

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова  
Кафедра общей и экспериментальной физики

# ХИМИЯ

## *Методические указания для студентов-заочников*

### *Часть 2*

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов специальности Радиофизика и электроника  
и направления Телекоммуникации*

Ярославль 2005

УДК 537.0  
ББК 3 833  
Х 46

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2005 года*

Рецензент  
кафедра общей и экспериментальной физики  
Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

Составитель Р.Ф. Балабаева

**Химия:** Метод. указания для студентов-заочников. Ч. 2  
Х 46 / Сост. Р.Ф. Балабаева; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ,  
2005. – 43 с.

Данные методические указания являются второй частью методических указаний по химии для студентов-заочников физического факультета. В первой части указаний, вышедшей в 2004 году, приведена рабочая программа курса "Химия" и методические указания по следующим разделам: основные количественные законы химии, энергетика и направление химических процессов, химическое равновесие и правило фаз. Во второй части рассмотрены химическая кинетика и катализ, теория растворов и окислительно-восстановительных реакций. В каждом разделе также приводятся вопросы и задачи для самоконтроля.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 013800 Радиофизика и электроника и направлению 550400 Телекоммуникации (дисциплина "Химия", блок ЕН), заочной формы обучения.

УДК 537.0  
ББК 3 833

© Ярославский государственный университет, 2005

© Р.Ф. Балабаева, 2005

## II. Общие закономерности химических процессов

### 3. Химическая кинетика и катализ

Раздел химии, рассматривающий скорости и механизмы химических процессов, называется *химической кинетикой*. Понятие скорости относится одновременно и к процессу и к объекту и характеризуется изменением какой-либо характеристики объекта (положение или свойство) в единицу времени. Скорость химической реакции показывает число химических взаимодействий, приводящих к образованию продукта реакции, в единице объема или на единице поверхности за единицу времени. Измеряется скорость реакции изменением концентрации реагирующего вещества в единицу времени.

Пусть за промежуток времени от  $t_1$  до  $t_2$  концентрация некоторого реагирующего вещества уменьшилась с  $C_1$  до  $C_2$ . Скорость реакции в данный промежуток времени

$$\bar{V} = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}.$$

Поскольку концентрация реагирующего вещества уменьшается во времени,  $C_2 < C_1$  и  $(C_2 - C_1) < 0$ . Поскольку скорость не может быть отрицательной величиной, если ее определяют по расходу реагирующего вещества, перед отношением в правой части уравнения ставится знак минус; если же ее определяют по увеличению концентрации продукта реакции, то она положительна.

В общем случае

$$\bar{V} = \pm \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}.$$

Это выражение определяет среднюю скорость реакции  $\bar{V}$  в интервале времени  $t_2 - t_1$ . Средняя скорость реакции тем ближе к истинной, чем меньше промежуток времени  $t_2 - t_1$ . За бесконечно малый промежуток времени  $dt$  концентрация изменится на бесконечно малое значение  $dC$ , и истинная скорость  $V$  в момент времени  $t$  будет определяться соотношением:

$$V = \pm \frac{dC}{dt}.$$

В любой химической реакции реагенты расходуются, и поэтому скорость реакции уменьшается. Отсюда следует, что скорость реакции зависит от концентраций реагирующих веществ и ее следует относить к какому-то определенному моменту времени.

Рассмотрим реакцию



проходящую при постоянных температуре и объеме. Уравнение химической реакции, написанное в таком виде, означает, что 1 моль А, 1 моль В и 2 моль D, реагируя между собой, дают по 1 моль веществ F и L. Реакция между молекулами реагирующих веществ осуществляется только при соударении молекул. При увеличении концентраций реагирующих веществ число соударений должно возрасти, а скорость – увеличиться. Весь вопрос в том, как возрастает скорость при увеличении концентрации каждого из реагирующих веществ. Можно ли, зная вид стехиометрического уравнения реакции, судить о зависимости скорости от концентрации.

Оказывается, что вообще для большинства реакций стехиометрическое уравнение не может дать сведений о зависимости скорости реакции от концентрации. Даже утверждение, что с увеличением концентрации какого-либо реагирующего вещества скорость реакции возрастает, иногда оказывается неверным. Есть реакции, на скорость которых увеличение концентрации реагирующего вещества не оказывает влияния. Есть реакции, скорость которых возрастает при увеличении концентрации молекул веществ, не записываемых в уравнении реакции и, казалось бы, не участвующих в процессе (например, молекулы инертных газов). При одних условиях зависимость скорости от концентрации одна, а при других – другая. Для очень большого числа реакций зависимость скорости от концентраций реагирующих веществ определяется экспериментально.

Выведенное на основе экспериментальных данных уравнение математически выражает зависимость скорости от концентраций реагирующих веществ и показывает, что скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени некоторых чисел, определяемых опытным путем. Будем называть уравнения подобного типа, устанавливающие экспериментально определенную зависимость скорости от концентрации реагирующих веществ, *кинетическими уравнениями реакции*.