



ФГБОУ ВО

**«Красноярский государственный медицинский университет
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**Кафедра биологической химии с курсами медицинской, фармацевтической и
токсикологической химии**

ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

**К.х.н., доцент Ендржиевская –Шурыгина
Виктория Юлиановна**



ЛЕКЦИЯ № 15 по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» для студентов 2 курса, обучающихся по специальности 33.05.01 - Фармация

Микрогетерогенные системы



План

- 1. Классы микрогетерогенных систем**
- 2. Аэрозоли и порошки**
- 3. Суспензии**
- 4. Эмульсии**
- 5. Литература**

Классы

микроретерогенных

систем

Микрогетерогенных
системы – это системы с
размером частиц от
 10^{-7} до 10^{-4} м.

Частицы дисперсной фазы
можно наблюдать в
обычный световой
микроскоп

Микрогетерогенные системы:

- 1) системы с *газообразной* дисперсионной средой (*аэрозоли, порошки*);
- 2) системы с *жидкой* дисперсионной средой (*суспензии, эмульсии, пены*)

**Свойства указанных систем во
многом определяются
поверхностными явлениями —**

**адсорбцией,
смачиванием, адгезией.**

**Для них характерны и свои
особенности, обусловленные как
природой границы раздела,
так и дисперсностью**

Классификация по агрегатному состоянию

Впервые дисперсные системы по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды классифицировал В. Оствальд в 1891 г. Согласно этой классификации возможны девять комбинаций дисперсной фазы и дисперсионной среды, каждая из которых может находиться в виде газа, жидкости и твердого тела. На практике реализуются только восемь комбинаций, поскольку газы в нормальных условиях неограниченно растворимы друг в друге и, следовательно, образуют гомогенную систему.



Аэрозоли и порошки

Аэрозоли

Аэрозоли - свободно-дисперсные системы с газообразной дисперсионной средой и дисперсной фазой, состоящей из твердых или жидких частиц. Аэрозоли образуются при **взрывах, дроблении, распылении веществ, а также в процессах конденсации при охлаждении пересыщенных паров воды и органических жидкостей. Аэрозоли получают и с помощью **химических реакций, протекающих в газовой фазе****

По агрегатному состоянию частиц аэрозоли классифицируют:

на туманы (Ж/Г) — дисперсная фаза состоит из капелек жидкости, дымы (Т/Г) — аэрозоли с твердыми частицами *конденсационного* происхождения, пыли (Т/Г) — твердые частицы, образованные путем *диспергирования*. Возможны системы смешанного типа, когда на твердых частицах конденсируется влага - «СМОГ» — *туман, образовавшийся на частичках дыма*

Для аэрозолей характерна крайняя ***агрегативная неустойчивость*** (***низкая вязкость воздуха - быстрые диффузия и седиментация***).

Их длительное существование связано с высокой дисперсностью и малой концентрацией. Это значит, что **устойчивость аэрозолей является лишь *кинетической*, термодинамические факторы устойчивости отсутствуют**

**К нарушению
устойчивости аэрозолей
приводят 3 основных
процесса:**

1) седиментация частиц;

2) коагуляция частиц, протекающая в газовой среде благодаря весьма интенсивному броуновскому движению с большой скоростью, которая еще более возрастает с увеличением концентрации аэрозоля. Ускорению коагуляции способствует повышенная влажность среды, поскольку частицы аэрозоля выступая в качестве центров конденсации, укрупняются и коагулируют. Коагуляция ускоряется также в случае разноименно заряженных частиц и при наложении электрического поля;

3) влияние температуры, особенно на устойчивость туманов, так как образование жидкости из пара возможно при условии насыщения паров (p_0). Поскольку получается капля небольшого радиуса с выпуклой поверхностью, то капли жидкости обладают повышенным давлением по сравнению с p_0 и поэтому испаряются, следовательно, образование туманов происходит в условиях пересыщения. За счет последующего оствальдовского созревания возможно испарение мелких капель и образование крупных с последующим выпадением дождя.

Образование аэрозолей в виде пыли, дымов и туманов часто

нежелательно и вредно для живых организмов. Борьба с дымами и промышленной пылью ведется с помощью фильтрации газов через тканевые фильтры, осаждения частиц в установках типа циклонов и т.д.

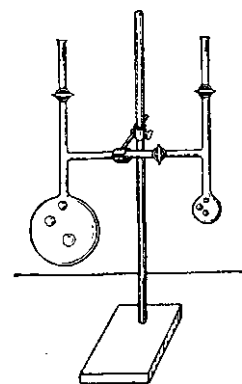
Переконденсация или **Оствальдовское созревание**^[1] — процесс конденсации пересыщенной фазы вещества на поздних временах развития, когда закончен этап [нуклеации](#), а рост крупных зёрен новой фазы (например, капель из пара) происходит за счёт более мелких в условиях «подавления без поедания», то есть растворения капель без их слипания.

«Оствальдовское созревание» осадка

Одним из процессов, происходящих с осадком, является растворение мелких и рост крупных частиц, т. е.

Таблица VI-1. Растворимость хромата свинца в зависимости от размера частиц

Препарат	Время встряхивания, мин	Рассчитанный радиус частиц, мкм	Растворимость, (моль/л) · 10 ⁴
Состаренный	1	—	1,30
	6	—	1,28
	1440	0,45	1,28
Свежеосажденный, состоящий из мелких частиц	1	0,086	2,10
	5	—	1,85
	20	0,28	1,41
	1440	0,30	1,24



«оствальдовское созревание». Мелкие кристаллы имеют на своей поверхности больше активных мест (границы, углы), обладают высокой поверхностной энергией и, следовательно, они более растворимы, чем крупные кристаллы, и быстрее растворяются. В результате этого средний размер кристаллов с течением времени увеличивается (табл. VI-1) [13]. Следует отметить, что **зависимость растворимости от размера частиц более четко выражена у осадков с высокой свободной поверхностной энергией** (сульфат бария, хромат свинца и др.), чем у осадков с низкой поверхностной энергией (хлорид серебра).

**К особенностям физических
свойств аэрозолей, связанным с
газообразной дисперсионной
средой, относятся явления:**

-термофореза;

-фотофореза;

-термопреципитации

Термофорез – это движение частиц аэрозоля в направлении области более низких температур. Причиной этого служит то, что более нагретую сторону частицы молекулы газа бомбардируют с большей скоростью, чем менее нагретую. **Частица** получает импульс для движения в сторону более низкой температуры

Фотофорезом называют
перемещение частиц
аэрозоля при одностороннем
освещении. Направление
движения зависит от многих
свойств частиц — размера,
формы, прозрачности и т.д.

Термопреципитация — это осадждение частиц аэрозоля на холодных поверхностях за счет потери частицами кинетической энергии. Этим объясняется, например, осадждение пыли на стенах и потолке около обогревательных устройств

Явления *термофореза и фотофореза* чрезвычайно сильно проявляются в атмосферных аэрозолях при *образовании и передвижении облаков и туманов*

Роль аэрозолей в природе, быту и промышленности чрезвычайно велика. Например, *влияние* облаков и туманов на *климат, перенос ветром семян и пыльцы растений, пневматические способы окраски и покрытие поверхностей распыленными металлами, применение распыленного топлива, внесение удобрений* и т.д.

***Отрицательные* свойства**
аэрозолей связаны с загрязнением
окружающей среды
высокодисперсными вредными
веществами, вызывающими
легочные заболевания и
различные виды аллергии.

Поэтому широко разрабатываются
методы улавливания и
разрушения аэрозолей

Аэрозоли нашли широкое применение в **медицине и фармации.**

Стерильные аэрозоли в специальных упаковках типа баллонов применяют для *стерилизации операционного поля, ран и ожогов*; **ингаляционные аэрозоли**, содержащие антибиотики и другие лекарственные вещества, — для лечения дыхательных путей; **аэрозоли локального применения** используют вместо перевязочных средств; **аэрозоли в виде клея** — в хирургической практике для склеивания ран, кожи, **бронхов, сосудов** и т.д.

Порошки

Порошки представляют собой свободно-дисперсные системы с *газообразной дисперсионной средой* и *твердой дисперсной фазой*, которая состоит из частиц размером от 10^{-8} до 10^{-4} м.

Способы получения

порошков:

- физико-механические;
- физико-химические.

Физико-механические

способы получения

порошков основаны на

процессах измельчения

твердых материалов

дроблением, а жидких

материалов — распылением

В основе физико-химических способов производства порошков лежат процессы окисления, восстановления, электролиза. Поэтому химический состав исходных материалов и порошков не одинаков. Так, порошки *сажи* и *силикагеля* получают путем сжигания соответственно *углеводородов* до *элементарного углерода* и *тетрахлорида кремния* до SiO_2

Свойства порошков

характеризуют: *насыпной плотностью, слипаемостью, сыпучестью (текучестью), гигроскопичностью, смачиваемостью, абразивностью, удельным электрическим сопротивлением, горючестью, взрываемостью.*

Очень важным свойством порошков является способность к гранулированию.

Гранулированием называют процесс образования в порошкообразной массе конгломератов (гранул) шарообразной или цилиндрической формы, более или менее однородных по величине. Этот процесс может идти самопроизвольно, так как приводит к уменьшению поверхностной энергии Гиббса

Процесс гранулирования играет большую роль в **фармацевтической** промышленности, так как гранулы являются одной из лекарственных форм. Кроме того, гранулы **служат промежуточным продуктом, из которого путем прессования получают таблетки.** Номенклатура лекарств, выпускаемых в виде порошков, гранул и таблеток, довольно широка и составляет до 80% готовых лекарственных средств, в том числе порошков — до 20%

Дисперсность порошков,
применяемых в фармации,
существенно влияет на *качество
продукции, скорость и силу
фармакологического эффекта*: **чем
мельче частицы, тем они *легче*
*растворяются, быстрее всасываются,
равномернее смешиваются с другими
компонентами и точнее дозируются***

Пример: таблетки гризеофульвина с размером частиц $5 \cdot 10^{-6}$ м и менее в 2-3 раза эффективнее обычных таблеток с размером частиц 10^{-5} м. В эксперименте установлено, что с уменьшением частиц порошка *сульфодиметоксина, дигоксина и ацетилсалициловой кислоты* скорость и степень их всасывания из таблеток и суппозиторий *увеличиваются почти 1,5 раза*. Замечено, что наличие частиц в порошке сульфадимезина размером более 10 мкм уменьшает всасывание порошка. Однако слишком сильное увеличение дисперсности способно и уменьшить фармацевтическую активность.

Суспензии

Суспензии (от лат. suspensio —
подвешивание) - это
микрогетерогенные системы с жидкой
дисперсионной средой и твердой
дисперсной фазой с размерами частиц
выше, чем в коллоидных растворах, т.е. в
диапазоне 10^{-7} - 10^{-4} м. Наиболее
грубодисперсные системы называют
взвесьями, наиболее *мелкие* —
 $5 \cdot 10^{-7}$ - 10^{-7} м — *мутями*

СРС: А.П.Беляев, §28.2, Суспензии

Эмульсия

Суспензия

Дисперсионная среда



Дисперсная фаза

Суспензии

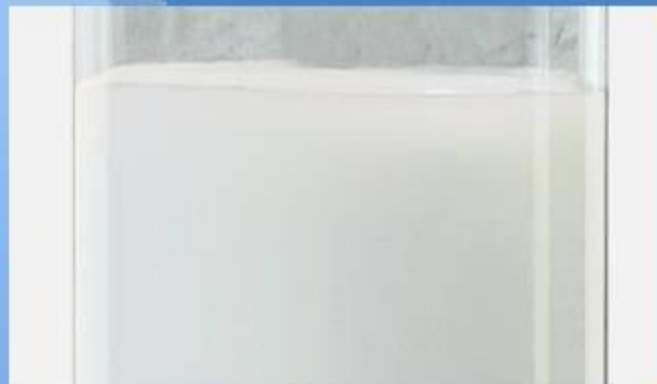


**Взвешенная в
воде мука**



Эмалевые краски

«Известковое молочко»



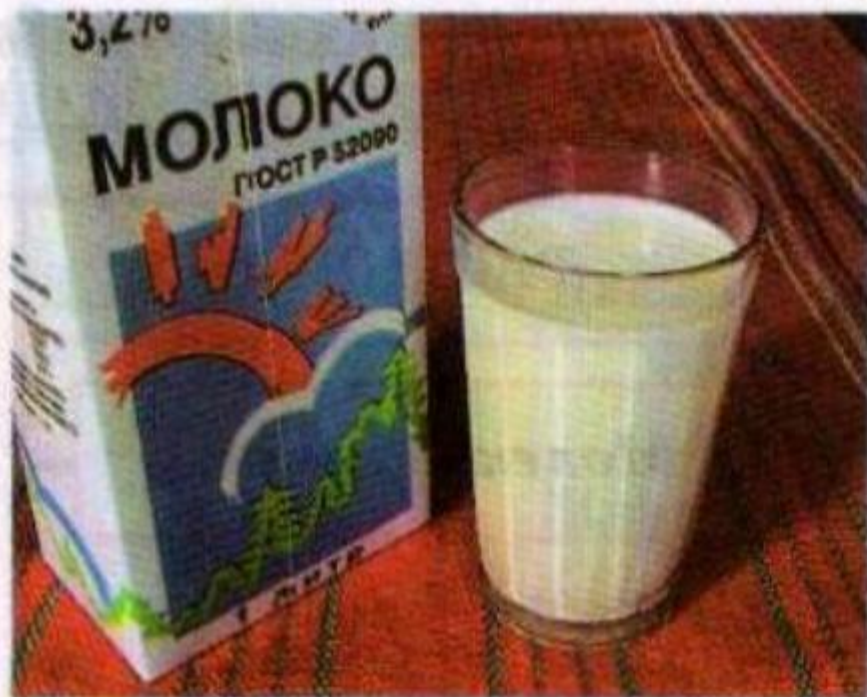
Желетельный планктон



Строительный раствор

Эмульсии

Эмульсии – это дисперсная система с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой



а)



б)

Рис. 81. Природные эмульсии: а — молоко; б — нефть

Эмульсии — свободно-
дисперсные системы.

В них дисперсионная
среда и дисперсная
фаза являются
жидкостями

Условие образования

ЭМУЛЬСИИ:

полная или частичная

взаимная нерастворимость

**веществ дисперсной фазы и
среды**

*Следовательно, вещества, образующие различные фазы, сильно отличаются по полярности. Одна из жидкостей, образующих эмульсию, полярная; наибольшее распространение получили эмульсии, где *полярной* жидкостью является *вода (в)*. Вторая жидкость — *неполярная*; ее принято называть *«маслом» (м)*. Жидкость, являющаяся дисперсной фазой, находится в диспергированном состоянии в виде капель размером от 10^{-7} м до видимых невооруженным глазом*

Эмульсии играют важную роль в природе (молоко, млечный сок растений и т.д.), имеют чрезвычайно большое практическое значение во многих областях деятельности человека: *широко применяются в медицине, фармации*, косметике, в строительном деле, текстильной, кожевенной, пищевой, химической промышленности

Скипидарные эмульсии (белая эмульсия, желтый раствор)

Скипидарные эмульсии используются для приготовления скипидарных ванн по методу доктора Залманова

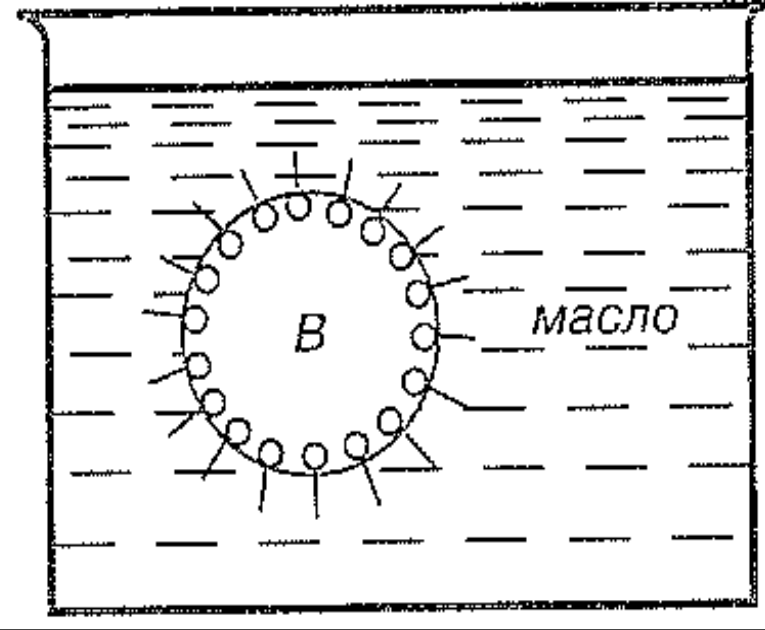
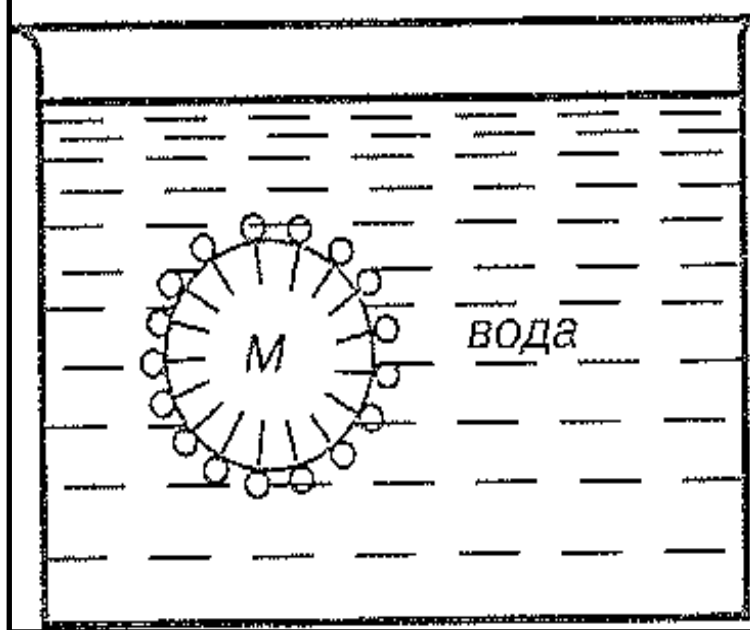


Классификация эмульсий

1. В зависимости от полярности фаз различают два типа эмульсий:

1) *прямые (эмульсии I рода)*, которые состоят из полярной дисперсионной среды и неполярной дисперсной фазы; их обозначают условно ***м/в***;

2) *обратные (эмульсии II рода)* имеют неполярную дисперсионную среду и полярную дисперсную фазу; их условное обозначение ***в/м***



Типы эмульсий:

слева — прямая эмульсия

(М/В),

справа — обратная эмульсия

(В/М)

Тип эмульсий определяют методами:

— Разбавление или смешение.

Эмульсия может быть разбавлена тем компонентом, который образует дисперсионную среду. Так, если при добавлении эмульсии в воду наблюдается смешение капель эмульсии с водой, то эмульсия прямая, при отсутствии смешения — обратная

— Избирательное окрашивание одной из фаз эмульсии красителями.

Водорастворимые красители (например, метиленовая синь, метилоранж) окрашивают водную фазу, а жирорастворимые красители (типа судан III, фуксин) — «масло». При наблюдении в микроскоп легко установить тип эмульсии. При визуальном наблюдении за **не слишком концентрированной эмульсией** видно, что **вся эмульсия окрашивается тем красителем, который растворяется в дисперсионной среде**

***—Инструментальные
физико-химических методы.***

**Например, измерения
*электрической проводимости.***

**Высокие значения электрической
проводимости указывают на
прямой тип эмульсии (м/в).**

**Обратные эмульсии имеют очень
малую проводимость**

— *Смачивание.*

Капля эмульсии смачивает ту поверхность, которая близка по полярности с дисперсионной средой; так, прямая эмульсия смачивает гидрофильную поверхность

— *Смачивание*

фильтровальной бумаги.

**Если при нанесении эмульсии
жидкость легко
распространяется по
поверхности бумаги, оставляя в
центре небольшую каплю, то
это прямая эмульсия.**

***2. В зависимости
от концентрации
дисперсной фазы***

**От концентрации
дисперсной фазы зависят
все основные свойства
эмульсий, в первую очередь,
*устойчивость эмульсий и
методы их стабилизации***

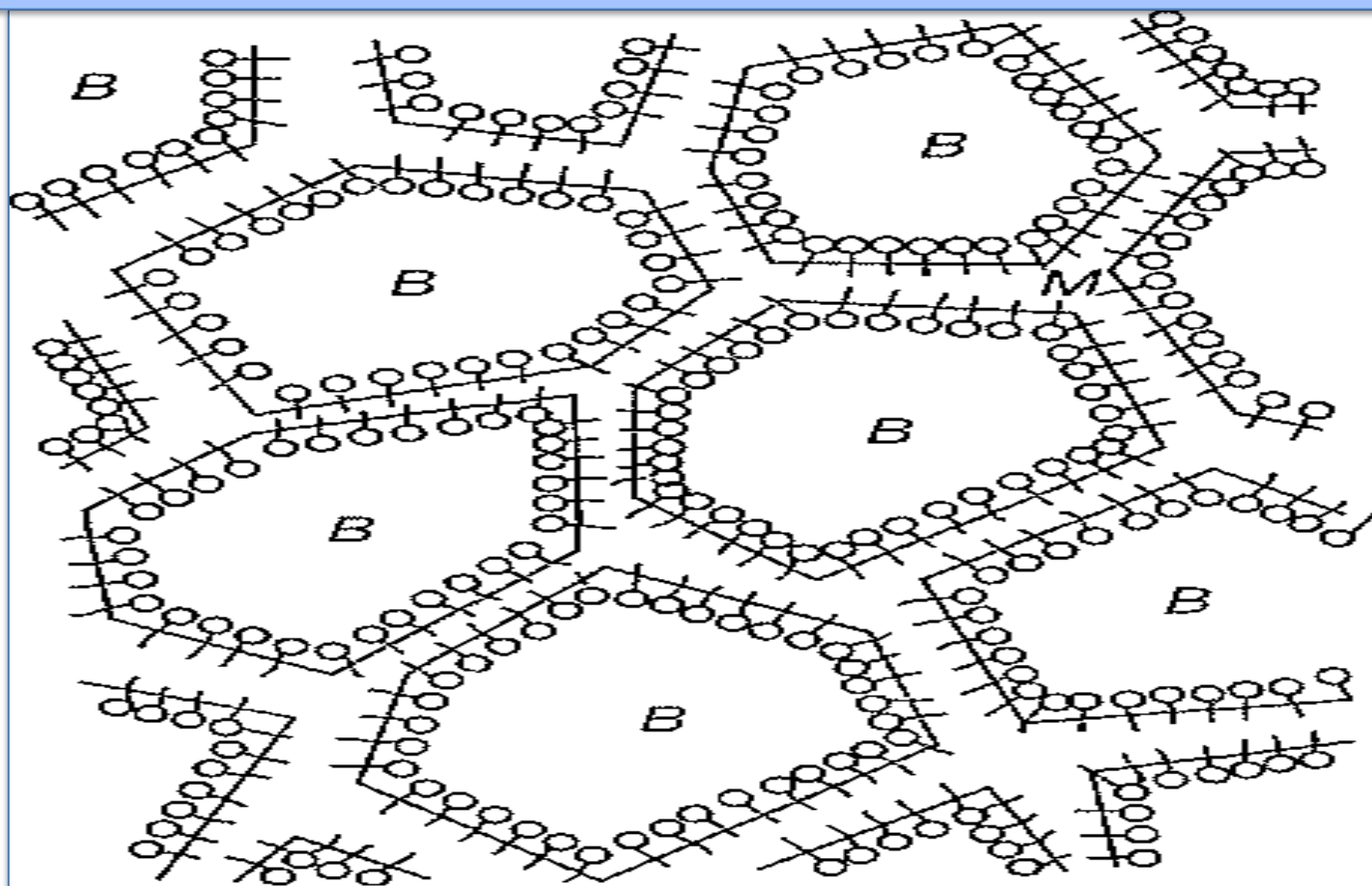
По концентрации эмульсии
подразделяют на три группы:

1) разбавленные — с концентрацией дисперсной фазы не более 0,1% от объема эмульсии;

2) концентрированные — с концентрацией дисперсной фазы от 0,1 до 74% объема;

3) высококонцентрированные — с содержанием дисперсной фазы свыше 74% объема.

Высококонтентрированные эмульсии, в которых достигнута максимально возможная концентрация дисперсной фазы, называют *предельными* или предельно концентрированными (в/м)



Устойчивость эмульсий.

Эмульгаторы и

механизм их действия

**В эмульсиях различают
седиментационную и
коагуляционную
(агрегативную)
устойчивость**

Характерной именно для данного вида дисперсных систем является еще один вид агрегативной устойчивости — устойчивость по отношению к коалесценции — слиянию мелких капель в крупные с конечным выделением вещества жидкой фазы в гомогенный слой. Процесс коалесценции приводит к необратимому разрушению данной эмульсии.

При *коагуляции (или флокуляции)* ЭМУЛЬСИИ происходит образование агрегатов капель с сохранением их индивидуальных размеров, данный процесс может быть обратимым — при определенных условиях капли снова расходятся

Седиментационная устойчивость

Эмульсий определяется их дисперсностью, различием плотностей жидкостей, составляющих отдельные фазы, вязкостью среды, концентрацией дисперсной фазы. Высокодисперсные эмульсии седиментационно более устойчивы, чем грубодисперсные.

Агрегативная устойчивость эмульсии количественно определяется **скоростью расслоения**, которую определяют, измеряя объем отслоившейся фазы через определенные промежутки времени. Этот вид устойчивости тесно связан с концентрацией дисперсной фазы, а точнее — *с числом капель в единице объема эмульсии и частотой их столкновений.*

Разбавленные эмульсии могут существовать длительное время.

Концентрированные эмульсии нуждаются в применении эмульгаторов.

Эмульгаторы — это
растворимые ПАВ и ВМС
или нерастворимые
порошкообразные вещества,
добавление которых к
эмульсиям делает их
устойчивыми

**Общие закономерности
стабилизирующего действия
эмульгаторов характеризуются**

правилом Банкрофта:

**гидрофильные эмульгаторы
стабилизируют прямые эмульсии
типа м/в; гидрофобные
эмульгаторы — стабилизируют
обратные эмульсии типа в/м.**

**Согласно правилу Банкрофта,
молекулы или частицы
эмульгатора располагаются
преимущественно со стороны
дисперсионной среды, т.е.
главным образом на наружной
поверхности капель эмульсии**

Обращение фаз эмульсий

Обращением фаз

ЭМУЛЬСИИ НАЗЫВАЮТ

ПЕРЕХОД ЭМУЛЬСИИ ИЗ

ПРЯМОГО ТИПА В ЭМУЛЬСИЮ

ОБРАТНОГО ТИПА И

НАОБОРОТ

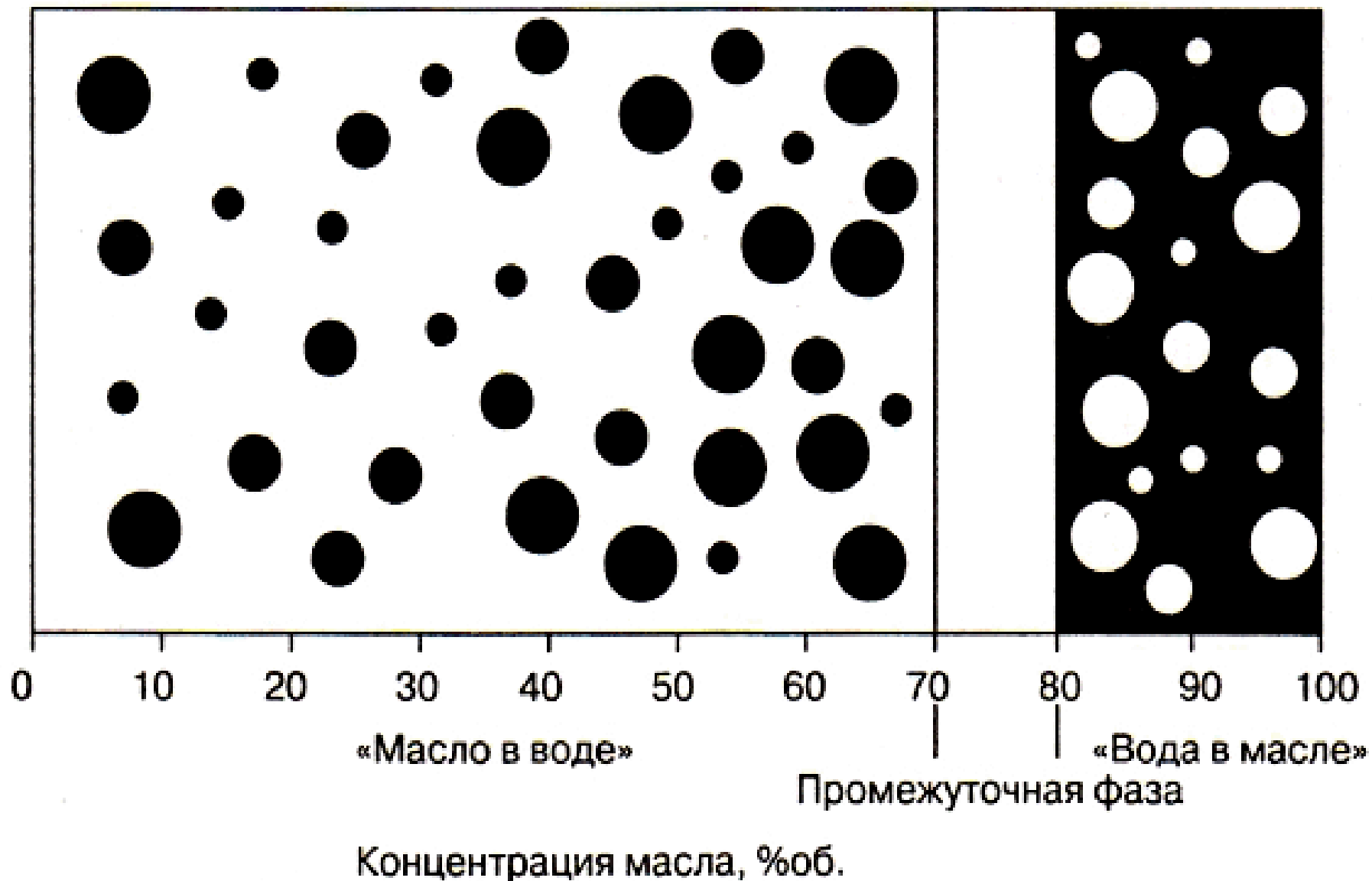


Рис. 3. Зависимость фазовой обратимости дисперсных систем «масло в воде» и «вода в масле» от концентрации масла

Значение эмульсий для фармации

Эмульсии получили широкое распространение в качестве фармацевтических препаратов для ***внутреннего, наружного или инъекционного применения***. Как правило, для **внутреннего применения** используют **прямые эмульсии**, наиболее совместимые с организмом, для **наружного** — как **прямые, так и обратные**

Косметические эмульсии.

Одним из основных требований, предъявляемых к косметическим эмульсиям, является их совместимость с кожей, кожными липидами. Из практики известно, что обратные эмульсии обычно хорошо совместимы с кожей

С образованием устойчивых эмульсий тесно связаны процессы **микрокапсулирования**, широко используемые при получении фармацевтических препаратов. Преимущества микрокапсулирования связаны с **предохранением неустойчивых лекарственных препаратов от воздействия внешней среды** (витамины, антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки и др.), маскировкой вкуса, высвобождением лекарственных веществ в нужном участке желудочно-кишечного тракта (кишечно-растворимые микрокапсулы), пролонгированием действия и т.д.

СРС :

Физическая и коллоидная химия: учебник/ Под ред. проф. А. П. Беляева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 704 с.: (2 изд., 2014. - 752 с.)

§29.4. Пены

Контрольные вопросы

**Приведите примеры
практического использования в
фармацевтической практике
микрогетерогенных систем.**



Основная литература

- 1. Физическая и коллоидная химия: учебник/ Под ред. проф. А.П.Беляева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 704 с.: (2изд., 2014. - 752 с.)**
- 2. Слесарев В.И. Химия: Основы химии живого: Учебник для вузов. – СПб, 2007. – 784 с.**
- 3. Физическая и коллоидная химия. Задачник: учеб.пособие для вузов / А.П.Беляев, А.С.Чухно, Л.А.Бахолдина, В.В.Гришин; под ред. А.П. Беляева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 288с.**
- 4. Электронные ресурсы**

Дополнительная литература

- 1. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/45679/> А. Н. Васюкова, О. П. Задачаина, Н. В. Насонова [и др.] СПб. : Лань, 2014. ЭБС Лань**
- 2. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии : учеб. пособие А. Н. Васюкова, О. П. Задачаина, Н. В. Насонова [и др.] СПб. : Лань, 2014.**
- 3. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учеб. для мед. вузов (с задачами и решениями). - Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=351894> Н. Н. Муш камбаров М.: Флинта , 2015. ЭБС iBooks**

Дополнительная литература

4. Физическая и коллоидная химия. Задачник : учеб. пособие . А. П. Беляев, А. С. Чухно, Л. А. Бахолдина [и др.] ; ред. А. П. Беляев М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.

5. Физическая и коллоидная химия. Задачник [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Режим доступа:

<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970428443.html> А. П. Беляев, А. С. Чухно, Л. А. Бахолдина [и др.] ; ред. А. П. Беляев М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. ЭБС
Консультант студента (ВУЗ)

6. Физическая и коллоидная химия. Практикум обработки экспериментальных результатов : учеб. пособие А. П. Беляев М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.

Дополнительная литература

7. Физическая и коллоидная химия. Руководство к практическим занятиям : учеб. пособие ред. А. П. Беляев М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012.

8. Физическая и коллоидная химия. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Режим доступа:

<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970422076.html>

ред. А. П. Беляев М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012.

ЭБС Консультант студента (ВУЗ)

9. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник. - Режим доступа:

<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970423905.html>

Ю. Я. Харитонов М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013.

ЭБС Консультант студента (ВУЗ)

10. Химия: Основы химии живого : учеб. для вузов В. И. Слесарев СПб. : Химиздат, 2007. 299

Спасибо за внимание

Багульник болотный

https://yandex.ru/images/search?text=багульник%20фото&img_url=https%3A%2F%2Fkak2z.ru%2Fmy_tagimg%2Fimg%2F2015%2F06%2F02%2F63776.jpg&po