

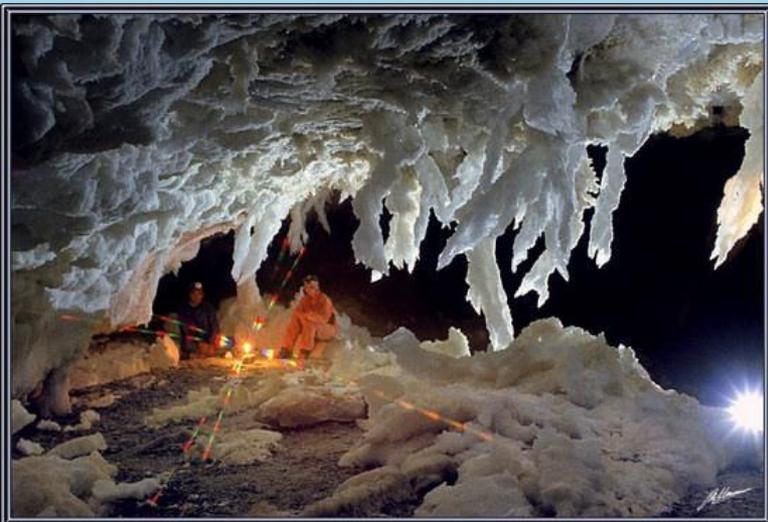
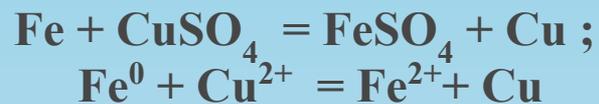
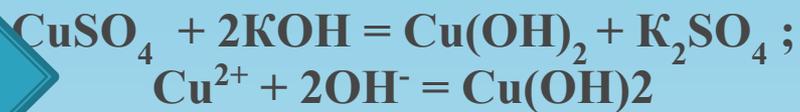
# Скорость химической реакции.

преподаватель химии ГОБУ СПО  
ВО «Воронежский авиационный  
техникум им В.И.Чкалова»:  
Кузнецова Е.В.

# Цели урока

- сформировать понятие гомогенной и гетерогенной реакции, скорости химической реакций
- вывести формулы для вычисления скорости гомогенных и гетерогенных реакций
- рассмотреть, от каких факторов зависит скорость химических реакций

# Демонстрационный опыт



ссылка 1 <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/b3598a41-f6f7-4bd9-9faf-068f9740dfe5/90.swf>

# Скорость химической реакции

- Количественной характеристикой того, насколько быстро протекает данная реакция, является скорость химической реакции, т. е. скорость расходования реагентов или скорость появления продуктов. При этом безразлично, о каком из участвующих в реакции веществе идет речь, поскольку все они связаны между собой через уравнение реакции.
- Раздел химии, изучающий скорости и механизмы протекания химических реакций называется *химической кинетикой*.

# Скорость химической реакции

Скорость реакции определяется изменением концентрации одного из реагирующих веществ или одного из продуктов реакции в единицу времени.

$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t} \left[ \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л} \cdot \text{С}} \right]$$

где  $\Delta C$  – изменение концентрации;  $\Delta C = C_2 - C_1$

$\Delta t$  – время протекания реакции;  $\Delta t = t_2 - t_1$

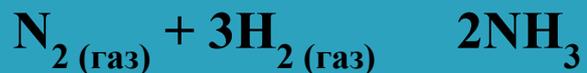
Перейдите по ссылке 2, выполните задание:

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/a18c4845-b421-e381-70d9-e28ff64396d4/00119986325448946.htm>

# Реакции

## Гомогенные

Реакции протекают  
в однородной среде



## Гетерогенные

Реакция идет между веществами,  
находящимися в разных  
агрегатных состояниях или  
между веществами, не  
способными образовывать  
гомогенную среду



# Скорость гомогенной реакции

Скорость гомогенной реакции ( $v_{\text{гомог.}}$ ) определяется изменением количества вещества в единицу времени в единице объёма

$$v_{\text{гомог.}} = \pm \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot V} \Delta C$$

где  $\Delta n$  – изменение числа молей одного из веществ, (моль);

$\Delta t$  – интервал времени (с, мин);

$V$  – объем газа или раствора (л)

$\Delta C$  – изменение  
концентрации

# Скорость гетерогенной реакции

Скорость гетерогенной реакции ( $v_{\text{гетер.}}$ ) определяется изменением количества вещества в единицу времени на единице поверхности соприкосновения веществ

$$v_{\text{гетер.}} = \pm \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S}$$

где  $\Delta n$  – изменение количества вещества (реагента или продукта), (моль);

$\Delta t$  – интервал времени (с, мин);

$S$  – площадь поверхности соприкосновения веществ (см<sup>2</sup>, м<sup>2</sup>)

Упражнение: <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/00e0adf8-35e64b1a-ae0a-437341e187f6/91.swf>

# Факторы, влияющие на скорость реакции

- Природа реагирующих веществ
- Концентрация веществ в системе
- Площадь поверхности (для гетерогенных систем)
- Температура
- Наличие катализаторов

# Природа реагирующих веществ

Под "природой веществ" понимают:

- тип химических связей в молекулах реагентов, прочность связей;
- строение кристаллической решетки и ее прочность;
- строение атома, прочность связывания внешних электронов.

ссылка 4

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/dd73c817-3678-7e5c-ab90-f684a2e84529/index.htm>

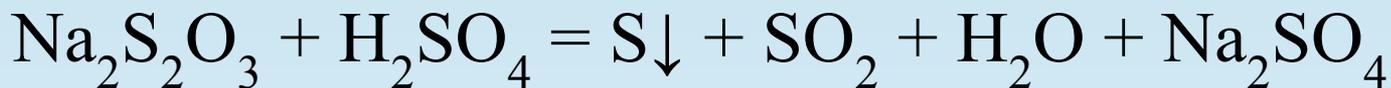
# Концентрация реагирующих веществ

- Посмотрите видеоматериал (опыт): ссылка 5

<http://video.yandex.ru/#search?id=8952066-09-12&where=all&text=%D0%B3%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B8%20%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B>

и ответьте на вопросы:

- В пробирке с какой концентрацией тиосульфата натрия быстрее началось выпадение осадка?
- Как влияет концентрация реагирующих веществ на скорость химической реакции?
- Запишите уравнение наблюдаемой реакции:



# Концентрация реагирующих веществ

*С повышением концентрации реагирующих веществ увеличивается скорость реакции.*

**Закон действующих масс (з. д. м.):** Скорость химической реакции ( $v_{\text{х.р.}}$ ) прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их коэффициентам в уравнении реакции.

Математически зависимость скорости от концентрации для реакции:  
 $2A + B = AB$  выражается следующим образом:

$$v = k[A]^2[B]$$

где  $k$  – константа скорости (определяется экспериментально);  
 $[A]$ ,  $[B]$  – концентрации реагирующих веществ, (моль/л)

# Концентрация реагирующих веществ

Пример:



$$v = k[\text{N}_2] \cdot [\text{O}_2]$$

Запишите выражение закона действующих масс для уравнения:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

$$v = k \cdot [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] \cdot [\text{H}_2\text{SO}_4]$$

# Концентрация реагирующих веществ

- Попробуйте сами составить выражение закона действующих масс для следующих уравнений:



Помните! Закон действующих масс не учитывает концентрации реагирующих веществ, находящихся в твердом состоянии, т.к. они реагируют на поверхности и их концентрации обычно остаются постоянными.

Решение:

Согласно закону действующих масс

$$\text{А) } v = k [\text{O}_2]$$

$$\text{Б) } v = k [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

# Образец решения задач.

## Задача 1.

Реакция идет по уравнению  $A + 2B \rightarrow C$ . Во сколько раз и как изменится скорость реакции, при увеличении концентрации вещества В в 3 раза?

**Дано:**

$[B] \uparrow$  в 3 раза

Как  
изменится

и

**Решение:**



По закону действующих масс

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$$

Пусть  $[A] = a$ ,  $[B] = b$ , тогда

$$v_1 = k \cdot a \cdot b^2$$

$$v_2 = k \cdot a \cdot (3b)^2$$

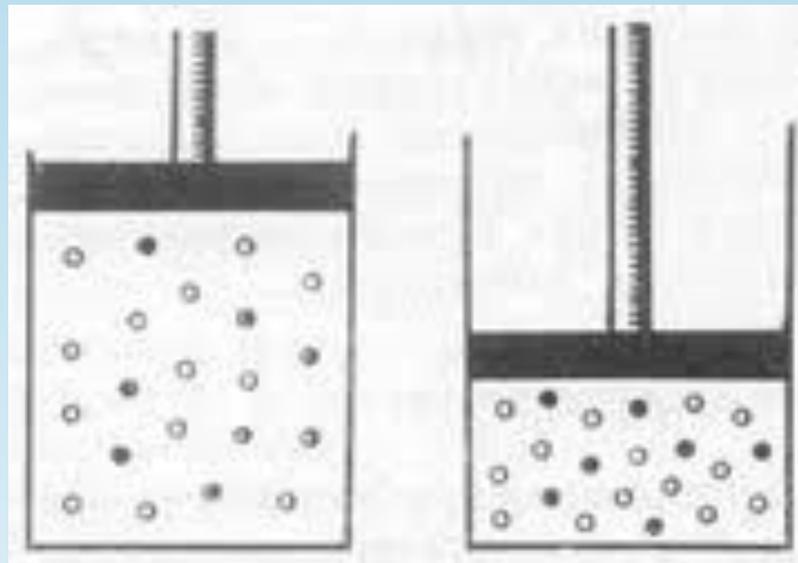
$$v_2 / v_1 = a \cdot 9b^2 / a \cdot b^2 = 9$$

**Ответ:** скорость реакции увеличится в 9 раз

Для газообразных веществ  $v$  зависит от давления

(что аналогично изменению концентрации реагирующих веществ)

*При увеличении давления в  $n$  раз  
уменьшается объем реагирующей  
смеси, а концентрация веществ  
увеличивается в такое же число раз*



# Образец решения задач.

## Задача 2

- Как изменится скорость реакции:  $2\text{SO}_2 (\text{г}) + \text{O}_2 (\text{г}) = 2\text{SO}_3 (\text{г})$  при увеличении давления в системе в 2 раза?

**Дано:**

$P \uparrow$  в 2 раза

---

Как изменится

$v$

**Решение:**

По закону действующих масс

$$v = k \cdot [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

Пусть  $[\text{SO}_2] = a$ ,  $[\text{O}_2] = b$ , тогда

$$v_1 = k \cdot a^2 \cdot b$$

$$v_2 = k \cdot (2a)^2 \cdot 2b = k_1 4a^2 \cdot 2b = k \cdot 8a^2 \cdot b$$

При повышении давления в 2 раза, объём уменьшается в 2 раза, следовательно концентрация газа кислорода и  $\text{SO}_2$  увеличится в 2 раза

$$v_2 / v_1 = k \cdot 8a^2 \cdot b / k \cdot a^2 \cdot b = 8$$

**Ответ:** скорость реакции увеличится в 8 раз

# Площадь поверхности соприкосновения реагирующих веществ (для гетерогенных реакций)

- Посмотрите видеоопыт: (ссылка б)  
<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/a452932d-e048-14c0-6101-ffe2de3e6d34/index.htm>
- «Влияние размеров поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химических реакций».
- Ответьте на вопрос: «Как влияет площадь поверхности реагирующих веществ на скорость гетерогенных реакций?»

# Влияние температуры.

При повышении температуры на каждые  $10^0$  С, скорость реакции увеличивается в 2-4 раза

Правило Вант-Гоффа



Якоб Вант-Гофф  
(1852-1911)

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

$v_{t_1}$  - Начальная скорость

$v_{t_2}$  - Конечная скорость

$\gamma$  - Температурный коэффициент

$t_2$  - Конечная температура

$t_1$  - Начальная температура

# Образец решения задачи

## Задача 3

Скорость некоторой реакции при  $0^{\circ}\text{C}$  равна  $1 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$ , температурный коэффициент реакции равен 3. Какой будет скорость данной реакции при  $30^{\circ}\text{C}$ ?

**Дано:**

$$v_{t_1} = 1 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$$

$$\gamma = 3$$

$$t_1 = 0^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

**Решение:**

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\Delta t/10}$$

$$v_{t_2} = 1 \cdot 3^{30 - 0/10} = 3^3 = 27 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$$

**Найти:**  $v_{t_2}$

**Ответ:** Скорость данной реакции при  $30^{\circ}\text{C}$  будет равна  $27 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$

# Влияние катализатора



Йенс Якоб Берцелиус  
ввел термин «катализ»  
в 1835 г.



Вильгельм Оствальд  
1909 г. – Нобелевская премия  
«в признание работ по катализу»



Герман Иванович Гесс  
Один из первых исследователей катализа  
В 1831 опубликовал статью, о свойствах  
платины, как катализатора.

**Катализатор** – вещество, изменяющее скорость реакции, участвует в промежуточных стадиях реакции, но не входит в состав продуктов реакции.

Посмотрите видеоматериалы: (ссылка 7)

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/b40c134e-f065-1ca4-960d-5d7780bd6a99/index.htm>

Влияние катализаторов на скорость химических реакций. (ссылка 8)

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/d71f293e-16d1-974d-7b89-43a7eae8c7fa/index.htm> Влияние ингибиторов на скорость химических реакций

# Влияние катализатора

**Катализаторы** – вещества, ускоряющие химические реакции.

$A + B \rightarrow C$  – протекает медленно



- Катализаторы остаются неизменными по окончании реакции
- Ингибиторы – вещества, замедляющие скорость реакции
  - Ферменты – биологические катализаторы белковой природы

# Факторы, влияющие на скорость реакции

Заполните таблицу:

Увеличивают скорость	Уменьшают скорость

- Наличие химически активных реагентов
- Наличие химически неактивных реагентов
- Повышение концентрации реагентов
- Понижение концентрации реагентов
- Увеличение поверхности твердых и жидких реагентов
- Уменьшение поверхности твердых и жидких реагентов
- Повышение температуры
- Понижение температуры
- Присутствие катализатора
- Присутствие ингибитора

# Факторы, влияющие на скорость реакции

Проверьте себя:

Увеличивают скорость	Уменьшают скорость
Наличие химически активных реагентов	Наличие химически неактивных реагентов
Повышение концентрации реагентов	Понижение концентрации реагентов
Увеличение поверхности твердых и жидких реагентов	Уменьшение поверхности твердых и жидких реагентов
Повышение температуры	Понижение температуры
Присутствие катализатора	Присутствие ингибитора

# Тест

1. При комнатной температуре с наибольшей скоростью происходит химическая реакция между водой и
  - а) барием;
  - б) цинком;
  - в) железом;
  - г) медью.
2. Скорость взаимодействия цинка с серной кислотой возрастает, если:
  - а) повысить давление;
  - б) добавить индикатор;
  - в) измельчить металл до порошка;
  - г) понизить температуру раствора.
3. В каких единицах может выражаться скорость реакции:
  - а) л/моль · мин;
  - б) л/моль;
  - в) моль · мин/л;
  - г) моль/л · ч .
4. В какой из кислот (все 20%-ные) свинец будет растворяться наиболее медленно:
  - а) уксусная;
  - б) соляная;
  - в) серная;
  - г) йодоводородная.
5. В каком случае скорость реакции наибольшая:
  - а) цинковая пластина + 10%-ный раствор HCl;
  - б) цинковые гранулы + 10%-ный раствор HCl;
  - в) цинковый порошок + 10%-ный раствор HCl;
  - г) цинковый порошок + 5%-ный раствор HCl.

# Домашнее задание

§15, №9-12 на стр.136