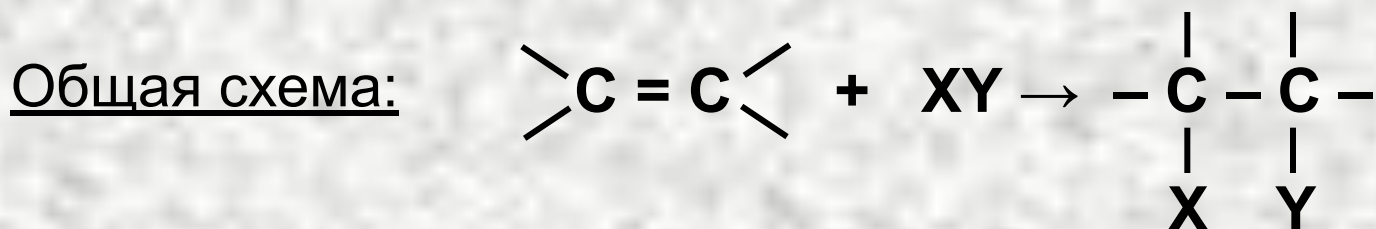


# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

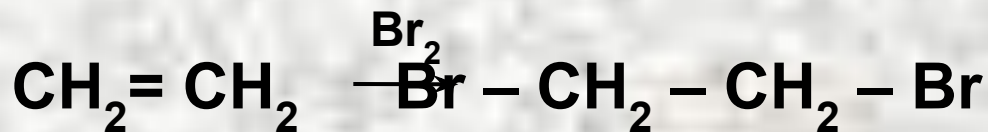
Химические реакции могут классифицироваться по разным принципам. Для многих органических реакций наиболее важная классификация по следующим признакам:

**I. По изменению числа частиц в ходе реакции (т.е. по результатам проведения). В соответствии с этим признаком различают:**

1. Реакции присоединения:

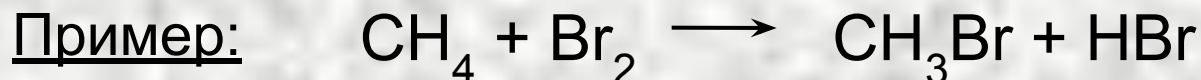


Пример:

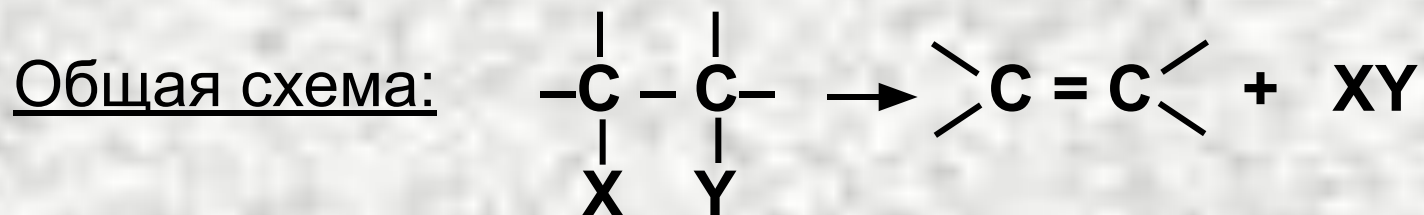


# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## 2. Реакции замещения:

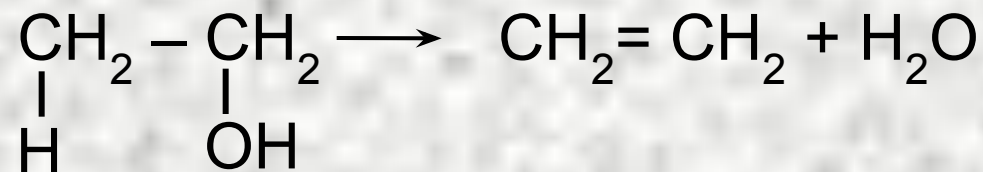


## 3. Реакции отщепления (элиминирования):

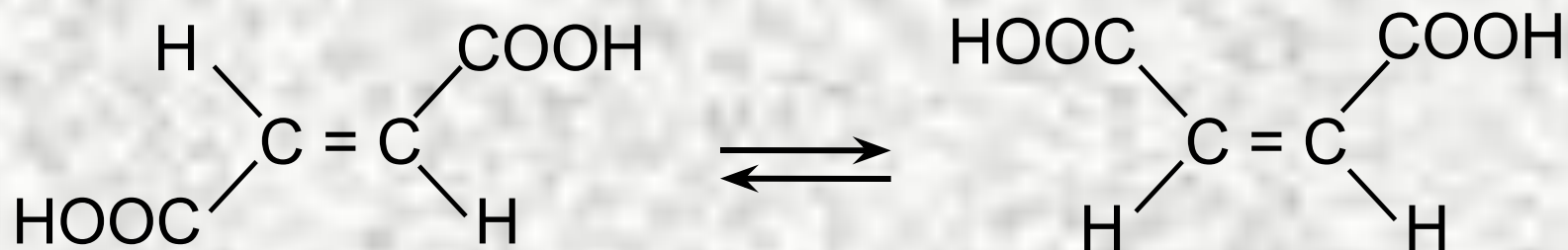


# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

3. Реакции отщепления (пример):



4. Реакции перегруппировки:



транс-изомер

цис-изомер

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ

## I. ПО ИЗМЕНЕНИЮ ЧИСЛА ЧАСТИЦ В ХОДЕ РЕАКЦИЙ

### Примечание

Реакции **замещения** характерны для всех классов органических соединений.

Реакции **присоединения** характерны только для соединений с кратной связью.

Реакции **отщепления** характерны только для соединений с сильно электроотрицательными группировками (HCl, H<sub>2</sub>O).

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ

## II. по электронной природе реагентов.

### ТИПЫ РЕАГЕНТОВ:

1. Электрофильные  
( $E^+$ ).
2. Нуклеофильные  
( $Nu^-$ ).
3. Радикальные  
( $R\cdot$ ).

# ТИПЫ РЕАГЕНТОВ

## 1. ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ

(электрофилы)

**Электрофилы** – это частицы, обладающие повышенным сродством к электрону или положительно заряженным центрам.

К ним относятся заряженные частицы (катионы) или нейтральные частицы, обладающие повышенным сродством к электрону.

Электрофилы можно подразделить на сильные и слабые:

# ТИПЫ РЕАГЕНТОВ

## 1. ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ

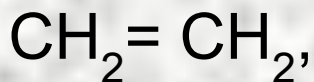
**Сильные:**

$H^+$ ,  $Me^+$ ,  $HgCl^+$ ,  $FeCl^{2+}$ ,  $AlCl_3$ ,  $FeBr_3$ ,  $SbCl_5$ ,  $BF_3$ ,  $ZnCl_2$  и другие частицы, которые нейтральные по заряду, но содержат центры с повышенным сродством к электрону (например, атомы элементов, содержащие вакантные орбитали в своей валентной оболочке).

В  $AlCl_3$  таким центром является атом алюминия, в  $FeBr_3$ ,  $SbCl_5$ ,  $BF_3$ ,  $ZnCl_2$  – атомы железа, сурьмы, бора и цинка, соответственно.

## ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ:

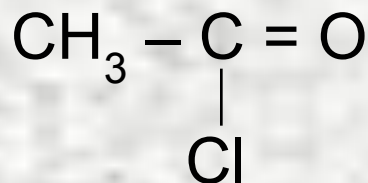
**Слабые:** молекулы, обладающие небольшим сродством к электрону, которое может быть повышено образованием комплексов с сильными электрофилами:



этилен



хлористый этил

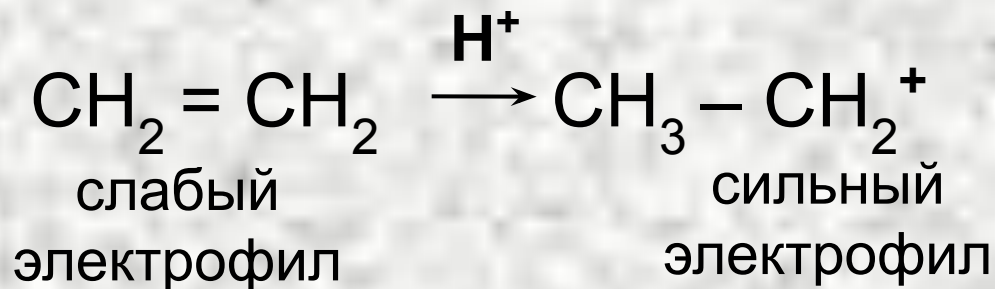


хлористый ацетил

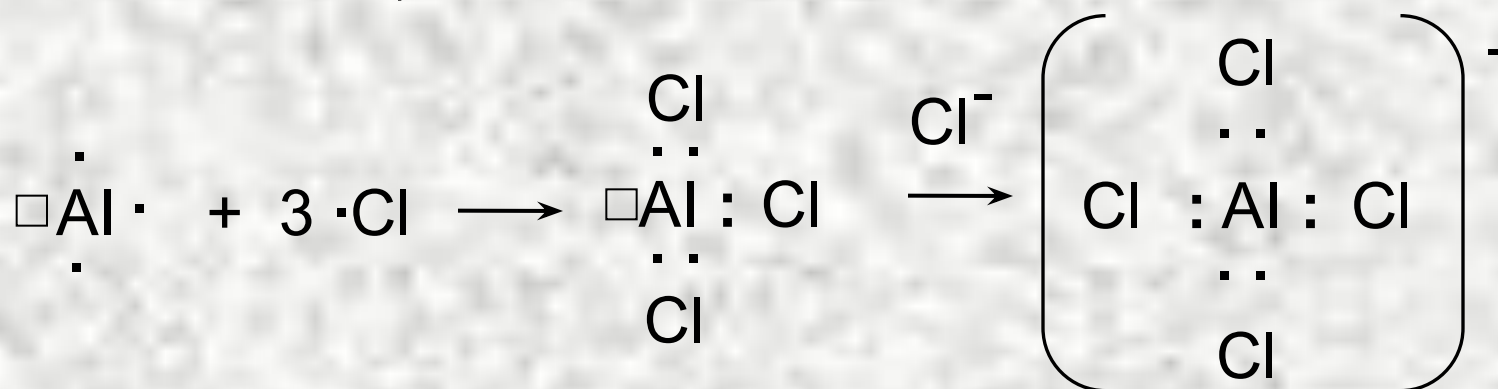
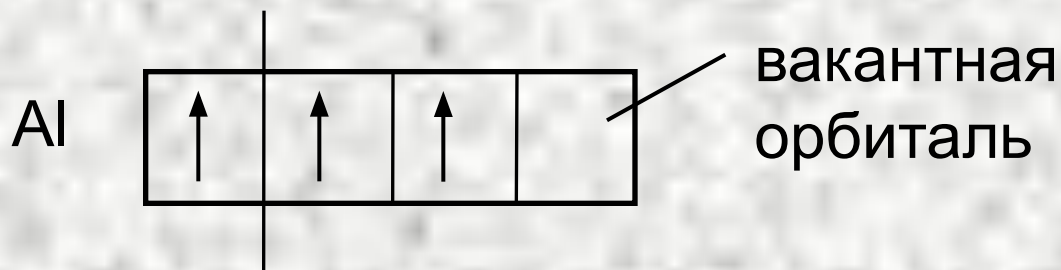


## ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ:

Повышение электрофильных свойств  
реагентов



# Хлорид алюминия $AlCl_3$ как акцептор электронной пары (сильный электрофил)



## НУКЛЕОФИЛЫ

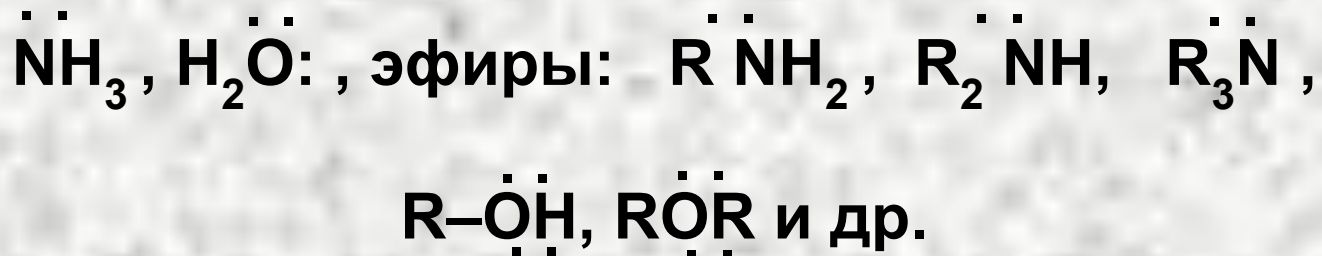
**Нуклеофилы** – это атомы или молекулы, обладающие центрами с избыточной электронной плотностью.

### **Сильные нуклеофилы:**

к ним относятся  $:\text{OH}^-$ , анионы с высоким сродством к протону (основания); анионы, являющиеся остатками слабых кислот  $:\text{OH}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{O}^-$ ,  $:\text{NH}_2^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$  (фенолят ион),  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  и другие отрицательно заряженные остатки,  $:\text{H}^-$  (гидрид-ион). Кроме того к сильным нуклеофилам относят нейтральные молекулы с неподелённой электронной парой такие, как аммиак, амины, вода, спирты (см. след.)

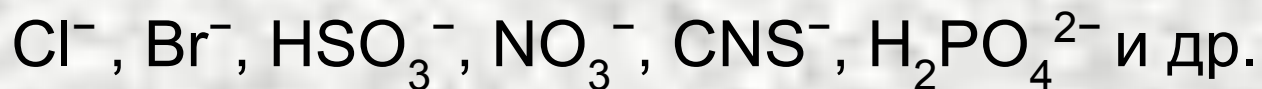
## НУКЛЕОФИЛЫ

Примеры нейтральных молекул с сильными нуклеофильными свойствами:



## СЛАБЫЕ НУКЛЕОФИЛЫ:

К ним относятся анионы, являющиеся остатками сильных кислот:



### НУКЛЕОФИЛЫ И ОСНОВАНИЯ

Как видно из рассмотренных примеров, нуклеофилы в то же время являются основаниями. Основание – вещество, предоставляющее пару электронов для образования ковалентной связи с протонами (По Льюису).

Таким образом, и основание и нуклеофил – это доноры электронных пар. **Следовательно все основания являются нуклеофилами, поэтому следует различать такие свойства, как: основность частицы (сродство к протону), нуклеофильность (способность образовывать связь с электрофильным атомом углерода).**

### НУКЛЕОФИЛЬНОСТЬ И ОСНОВНОСТЬ

Нуклеофильность зависит от электронной плотности на атакуемом атоме.

**Нуклеофильность** – это функция зависящая от основности и поляризуемости.

1. Если поляризуемость почти не изменяется, т.е. когда нуклеофильным центром выступает один и тот же атом, то нуклеофильность есть функция от основности:

Основания в ряду  $\text{CH}_3\text{COO}^- < :\text{OH}^- < :\text{OCH}_3^-$ , где основность возрастает.

Основность = нуклеофильность



### НУКЛЕОФИЛЬНОСТЬ И ОСНОВНОСТЬ

2. Если нуклеофильные центры разные, то в этом случае нуклеофильность будет функцией поляризуемости, на пример, в ряду:



основность снижается, нуклеофильность падает, т. к. в таком направлении растёт поляризуемость.

3. Радикальные частицы всегда нейтральные, но имеют в наличии неспаренный электрон.

**Радикалы** – электрически нейтральные частицы.

# ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ РЕАКЦИЙ (ИНТЕРМЕДИАТЫ)

Протекание многих органических реакций сопровождается образованием промежуточных продуктов: **радикалов и ионов.**

**Свободный радикал** – атом или группа, имеющие нечетный (неспаренный) электрон. **Радикальные частицы** – электрически **нейтральные** частицы

**Ионы** – частицы, несущие электрический заряд; их два сорта:

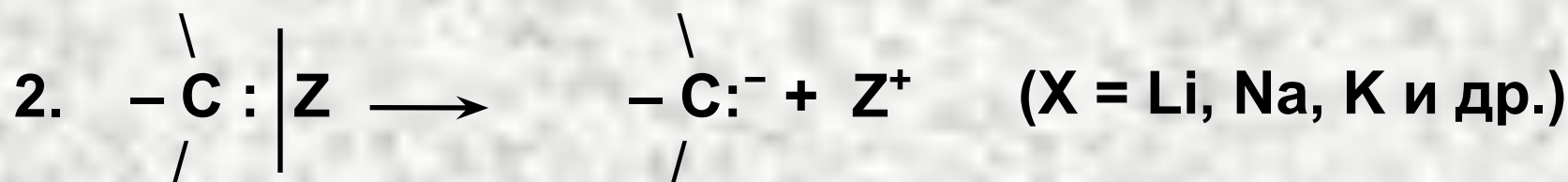
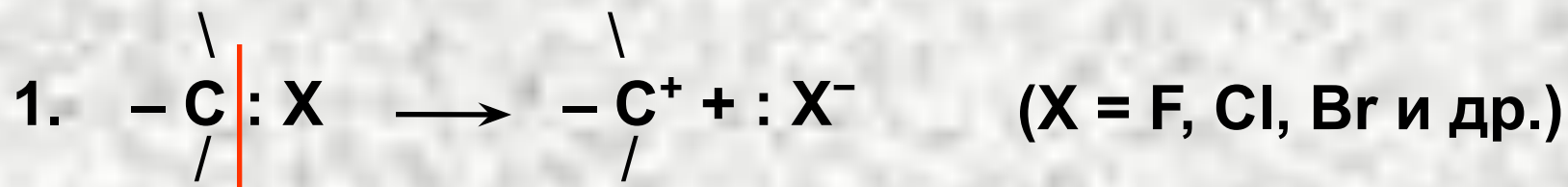
**Карбокатионы** – органические ионы, содержащие положительно заряженный атом углерода.

**Карбанионы** – органические ионы с отрицательно заряженным атомом углерода.



# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## МЕТОДЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ (ОБРАЗОВАНИЯ) ИОНОВ И РАДИКАЛОВ:



# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## III. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО МЕХАНИЗМУ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СТАДИЙ

Это наиболее сложный тип, классифицирующий реакции. Он соответствует двум предыдущим.

**По результату:**

1. Замещение (**S**)
2. Присоединение (**A**)
3. Отщипление

**По электронной природе  
реагента:**

1. Электрофильные (**E<sup>+</sup>**)
2. Нуклеофильные (**:Nu<sup>-</sup>**)
3. Радикальные (**R**)

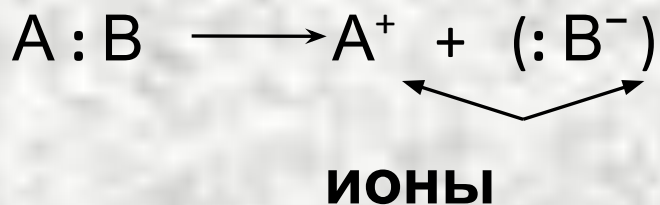
# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## Гомологический (радикальный) разрыв ковалентной связи:



Из схемы видно, что при этом способе связывающая электронная пара делится пополам между партнерами связи.

## Гетеролитический (ионный) разрыв ковалентной связи:



При гетероциклическом взрыве связующая электронная пара целиком отходит к одному из партнеров, который приобретает отрицательный заряд (-1).

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Реагенты, в органической химии, вступающие в реакцию, подразделяют на субстраты и реагенты. Какое из двух реагирующих веществ можно считать субстратом, а какое реагентом?

Это соображение удобства. Обычно более сложное вещество называют субстратом (как правило, органическое вещество). Менее сложное – реактивом (неорганическое вещество). Если в реакции 2 органических вещества, то любое из них можно считать субстратом.

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## IV. Классификация реакций по частным признакам.

Реакции называют в честь реагента.

Примеры:

- Гидратация (реакция присоединения воды);
- Гидрогалогенирование (реакция присоединения галогеноводорода);
- Дегидротация (реакция отщепления воды);
- Дегидрогалогенирование (реакция отщепления галогеноводорода) и др.

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## ПО МЕХАНИЗМУ РЕАКЦИЙ.

Под механизмом реакций понимают реальный путь, по которому протекает реакция. Реакция может протекать в одну стадию, а может быть многостадийной. Данные о механизме реакций получают от изучения скоростей (кинетических исследований). Большое значение имеет стереометрический (пространственный результат реакций).

Если, допустим, что реакция двух веществ А и В протекает в одну стадию  $A+B=C$ , то скорость реакции будет определяться как:

$$V_{\text{х.р.}} = K \cdot [A] \cdot [B],$$

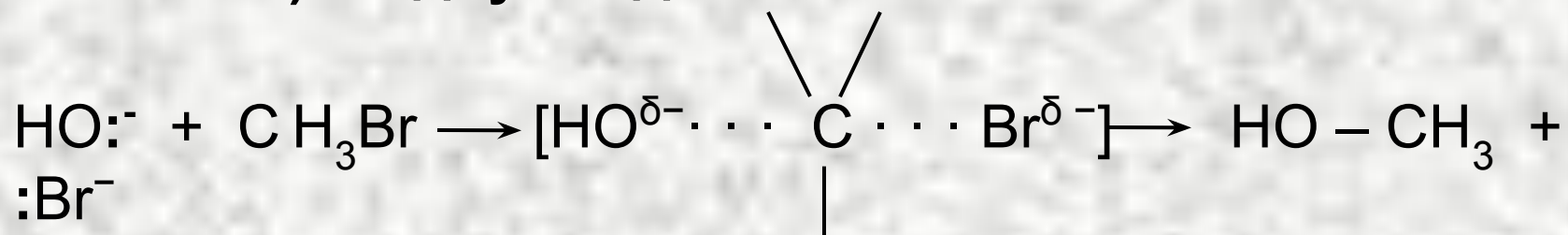
где  $K$  – константа скорости реакции.

## КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Видно, что участвуют 2 реагента. Если реакция идет в несколько стадий, то скорость реакции будет определяться по самой медленной стадии.

Например, реакция между  $\text{HO}^-$  и  $\text{CH}_3\text{Br}$  может идти путём непосредственного взаимодействия:

**1) в одну стадию.**

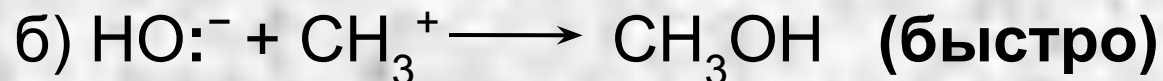
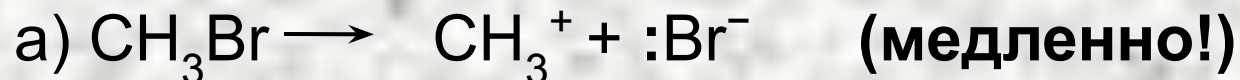


В этом случае скорость реакции определяется выражением:

$$V_{\text{х.р.}} = K^*[\text{HO}^-] \cdot [\text{CH}_3\text{Br}]$$

## КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

2) Или в две  
стадии.



В этом случае скорость реакции будет задаваться выражением:

$$V_{\text{х.р.}} = K \cdot [\text{CH}_3\text{Br}]$$

Экспериментально установлено, что скорость реакции зависит как от концентрации  $[\text{CH}_3\text{Br}]$ , так и концентрации  $[\text{HO}:\bar{+}]$ .

На основании этих данных делаем вывод, что реакция идёт в одну стадию. Изучение скорости позволяет сделать вывод о механизме реакции.



# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ И РЕАГЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**End**

< > / | | |  
/ \ / \ / \ / \ /

| | \ /