Перелыгин Юрий Петрович, Рашевская Ирина Владимировна

ГЕТЕРОГЕННЫЕ РАВНОВЕСИЯ В РАСТВОРАХ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОЦЕССАМИ ОБРАЗОВАНИЯ МАЛОРАСТВОРИМЫХ ГИДРОКСИДОВ И ГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/3/36.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 3 (58). С. 103-105. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/3/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

пределение обязанностей при совместном решении задач позволяет выработать высокую личностную ответственность и умение работать в команде.

Хотя на этой стадии школьники еще не прилагают длительных усилий, достигают успеха при выполнении не очень трудных и не требующих особых интеллектуальных затрат заданий, но участие в олимпиадах позволяет им продемонстрировать достигнутый уровень подготовки и обеспечивает необходимую мотивацию для дальнейшей работы. На этой стадии школьники уже могут принимать участие в олимпиадах не только лично, но и в команде.

3. Стадия индивидуализации отражает актуализацию способности школьников к самостоятельной постановке задач, при которой стимулируется поиск личностного стиля программирования, авторство в создании собственных способов решения сложных задач. Учащиеся на данной стадии могут самостоятельно анализировать достигнутые результаты и при необходимости интенсифицировать процесс своего обучения в процессе самоподготовки, решая творческие (индивидуальные) задачи. На групповых занятиях такие школьники руководят процессом поиска решения «сверхсложных» задач, помогают другим обучаемым в осмыслении заданий. У них наблюдается высокий уровень развития интеллектуальных способностей, креативность мышления и высокая продуктивность умственной деятельности, интеллектуальное любопытство, быстрота мыслительных процессов, систематичность мышления и быстрота усвоения новой информации, стремление к знаниям в области информатики и адекватная самооценка. Такие учащиеся целенаправленно готовятся к участию в предметных олимпиадах и показывают на них высокие результаты.

При построении трехуровневой модели формирования одаренности школьников в условиях организации подготовки к олимпиадам по информатике мы ориентировались на то, что на каждой из стадий подготовки к олимпиадам учащиеся непосредственно участвуют в процессе формирования своей одаренности. Для школьника первая стадия является стадией самоопределения (самоидентификации одаренности), вторая - стадией определения границ своей одаренности, на третьей стадии происходит осознание, каким образом можно самостоятельно участвовать в процессе формирования своей одаренности.

Три стадии модели формирования одаренности в условиях организации подготовки к олимпиадам отражают дискретность процесса подготовки: как показывает анализ практик, подготовка школьников к олимпиадам по информатике обычно ведется в течении трех лет, в IX, X и XI классах общеобразовательной школы. Процесс подготовки проходит в течение учебного года, интенсифицируясь перед участием в олимпиаде.

Данная модель прошла апробацию в ходе опытно-экспериментальной работы, проводившейся в 2009-2011 гг. в Лицее при факультете довузовской подготовки ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет».

Список литературы

1. **Бабаева Ю. Д., Войскунский А. Е.** Одаренный ребенок за компьютером. М.: Сканрус, 2003. 336 с.
2. **Положение о всероссийской олимпиаде школьников**: Приложение к приказу № 695 Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.12.2009 г.
3. **Рабочая концепция одаренности** / Д. Б. Богоявленская, В. Д. Шадриков, Ю. Б. Бабаева, А. В. Брушлинский, В. Н. Дружинин и др. М.: Магистр, 2003.

УДК 546-36; 66.025.2
Химические науки

Юрий Петрович Перелыгин, Ирина Владимировна Рашевская
Пензенский государственный университет

ГЕТЕРОГЕННЫЕ РАВНОВЕСИЯ В РАСТВОРАХ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОЦЕССАМИ ОБРАЗОВАНИЯ МАЛОРАСТВОРИМЫХ ГИДРОКСИДОВ И ГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ©

Очистка растворов от ионов тяжёлых металлов (меди, цинка, железа, никеля, свинца, кадмия и др.) путём перевода их в малорастворимые гидроксиды используется в аналитической химии, гидроэлектрометаллургии и при очистке сточных вод [1, с. 164; 4, с. 135].

Осаждение необходимо проводить при таком значении pH, при котором концентрация ионов металла в воде равна или меньше заданных значений, например, предельно допустимых концентраций (ПДК). Определение таких оптимальных значений pH является достаточно актуальным как в производстве - для снижения безвозвратной потери металлов со сточными водами и для охраны окружающей среды, так и в аналитической химии для повышения качества очистки растворов и точности анализа.

Целью данной работы является уточнение способа расчёта такого интервала значений pH, при котором происходит осаждение ионов металлов виде гидроксидов до требуемых концентраций.

© Перелыгин Ю. П., Рашевская И. В., 2012

Концентрацию иона металла в растворе ($[Me^{+x}]$) над осадком гидроксида металла $Me(OH)_x$ можно определить, зная произведение растворимости гидроксида металла (ПР) по уравнению:

$[Me^{+x}] = ПР/[OH^-]^x$ (1)

По материальному балансу сумма количества ионов металла в осадке и в растворе равна исходному количеству иона металла в растворе (моль/л):

$c_м V = m/M + [Me^{+x}] V$ (2)

где x - валентность металла, V- объем раствора, m и M - масса осадка и молярная масса гидроксида металла соответственно, $c_м$ - исходная концентрация иона металла в растворе (моль/л).

Подставляя уравнение (1) в (2) и учитывая, что $[OH^-] = K_w/[H^+]$ (K_w - ионное произведение воды) получим уравнение:

$c_м V = m/M + (ПР\ V\ [H^+]^x)/ (K_w)^x$ (3)

Разделив левую и правую часть этого уравнения на исходное количество ионов металла в растворе ($c_м$ V), получим уравнение, которое позволяет определить относительную долю гидроксида металла ($\alpha = \frac{m}{c_м VM}$) и иона металла (1- α) в растворе в зависимости от pH раствора:

$$\alpha = \left(1 - \frac{ПР[H^+]^x}{c_м (K_w)^x}\right) \cdot 100\% \quad (4)$$

Данное уравнение применимо только при условии, что $m/M \le c_м V$. Как следует из уравнения (4), относительная доля ионов металла, перешедших в осадок в виде гидроксида, зависит от вида иона металла, исходной концентрации соли в растворе и pH, что отмечено в [3, с. 95].

Используя уравнение (4) можно определять то значение pH, при котором концентрация ионов металлов в растворе не будет превышать значений, заданных, например, техрегламентом производства или будет равна предельно допустимой концентрации (ПДК, г/л) для сточных вод предприятий. В этом случае $(1-\alpha) = \frac{[ПДК]}{Ac_м}$, а уравнение (4) примет следующий вид:

$$1 - \alpha = \frac{[ПДК]}{Ac_м} = \left(\frac{ПР[H^+]^x}{c_м (K_w)^x}\right).$$

Решение данного уравнения приводит к следующей зависимости:

$$pH = -\frac{1}{x}\left(\lg[ПДК] + x \lg K_w - \lg ПР - \lg A\right) \quad (5)$$

где A - атомная масса металла.

Расчёты по уравнению (5) показывают, что значения pH, при котором концентрации ионов кадмия и меди в растворе, не содержащем их комплексные соединения, достигают ПДК (0,01 мг/л), равны 10,3 и 7,7 соответственно.

Произведение растворимости гидроксида кадмия и других гидроксидов заимствовано из [2, с. 597; 3, с. 92].

Многие металлы образуют в водных растворах гидроксокомплексы. Для таких металлов существует некий интервал значений pH, в котором содержание ионов металла над малорастворимым гидроксидом не будет превышать заданного значения. Для определения этого интервала необходимо знать значение pH растворения гидроксидов. Однако, уравнение (5) не позволяет определить значение pH растворения гидроксидов металлов, которые могут образовывать гидроксокомплексы.

По материальному балансу сумма количества ионов металла в осадке, в растворе в виде гидрокскомплекса и ионов равна исходному количеству иона металла в растворе (моль/л):

$$c_м V = \frac{m}{M} + [M(OH)_y^{-y+x}]V + [M^{+x}]V \quad (6)$$

где y - координационное число комплексообразователя.

В рассматриваемой области pH концентрация ионов металла $[M^{+z}]$ достаточно мала, поэтому последним слагаемым в правой части уравнении (6) можно пренебречь. Разделив левую и правую часть последнего уравнения на исходное количество иона металла в растворе ($c_м V$) получим следующее уравнение:

$$1 = \alpha + \frac{[M(OH)_y^{-y+x}]}{c_м} \quad (7)$$

где $\alpha = \frac{m}{C_м VM}$ относительная доля гидроксида металла.

В растворе содержащим лиганд (OH^-), способный образовывать одно комплексное соединение с металлом $[M(OH)_y^{(-y+x)}]$, и осадок гидроксида металла ($M(OH)_x$) устанавливаются два равновесия:

$M(OH)_x \leftrightarrow M^{+x} + xOH^-$, (a)

и $[M(OH)_y^{(-y+x)}] \leftrightarrow M^{+x} + yOH^-$, (b)

которые, описываются следующими уравнениями [3, с. 92]:

$ПР = [M^{+x}][OH^-]^x$ и (8)

$$K = \frac{[M^{+x}][OH^-]^y}{[M(OH)_y^{(-y+x)}]} \quad (9)$$

где K - константа нестойкости гидроксокомплекса.

При равновесии, концентрация иона металла $[M^{+x}]$ в растворе по реакции (*a*) и (*b*) равны. Совместное решение уравнений (8) и (9) относительно $[M(OH)_y^{(-y+x)}]$ с учетом $[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$ приводит к следующему уравнению:

$$[M(OH)_y^{(-y+x)}] = \frac{ПР(K_w)^{y-x}}{[H^+]^{y-x}K}.$$

Подставив полученное выражение в уравнение (7), получим уравнение, которое позволяет определять относительную долю гидроксокомплекса металла в растворе $\beta = 1 - \alpha = \frac{\left[M(OH)_y^{-y+x}\right]}{c_м}$:

$$\frac{[M(OH)_y^{y-x}]}{c_м} = \frac{ПР(K_w)^{y-x}}{[H^+]^{y-x}Kc_м} \quad (10)$$

Для практических целей наиболее важно знать величину *pH*, при которой концентрация иона металла в виде гидроксокомплекса равна заданному значению или ПДК, т.е. $[M(OH)_y^{(-y+x)}] = \frac{[ПДК]}{A}$. В этом случае последнее уравнения примет следующий вид:

$$\frac{[ПДК]}{Ac_м} = \frac{ПР(K_w)^{y-x}}{[H^+]^{y-x}Kc_м} \quad (11)$$

решение относительно pH приведет к уравнению:

$$pH = -\frac{1}{y-x}\left[\lg ПР + (y-x)\lg K_w + \lg A - \lg[ПДК] - \lg K\right] \quad (12)$$

Как показывают расчеты, выполненные по данному уравнению, концентрация гидроксокомплекса $[Zn(OH)_4]^{2-}$ над осадком равна ПДК (0,01 мг/л) уже при значении pH = 10. В тоже время расчетами, выполненными по уравнению (5) установлено, что pH при котором концентрация ионов цинка (Zn^{2+}) равна ПДК имеет величину равную 9,6, т.е. осаждение цинка до ПДК происходит в очень узком интервале pH.

Таким образом, полученные уравнения (5) и (12), позволяют определять значения pH, при которых концентрация ионов тяжелых металлов соответствует требуемому значению (ПДК). Из этих уравнений видно, что определяемые величины pH не зависят от концентраций ионов металлов в исходных растворах. Следует отметить, уравнения (5) и (12) значительно проще, чем предлагается в [5, с. 331], однако полученные результаты практически совпадают.

Список литературы

1. **Виноградов С. С.** Экологически безопасное гальваническое производство. М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 1998. 302 с.
2. **Константы неорганических веществ**: справочник / Р. А. Лидин, Л. Л. Андреева, В. А. Молочко; под ред. Р. А. Лидина. М.: Дрофа, 2006. 685 с.
3. **Лурье Ю. Ю.** Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. 480 с.
4. **Проскуряков В. А., Шмидт Л. И.** Очистка сточных вод в химической промышленности. Л.: Химия, 1977. 464 с.
5. **Святохина В. П., Исаева О. Ю., Пестриков С. В., Красногорская Н. Н.** Оценка эффективности удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод в форме гидроксидов // Журнал прикладной химии. 2003. Т. 76. № 2. С. 330-332.

УДК 510.6:5833

Экономические науки

Эдуард Анатольевич Пиль
Петербургский государственный университет путей сообщения

РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПОСЛЕ ВЛИЯНИЯ НА НЕЕ ВНЕШНИХ СИЛ©

Ранее в своих работах автор показал, что экономику любой страны можно представить в виде трех оболочек, а их объем можно ассоциировать с ВВП, прибылью и др. параметрами, которыми характеризуется бизнес. В данной статье рассматривается вопрос взаимосвязи площадь *Se* поверхности оболочки с ВВП кон-

© Пиль Э. А., 2012