

Н.П. Песков

**Физико-химические основы коллоидной
химии**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 54
ББК 24
Н11

Н11 **Н.П. Песков**
Физико-химические основы коллоидной химии / Н.П. Песков – М.: Книга по Требованию, 2014. – 434 с.

ISBN 978-5-458-58682-5

ISBN 978-5-458-58682-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

РАЗДРОБЛЕННЫЕ ИЛИ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Раздробленные системы. Если мы имеем систему, состоящую из двух веществ, причем одно из них находится в избытке сравнительно с другим, мы говорим, что последнее вещество распределено в первом. Случаи такого распределения одного компонента в избытке другого весьма разнообразны. Это разнообразие прежде всего зависит от различного агрегатного состояния обоих компонентов, составляющих данную систему. Мы можем представить себе, например систему, в которой бром, в виде своего пара, распределен в избытке какого-либо другого газа, например CO_2 . Очевидно наша система будет состоять из двух газообразных веществ. Таковую комбинацию мы обозначим $G-G$ (т. е. газ — газ). Ясно, что таких комбинаций может быть девять, соответственно двум компонентам и трем агрегатным формам:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1) $G-G$ газ — газ. | 5) $J-J$ жидкость — жидкость. |
| 2) $G-J$ газ — жидкость. | 6) $J-T$ жидкость — твердое тело. |
| 3) $G-T$ газ — твердое тело. | 7) $T-G$ твердое тело — газ. |
| 4) $J-G$ жидкость — газ. | 8) $T-J$ твердое тело — жидкость. |
| 9) $T-T$ твердое тело — твердое тело. | |

Условимся во всех этих обозначениях на первом месте ставить вещество, находящееся в избытке, т. е. то, в котором распределен второй компонент. Это избыточное вещество называют обычно средой. Первые три комбинации следовательно будут те, когда в газообразной среде распределены: газ, жидкость или твердое тело. Конкретным примером этих комбинаций будут: пары брома в атмосфере угольного ангидрида, облака (капельки воды, распределенные в газообразной среде) и дым (твердые частички угля в воздухе). Четвертой, пятой и шестой комбинациями являются системы с жидкой средой, из них пузырьки газа, взвешенные в избытке жидкости, отвечают типу $J-G$; эмульсия (капельки масла в воде) — $J-J$, и суспензия — $J-T$, т. е. такая комбинация, где в избытке жидкости распределены (взвешены или раздроблены) твердые частички. Три последних комбинации имеют распределяющей средой твердое вещество, — самым частым будет при этом последний случай ($T-T$). В природе мы часто встречаемся с горными породами, состоящими в главной своей массе из одного какого-нибудь минерала, в котором вкраплены мельчайшие частицы другого. Все такие системы, в ко-

торых одно вещество распределено в избытке другого, мы можем объединить в общем термине раздробленных систем.

Практически и научно чрезвычайно важными и экспериментально очень подробно исследованными являются системы с жидкой средой. О них главным образом и будет идти речь во всем последующем изложении. Но на этом не останавливается ограничение наших интересов.

Из всех систем, распределяющей средой которых является жидкость, мы выберем для нашего изучения лишь особый класс, называемый коллоидами или коллоидными системами.

Что же такое коллоиды? На этот вопрос мы сможем ответить лишь тогда, когда дадим общую характеристику физико-химических свойств и всех особенностей этих систем.

Понятия однородности и неоднородности, гомогенности и гетерогенности. Всякая раздробленная система состоит, как мы видели, из одного вещества, распределенного в избытке другого. Это второе вещество, очевидно, занимает определенное пространство. Значит, если мы говорим о распределении вещества или материи, мы непременно мыслим себе это распределение в пространстве.

Если мы имеем дело с материальной системой, различные пространственные части которой проявляют совершенно одинаковые физические свойства, мы называем такую систему однородной; если же система в различных своих частях обладает различными свойствами, она называется неоднородной системой. Та однородная часть системы, которая, обладая определенным комплексом физических свойств, отделена резкой физической поверхностью от другой однородной части, обладающей иным комплексом физических свойств, называется фазой¹. Лед, вода и пар представляют трехфазную систему, потому что каждая из фаз отделена от другой резкой физической границей и сама в себе однородна, так как во всех своих частях показывает одинаковые свойства. Если мы имеем сахар в виде мелкого кристаллического порошка, то несмотря на то, что каждый кристаллик отделен от другого также физической плоскостью раздела, мы считаем всю массу сахара за одну фазу. Это и понятно, потому что каждый такой кусочек совершенно тождествен по своим физическим свойствам с другим кусочком, а для признания в системе двух фаз необходимо, чтобы существовали не только плоскости раздела, но и чтобы области, отграничиваемые этими плоскостями, обладали различными физическими функциями. Если вся наша система состоит

¹ Нужно заметить, что понятие фазы вовсе не требует одинаковости всех физических свойств, присущих данной системе. Фаза, в ее классическом значении, есть прежде всего понятие термодинамическое, связанное с температурой и объемом. Ван дер Ваальс (Van der Waals) (Thermodynamik 45, 1911) характеризует однородность фазы следующим образом: два материальных комплекса, которые могут существовать и принадлежать одной и той же фазе, будут построены из одних и тех же компонентов в одних и тех же отношениях и будут иметь все остальные термодинамические свойства равными, ... однако... весьма возможно, что эти сосуществующие части одной и той же фазы будут вести себя различно в отношении других, не термодинамических свойств, как кристаллическое состояние, оптические константы и т. п. Само собой разумеется, что это классическое ограничение критерия однородности не может повлиять на наше дальнейшее изложение.

из одной фазы, мы говорим, что такая система однофазна или гомогенна.

Системы, состоящие из многих фаз, называются многофазными или гетерогенными. Понятие о фазе было введено в науку американским ученым Гиббсом (Gibbs), а через четыре года Лемуан (Lemoine) ввел понятие о многофазных или гетерогенных системах. Таким образом понятие гетерогенной системы явилось представлением производимым от понятия фазы и по существу своему оно совершенно конкретно и чрезвычайно просто. Всякая система, в которой мы можем констатировать существование нескольких фаз, есть система гетерогенная.

Таким образом мы приходим к трем парам понятий:

*однородный — неоднородный;
однофазный — многофазный;
гомогенный — гетерогенный.*

Очень часто, в особенности в коллоидной химии, эти три пары употребляются как равноценные, вполне заменяющие друг друга. Однако это не так. Эти три пары понятий друг другу не равноценны, и недостаточно точное разграничение их может привести к весьма нежелательным недоразумениям. Поэтому мы остановимся на анализе этих понятий несколько подробнее.

Что касается термина гомогенности, то здесь вопрос более или менее ясен. Так как система с бесконечно-большим объемом, т. е. не имеющая физических границ, есть лишь теоретическая фикция, и всякая реальная однородная система имеет и свою физическую границу, то реальные однородные системы в то же время могут без особенного нарушения логики считаться и однофазными, а следовательно и гомогенными. Таким образом фактически мы можем с одинаковым правом применять к системам понятия: однородный, однофазный и гомогенный. Относительно гетерогенности это уже не так.

Если мы термин гетерогенности признаем однозначным с термином многофазности, как сделал это Лемуан, который и ввел впервые понятие гетерогенности в физическую химию, то гетерогенность и неоднородность будут уже понятиями совершенно различными, так как для признания системы неоднородной достаточно одного признака: различия свойств в различных областях пространства, а для признания системы многофазной нужно еще и наличие плоскостей раздела между отдельными фазами, обладающих всеми свойствами макроскопической поверхности. С другой стороны, нужно заметить, что слово гетерогенный употреблялось и раньше Лемуана, если и не в нашей физико-химической науке, то в общенаучном масштабе, но здесь оно было полным аналогом понятия неоднородности или прерывности некоторого ряда свойств. С появлением науки о коллоидах очень часто начали употреблять понятие гетерогенности именно в этом общенаучном, расширенном смысле, но при этом забыли, что в обычном физико-химическом значении гетерогенность однозначна с многофазностью, а не с неоднородностью. Результатом этой забывчивости было то, что произошла общая путаница понятий.

Чтобы избежать этой путаницы, мы остановимся на следующих положениях: хотя между понятиями однородности и однофазности и

существует некоторое логическое различие, практически употребление этих обоих понятий безразлично, а следовательно безразлично употребление понятия и гомогенности; таким образом термины: однородный, однофазный и гомогенный — суть однозначные, вполне замещающие друг друга понятия. Понятие же неоднородности и многофазности имеют различный физический смысл; многофазность является как бы частным случаем неоднородности, в виду этого и понятие гетерогенности может употребляться и действительно употребляется в двух совершенно различных значениях: или как синоним неоднородности или как синоним многофазности. В каждом отдельном случае нужно точно различать, в каком из этих двух значений употреблено понятие гетерогенности. Несоблюдение этого строгого различия ведет к совершенно ложным научным построениям.

Забегая несколько вперед, я сейчас же замечу, что понятие гетерогенности в смысле многофазности гораздо более точно и более ярко характеризует систему и отличает ее от других, нежели расширенное понятие гетерогенности, употребленное в общем смысле неоднородности или прерывности вещества. Говоря до сих пор о материальных системах, мы совершенно не касались вопроса о том, как мы должны мыслить себе строение этой самой материи. Если мы будем придерживаться чисто описательного, т. е. феноменологического метода исследования, мы вполне правомерно можем представлять себе материю как субстанцию, сплошь и полностью пространство, хотя бы это представление и не соответствовало реальным отношениям вещей. Для описания огромного числа физических и химических свойств материи этого сплошного представления о ней совершенно достаточно, а в некоторых областях науки оно не только достаточно, но и более выгодно, так как более просто, а следовательно реже приводит нас к новым неожиданным проблемам. Так в теории фазности систем представление о материи как о сплошной субстанции не только правомерно, но и очень выгодно. Дело в том, что учение о фазах хотя и часто называется теорией, оно не есть в строгом смысле теория, а лишь описательный научный метод, задача которого не объяснять явления, а приводить лишь в порядок и закономерную связь наблюдаемые факты. Решим на время, что материя есть действительно сплошная субстанция, и с этой точки зрения подойдем к вопросу о гомогенности и гетерогенности. Всякую физическую систему мы можем мыслить себе или как занимающую пространство обычных размеров, доступных контролю наших чувств и наших инструментов, или же как систему, наполняющую пространство столь малых размеров, что она не может быть сделана видимой ни в какой оптический прибор. Первые системы мы будем называть нормальными, вторые — субдизименционными системами.

Если мы материю представляем сплошным веществом, то вопрос о гетерогенности несколько не меняется, имеем ли мы дело с нормальной или субдизименционной системой. В самом деле, условием однородности системы мы ставим одинаковость свойств в различных пространственных ее областях. Существует ли предел этих отдельных областей, к которым мы предъявляем требование однородности? Очевидно, что нет. Раз материя — сплошная масса, то хотя бы мы

взяли исчезающе-малую часть однородной системы, такую малую, которая далеко выходит за пределы видимости в самых лучших микроскопах, в ней мы найдем совершенно те же свойства, что и в области макроскопических размеров. Таким образом, когда мы представляем себе материю в виде сплошной массы, мы в вопросе о гетерогенности не встречаем никаких новых проблем, если переходим от рассмотрения нормальных систем к системам субдизмензиональным. Все остается по-старому, меняется лишь единица или масштаб нашего измерения, если мы к нормальным системам подходим с сантиметром, то для субдизмензиональных систем мы выбираем новую единицу длины—микромикрон $\mu\mu$, т. е. одну десятимилионную долю см.¹ Однако целый ряд фактов не находит для себя рационального толкования, если мы будем мыслить себе материю как сплошную массу.

Было бы лишним говорить о плодотворности атомистического или молекулярного мировоззрения: оно разъяснило нам огромное число фактов, которые без него навсегда остались бы для нас неясными и непонятными, но в то же время оно значительно усложнило описательную часть нашей науки. Прежде всего оно поставило резкую границу между нормальными и субдизмензиональными системами. Какие свойства материи познаем мы в нормальных системах; как проявляют себя в них отдельные атомы? Как таковые? Конечно нет. В наших нормальных системах мы имеем нечто новое не только в количественном, но и в качественном смысле. Если бы мы могли сосредоточить наше внимание на отдельных молекулах, материя представлялась бы нам совсем в ином виде и с иными законами. Огромное большинство наших физических законов суть законы статистические. До каких же минимальных размеров можем мы уменьшать наши системы, не рискуя выйти за пределы статистичности наших законов, или, другими словами, какие мельчайшие области наших систем можем мы считать подчиненными еще нашим обычным статистическим законам? Этим пределом должны быть, очевидно, те размеры материи, к которым будет уже не приложим статистический метод вычисления, или, как его называют, метод больших чисел.

Другими словами, этим пределом будут столь малые материальные области, в которых количество частиц будет выражаться не миллиардами миллиардов, а числами, лежащими в области наших обыкновенных величин. Если мы примем во внимание, что в 1 мм³ газа находится $27 \cdot 10^{16}$ частиц, то, очевидно, этот предел чрезвычайно мал,—гораздо меньше предела видимости в обыкновенном хорошем микроскопе (в нем мы при самых идеальных условиях можем видеть частички, линейный размер которых около $\frac{1}{2} \mu$); в таком объеме материи находится еще 10^9 частиц, число еще достаточно большое, чтобы подчиняться статистическому методу исчисления. Но в настоящее

¹ Кроме микромикрона употребляют и более крупный масштаб для микроскопических измерений микрон—одна десятитысячная доля см.

Таким образом

$$1 \text{ см} = 10^4 \mu = 10^7 \mu\mu,$$

$$\text{или } 1 \mu = 10^{-4} \text{ см}; 1 \mu\mu = 10^{-7} \text{ см}; 1 \mu\mu = 10^{-3} \mu.$$

С этими мерами даны мы будем постоянно иметь дело.

время изобретен прибор, называемый ультрамикроскопом; в нем мы можем открыть присутствие частичек, состоящих всего лишь из 380 атомов. Здесь мы не можем уже быть уверены, что наши статистические законы будут применимы к материи, заключенной в таком малом объеме. Но даже независимо от тех минимальных величин, до которых доходит наше современное экспериментальное познание, атомистический принцип является огромным усложняющим фактором в учении о гомогенных и гетерогенных системах. Пока мы считаем материю сплошной субстанцией, мы имеем полное право утверждать, что если данная материальная система однородна в различных областях своего объема, то эта однородность простирается на произвольно малые участки системы. Атомистический принцип не допускает этой экстраполяции. Разве мы можем говорить о гомогенности системы, состоящей из отдельных атомов? Гомогенность требует одинаковости свойств во всех точках пространства, а пространство, наполненное эфиром и витающими в нем отдельными частицами, конечно не отвечает этому требованию. Поэтому, если мы понятие гетерогенности будем считать синонимом понятия неоднородности, то весь материальный мир мы должны трактовать как мир гетерогенный, и это мы можем сделать с тем большим правом, что и самые атомы мы мыслим не как гомогенные образования, а как системы сложные, состоящие из ядер и электронов. Если мы будем дальше логически развивать эту мысль, мы должны сказать, что однородных, т. е. гомогенных, систем в мире вовсе не существует, потому что весь материальный мир гетерогенен. И мы будем правы до тех пор, пока мы будем отождествлять понятие гетерогенности с понятием неоднородности. Но, как я уже сказал, существует иная точка зрения на гетерогенность: гетерогенность мы можем отождествлять с понятием многофазности, т. е. соединять ее с существованием физических плоскостей раздела. Но физическая плоскость раздела есть представление конечно статистическое,—мы можем говорить о физических свойствах такой плоскости только тогда, когда она образована достаточно большим числом отдельных частиц¹. Резюмируем все вышесказанное: атомистическая гипотеза—а сейчас мы можем сказать и иначе—факт атомистического строения материи ставит предел понятию как фазности, так и гомогенности.

Оба эти понятия суть понятия статистические, сохраняющие свой смысл для таких объемов материи, в которых находится достаточно огромное число частиц. Имеют ли силу эти понятия в области субдмёнзиональной,—этого а priori мы сказать не можем, потому что мы не имеем права распространять все наши законы макроскопического мира на мир молекул и атомов. Но точно так же мы не можем а priori отрицать эти законы,—здесь нужна чисто экспериментальная работа. Эта работа только что начата, и ее результаты всецело лежат в будущем, а пока мы можем сделать такое заключение. Все учение о фазности лежит в области нормальных систем. Эти нормальные системы мы можем характеризовать или как гомогенные, если

¹ Следовательно и тот объем, который окружен этой поверхностью и который мы считаем однородным, есть также объем статистический, т. е. заключающий в себе огромное число молекул. Поэтому самое понятие однородности носит статистический характер и имеет смысл лишь в приложении к нормальным системам.

они во всех своих достаточно малых, но все же не субдизименсиональных областях показывают однородные свойства, или как гетерогенные, если эти области в своих свойствах отличны друг от друга и разграничены физическими, т. е. статистическими, поверхностями раздела. Значит в приложении к нормальным системам гетерогенность может трактоваться как синоним многофазности. Если же мы желаем употреблять расширенное понятие гетерогенности как синоним неоднородности вообще, то мы окончательно оставляем область учения о фазах и высказываем суждение совершенно общего характера о раздробленности или атомистичности всего мира, и в этом смысле гетерогенность является уже синонимом атомистического миропонимания. Обе точки зрения на гетерогенность совершенно самостоятельны и не исключают друг друга, но они принципиально различны, и это различие делается особенно важным в виду несомненности факта атомистичности строения мира. Теперь нам сделается более понятным и вышесказанное нами утверждение, что гетерогенность, как синоним многофазности, ближе и ярче характеризует наши физико-химические системы. Дело в том, что физическая химия оперирует главным образом с системами нормальными¹ и, как таковые, они конечно с полным правом могут быть охарактеризованы или как системы однофазные или как системы многофазные. Гетерогенность же в смысле общей неоднородности или атомистичности всего материального мира, в силу самой своей общности, не может служить характеристикой индивидуальных свойств той или иной реально существующей материальной системы. Возьмем пример: у нас имеются две системы: с одной стороны, лед, вода и пар, а с другой—раствор NaCl; пока мы будем смотреть на них с макроскопической точки зрения, мы без всякого колебания назовем первую систему гетерогенной в смысле ее многофазности, потому что в ней имеются реальные физические плоскости, разделяющие ее на три макроскопически однородных области—на лед, воду и пар, вторая же система будет несомненно гомогенна, т. е. однофазна, так как в ней нет никаких плоскостей раздела, и она вся в целом макроскопически однородна. Но как только мы подойдем к этому вопросу с определением гетерогенности как общей неоднородности, для нас все различия между этими двумя системами исчезнут,—мы увидим лишь пространство, наполненное отдельными частицами того или иного состава, пространство прерывно материальное, к которому применение понятия однородности конечно не имеет никакого смысла. Таким образом в обычных условиях опыта не может встретиться никакого затруднения в определении характера системы с точки зрения ее фазности, и тот факт, что весь материальный мир атомистичен и в этом смысле гетерогенен, нисколько не может помешать нам попрежнему признавать смеси двух газов или растворы системами гомогенными, а смеси твердого и жидкого вещества системами гетерогенными.

Но как только мы переходим к таким раздробленным системам, отдельные части которых по своим размерам подходят к размерам

¹ Нужно заметить, что в последнее время из классической физической химии выделялась новая дисциплина—химическая физика атома и молекулы. В нашем изложении речь идет о классической физической химии.

молекул, мы должны с особенной осмотрительностью применять к ним термины гетерогенности и гомогенности. Если мы применяем к ним понятие гетерогенности в расширенном смысле (как это часто делают в коллоидной химии), мы ровно ничего не высказываем о них кроме того, что они построены так же из атомов, как и все остальные системы. Если же мы утверждаем, что такие системы гетерогенны в смысле многофазности, то этим самым мы высказываем положение, что в этих системах существуют и физические плоскости раздела. Положение, как мы увидим, чрезвычайной важности.

Понятие дисперсности. До сих пор мы не интересовались тем объемом, который занимает отдельный элемент раздробленной системы. Иными словами, говоря об этих системах, мы не интересовались количественной стороной вопроса или степенью раздробленности вещества. Но, несомненно, мы можем подойти к вопросу и с этой стороны,—мы можем спросить себя: на сколь мелкие части является раздробленной данная материальная система? Обыкновенно вместо слова „раздробленный“ употребляют слово дисперсный, и чем меньше отдельные части системы, тем выше степень ее дисперсности. Таким образом песок мы будем называть системой крупно- или грубо-дисперсной, тончайший порошок глины, взмученный в воде, будет системой средней степени дисперсности, коллоид, частички которого, как мы позже увидим, состоят всего лишь из нескольких десятков тысяч атомов, является высокодисперсной системой, и наконец системы молекулярно-раздробленные мы можем охарактеризовать как молекулярно-дисперсные системы.

Если все частицы данной раздробленной системы имеют одну и ту же величину, то такую систему называют монодисперсной системой. В тех же случаях, когда частички системы имеют разную величину, что особенно часто наблюдается у коллоидов, ее называют полидисперсной.

Мы видим, что дисперсность отличается от понятия прерывности новой количественной характеристикой,—она подходит к объекту исследования с некоторой количественной меркой. Несомненно, что, объединяя все системы под знаком степени дисперсности, мы тем самым приобретаем в нем очень удобный классификационный принцип для всех прерывных систем. Но пользуясь этим объединяющим принципом, мы должны помнить, что в понятии дисперсности не заключается ничего, что бы указывало на гомогенность или гетерогенность данной системы.

Итак, для того чтобы избежать всяких неточностей, мы будем пользоваться в дальнейшем изложении следующей терминологией. Раздробленные системы и дисперсные системы будут рассматриваться как понятия, эквивалентные друг другу. В них мы совершенно не вкладываем представления о фазности (гомогенности или гетерогенности). Термины однородный и неоднородный будут употребляться лишь в тех редких случаях, когда требуется указать, дает или не дает возможности тот или иной физический способ констатировать присутствие раздробленных частей в данной дисперсной системе; например макроскопически неоднородная система, т. е. такая, в которой отдельные частички могут быть констатируемы невооруженным глазом; микроскопи-

чески однородная система, оптически неоднородная система и т. п. Наконец понятия гомогенный и гетерогенный будут употребляться исключительно в смысле однофазности и многофазности системы, т. е. лишь в том случае, когда имеются основания предполагать в ней существование хотя бы ультрамикроскопических плоскостей раздела, обладающих всеми свойствами макроскопической поверхности: поверхностным натяжением, поверхностным сжатием и т. п.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ КОЛЛОИДОВ

Анализ. Если мы будем пытаться распределить то или иное вещество в жидкой среде, то результаты этих попыток могут быть весьма различны. Если мы взболтаем порошок As_2S_3 с водою, то достаточно будет профильтровать получившуюся мутную жидкость, чтобы разделить ее на компоненты. Ясно, что здесь мы имеем дело с простой физической смесью. Такая форма смеси, где твердое вещество распределено в жидкости, называется, как мы говорили, суспензией. Если в качестве распределяемого вещества мы возьмем жидкость, нерастворимую в воде, и взболтаем ее с водою, то увидим, что и здесь с помощью фильтрации мы можем разделить нашу систему на исходные составные части. Значит и здесь мы имеем случай физической смеси, с той лишь разницей, что здесь оба компонента — жидкости. Такие смеси мы называли эмульсиями. Однако давно уже была известна и иная форма распределения жидкого или твердого вещества в жидкой дисперсионной среде. Это обычный или истинный раствор, т. е. такая система, которая в противоположность предыдущим не может быть разделена фильтрованием на составляющие ее компоненты. Если мы возьмем глицерин или сахар и распределим эти вещества в воде, то никакой фильтрацией мы конечно не нарушим однородности образовавшегося раствора. Ту же ненарушимость однородности с помощью фильтрации мы будем наблюдать, если распределим в воде гумми-арабик, так что и здесь мы как будто имеем дело с истинным раствором. Так все и думали до 1861 г., когда появились классические работы Грэма (Graham), основателя всей коллоидной науки, давшие вопросу неожиданное и совершенно новое направление. Занятый изысканием новых способов качественного и количественного анализа, Грэм попытался применить вместо обычного фильтра животную перепонку, через которую, как известно, вода проходит свободно. Результат этой попытки был весьма знаменателен: оказалось, что большинство веществ, хорошо кристаллизующихся в твердом состоянии, будучи растворены в воде, беспрепятственно проходят вместе с ней через такие животные перепонки, но кроме них Грэму удалось открыть целый класс таких веществ, растворы которых разделялись животными перепонками на свои составные части, как разделяются суспензии обычным фильтром. Так как первые исследованные Грэмом вещества этого класса принадлежали к категории клеевых веществ (желатина, гумми-арабик, крахмал и т. п.), то он их назвал общим именем коллоидов (от латинского слова colla — клей) в противоположность