

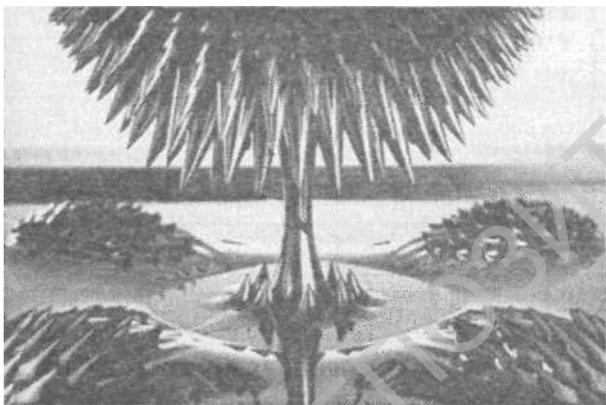
Создание магнитных жидкостей

А. Э. Редько, студент II курса факультета естествознания БГПУ,

С. Ю. Елисеев, доцент кафедры химии БГПУ имени Максима Танка, кандидат химических наук

Вызвать у учеников интерес к своему предмету, пробуждать устойчивое стремление узнать больше — одно из главных желаний учителя. И демонстрация яркого, интригующего опыта — один из эффективных способов достижения этих целей.

Что может быть удивительнее вида жидкости, ползущей вверх по стенке стеклянной колбы, или капли, принимающей форму ежа. Демонстрация свойств магнитных жидкостей может заинтересовать самого равнодушного ученика. Разумеется, для демонстрации подобных эффектов необходимы специальная жидкость и магнит.



Магнитная жидкость — жидкость, сильно поляризуемая в присутствии магнитного поля.

Термин «магнитная жидкость» означает жидкость, реагирующую на магнитное поле. Именно магнитное поле заставляет жидкость внутри колбы течь вверх по стенке сосуда, когда с другой стороны стекла вверх движется постоянный магнит.

Таковыми жидкостями являются коллоидные дисперсные системы (с частицами размеров 5 и более нанометров, но не более 10 микро-

метров), стабилизированных ПАВ в полярной (водной или спиртовой) или неполярной (керосин, силиконы и т. п.) жидкости [1]. ПАВ, образуя защитную оболочку вокруг частиц, обеспечивает устойчивость жидкости, препятствуя слипанию частиц. Тем самым ПАВ может обеспечить длительную устойчивость жидкости, сохраняя её текучесть и магнитные свойства. Самое главное — частицы должны состоять из веществ, обладающих ферромагнитными* или парамагнитными свойствами (т. е. имеющих неспаренные электроны). В настоящее время чаще всего в качестве основы предлагают использовать $Fe_3O_4 = FeO-Fe_2O_3$.

Атомы (молекулы или ионы) ферромагнетика и парамагнетика обладают собственными магнитными моментами, которые под действием внешних полей ориентируются по полю и тем самым создают результирующее поле, превышающее внешнее. Парамагнетики втягиваются в магнитное поле. От ферромагнетиков парамагнетики отличаются тем, что в отсутствие внешнего магнитного поля парамагнетик не намагничен, так как собственные магнитные моменты атомов из-за теплового движения ориентированы совершенно беспорядочно (рис.).

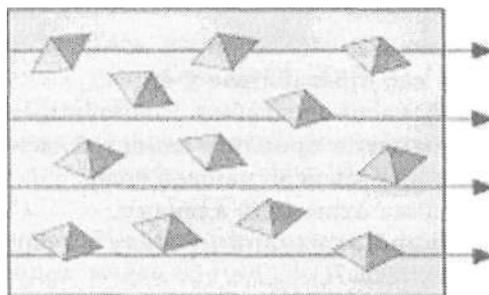


Рисунок — Парамагнетик** в присутствии сильного магнитного поля

*Ферромагнетик — вещество, которое при температуре ниже определённой температуры (точки Кюри) способно обладать намагничённостью и в отсутствие внешнего магнитного поля.

**Парамагнетики — вещества, которые намагничиваются во внешнем магнитном поле в направлении внешнего магнитного поля и имеют положительную магнитную восприимчивость.

Синтез магнитных жидкостей включает стадии получения частиц очень малых размеров, их стабилизацию в соответствующей жидкости-носителе и испытание полученной дисперсии в магнитном поле.

Способов создания магнитных жидкостей множество. Предлагаем вашему вниманию один из простейших синтезов магнитной жидкости. Для проведения опыта достаточно простейшего оборудования.

Необходимы аптечные весы с разновесами, две колбы, химический стакан объёмом 200 мл, фильтровальная бумага и воронка, хороший (желательно кольцевой — из динамика) магнит, лабораторная электрическая плитка и фарфоровый стаканчик на 150-200 мл. Также необходимы соли двух- и трёхвалентного железа (желательно сульфаты), дистиллированная и аммиачная вода (25%-ной концентрации), натриевая соль олеиновой кислоты (олеиновое мыло), индикаторная бумага и термометр с диапазоном измерений до 100 °С. Цифры приведены в расчёте на 0,015 моля солей железа, используемой для получения твёрдой магнитной фазы (магнетита) магнитной жидкости [2].

Проведённый синтез состоит из следующих операций:

1. В 100 миллилитрах дистиллированной воды растворили 0,015 моля сульфата или хлорида железа(III) и железа(II).

2. Полученный раствор отфильтровали через складчатый бумажный фильтр для отделения механических примесей. Цвет отфильтрованного раствора — тёмно-коричневый.

3. В вытяжном шкафу к 50 мл аммиачной воды осторожно, тонкой струёй, добавили отфильтрованный раствор, тщательно перемешали вновь полученный раствор. Получившийся раствор приобрёл чёрный цвет:



Список использованных источников

1. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://magneticliquid.narod.ru/authority/008.htm>. — Дата доступа : 24.09.2013.
2. Магнитная жидкость / И. Сенатская, Ф. Байбуртский // Наука и жизнь. — 2002. — № 2. — С. 67-71.

4. Ставим полученный раствор на постоянный магнит на 20-30 минут. Уже через десять минут хорошо видно осаждение осадка. Измеряем pH раствора. Декантируем 2/3 раствора. Снова добавляем дистиллированную воду и снова проводим осаждение. Измеряем pH осветлённого раствора. Опять декантируем 2/3 раствора. Повторяем эту операцию до тех пор, пока pH раствора не достигнет значений 7,5-8,5.

5. Полученный раствор фильтруем.

6. Отфильтрованный осадок смешивается с 1,5 г натриевой соли олеиновой кислоты. (Её можно получить взаимодействием соответствующих количеств олеиновой кислоты и щёлочи.)

7. Полученную смесь нагреваем в фарфоровой чашке при перемешивании до 80 °С на электрической плитке. Полученную «патоку» чёрного цвета охлаждаем до комнатной температуры.

8. Добавляем к полученной смеси 10 мл дистиллированной воды и тщательно перемешиваем. Помещаем в стеклянную колбу и с помощью постоянного магнита «заставляем» жидкость течь вверх по стенке или принимать форму ежа.

9. Хранить полученную магнитную жидкость желательно в таре из тёмного стекла в прохладном месте.

Нами синтезированы магнитные жидкости и на основе других ферромагнетиков. Но их синтез сложнее и не желателен в условиях школьного кабинета химии. Нами также ведётся подборка других поверхностно-активных веществ и растворителей.

Предлагаемая работа не сложна в исполнении, не требует дорогостоящего оборудования, интересна и увлекательна. А главное — может вызвать желание сделать её самому.