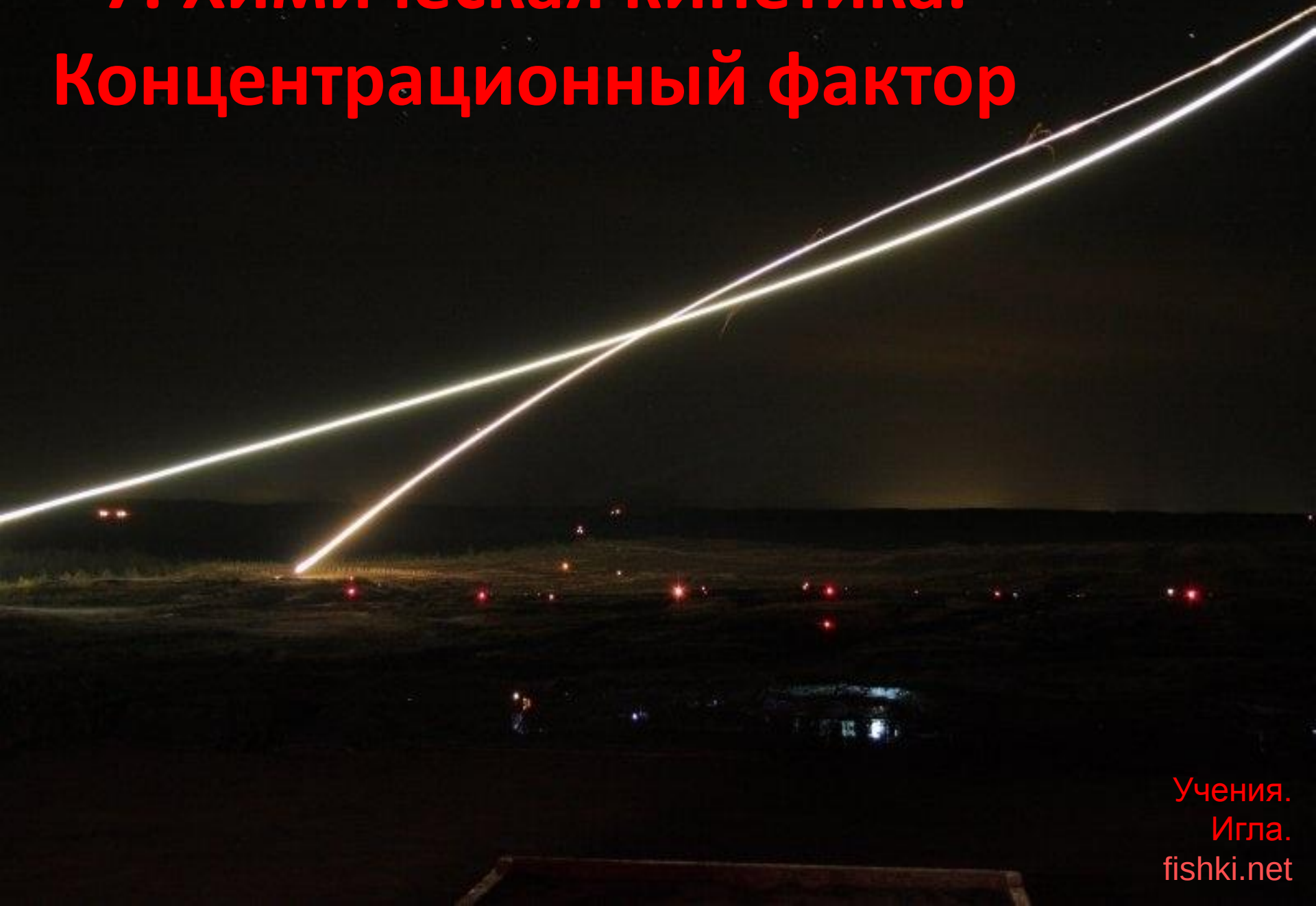


7. Химическая кинетика. Концентрационный фактор



Что изучает химическая кинетика

- Термодинамика: почему?
(причины протекания процессов)
- Кинетика: как?
(механизмы и скорости процессов)
- **Механизм реакции** – последовательность стадий реакции, в результате которой происходит образование продуктов.
- Механизм – путь, способ протекания реакции.

Стадии реакции

- Простая (элементарная) реакция – реакция, проходящая в одну стадию.
- Сложные реакции – в несколько стадий.
- **Лимитирующая стадия** – самая медленная стадия в механизме реакции, определяющая ее скорость.
- Каждая стадия характеризуется *молекулярностью*.

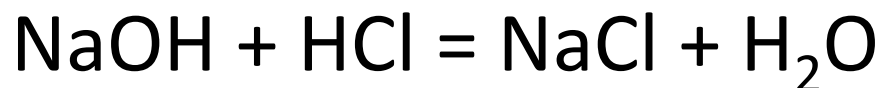
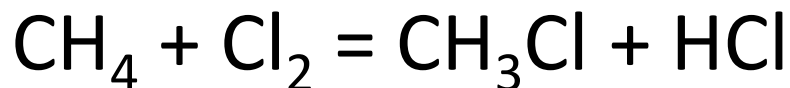


примеры механизмов

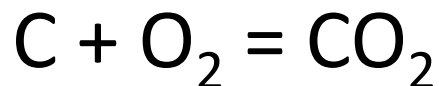
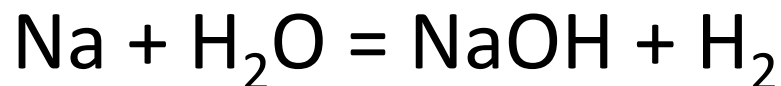


Гомогенные и гетерогенные механизмы

- **Гомогенные реакции:**



- **Гетерогенные реакции:**



+ 2 стадии:

- подвод реагентов к границе раздела фаз
- отвод продуктов от границы раздела фаз

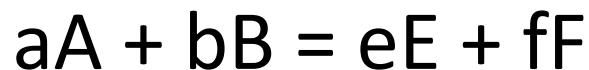
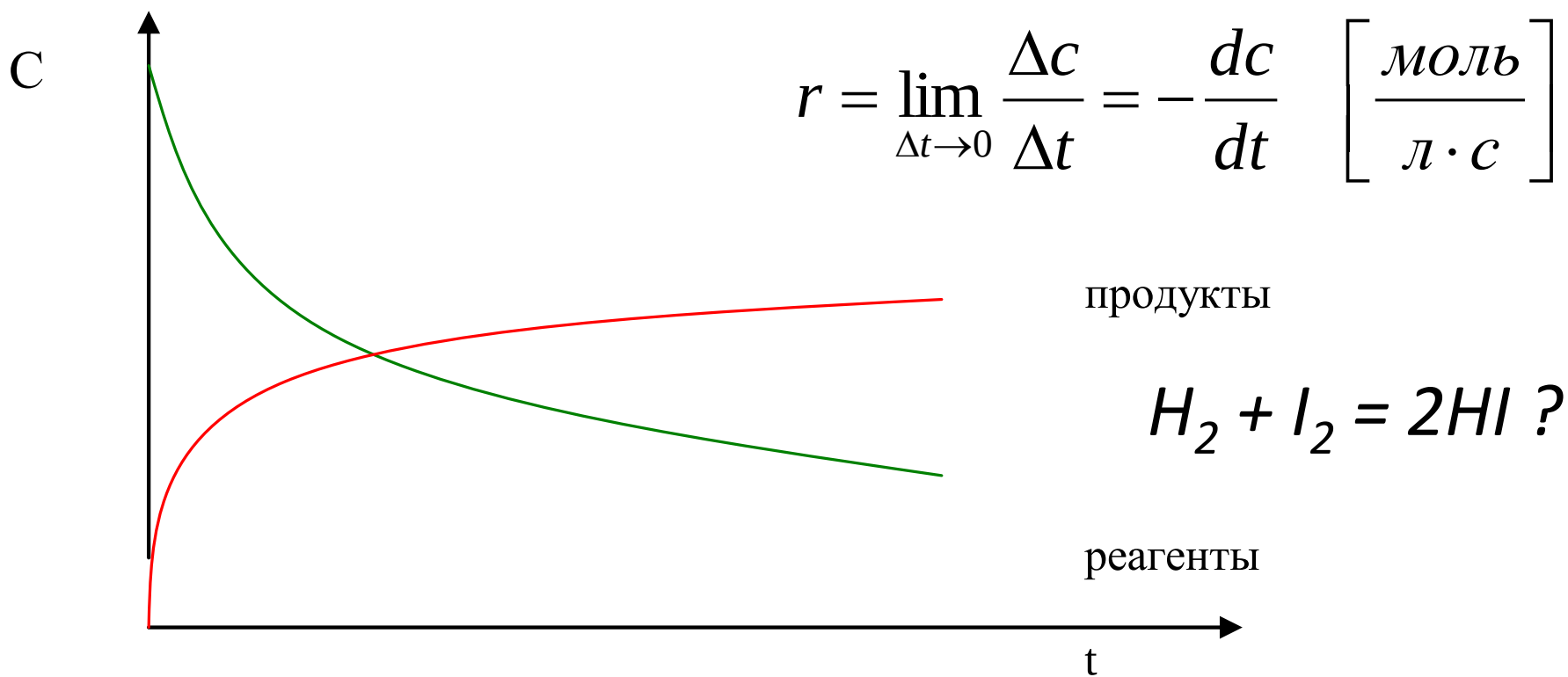
Скорость

- **Скорость** – это изменение некоторой величины во времени (dX/dt).

Какая из этих величин является скоростью?

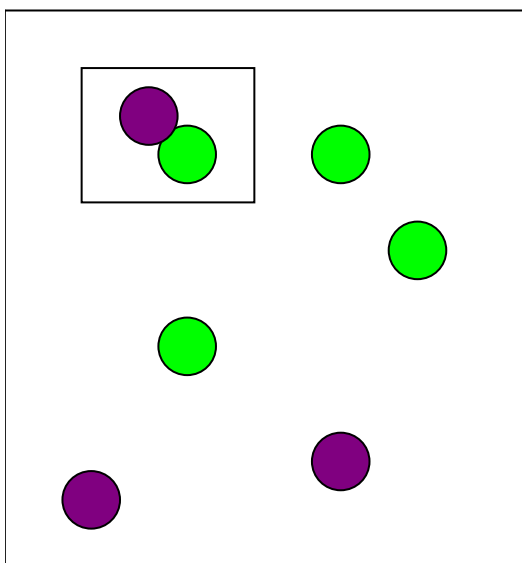
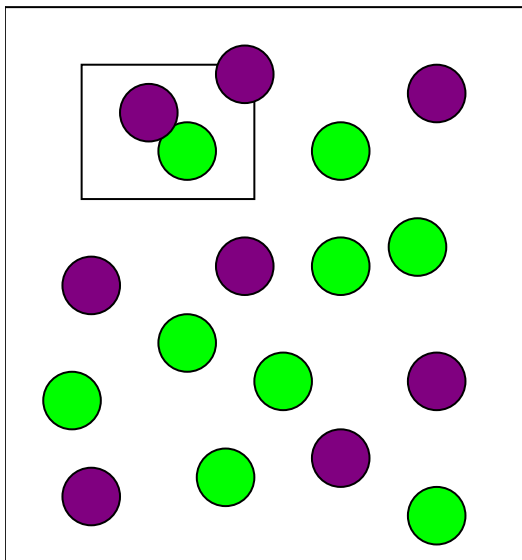
- А) объем осадков, пролившихся на 10 км^2 земной поверхности*
- Б) число батареек, дающих разность потенциалов 10 В*
- В) масса крупы, высыпавшейся из продырявленного пакета за 10 с*
- Г) количество молекул кислорода, прореагировавших с 10 молекулами водорода*

Скорость химической реакции



$$r = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{e} \frac{d[E]}{dt} = \frac{1}{f} \frac{d[F]}{dt}$$

Зависимость r от концентрации

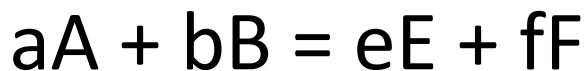


Н.Н.Бекетов, 1865 г.

К.Гульдберг, П.Вааге, 1867 г.

- **Основной постулат химической кинетики:**

Для элементарной реакции

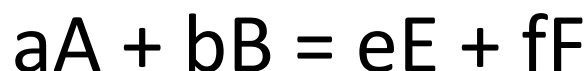


$$r = k[A]^a[B]^b$$

(закон действующих масс)

Кинетическое уравнение

- Для произвольной реакции

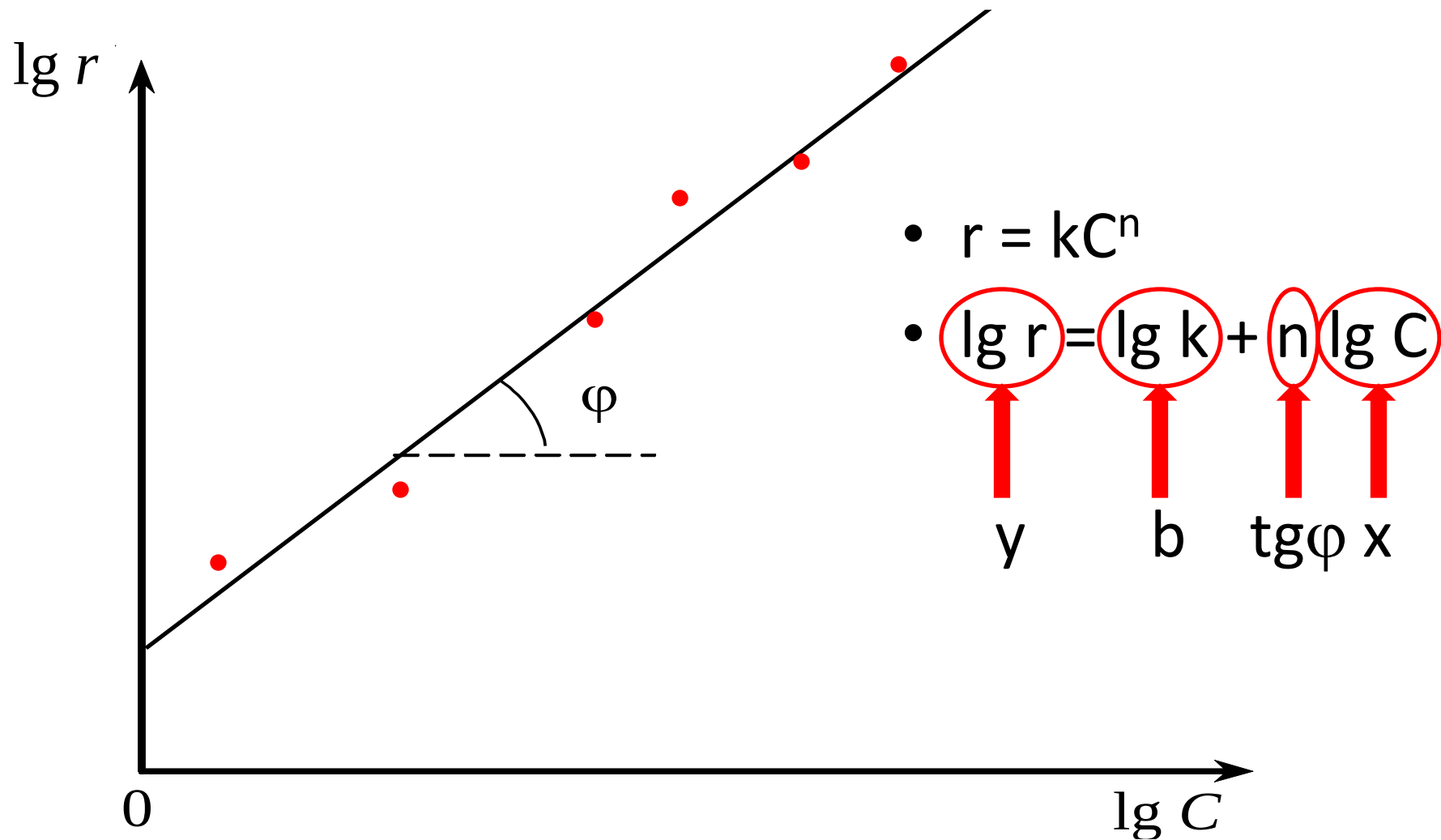


$$r = k[A]^{n(A)}[B]^{n(B)}[E]^{n(E)}[F]^{n(F)}$$

- k – константа скорости (удельная скорость)
- $n(X)$ – частные порядки по веществам
- $\Sigma n(X)$ – общий порядок реакции

реакция	кинетическое уравнение	порядок реакции
$H_2 + Cl_2 = 2HCl$	$r = k[Cl_2]^{1/2}[H_2]$	$n(Cl_2) = 0,5; n(H_2) = 1; n = 1,5$
$2CO + O_2 = 2CO_2$	$r = k \frac{[O_2]}{[CO]}$	$n(CO) = -1; n(O_2) = 1; n = 0$

Определение порядка реакции



Реакции нулевого порядка

$$r = kC^0 = k$$

$$-dC/dt = k$$

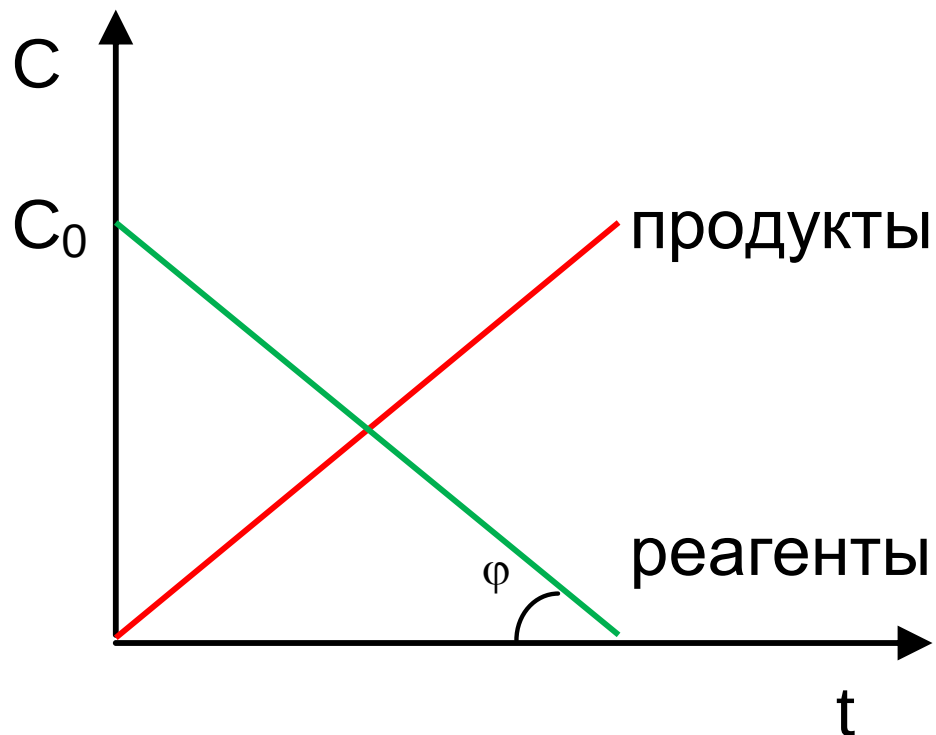
$$C = C_0 - x$$

$$dx/dt = k$$

$$x = kt$$

$$C = C_0 - kt$$

$$\operatorname{tg} \varphi = k$$



Реакции 1-го порядка

$$r = kC^1 = kC$$

$$-dC/dt = kC$$

$$C = C_0 - x$$

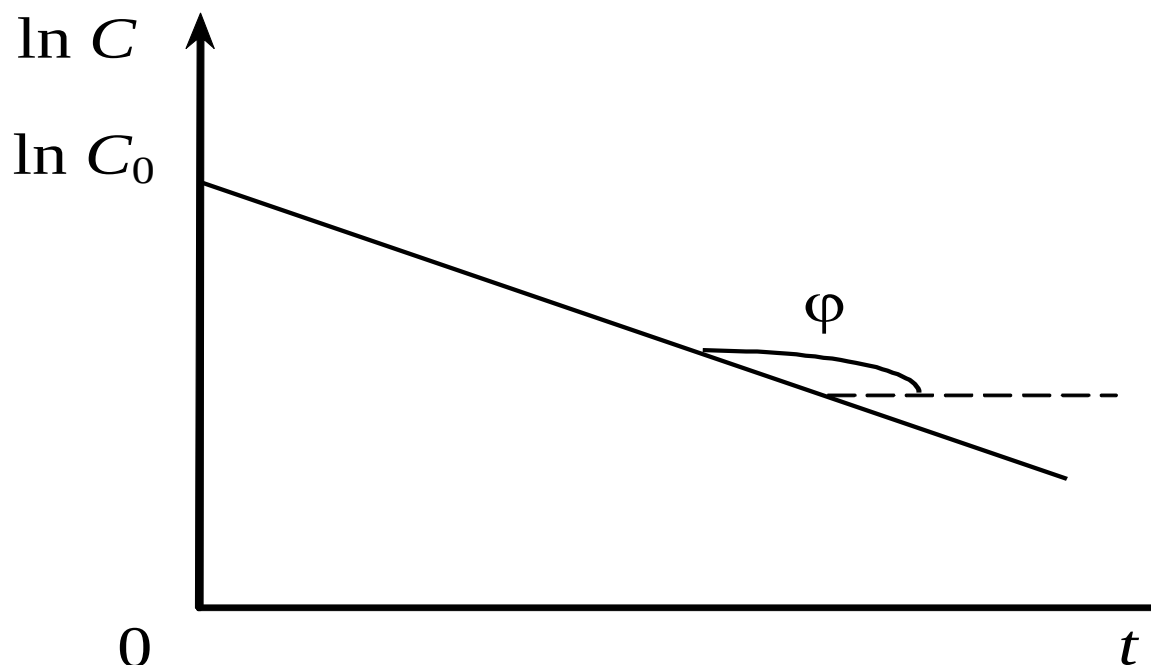
$$dx/dt = k(C_0 - x)$$

$$C = C_0 e^{-kt}$$

$$\ln C = \ln C_0 - kt$$

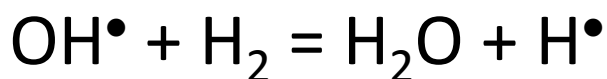
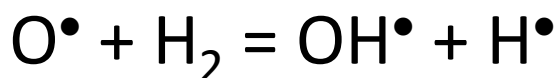
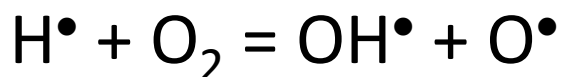
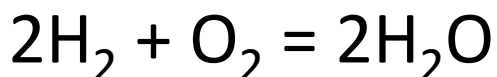
$$C = C_0/2 \quad t = t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \ln 2/k = 0,693/k$$



Зависимость r от давления

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = CRT$$

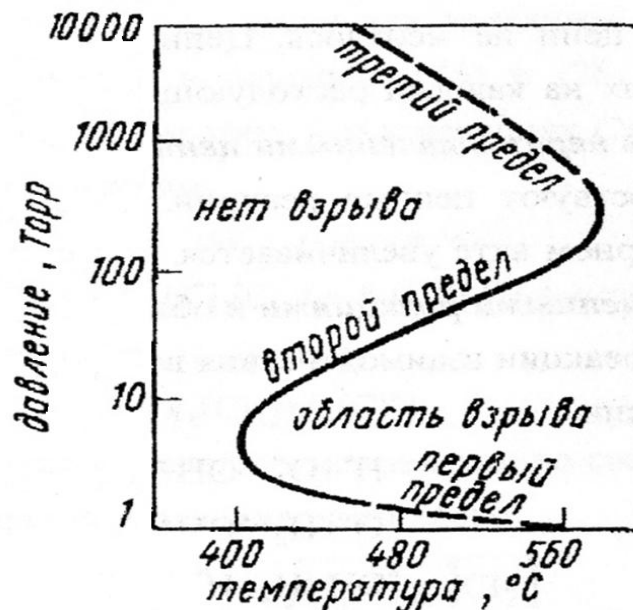


$p < 1$ мм рт.ст. – рекомбинация $\bullet$ на стенках

$1 < p < 100$ мм рт.ст. – взрыв ($\bullet$ реагируют с молекулами и размножаются)

$100 < p < 1000$ мм рт.ст. – рекомбинация $\bullet$ при тройных соударениях

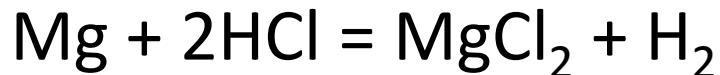
$1000 \text{ мм рт.ст.} < p$ – взрыв



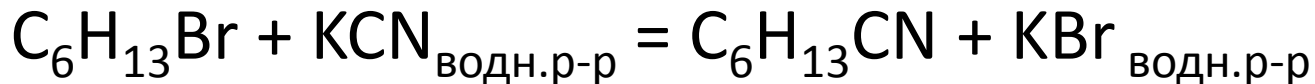
Зависимость r от поверхности

Гетерогенные процессы могут идти на поверхности соприкосновения:

- твердого вещества и газа: $C + O_2 = CO_2$
- твердого вещества и жидкости:



- двух несмешивающихся жидкостей:



- двух твердых веществ:



$$r \sim S$$

Кинетический и диффузионный режим



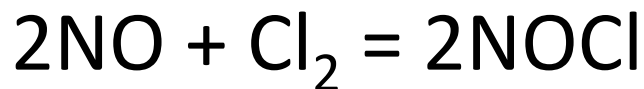
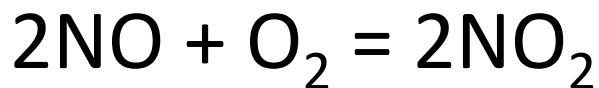


Учения.
Перестрелка.
fishki.net

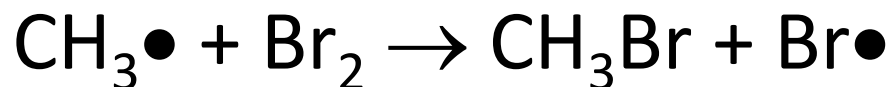
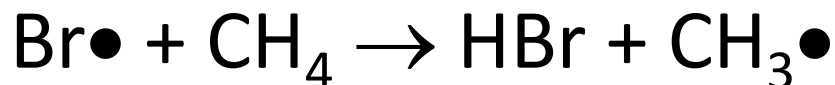
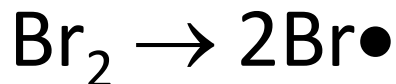
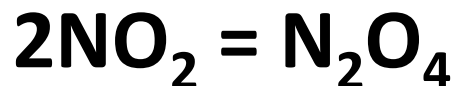
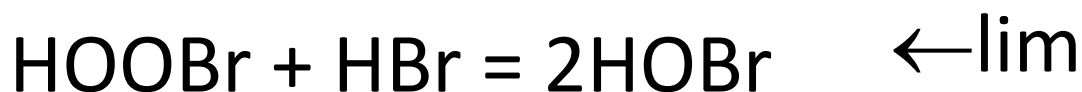
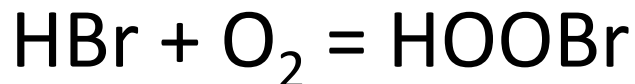
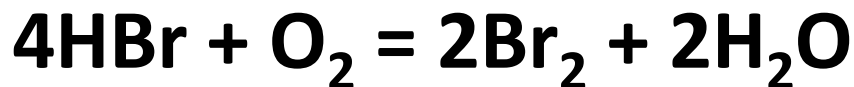
Молекулярность



- **Молекулярность** – число частиц, участвующих в одном элементарном химическом акте.
- **мономолекулярные реакции** – реакции, в которых такой акт представляет собой превращение 1 частицы (изомеризация, диссоциация, радиоактивный распад);
- **бимолекулярные** – реакции, протекающие при столкновении 2 частиц;
- **тримолекулярные** – при столкновении 3 частиц:



Примеры механизмов



} n раз

Кинетический и диффузионный режим



- $r(\text{поедания варенья}) = 1 \text{ ложка/с}$
- $r(\text{подачи варенья}) = 1 \text{ банка/мин} = 30 \text{ ложек/60 с} = 0,5 \text{ ложек/с}$
 $\Rightarrow r(\text{поедания варенья})_{\text{набл}} = 0,5 \text{ ложек/с} -$

диффузионный режим

- $r(\text{подачи варенья}) = 3 \text{ банки/мин} = 90 \text{ ложек/60 с} = 1,5 \text{ ложек/с}$
 $\Rightarrow r(\text{поедания варенья})_{\text{набл}} = 1 \text{ ложка/с} -$

кинетический режим

