
«Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химической реакции»

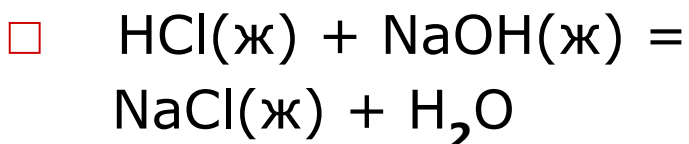
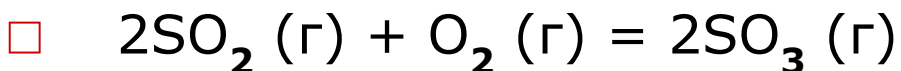
Скорость химических реакций -

Это изменение
концентрации одного из
реагирующих или
одного из продуктов
реакции в единицу
времени.

Химические реакции

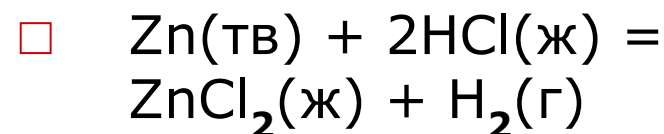
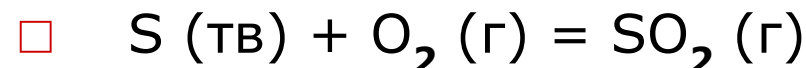
☐ Гомогенные -

реагирующие вещества и продукты реакции находятся в одной фазе



☐ Гетерогенные –

реагирующие вещества и продукты реакции находятся в разных фазах



Скорость реакции определяется изменением количества вещества в единицу времени.

В единице V (для гомогенной)	На единице поверхности соприкосновения веществ S (для гетерогенной)
$v_{\text{гомоген}} = \pm \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t} \left[\frac{\text{моль}}{\text{с} \cdot \text{л}} \right]$	$v_{\text{гетероген}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S} \left[\frac{\text{моль}}{\text{мин} \cdot \text{см}^2} \right]$
$\frac{\Delta n}{V} = \Delta C$ - изменение молярной концентрации	Δn - изменение количества вещества (моль); Δt - интервал времени (с, мин)

Задача на применение знаний по «Скорости химических реакций»

- Химическая реакция протекает в растворе, согласно уравнению: $A + B = C$. Исходные концентрации: вещества А – 0,80 моль/л, вещества В – 1,00 моль/л. Через 20 минут концентрация вещества А снизилась до 0,74 моль/л. Определите:
- а) среднюю скорость реакции за этот промежуток времени;
 - б) концентрацию вещества В через 20 мин.
-

Самопроверка.

Дано:

$C(A)_1 = 0,80$
моль/л

$C(B)_1 = 1,00$
моль/л

$C(A)_2 = 0,74$
моль/л

$\Delta t = 20$ мин

Найти.

а) $v_{\text{гомоген}} = ?$

б) $C(B)_2 = ?$

Решение:

а) определение средней скорости реакции в растворе производится по формуле:

$$v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0,80 - 0,74}{20} = \frac{0,06}{20} = 0,003 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}.$$

б) определение количеств реагирующих веществ:

	A	+	B	=	C
По уравнению	1 моль		1 моль		
По условию	0,06 моль		0,06 моль		
	Количества				
	прореагировавших веществ.				

Следовательно, $C(B)_2 = C(B)_1 - \Delta C =$
 $1,00 - 0,06 = 0,94$ моль/л

Ответ: $v_{\text{гомоген.}} = 0,003$ моль/л $C(B)_2 = 0,94$
моль/л

Задача на применение знаний по «Скорости химических реакций»

- В некоторый момент времени концентрация хлора Cl_2 в сосуде, в котором протекала реакция $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$, была равна 0,06 моль/л. Через 5 сек концентрация хлора составила 0,02 моль/л. Чему равна средняя скорость данной реакции в указанный промежуток времени.
-

Самопроверка.

Дано:

$C(\text{Cl}_2)_1 = 0,06$
моль/л

$C(\text{Cl}_2)_2 = 0,02$
моль/л

$\Delta t = 5$ сек

Найти.

$v_{\text{гомоген}} = ?$

Решение:

определение средней скорости реакции в растворе производится по формуле:

$$v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0,06 - 0,02}{5} = \frac{0,04}{5} = 0,008 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{сек}}.$$

Ответ: $v_{\text{гомоген.}} = 0,008$ моль/л

Факторы, влияющие на скорость химической реакции

- ☐ природа реагирующих веществ;
 - ☐ температура;
 - ☐ концентрация реагирующих веществ;
 - ☐ действие катализаторов;
 - ☐ поверхность соприкосновения реагирующих веществ (в гетерогенных реакциях).
-

Теория столкновений.

Основная идея её такова: реакции происходят при столкновении частиц реагентов, которые обладают определённой энергией.

Выводы:

- Чем больше частиц реагентов, чем ближе они друг к другу, тем больше шансов у них столкнуться и прореагировать.
- К реакции приводят лишь *эффективные соударения*, т.е. такие при которых разрушаются или ослабляются «старые связи» и поэтому могут образоваться «новые». Но для этого частицы должны обладать достаточной энергией.

*Минимальный избыток энергии (над средней энергией частиц в системе), необходимый для эффективного соударения частиц в системе), необходимый для эффективного соударения частиц реагентов, называется **энергией активации E_a** .*

1. Природа реагирующих веществ.

- Под природой реагирующих веществ понимают их состав, строение, взаимное влияние атомов в неорганических и органических веществах.
 - Величина энергии активации веществ – это фактор, посредством которого сказывается влияние природы реагирующих веществ на скорость реакции.
-

Задание на применение знаний

- ☐ Объясните разную скорость взаимодействия цинка и магния с уксусной кислотой; цинка с соляной и уксусной кислотой.
 - ☐ Напишите соответствующие реакции.
-

2. Температура

- При увеличении температуры на каждые 10°C общее число столкновений увеличивается только на $\sim 1,6\%$, а скорость реакции увеличивается в 2-4 раза (на 100-300%).
- Число, показывающее, во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на 10°C , называют **температурным коэффициентом**.
- Правило Вант-Гоффа математически выражается следующей формулой:

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

где v_2 – скорость реакции при температуре t_2 ,
 v_1 – скорость реакции при температуре t_1 ,
 γ – температурный коэффициент.

Задача на применение знаний:

- Определите, как изменится скорость некоторой реакции:
 - а) при повышении температуры от 10° до 50° C;
 - б) при понижении температуры от 10° – 0° C.

Температурный коэффициент реакции равен 3.

Самопроверка

а) подставить данные задачи в формулу:

$$v_{\text{при } 50^{\circ} \text{C}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^{\frac{50^{\circ} \text{C} - 10^{\circ} \text{C}}{10}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^4;$$

$$v_{\text{при } 50^{\circ} \text{C}} = 81 \cdot v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}}.$$

скорость реакции увеличится в 81 раз.

б)

$$v_{\text{при } 0^{\circ} \text{C}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^{\frac{0^{\circ} - 10^{\circ}}{10}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^{-1} = \frac{v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}}}{3}.$$

Скорость реакции уменьшится в 3 раза.

3. Концентрации реагирующих веществ.

- На основе большого экспериментального материала в 1867 г. норвежские учёные К. Гульдберг, и П Вааге и независимо от них в 1865 г. русский учёный Н.И. Бекетов сформулировали основной закон химической кинетики, устанавливающий зависимость скорости реакции от концентраций реагирующих веществ:
скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях равных их коэффициентам в уравнении реакции.
Этот закон ещё называют законом действующих масс.
-

Математическое выражение закона действующих масс.

- По закону действующих масс скорость реакции, уравнение которой $A+B=C$ может быть вычислена по формуле:

$$v = k \cdot C_A \cdot C_B,$$

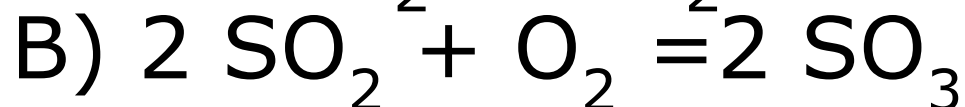
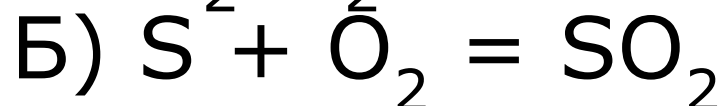
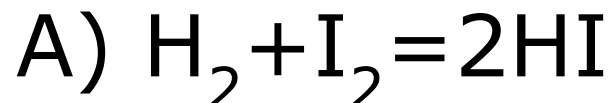
а скорость реакции, уравнение которой $A+2B=D$, может быть вычислена по формуле:

$$v = k \cdot C_A \cdot C_B^2.$$

В этих формулах: C_A и C_B – концентрации веществ А и В (моль/л), k – коэффициенты пропорциональности, называемые **константами скоростей реакции**. Эти формулы также называют **кинетическими уравнениями**.

Задача на применение знаний:

- ☐ Составьте кинетические уравнения для следующих реакций:



Задача на применение знаний:

- Как изменится скорость реакции, имеющей кинетическое уравнение $v = kC_A^2 C_B$, если:
- а) концентрацию вещества А увеличить в 3 раза
 - б) концентрацию веществ А и В увеличить в 2 раза
-

Самопроверка.

-
- *Решение.* Подставим соответствующие данные в кинетическое уравнение, сравним скорости реакций.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(3C_A)^2 C_B}{k(C_A)^2 C_B} = \frac{9kC_A^2 C_B}{kC_A^2 C_B} = 9 \Rightarrow$$

скорость реакции увеличится в 9 раз.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(2C_A)^2 (2C_B)}{kC_A^2 C_B} = \frac{8kC_A^2 C_B}{kC_A^2 C_B} = 8 \Rightarrow$$

4. Действие катализатора

Обсуждение вопросов:

- ☐ 1. Что такое катализатор и каталитические реакции?
 - ☐ 2. Приведите примеры известных вам каталитических реакций из органической и неорганической химии. Укажите названия веществ – катализаторов.
 - ☐ 3. Выскажите предположение о механизме действия катализаторов (на основе теории столкновений).
 - ☐ 4. Каково значение каталитических реакций?
-

5. Поверхность соприкосновения реагирующих веществ.

- Скорость реакции увеличивается благодаря:
 - увеличению площади поверхности соприкосновения реагентов (измельчение);
 - повышению реакционной способности частиц на поверхности образующихся при измельчении микрочастиц;
 - непрерывному подводу реагентов и хорошему отводу продуктов с поверхности, где идёт реакция.
- Фактор связан с гетерогенными реакциями, которые протекают на поверхности соприкосновения реагирующих веществ: газ - твердое вещество, газ - жидкость, жидкость - твердое вещество, жидкость - другая жидкость, твердое вещество - другое твердое вещество, при условии, что они не растворимы друг в друге.
- Приведите примеры гетерогенных реакций.

Домашнее задание

п. 15, упр. 11, с. 136



Спасибо за внимание!

