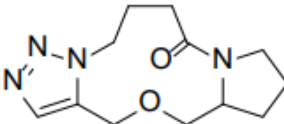
### Решение

1. При выходе в 100% мы бы получили  $500/0,82=610$  мг катализатора. Количество хлорида рутения:

$$n(\text{RuCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{RuCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})}{M(\text{RuCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})} = \frac{0.2 \text{ г}}{261,5 \text{ г/моль}} = 7,648 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

Отсюда примерная молярная масса катализатора  $M(\text{катализатора}) = m(\text{катализатора})/n = 0,610/7,648 \cdot 10^{-4} = 798 \text{ г/моль}$  в расчете на 1 моль рутения. В системе присутствуют хлорид ионы, рутений, пентаметилциклопентадиен и трифенилфосфин. Получить требуемую молярную массу можно при составе  $\text{C}_5\text{Me}_5\text{Ru}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}$ .

2. Структуры веществ:

A	B
	
C	D
	
E	F
	
G	H
	

### Критерии оценивания

1. Расчет молярной массы катализатора – 2 балла

Вывод формулы катализатора – 2 балла

2. Структурные формулы веществ A-H – по 2 балла (всего 16 баллов)

Итого 20 баллов