

Яковишин Л.А., Корж Е.Н.

## ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «ХИМИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ»

Даны методические рекомендации по организации преподавания темы «Химический эквивалент» в высшей школе. Рассмотрены особенности современной терминологии. Приведены материалы для использования в учебном процессе.

**Ключевые слова:** химический эквивалент, фактор эквивалентности, закон эквивалентов, методика обучения.

**Введение.** Закон эквивалентов И. Рихтера относится к важнейшим химическим законам [1]. Он явился первым законом стехиометрии – раздела химии о массовых и объемных отношениях между реагентами и продуктами реакций. Открытия И. Рихтера способствовали обоснованию химической атомистики и оказали существенное влияние на работы ряда ученых.

Понятие «химический эквивалент» является одним из ключевых в химии. Он используется в количественном анализе (кислотно-основное титрование и пр.), в электрохимии, расчетах концентраций растворов. Тем не менее, в некоторых учебниках, пособиях, методических указаниях (в том числе и современных) и Интернет-ресурсах до сих пор понятие эквивалента очень часто подменяется его молярной массой или количеством вещества. В результате этого в учебной литературе возникла неоднозначность и путаница, что осложняет восприятие студентами химической информации.

**Цель.** Рассмотреть особенности понятия «химический эквивалент» при изучении химии в высшей школе.

**Изложение основного материала.** При изучении данной темы обращаем внимание студентов на то, что эквивалент – это частица [2–5]. Приводим следующее определение. Эквивалент – это реальная или условная частица, которая в кислотно-основных реакциях присоединяет (или отдает) один ион  $H^+$  или  $OH^-$ , в окислительно-восстановительных реакциях принимает (или отдает) один электрон, реагирует с одним атомом водорода или с одним эквивалентом другого вещества. Далее рассматриваем понятие «эквивалент» на примерах взаимодействия кислоты с основанием.

На основе этих примеров вводим понятие «фактор эквивалентности» ( $f_{\text{Э}}$ ) и связываем его с составлением формулы эквивалента какой-либо частицы (фактор эквивалентности записываем перед формулой как коэффициент):

$$f_{\text{Э}} \text{ (формульная единица вещества)} \equiv \text{эквивалент.}$$

Формулы расчета фактора эквивалентности приводим в виде таблицы и рассматриваем соответствующие примеры (см. табл.1).

Таблица 1

Расчет фактора эквивалентности

Частица	Фактор эквивалентности	Примеры
Элемент	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{B(\text{Э})},$ где $B(\text{Э})$ – валентность элемента	$f_{\text{Э}}(\text{Cr})_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 1/3;$ $f_{\text{Э}}(\text{Cr})_{\text{H}_2\text{CrO}_4} = 1/6$

## Расчет фактора эквивалентности

<b>Простое вещество</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{n(\text{Э}) \cdot B(\text{Э})},$ <p>где <math>n(\text{Э})</math> – число атомов элемента (индекс в химической формуле), <math>B(\text{Э})</math> – валентность элемента</p>	$f_{\text{Э}}(\text{H}_2) = 1/(2 \cdot 1) = 1/2;$ $f_{\text{Э}}(\text{O}_2) = 1/(2 \cdot 2) = 1/4;$ $f_{\text{Э}}(\text{Cl}_2) = 1/(2 \cdot 1) = 1/2$
<b>Оксид</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{n(\text{Э}) \cdot B(\text{Э})},$ <p>где <math>n(\text{Э})</math> – число атомов элемента (индекс в химической формуле оксида), <math>B(\text{Э})</math> – валентность элемента</p>	$f_{\text{Э}}(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 1/(2 \cdot 3) = 1/6;$ $f_{\text{Э}}(\text{CrO}) = 1/(1 \cdot 2) = 1/2;$ $f_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{O}) = 1/(2 \cdot 1) = 1/2;$ $f_{\text{Э}}(\text{P}_2\text{O}_5) = 1/(2 \cdot 5) = 1/10$
<b>Кислота</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{n(\text{H}^+)},$ <p>где <math>n(\text{H}^+)</math> – число отданных в ходе реакции ионов водорода (основность кислоты)</p>	$f_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/1 = 1$ (основность равна 1) или $f_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2$ (основность равна 2)
<b>Основание</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{n(\text{OH}^-)},$ <p>где <math>n(\text{OH}^-)</math> – число отданных в ходе реакции гидроксид-ионов (кислотность основания)</p>	$f_{\text{Э}}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 1/1 = 1$ (кислотность равна 1) или $f_{\text{Э}}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 1/2$ (кислотность равна 2)
<b>Соль</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{n(\text{Me}) \cdot B(\text{Me})} = \frac{1}{n(\text{A}) \cdot B(\text{A})},$ <p>где <math>n(\text{Me})</math> – число атомов металла (индекс в химической формуле соли), <math>B(\text{Me})</math> – валентность металла; <math>n(\text{A})</math> – число кислотных остатков, <math>B(\text{A})</math> – валентность кислотного остатка</p>	$f_{\text{Э}}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 1/(2 \cdot 3) = 1/6$ (расчет по металлу) или $f_{\text{Э}}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 1/(3 \cdot 2) = 1/6$ (расчет по кислотному остатку)
<b>Частица в ОВР</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{n_{\bar{e}}},$ <p>где <math>n_{\bar{e}}</math> – число электронов, участвующих в процессе окисления или восстановления</p>	$\text{Fe}^{2+} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Fe}^0$ $f_{\text{Э}}(\text{Fe}^{2+}) = 1/2$
<b>Ион</b>	$f_{\text{Э}} = \frac{1}{ z },$ <p>где <math>z</math> – заряд иона</p>	$f_{\text{Э}}(\text{SO}_4^{2-}) = 1/2$

Эквивалент, как частица, может быть охарактеризован молярной массой, молярным объемом и количеством вещества. Записываем формулы для расчета молярной массы и молярного объема эквивалента через фактор эквивалентности.

Сообщаем студентам вариант современной формулировки закона эквивалентов: вещества реагируют и образуются согласно их эквивалентам. Обращаем внимание студентов на то, что все вещества в одном и том же уравнении реакции имеют одинаковое значение количества вещества эквивалента. На основе этого записываем формулу закона эквивалентов в следующем виде:

$$\nu_3(\text{реагента}_1) = \dots = \nu_3(\text{реагента}_n) = \nu_3(\text{продукта}_1) = \dots = \nu_3(\text{продукта}_n).$$

Пользуясь этим равенством, приводим следствие закона эквивалентов (массы (или объемы) реагирующих и образующихся веществ пропорциональны молярным массам (молярным объемам) их эквивалентов) и соответствующие формулы. Закрепляем полученные знания на

---

примерах определения эквивалента веществ в различных реакциях и решением расчетных задач.

Для организации свободного доступа к учебным материалам по теме «Химический эквивалент» нами подготовлена Интернет-страница в разделе «Справочник» на сайте «Севастопольский химический портал» [www.sev-chem.narod.ru](http://www.sev-chem.narod.ru) [5]. Страница включает не только изложение теоретического материала, но и содержит примеры решения типовых расчетных задач.

**Выводы.** Рассмотрена современная формулировка химического эквивалента. Приведены методические рекомендации по организации учебного процесса при изучении темы «Химический эквивалент» в курсе химии высшей школы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Угай Я.А. *Общая и неорганическая химия: Учеб. для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 527 с.*
2. Васильева С.И. Эквивалент и его применение для оптимизации химических расчетов // *Химия в шк.* – 2000. – № 7. – С. 38–42.
3. Любимова Н.Б. *Вопросы и задачи по общей и неорганической химии.* – М.: Высш. шк., 1990. – 351 с.
4. Романцева Л.М., Лецинская З.Л., Суханова В.А. *Сборник задач и упражнений по общей химии.* – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
5. Яковшин Л.А. Химический эквивалент. – Режим доступа: <http://www.sev-chem.narod.ru/spravochnik/teoriya/eq.htm>.

**Яковішин Л.О., Корж О.М.**

#### ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ХІМІЧНИЙ ЕКВІВАЛЕНТ»

Дані методичні рекомендації щодо організації викладання теми «Хімічний еквівалент» у вищій школі. Розглянуті особливості сучасної термінології. Приведені матеріали для використання в учбовому процесі.

**Ключові слова:** хімічний еквівалент, фактор еквівалентності, закон еквівалентів, методика навчання.

**Yakovishin L.A., Korzh E.N.**

#### FEATURES OF TEACHING OF THE SUBJECT "CHEMICAL EQUIVALENT"

Methodical recommendations for organization of teaching of the subject "Chemical equivalent" at the higher school are made. Features of modern terminology are considered. Materials for use in educational process are presented.

**Keywords:** chemical equivalent, equivalence factor, law of equivalents, training technique.