



УДК 75(04)

Б.В. Румянцев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет» (МПГУ), г. Москва, Российская Федерация

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССАМ

Составление уравнений окислительно-восстановительных процессов (ОВП) является неотъемлемой частью теоретического изучения окислительно-восстановительных процессов. При составлении ОВП возникает ряд задач, которые для своего решения требуют обоснования:

- выбор окислителя и восстановителя;
- характеристика окислителей и восстановителей как сильных, слабых и так далее;
- доказательство возможности протекания данного процесса;
- определение конечных форм продуктов реакции.

Как правило, эти задачи решались и решаются путём запоминания необходимых ответов. Для выполнения самостоятельной работы тем более необходим инструмент, с помощью которого учащийся мог бы не только решить необходимые задачи, но и осуществить проверку своего решения. Таким инструментом, на наш взгляд, являются различные справочники, в том числе и специализированный, составление которого было целью нашей работы. Описание составленного нами справочника представлено в данной статье.

Справочник представляет описание всех элементов, для которых указаны окислительно-восстановительные свойства. Все элементы описываются по одному плану. Элементы объединены в группы элементов в соответствии с Периодической системой.

Описание каждого элемента начинается с символа и названий, данных на русском, английском и латинском языках. Для каждого элемента указана относительная атомная масса, которая приводится в соответствии с Периодической системой элементов, опубликованной на официальном сайте ИЮПАК [1].

Электроотрицательность представлена в трёх видах: абсолютная, относительная. Данные взяты из книги Дж. Эмсли "Элементы" [2].

Для выбора соединения для составления уравнения ОВП предлагается таблица веществ, соответствующих элементу в различных состояниях окисления, как индивидуальных веществ, так и в растворах при различных значениях водородного показателя. Фрагмент такой таблицы представлен в табл. 1

Таблица 1 – Индивидуальные вещества и соединения элемента в растворе в различных степенях окисления

С.О.	Индивидуальные вещества	Состояние в растворе		
		pH = 0	pH = 7	pH = 14
0	Li — металл			
+1	Li ₂ O; Li ₂ O ₂ ; LiO ₂ ; LiO ₃ ; LiOH; соли Li ⁺ ; Li(H ₂ O) ₄ (aq); LiH	Li ⁺	Li ⁺	Li ⁺

Индивидуальные вещества взяты из литературы [1–6], соединения в растворах взяты из кн. М. Роегбаих [7].

Для решения задач составления уравнения ОВП мы предлагаем данные, представленные в виде трёх различных таблиц: стандартных электродных потенциалов, диаграмм Латимера и Фроста.

Таблицы стандартных электродных потенциалов содержат парциальные реакции восстановления и значения стандартных электродных потенциалов, определённых для среды pH = 0. Использование их для составления пары парциальных реакций окисления и восстановления в



различных средах требует модификации этих таблиц, как, например, представлено в таб. 2. Модификации заключаются в добавлении реакции окисления и разбивке парциальных реакций по водородному показателю. За основу были взяты таблицы из справочника [2].

Таблица 2 – Парциальные реакции в различных средах и стандартные электродные потенциалы

Реакция восстановления	E°, В	Реакция окисления	E°, В
<i>pH = 0</i>			
$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+2,65	$2\text{N}_3^- - 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{N}_2$	-3,4
$\text{N}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,766	$2\text{HN}_3 - 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{N}_2 + 2\text{H}^+$	-3,1
$2\text{NO} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,678	$2\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{H}^+ - 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$	-1,87
<i>pH = 7</i>			
$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{OH}^-$	+0,94	$\text{NO} + \text{H}_2\text{O} - \text{e}^- \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}^+$	+1,00
$\text{NO}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2^-$	+0,88	$\text{HNO}_2 - \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}^+$	+1,09
$2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,85	$\text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- \rightarrow 2\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+$	+1,116
<i>pH = 14</i>			
$\text{N}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{NH}_4\text{OH} + 6\text{OH}^-$	-0,74	$\text{NO} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,14
$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,86	$\text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^- - 8\text{e}^- \rightarrow \text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O}$	-0,12
$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^-$	-1,16	$\text{NO}_2^- + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+0,01

Значения стандартного электродного потенциала, представленные в этих таблицах, позволяют количественно оценить окислители и восстановители, сравнить их между собой, но не позволяют составить уравнение окислительно-восстановительного процесса в различных средах. Для этого удобно использовать диаграммы Латимера.

Диаграммы Латимера представляют последовательность форм соединений элемента в различных степенях окисления и средах различной кислотности (рис. 1). Так же на диаграммах Латимера указываются значения электродных потенциалом для конкретной среды, что и позволяет составить уравнение ОВР и обосновать возможность её протекания в данной среде. В то же время по диаграммам Латимера труднее составлять парциальные реакции.

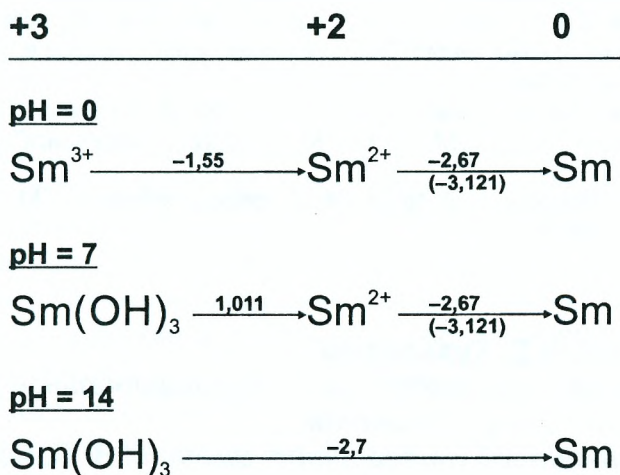


Рисунок 1 – Диаграммы Латимера для самария

Диаграммы Латимера для pH = 0; 14 составлены по данным [4-6], для pH = 7 все потенциалы вычислены в программе Excel 2010 по уравнению Нернста, в предположении, что активности ионов везде равны 1. Формы соединений для pH = 7 определены по диаграммам Пурбе [7].

Определить продукты реакции удобнее всего по диаграмме Фроста, на которой очевидно, какое соединение будет более устойчивым в данной среде (рис. 2).

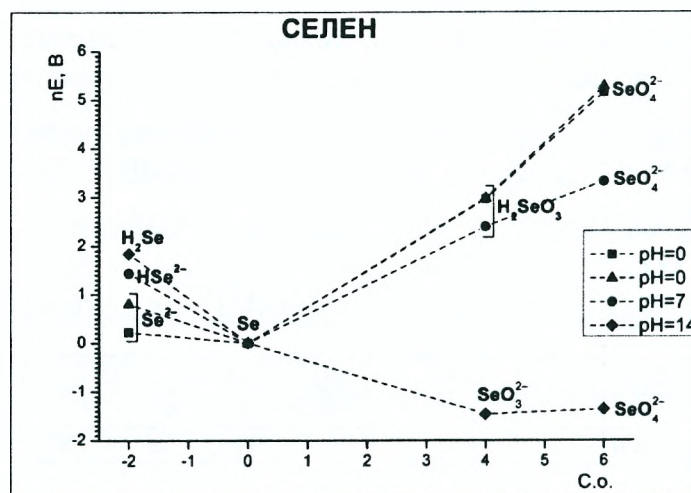


Рисунок 2 – Диаграмма Фроста для селена

Диаграммы Фроста построены в программе OriginPro 8, на основании расчётных значений вольт-эквивалентов. Расчёты вольт-эквивалентов производились в программе Excel 2010 на основании справочных данных [2, 3, 5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IUPAC Periodic Table of the Elements [Electronic resource] / The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). – 2013. – Mode of access: http://www.iupac.org/fileadmin/user_upload/news/IUPAC_Periodic_Table-1May13.pdf – Date of access: 01.10.2014.
2. Рабинович, В.А. Краткий химический справочник / В.А. Рабинович, З.Я. Хавин; под общ. ред. В.А. Рабиновича. – Ленинград: Химия, 1977. – 376 с.
3. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии: справ. / Ю.Ю. Лурье. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 446 с.
4. Эмсли, Джон. Элементы / Д. Эмсли; пер. с англ. Е.А.Краснушкиной. – М.: Мир, 1993. – 257 с.
5. Неорганическая химия. В 3 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии: учеб. для студ вузов, обучающихся по направлению "Химия" и спец. "Химия". – 240 с.
6. Неорганическая химия: учебник для вузов: в 2-х томах / Ю. Д. Третьяков, Л. И. Мартыненко, А. Н. Григорьев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ "Академкнига", 2007 – Т. 2 : Химия элементов. – 670 с.
7. Pourbaix, M. Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions / M. Pourbaix – Brussel, Oxford: Pergamon Press, Celecor, 1966. – 644 p.

УДК 373:54

О.Н. Рыжова, С.Б. Осин, Н.Е. Кузьменко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
г. Москва, Российская Федерация

ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ СТУДЕНТАМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

В настоящее время междисциплинарные исследования, предпринимаемые на стыке наук (например, физики, химии и биологии или химии, биологии и медицины), дают наиболее выдающиеся научные и прикладные результаты. Само направление развития современной науки и технологий настоятельно требует подготовки специалистов фундаментального уровня, владеющих своей специальностью и обладающих широкой эрудицией в смежных областях знания.