

- **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- **ОСНОВНАЯ:**

- **Зайцев С.Ю. Конопатов Ю.В.**, «Биохимия животных». - С.-П.: Лань – 2005. – 384 с.
- **Конопатов Ю.В., Васильева С.В.** «Биохимия животных». - С.-П.: Лань – 2015. – 384 с.
- **Малахов А.Г., Вишняков С.Н.** «Биохимия с/х животных». - М: Высшая школа – 1984. -335с.

- 

- **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:**

- Ленинджер А. «Основы биохимии: перев. с англ.». – М.: Мир. – 1985. – 1055с.
- Метревели Т. В. «Биохимия животных». – С.-П.: Лань – 2005. – 296с.
- Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. «Биоорганическая химия». - М.: Медицина, 1991.-528 с.
- Филиппович Ю.Б. «Основы биохимии». М.: Высшая школа. – 1993. – 483с.

-

# Введение. Общая теория дисперсных систем.

- План
- 1. Введение в биохимию. Химический состав живых организмов.
- 2. Вода. Активная реакция водных растворов. Водородный показатель. Буферные системы живых организмов.
- 3. Дисперсные системы живых организмов, их свойства.

- **Биохимия** – это наука, занимающаяся изучением различных молекул, химических реакций и процессов, протекающих в живых клетках и организмах.
- Знание биохимии необходимо для успешного развития двух главных направлений биомедицинских наук:
  - 1 – решение проблем сохранения здоровья;
  - 2 – выявления причин различных болезней и поиск путей их эффективного лечения.

- С биохимической точки зрения организм можно считать здоровым, если многие тысячи реакций, протекающие внутри клеток и во внеклеточной среде идут в таких условиях и с такими скоростями, которые обеспечивают максимальную жизнеспособность организма и поддерживают физиологически нормальное (не патологическое) состояние.
- Все болезни представляют собой проявления каких-то изменений в свойствах молекул и нарушений хода химических реакций и процессов.

- В зависимости от **объекта изучения** различают **биохимию человека, животных, растений, микробов, вирусов.**

- По направлению изучения биохимию делят на **статическую** - изучается химический состав, свойства исследуемого объекта; - **динамическую**, изучающую превращение веществ с момента поступления в организм и заканчивая выделением конечных продуктов обмена
- **функциональную**, где изучаются химические основы физиологической деятельности организма в целом, органа, ткани, клетки.

- **Физико-химические основы биохимических процессов**

- **Химический состав живых организмов**
- Элементы, обычно входящие в состав организма называют биогенными элементами или биоэлементами. Живые организмы почти на 99% состоят из 4 элементов: Н, О, С и N.

- Н – главный в биохимии восстановитель, а протон (p) - закислитель среды; О – главный в живых системах окислитель; С – не только основной структурный элемент, но и главный для живых организмов донатор энергии через окислительно-восстановительные реакции, реализуемые в кругообороте углерода;

- N – необходимый составной компонент белков и биоинформационных молекул, придающий важное информационное разнообразие биополимерам. H и O – составные элементы воды, на которую приходится до 70% массы живых организмов, в том числе и наших с вами.
- Поскольку многие биомолекулы помимо H, O, C и N содержат также атомы S и P, эти шесть элементов являются мажорными (базовыми) **макроэлементами**, их называют **органогенами**.

- К **макроэлементам** относят также Na, K, Mg, Ca, Cl, а также Fe, содержание которого достигает в живых организмах 0,05%. Те биоэлементы, содержание которых составляет сотые доли процента и меньше называют **микроэлементами**, к которым относят Cu, Zn, I, Co, F, Br, Se, Mn, Mo. К **ультрамикроэлементам** относят **Li, B, Al, Si, V, Cr, Ni**, содержание которых ниже тысячных долей процента. Выделяют также следовые элементы – **As, Au, Hg, Cd** и другие. Значение многих из них в настоящее время неизвестно.

# Химический состав организма

неорганические

вода

минеральные  
соли

органические

белки

жиры

углеводы

нуклеиновые  
кислоты

- **Вода** составляет от 50 до 98% от общей массы организма. Каждая клетка и каждая ткань содержит определенное количество воды, так **кожа содержит 72%, сердце – 79%, спинной и головной мозг – 70%, кровь – 79%, лимфа – 96%.**

- Вода обеспечивает **растворение веществ,**
- **процессы всасывания, передвижения, набухания, осмоса** и многих других.  
Высокая теплоемкость, теплопроводность, теплота испарения воды способствует **поддержанию температуры тела** у теплокровных животных.
- Она участвует в **реакциях гидролиза,** **вызывает диссоциацию** молекул (электролитов).
- **Вода – конечный продукт обмена веществ** в организме.

- Молекула воды имеет форму тетраэдра, в центре которого расположен атом кислорода. Две вершины тетраэдра заняты свободными электронными парами атома кислорода, а остальные две – атомами водорода. Поэтому связи Н—О—Н расположены под углом друг к другу. Из-за высокой электроотрицательности атома кислорода связь О—Н полярна.
- Молекула воды представляет собой электрический диполь.

- АКТИВНАЯ РЕАКЦИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ
- Под активной реакцией среды понимают **концентрацию водородных ионов**.  
Постоянство концентрации водородных ионов – **изогидрия** – имеет особо важное значение для биологических процессов организма. Физико-химическое состояние белков, каталитическая функция ферментов, активность солевых ионов зависят от концентрации ионов водорода.
-

- Ионное произведение воды. Водородный показатель

- Точные измерения показывают, что чистая дистиллированная вода в незначительной степени электропроводна. Следовательно, вода в некоторой степени диссоциирована. Для обратимых процессов константа диссоциаций ( $K$ ) выражается уравнением:

- $[H^+].[OH^-] = 10^{-14}$

- 

- Произведение концентрации ионов водорода и ионов гидроксида для воды при постоянной температуре есть величина постоянная и называется **ИОННЫМ произведением воды.**

- Связанные между собой концентрации гидроксид-ионов и ионов водорода являются **величинами сопряженными**. Следовательно, если добавлением кислоты увеличить концентрацию ионов водорода, то одновременно во столько же раз уменьшится концентрация гидроксид-ионов. Следовательно, по концентрации ионов водорода можно судить о характере среды:

- $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$  - среда нейтральная;
- $[H^+] > [OH^-] > 10^{-7}$  - среда кислая;
- $[H^+] < [OH^-] < 10^{-7}$  - среда щелочная.
- Степень кислотности растворов принято выражать не концентрацией ионов  $H^+$ , а ее отрицательным десятичным логарифмом. Эту величину называют водородным показателем и обозначают через pH:
  - **$pH = -\lg [H^+]$**

- **Методы определения pH среды**
- Кислотность среды оценивают pH-метрией. Один из способов определения pH основан на способности индикаторов изменять свою окраску в зависимости от pH среды. Каждый индикатор характеризуется определенным интервалом перехода окраски.
- Так, **фенолфталеин** меняет свою окраску от бесцветной до красной в пределах **pH 8,2-10,0**, а **метилоранж** – в пределах **3,1-4,4**.

- Методы определения pH среды, основанные на изменении окраски индикаторов, называют колориметрическими.
- В настоящее время чаще всего используют **универсальные индикаторы**. Это смесь обычных индикаторов, изменяющая окраску в пределах **pH от 2,0 до 10**.

- Роль активной реакции среды в биологических процессах

- 

- Ионы  $H^+$  и  $OH^-$  занимают особое место среди других ионов в связи со значительным влиянием их на течение многих химических реакций. Многие процессы в живом организме протекают при строго определенном значении  $pH$  среды.

- Так, **желудочный сок животных имеет рН 0,9-1,5.** Повышение и понижение кислотности его вызывает болезненные изменения в организме. Снижение рН крови даже на десятые доли рН существенно влияет на общее состояние организма. Смещение этого значения в **кислую сторону вызывает ацидоз,** а в **щелочную – алкалоз.**
- Таким образом, **рН жидких сред организма входит в понятие гомеостаза,** т.е. является одной из констант организма.

## рН крови животных

Бык - 7,36-7,40

Свинья - 7,85-7,95

Собака - 7,30

Баран - 7,82

Кролик - 7,33-7,35

Коза - 7,65

Лошадь - 7,40-7,69

Овца - 7,40-7,58

### Значения рН некоторых жидкостей организма

Слюна лошади 7,56

Желчь 7,0-8,0

коровы 8,10

Молоко коровы 6,2

свиньи 7,32

Моча коровы 8,5-8,7

собаки 7,56

Моча лошади 7,8-8,9

- Буферные растворы, состав, механизм действия

- 

- Постоянство концентрации ионов водорода, являющейся одной из важнейших констант организма, поддерживается так называемыми буферными системами или растворами.

- Буферными системами (буферами) называют растворы, обладающие свойством **поддерживать** (в определенных пределах) постоянное **значение pH** как при добавлении к ним кислот или оснований, так и при разбавлении их водой.

- По своему составу **буферные растворы** **бывают двух типов: кислые** (состоят из слабой кислоты и её соли, полученной при взаимодействии с сильным основанием) и **основные** (состоят из слабого основания и его соли, образованной с сильной кислотой).
- Примером кислой буферной системы является ацетатный буфер :
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ ,
- основного буферного раствора – аммиачный буфер:  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ .

- **Механизм действия буферных растворов на примере ацетатного буфера.**

- Предел, в котором проявляется буферное действие, называется **буферной ёмкостью**.
- Её выражают количеством эквивалентов сильной кислоты или сильного основания, которые следует добавить к 1 л буферного раствора, чтобы сместить его рН на 1 единицу.
-

- **Биологическое значение буферных систем**  
Буферные системы в живых организмах поддерживают постоянство pH в крови и тканях. В процессе обмена веществ в организме образуется большое количество кислых продуктов.
- Сохранение **постоянства pH среды** в организме обеспечивается наличием в нем **мощных буферных систем.**

- Большую роль при этом играют **белковый (гемоглобиновый), бикарбонатный и фосфатный буферы**. Буферной системой крови являются **бикарбонатный и фосфатный буферы**:  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$  соответственно.
- Наиболее мощной буферной системой крови является **гемоглобиновый буфер** (до **75%** всей буферной ёмкости крови), который удаляет из организма большое количество углекислоты.

- Большое значение в поддержании постоянного рН в клетках тканей имеет белковый буфер. Он состоит из протеина (белка) – Р<sub>t</sub> и его соли.

- Дисперсные системы

- – это системы, состоящие из вещества, раздробленного или размельченного до частиц определенной величины, равномерно распределенного в другом веществе.
- Распределяемое вещество – дисперсная фаза, а вещество, в котором распределена дисперсная фаза – дисперсионная среда.

- Классификация дисперсных систем
- А. По величине частиц дисперсной фазы все дисперсные системы делят на 3 группы:

Вид системы	Размер частиц	Примеры	Свойства системы
I. Грубодисперсные	более 100 нм	<u>Суспензии</u> (твердая фаза в жидкой среде): раствор цемента, кофе, крахмала. <u>Эмульсии</u> (две несмешивающиеся жидкости: молоко, масло в воде)	Системы гетерогенны, неустойчивы, со временем фазы их разделяются.

Вид системы	Размер частиц	Примеры	Свойства системы
II. Коллоидно - дисперсные (коллоидные растворы) или золи	от 1 до 100 нм	Золь берлинской лазури, твердые сплавы, туман и др	Микрогетерогенные системы, не оседают под действием силы тяжести, не проходят через мембраны, интенсивно окрашены, рассеивают лучи света. В зависимости от природы растворителя золи называют гидрозоль (если дисперсионная среда – вода) и аэрозоль (если дисперсионная среда – воздух).

Вид системы	Размер частиц	Примеры	Свойства системы
III. Молекулярно- и ионнодисперсные (истинные растворы)	1 нм	Растворы сахара, спиртов, электролитов (NaCl, HCl, NaOH и др.)	Гомогенные однофазные устойчивые системы

- К истинным растворам принадлежат и **растворы высокомолекулярных веществ**, молекулярная масса которых достигает сотен тысяч дальтон. Это тоже **гомогенные системы**. Но так как размеры их частиц сравнимы с таковыми коллоидных растворов, то они обладают целым рядом свойств коллоидных растворов.

- Б. По агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды
- В. По степени взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды различают: лиофильные (гидрофильные) с сильным взаимодействием фазы и среды и лиофобные со слабым взаимодействием.

- Методы получения коллоидных растворов
- а) методами диспергирования (дробление, измельчение)
- б) методами конденсации (укрупнение)
- в) ультрафильтрацией через полупроницаемые мембраны.

- **Поверхностные явления**

- Поверхностные явления в **коллоидах** играют первостепенную роль, т.к. являясь **микрогетерогенными системами**, они **обладают колоссальной поверхностью** раздела между частицами дисперсной фазы и дисперсионной среды. **Наличие сильно развитой поверхности в коллоидных растворах** объясняет многие физико-химические особенности этих систем.

- Адсорбция - это

- концентрирование вещества на границе раздела фаз вследствие нескомпенсированности сил межмолекулярного взаимодействия на разделе фаз.
- Адсорбция обусловлена наличием адсорбционных сил, имеющих различную природу. Различают межмолекулярные (Ван-дер-Ваальсовы) и химические (ионные, ковалентные) силы.

- В зависимости от этого адсорбцию подразделяют на 2 вида: физическую и химическую (или хемосорбцию).
- Вещество, способное адсорбировать на своей поверхности другое вещество или ионы, называется **адсорбентом**.  
Адсорбируемое вещество называется **адсорбтивом**.

- **Процесс адсорбции обратим.** Частицы в адсорбционных слоях совершают колебательные движения, то приближаясь к адсорбенту, то удаляясь от него. Некоторые из них могут выходить **за пределы действия сил притяжения адсорбента.** В этом случае наблюдается **обратный процесс – десорбция.**
- Со временем система приходит в состояние адсорбционного равновесия:
  - **Адсорбция ↔ Десорбция.**

- Адсорбция носит избирательный характер. Процесс адсорбции экзотермичен и, следовательно, в соответствии с принципом Ле-Шателье, с ростом температуры адсорбция падает, и равновесие сдвигается в сторону процесса десорбции.

Зависимость адсорбции от концентрации при постоянной температуре изображается графически изотермой адсорбции.

Математически изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.

- Все растворимые вещества по их способности адсорбироваться на границе раздела фаз делятся на две группы: **поверхностно-активные (ПАВ)** вещества и **поверхностно-неактивные**.
- Характерной особенностью ПАВ является то, что молекулы их содержат **две части**: **полярную гидрофильную** (растворимую в воде) и **неполярную гидрофобную** (в воде нерастворимую).

- Обычно углеводородный радикал гидрофобный, а функциональные группы -ОН, -СООН, -NH<sub>2</sub> и т.д. – гидрофильные. Чем длиннее углеводородный радикал, тем меньше растворимость его в воде, но тем выше становится его способность к адсорбции. Эта закономерность получила название **правила Траубе-Дюкло**. Это правило применимо к разбавленным растворам.

- Процессы адсорбции происходят и в живых организмах. Роль **адсорбента** играют здесь **мембраны и коллоидные частицы**. Так, вещества, образующиеся после переваривания в желудочно-кишечном тракте белков, углеводов и т.д. (это соответственно аминокислоты, глюкоза и т.д.), попадают в кровь и адсорбируются из крови на **внешней мембране клеток**. Только после этого процесса клетка поглощает эти питательные вещества (служащие либо источником энергии, либо строительным материалом клеток).

- На способности избирательного поглощения адсорбентами растворенных веществ основаны **хроматографические методы анализа**, позволяющие разделять сложные смеси на отдельные фракции. Хроматография широко применяется при разделении и **очистке лекарственных веществ, витаминов, аминокислот, ионов, углеводов нефтяных фракций и др.** В последние годы широкое распространение получили методы ионообменной хроматографии.

-

- Наличие одноименного заряда на поверхности частиц зольей является важным фактором его устойчивости. **Заряд препятствует слипанию и укрупнению частиц.**
- В устойчивой дисперсной системе частицы удерживаются во взвешенном состоянии, т.е. не происходит выпадения в осадок коллоидного вещества. Это свойство зольей называется **кинетической устойчивостью.**

- Коагуляция. Седиментация. Пептизация
- Коллоидные растворы вследствие большой удельной поверхности обладают **большой поверхностной энергией** и поэтому, согласно второму закону термодинамики, характеризуются **относительно малой устойчивостью**. Такие системы стремятся **самопроизвольно перейти в устойчивое состояние** путем уменьшения запаса свободной поверхностной энергии, что достигается **слипанием частиц** золей с **образованием крупных агрегатов**.

- **Устойчивость зелей** обусловлена тем, что при сближении **одноименно заряженных частиц** золя происходит **отталкивание** их друг от друга. Таким образом, одним из факторов устойчивости зелей является **наличие заряда гранул**.
- Другим факторов является **образование гидратной оболочки** у ионов диффузного слоя. Гидратная оболочка препятствует проникновению ионов диффузного слоя в адсорбционный слой, т.е. мешает **нейтрализации заряда гранулы**.

- Если каким-либо способом разрушить эту оболочку (т.е. **вызвать дегидратацию ионов, то произойдет полная нейтрализация зарядов потенциалобразующих ионов**), т.е. потеря заряда коллоидной частицей. Такое состояние золя называется **изоэлектрическим состоянием**. В этом состоянии коллоидные частицы легко слипаются в большие агрегаты (**коагуляция**) и выпадают в осадок (**седиментация**).

- Дегидратацию, также как и коагуляцию

**МОЖНО ВЫЗВАТЬ:**

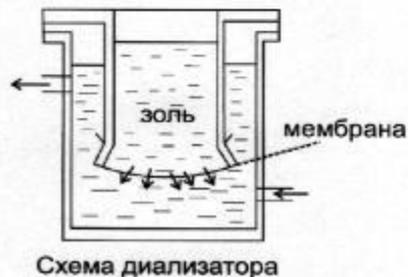
- - повышением температуры,
- - добавлением электролитов,
- - механическим воздействием, ультразвуком и др.
- - добавлением другого золя с противоположным зарядом (взаимная коагуляция).

- Устойчивость коллоидного раствора можно увеличить, добавляя к нему небольшое количество раствора высокомолекулярного вещества. Это явление называется **коллоидной защитой**.

# Методы очистки дисперсных систем

Для очистки от примесей используют: диализ, электродиализ, ультрафильтрацию.

- Диализ – извлечение из зольных низкомолекулярных веществ чистым растворителем с помощью полупроницаемой перегородки (мембраны), через которую не проходят коллоидные частицы.
- Электродиализ – диализ, ускоренный применением внешнего электрического поля.
- Ультрафильтрация – диализ под давлением.



- Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов
- 
- - связаны с движением частиц дисперсной фазы. Особенности молекулярно-кинетических свойств зольей зависят в основном от степени дисперсности частиц (от величины их) и проявляются в сотни и тысячи раз слабее, чем у истинных растворов.

- **Броуновское движение** - выражается в том, что частицы дисперсной фазы под влиянием ударов молекул растворителя находятся в состоянии непрерывного хаотического движения.
- Чем меньше размер частиц, тем интенсивнее их броуновское движение. С повышением температуры интенсивность броуновского движения возрастает.

# Диффузия в коллоидных системах

- это процесс самопроизвольного выравнивания концентрации коллоидных частиц в данном объеме, как результат броуновского движения.

Процесс диффузии необратим. Диффузия прекращается, когда концентрация частиц станет одинаковой по всему объему раствора.

Скорость диффузии коллоидных частиц в растворе подчиняется общим закономерностям, установленным Фиком для газов.

Закон Фика: скорость диффузии прямо пропорциональна площади диффузии и градиенту концентрации. Изменение концентрации коллоидных частиц на единицу расстояния в объеме называется градиентом концентрации.

Масса ( $m$ ) вещества, продиффундировавшая за время  $\tau$  из первого слоя с концентрацией  $C_1$  в другой слой, в котором концентрация его  $C_2$ , при расстоянии между слоями  $\Delta x$  прямо пропорциональна площади поверхности  $S$ , через которую идет диффузия, промежутку времени  $\tau$ , разности концентраций  $\Delta C$ , и обратно пропорциональна расстоянию между слоями:

$$m = D \cdot S \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x} \cdot \tau \quad \text{или} \quad \frac{dm}{dt} = DS \left( - \frac{dc}{dx} \right)$$

- $D$  - коэффициент диффузии.

$$D = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A} \quad (\text{формула Стокса-Эйнштейна})$$

Здесь  $R$  - универсальная газовая постоянная,  
 $T$  - абсолютная температура;  $\eta$  – вязкость  
среды;  $r$  – радиус диффундирующей  
молекулы.

Скорость диффузии прямо пропорциональна степени  
невыравненности концентрации и зависит также от  
величины и формы частиц, температуры и вязкости  
дисперсионной среды.

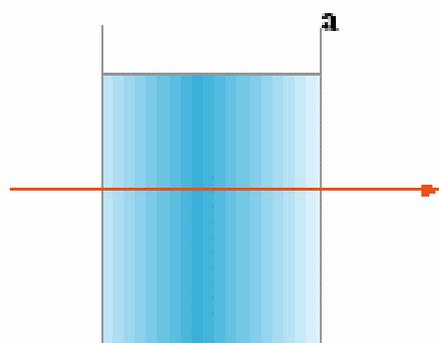
- Процессы диффузии играют важную роль в организме, прежде всего, **участвуя в перемещении питательных веществ, продуктов обмена** и т.д.
- Продукты переваривания пищи попадают в капилляры кровеносных сосудов путем диффузии их из латеральных клеток стенки кишечника.

- Оптические свойства коллоидных систем
- Наиболее характерным оптическим свойством коллоидных растворов является **опалесценция**. Выражается она в некоторой мутноватости и в изменении окраски золя в проходящем и отраженном свете. В основе этих процессов лежит рассеяние света коллоидными частицами. В истинных растворах молекулы и ионы не препятствуют прохождению лучей света (растворы оптически пусты).

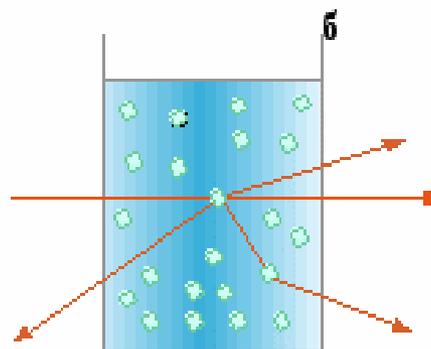
- **Эффект Фарадея-Тиндаля – это**

**рассеяние света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду. Обычно наблюдается в виде светящегося конуса (конус Тиндаля), видимого на тёмном фоне. Характерен для систем (например, золей металлов, разбавленных латексов, табачного дыма), в которых частицы и окружающая их среда различаются по показателю преломления. На эффекте Тиндаля основан ряд оптических методов определения размеров, формы и концентрации коллоидных частиц и макромолекул (Нефелометрия — метод исследования и анализа вещества по интенсивности светового потока, рассеиваемого взвешенными частицами данного вещества).**

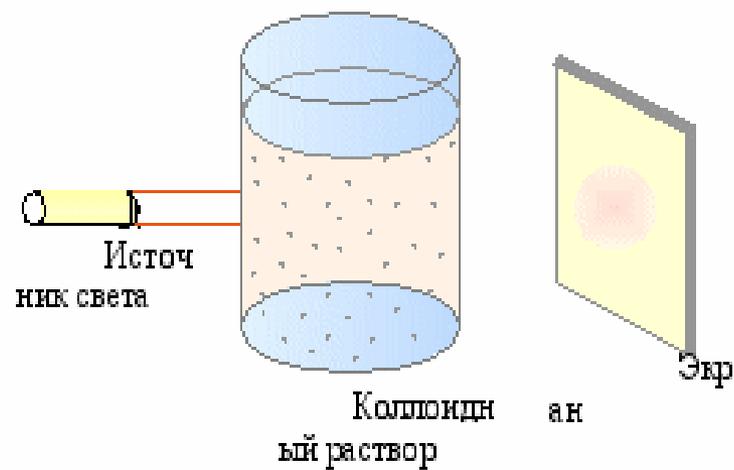
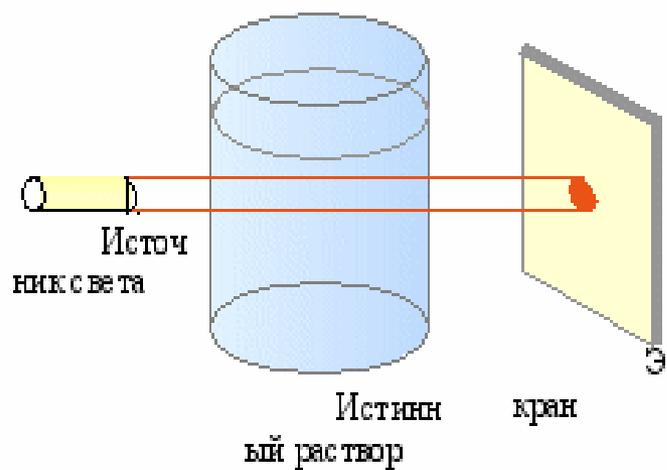
## ЭФФЕКТ ТИНДАЛЯ



а



б



- Коллигативные свойства растворов.

- Осмоз.

- У растворов имеется ряд свойств, которые не зависят от природы растворяемого вещества и растворителя, а определяются, главным образом, числом частиц в растворе – такие свойства называются коллигативными (или коллективными) свойствами растворов.

- К ним относятся:
- понижение давления насыщенного пара над раствором по сравнению с чистым растворителем;
- повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания раствора по сравнению с чистым растворителем;
- осмос и осмотическое давление

# Закон Рауля

Относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором нелетучего электролита равно молярной (мольной) доле растворенного вещества.

**Закон Рауля точно соблюдается только для идеальных растворов и приближенно для разбавленных реальных растворов.**

- $(p_0 - p)/p_0 = n_{в-ва} / (n_{в-ва} + n_{р-ля}),$
- или  $(p_0 - p)/p_0 = \chi_{в-ва},$  где
- $p$  — давление пара над раствором, Па;
- $p_0$  — давление пара над чистым растворителем, Па;
- $n_{в-ва}$  и  $n_{р-ля}$  — соответственно количество растворенного вещества и растворителя, моль.
- $\chi_{в-ва}$  - мольная доля растворенного вещества
- При этом принимаем, что  $\chi_{в-ва} + \chi_{р-ль} = 1$

- Для растворов электролитов данное уравнение приобретает несколько иной вид, в его состав входит изотонический коэффициент  $i$ :
- $\Delta p = i \cdot p_0 \cdot \chi_{в-ва}$ , где
- $\Delta p$  — изменение давления паров раствора по сравнению с чистым растворителем ( $p_0 - p = \Delta p$ );
- $\chi_{в-ва}$  — молярная доля вещества в растворе
- $i$  — изотонический коэффициент.

- **Изотонический коэффициент (или фактор Вант-Гоффа)** — это параметр, не имеющий размерности, который характеризует поведение какого — либо вещества в растворе. То есть, изотонический коэффициент **показывает, разницу содержания частиц в растворе электролита по сравнению с раствором неэлектролита такой же концентрации.**

- Он тесно связан с процессом диссоциации, точнее, со степенью диссоциации и выражается следующим выражением:
- $i = 1 + \alpha(n - 1)$ , где
- $n$  – количество ионов, на которые диссоциирует вещество.
- $\alpha$  – степень диссоциации.

- Равновесное давление паров жидкости имеет тенденцию к увеличению с ростом температуры, жидкость начинает кипеть, при уравнивании давления ее паров и внешнего давления. При наличии нелетучего вещества, давление паров раствора снижается, и раствор будет закипать при более высокой температуре, по сравнению с температурой кипения чистого растворителя.

- Температура замерзания жидкости также определяется той температурой, при которой давления паров жидкой и твердой фаз уравниваются.

- **Рауль доказал, что повышение температуры кипения, так же как и понижение температуры замерзания разбавленных растворов нелетучих веществ, прямо пропорционально моляльной концентрации раствора и не зависит от природы растворённого вещества.**

- Это правило известно как **II закон Рауля** или **следствия из закона Рауля**:
- $\Delta T_{\text{кип}} = E \cdot C_{\text{м}_{\text{в-ва}}}$
- $\Delta T_{\text{крист}} = K \cdot C_{\text{м}_{\text{в-ва}}}$  где
- $E$  — эбулиоскопическая константа (численно равна повышению температуры кипения одномолярного раствора (кг · К/моль),
- $K$  — криоскопическая константа (численно равна понижению температуры замерзания одномолярного раствора (кг · К/моль),
- $C_{\text{м}_{\text{в-ва}}}$  — моляльность раствора.

- **Растворы электролитов не подчиняются Законам Рауля.** Но для учёта всех несоответствий **Вант-Гофф** предложил ввести в приведённые уравнения поправку в виде изотонического коэффициента  $i$ , учитывающего процесс распада на ионы молекул растворённого вещества:
- $\Delta T_{\text{кип}} = i \cdot E \cdot C_{m_{\text{в-ва}}}$
- $\Delta T_{\text{крист}} = i \cdot K \cdot C_{m_{\text{в-ва}}}$

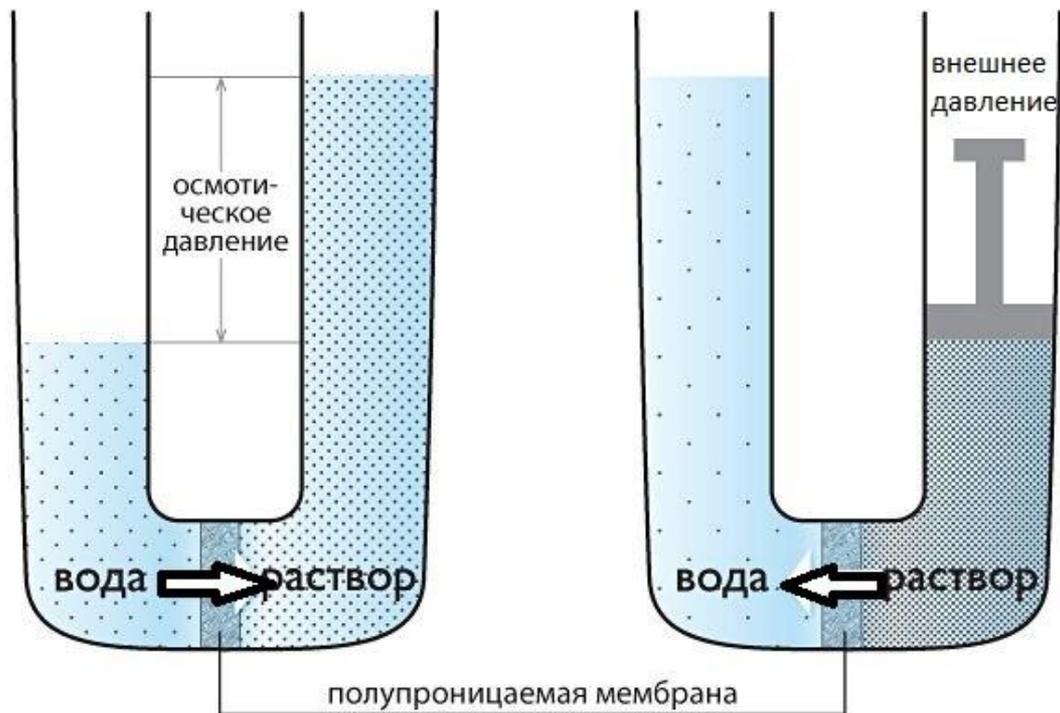
- Следствия из закона Рауля применяют в физико-химических методах исследования. **Эбулиоскопия** (от лат. *ebulio* – вскипаю) – физико-химический метод исследования, основанный на измерении повышения температуры кипения раствора по сравнению с температурой кипения чистого растворителя.
- **Криоскопия** – физико-химический метод исследования, основанный на измерении разности между температурой замерзания раствора и чистого растворителя.

**Автоматический криоскопический осмометр измеряет тотальную осмолярность водных растворов. Удобен для использования в палатах интенсивной терапии и реанимационных отделениях, позволяя проводить прямой контроль инфузионной терапии**



- **Осмоз. Осмотическое давление**

- Для возникновения осмоса необходимо растворы разных концентраций привести в соприкосновение **через полупроницаемые мембраны**, роль которых для водных растворов могут выполнять как животные и растительные мембраны (**оболочка бычьего пузыря, стенки кишечника, оболочки клеток**), так и искусственные мембраны (пленки из коллодия, целлофана, железистосинеродистой меди).



Вода будет проникать в раствор через полупроницаемую мембрану, тем самым уменьшая его концентрацию. Для того, чтобы осмос приостановить, необходимо приложить внешнее давление к раствору. Такое давление, которое требуется приложить, называется **осмотическим давлением**.

- Осмотическое давление прямо пропорционально числу молекул или коллоидных частиц, содержащихся в единице объема раствора, т.е. концентрации раствора. Кроме того, осмотическое давление прямо пропорционально температуре. Уравнение Вант-Гоффа):  $\pi = C \times R \times T$ , где
- $\pi$  – осмотическое давление;  $C$  – молярная концентрация раствора, моль/м<sup>3</sup>,  $R$  – коэффициент пропорциональности (универсальная газовая постоянная (8,314 Дж/моль·К)).

- Для растворов электролитов **осмотическое давление** определяется уравнением, в которое входит изотонический коэффициент:
- $\pi = i \cdot C \cdot R \cdot T$ ,
- где  $i$  — изотонический коэффициент раствора.
- Для растворов электролитов  $i > 1$ , а для растворов неэлектролитов  $i = 1$ .

- Если полупроницаемой перегородкой разделены **два раствора, имеющие одинаковое осмотическое давление**, то перемещение растворителя через перегородку отсутствует. Такие растворы называются *изотоническими*. Раствор с **меньшим осмотическим давлением**, по сравнению с более концентрированным раствором, называют *гипотоническим*, а раствор с большей концентрацией – *гипертоническим*.

- Биологическое значение явления осмоса
- Благодаря осмосу происходят оплывание клеток, что придает им форму, обуславливает тургор, способствуя поддержанию эластичности и упругости. Для ионов натрия и калия мембраны клеток непроницаемы - это основная причина возникновения мембранного потенциала клетки (существуют «насосы» для переноса их через мембрану).

- **Кровь, лимфа, тканевые жидкости – это водные растворы многих различных молекул и ионов.** Их суммарное осмотическое давление при 37°C равно 7,7 атм., что способствует достаточному оводнению клеток и межклеточных структур и нормальному течению многообразных физических и химических процессов.

- Такое же давление имеет 0,9% (или 0,15 М) раствор хлорида натрия. Этот раствор называется физиологическим (физраствор). Сейчас туда добавляют и другие соли, белки и т.д.

- Если живую клетку поместить в гипотонический раствор, например в воду, то она набухнет от поступающих в нее молекул воды и лопнет. Это явление называют **лизисом**. В случае **эритроцитов**, лизис получил название **гемолиз**, т.к. при этом из клетки выходит гемоглобин, и вода (плазма) окрашивается в красный цвет. В гипертонических растворах вода, наоборот, уходит из клетки, и она **сморщивается**. Это явление – **плазмолиз**.

- У высокоорганизованных животных и человека осмотическое давление весьма постоянно. Это явление называется **изоосмией**, оно входит в понятие гомеостаза.
- Понижение осмотического давления путем **введения больших количеств воды** или в результате **интенсивной потери солей с потом, мочой** может вызвать рвоту, судороги и даже гибель.

- Повышение же осмотического давления введением больших количеств солей приводит к перераспределению солей. Вода скапливается в тех тканях, в которых откладываются избыточные количества солей, вызывая их отеки, в то же время обезвоживание слизистых оболочек вызывает чувство жажды, нарушает нормальную деятельность нервной системы и других органов.

- Механизмы, участвующие в сохранении  
ИЗООСМИИ:
- 
- 1) свойства некоторых тканей (печень, подкожная клетчатка) задерживать в себе избыточные количества солей;
- 2) способность организма быстро выводить соли с мочой и потом; особую роль в этом играют почки.

- **Растворы высокомолекулярных соединений**

- Вещества, молекулярная масса которых выше 10 тыс. дальтон, называются высокомолекулярными (ВМС) или полимерами. К числу важнейших природных ВМС относятся белки и полисахариды растительного и животного происхождения (желатин, альбумин, крахмал, агар-агар), натуральный каучук и др.

- Растворению полимеров предшествует их **набухание** – проникновение молекул растворителя в среду полимера и связанное с этим **увеличение его массы и объема**.
- По мере дальнейшего набухания они начинают отрываться друг от друга и переходить в растворитель. В результате диффузии равномерно распределяются по всему объему растворителя, образуя истинный раствор.

- Различают **неограниченное и ограниченное набухание**. В первом случае оно заканчивается растворением полимера.
- Во втором случае **набухание не доходит до растворения и образуется студень** (набухание желатина в воде при комнатной температуре). **Причина** ограниченного набухания – **в наличии химических связей между макромолекулами**, которые не дают им возможности переходить в растворитель.

- Свободная и связанная вода в коллоидных растворах .
- Молекулы воды образуют диполь, ориентируясь при этом соответственно электрическим силовым линиям.
- Гидратация гидрофильных коллоидов обуславливается электрическими зарядами высокомолекулярных веществ.
- Т.о. на поверхности этих молекул образуются оболочки из диполей молекул воды, ориентированных в зависимости от знака заряда ВМС.

- Те **слои диполей воды**, которые **расположены в непосредственной близости к поверхности макромолекулы**, наиболее прочно связаны с ней и наиболее упорядоченно ориентированы. Этот слой образует так называемую **связанную воду** (или **структурированную**).

- Остальная часть воды **свободная**.
- Свойства **связанной воды** резко отличаются **от свойств свободной воды**. По степени упорядоченности структуры связанная вода приближается к свойствам твердого тела и имеет бóльшую плотность, чем вода свободная. Гидратная оболочка не обладает растворяющими свойствами.

-

- Свойства растворов ВМС

- Растворы ВМС – это растворы истинные, хотя и обладающие многими свойствами коллоидных растворов.
- Растворы ВМС обладают малой диффузионной способностью, не проникают через полупроницаемые мембраны, рассеивают лучи света.

- Однако растворение биополимеров ведет к образованию истинных растворов, так как между дисперсной фазой (молекулы ВМС) и дисперсионной средой **нет поверхности раздела, т.е. системы эти гомогенные и, следовательно, обладают агрегативной устойчивостью.**

- Молекулы белков несут на своей поверхности заряженные группы ( $-\text{NH}_3^+$  и  $-\text{COO}^-$ ). Общий заряд ВМС зависит от соотношения этих групп в молекуле. Состояние, при котором число групп  $-\text{NH}_3^+$  равно числу групп  $\text{COO}^-$  в молекуле белков, называется **изоэлектрическим состоянием**. **Заряд молекулы при этом равен нулю**.
- $\text{pH}$ , при котором белок находится в изоэлектрическом состоянии (ИЭС), называется **изоэлектрической точкой (ИЭТ)**.

- **Изменение ИЭС белка в зависимости от pH**



← Снижение pH среды	Изоэлектрическое состояние, ИЭТ	Увеличение pH среды →
Число групп $-NH_3^+$ больше числа групп $-COO^-$ , т.к. в кислой среде диссоциация кислот снижается (белок заряжается положительно)	Число групп $-NH_3^+$ равно числу групп $-COO^-$ в молекуле белка (молекула белка электронейтральна)	Число групп $-NH_3^+$ меньше числа групп $-COO^-$ , т.к. степень диссоциации кислот увеличивается (белок заряжается отрицательно)

- Перезарядка групп  $-NH_2$  и  $-COOH$  при изменении pH среды существенно **изменяет вид спирали и глобулы**, т.е. меняют конфигурацию белковой молекулы, а это существенно **сказывается на функциональной способности молекулы**. Введение в раствор сильных электролитов (например, солей) приводит к конкуренции их за молекулы воды у ВМС, а это снижает растворимость их и облегчает процесс нейтрализации заряда полимера. В итоге ВМС выпадает в осадок.

- Осаждение полимеров солями называется **высаливанием**.

- По степени высаливающей способности в водных растворах ионы располагают в так называемые лиотропные ряды:

$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{CNS}^-$

$\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Sn}^{2+} > \text{Ba}^{2+}$

- Денатурация

- Потеря ВМС своих первоначальных свойств (нативных свойств) за счет изменения пространственной структуры полимера называется денатурацией. Это можно наблюдать при нагревании (но не выше 70°) и охлаждении, высаливании, при действии кислот (органических), алкалоидов и т.д.

- Денатурация может быть **обратимой** и **необратимой** (при нагревании выше 70°C, при действии сильных минеральных кислот, солей тяжелых металлов, алкалоидов).
- Этот факт следует, прежде, всего учитывать при работе с растворами белков.

- Студни

- Растворы высокомолекулярных соединений (и некоторые коллоидные системы) способны при определенных условиях терять текучесть и застудневать, образуя при этом студни. В студнях частицы дисперсной фазы связаны между собой в сетчатый каркас, а дисперсионная среда заключена в промежутки между ними.

- Таким образом, студни – это структурированные системы со свойствами эластичных твердых тел.
- Студнями являются хлеб, джем, желе, мармелад, кисель, сыр, простокваша и т.д.
- Студни делят на две группы:
  - а) эластичные ( или обратимые), получаемые из ВМС;
  - б) хрупкие (необратимые), получаемое из неорганических гидрофобных зольей.

- Для студней характерен ряд свойств твердых тел: они **сохраняют форму, обладают упругими свойствами и эластичностью.** Однако их механические свойства определяются **концентрацией и температурой.** При нагревании студни переходят в вязкотекучее состояние. Этот процесс называется плавлением. Он обратим, т.е. при охлаждении раствор снова застудневает. Студни, полученные из растворов ВМС, при высушивании могут уменьшаться в объеме.

- Свежеприготовленные студни с течением времени подвергаются изменениям, т.к. процесс структурирования в студне продолжается. При этом на поверхности студня появляются капельки жидкости, которые, сливаясь, образуют жидкую среду. Такой самопроизвольный процесс разделения студня на две фазы, сопровождающийся изменением объема студня, называется синерезисом (имеет место при производстве творога, созревания сыра).

