

# СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ



Готовимся к ЕГЭ вместе!  
[vk.com/ege100ballov](https://vk.com/ege100ballov)

- Кинетика

# Понятие скорости химической реакции

Скорость химической реакции – это изменение количества любого из веществ, участвующих в реакции, в единицу реакционного пространства в единицу времени.

В случае гомогенных реакций единицей реакционного пространства является объём, в котором протекает реакция.

Отсюда следует формула:

$$r = \frac{\Delta \nu}{V \cdot \Delta t}$$

Через молярную концентрацию:

$$r = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

В случае гетерогенных реакций единицей реакционного пространства является площадь границы раздела фаз, на которой протекает реакция.

Отсюда следует формула:

$$r = \frac{\Delta \nu}{S \cdot \Delta t}$$

Через молярную концентрацию не выражается.



# Факторы, влияющие на скорость химической реакции

Скорость химической реакции может зависеть от различных параметров реакционной системы:

- 1) Температура
- 2) Концентрации реагентов
- 3) Давление (для газов)
- 4) Действие катализаторов (в частности, ферментов)
- 5) Действие ингибиторов
- 6) Измельчение твердых реагентов

7. Природа реагирующих веществ



## Температура

При повышении температуры скорость реакции возрастает!



При понижении температуры скорость реакции падает!



## Правило Вант – Гоффа

Впервые температурная зависимость скорости химической реакции была описана при помощи эмпирического уравнения Вант – Гоффа.

$$r_2 = r_1 \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

Здесь  $r_1$  и  $r_2$  – скорости реакции при температурах  $T_1$  и  $T_2$ , соответственно;  $\gamma$  – температурный коэффициент скорости реакции.

**Правило Вант – Гоффа** звучит так:

*При повышении температуры на каждые 10 градусов скорость химической реакции увеличивается в 2 - 4 раза.*





## Концентрации реагентов

При повышении концентрации одного или нескольких реагентов скорость реакции возрастает!



При понижении концентрации одного или нескольких реагентов скорость реакции падает!



## Давление

**Если среди реагентов есть газы, то повышение давления увеличивает скорость реакции!**

**Если среди реагентов есть газы, то понижение давления уменьшает скорость реакции!**

**Если среди реагентов нет газов, то изменение давления не оказывает влияния на скорость реакции!**

*По уравнению Менделеева – Клапейрона, давление газа прямо пропорционально его концентрации:  $p = CRT$ .*



## Измельчение реагента

Если реакция протекает между веществами разных фаз, то скорость реакции повышается при увеличении площади соприкосновения реагентов. Измельчение твёрдых реагентов приводит к повышению скорости реакции.



Добавление новой порции  
тв. вещества( ув. Массы)  
**НЕ** влияет на скорость

## Действие катализаторов

Если реакция каталитическая, то её скорость повышается при введении в систему катализатора.



Скорость некоторых реакций можно понизить ингибированием.



## Изменение природы реагентов\*

**Скорость реакции зависит от природы реагентов.**

Например, скорость реакции цезия с водой выше, чем реакция натрия с водой, т.к. цезий имеет больший радиус атома. Скорость реакции хлора с водородом выше, чем скорость реакции брома с водородом из-за высокой химической активности хлора.

Этот фактор выделен отдельно, т.к. тут речь идёт не об изменении скорости конкретной реакции, а о сравнении скорости разных реакций.





## Изменение природы реагентов\*

**Как правило, гомогенные реакции протекают быстрее, чем гетерогенные.** Например, реакции ионного обмена протекают очень быстро (несколько секунд). А реакции растворения металлов в кислотах – дольше (время зависит от концентрации кислоты и измельченности металла).

**Реакции в растворах обычно идут быстрее, чем в газах, т.к. в растворах меньше расстояния между частицами.** Реакции с участием твердых веществ обычно протекают медленно.

**Скорость экзотермических реакций обычно выше, чем скорость эндотермических реакций.**

**Также с высокой скоростью идут цепные реакции.**

# Скорость реакции и химическое равновесие

Воздействие	Влияние на скорость химической реакции	Примечание	Смещение химического равновесия (принцип Ле Шателье)	Примечание
Повышение температуры	Повышается	Всегда*	В сторону эндотермической реакции	Всегда
Понижение температуры	Понижается	Всегда*	В сторону экзотермической реакции	Всегда
Повышение концентрации реагентов	Повышается	Всегда**	В сторону продуктов реакции	Всегда
Повышение концентрации продуктов	Не изменяется	Всегда***	В сторону реагентов	Всегда

## Скорость реакции и химическое равновесие

<b>Воздействие</b>	<b>Влияние на скорость химической реакции</b>	<b>Примечание</b>	<b>Смещение химического равновесия (принцип Ле Шателье)</b>	<b>Примечание</b>
<b>Повышение давления</b>	Повышается	Если среди реагентов есть газы	В сторону с меньшим объемом газа	Если в реакции участвуют газы
<b>Понижение давления</b>	Понижается	Если среди реагентов есть газы	В сторону с большим объемом газа	Если в реакции участвуют газы
<b>Введение катализатора</b>	Повышается	Если реакция каталитическая	Катализатор не влияет на химическое равновесие.	Катализатор не изменяет направление процесса.
<b>Введение ингибитора</b>	Понижается	В случае, если возможно ингибирование ****	Не влияет	Аналогично катализатору



## Скорость реакции и химическое равновесие

Воздействие	Влияние на скорость химической реакции	Примечание	Смещение химического равновесия (принцип Ле Шателье)	Примечание
<b>Измельчение твердого реагента (увеличение площади соприкосновения реагентов)</b>	Повышается	Если есть твердые реагенты	Не влияет	Без измельчения реакция может идти долго, но система придёт в состояние равновесия.
<b>Изменение природы реагирующих веществ</b>	Изменение природы реагентов приводит уже к другой реакции: с другой скоростью и другим состоянием равновесия.			

## Катализ и ингибирование

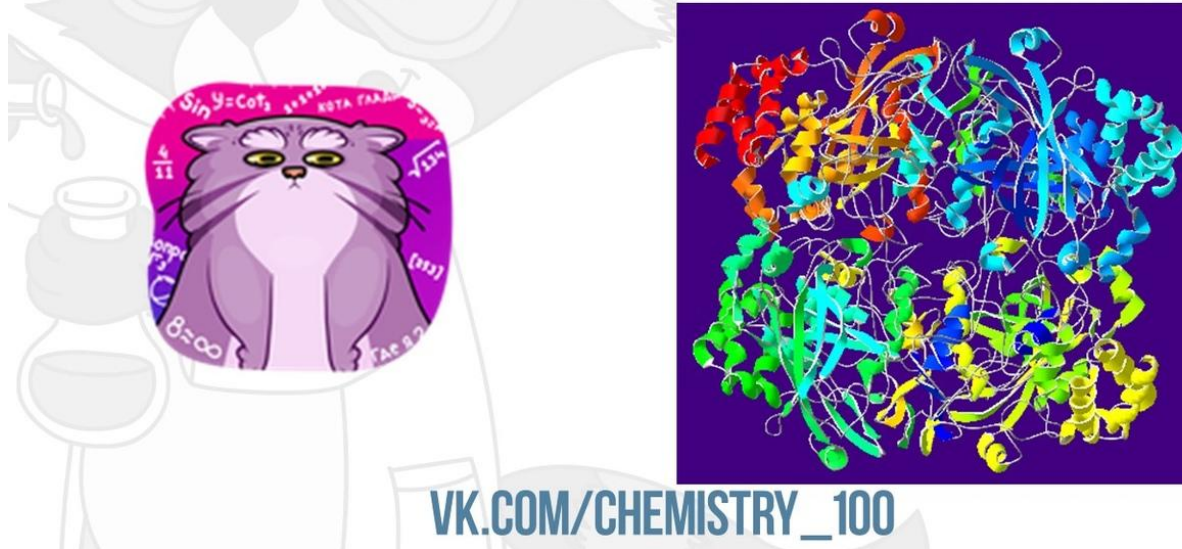
**Катализатор** – это вещество, которое вступает в химическую реакцию, ускоряет её и выходит из реакции в исходной форме и в исходном количестве (то есть не расходуется в ходе реакции).

Действие катализатора заключается в том, что он понижает кажущуюся энергию активации. Катализатор связывает реагенты в промежуточный продукт (интермедиат) по реакции с более низкой энергией активации. Затем интермедиат превращается в продукты реакции.



## Катализ и ингибирование

Катализаторы, состоящие из биологических макромолекул, называются **ферментами**. Функциональные группы ферментов, за счёт которых они обладают каталитическими свойствами, называются **активными центрами ферментов**.





## Катализ и ингибирование

Процесс, противоположный катализу, называется **ингибирование**. Ингибиторы – это такие вещества, которые замедляют реакцию, но не расходуются при её протекании.

**Ингибиторы** связывают частицы реагентов в кинетически устойчивые комплексы, что мешает им участвовать в реакции. Таким образом, повышается кажущаяся энергия активации повышается, а скорость реакции падает.



