

# Скорость химических реакций



# Некоторые понятия химической кинетики.

**Химическая кинетика** – раздел химии, изучающий скорость и механизмы химических реакций.

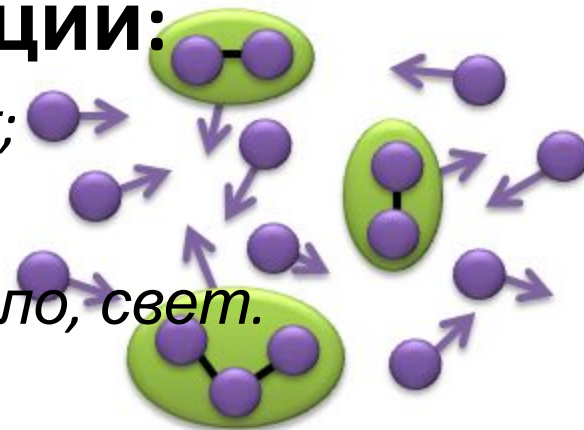
**Гомогенные реакции** – реакции, протекающие в однородной среде (в растворе или газовой фазе) во всем объеме реакционной смеси.

**Гетерогенные реакции** – реакции в неоднородных системах, как правило, благодаря участию твердого вещества. Реакция в таких системах протекает на границе раздела фаз.



# Что такое химические реакции?

- **Химические реакции** – превращения одних веществ в другие, отличающиеся по составу и (или) строению. При химических реакциях обязательно происходит изменение веществ, при котором рвутся старые и образуются новые связи между атомами.
- **Признаки химических реакций:**
  - 1) Выделяется газ;
  - 2) Выпадет осадок;
  - 3) Изменяется окраска веществ;
  - 4) Выделяется или поглощается тепло, свет.





- Химические реакции протекают с разными скоростями.

- Быстрые реакции протекают в водных растворах с участием растворимых веществ; также это реакции, сопровождающиеся взрывом.



- Медленные реакции – разрушение горных пород, образование сталактитов и стагмитов, коррозия

# Как оценить скорость реакции?

- **Скорость гомогенной реакции** определяется как изменение концентрации одного из веществ в единицу времени:

$$V = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t} \left( \frac{\text{моль}}{\text{л} * \text{с}} \right)$$



- **Скорость гетерогенной реакции** определяется как изменение количества вещества в единицу времени на единице поверхности:

$$V = \frac{\Delta n}{\Delta t * S} \left( \frac{\text{моль}}{\text{с} * \text{м}^2} \right)$$

$S$  — площадь поверхности соприкосновения веществ .

# Факторы, влияющие на скорость химической реакции.

- Природа реагирующих веществ
- Температура
- Концентрация реагирующих веществ
- Наличие катализатора (ингибитора)
- Площадь поверхности соприкосновения веществ



# Природа реагирующих веществ

- В каком случае реакция пойдет с бОльшей скоростью:



# Температура

- **Правило Вант-Гоффа:**

Повышение температуры на каждые 10 °С приводит к увеличению скорости реакции в 2–3 раза (эту величину называют **температурным коэффициентом реакции**).

При повышении температуры резко повышается доля «активных» молекул, участвующих в эффективных соударениях, преодолевающих энергетический барьер реакции.



$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

Вант-Гофф Якоб Хендрик  
голландский химик, первая  
Нобелевская премия по химии,  
1901 г.





# Температура

- Пример 1: Если температурный коэффициент реакции равен 2, то при повышении температуры с  $20^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$  скорость реакции возрастет  8 раз.
- Пример 2: Если скорость реакции возросла в 243 раза, а температурный коэффициент реакции равен 3, то температура была повышена на  50  $^{\circ}\text{C}$ .

# Концентрация реагирующих веществ

Математически зависимость скорости от концентрации для реакции выражается **законом действующих масс**.

Для реакции:  $aA + bB = cAB$


$$V = k C_A^a \cdot C_B^b$$

Т.е. скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам.

$C_A$ ,  $C_B$  – молярные концентрации веществ,  $k$  – константа скорости  
Закон открыт в 1867 г. норвежскими учеными К.Гульдбергом и П.Вааге

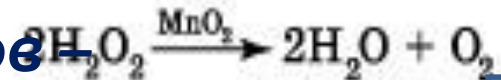
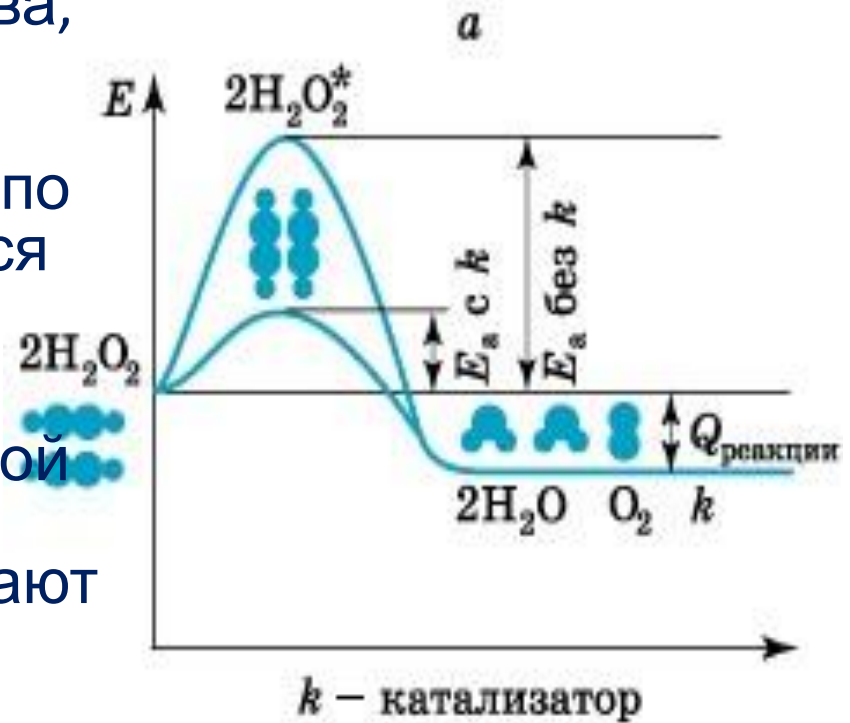
# Концентрация реагирующих веществ

Для реакций с участием газообразных веществ повышение давления в системе или уменьшение объема равносильно повышению концентрации реагирующих веществ.

Пример: Если в реакции  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + Q$  давление в системе увеличить в 2 раза, то скорость реакции в  астет в 8 раз.

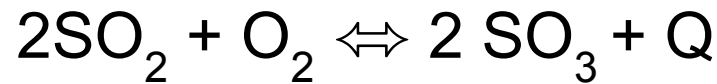
# Катализаторы

- **Катализаторы** – это вещества, участвующие в химической реакции и изменяющие ее скорость или направление, но по окончании реакции остающиеся неизменными.
- Изменение скорости химической реакции или ее направления с помощью катализатора называют **катализом**.
- **Механизм действия катализаторов** – образование промежуточных продуктов, имеющих более низкую энергию активации.



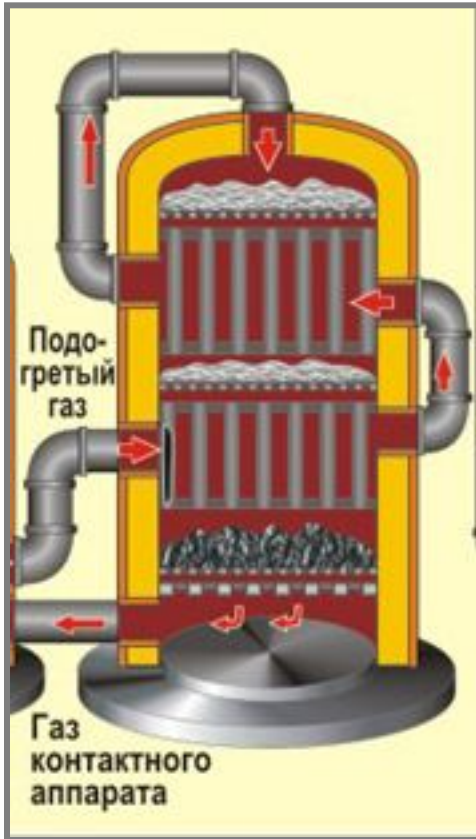
# Катализаторы

Реакция окисления сернистого газа  
в серный ангидрид

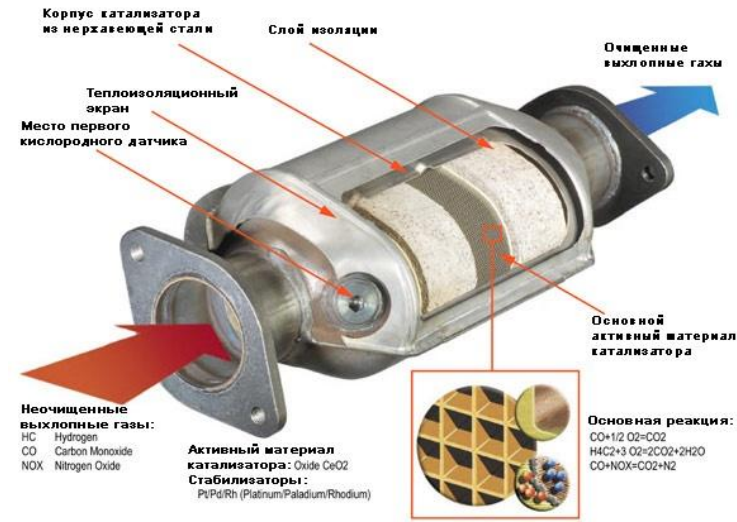


в производстве серной кислоты  
протекает в контактном аппарате.

На горизонтальных полках  
размещается катализатор –  
пятиокись ванадия  $\text{V}_2\text{O}_5$ .



Автомобильные двигатели  
снабжены катализаторами  
полного сжигания топлива.



# Катализаторы



**Ферменты** – биологически активные катализаторы.

Используются в производстве детского питания, сыров, хлебопечении, виноделии и пивоварении.

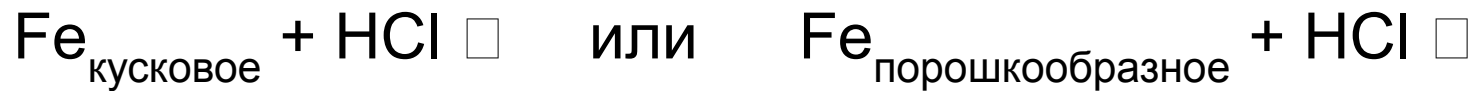


Нежелательные реакции необходимо замедлять. Для этого используют вещества – **ингибиторы**.



# Площадь соприкосновения реагирующих веществ

- В каком случае реакция пойдет с бОльшей скоростью:

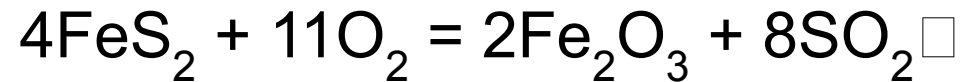


Для гетерогенных реакций скорость не зависит от количества твердого продукта реакции, а зависит от степени его измельчения.

# Площадь соприкосновения реагирующих веществ



В производстве серной кислоты  
при обжиге пирита  
(серного колчедана)



для увеличения поверхности  
соприкосновения твердого  
компонента с воздухом используют  
принцип «кипящего слоя».



**Письменно:**

**1задача**

**Реакция протекает по уравнению  $A + B = 2C$ . Начальная концентрация вещества A равна 0,3 моль/л, а через 10 с — 0,415 моль/л. Вычислите среднюю скорость реакции.**