

ЗАНЯТИЕ 38

Тема: Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций.

Химическая реакция - это превращение одних веществ в другие.

К какому бы типу ни относились химические реакции, они осуществляются с различной скоростью. Например, геохимические превращения в недрах Земли (образование кристаллогидратов, гидролиз солей, синтез или разложение минералов) протекают тысячи, миллионы лет. А такие реакции, как горение пороха, водорода, селитр, бертолетовой соли происходят в течение долей секунд.

Под скоростью химической реакции понимается изменение количеств реагирующих веществ (или продуктов реакции) в единицу времени. Чаще всего используется понятие *средней скорости реакции* (Δc_p) в интервале времени.

$$v_{cp} = \pm \Delta C / \Delta t$$

Для продуктов $\Delta C > 0$, для исходных веществ $-\Delta C < 0$. Наиболее употребляемая единица измерения - моль на литр в секунду (моль/л*с).

Скорость химической реакции в гомогенной среде - это величина, показывающая, как изменяются концентрации исходных веществ или продуктов реакции за единицу времени.

Для оценки скорости необходимо изменение концентрации одного из веществ.

Наибольший интерес представляют реакции, протекающие в однородной (гомогенной) среде.

Гомогенные системы (однородные) – газ/газ, жидкость/жидкость – реакции идут во всём объёме.

Скорость химической реакции в гетерогенной среде определяется числом молей веществ, вступивших или образующихся в результате реакции в единицу времени на единице поверхности.

Факторы, влияющие на скорость химической реакции

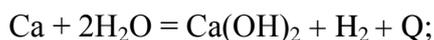
Скорость каждой химической реакции зависит от многих **факторов**:

- 1) от природы реагирующих веществ,
- 2) концентрации реагирующих веществ,
- 3) изменении температуры реакции,
- 4) степени измельчённости реагирующих веществ или площади соприкосновения веществ,
- 5) изменении давления,
- 6) введения в среду реакции катализатора.

1) Природа реагирующих веществ существенно влияет на скорость химической реакции. В качестве примера рассмотрим взаимодействие некоторых металлов с постоянным компонентом - водой. Определим металлы: Na, Ca, Al, Au. Натрий реагирует с водой при обычной температуре очень бурно, с выделением большого количества теплоты.



Менее энергично при обычной температуре реагирует с водой кальций:



Алюминий реагирует с водой уже при повышенной температуре:



А золото - один из неактивных металлов, с водой ни при обычной, ни при повышенной температуре не реагирует.

Пример: Влияние природы реагирующих веществ на скорость химических реакций

Проведем в одинаковых условиях реакции с цинком двух разных кислот. В сосуды наливаем растворы уксусной и серной кислот одинаковой концентрации. В сосуды помещаем по две одинаковые гранулы цинка. Приливаем кислоты к цинку. Газ интенсивнее выделяется в сосуде с серной кислотой, здесь

реакция идет значительно быстрее. Серная кислота – более сильная кислота по сравнению с уксусной. Мы убедились в том, что природа вещества влияет на скорость химической реакции.



2) Скорость химической реакции находится в прямой зависимости от **концентрации реагирующих веществ**. Так, для реакции:



$$v = k \cdot [\text{C}_2\text{H}_4] \cdot [\text{O}_2]^3;$$

Где k - константа скорости химической реакции, численно равная скорости данной реакции при условии, что концентрации реагирующих компонентов равны 1 г/моль; величины $[\text{C}_2\text{H}_4]$ и $[\text{O}_2]^3$ соответствуют концентрациям реагирующих веществ, возведенные в степень их стехиометрических коэффициентов. Чем больше концентрация $[\text{C}_2\text{H}_4]$ или $[\text{O}_2]$, тем больше в единицу времени соударений молекул данных веществ, следовательно больше скорость химической реакции.

Пример: Скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ.

Проведем в одинаковых условиях реакции цинка с растворами серной кислоты различной концентрации. Скорость реакции определим по скорости выделения водорода. В сосуде, где концентрация кислоты более высокая, скорость выделения водорода выше. Мы увидели, что концентрация реагирующих веществ влияет на скорость химической реакции.

3) Скорости химических реакций, как правило, находятся также в прямой зависимости **от температуры реакции**. Естественно, при увеличении температуры кинетическая энергия молекул возрастает, что так же приводит к большим столкновениям молекул в единицу времени. Многочисленные опыты показали, что при изменении температуры на каждые 10 градусов скорость реакции изменяется в 2-4 раза (правило Вант-Гоффа):

$$V_{T_2} = V_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

где V_{T_2} - скорость химической реакции при T_2 ; V_{T_1} - скорость химической реакции при T_1 ; γ - температурный коэффициент скорости реакции.

Пример:

Как влияет температура на скорость химической реакции? Проведем две одинаковые реакции цинка с серной кислотой. Единственное отличие – в одном из сосудов раствор серной кислоты комнатной температуры, а в другом – подогретый раствор кислоты.



После начала реакций видно, что более интенсивное выделение водорода происходит в приборе с подогретой серной кислотой. Мы убедились в том, что температура влияет на скорость химической реакции.

4) Влияние **степени измельченности веществ** на скорость реакции так же находится в прямой зависимости. Чем в более мелком состоянии находятся частицы реагирующих веществ, тем в большей степени они соприкасаются друг с другом в единицу времени тем больше скорость химической реакции. Поэтому, как правило, реакции между газообразными веществами или растворами протекают быстрее, чем в твердом состоянии.

Пример: Влияние площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химических реакций

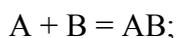
Если в реакции кроме жидкости (или газа) участвуют твердые вещества, площадь их поверхности влияет на скорость реакции. Чем больше поверхность твердых тел, тем больше и поверхность соприкосновения реагирующих веществ, и выше скорость реакции. Расплющим гранулы цинка – площадь их поверхности увеличится. Проведем в одинаковых условиях две одинаковые реакции цинка с раствором серной кислоты. Отличаться реакции будут только величиной поверхности гранул цинка: в одной из пробирок - плоские гранулы цинка с большой поверхностью, в другой – обычные. После начала реакции становится заметно, что в сосуде с плоскими гранулами водорода выделяется больше, то есть реакция идет быстрее. Вещество, превращенное в пыль, имеет очень большую площадь, поэтому сахарная пудра, попавшая в воздух, (пыль сахарной пудры) взрывоопасна. При поджигании такой смеси происходит взрыв, так как реакция протекает мгновенно. Поэтому на мукомольных,

каменноугольных и других предприятиях, где образуется пыль твердых горючих веществ, категорически запрещено пользоваться открытым огнем.



5) **Изменение давления** оказывает влияние на скорость реакции между веществами, находящимися в газообразном состоянии. Находясь в замкнутом объеме при постоянной температуре реакция протекает со скоростью V_1 . Если в данной системе мы повысим давление (следовательно, уменьшим объем), концентрации реагирующих веществ возрастут, увеличится соударение их молекул в единицу времени, скорость реакции повысится до V_2 ($v_2 > v_1$).

6) **Катализаторы** - это вещества, изменяющие скорость химической реакции, но остающиеся неизменными после того, как химическая реакция заканчивается. Влияние катализаторов на скорость реакции называется катализом, Катализаторы могут как ускорять химико-динамический процесс, так и замедлять его. Когда взаимодействующие вещества и катализатор находятся в одном агрегатном состоянии, то говорят о гомогенном катализе, а при гетерогенном катализе реагирующие вещества и катализатор находятся в разных агрегатных состояниях. Катализатор с реагентами образует промежуточный комплекс. Например, для реакции:



Катализатор (К) образует комплекс с А или В - АК, ВК, который высвобождает К при взаимодействии со свободной частицей А или В:



Пример: Влияние катализаторов на скорость химических реакций

Существенно ускорять химические реакции могут некоторые вещества - катализаторы.

Катализаторы остаются неизменными после окончания реакции. Пероксид водорода медленно разлагается на кислород и воду. По объему выделившегося кислорода можно судить о скорости процесса. Диоксид марганца значительно ускоряет реакцию, кислорода выделяется значительно больше. Значит диоксид марганца – катализатор реакции разложения пероксида водорода.



Задания для самостоятельного выполнения:

1. Выучите основные понятия и термины по теме.
2. Напишите конспект по теме.
3. Выполните тестовые задания для закрепления

1. Установите соответствие между термином и определением

1. Катализатор	А) показывает изменение количества вещества в единицу времени, в единице объёма
2. Скорость реакции в гетерогенной системе	Б) показывает изменение количества вещества в единицу времени, на единице поверхности раздела фаз.
3. Скорость реакции в гомогенной системе	В) вещество, увеличивающее скорость реакции, но само в реакции не участвует.
4. Ингибитор	Г) вещество, замедляющее скорость реакции.

2. Максимальная скорость взаимодействия соляной кислоты со следующим металлом:

- А) натрием;
- Б) медью;
- В) железом;
- Г) ртутью

3. С наименьшей скоростью протекает реакция между:

- А) железным гвоздем и 4% раствором CuSO_4 ;
- Б) железной стружкой и 4% раствором CuSO_4 ;
- В) железным гвоздем и 10% раствором CuSO_4 ;
- Г) железной стружкой и 10% раствором CuSO_4

4. Скорость химической реакции между металлом и серой не зависит от:

- А) температуры; Б) площади поверхности соприкосновения веществ;
- В) давления; Г) природы металла.

5. Скорость химической реакции между медью и азотной кислотой зависит от:

- А) массы меди;
- Б) объема кислоты;
- В) концентрации кислоты;
- Г) объема колбы.

6. Взаимодействие какой пары веществ будет протекать с большей скоростью, если известно, что концентрация растворов кислот во всех случаях одинакова?

- А) Pb and HCl;
- Б) Fe and HCl;
- В) Zn and HCl;
- Г) Mg and HCl.

Форма контроля самостоятельной работы:

- устный опрос;
- проверка рабочих тетрадей.
- Проверка тестовых заданий.