

2. Влияние факторов на скорость химической реакции

	<p>Скорость любой химической реакции зависит от следующих факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) природа реагирующих веществ 2) концентрация реагирующих веществ 3) давление 4) температура 5) присутствие катализаторов 6) внешнее воздействие (излучение, пластическая деформация и т.д.) <p>Скорость гетерогенных реакций зависит также от:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) величины поверхности раздела фаз (с увеличением поверхности раздела фаз скорость увеличивается) 2) скорости подвода реагирующих веществ к поверхности раздела фаз и скорости отвода от неё продуктов реакции
<p>1. Природа реагирующих веществ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Вещества с ионными и ковалентными полярными связями в водных растворах взаимодействуют с большой скоростью, так как они образуют ионы, которые легко взаимодействуют друг с другом. Так при обычных условиях реакция между HCl и NaOH протекает мгновенно. 2) Вещества с неполярными или малополярными ковалентными связями взаимодействуют с различной скоростью в зависимости от их активности. Например <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="flex: 1;"> <p>в темноте со взрывом $H_2 + F_2 = 2HF$</p> <p>при освещении $H_2 + Cl_2 = 2HCl$</p> <p>медленно $H_2 + Br_2 = 2HBr$</p> <p>$H_2 + I_2 = 2HI$</p> </div> <div style="flex: 0.5; text-align: center; margin: 0 10px;"> \downarrow </div> <div style="flex: 1;"> <p>скорость реакции уменьшается, т.к. активность галогенов уменьшается</p> </div> </div>
<p>2. Концентрация реагирующих веществ</p>	<p>При увеличении концентрации реагирующих веществ скорость реакции увеличивается, так как при увеличении количества вещества в единице объёма увеличивается число столкновений между частицами реагирующих веществ.</p> <p>Количественно зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ выражается законом действующих масс (Гульдберг и Ваге, Норвегия, 1867) или основной закон химической кинетики:</p> <p style="text-align: center;"><i>скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведённых в степень их стехиометрических коэффициентов.</i></p>

	<p>Для реакции, протекающей по уравнению:</p> $aA + bB = cC + dD$ <p>этот закон в общем виде будет записан:</p> $V = k C_A^a C_B^b \quad \text{или} \quad V = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b,$ <p>где C_A, C_B или $[A]$, $[B]$ – концентрации веществ А и В в моль/л;</p> <p>k – константа скорости реакции;</p> <p>a, b – стехиометрические коэффициенты</p>
Константа скорости реакции	<p>k – величина постоянная для каждой реакции при данной температуре. Она зависит от природы реагирующих веществ и температуры, но не зависит от концентрации. Константа скорости численно равна скорости реакции при концентрациях реагирующих веществ, равных 1 моль/л, т.е. $V = k$.</p> <p>Основной закон химической кинетики не учитывает вещества, находящиеся в твёрдом состоянии, так как их концентрация постоянна и они реагируют лишь на поверхности, которая остаётся неизменной:</p> $\begin{array}{ccc} C + O_2 = CO_2 \\ \text{тв.} & \text{газ} & \end{array}$ $V = k [O_2]^2$
3. Давление	<p>Для газообразных веществ – при увеличении давления их объём пропорционально уменьшается, а концентрация пропорционально увеличивается, следовательно и скорость реакции будет увеличиваться</p>
4. Влияние температуры	<p>При увеличении температуры скорость большинства реакций повышается. Зависимость скорости реакции от температуры определяется правилом Вант-Гоффа:</p> <p><i>При повышении температуры на каждые 10° скорость большинства реакций увеличивается в 2-4 раза</i></p> <p>Математически эта зависимость выражается соотношением:</p> $V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$ <p>где V_{t_1} и V_{t_2} – скорости реакций при начальной t_1 и конечной t_2 температурах;</p> <p>γ – температурный коэффициент показывает во сколько раз увеличится скорость реакции с повышением температуры реагирующих веществ на 10°.</p> <p>Задача. <i>Определить, во сколько раз увеличится скорость реакции, если температуру повысить от 20° до 60° С; температурный коэффициент равен 2.</i></p>

	<p>Решение.</p> $V_{t_2} / V_{t_1} = \gamma^{(t_2-t_1)/10} \quad V_{t_1} = \gamma^{(t_2-t_1)/10} = 2^{(60-20)/10} = 2^4 = 16 \text{ раз}$
<p>Уравнение Аррениуса (1889г.)</p>	<p>Зависимость скорости реакции от температуры более точно выражается уравнением Аррениуса</p> $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}, \text{ где}$ <p>k – константа скорости A – постоянная, не зависящая от температуры e – основание натурального логарифма (2,71828) E_a – энергия активации R – газовая постоянная T – абсолютная температура</p>
<p>Теория активации</p>	<p>Сильное увеличение скорости реакции с возрастанием температуры объясняет теория активации. Согласно данной теории в химическое взаимодействие вступают только <i>активные молекулы</i>, обладающие энергией, достаточной для осуществления реакции (энергией активации)</p>
<p>Энергия активации, E_a (кДж/моль)</p>	<p>это избыточная энергия по сравнению со средней энергией системы, которой достаточно для разрушения старых химических связей и образования новых.</p> <p>Чем меньше значение энергии активации, тем больше молекул являются активными. Т.о., скорость реакции зависит от числа активных молекул.</p> <p>Для активации часто применяют нагревание, облучение, катализаторы и т.д. В присутствии катализатора энергия активации уменьшается и скорость реакции увеличивается.</p>
<p>5. Катализаторы</p>	<p>это вещества, изменяющие скорость химических реакций, но сами при этом не расходуются.</p> <p>Изменение скорости реакции с помощью катализатора называется катализом. Реакции, которые протекают с участием катализаторов, называются каталитическими реакциями.</p> <p>Одни катализаторы сильно ускоряют реакцию – положительный катализ, другие – замедляют реакцию (ингибиторы) – отрицательный катализ.</p> <p>Различают гомогенный и гетерогенный катализ.</p>
<p>Гомогенный катализ</p>	<p>реагирующие вещества и катализатор образуют однородную, однофазную систему. Например, окисление сернистого газа в серный ангидрид осуществляется с участием катализатора NO:</p> $\underline{\text{NO}} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2; \text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \underline{\text{NO}}$ <p>В этом случае между катализатором и реагирующими веществами отсутствует поверхность раздела</p>

	<p>фаз.</p> <p>Механизм гомогенного катализа <i>объясняет теория промежуточных соединений</i> (Сабатье П., Зеленский Н.Д.):</p> <p>катализатор (К) сначала образует с одним из исходных веществ промежуточное соединение (АК), которое реагирует в другом исходным веществом с восстановлением катализатора</p> <p>Схематически: $A + B = AB$ медленно $A + K = AK$ быстро $AK + B = AB + K$ быстро</p>
<p>Гетерогенный катализ</p>	<p>реагирующие вещества и катализатор образуют систему из разных фаз. Между катализатором и реагирующими веществами существует поверхность раздела фаз. Обычно катализатор твёрдый, а реагирующие вещества – жидкости или газообразные.</p> <p>Например, взаимодействие газообразных веществ на поверхности твёрдого катализатора:</p> $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ <p>(катализатор – пористое железо)</p> <p>В гетерогенном катализе важнейшую роль играет адсорбция – концентрирование газообразных или растворённых веществ на поверхности других веществ (твёрдых или жидких). Вещества, на поверхности которых происходит адсорбция, называют адсорбентами. Адсорбируемые вещества называют адсорбтивами. Адсорбция является стадией гетерогенного катализа. Поверхность катализатора неоднородна. На ней имеются активные центры, на которых протекают каталитические реакции. При этом реагирующие вещества адсорбируются на этих центрах, в результате чего увеличивается концентрация их на поверхности катализатора, что приводит к ускорению реакции. Но главной причиной возрастания скорости реакции является сильное повышение химической активности адсорбированных молекул. Под действием катализатора у адсорбированных молекул ослабляются связи между атомами и они становятся более реакционноспособными.</p> <p>Т.о., как в гомогенном, так и в гетерогенном катализе действие положительных катализаторов сводится к уменьшению энергии активации реакции.</p>
<p>Биокатализаторы</p>	<p>это ферменты, которые ускоряют реакции в 10^{12}-10^{13} раз, по своей природе являются белками.</p>