



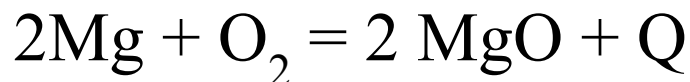
# Химическая термодинамика



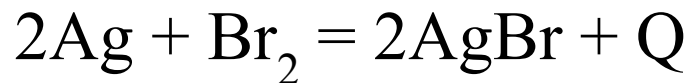
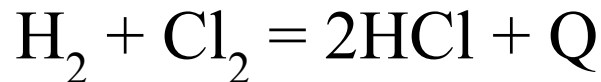
# Экзотермические реакции

К экзотермическим реакциям относят:

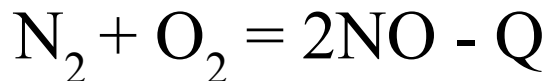
• *Реакции горения*, сопровождающиеся выделением света и тепла:



• *Реакции соединения*, которые практически всегда протекают с выделением тепла:



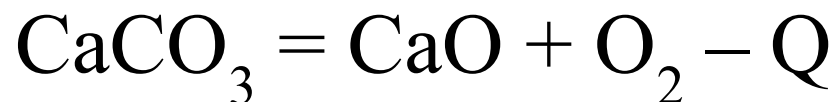
Исключение – реакция азота с кислородом – сопровождается поглощением тепла, эндотермическая реакция:



# Эндотермические реакции

К эндотермическим реакциям относят:

• *Реакции разложения*, которые практически всегда протекают с поглощением тепла:



# Что такое скорость химической реакции?

*Скорость химической реакции определяется количеством вещества, прореагировавшего в единицу времени в единице объема.*

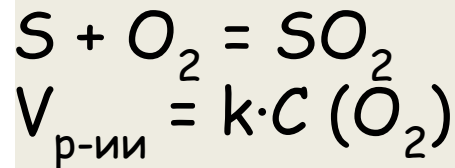
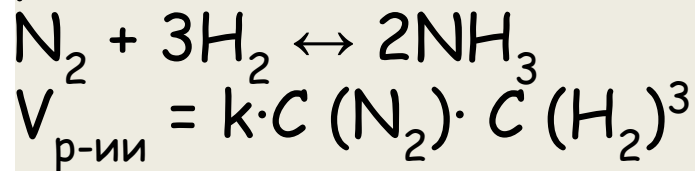
$$v = -(c_2 - c_1) / (t_2 - t_1) = -\Delta c / \Delta t.$$

**Факторы, влияющие  
на скорость химической  
реакции**

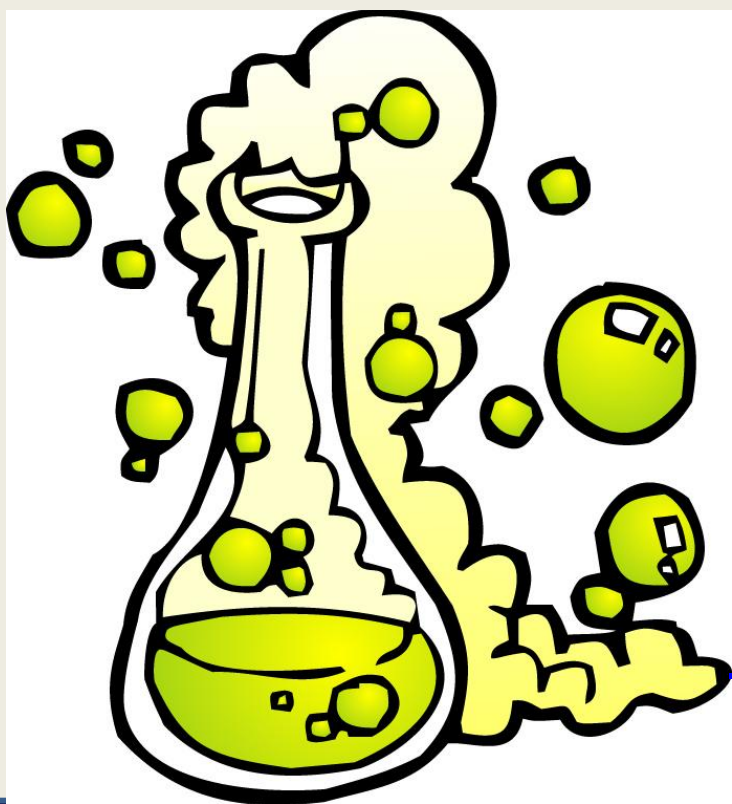


# Концентрация

«Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их коэффициентам в уравнении реакции».



[Смотреть опыт](#)

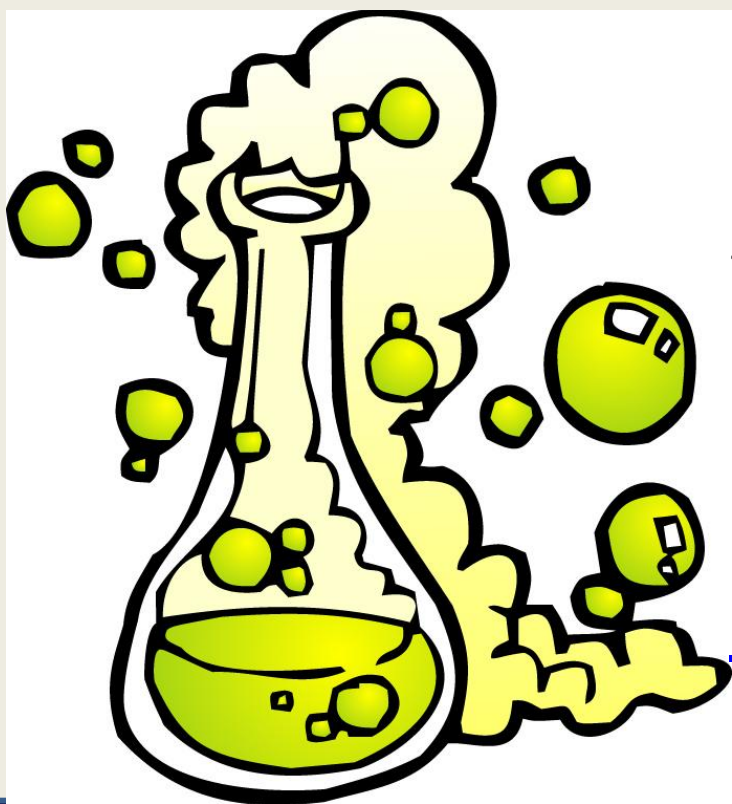


# Температура

Правило Я.Х. Вант-Гоффа «Повышение температуры на каждые 10 °С приводит к увеличению скорости реакции в 2-4 раза (эта величина называется температурным коэффициентом)».

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{t_2 - t_1 / 10}$$

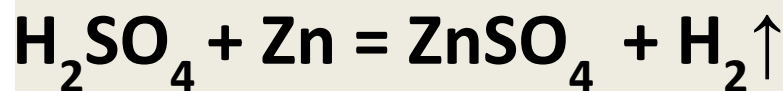
[Смотреть опыт](#)



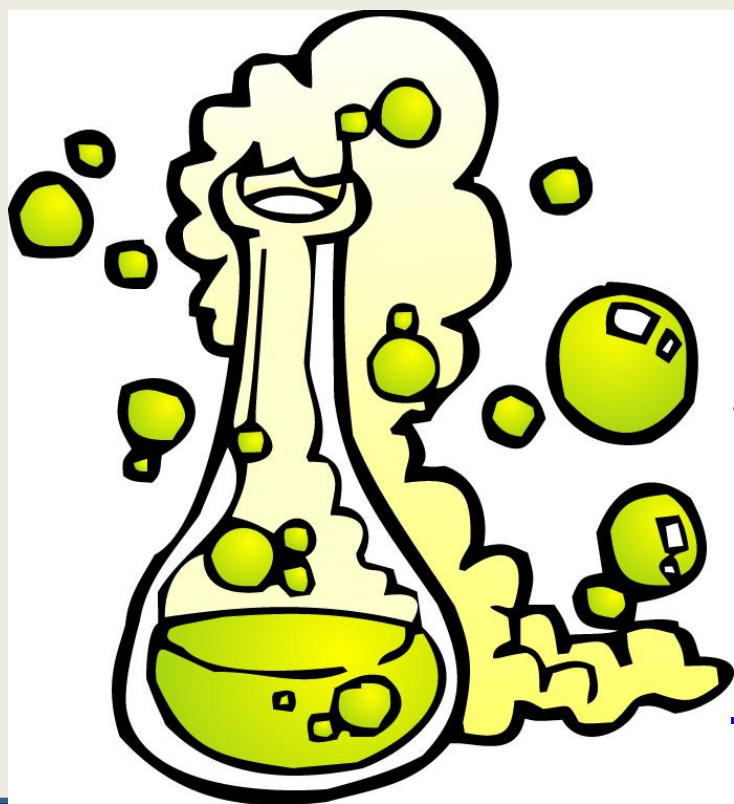
## Площадь соприкосновения реагирующих веществ

Этот фактор характерен только для гетерогенных реакций.

Чем больше площадь соприкосновения реагирующих веществ, тем быстрее протекает реакция.



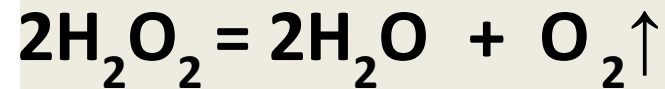
[Смотреть опыт](#)



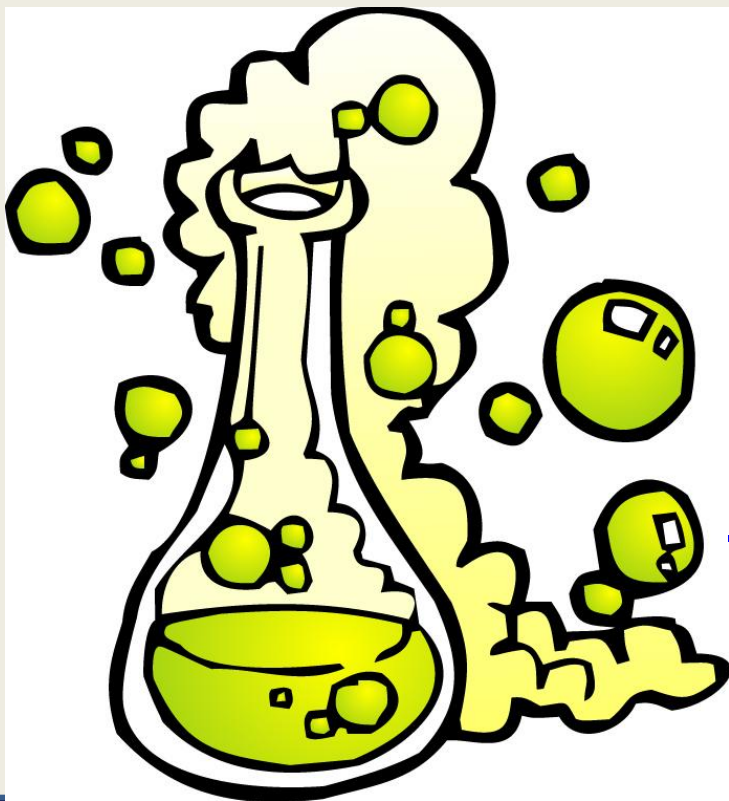


# Катализатор

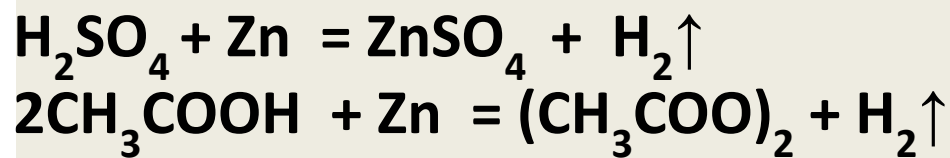
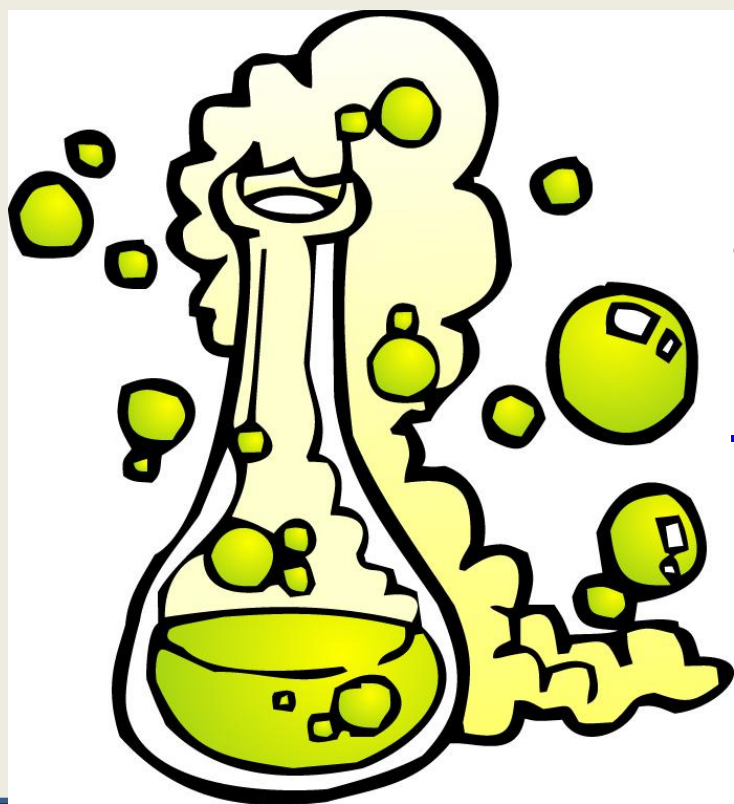
Катализатор – это вещество, которое ускоряет химическую реакцию, но само при этом не расходуется.



[Смотреть опыт](#)



# Природа реагирующих веществ



[Смотреть опыт](#)

# Химические реакции

- По направлению все химические реакции можно разделить на 2 группы:
- **Необратимыми** называют химические реакции, в результате которых исходные вещества практически полностью превращаются в конечные продукты (правило Бертолле, т.е. в том случае, если образуется осадок, газ или малодиссоциирующее вещество (вода))



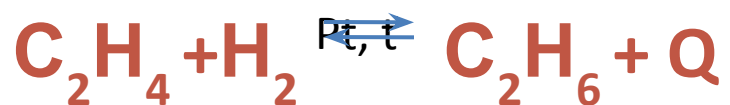
- **Обратимыми** называют химические реакции, которые протекают одновременно в двух противоположных направлениях – прямом и обратном



# Химические реакции

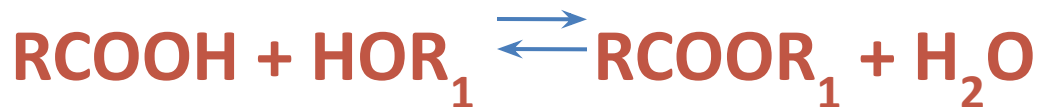
- Обратимые реакции составляют более многочисленную группу, особенно в органической химии.

*гидрирование*



*дегидрирование*

*этерификация*



карбоновая кислота

спирт

сложный эфир

*гидролиз*

# Химическое равновесие

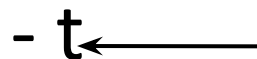
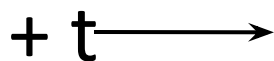
- Концентрация реагирующих веществ с течением времени уменьшается, а концентрация продуктов реакции увеличивается. Поэтому скорость прямой реакции уменьшается, а скорость обратной реакции увеличивается. В определенный момент времени скорости прямой и обратной реакций становятся равными.
- *Состояние химического обратимого процесса, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции, называют **химическим равновесием.***

# Химическое равновесие

- В состоянии химического равновесия количественное соотношение между реагирующими веществами и продуктами реакции остается постоянным: *сколько молекул продукта реакции в единицу времени образуется, столько их и разлагается*. Это состояние сохраняется до тех пор, пока неизменными остаются *концентрация, температура и давление*.
- Многочисленные исследования показали, что смещение химического равновесия подчиняется правилу, названному **принципом Ле-Шателье**:
- *При изменении внешних условий химическое равновесие смещается в сторону той реакции (прямой или обратной), которое ослабляет это внешнее воздействие.*

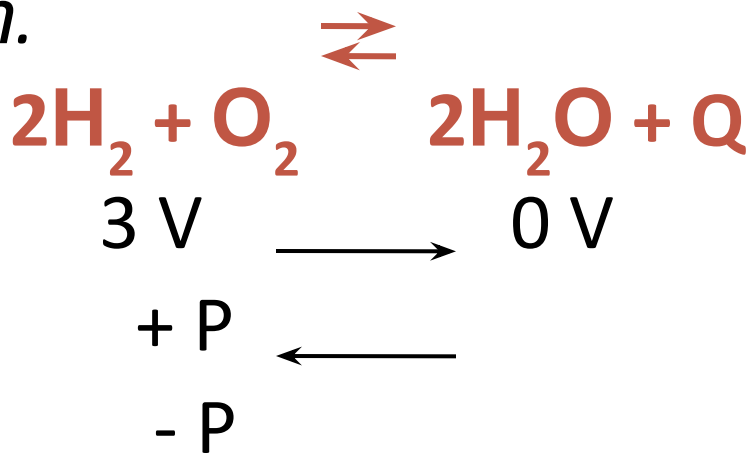
# Смещение химического равновесия

- 1. Изменение температуры.
- Правило. При увеличении температуры равновесие сместится в сторону эндотермической реакции и наоборот.



# Смещение химического равновесия

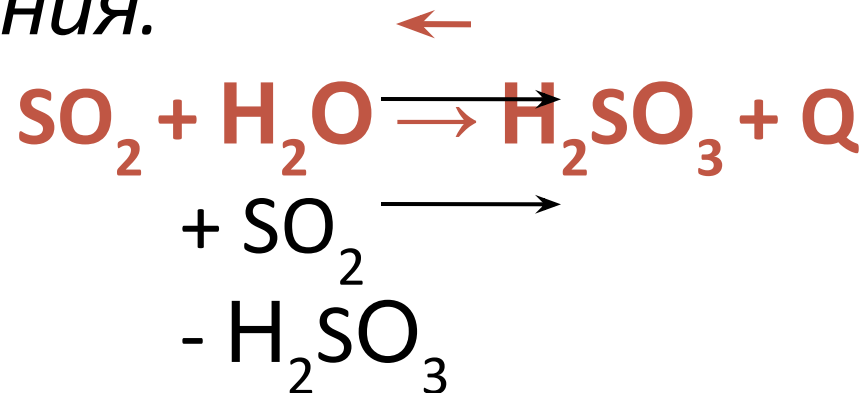
- 2. Изменение **давление** (оказывает влияние только на те системы, где хотя бы одно вещество – газообразное)
- Правило. При увеличении давления равновесие смещается в сторону уменьшения объема газообразных веществ и наоборот.





## Смещение химического равновесия

- 3. Изменение **концентрации**.
- Правило. При увеличении концентрации вещества равновесие смещается в сторону его расхода, а при уменьшении концентрации – в сторону его образования.



Катализаторы в равной степени ускоряют как прямую, так и обратную реакции и поэтому не смещают равновесие, но ускоряют наступление равновесия.

## Закрепление материала:

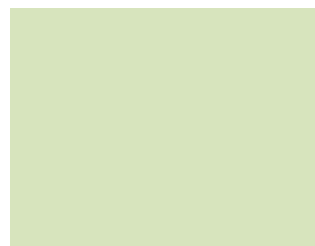
- В какую сторону сместится равновесие при:  
а) понижении  $t$ , б) повышении давления,  
в) удалении кислорода



-  $t$

+  $P$

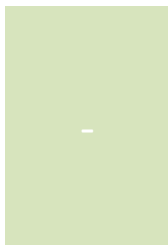
-  $\text{O}_2$



-  $t$

+  $P$

+  $\text{CaO}$



# Домашняя работа

- § 16, определить в какую сторону сместится равновесие:



+ t

+ P

+ H<sub>2</sub>



- t

- P

- H<sub>2</sub>



- t

+ P

- NH<sub>3</sub>

г) поставить знаки «+»

ИЛИ «-»



t  $\longrightarrow$

P  $\longleftarrow$

O<sub>2</sub>  $\longrightarrow$