



# **СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ВМС**

# Высокомолекулярные соединения...

... вещества, молекулярная масса которых, по данным одних авторов составляет от  $10^4$  до  $10^6$  Д, по данным других, от  $10^3$  до  $10^{10}$  Д.

К числу природных ВМС, играющих важную роль в жизнедеятельности человека, следует отнести белки, НК, полисахариды.

# Сходства и различия растворов ВМС и коллоидных растворов

Сходства	Различия
<p>По размерам частицы ВМС приближаются к коллоидным:</p> $d_{\text{кол. част}} = 10^{-7} - 10^{-9} \text{ м}$ $d_{\text{част. ВМС}} = 10^{-8} - 10^{-9} \text{ м}$	<p>В типичных коллоидных растворах взвешенными частицами являются мицеллы, в растворах ВМС – гигантские макромолекулы</p>
<p>И те, и другие не способны проходить через мембраны</p>	
<p>Имеют незначительную скорость диффузии</p>	<p>Концентрированные растворы ВМС отличаются самопроизвольностью образования</p>
<p>Обладают незначительным осмотическим давлением</p>	
<p>Обладают способностью коагулировать и пептизироваться</p>	<p>Растворы ВМС отличаются термодинамической устойчивостью</p>

# Растворы ВМС ...

- ... лиофильные коллоидные системы, термодинамически устойчивы;
- ... молекулярнодисперсные системы, в которых взвешенными частицами являются не мицеллы с их ядерным строением, а молекулы гигантских размеров.

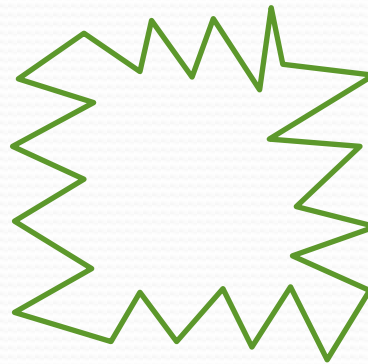
# Строение (структура) ВМС



линейная



разветвлённая

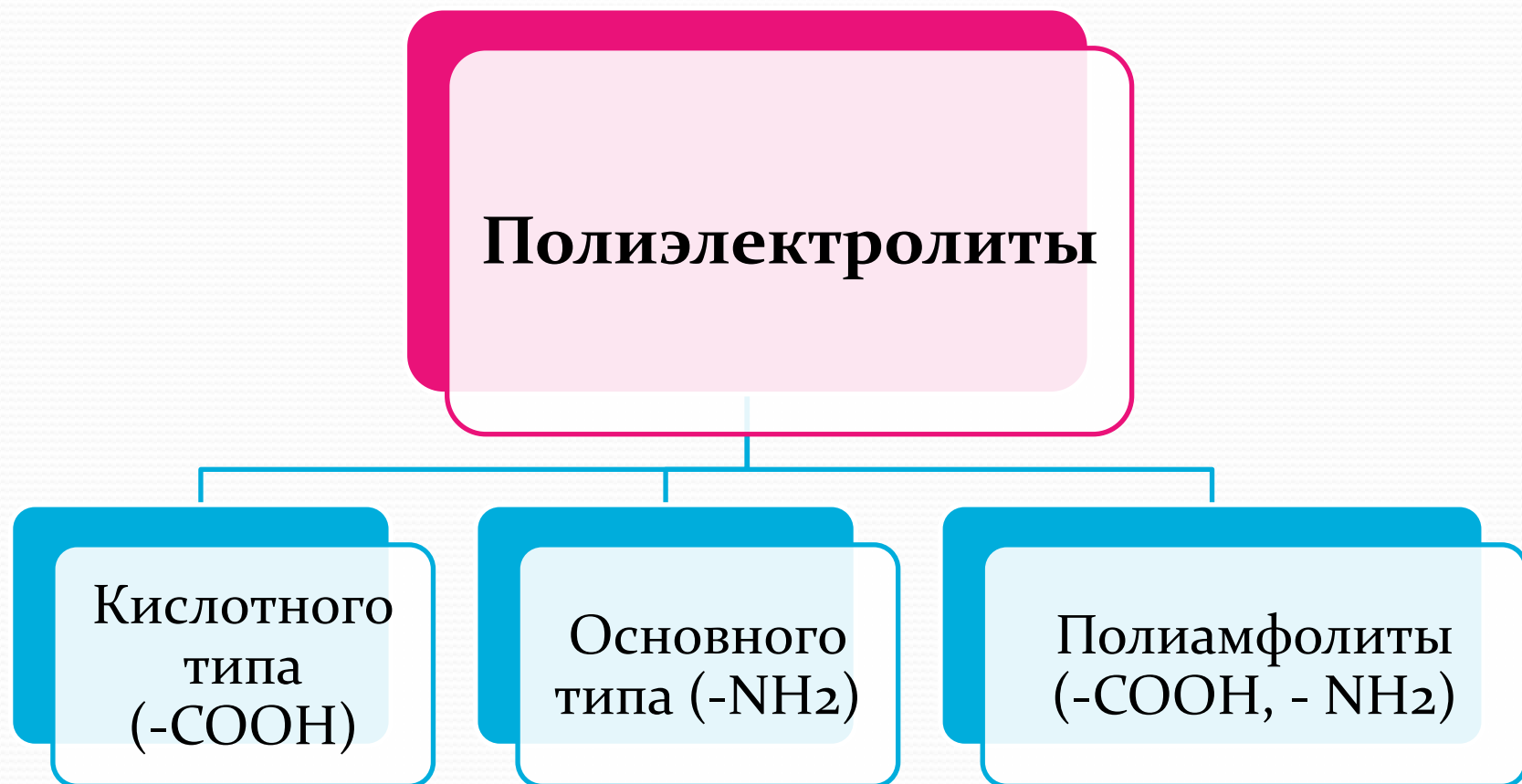


пространственная

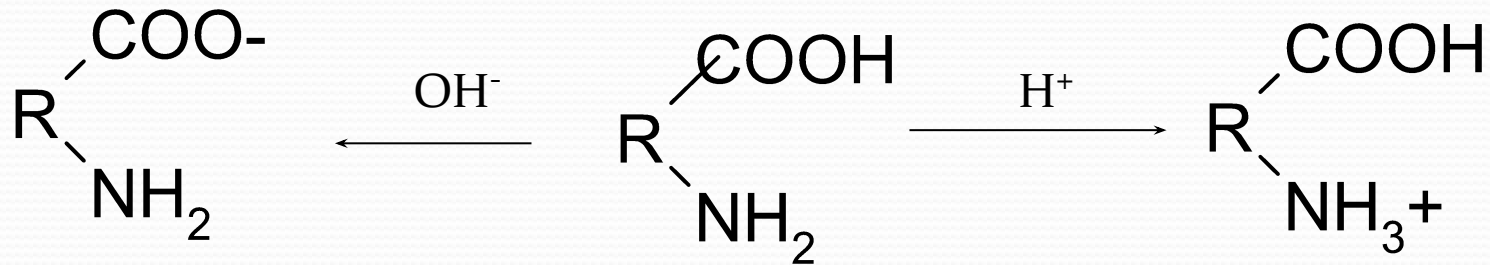
Специфические свойства ВМС обусловлены их способностью принимать различные конформации.

# Полиэлектролиты - ...

... ВМС с ионогенными группами.



В растворе полиамфолита устанавливается равновесие



*Заряд белка зависит от:*

- количества и способности к диссоциации его  $\text{COOH}$  и  $-\text{NH}_2$  групп,
- pH среды.

**ИЭТ** – значение pH, при котором белок не заряжен за счёт равного числа кислотных и основных групп. В ИЭТ белок имеет вид:  $\text{NH}_3^+ - \text{R} - \text{COO}^-$

# Особенности растворения ВМС

Взаимодействие ВМС с водой начинается с процесса набухания.

*Набухание* – самопроизвольный процесс поглощения ВМС низкомолекулярной жидкости, сопровождающийся увеличением массы и объёма.

*Причина набухания* – различия в размерах и подвижности молекул: молекулы ВМС велики и малоподвижны, молекулы НМС малы и очень подвижны.

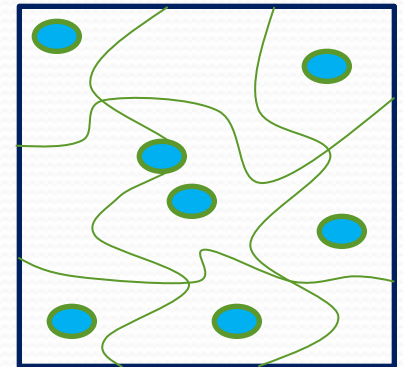
Различают 2 вида набухания: ограниченное и неограниченное.



# Ограниченное набухание

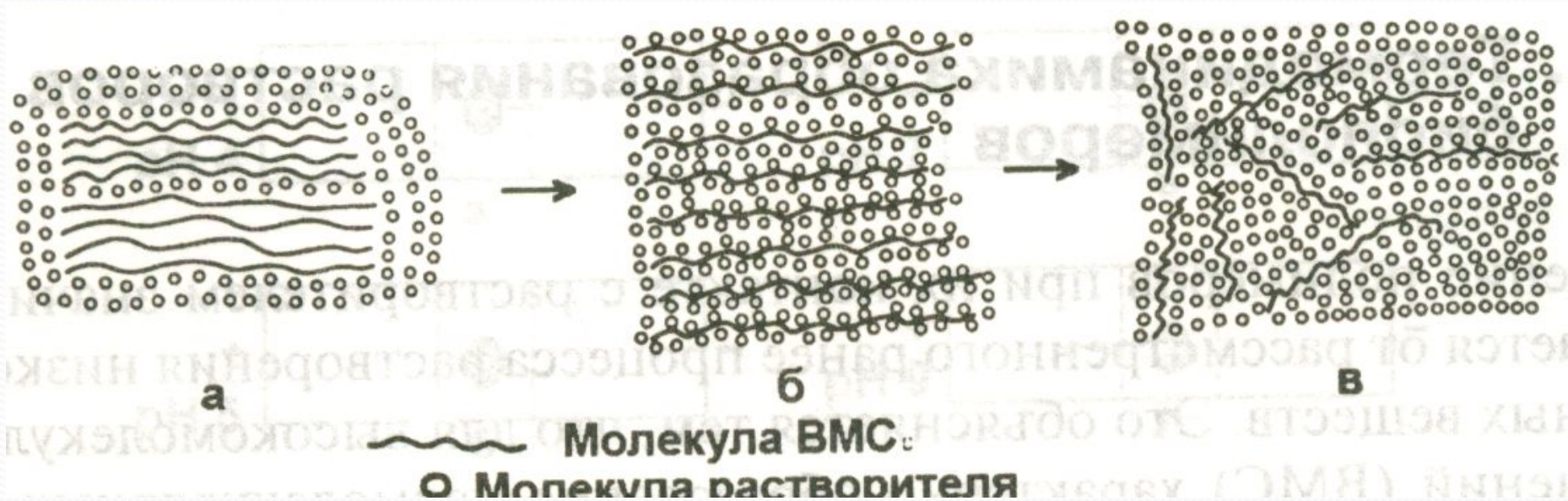
Сопровождается образованием студня.

*Студень* – пространственная сетка из цепей макромолекул, заполненная НМС. Оно характерно для ВМС, отдельные цепи которых связаны так называемыми «мостичными» связями (типа водородной, бисульфидной и др.).



# Неограниченное набухание

Ведёт к растворению ВМС.



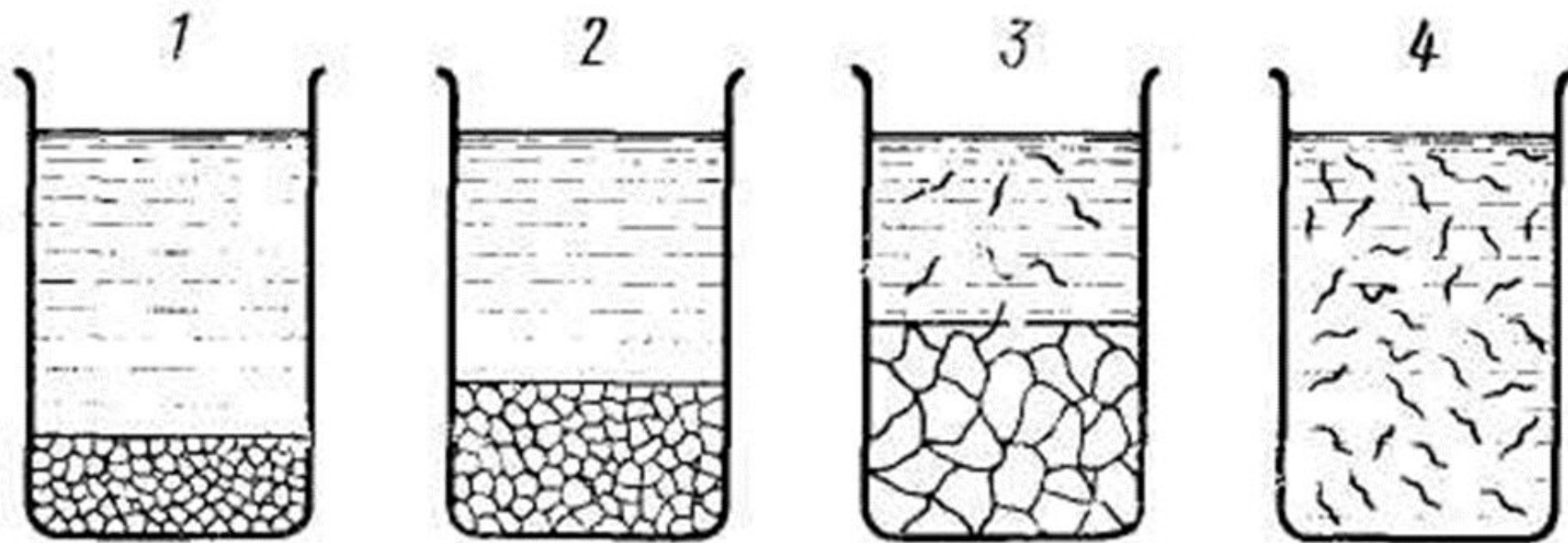


Рис. 100. Схема последовательных стадий (1—4) взаимного растворения высокомолекулярного соединения и низкомолекулярной жидкости

# Количественная оценка набухания

Степень набухания

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0}$$

$$\alpha = \frac{V - V_0}{V_0}$$

где  $m_0$ ,  $V_0$  – масса и объём ВМС до набухания.  
 $m$ ,  $V$  – масса и объём после набухания.

**Факторы, влияющие на набухание:**

● Температура

● Электролиты

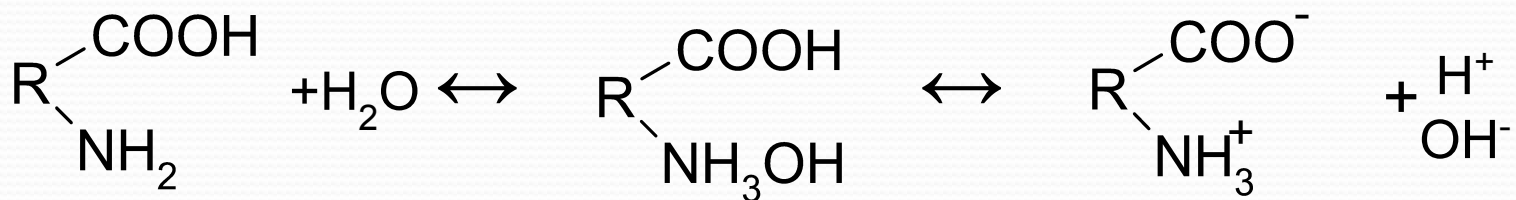
Обращённый ряд Гофмейстера  
 $SCN^- > I^- > NO_3^- > Cl^- > CH_3COO^- > SO_4^{2-} > C_2O_4^{2-}$

● рН

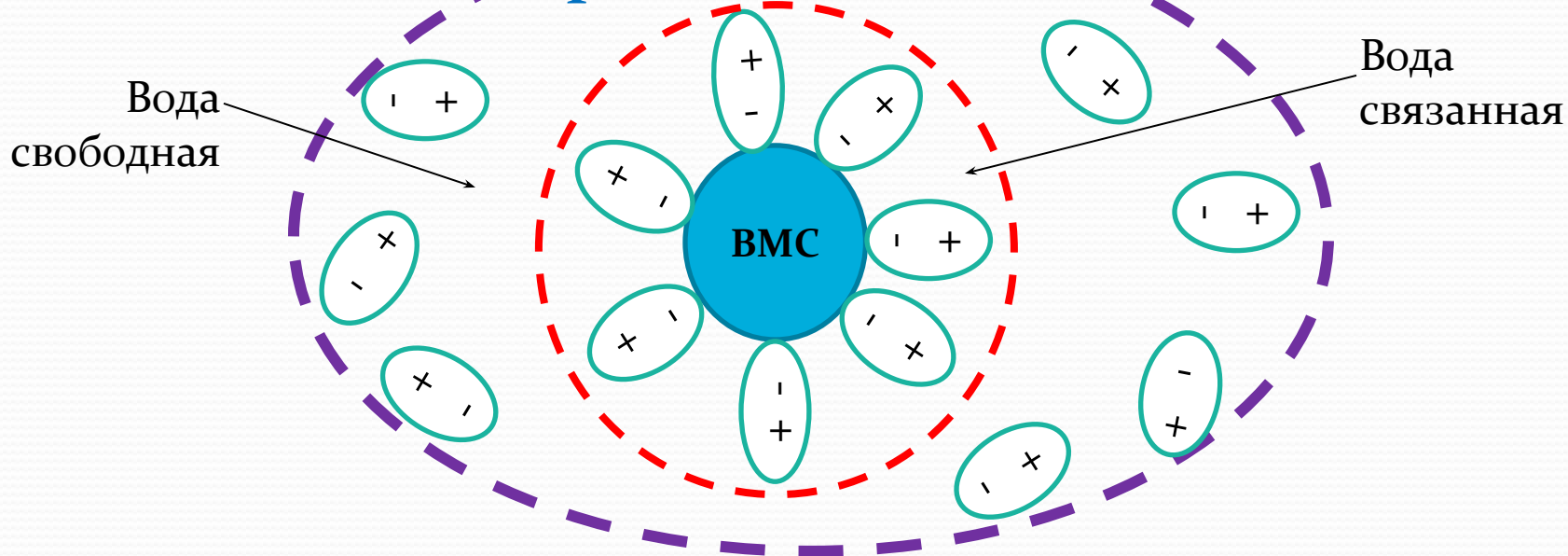
# Свойства растворов ВМС

Факторы устойчивости ВМС на примере белка:

## 1. Наличие заряда у частиц белка



## 2. Наличие гидратной оболочки



# Пути коагуляции растворов ВМС

К коагуляции растворов приводит:

- одновременная нейтрализация заряда частицы ВМС и полное разрушение всей гидратной оболочки.
- 1. Электролитом нейтрализовать заряд и добавить дегидратирующее вещество (спирт, ацетон, танин и др.).
- 2. В начале провести дегидратацию, а затем нейтрализовать заряд частицы ВМС.

# Высаливание...

...нарушение устойчивости растворов ВМС при действии неорганических солей.

Высаливающее действие соли заключается в её собственной гидратации за счёт дегидратации коллоидных частичек ВМС и понижения их растворимости. Для фракционирования белков чаще используют раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

# Ряды Гофмейстера

**ГОФМЕЙСТЕРА РЯДЫ** - последовательность, в которую могут быть расположены различные анионы или катионы по силе своего коллоидально-химического или коллоидально-биологического действия.

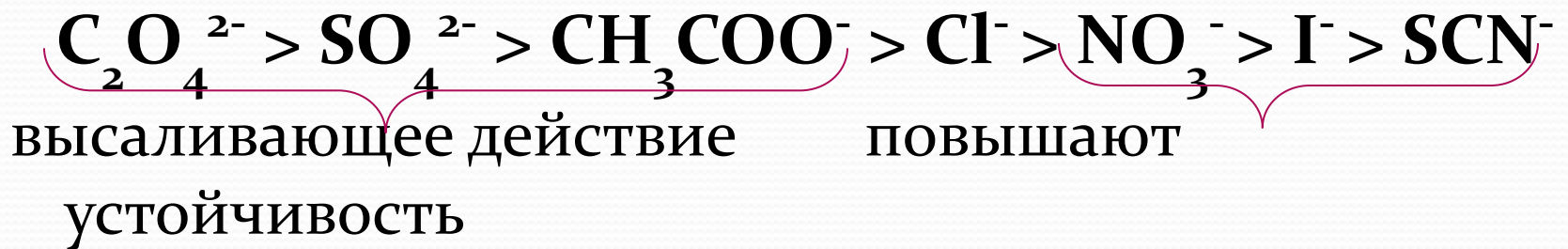
Ряды анионов были установлены Гофмейстером (H. Hofmeister), изучавшим высаливание альбумина натриевыми солями различных кислот .



# Высаливающее действие анионов

Соль	C, моль/л
$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	0,56
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	0,80
$\text{CH}_3\text{COONa}$	1,69
$\text{NaCl}$	5,42
$\text{NaI}, \text{NaSCN}$	$\infty$

# Ряды Гофмейстера

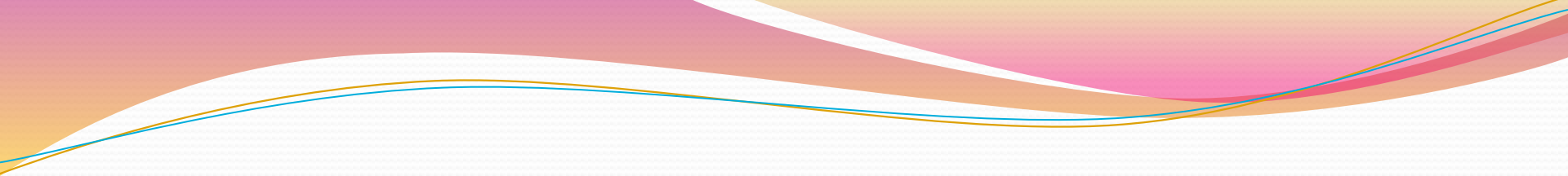


коллоидов ВМС

Такие ряды, наблюдаются также при осаждении др. коллоидов, при влиянии электролитов на тепловую коагуляцию, на набухание гелей и т. д., а также при действии на биологические процессы, напр. на возбудимость мышц и нервов, на жизнедеятельность сперматозоидов и многие другие.

Большое влияние на процесс высаливания оказывает длина макромолекулы и молекулярная масса ВМС: чем они больше, тем легче идёт высаливание.

На этом принципе основано **фракционное высаливание**, сущность которого заключается в том, что добавляя к растворам ВМС возрастающие концентрации соли можно выделить отдельные фракции белков.



**Застуднение растворов ВМС -**  
переход растворов к нетекучей, эластичной  
форме.



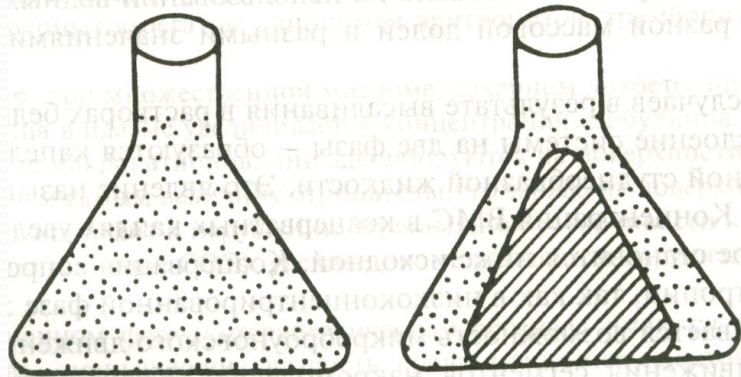
Основу студня составляет пространственная сетка из цепей полимера, заполненная молекулами НМС.

Студни со слабыми связями (водородными или дипольными) между цепями полимера имеют малую прочность и подвергаются *тиксотропии* – обратимому разрушению при механическом воздействии.

Студни с сильными связями (химическими) достаточно прочные.

# Старение студней...

**Синерезис** – уплотнение пространственной сетки студня за счёт выдавливания части НМС; студень при этом уменьшается в объёме, но сохраняет исходную форму.



Синерезис в живых тканях указывает на старение организма: потеря воды приводит к утоньшению костей, сухости кожи, уменьшению эластичности тканей.