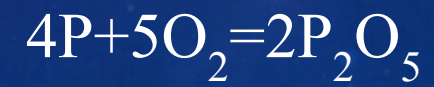
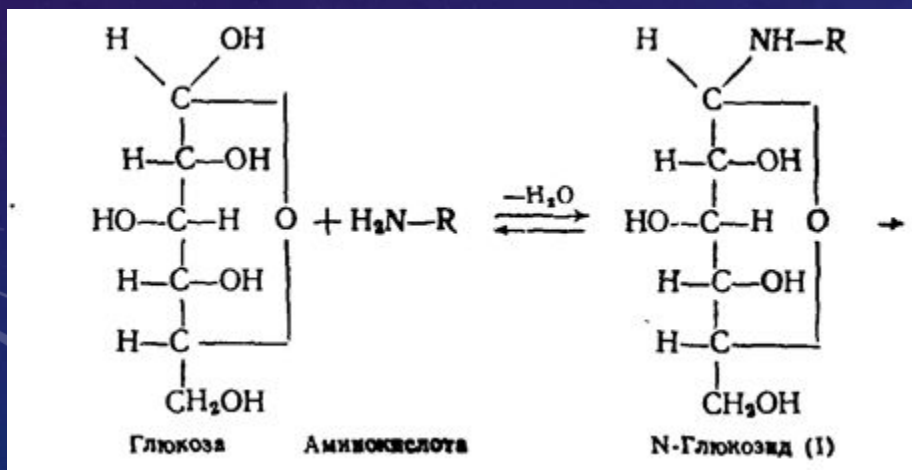


The background features a dark blue gradient with faint, light blue technical diagrams. On the left, a large circular scale is visible, with numerical markings from 140 to 260. Several circular diagrams with arrows indicate clockwise or counter-clockwise rotation. The overall aesthetic is scientific and technical.

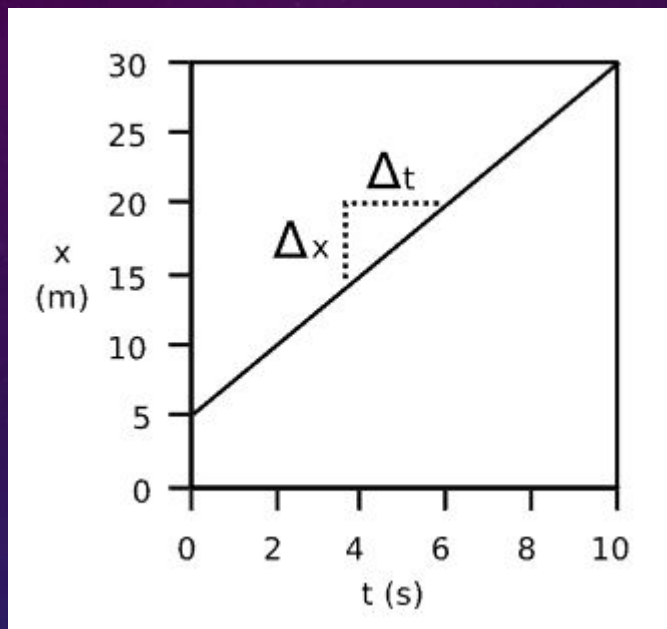
# ФИЗИКА ДЛЯ ХИМИКОВ

ДЕНЬ ТРЕТИЙ. МКТ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

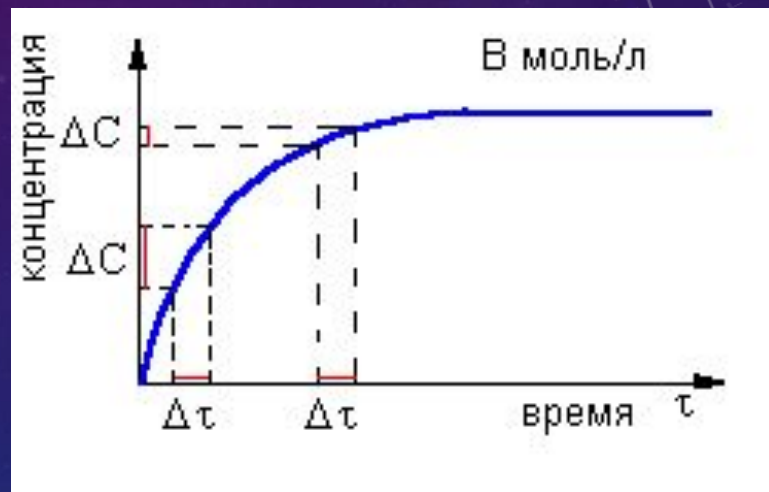
# СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ



# СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ

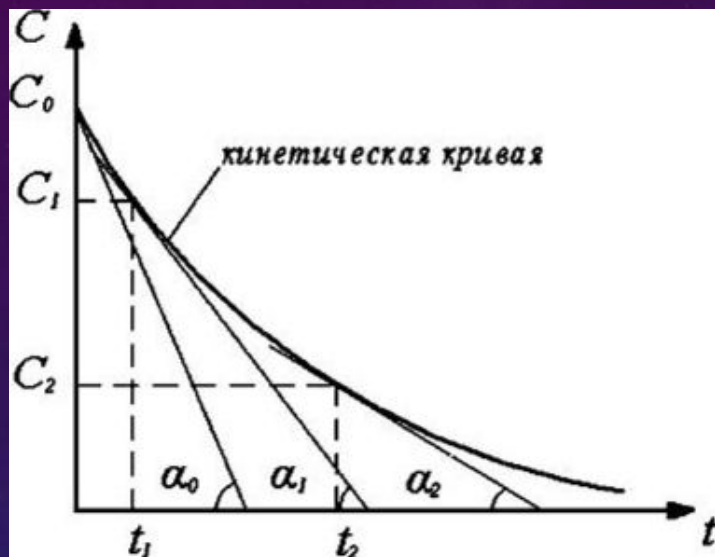


$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

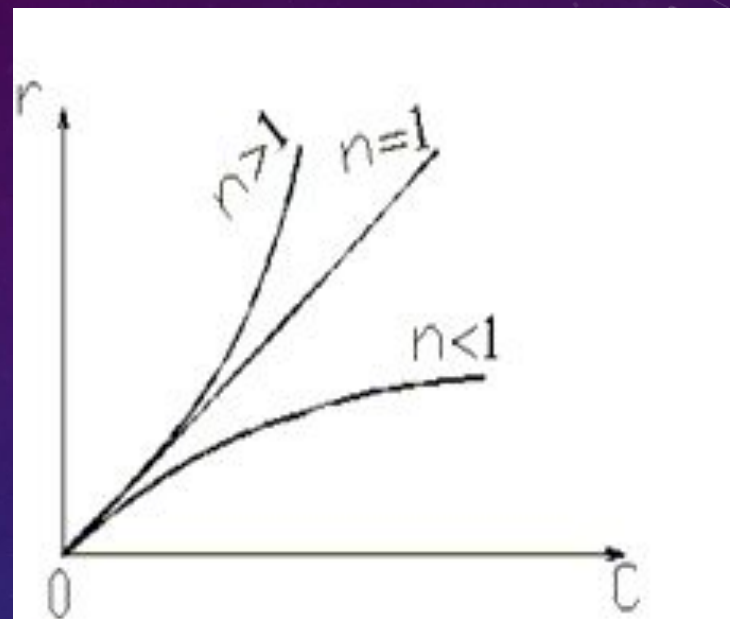


$$r = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

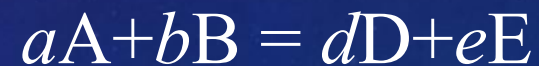
# СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ



$$r = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \operatorname{tg}(\alpha)$$

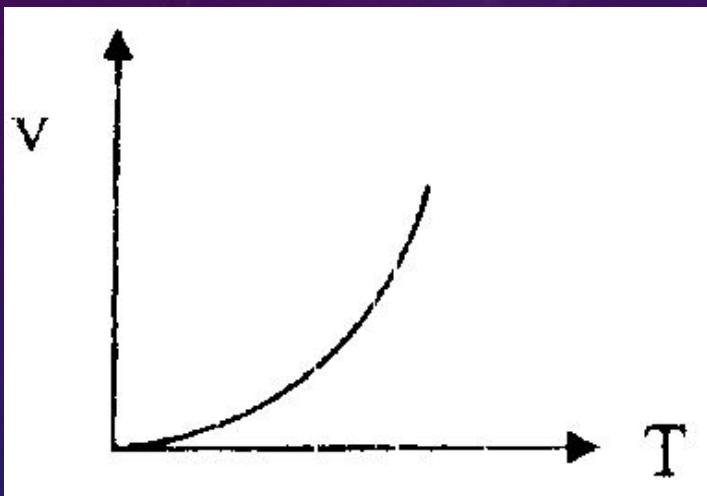


$$r = \frac{\Delta C}{\Delta t} = f(C)$$



$$r = kC_A^a C_B^b$$

# СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ



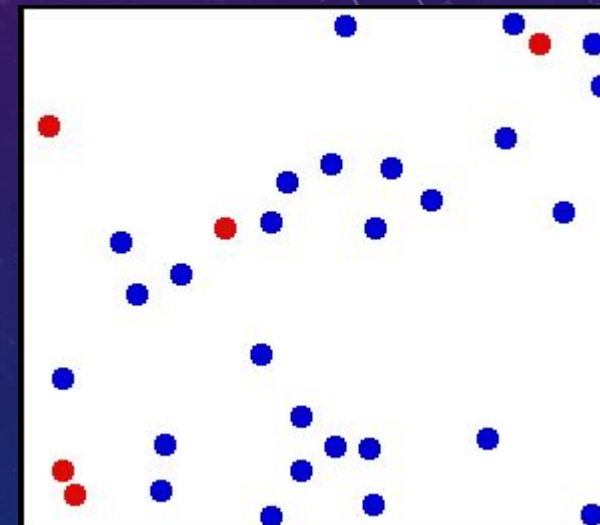
$$r = \frac{\Delta C}{\Delta t} = f(T)$$

$$r = kC_A^a C_B^b$$

$$k = A \exp\left(-\frac{B}{T}\right)$$

# МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

- 1) Вещество состоит из мелких частиц
- 2) Они находятся в хаотичном (тепловом движении)
- 3) Взаимодействуют друг с другом только путем абсолютно упругих взаимодействий



# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО СКОРОСТЯМ

Внутренняя энергия – только кинетическая:

$$\frac{mv_{cp}^2}{2} = \frac{3}{2}kT \rightarrow v_{cp}^2 = \frac{3kT}{m};$$

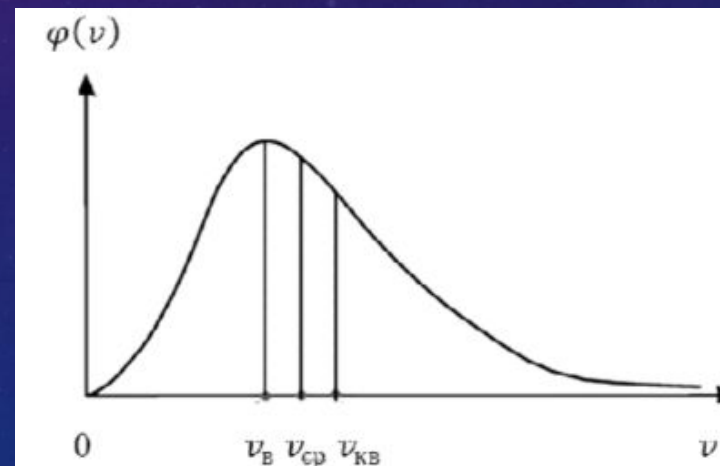
$$\bar{v} = \sqrt{v_{cp}^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Но молекулы дико штырит с разной скоростью...



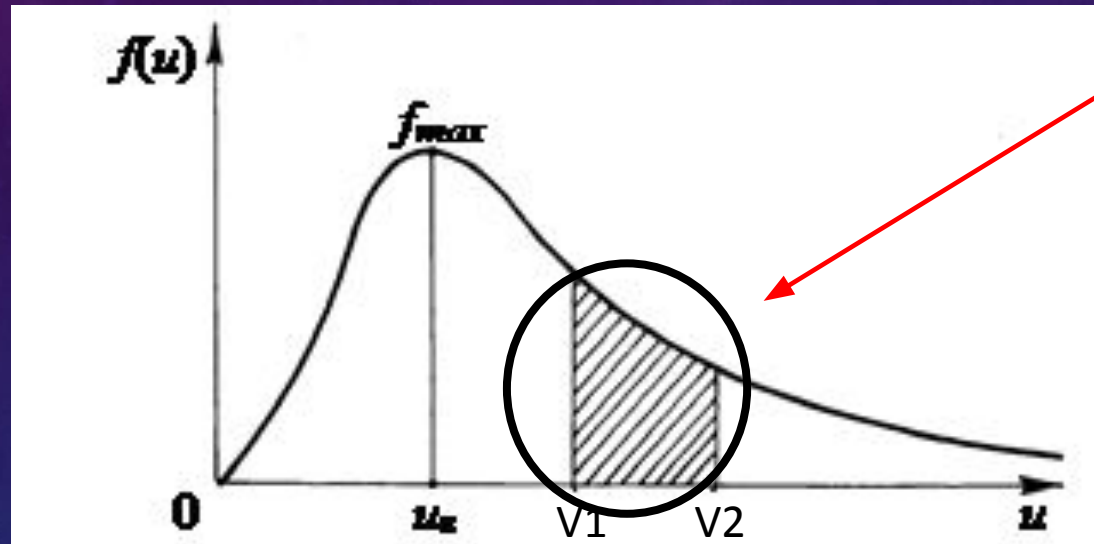
Они еще и  
колошматятся друг  
о друга...

Распределение по скоростям!



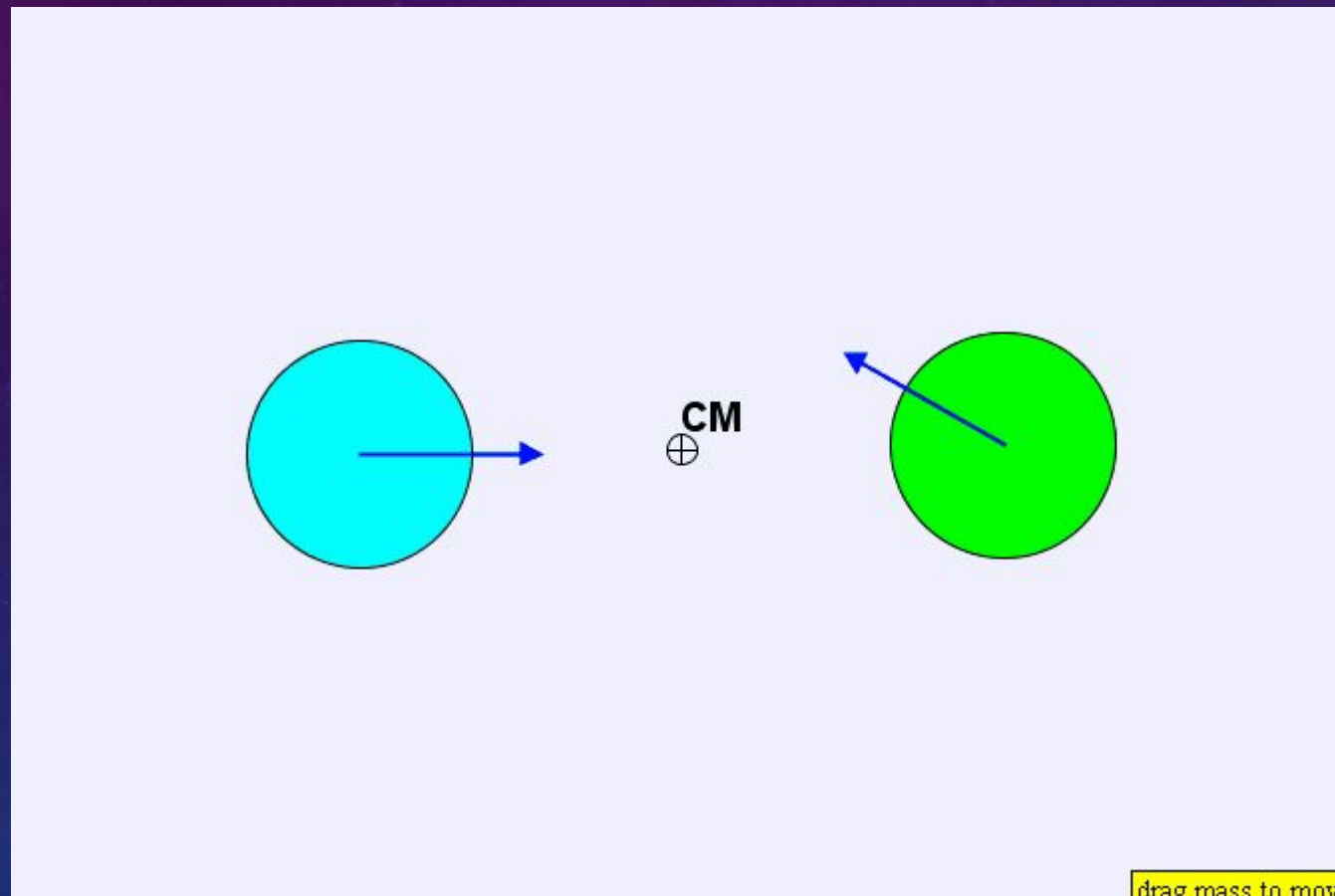
НУ НАПРИМЕР, СКОЛЬКО МОЛЕКУЛ  
ОБЛАДАЮТ СКОРОСТЬЮ ОТ  $v_1$  ДО  $v_2$ ?

Вот столько

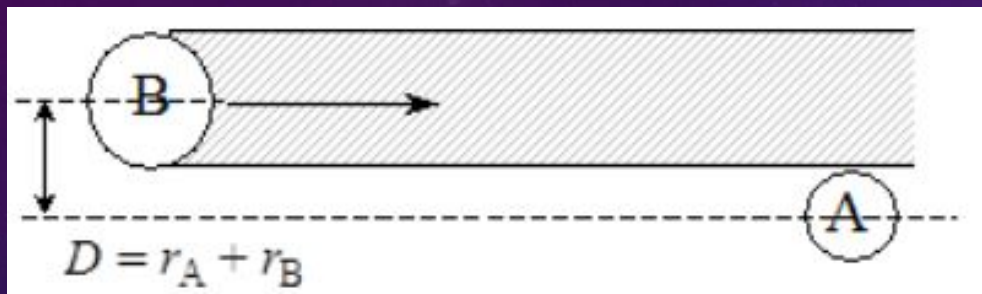




ПУСТЬ РЕАКЦИЯ ПРОТЕКАЕТ ВОТ ТАК



ВСЕ СТОЛКНОВЕНИЯ ПРИВОДЯТ К РЕАКЦИИ.  
ТОГДА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ – КОЛИЧЕСТВО  
СТОЛКНОВЕНИЙ!



$$Z = N_a \pi D^2 \sqrt{\frac{8kT}{\pi} \left( \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} C_A C_B$$

# ЧТО-ТО НЕ ТАК

Теория

$$Z = r = N_a \pi D^2 \sqrt{\frac{8kT}{\pi} \left( \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} C_A C_B$$

$$r \sim \sqrt{T}$$

Эксперимент

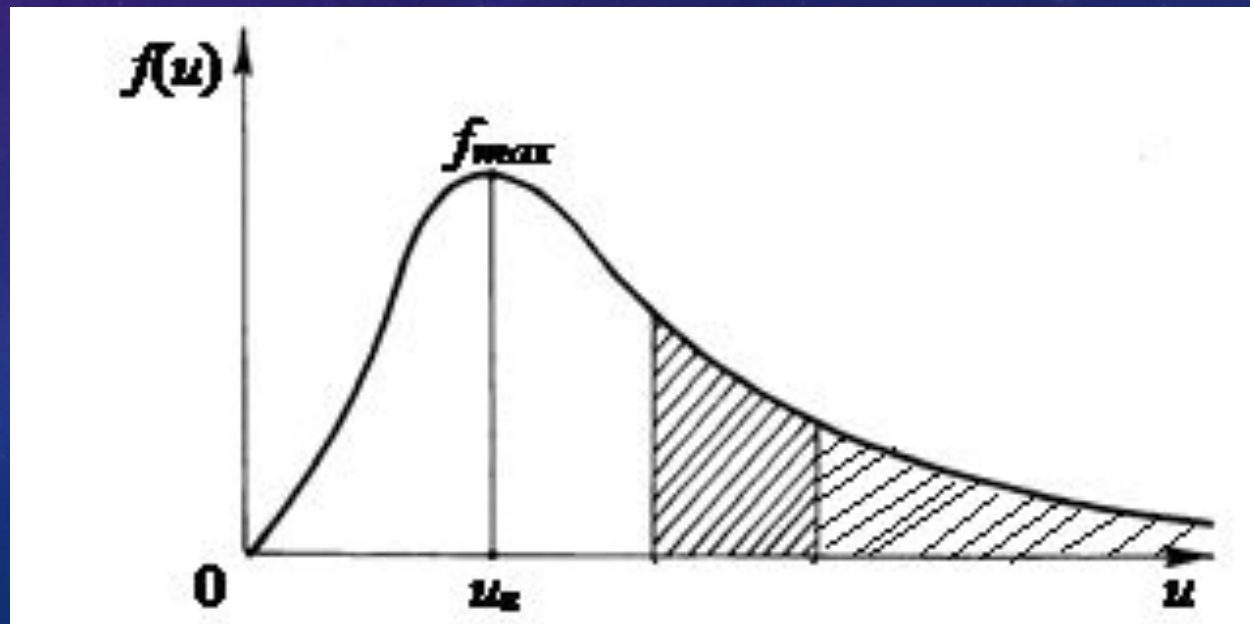
$$r = A \exp\left(-\frac{B}{T}\right) C_A C_B$$

$$r \sim \exp\left(-\frac{B}{T}\right)$$

# В РЕАКЦИЮ ВСТУПАЮТ НЕ ВСЕ МОЛЕКУЛЫ

Нужно, чтобы энергия была выше определенного значения  $E_a$ . Доля таких молекул:

$$\exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \Rightarrow B = \frac{E_a}{R}$$



# ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Тут я лучше нарисую на доске

Расчетные скорости отличаются от истинных, потому что модель не совсем точная. Вводится стерический фактор P:

$$r = PN_a\pi D^2 \sqrt{\frac{8kT}{\pi} \left( \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) C_A C_B$$

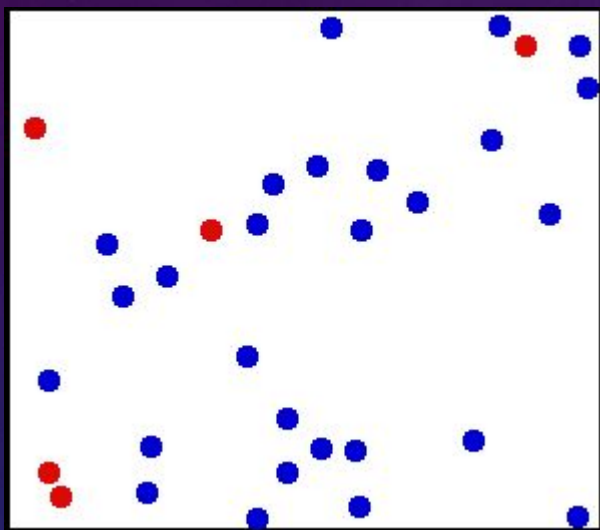
Сравним с экспериментом:  $r = A \exp\left(-\frac{B}{T}\right) C_A C_B$

Мы прекрасны!

$$A = PN_a\pi D^2 \sqrt{\frac{8kT}{\pi} \left( \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)}; B = \frac{E_a}{R}$$

# ДИФФУЗИЯ

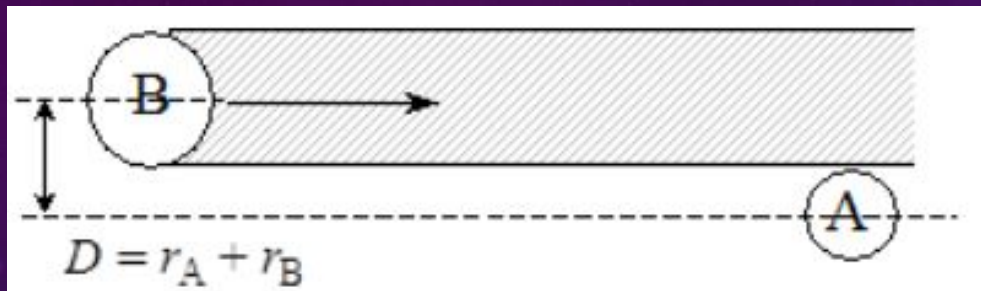
$$J = -D \frac{\Delta C}{\Delta r}$$



Направлен против изменения концентрации, происходит сам собой, медленно,  $D$  – важная штука

Состояние	$D, \text{м}^2/\text{с}$
Газообразное	$10^{-5}$
Жидкое	$10^{-9}$
Твердое	$<10^{-16}$

# СРАЗУ К ДЕЛУ. ПРОТЕКАЕТ РЕАКЦИЯ В РАСТВОРЕ



Но здесь они диффундируют!

Если реакция протекает намного быстрее, чем диффузия,

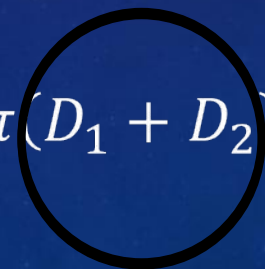
$$r = \frac{kC_A C_B}{1 + k/[4\pi(D_1 + D_2)(r_A + r_B)]}$$

$$k \gg 4\pi(D_1 + D_2)(r_A + r_B)$$

И тогда

$$r = [4\pi(D_1 + D_2)(r_A + r_B)]C_A C_B$$

Подумаем  
над ЭТИМ



## СУММИРУЕМ:

- 1) Знание МКТ позволяет предсказывать скорости реакций
- 2) Как в газовой фазе, так и в растворах. Диффузия играет существенную роль
- 3) Полученные значения занижены из-за неточности модели, но это нормально
- 4) Это позволяет избежать тонны утомительных экспериментов