

# Межмолекулярные взаимодействия.

Лекция  
доцент кафедры «Химия»  
Комарова В.И.

Сила сцепленья вяжет пары,  
Мощь тяготенья держит миры,  
Атомов сродство жизнь создает,  
Света господство к знанью ведет.

*Н. А. Морозов. Силы природы*

# Межмолекулярные

## взаимодействия:

1. Силы И. Ван-дер-Ваальса
2. Водородные связи
3. Комплексные соединения

# 1. Силы И.Ван-дер-Ваальса

(голландский ученый, 1873 г.)

– силы межмолекулярного взаимодействия,  
проявляющиеся на расстояниях, превосходящих  
размеры частиц

три составляющие ван-дер-ваальсовых сил:

(в зависимости от природы системы)

1.1 ориентационная составляющая или диполь-  
дипольное взаимодействие

1.2 индукционная составляющая

1.3 дисперсионная составляющая

# 1.1 Диполь-дипольное взаимодействие (эффект Кьезома)

- *электростатическое взаимодействие полярных молекул при сближении*
- $E_{\text{ориен}}$  увеличивается с увеличением  $\mu_{\text{мол}}$  и уменьшением расстояния между молекулами.
- Чем выше температура, тем  $E_{\text{ориен}}$  – меньше



# 1.2 Индукционная составляющая (эффект Дебая)

*-электростатическое взаимодействие полярной и неполярной молекул*

Диполи, действуя на неполярные молекулы, превращают их в индуцированные (наведенные) диполи

$E_{\text{инд}}$  увеличивается с увеличением  $\mu_{\text{мол}}$ , уменьшением расстояния между молекулами и увеличением поляризуемости неполярной молекулы.

$$E_{\text{инд}} < E_{\text{ориен}}$$



# 1.3 Дисперсионная

## СОСТАВЛЯЮЩАЯ (эффект Лондона)

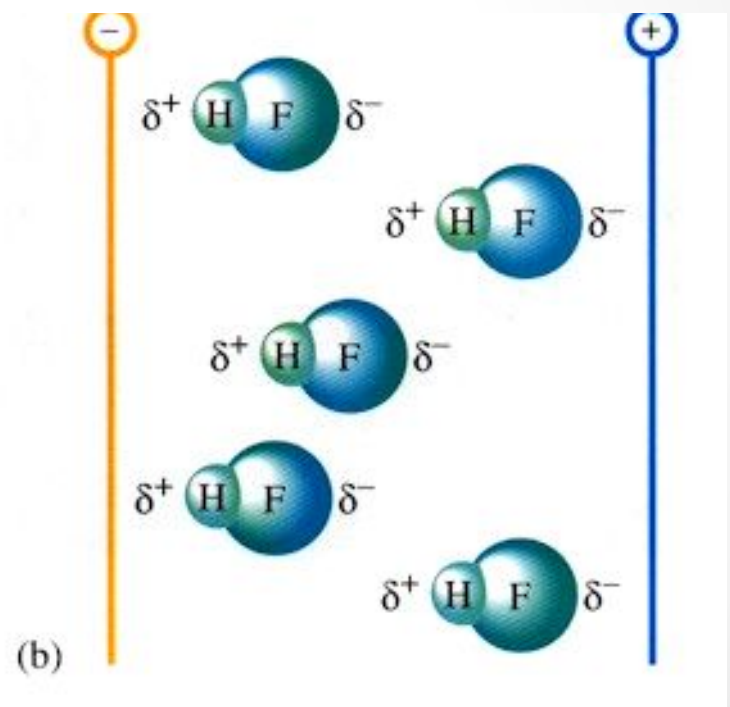
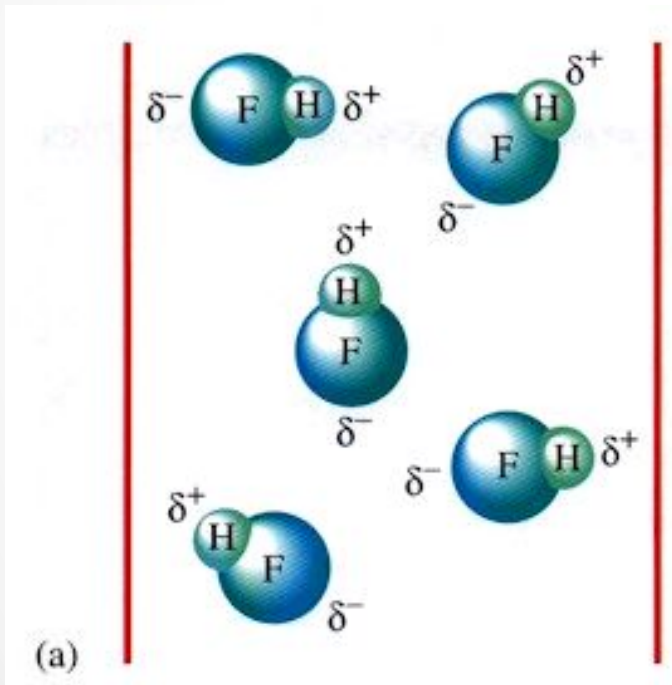
- *-электростатическое взаимодействие мгновенных диполей, возникающих за счет флуктуации электрической плотности*
- В результате взаимодействия мгновенных диполей энергия системы понижается.
- $E_{\text{дисп}}$  пропорциональна поляризуемости молекул и обратно пропорциональна расстоянию между центрами частиц.

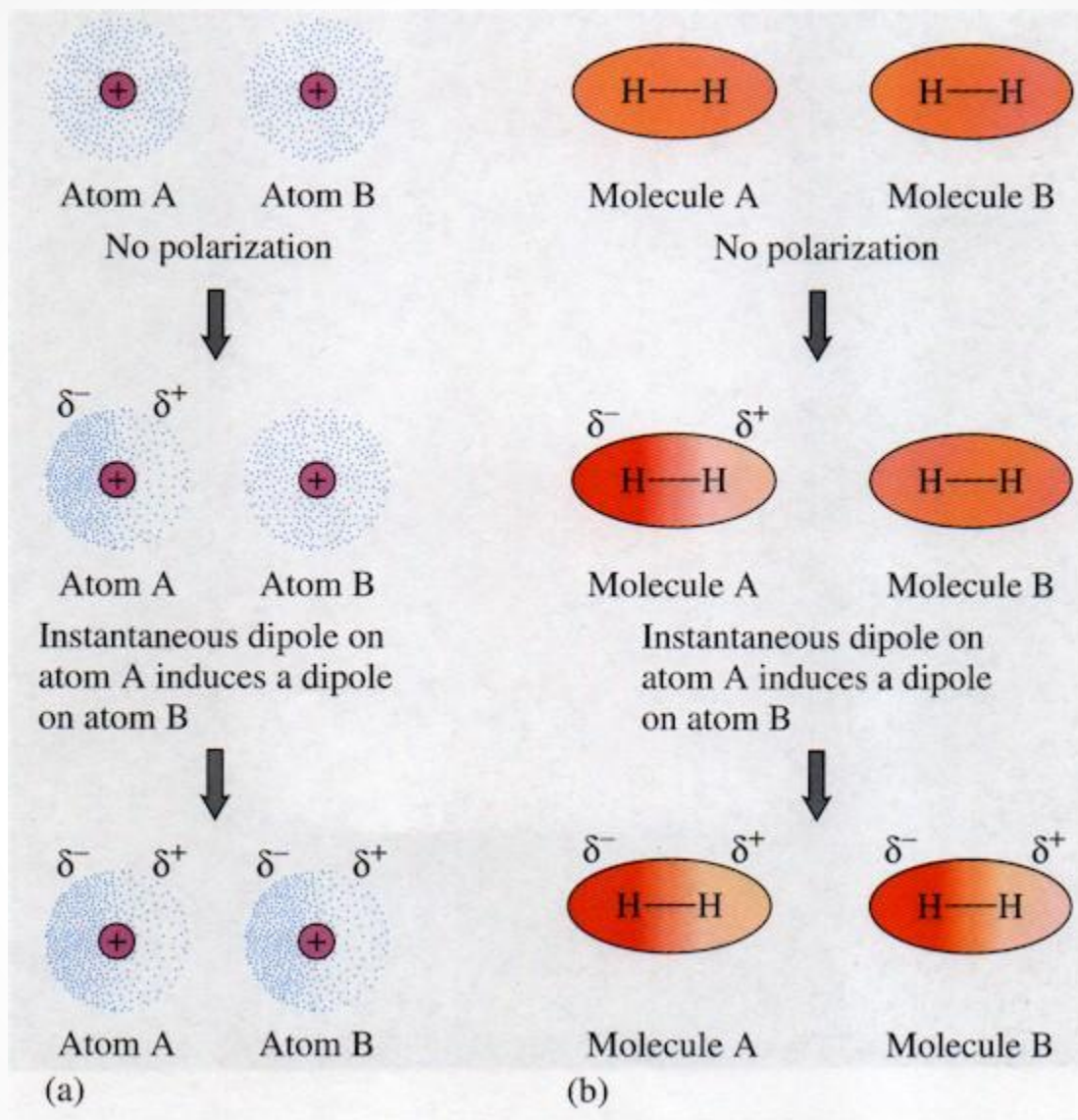


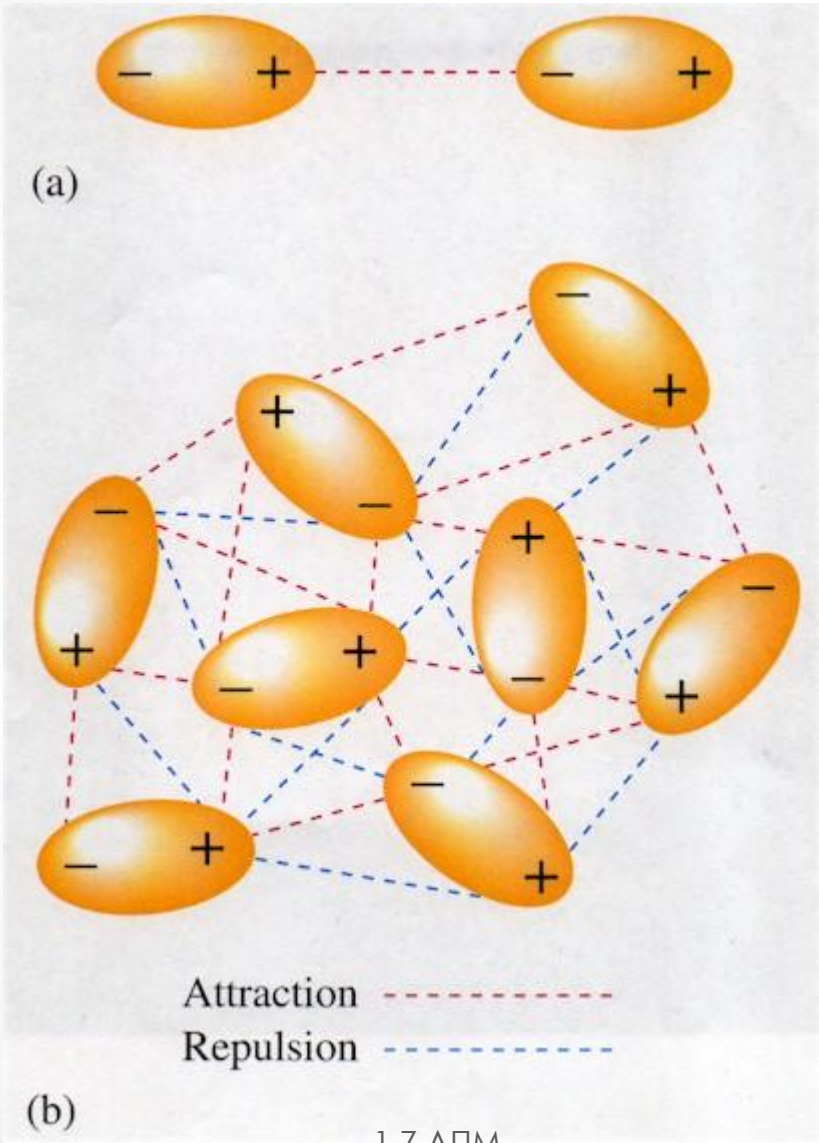
Для неполярных молекул - единственная  
составляющая вандерваальсовых сил.

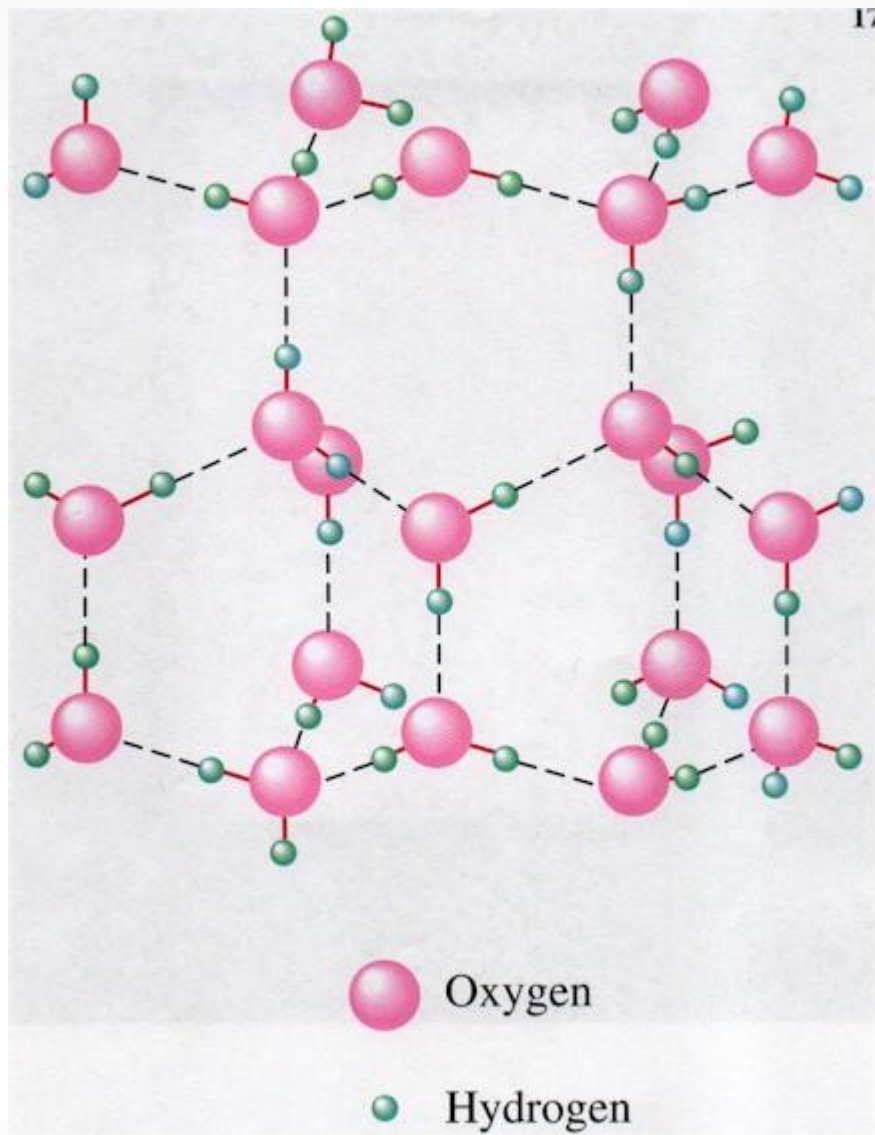
вещество	$\mu$ диполя	Энергия взаимодействия, кДж/моль		
		Ориента- ционная	Индукционная	Дисперсионная
$H_2$	0	0	0	0,17
Ar	0	0	0	8,50
Xe	0	0	0	18,4











1.7 ΔΠΜ

## 2. Водородная связь

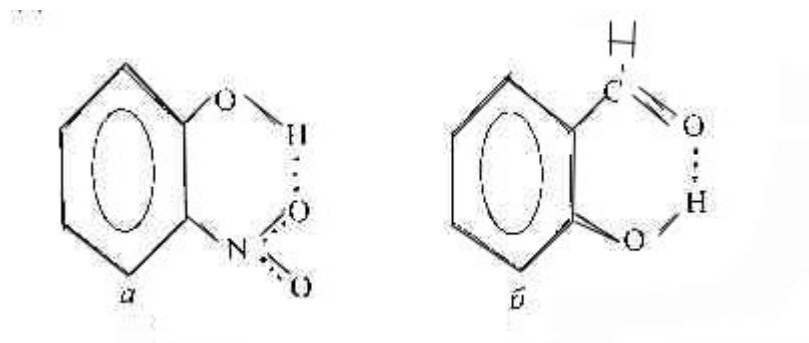
*– связывание между атомом водорода одной молекулы, соединённого ковалентной связью с электроотрицательным атомом X, с небольшим электроотрицательным атомом Y другой молекулы (где Y – прежде всего F, O, N)*

# Природа водородной СВЯЗИ

промежуточная между ковалентной, ионной и диполь-дипольной.

Энергия водородной связи — промежуточная между значениями, типичными для химических и вандерваальсовых связей, составляет 0,1–0,4 эВ и имеет наибольшие значения, если атом Y – фтор или кислород.

# Внутримолекулярная Н-связь



- Такие молекулы не могут вступать в межмолекулярные водородные связи.
- Поэтому вещества с такими связями не образуют ассоциатов, более летучи, имеют более низкие вязкости, температуры кипения и плавления, чем их изомеры

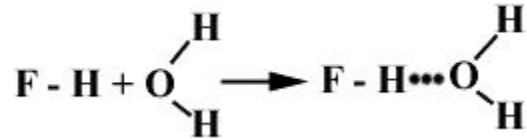
# Межмолекулярная Н-

## СВЯЗЬ



водород способен глубоко внедряться в электронную оболочку соседнего отрицательно поляризованного атома.

*Атомы А и В могут быть од*



*могут быть разными*



# Межмолекулярные Н-связи

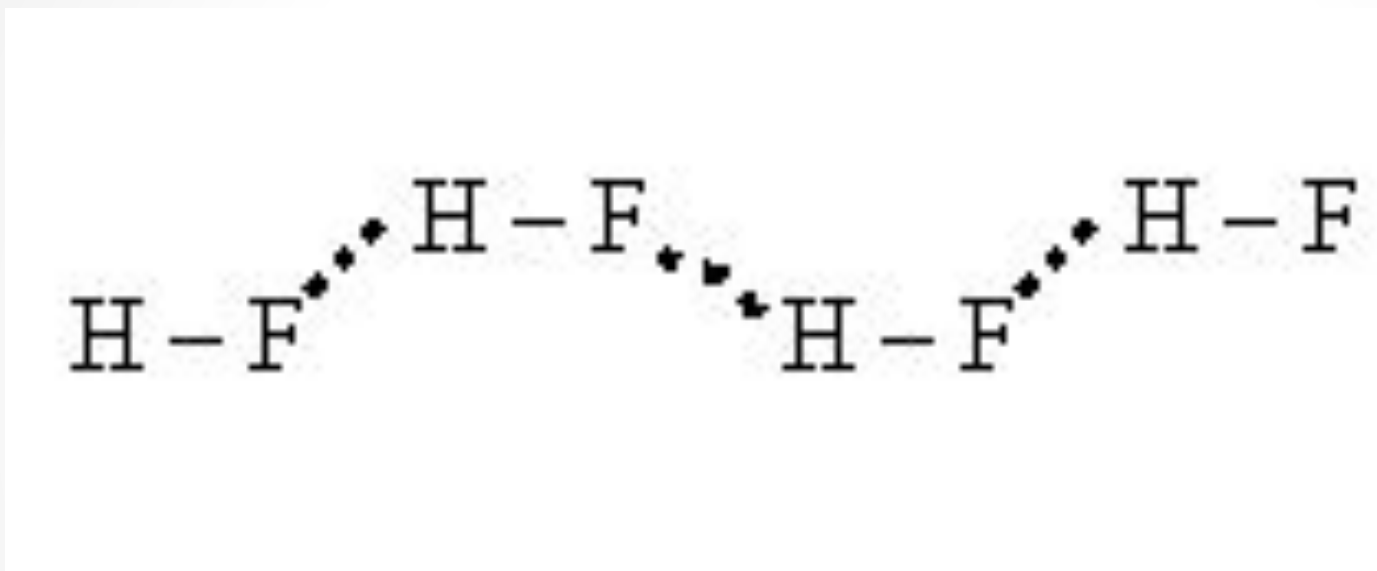
изменяют свойства веществ: повышают вязкость, диэлектрическую постоянную, температуру кипения и плавления, теплоту плавления и парообразования.

$\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HF}$  и  $\text{NH}_3$  - аномально  
высокие  $T_{\text{кип}}$  и  $T_{\text{пл}}$ .

# Водородная связь

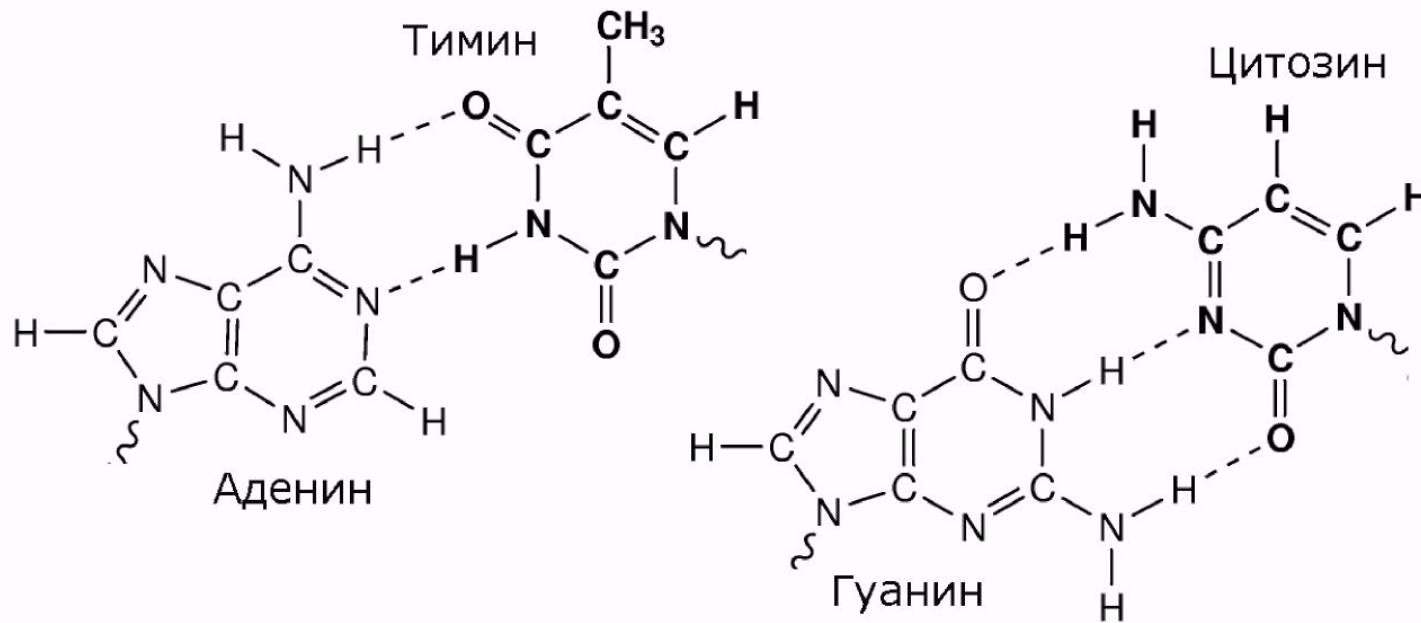
Соединение	<b>H<sub>2</sub>O</b>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> Se	H <sub>2</sub> Te
Температура плавления, °C	<b>0</b>	-8 6	-66	-51
Температура кипения, °C	<b>100</b>	-6 0	-41	-2

$\text{HF}$  — слабая кислота,

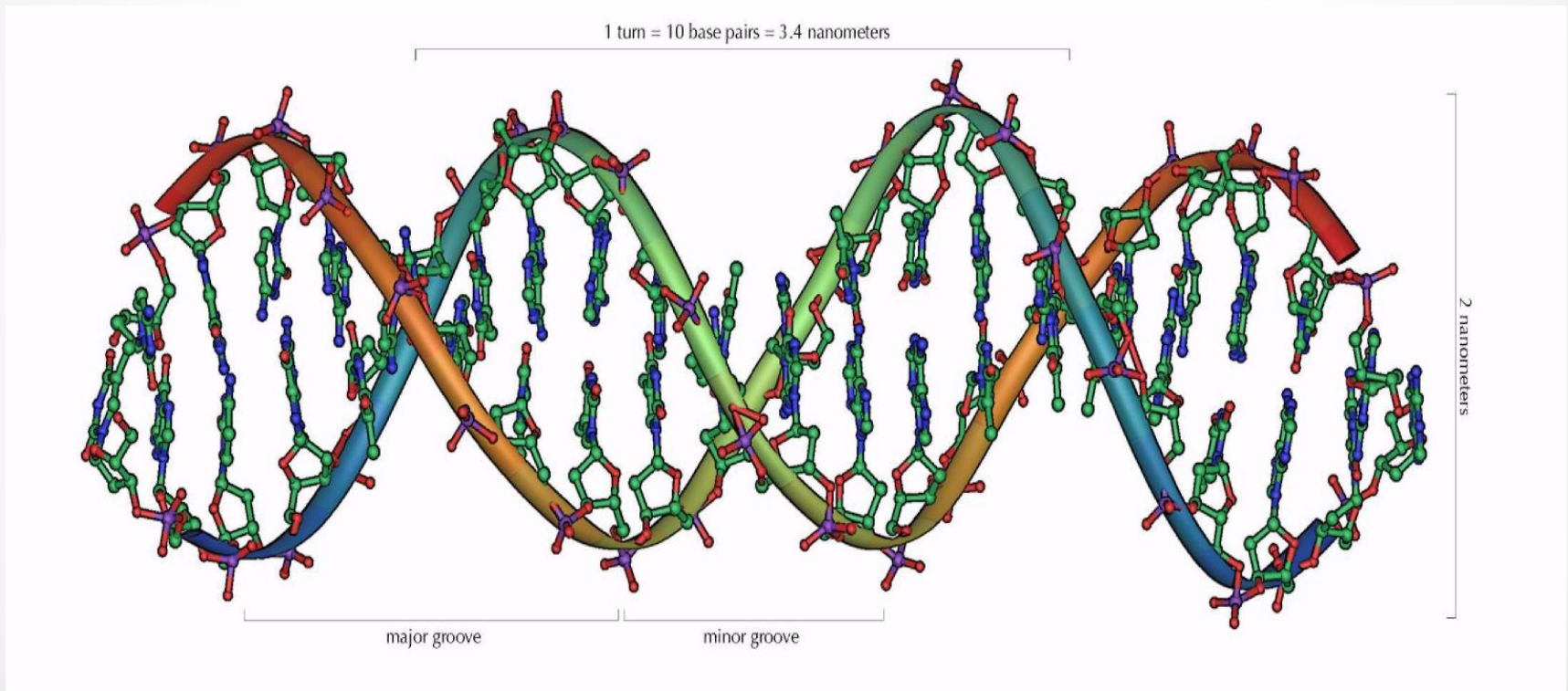


в то время ее аналог  $\text{HCl}$  — сильная кислота.

# Значение водородных связей 1



# Значение водородных связей 1



# 3. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

*(координационные соединения) –  
сложные соединения, у которых  
имеются ковалентные связи,  
образованные по донорно-  
акцепторному механизму.*

# Строение КОМПЛЕКСНОЙ СОЛИ



$\text{Fe}^{2+}$  комплексообразователь

$\text{CN}^-$  лиганд

6 координационное число

$\text{K}^+$  внешняя сфера

Гексацианоферрат (II) калия

# Хелатные (клешневидные)

## ЛИГАНДЫ

