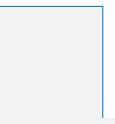


# **Понимание механизма протекания реакции в органической химии как точки опоры при решении цепочек уравнений. Методика решения задания ЕГЭ «Взаимосвязь органических соединений»**

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

# Вопросы к рассмотрению

- Основные типы механизмов реакций в органической химии
- Механизм разрыва ковалентной связи как причина образования различных частиц
- Механизм протекания химической реакции как точка опоры при решении цепочек превращений

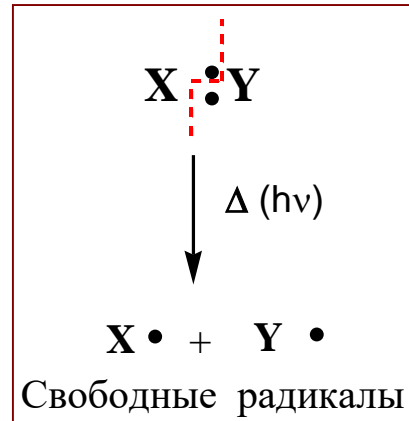


## Механизм реакции

- последовательность элементарных стадий процесса, в результате которого исходные вещества превращаются в продукты

# Механизмы разрыва ковалентной связи

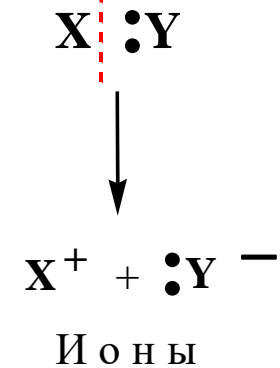
## Гомолитический



$S_R$        $A_R$

**S** – англ. *substitution* –  
замещение  
**A** – англ. *addition* –  
присоединение

## Гетеролитический



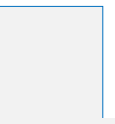
$X^+$  – электрофил

$Y^-$  – нуклеофил

$S$        $A$   
 $S_E$     $S_N$     $A_E$     $A_N$

# Механизмы реакций в органике

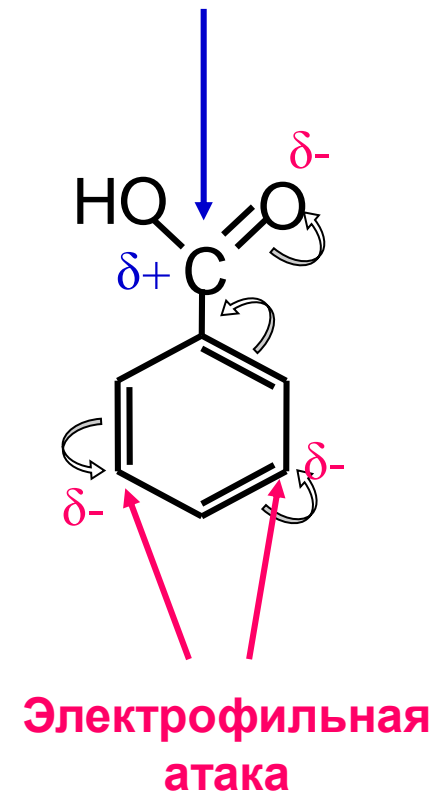
- **Свободно-радикальный механизм.** Реакцию начинают свободные радикалы, образующиеся при гомолитическом разрыве связи в молекуле. Например, взаимодействие метана с хлором протекает по цепному радикальному механизму.
- **Электрофильный механизм.** Реакцию начинают частицы-электрофилы, получающие положительный заряд в результате гетеролитического разрыва связи. Местом атаки частицы-электрофила являются те участки молекулы, которые имеют повышенную электронную плотность, то есть кратная связь и бензольное кольцо.
- **Нуклеофильный механизм.** Реакцию начинают частицы-нуклеофилы, имеющие отрицательный заряд, образовавшиеся в результате гетеролитического разрыва связи.



# Типы реагентов в органической химии

- **Нуклеофильные реагенты:** анионы, карбанионы, частицы с электронной парой.
  - $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SH}^-$ ,  $\text{R}^-$
  - Атакуют электрон дефицитные атомы в полярных связях ( $\delta+$ ).
- **Электрофильные реагенты:** катионы, карбокатионы, электрон дефицитные частицы со свободными орбиталями:
  - $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{SO}_3^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{R}^+$ ,  $\text{Me}^+$
  - Атакуют участки с высокой электронной плотностью ( $\delta-$ ) или электронной парой.

Нуклеофильная атака



# Механизмы реакций органических соединений

Радикальное замещение ( $S_R$ ) – алканы

Электрофильное присоединение ( $A_E$ ) – алкены, диены, алкины

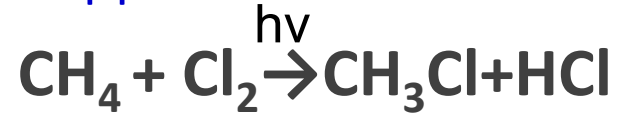
Электрофильное замещение ( $S_E$ ) – арены

Нуклеофильное замещение ( $S_N$ ) – спирты, карбоновые кислоты

Нуклеофильное присоединение ( $A_N$ ) – альдегиды, кетоны

# Радикальное замещение - S<sub>r</sub> (Алканы)

- **Радикалы** – высокоактивные частицы с неспаренными электронами.



Механизм радикального замещения:

- **Инициирование цепи:**



- **Рост цепи:**

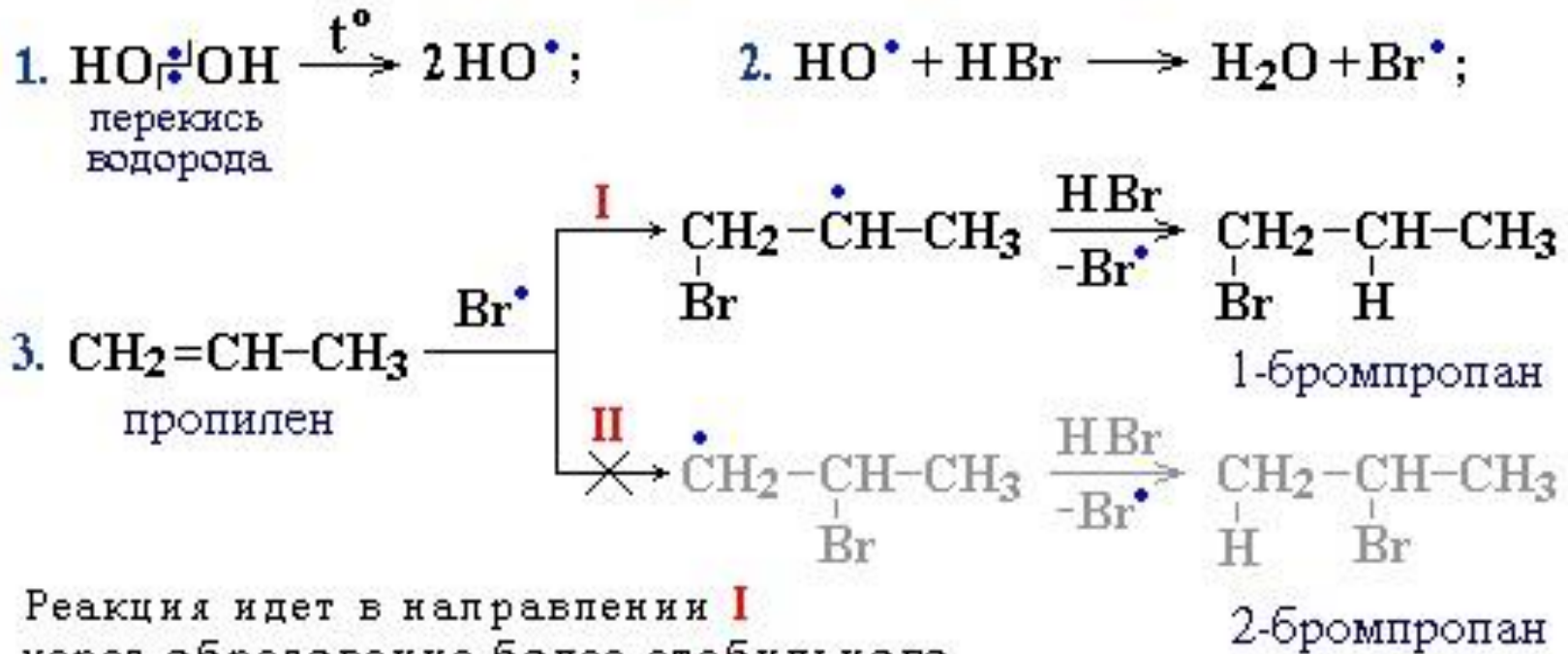


- **Обрыв цепи:**

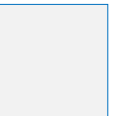
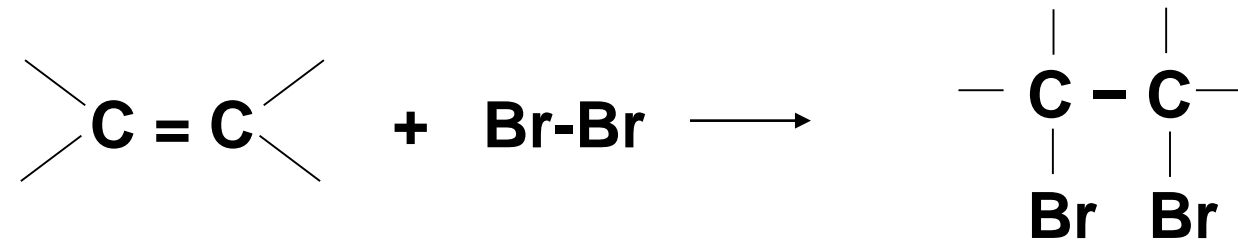


# Радикальное присоединение - A<sub>R</sub> (Алкены) – протекает против правила Марковникова

Присоединение HBr к пропилену по радикальному механизму  
(против правила Марковникова)



# Электрофильное присоединение – A<sub>E</sub> (алкены)

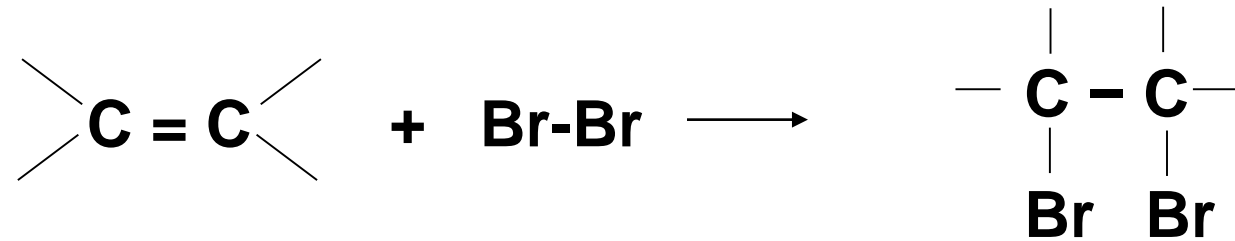


## Электрофильное присоединение – $A_E$ (алкены)

- Молекула галогена не имеет собственного диполя, однако вблизи  $\pi$ -электронов кратной связи происходит поляризация ковалентной связи, благодаря чему галоген ведёт себя как электрофильный агент.



# Электрофильное присоединение – A<sub>E</sub> (алкены)

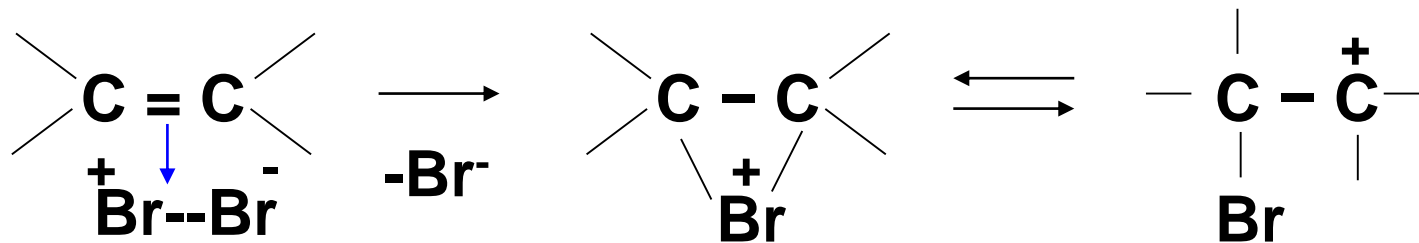


○ Механизм электрофильного присоединения:

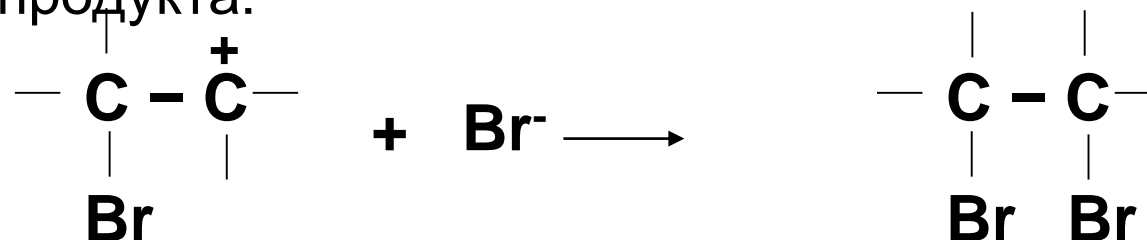
- Поляризация связи Br-Br и образование π-комплекса:



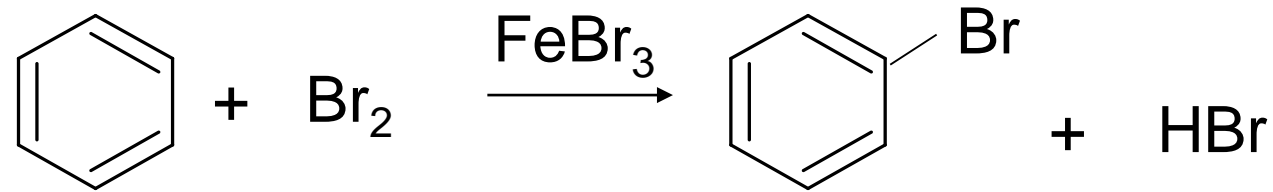
- Образование σ-комплекса



- Образование продукта:

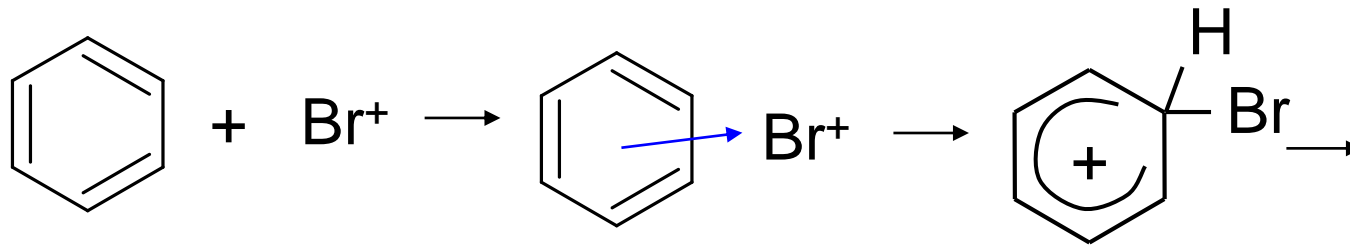
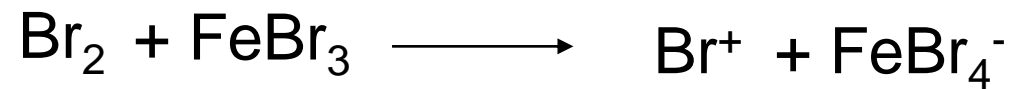


# Электрофильное замещение - S<sub>E</sub> (арены)

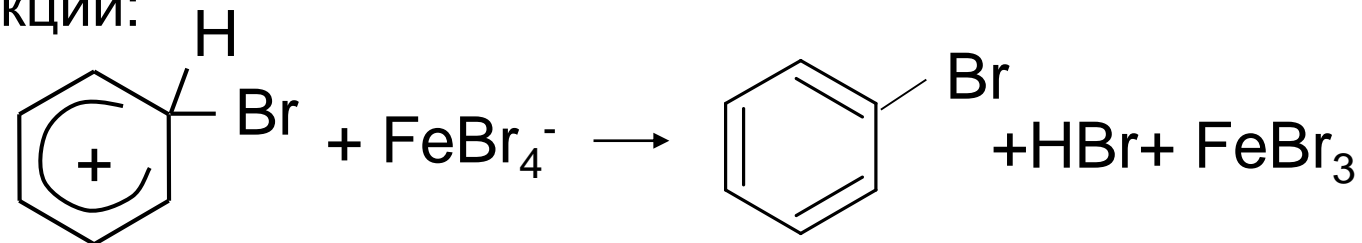


○ Механизм электрофильного замещения:

- Образование электрофильного реагента:

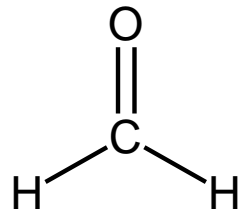


□ Продукт реакции:

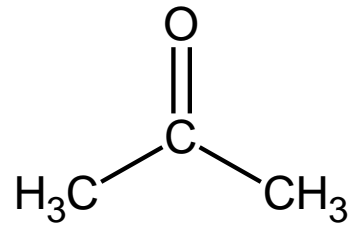


# Альдегиды и кетоны

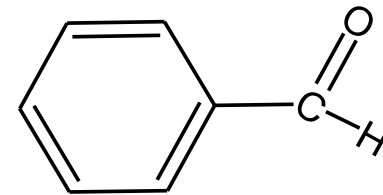
- Альдегиды -  $\text{RCHO}$ . Кетоны -  $\text{RCOR}_1$ .



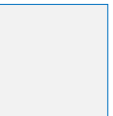
Метаналь  
(формальдегид)



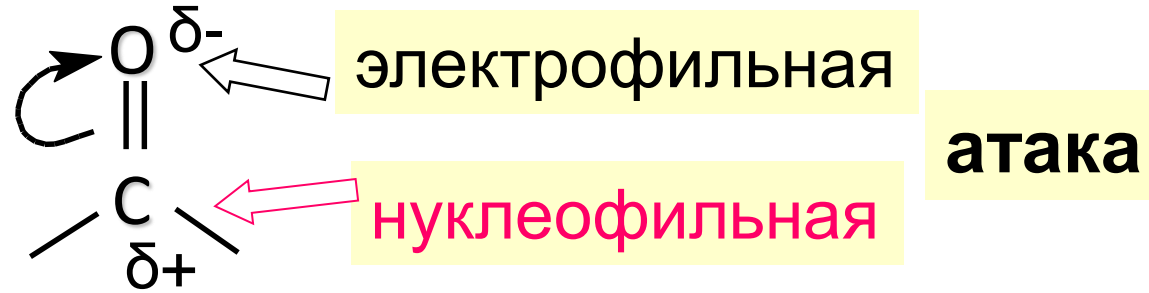
Пропанон  
(ацетон)



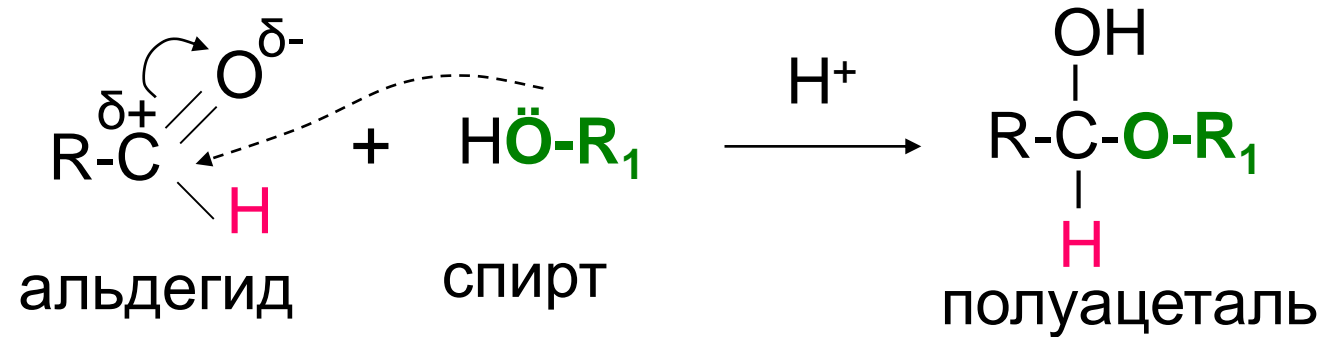
Фенилметаналь  
(бензальдегид)



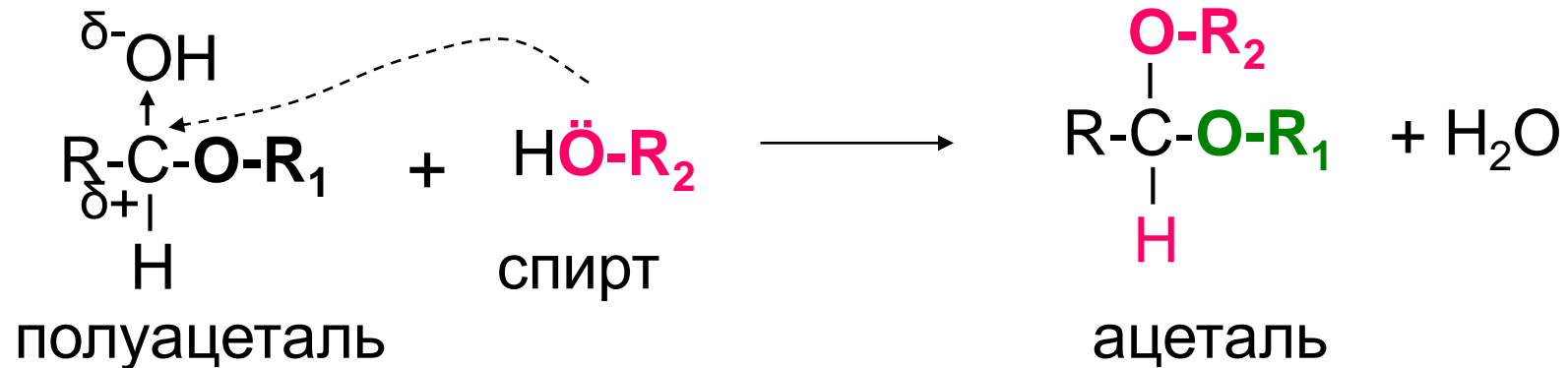
Карбонильная группа



- Нуклеофильное присоединение ( $A_N$ )

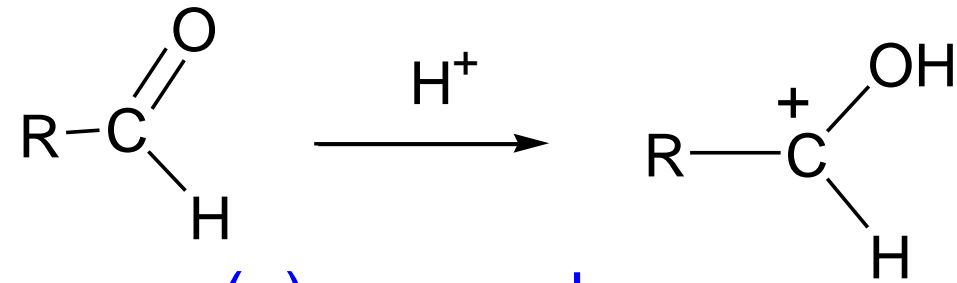


- Нуклеофильное замещение ( $S_N$ )

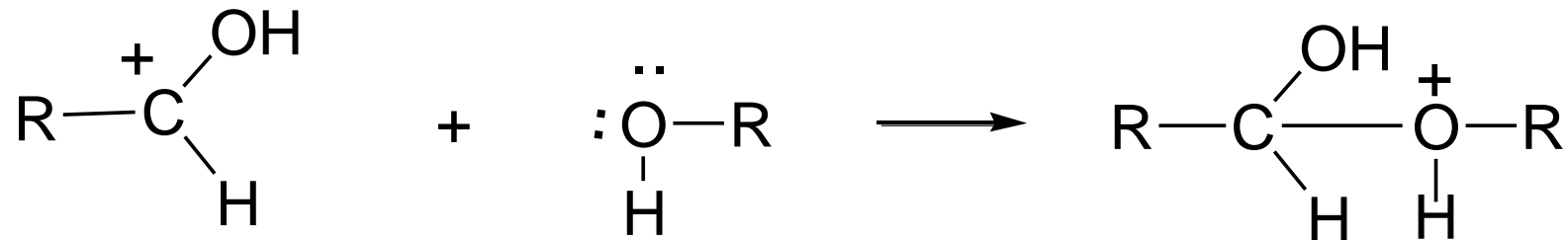


# Механизм нуклеофильного присоединения ( $A_N$ )

- Протонирование кислорода



- Атака углерода (+) нуклеофильным реагентом



- Отщепление  $\text{H}^+$

