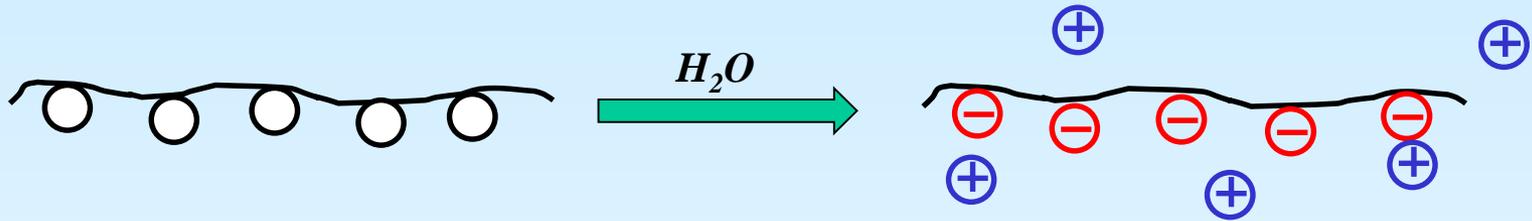


1. Что такое полиэлектролиты?

Полиэлектролиты – это полимеры, мономерные звенья которых способны к электролитической диссоциации. При этом в растворе образуются макроионы (полианионы или поликатионы) и низкомолекулярные противоионы (катионы или анионы)



Полиэлектролиты (классификация)

Глубина (степень)
диссоциации

Сильные
(диссоциируют
нацело)

Слабые
(диссоциируют
частично)

Природа выделяемых в
раствор противоионов

Поликислоты
генерируют H^+

Полиоснования
генерируют OH^-

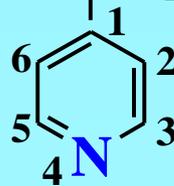
Полиамфолиты
генерируют H^+ , и
 OH^-

Полисоли
НЕТ ни H^+ , ни OH^-

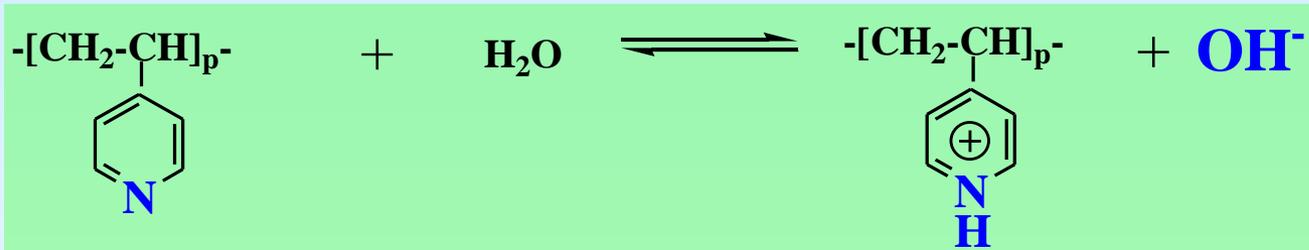
2. Какие бывают поликислоты?

<u>Поликислоты</u>	
$\begin{array}{c} -[\text{CH}_2-\text{CH}]_p- \\ \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$ <p><i>Поливинил- сульфоновая кислота (сильная)</i></p>	$\begin{array}{c} -[\text{CH}_2-\text{CH}]_p- \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$ <p><i>Полистирол-сульфоновая кислота (сильная)</i></p>
$\begin{array}{c} -[\text{CH}_2-\text{CH}]_p- \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{NH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$ <p><i>Поли-2-акриламидо-2- метилпропансульфоновая кислота (сильная)</i></p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -[\text{CH}_2-\text{C}]_p- \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \\ (\text{CH}_2)_2 \\ \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$ <p><i>Поли-2- метакрилоксиэтансульфонова я кислота</i></p>

3. Какие бывают полиоснования?

<u>Полиоснования</u>		
$-\text{[CH}_2\text{-CH]}_p\text{-}$ $\quad $ $\quad \text{NH}_2$	$-\text{[CH}_2\text{-CH]}_p\text{-}$ $\quad $ 	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{[CH}_2\text{-C]}_p\text{-} \\ \\ \text{O=C-O} \\ \\ \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-N(CH}_3)_2 \end{array}$
<p><i>Поливиниламин (слабое основание)</i></p>	<p><i>Поли-4-винилпиридин (слабое основание)</i></p>	<p><i>Поли-N,N- диметиламиноэтилметакрилат (слабое основание)</i></p>
$-\text{[CH}_2\text{-CH]}_p\text{-}$ $\quad $ $\quad \text{O=C-NH}$ $\quad $ $\quad \text{CH}_2\text{-N(CH}_3)_2$	$-\text{[CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH]}_p\text{-} \text{---} \text{[CH}_2\text{-CH}_2\text{-N]}_q\text{-}$ $\quad $ $\quad \text{---[CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH]}_k\text{---}$	
<p><i>Поли-N,N- диметиламиноэтилакриламид (слабое основание)</i></p>	$-\text{[CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH]}_p\text{-}$ <p><i>Полиэтиленимин линейный или разветвленный (слабое основание)</i></p>	

3. Какие бывают полиоснования?



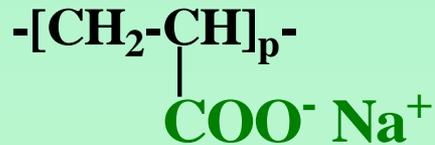
Полилизин - Поли(Lys) - **Основание** = $\text{---(CH}_2\text{)}_4\text{---NH}_2$

Полиаргинин - Поли(Arg) - **Основание** = $\text{---(CH}_2\text{)}_3\text{---NH---C} \begin{array}{l} \diagup \text{NH}_2 \\ \diagdown \text{NH} \end{array}$

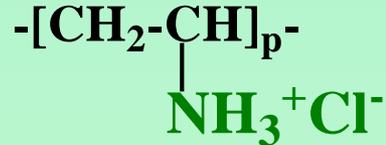
Поигистидин - Поли(His) - **Основание** = $\text{---CH}_2\text{---} \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \text{---} \text{N} \\ // \quad \diagdown \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \quad \quad \quad | \\ \quad \quad \quad \text{N} \end{array}$

4. Какие бывают полисоли?

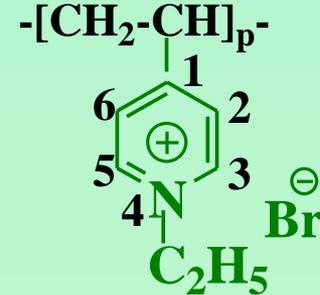
Все полисоли – сильные полиэлектролиты



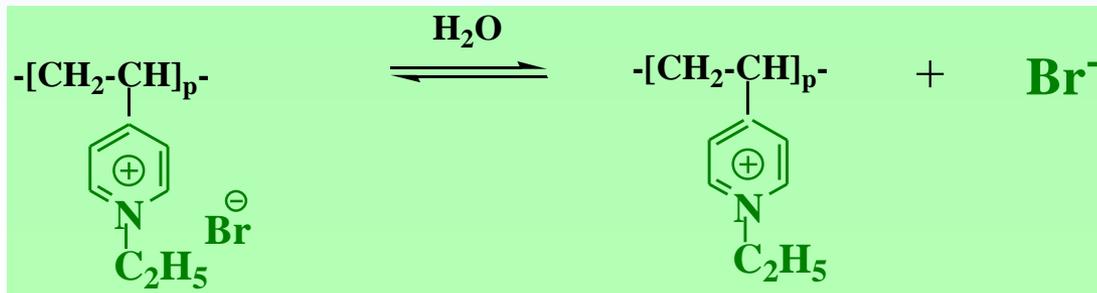
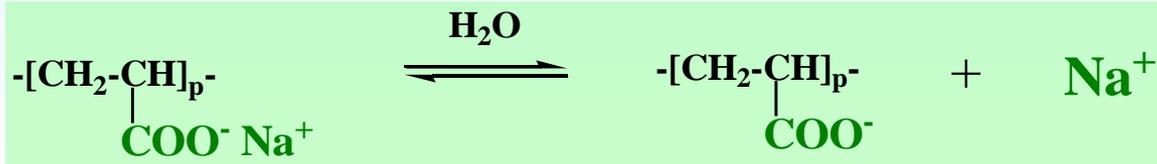
*Полиакрилат
натрия (соль
подвержена
гидролизу в
кислой среде)*



*Поливиниламмоний
хлорид (соль
подвержена
гидролизу в
щелочной среде)*

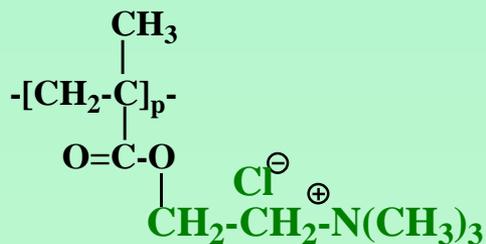


*Поли-N-этил-4-
винилпиридиний бромид
(соль с четвертичным
азотом - не подвержена
гидролизу)*

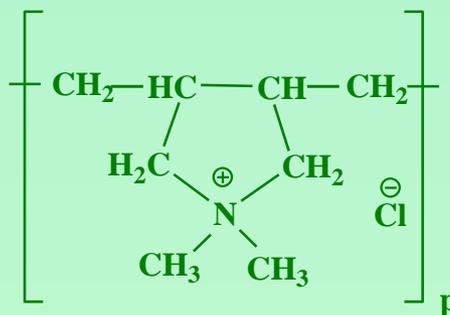


4. Какие бывают полисоли?

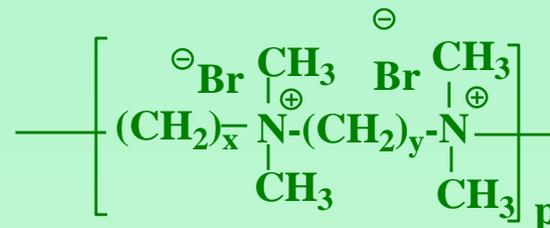
Все полисоли – сильные полиэлектролиты



*Поли-2-
метакрилэтилтриметил
аммоний бромид*



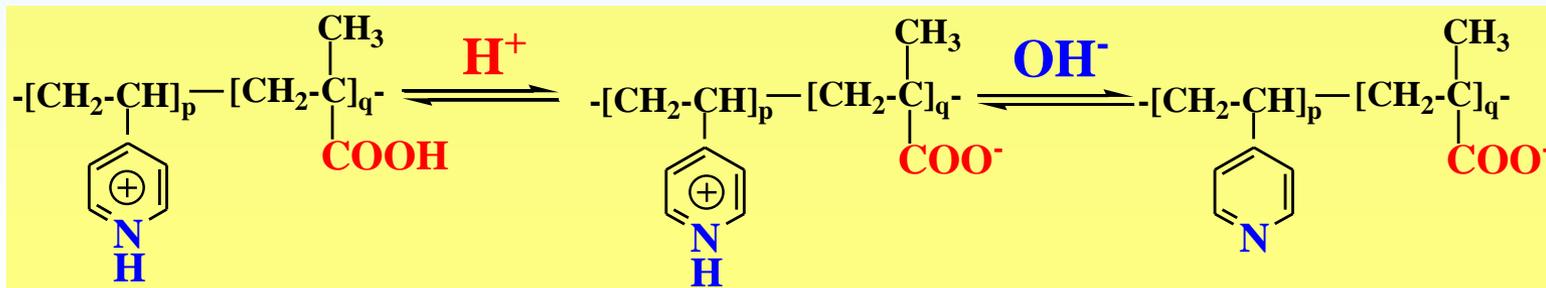
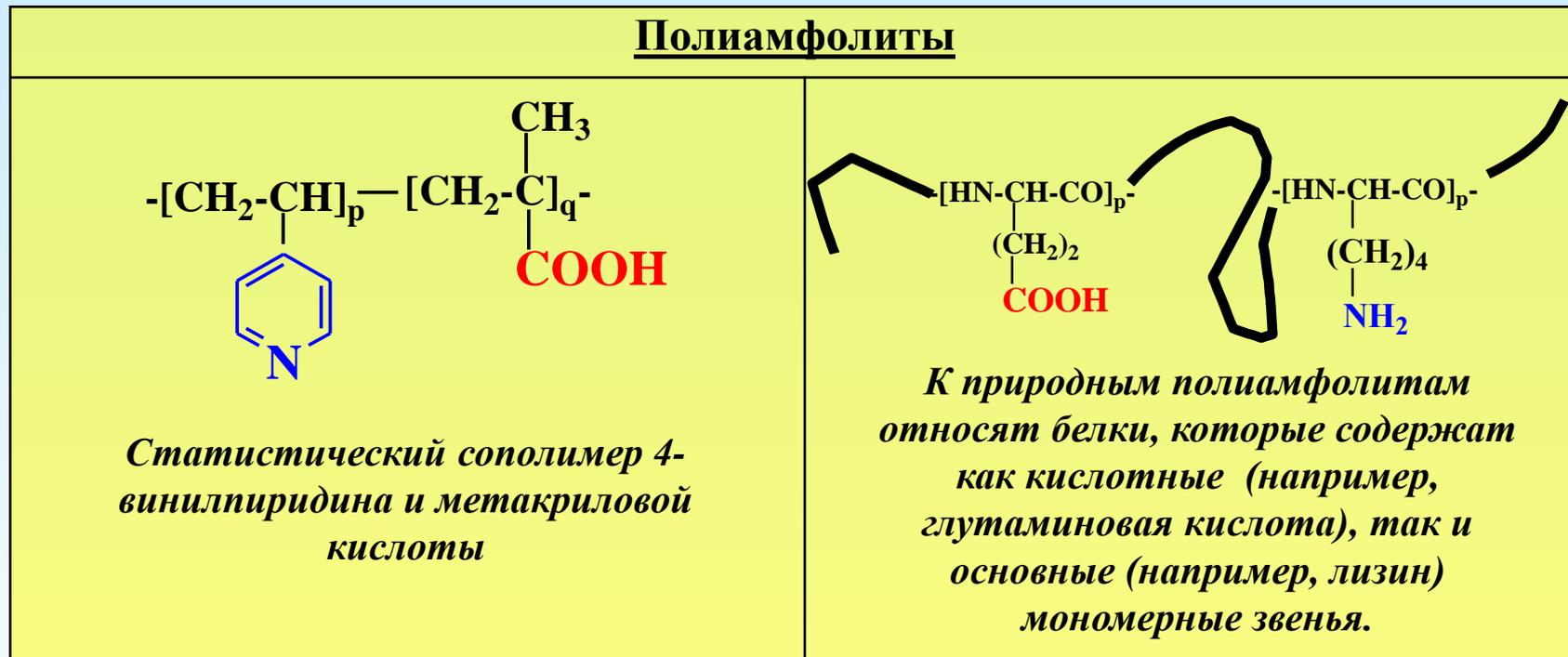
*N,N-
диметилдиаллил
аммоний хлорид*



Ионен-x,y (x,y = 2 – 10)

5. Какие бывают полиамфолиты?

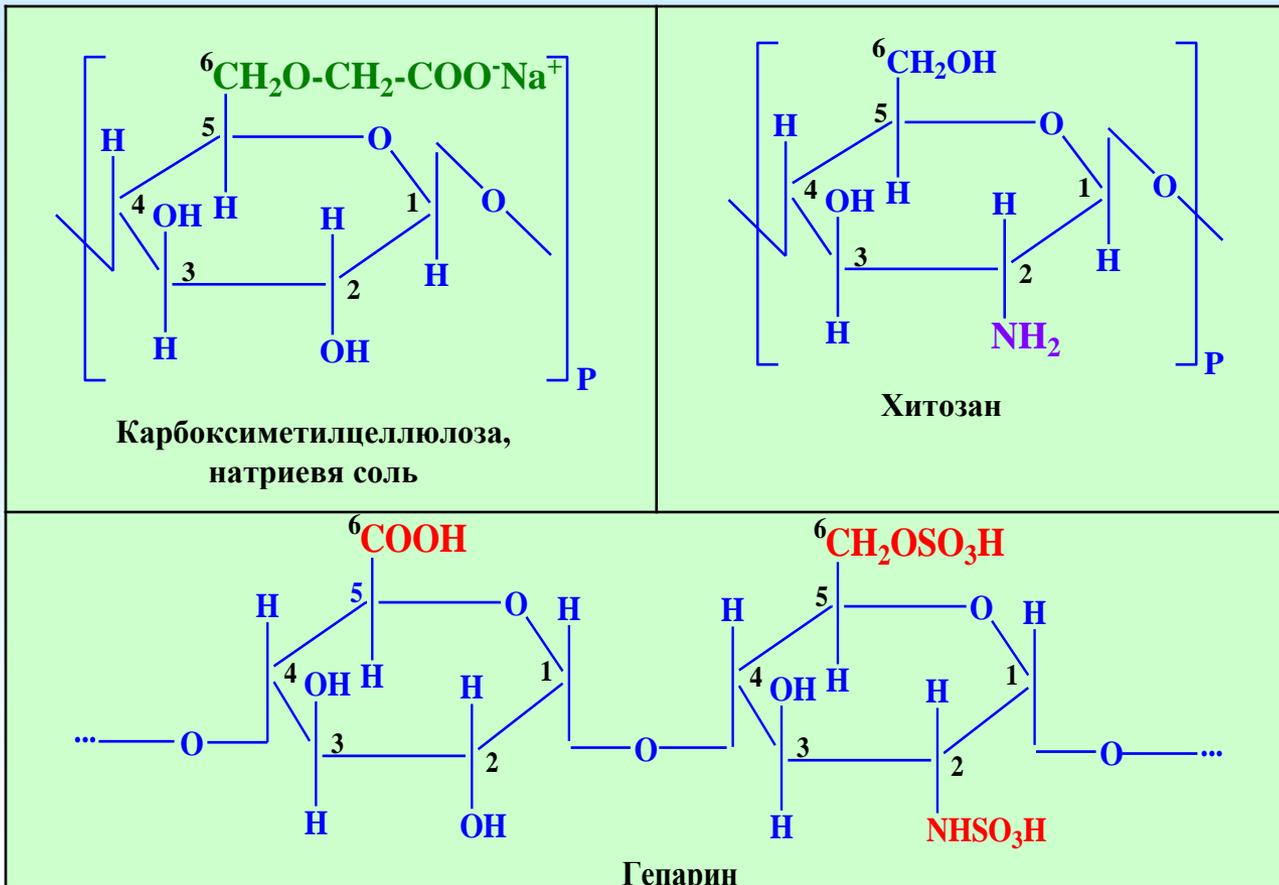
Полиамфолиты – это СОПОЛИМЕРЫ, содержащие и кислотные, и основные звенья в цепи. Поэтому полиамфолиты могут диссоциировать и по кислотному, и по основному механизму.



Изoeлектрическая точка – значение рН, при котором заряд полиамфолита равен нулю, так как количество отрицательных и положительных зарядов на макромолекуле одинаково.

Природные полиэлектролиты

Полисахариды



Полипептиды

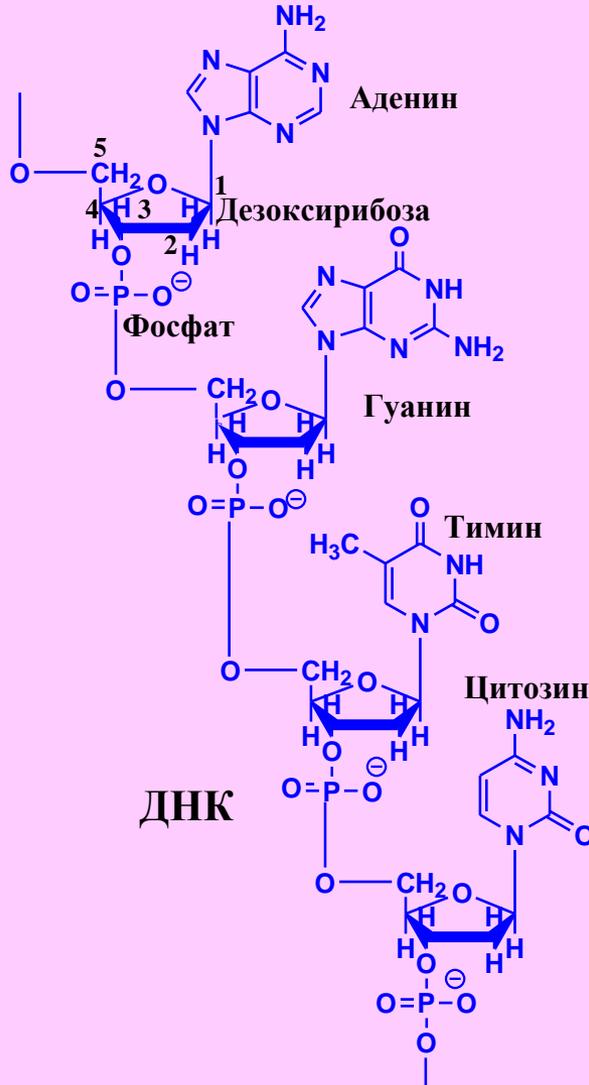
природные полипептиды являются полиамфолитами за счёт наличия в их цепи кислотных ($R = Asp, Glu$) и основных ($R = Lys, Arg, His$) звеньев в цепи.



ДНК = Фосфат + Сахар (дезоксирибоза) + Основание;

Аденин (А) – Тимин (Т);

Гуанин (Г) – Цитозин (С)

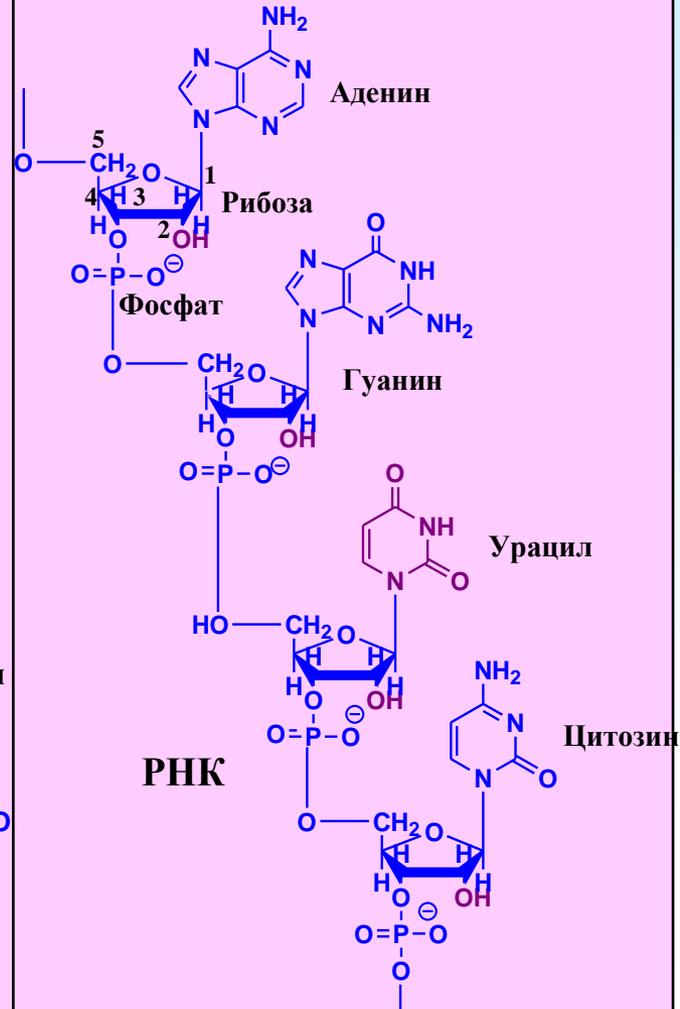


ДНК

РНК = Фосфат + Сахар (рибоза) + Основание;

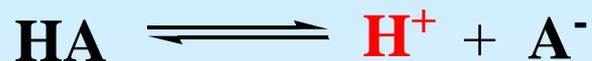
Аденин (А) – Урацил (У);

Гуанин (Г) – Цитозин (С)



РНК

6. В чем отличия полиэлектролитов от низкомолекулярных электролитов?
Как связаны между собой рК, рН и степень диссоциации (α) в случае слабого низкомолекулярного электролита (слабой кислоты)?



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

K – константа диссоциации

α – степень диссоциации; доля продиссоциировавших молекул кислоты от максимально возможного

$$K = \frac{[\text{H}^+]\alpha}{1-\alpha}$$

$$\alpha = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]}$$

$$[\text{A}^-] = \alpha([\text{A}^-] + [\text{HA}])$$

$$[\text{HA}] = (1-\alpha)([\text{A}^-] + [\text{HA}])$$

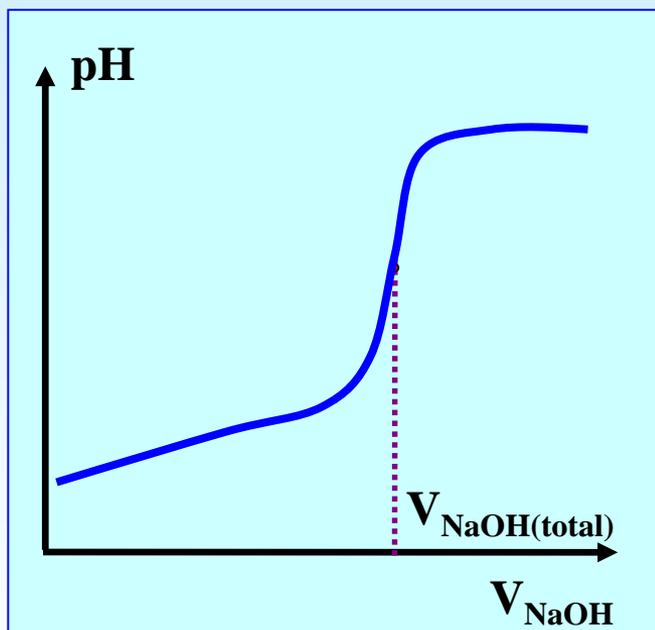
$$-\lg K = -\lg[\text{H}^+] - \lg\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$$

$$pK = pH - \lg\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$$

Уравнение Хассельбаха - Гендерсона

7. Как выглядят кривая титрования и зависимость рК от α для низкомолекулярного электролита? Какую информацию несут эти графики?

*Кривая титрования
низкомолекулярной кислоты
щелочью (NaOH).*



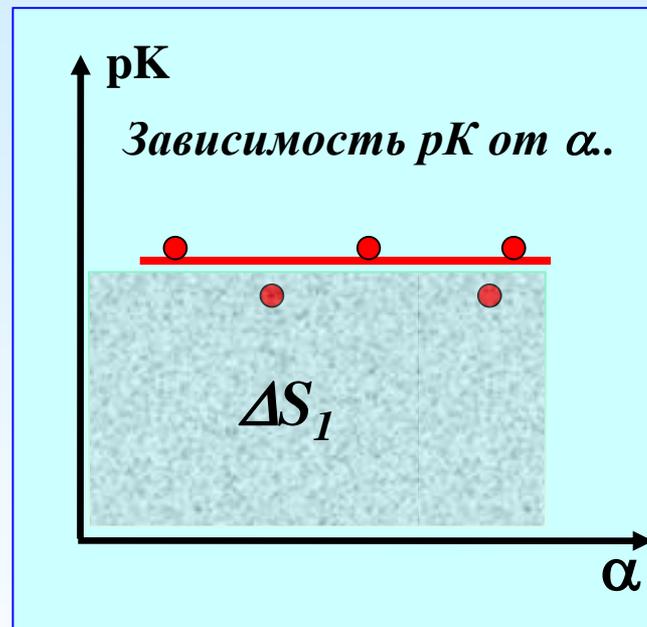
$$\alpha \approx V_{NaOH} / V_{NaOH(total)}$$

V_{NaOH} - объём добавленной щелочи
 $V_{NaOH(total)}$ - объём щелочи,
необходимый для полной
нейтрализации кислоты. Есть
выраженный скачок титрования.

pK есть константа, не зависящая от α ;

ΔS_1 – площадь под прямой $pK(\alpha)$.

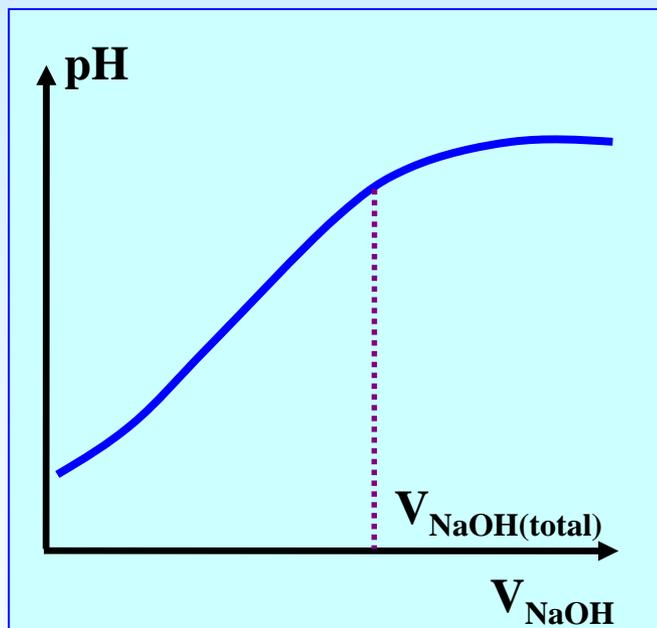
*ΔG_{diss} - свободная энергия диссоциации кислоты
до степени диссоциации α*



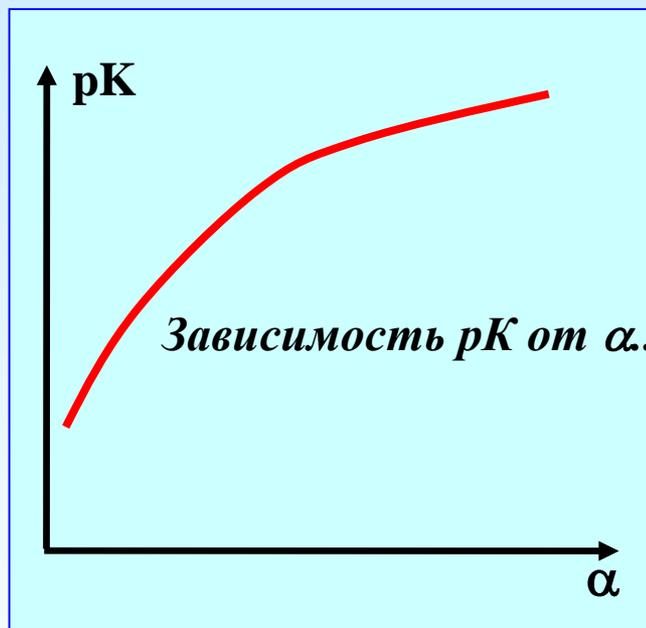
$$\Delta G_{diss} = 2.3RT \Delta S_1 = 2.3RT \int_0^{\alpha} pK(\alpha) d\alpha = 2.3RT * pK * \alpha$$

8. Как выглядят кривая титрования и зависимость рК от α для полиэлектролита (полиакриловой кислоты)?

*Кривая титрования
полимерной кислоты щелочью
(NaOH)*



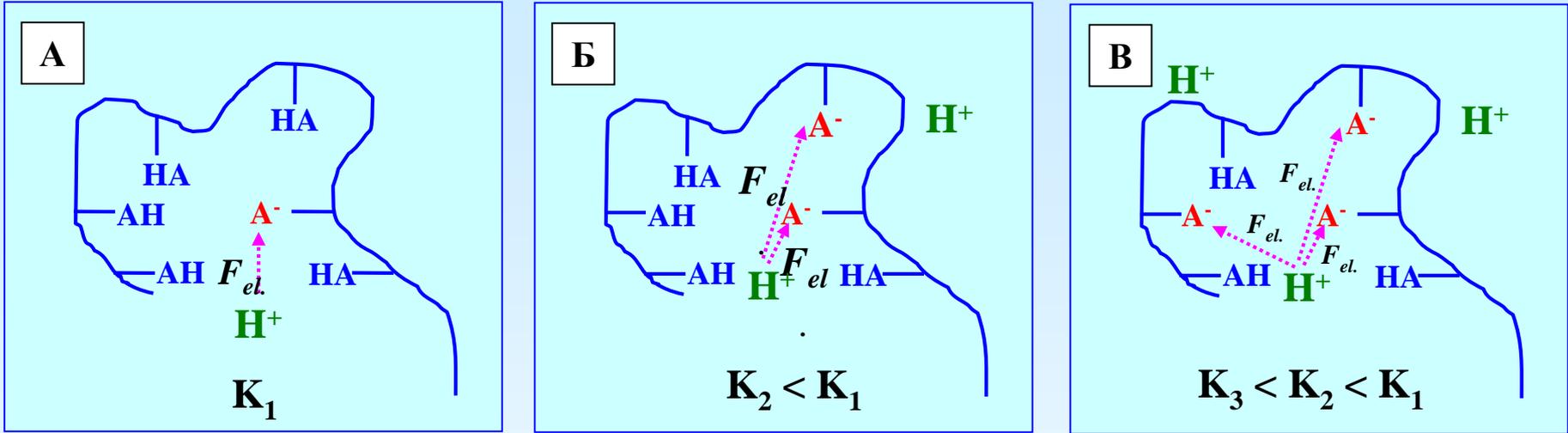
*рК НЕ константа, а возрастающая функция от
степени диссоциации α*



*НЕТ выраженного скачка
титрования*

$$pH = pK_{эфф}(\alpha) + \lg\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right) = pK_0 + \Delta pK(\alpha) + \lg\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$$

9. В чем причина «аномального» поведения полиэлектролитов?



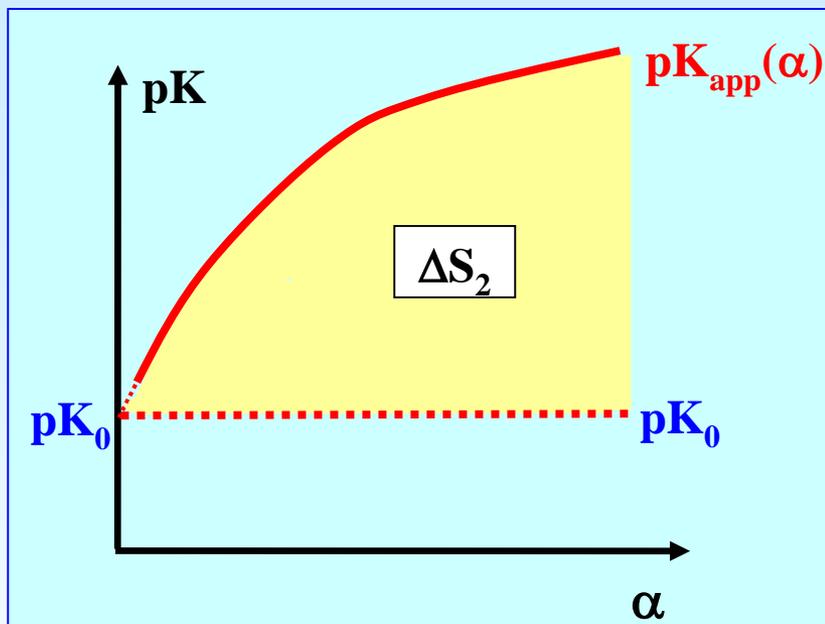
А) - Первая группа диссоциирует аналогично низкомолекулярному электролиту с константой диссоциации K_1 . В процессе диссоциации уходящий H^+ преодолевает притяжение противоположно заряженной группы $-A^-$.

Б) – Так как все заряды связаны в цепь, то при диссоциации второй группы второй протон попадает в поле электростатического притяжения уже двух групп $-A^-$. Электростатическая работа по разделению зарядов возрастает, поэтому вторая группа диссоциирует “труднее”, т.е. с меньшей константой $K_2 < K_1$.

В) – Из-за возрастающей силы электростатического притяжения (F_{el}) диссоциация каждой последующей группы происходит всё “труднее”, т.е. с ростом степени диссоциации α константа диссоциации монотонно уменьшается ($K_n < \dots < K_3 < K_2 < K_1$), а соответствующая ей величина pK – монотонно возрастает.

10. Какую информацию можно извлечь из зависимостей pK от α ?

1. Полиакриловая кислота – полимер без вторичной структуры (конформация статистического клубка)



$$\Delta G_{\text{дисс}} = \Delta G_{\text{ион}} + \Delta G_{\text{эл}}(\alpha)$$

Зависимость pK от α позволяет определить электростатическую составляющую свободной энергии Гиббса диссоциации поликислоты $\Delta G_{\text{эл}}(\alpha)$. Данная величина отражает структуру заряженной макромолекулы – её конформацию, плотность заряда вдоль цепи и др.

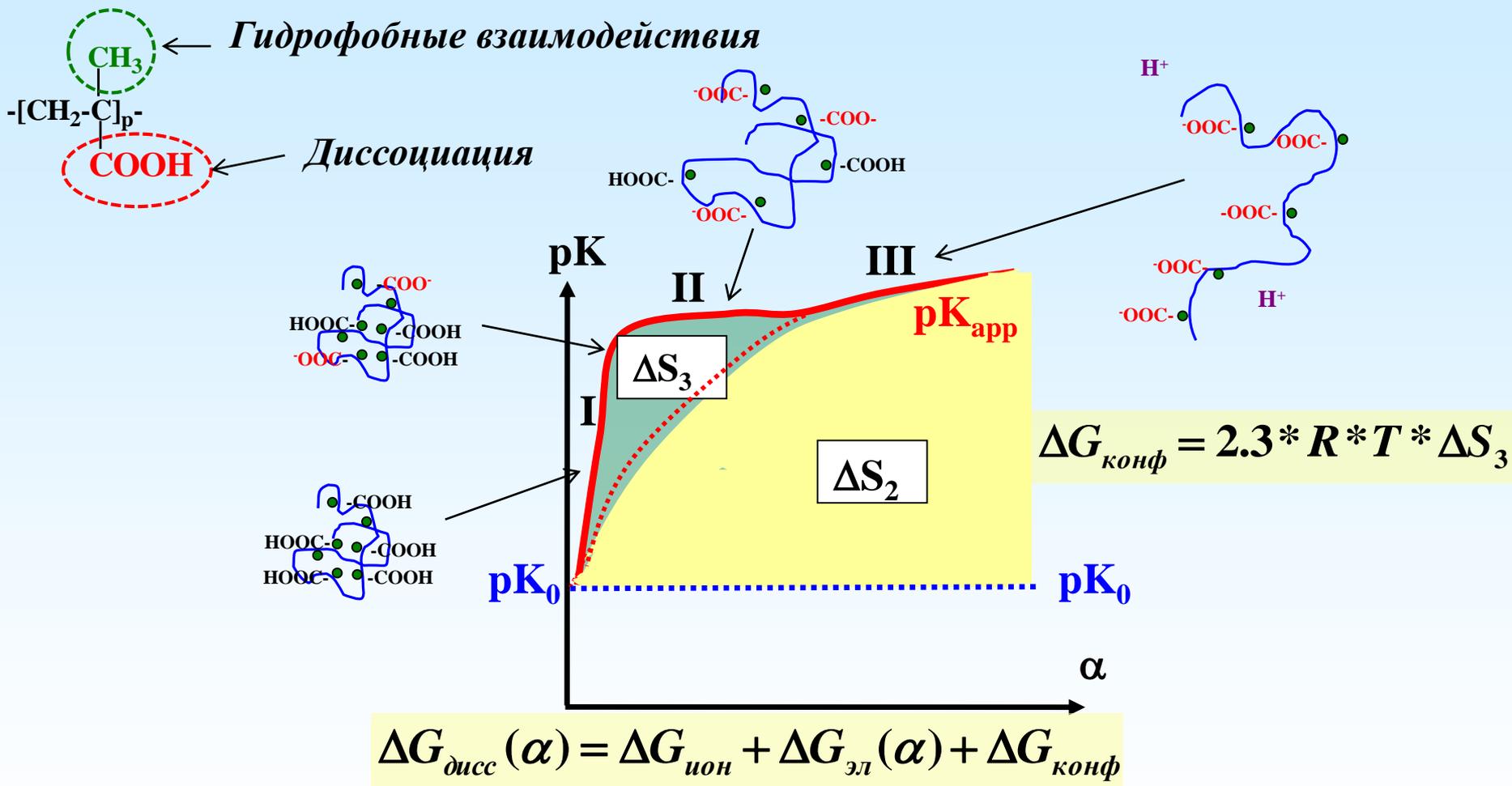
$$\Delta G_{\text{эл}}(\alpha) = 2.3RT \int_0^{\alpha} (pK_{\text{app}} - pK_0) d\alpha = 2.3RT \Delta S_2$$

$$\Delta G_{\text{эл}}(\alpha) = N_A e \int_0^{\alpha} \varphi(\alpha) d\alpha$$

pK_0 – характеристическая константа диссоциации поликислоты – константа диссоциации первой группы в отсутствие электростатических взаимодействий зарядов цепи. Определяется экстраполяцией зависимости pK от α на значение $\alpha = 0$

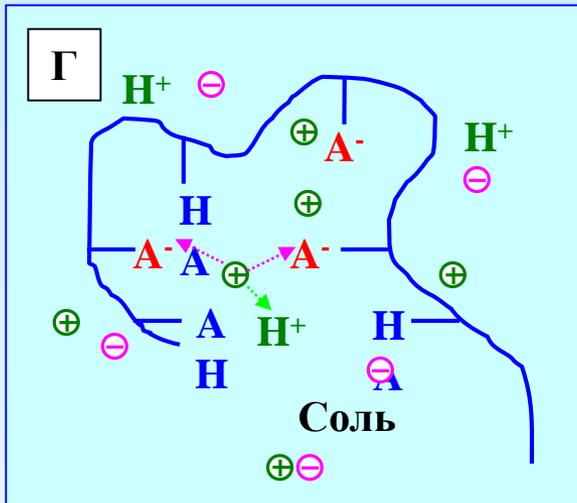
11. Какую информацию можно извлечь из зависимостей рК от α?

2. Полиметакриловая кислота – образование компактной вторичной структуры в кислых средах



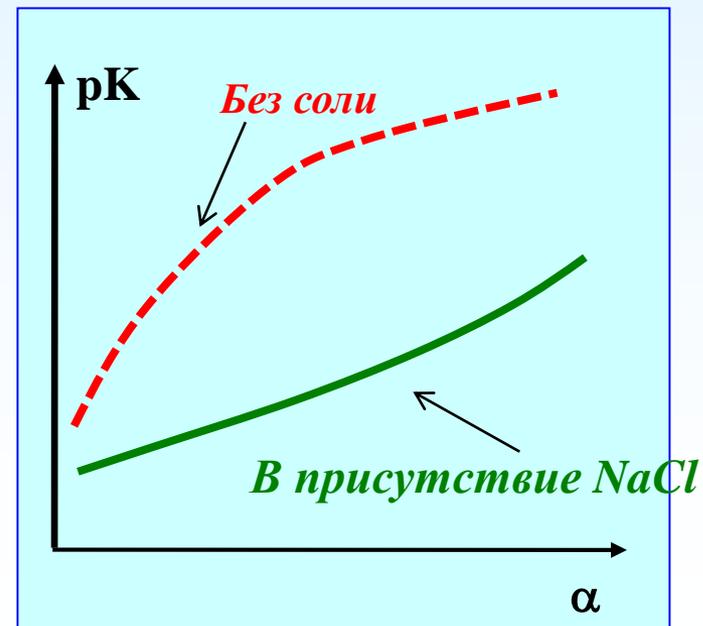
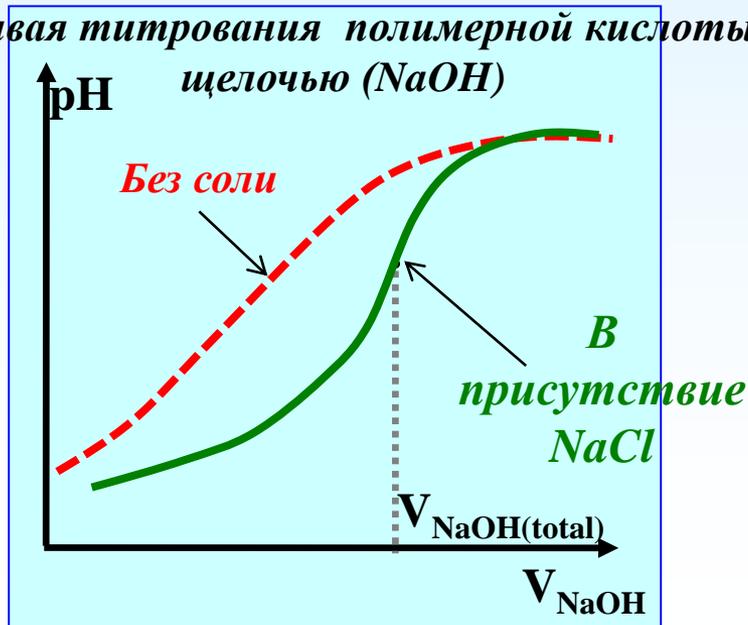
I – область зарядения компактной конформации поликислоты; II – область конформационного перехода «компактная конформация → клубок»; III – область зарядения клубка; $\Delta G_{\text{конф}}$ – свободная энергия Гиббса конформационного перехода «компактная конформация → клубок».

12. Как сделать диссоциацию полиэлектролита похожей на диссоциацию низкомолекулярного электролита?

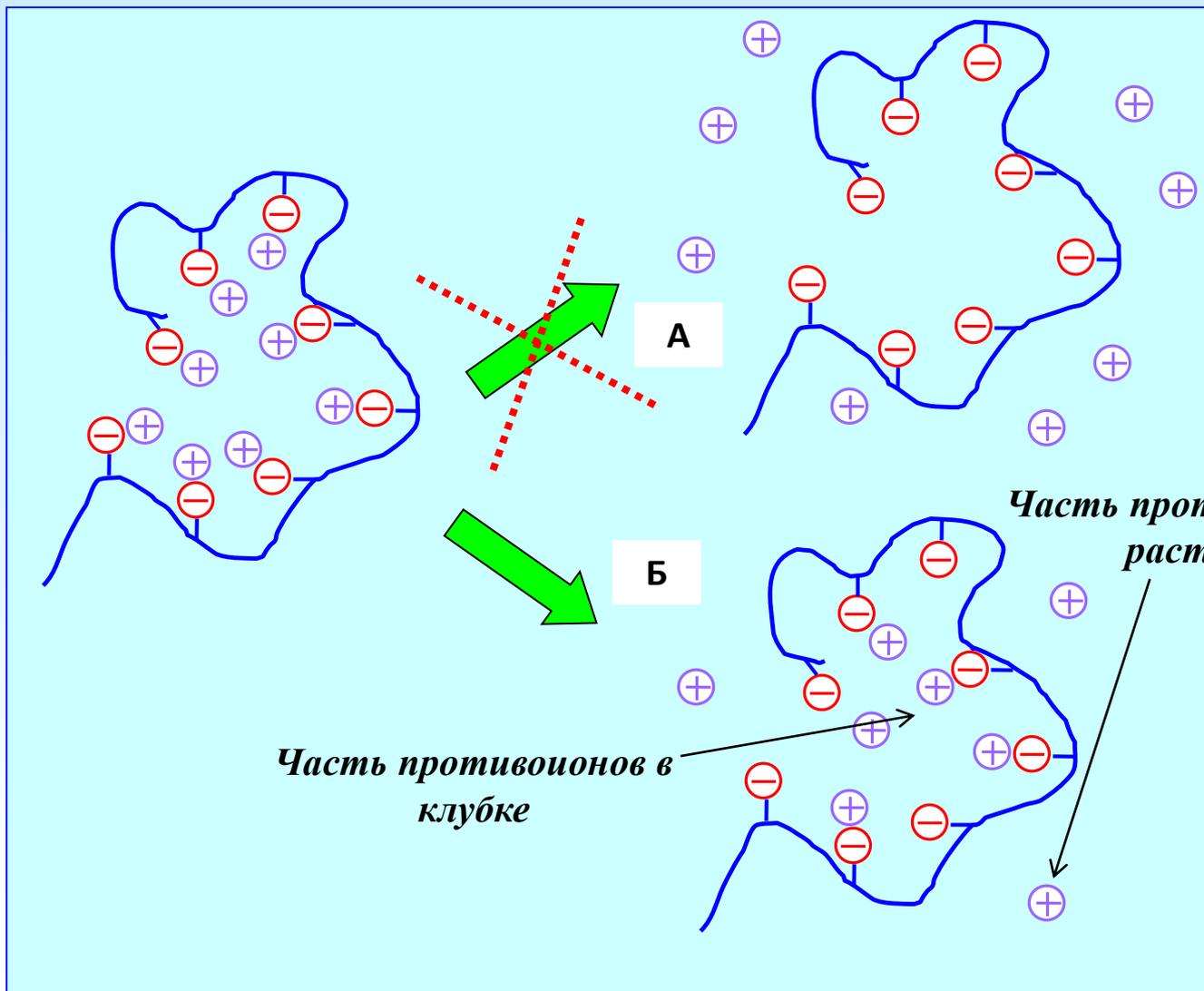


Введение низкомолекулярной соли (например, NaCl) приводит к «встраиванию» ионов Na^+ в клубок и ослаблению притяжения между ионами H^+ и карбоксильными группами $-\text{COO}^-$ (это называется «экранированием» электростатических взаимодействий). В результате $\Delta G_{\text{эл}}$ понижается и диссоциация поликислоты становится похожей на диссоциацию низкомолекулярной кислоты.

Кривая титрования полимерной кислоты щелочью (NaOH)



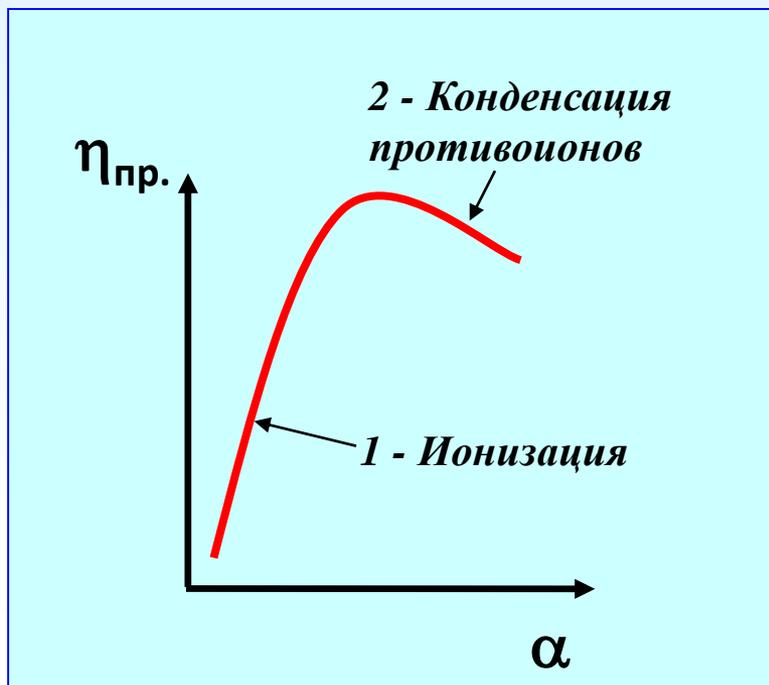
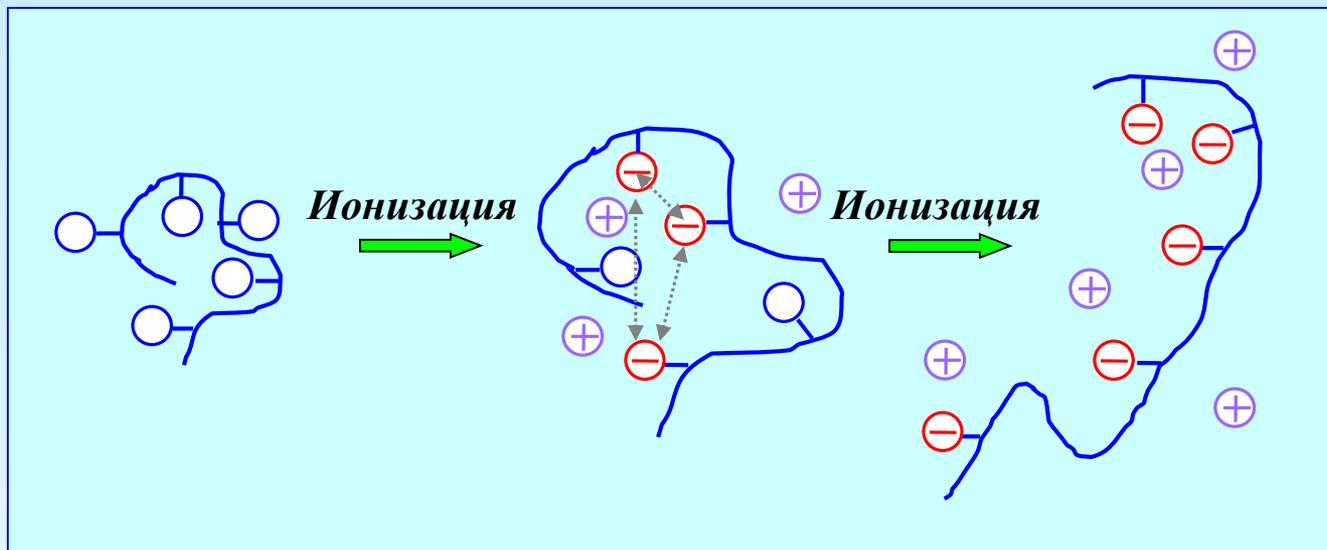
13. Как выглядит полностью продиссоциировавший клубок в растворе?



Конденсация противоионов – «возвращение» части противоионов в клубок за счёт электростатических взаимодействий. Чем больше заряд клубка, тем больше доля сконденсированных противоионов.

14. Как влияет диссоциация на размеры макромолекул?

1. Полиэлектролит без вторичной структуры – полиакриловая кислота



$$\eta_{\text{пр.}} \sim \frac{V_{\text{макромолекула}}}{M_{\text{макромолекула}}} \quad M \sim \text{const}$$

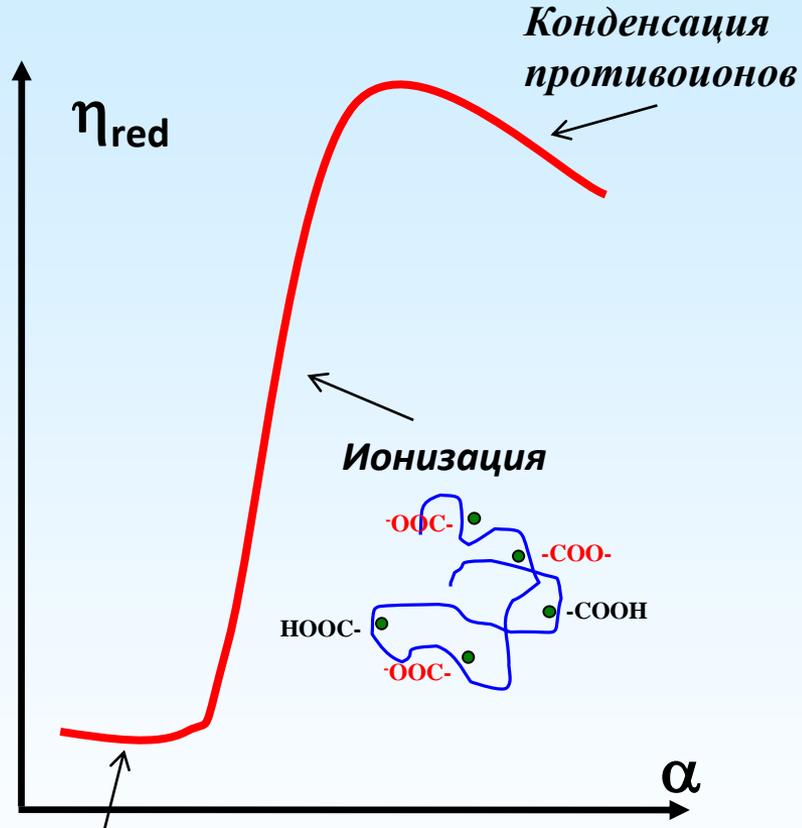
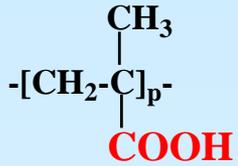
$$\eta_{\text{пр.}} \sim V_{\text{макромолекула}}$$

1 – ионизация → отталкивание зарядов на цепи → клубок разворачивается → $\eta_{\text{пр}}$ растёт

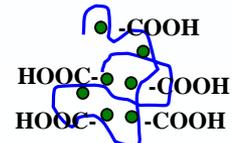
2 – конденсация противоположно заряженных ионов преобладает над ионизацией → отталкивание зарядов уменьшается → клубок сворачивается → $\eta_{\text{пр}}$ падает

15. Как влияет диссоциация на размеры макромолекул?

2. Полиэлектролит со вторичной структурой – полиметакриловая кислота

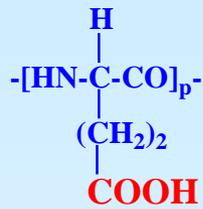


Гидрофобные взаимодействия, компактная конформация сохраняется

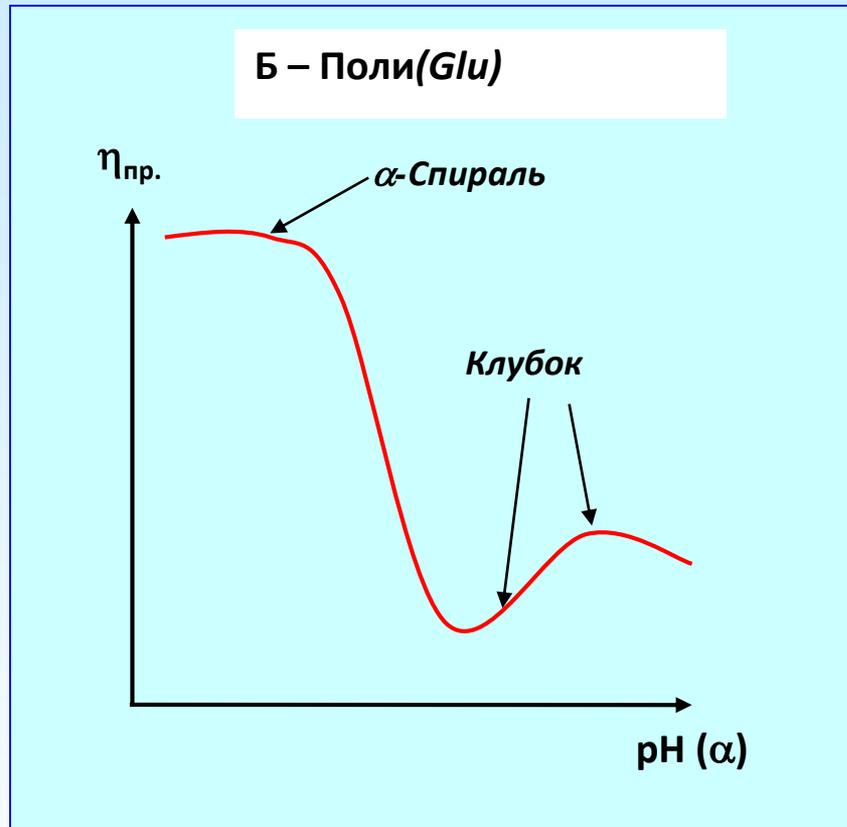


15. Как влияет диссоциация на размеры макромолекул?

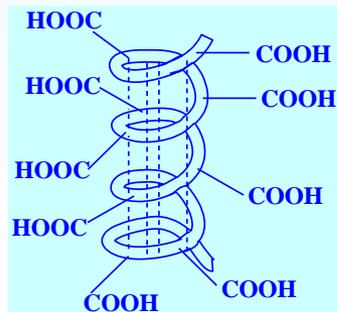
3. Полиэлектролит со вторичной структурой – полиглутаминовая кислота



Полиаглутаминовая кислота, поли(Glu)

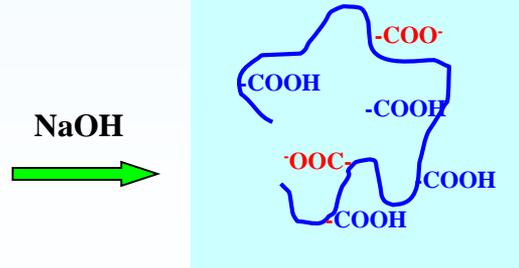


α -спираль



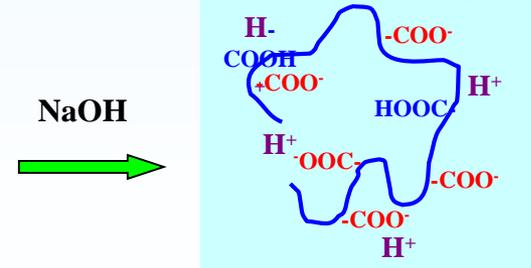
$$\eta_{пр.} \sim M^{1.8}$$

мало заряженный клубок



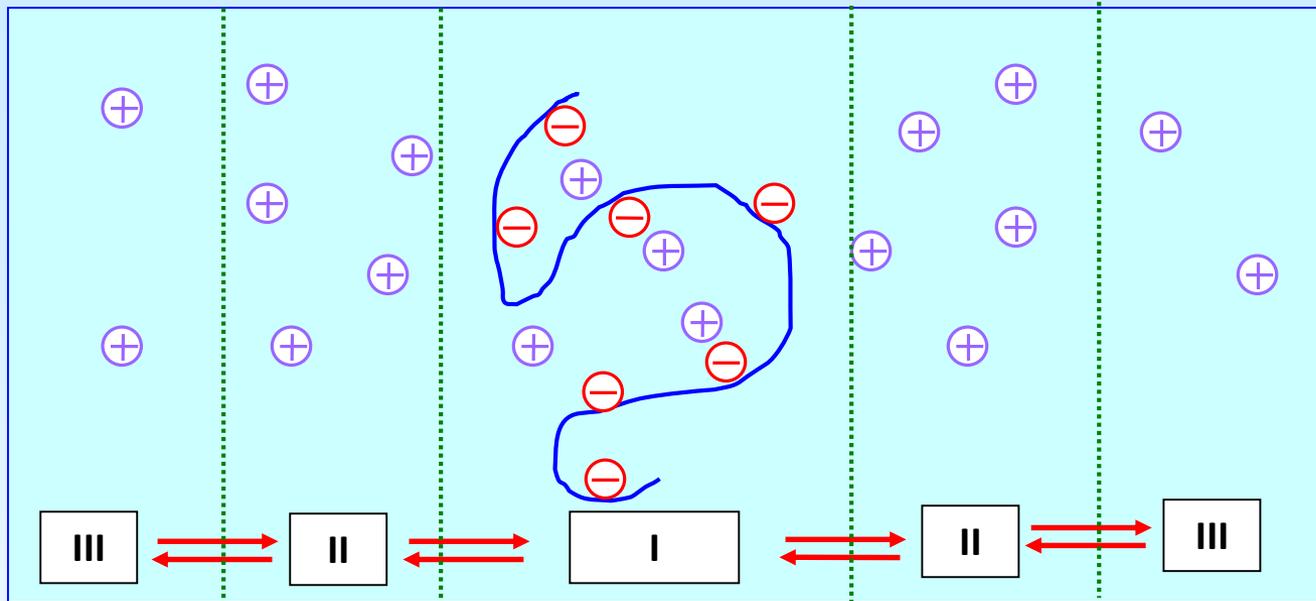
$$\eta_{пр.} \sim M^{0.5}$$

сильно заряженный клубок



$$\eta_{пр.} \sim M^{0.7}$$

16. Как выглядит распределение противоионов относительно клубка в растворе?



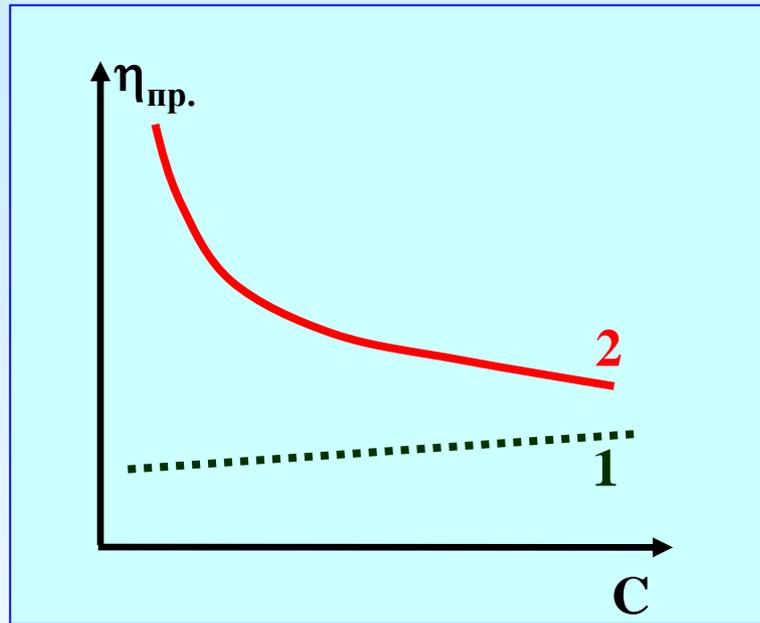
I – Клубок с конденсированными (электростатическими связанными) противоионами;

II - зона повышенной концентрации противоионов вокруг клубка (диффузный слой);

III – зона равномерного распределения противоионов в толще раствора;

Противоионы в зонах **I**, **II** и **III** находятся в состоянии динамического равновесия.

17. Что такое полиэлектролитное набухание? Чем оно вызвано?



C – концентрация полимера в г/дл

1 – Зависимость приведенной вязкости от концентрации в растворе для «обычного» полимера – неполиэлектролита.

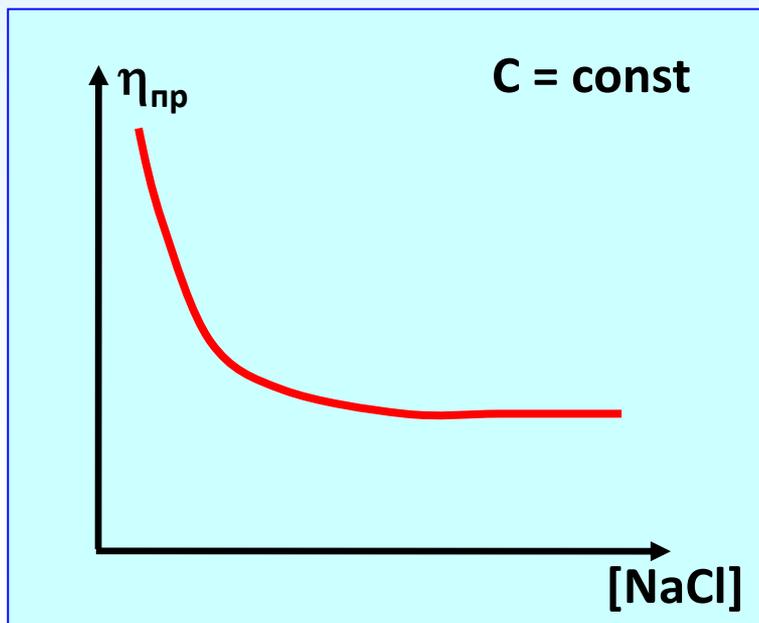
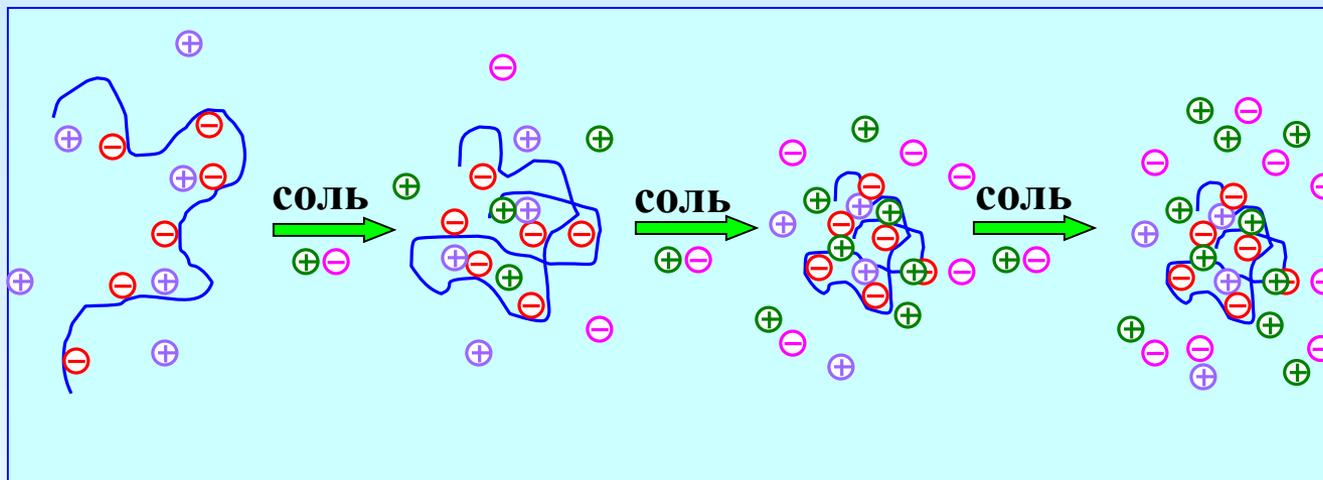
2 – Аномальное поведение полиэлектролита – возрастание приведенной вязкости при разбавлении – это явление получило название «полиэлектролитного набухания».

Причины полиэлектролитного набухания:

При разбавлении уменьшается концентрация противоионов в зоне III. При этом (согласно принципу Ле Шателье) часть противоионов переходит из зоны II в зону III, а из зоны I в зону II. Количество конденсированных противоионов уменьшается → заряд клубка растёт → усиливается электростатическое отталкивание звеньев внутри клубка → клубок разворачивается → приведенная вязкость увеличивается.

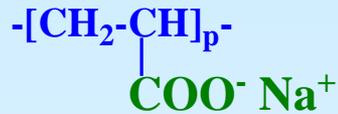
18. Как влияет низкомолекулярная соль (NaCl) на эффект полиэлектролитного набухания? В чём причины такого влияния?

Введение соли подавляет эффект полиэлектролитного набухания

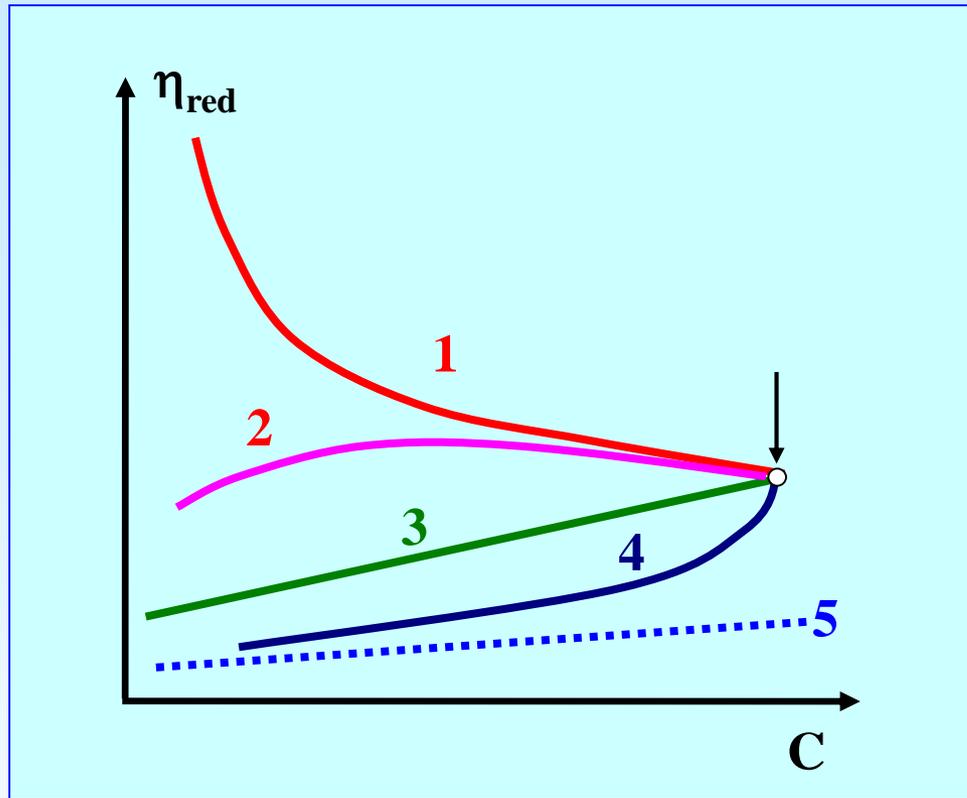


При введении соли увеличивается концентрация противоионов в зоне III. При этом (согласно принципу Ле Шателье) часть противоионов переходит из зоны III в зону II, а из зоны II в зону I. Количество конденсированных противоионов увеличивается \rightarrow эффективный заряд клубка уменьшается \rightarrow уменьшается электростатическое отталкивание звеньев внутри клубка \rightarrow клубок сворачивается \rightarrow приведенная вязкость уменьшается.

19. Что такое изоионное разбавление?

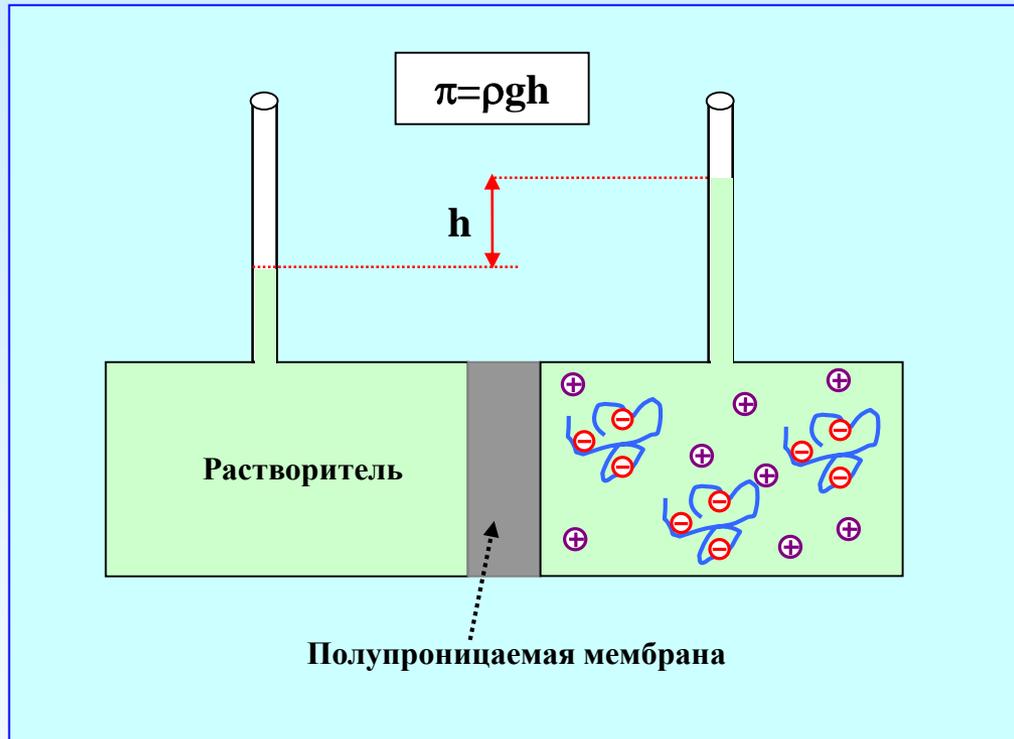


Полиакрилат
натрия



- 1 – $[\text{NaCl}] = 0$ (эффект полиэлектролитного набухания);
- 2 - $[\text{NaCl}] < [\text{Na}^+]_{\text{полимер}}$; (концентрация соли меньше мольной концентрации противоионов полиэлектролита в растворе);
- 3 - $[\text{NaCl}] = [\text{Na}^+]_{\text{полимер}}$ – изоионное разбавление (концентрация соли РАВНА мольной концентрации противоионов полиэлектролита в растворе)
- 4 - $[\text{NaCl}] > [\text{Na}^+]_{\text{полимер}}$; (концентрация соли больше мольной концентрации противоионов полиэлектролита в растворе)
- 5 - $[\text{NaCl}] \gg [\text{Na}^+]_{\text{полимер}}$; (полное подавление полиэлектролитного эффекта в избытке соли)

20. Из чего складывается осмотическое давление бессолевого раствора полиэлектролита?



Рассмотрим для простоты случай псевдоидеального (Θ) раствора

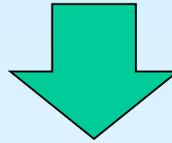
$$\pi = nRT$$

n – мольная концентрация всех частиц в растворе.

20. Из чего складывается осмотическое давление бессолевого раствора полиэлектролита?

$$n = n_p + \alpha\Phi n_m = \frac{n_m}{P} + \alpha\Phi n_m = n_m \left(\frac{1}{P} + \alpha\Phi \right)$$

$$P \gg 1 \Rightarrow \frac{1}{P} \ll 1$$



$$\alpha\Phi \approx 0.3 - 0.6 \approx const$$

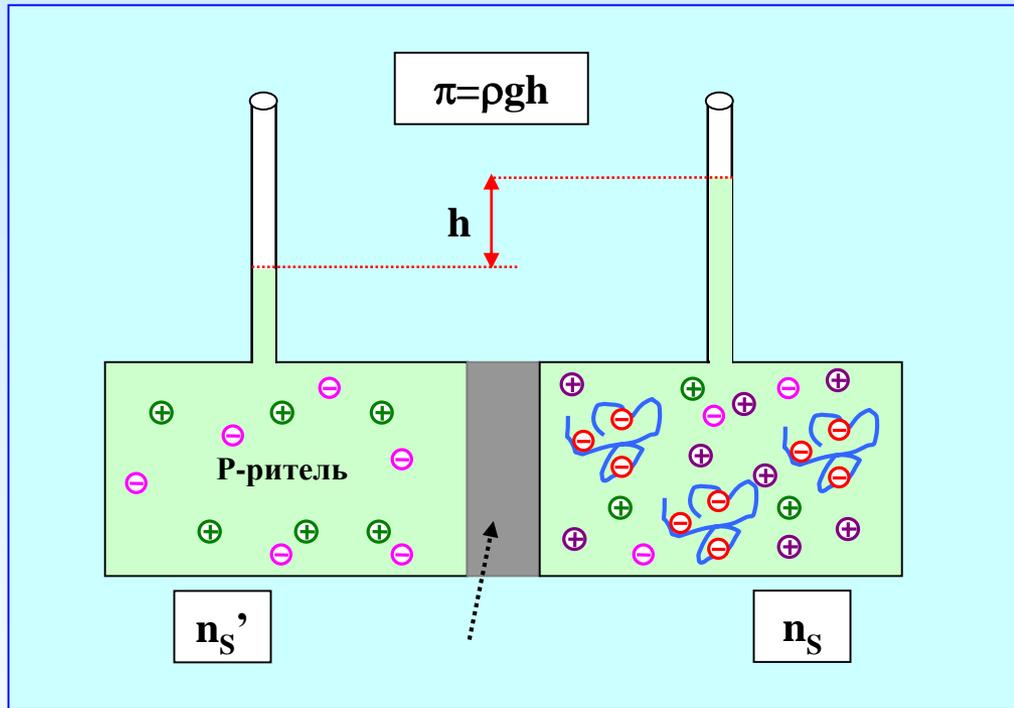
$$\pi = nTR = RTn_m \left(\frac{1}{P} + \alpha\Phi \right) \cong RT\alpha\Phi n_m$$

$$\alpha\Phi \gg \frac{1}{P}$$

n_p – мольная концентрация макромолекул; $n_m = P^* n_p$ – мольная концентрация заряженных звеньев (если заряд в каждом звене); P – степень полимеризации; α – степень диссоциации; Φ – доля осмотически активных противоионов (не сконденсированных на макромолекуле); $\Rightarrow \alpha\Phi n_p$ – мольная концентрация противоионов

Осмотическое давление бессолевого раствора полиэлектролита – это осмотическое давление его противоионов – определить молекулярную массу полимера нельзя!

21. Что такое эффект Доннана?



Рассмотрим для простоты случай псевдоидеального (\ominus) раствора; n_s – равновесная концентрация низкомолекулярного электролита (низкомолекулярной соли, рассмотрим для простоты случай NaCl) в ячейке с полиэлектролитом; n_s' – равновесная концентрация низкомолекулярного электролита в ячейке без полиэлектролита;

$$\mu_s' = \mu_s$$

21. Что такое эффект Доннана?

$$\mu_s^0 + RT \ln a'_s = \mu_s^0 + RT \ln a_s$$



$$a'_s = a_s$$



$$a'_+ a'_- = a_+ a_-$$



$$\gamma'_+ n'_+ \gamma'_- n'_- = \gamma_+ n_+ \gamma_- n_-$$

Для разбавленных растворов:

$$\gamma'_+ \approx \gamma_+ \quad \gamma'_- \approx \gamma_-$$



$$n'_+ n'_- = n_+ n_-$$

$$n'_+ = n'_- = n'_s$$

Пусть для определенности мы имеем полианион (отрицательно заряженный полиэлектролит)

$$n_- = n_s$$

$$n_+ = n_s + \alpha \Phi n_m = n_s + \alpha \Phi P n_p$$



μ - химический потенциал; a - активность; γ - коэффициент активности; индексы: s - соль, «+» - низкомолекулярные катионы, «-» - низкомолекулярные анионы

21. Что такое эффект Доннана?

$$(n'_S)^2 = n_S (n_S + \alpha \Phi n_m)$$

r_D – отношение Доннана


$$\frac{(n'_S)^2}{(n_S)^2} = \left(1 + \frac{\alpha \Phi n_m}{n_S} \right)$$



$$r_D = \frac{n'_S}{n_S} = \sqrt{\left(1 + \frac{\alpha \Phi n_m}{n_S} \right)} \geq 1$$

Концентрация соли в ячейке без полиэлектролита всегда выше. Эффект Доннана – эффект вытеснения низкомолекулярной соли из ячейки с полиэлектролитом. Чем выше заряд на полиэлектролите и чем меньше общая концентрация соли в системе, тем сильнее выражен этот эффект.

22. Чему равно осмотическое давление раствора полиэлектролита в присутствии низкомолекулярного электролита (соли)?

Для простоты опять примем, что в отсутствие диссоциации раствор был бы псевдоидеальным

$$\pi = RT \left[(n_p + \alpha \Phi n_m + 2(n_s - n'_s)) \right]$$

$$\alpha \Phi n_m = \alpha \Phi P n_p = Z n_p$$

$Z = \alpha P \Phi$ – заряд макромолекулы



$$\pi = RT \left[(n_p + Z n_p + 2(n_s - n'_s)) \right]$$

$$\frac{n'_s}{n_s} = \left(1 + \frac{Z n_p}{n_s} \right)^{\frac{1}{2}} \cong 1 + \frac{Z n_p}{2 n_s} - \frac{Z^2 n_p^2}{8 n_s^2}$$



$$n'_s = n_s + \frac{Z n_p}{2} - \frac{Z^2 n_p^2}{8 n_s}$$

$$(1+x)^{\frac{1}{2}} \cong 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} \quad (x < 1)$$

$$\frac{Z n_p}{n_s} < 1$$

Считаем, что добавили избыток соли

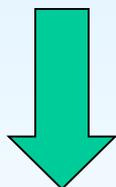
22. Чему равно осмотическое давление раствора полиэлектролита в присутствии низкомолекулярного электролита (соли)?

$$2(n_s - n'_s) = 2 \left[n_s - n_s - \frac{Zn_p}{2} + \frac{Z^2 n_p^2}{8n_s} \right] = -Zn_p + \frac{Z^2 n_p^2}{4n_s}$$



$$\pi = RT \left[(n_p + Zn_p + 2(n_s - n'_s)) \right] = RT \left[(n_p + Zn_p - Zn_p + \frac{Z^2 n_p^2}{4n_s}) \right] = RT \left[(n_p + \frac{Z^2 n_p^2}{4n_s}) \right]$$

$$n_p = \frac{C}{M_n}$$



$$\pi = RT \left[\frac{C}{M_n} + \frac{Z^2}{M_n^2 4n_s} C^2 \right] \longrightarrow \frac{\pi}{C} = RT \left[\frac{1}{M_n} + \frac{Z^2}{M_n^2 4n_s} C \right]$$

В присутствии соли можно определить молекулярную массу полиэлектролита

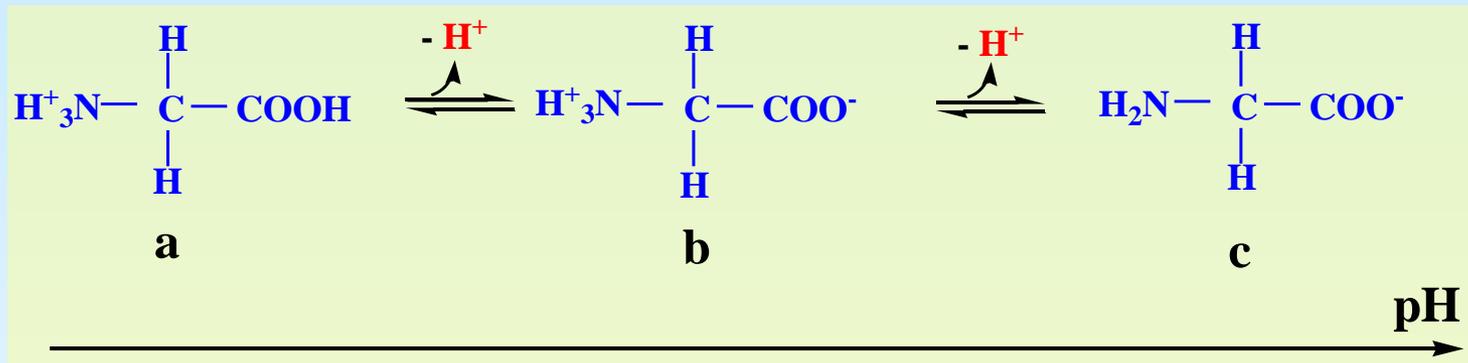
23. Чему равен второй вириальный коэффициент полиэлектролита?

$$A_2 = \frac{1}{4n_s} \left(\frac{Z^2}{\overline{M_n^2}} \right) = \frac{\rho^2}{4n_s} \geq 0$$

$\rho = \frac{Z}{\overline{M_n}}$ – плотность заряда макромолекулы

Для полиэлектролитов $A_2 > 0$; Чем больше плотность заряда на макромолекуле и чем ниже концентрация низкомолекулярного электролита, тем выше значение второго вириального коэффициента

24. Что такое изоэлектрическая и изоионная точки для полиамфолитов?



Для глицина: $K_{a(-\text{COOH})} = 2.3$ $K_{a(-\text{NH}_3^+)} = 9.6$

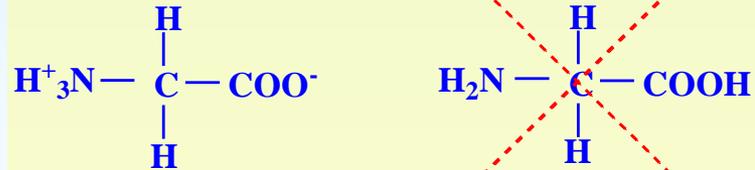
24. Что такое изоэлектрическая и изоионная точки для полиамфолитов?

Изоэлектрическая точка (pI, ИЭТ) – значение pH раствора, при котором суммарный заряд амфолита равен нулю.

Для простого амфолита с двумя диссоциирующими группами:

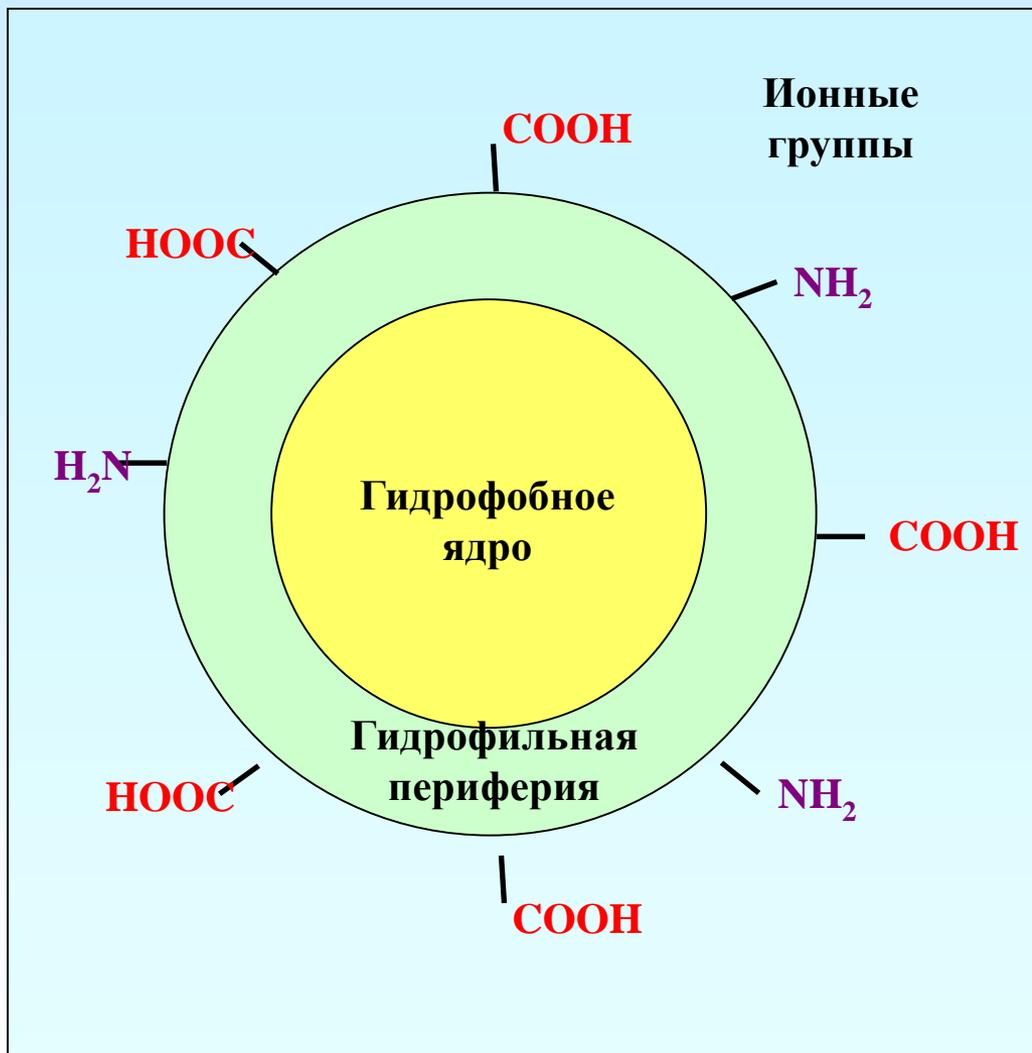
$$pI = \frac{pK_{a(-COOH)} + pK_{a(-NH_3^+)}}{2}$$

Для глицина: $pI = \frac{2.3 + 9.6}{2} = 5.95$

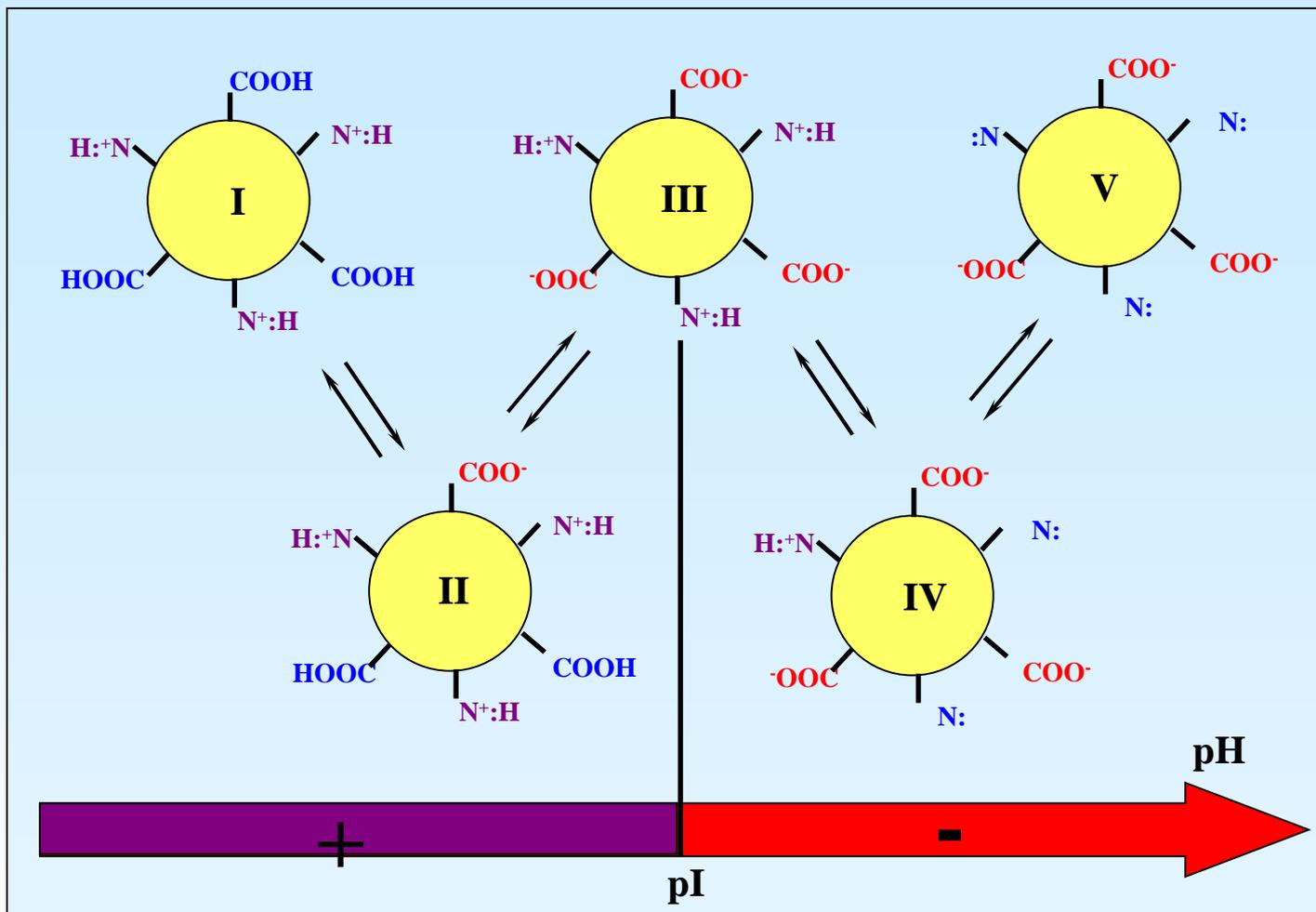


ИЭТ – константа для данного полиамфолита, определяемая значениями констант диссоциации индивидуальных групп

Физическая модель глобулярного белка в нативной конформации.

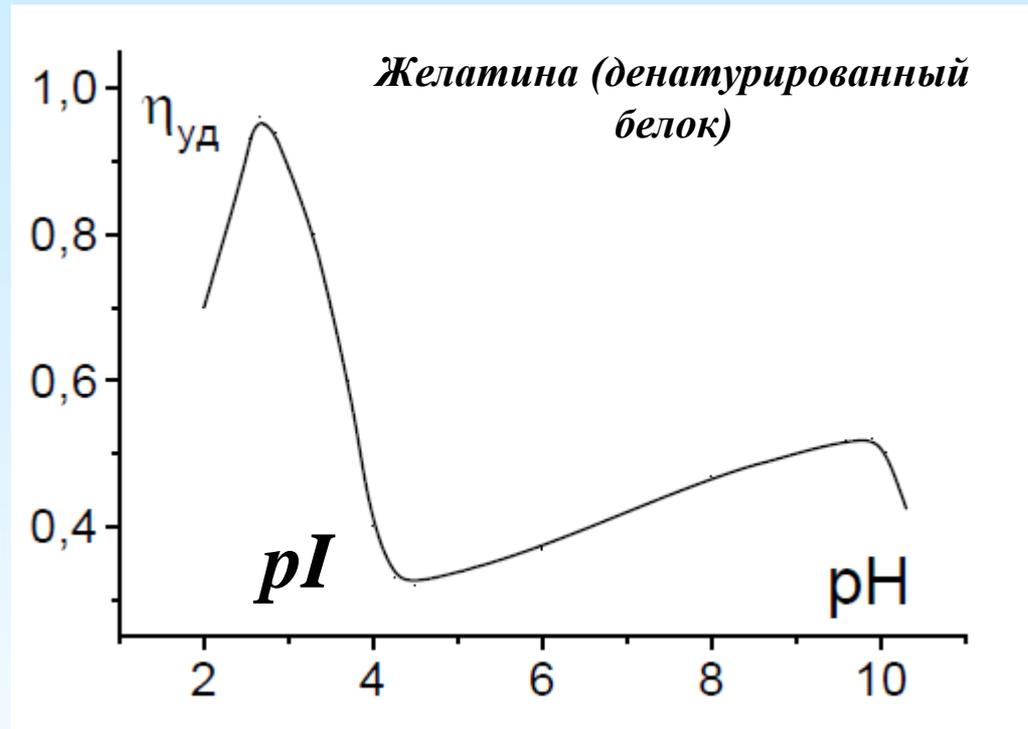


Изоэлектрическая точка белков



Белок	pI	Белок	pI
Пепсин	1.4	β -Лактоглобулин	5.1
Яичный альбумин	4.71	Гемоглобин	6.87
Сывороточный альбумин	4.59	Рибонуклеаза	9.4
β -казеин	4.50	Цитохром-С	10.6

24. Как экспериментально определить изоэлектрическую точку?



В ИЭТ многие свойства (осмотическое давление, электропроводность, растворимость, удельная вязкость (для клубков) и др.) принимают минимальные значения

24. Что такое изоионная точка? Как она связана с изоэлектрической точкой?

Изоионная точка (pI, ИИТ) – собственное значение pH раствора полиамфолита.

Для бессолевого раствора полиамфолита справедливо уравнение электронейтральности:

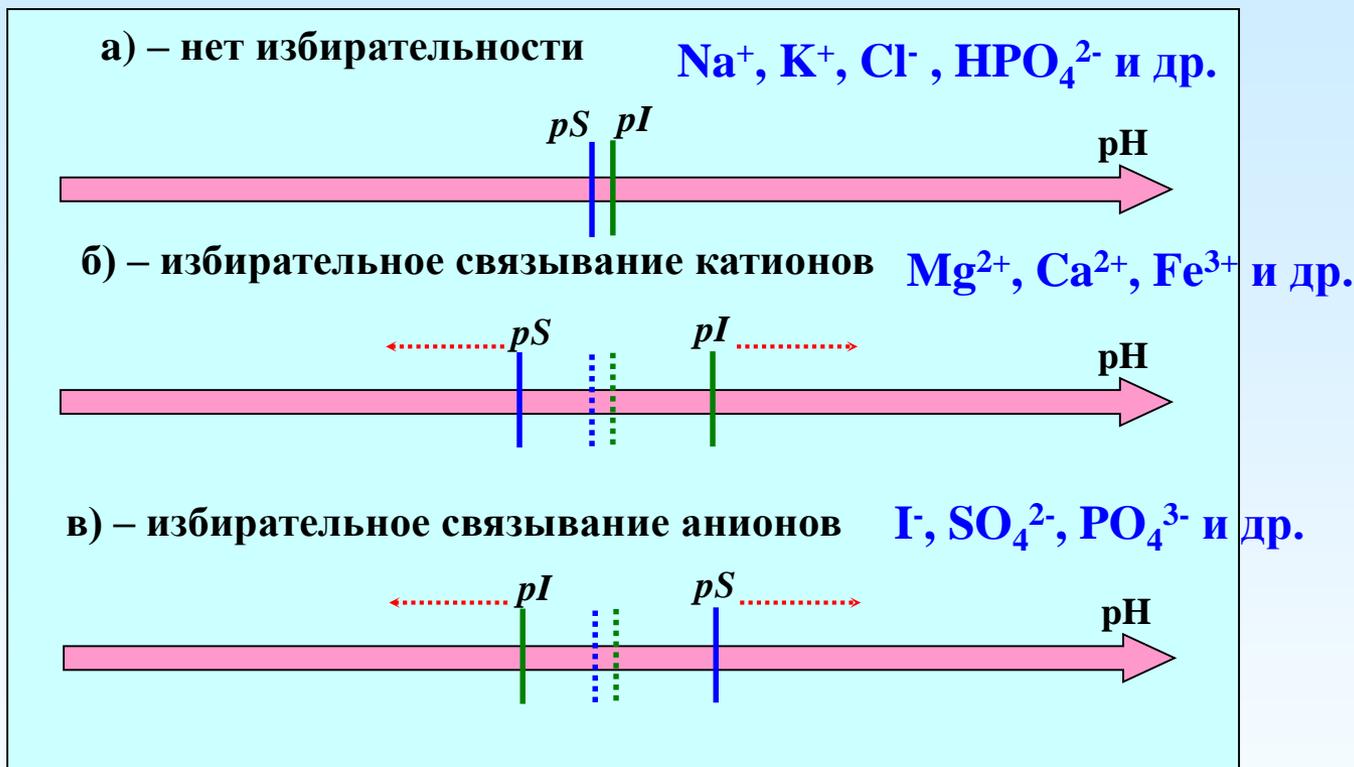
$$Zn_p + [H^+] - [OH^-] = 0$$

$$Z = \frac{[OH^-] - [H^+]}{n_p}$$

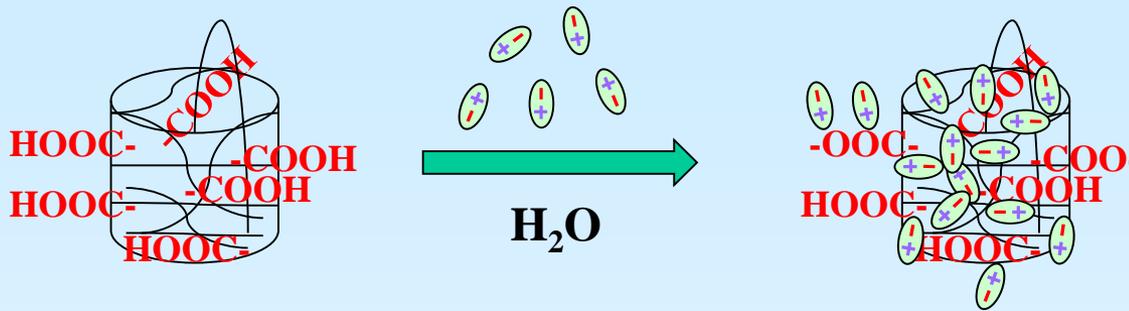
1. Если ИИТ лежит в щелочной области, то ИЭТ лежит правее, если ИИТ лежит в кислой области, то ИЭТ лежит левее на шкале pH. Если ИИТ = 7, то и ИЭТ = 7.

2. Если концентрация полиамфолита не очень мала и ИИТ лежит не в очень кислой или щелочной области, то ИИТ ≈ ИЭТ

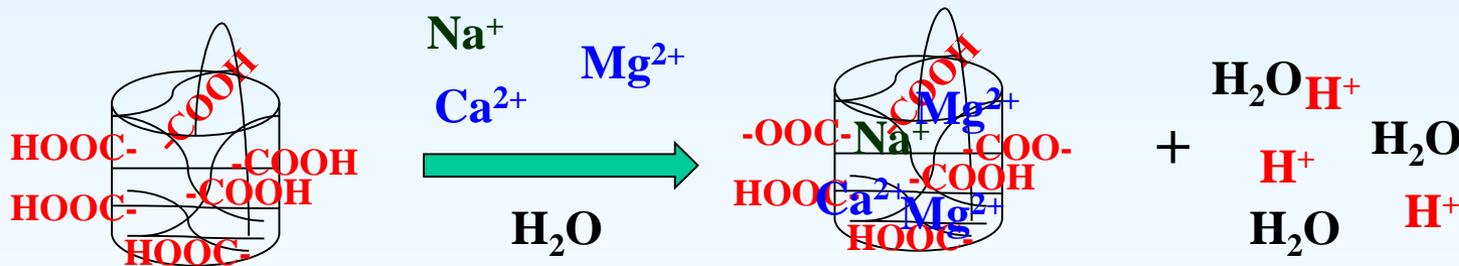
24. Как влияет избирательное связывание малых ионов с полиамфолитом на положение ИИТ и ИЭТ?



25. Где применяются полиэлектролиты?



Сшитая полиакриловая кислота – суперадсорбент (очень хорошо «захватывает» и удерживает воду) – наполнитель для подгузников, одноразовые пеленки и др.



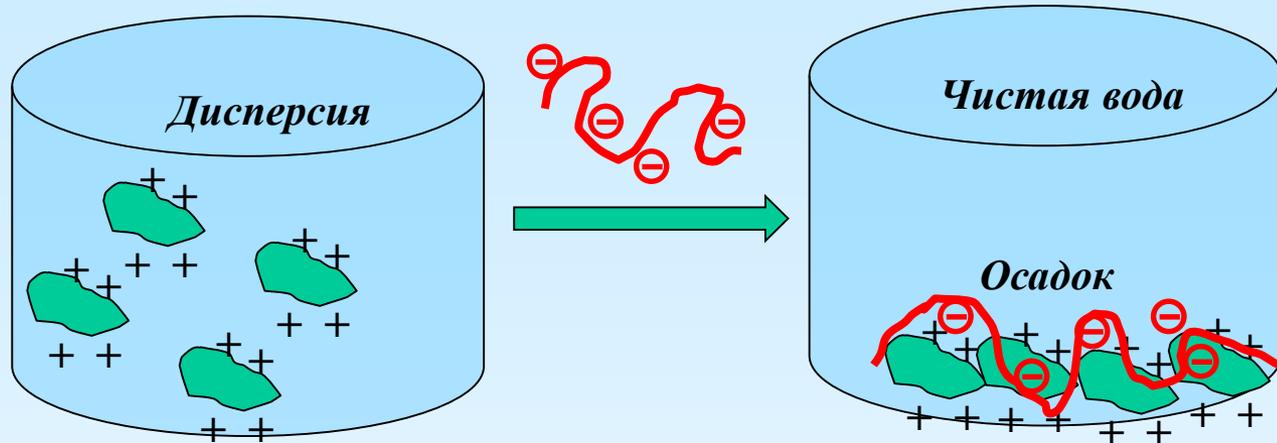
Сшитые полиэлектролиты – ионообменные смолы (иониты) – опреснители и очистители воды

Ионообменные смолы (иониты) – это материалы, способные обменивать свои ионы на ионы из раствора. Они используются для очистки воды от жесткости, удаления тяжелых металлов, нитратов и других вредных веществ. Иониты применяются в промышленности, сельском хозяйстве и коммунальном хозяйстве.

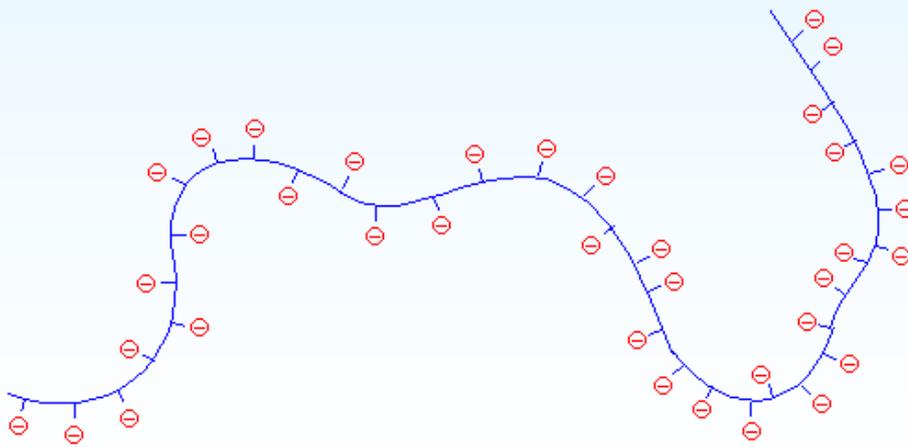
Ионообменные смолы для очистки водопроводной воды от жесткости.

Ионообменная смола для очистки сточных вод от тяжелых металлов.

25. Где применяются полиэлектролиты?



Полиэлектролиты – коагулянты и флокулянты – очистка сточных и промышленных вод, обогащения минерального сырья и др.



A polyelectrolyte expands because it's like charges repel each other



Полиэлектролитное набухание → высокая вязкость водных растворов → полиэлектролиты - загустители и гелеобразователи водных сред → шампуни, пасты, гели, мази и др.