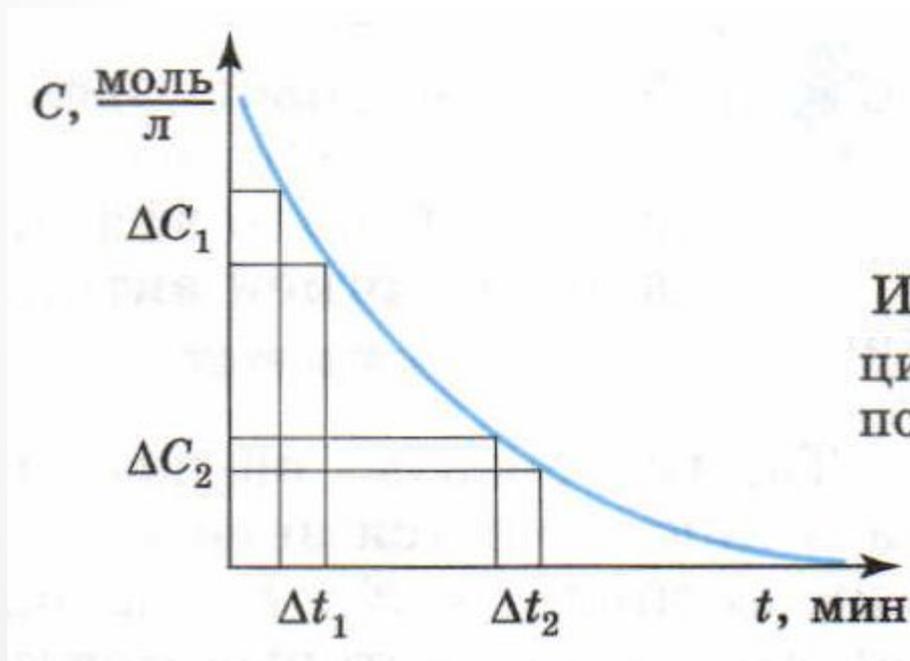


Тема урока:

Скорость химической реакции

Скорость химической реакции

- это изменение концентрации веществ в единицу времени



Изменение концентрации исходного вещества по мере протекания реакции

Если химические реакции происходят в однородной среде, например в растворе или в газовой фазе, то взаимодействие реагирующих веществ происходит во всем объеме. Такие реакции называют *гомогенными*.

Таким образом, скорость гомогенной реакции определяется как изменение концентрации одного из веществ в единицу времени:

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

если объем системы не меняется.

Если реакция идет между веществами, находящимися в разных агрегатных состояниях (например, между твердым веществом и газом или жидкостью) или между веществами, неспособными образовывать гомогенную среду (например, между несмешивающимися жидкостями), то она происходит только на поверхности соприкосновения веществ. Такие реакции называют *гетерогенными*.

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

$$v_{\text{гетерог}} = \pm \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S} \left[\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{с} \cdot \text{М}^2} \right],$$

где S — площадь поверхности соприкосновения веществ (м^2 , см^2).

1. Влияние природы

реагирующих веществ

- $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_{2(\text{г})}$
- $\text{Zn} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{H}_{2(\text{г})}$

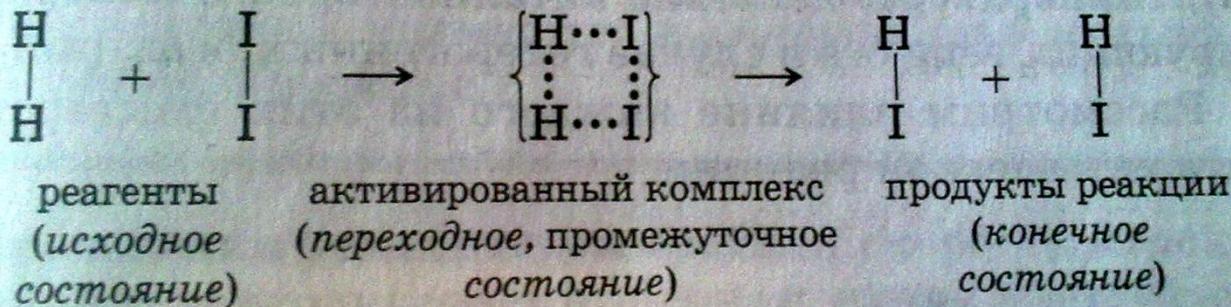
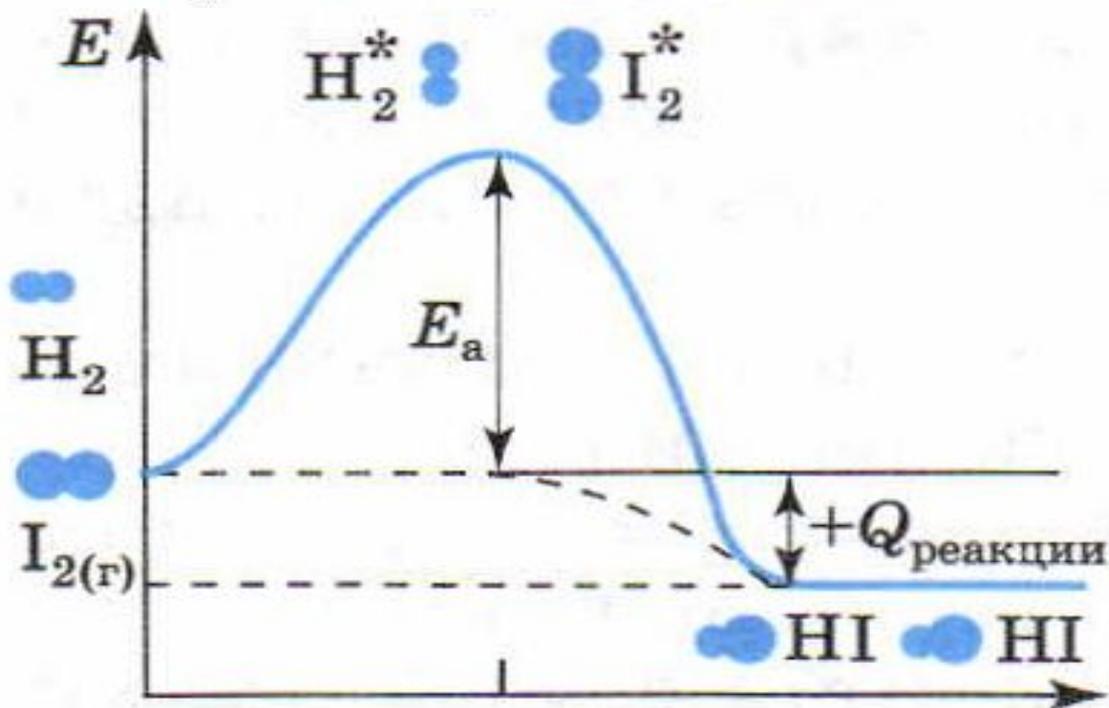
Природа веществ различна, потому что вещества различаются типом кристаллической решетки, типом связи, т. к. на разрыв связей и образование новых необходимо разное количество энергии и, соответственно, скорость будет разной.

Энергия активации. E_a

Минимальный избыток энергии, который должна иметь частица(или пара частиц), что бы произошло эффективное соударение, называют **энергией активации.**



$$E_a = 167,4 \text{ кДж/моль}.$$



2. Влияние концентрации



$$v = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$$

- ***Основной закон химической кинетики***
(Закон действующих масс):

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

3. Влияние температуры

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

- **Правило Я. Х. Вант-Гоффа:**

Повышение температуры на каждые 10 °С приводит к увеличению скорости реакции в 2-4 раза(эту величину называют *температурным коэффициентом* реакции).

Задача

Во сколько раз изменится скорость химической реакции $2A + 2B = C$, если температуру смеси увеличить на 30°C , температурный коэффициент равен 2.

Задача 2

- Атмосферные загрязнения постепенно уничтожают защитный озоновый слой Земли. Озоновому слою угрожают поступающие в атмосферу фторированные и хлорированные углеводороды - фреоны, например, CCl_3F , CCl_2F_2 , CClF_3 . Они химически стабильны в нижних слоях атмосферы, но в стратосфере под действием ультрафиолетового излучения Солнца разрушаются, выделяя атомный хлор, после чего начинают протекать реакции взаимодействия атомного хлора с озоном. Рассчитайте скорость такой реакции с образованием кислорода и монооксида хлора, если через 15 с после начала реакции молярная концентрация озона была 0,3 моль/л, а через 35 с (от начала реакции) стала равна 0,15 моль/л.

Решение

- Запишем уравнение реакции и условие задачи в формульном виде:
- $\cdot \text{Cl} + \text{O}_3 = \cdot \text{ClO} + \text{O}_2$
- $c_1(\text{O}_3) = 0,3$ моль/л; $t_1 = 15$ с; $c_2(\text{O}_3) = 0,15$ моль/л; $t_2 = 35$ с
- $\nu = ?$
- Скорость реакции определяется как изменение концентрации участвующего в ней вещества, отнесенной к промежутку времени, за который произошло это изменение, а именно:
- $\nu = \{c_1(\text{O}_3) - c_2(\text{O}_3)\} / (t_2 - t_1) = (0,30 - 0,15) : (35 - 15)$
[(моль/л):с] = 0,0075 моль/(л · с)
- Ответ. 0,0075 моль / (л · с).

Задача 3

- Диоксид серы - самый распространенный загрязнитель воздуха. Он опасен для здоровья людей, особенно тех, кто страдает заболеваниями дыхательных путей. Диоксид серы снижает продуктивность сельскохозяйственных культур, замедляет рост леса, пагубно действует на строительные материалы, содержащие карбонат кальция. В атмосфере диоксид серы окисляется до триоксида серы; при этом роль катализатора играет находящаяся в воздухе пыль оксидов металлов. Капли влаги превращают SO_3 в серную кислоту, которая вместе с атмосферными осадками выпадает в виде "кислотных дождей". Рассчитайте значение константы скорости реакции диоксида серы с атомным кислородом, если при концентрациях SO_2 и $[\text{O}]$, равных соответственно 0,25 моль/л и 0,6 моль/л, скорость реакции равна 0,003 моль / (л · с).

Решение:

- Запишем уравнение реакции и условие задачи в формульном виде:
- $\cdot \text{O} + \text{SO}_2 = \text{SO}_3$
- $c(\text{SO}_2) = 0,25$ моль/л; $c(\text{O}) = 0,6$ моль/л; $\nu = 0,003$ моль / (л · с)
- $k = ?$
- Скорость реакции определяется как произведение константы скорости и концентраций реагентов в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции:
- $\nu = k \cdot c(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O})$. Отсюда: $k = \nu / \{c(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O})\} =$
- $= 0,003 / (0,25 \cdot 0,6)$ [л / (моль · с)] = $0,02$ л / (моль · с)
- **Ответ.** Константа скорости реакции равна $0,02$ л / (моль · с)

Задача 4

- Важнейшие источники восполнения запаса кислорода в атмосфере - это диоксид углерода и вода. Часть кислорода образуется в стратосфере в результате диссоциации газообразной воды под действием солнечного излучения, когда сначала из воды получают атомный водород и гидроксильные радикалы ($\cdot\text{OH}$), а затем при взаимодействии двух гидроксильных радикалов образуются атомный водород и молекулярный кислород. В сколько раз увеличится скорость второй реакции, если концентрация гидроксильных радикалов возрастет в 3 раза?

Решение:

- Запишем уравнение реакции и условие задачи в формульном виде:
- $2 (\cdot \text{OH}) = 2 (\cdot \text{H}) + \text{O}_2$
- $c_2(\text{OH}) = 3 c_1(\text{OH});$
- $v_2 : v_1 = ?$
- Скорость реакции определяется как произведение константы скорости и концентраций реагентов в квадрате (соответственно стехиометрическому коэффициенту при $\cdot \text{OH}$). Отношение скоростей реакции в первом и втором случае:
- $v_2 : v_1 = \{k \cdot c_2^2(\text{OH})\} / \{k \cdot c_1^2(\text{OH})\} = 32 \cdot c_1^2(\text{OH}) : c_1^2(\text{OH}) = 9 : 1$
- Ответ. При увеличении концентрации реагента в 3 раза скорость реакции возросла в 9 раз.

Задача 5

- Температурный коэффициент некоторой химической реакции равен 4. Как изменится **скорость этой химической реакции при нагревании** реакционной смеси от 20 до 50 градусов?