

Нанотехнологии

лекция 4

Отдельные представители наночастиц

Мансурова Ирина Алексеевна

к.т.н., доцент кафедры ХТПП,

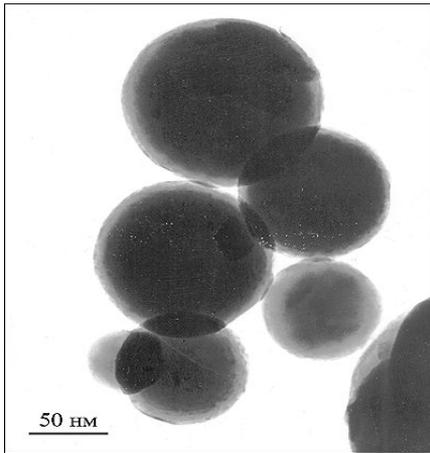
1-521 а, служ. 742-715

I.A.Mansurova@yandex.ru

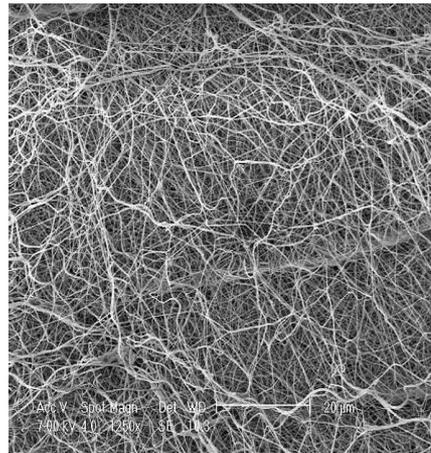
1. Как называлась речь Р. Феймана о развитии нанотехнологии?

1. «Машины созидания» («The engine of creation»);
2. «Там на дне много места» («There is Plenty of Room at the Bottom»);
3. «Наноструктуры» («Nanostructures»);
4. «Наноустройства» («Nanodevices»).

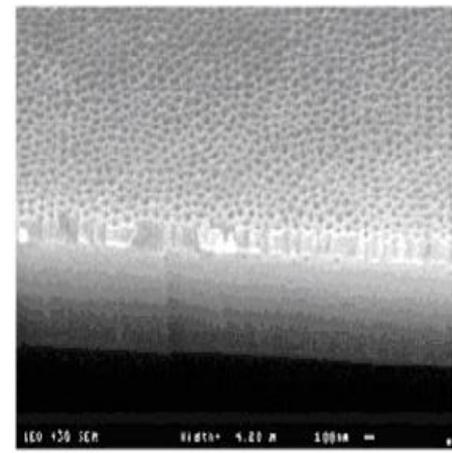
2. Классифицируйте приведенные наноструктуры по макроразмерности.



а



б



в

3. Из каких геометрических фигур состоят фуллерены?

4. В молекулах, связанных водородными связями атомы водорода испытывают...

1. недостаток электронной плотности,
2. избыток электронной плотности.

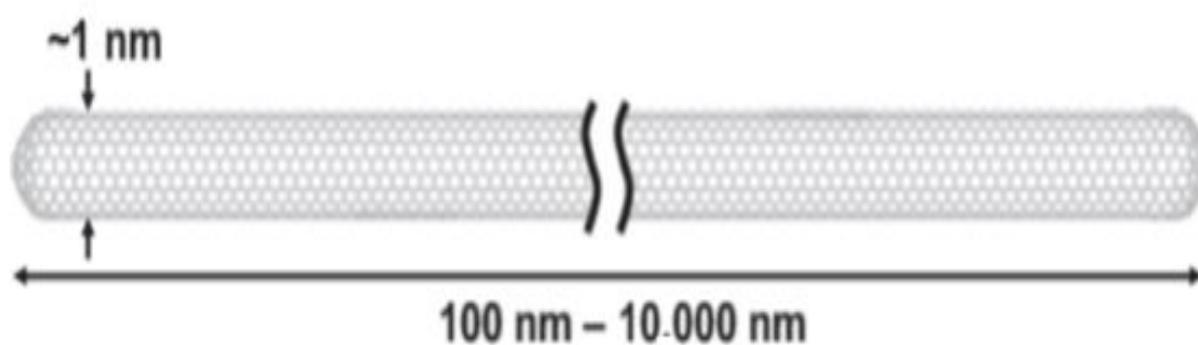
5. С уменьшением размера частиц количество атомов/молекул, лежащих на поверхности частицы

1. увеличивается,
2. уменьшается.

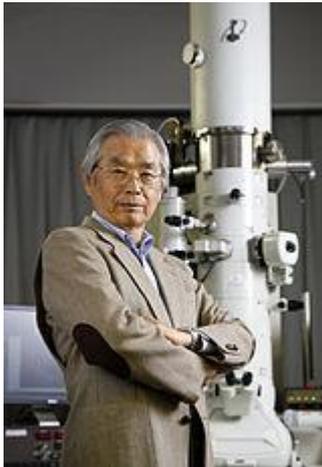
6. Охарактеризуйте силы Ван-дер-Ваальса, действующие между молекулами.



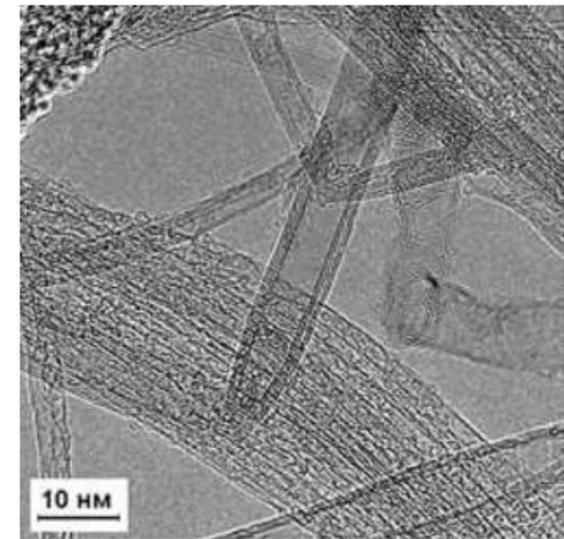
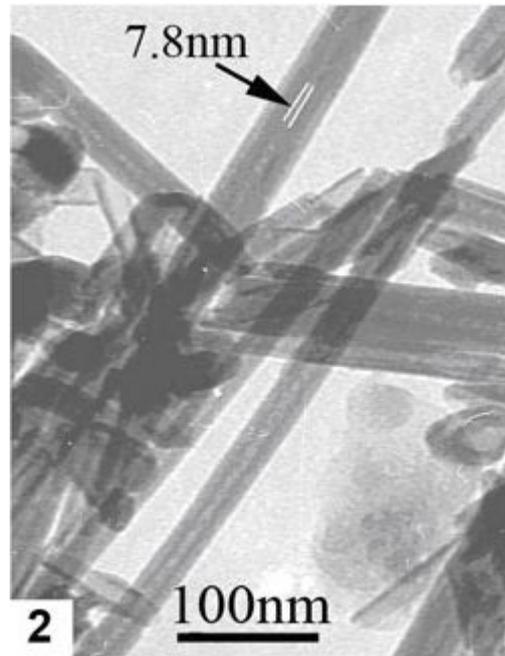
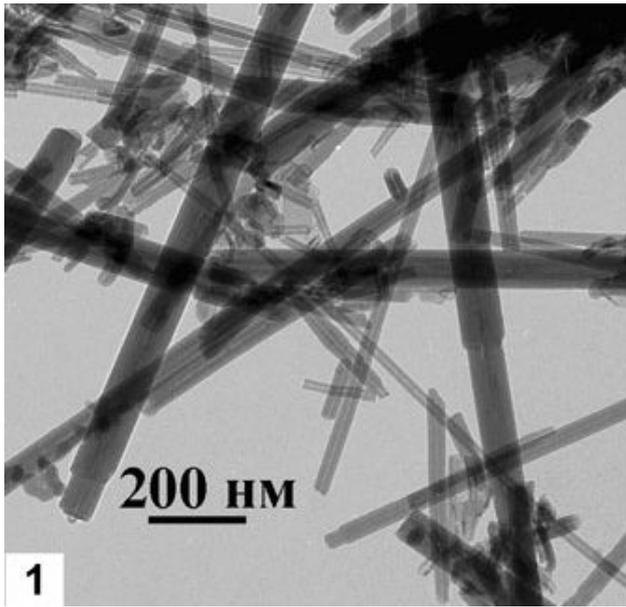
Нанотрубка ([англ. Nanotube](#)) — наночастица в виде полой трубы (стержня).



Углеродные нанотрубки
(из атомов С)

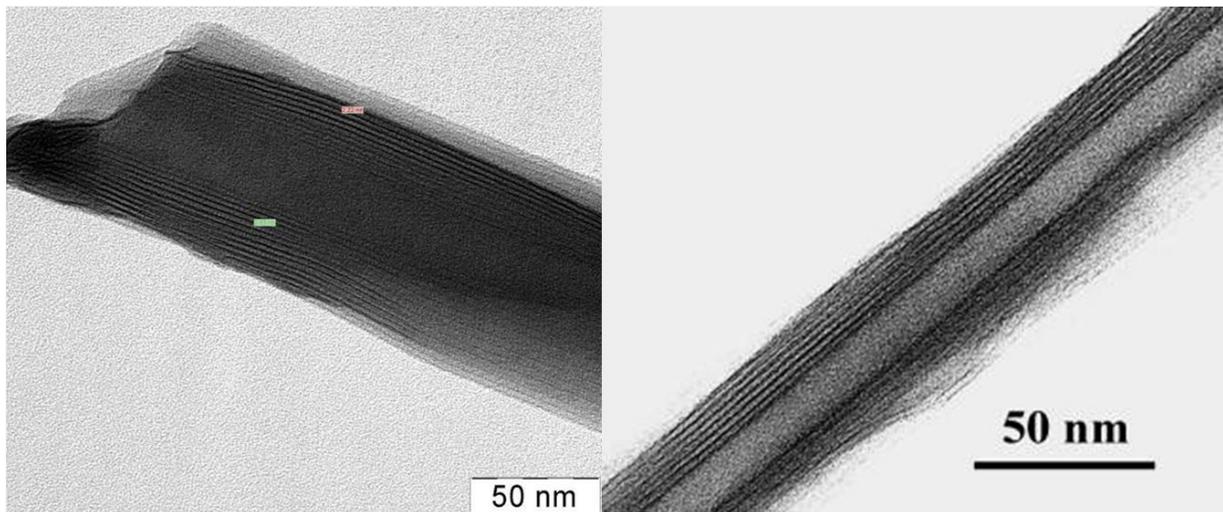


Нитрид-борные нанотрубки (N и B)
Нанотрубки на основе оксидов
ванадия (V_2O_5)
Нанотрубки из сульфида вольфрама
и т.д.



Нанотрубки гидросиликатов магния (1)
и никеля (2)

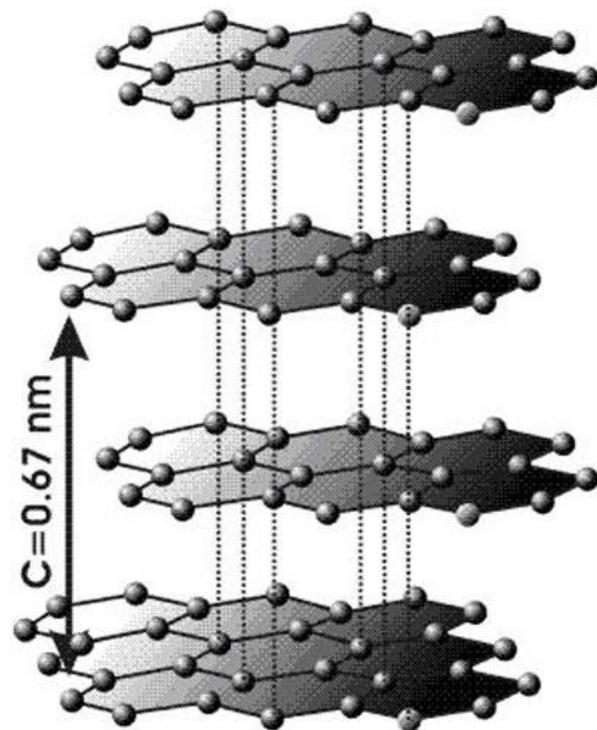
Малослойные
углеродные
нанотрубки

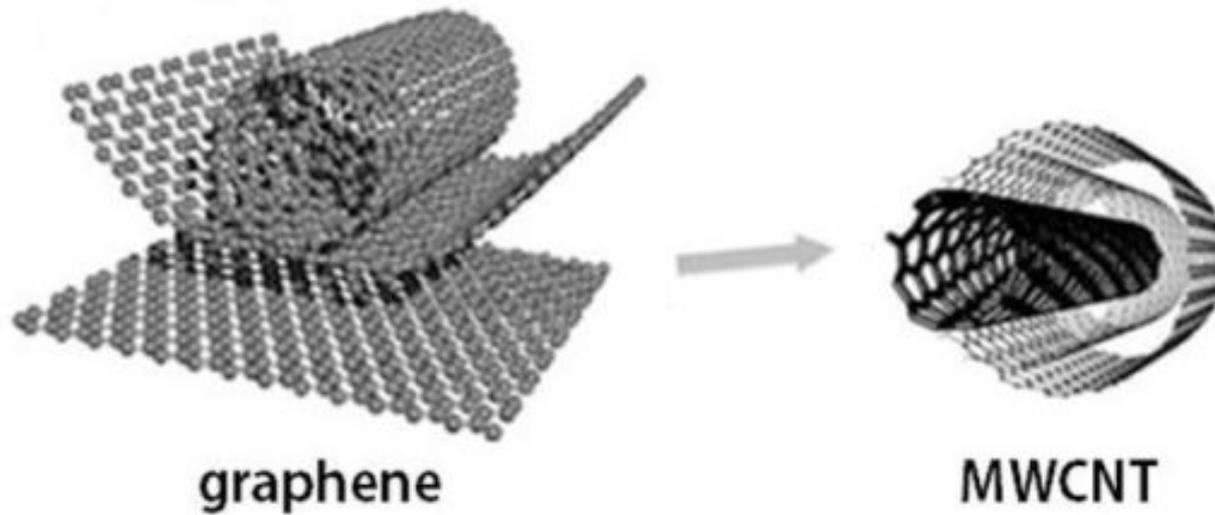
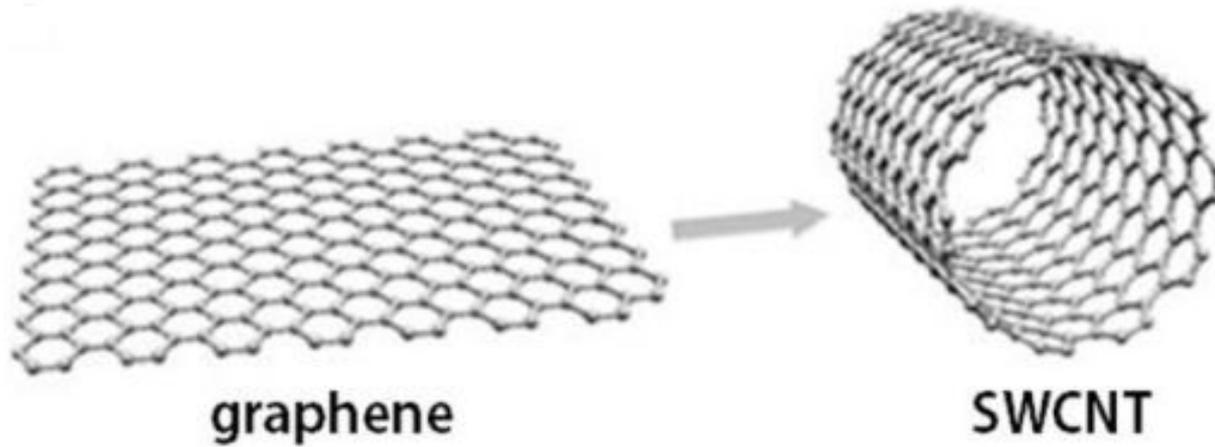


Нанотрубки на основе
пентаоксида ванадия

Углеродные и нитрид-борные нанотрубки

Углеродная нанотрубка – графеновая плоскость, свернутая в цилиндр



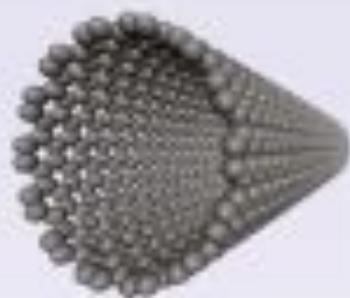


[SWCNT - single-wall carbon nanotube](#)

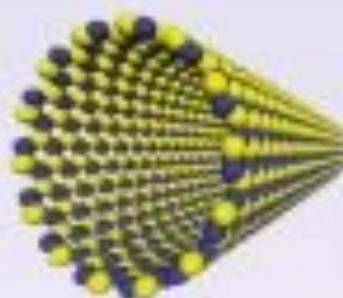
MWCNT - multi-wall carbon nanotube

Carbon Nanomaterials

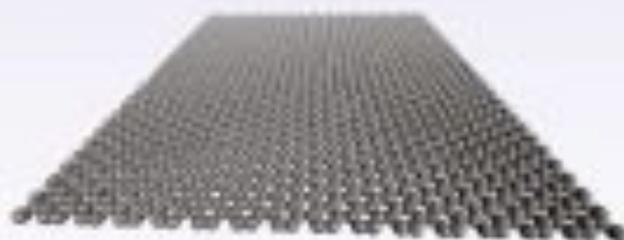
Boron Nitride Nanomaterials



CNT



BNNT



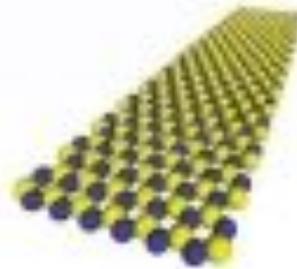
Graphene



***h*-BN**



GNR

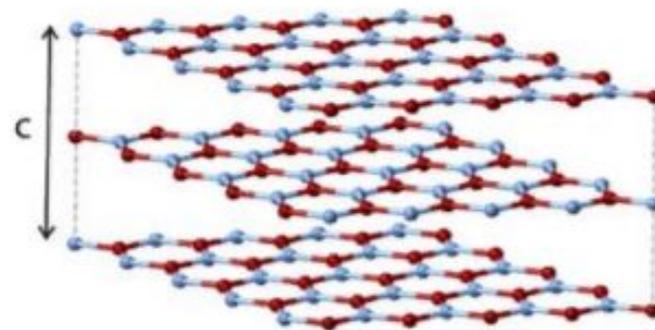
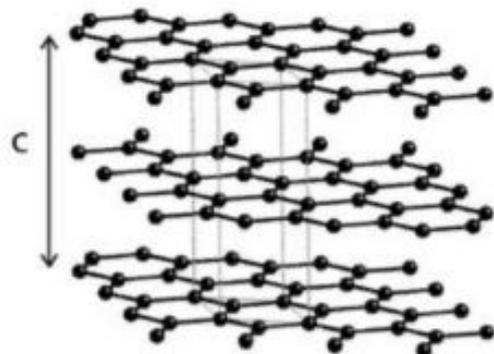


BNNR

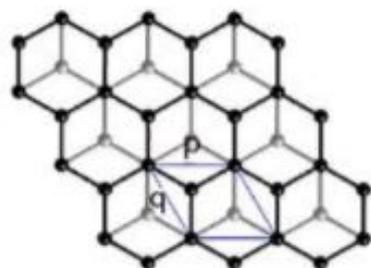
Графит

Нитрид бора

Вид сбоку



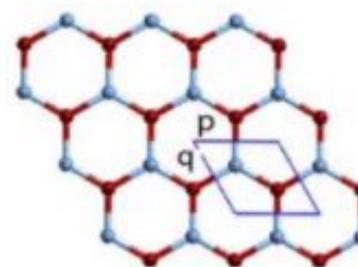
Вид сверху



$$p = q = 2.46 \text{ \AA}$$

$$c = 6.7 \text{ \AA}$$

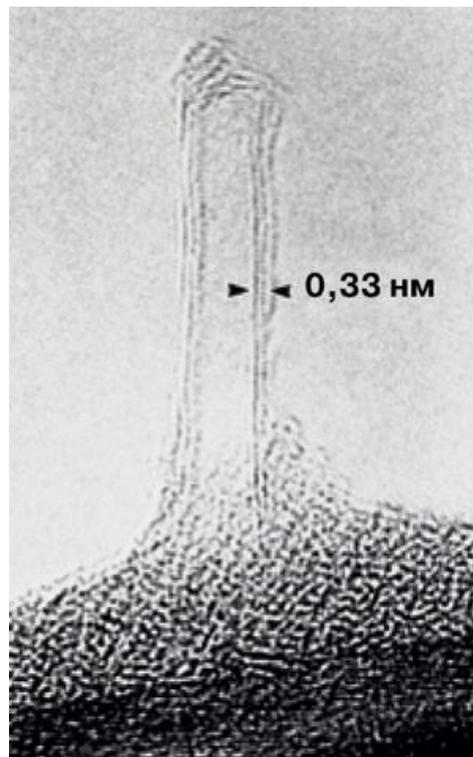
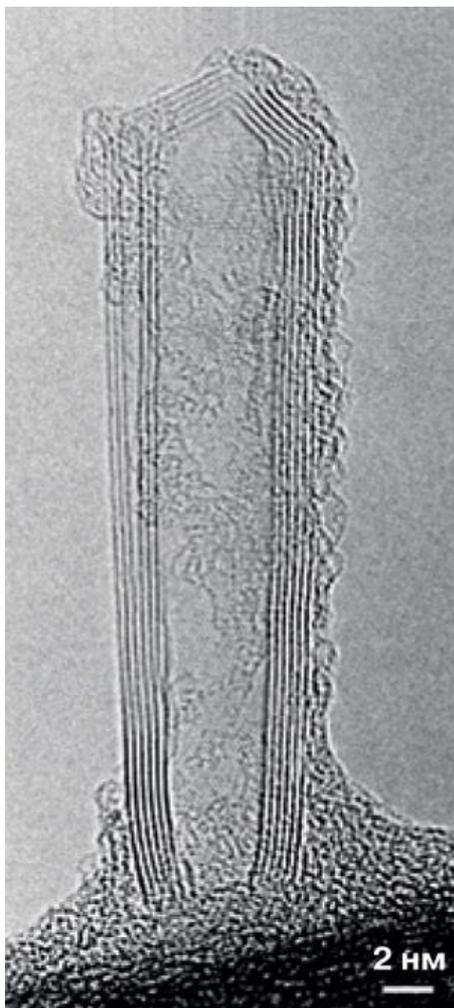
● Углерод



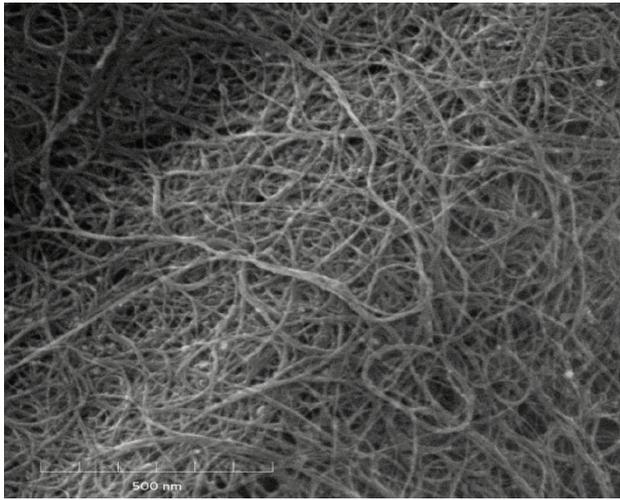
$$p = q = 2.5 \text{ \AA}$$

$$c = 6.7 \text{ \AA}$$

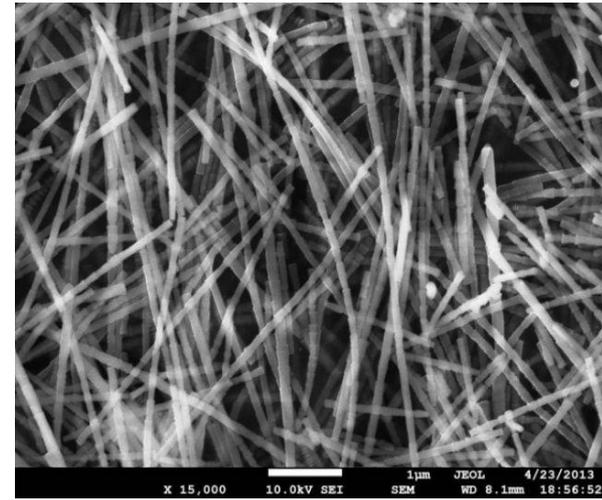
● Бор ● Азот



Возможность существования BNNT теоретически предсказана в 1994 г, в 1995 году получены в университете в Калифорнии.



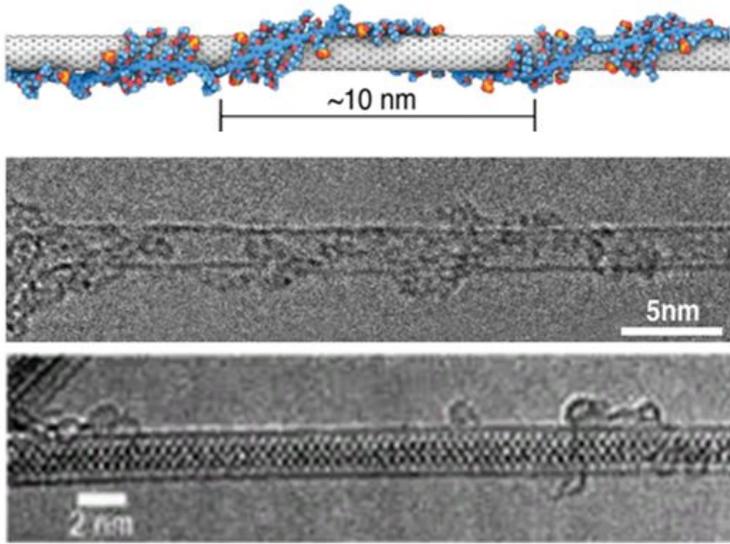
500 nm



1 μm

Свойство	CNT	BNNT
Цвет	Черные	Белые
Механическая прочность на разрыв	~ 100 ГПа	30 – 40 ГПа
Термостойкость (воздушная среда)	400-600 °С	800 – 1000 °С
Теплопроводность	до 3000 Вт/м К	
Электропроводность	Проводник, полупроводник	Диэлектрик
Применение	Полимерные КМ, сложность диспергирования, слабая адгезия (прилипание) к полимеру	Металлические КМ, не смачивается матрицей, химически пассивен

Функционализация поверхности CNT
ковалентная и не ковалентная,
(поверхностные функциональные
группы взаимодействуют с полимерной
матрицей)



Дефекты по длине многостенных
BNNT путем плазменного или
химического травления
(в дефекты поверхностного слоя
«затекает» алюминий)



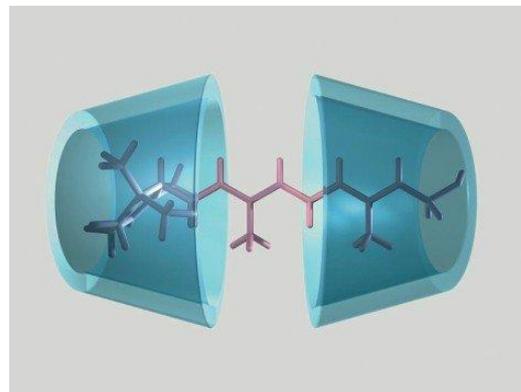
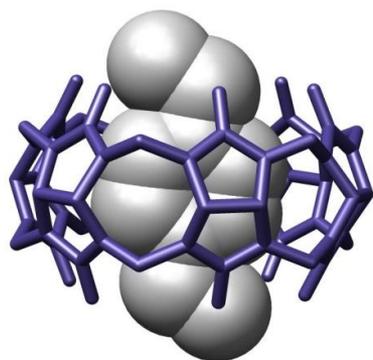
Супермолекулы (супрамолекулы) - молекулярные ансамбли (ассоциаты) из двух и более молекул, удерживаемых межмолекулярными, физическими взаимодействиями.



ГОСТЬ

ХОЗЯИН

супрамолекула



супрамолекулы

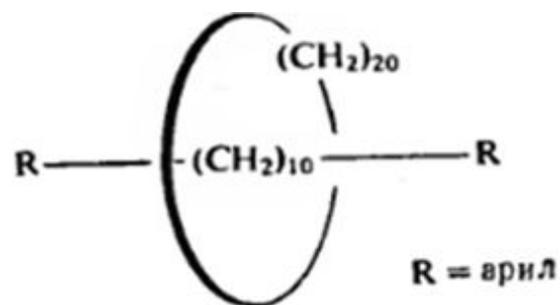
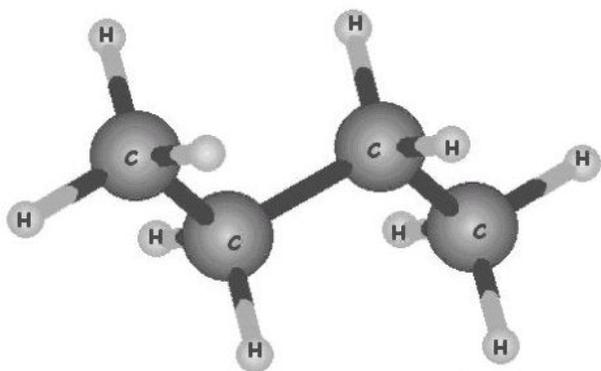
Жан-Мари Лен, 1939 г.р., удостоен Нобелевской премии по химии за 1987 г за вклад в развитие химии молекулярных комплексов “гость-хозяин”



ХИМИЯ

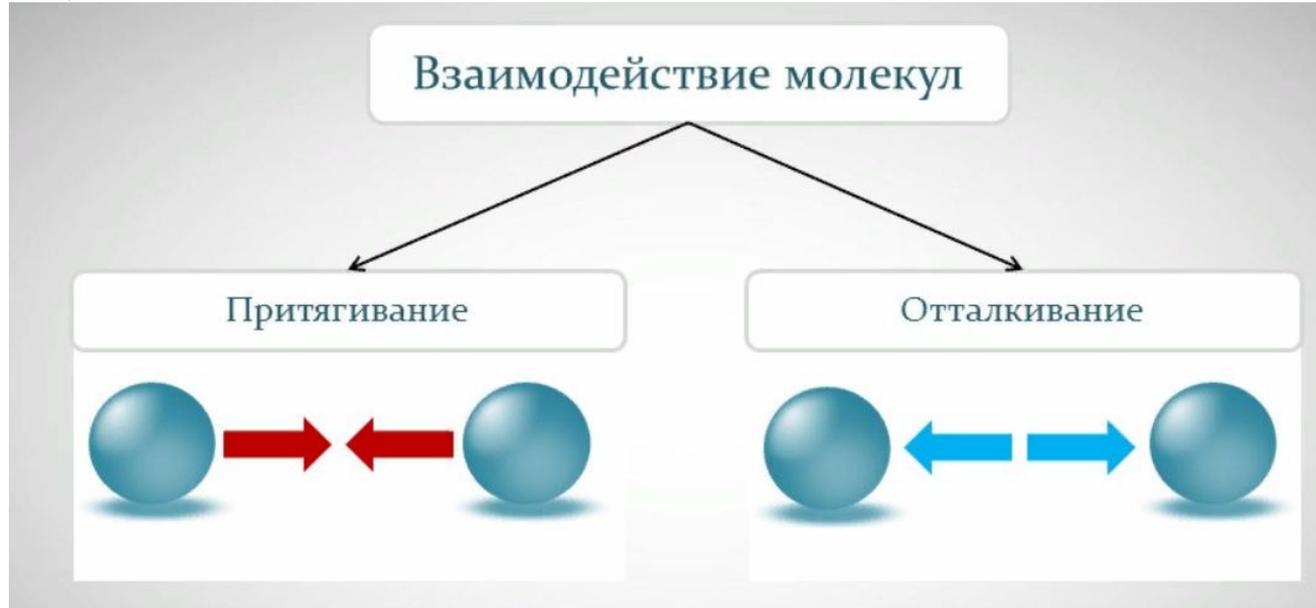
МОЛЕКУЛЯРНАЯ

СУПРА-
МОЛЕКУЛЯРНАЯ



Типы физических взаимодействий

Межмолекулярное взаимодействие — это взаимодействие между молекулами и/или атомами, не приводящее к образованию ковалентных (химических) связей.



диполь-дипольное (силы Ван-дер-Ваальса)

ион-дипольное

ион-ионное

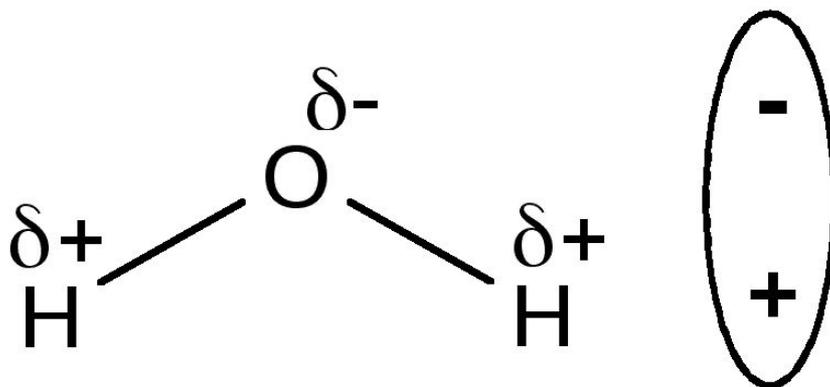
водородные связи

гидрофобное

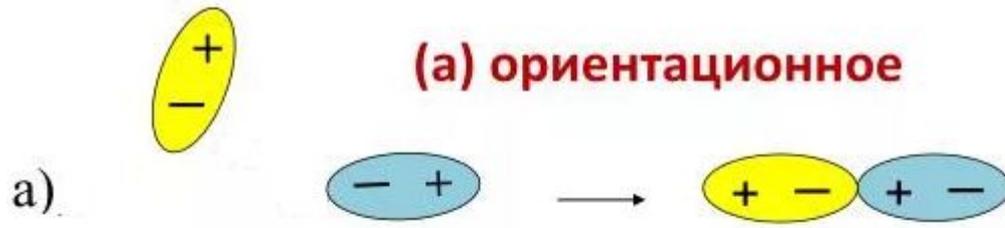
Типы физического взаимодействия

Диполь-дипольное - взаимодействие молекул, каждая из которых обладает дипольным моментом.

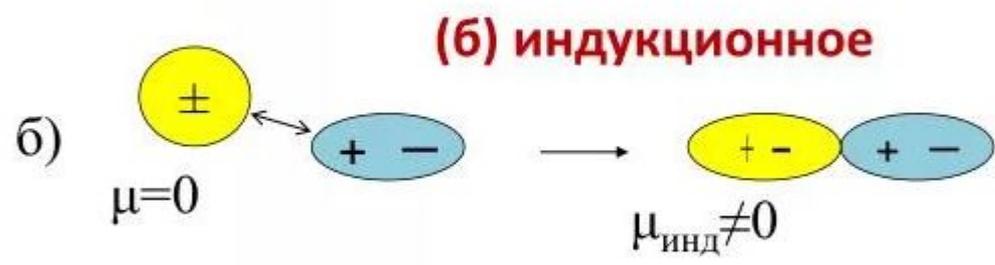
Молекула, где присутствуют полярные связи (соединены атомы с разной электроотрицательностью) существует в виде диполя.



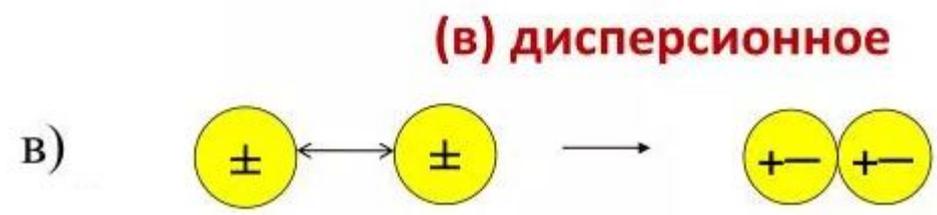
Силы Ван-дер-Ваальса



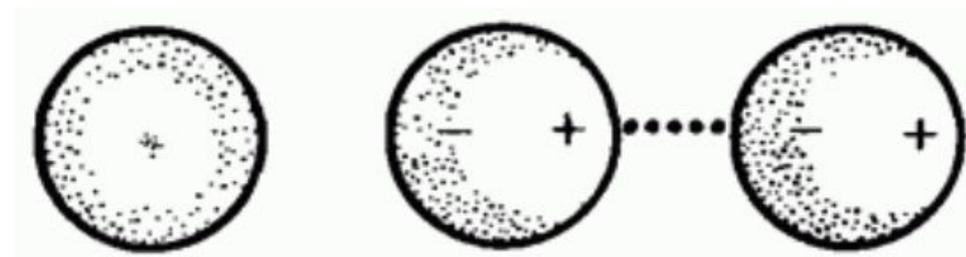
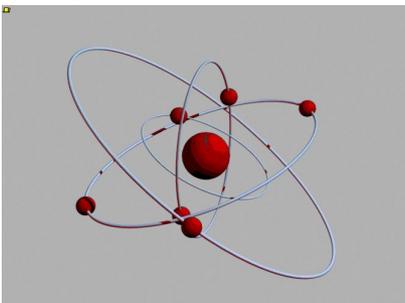
Взаимодействуют полярные молекулы



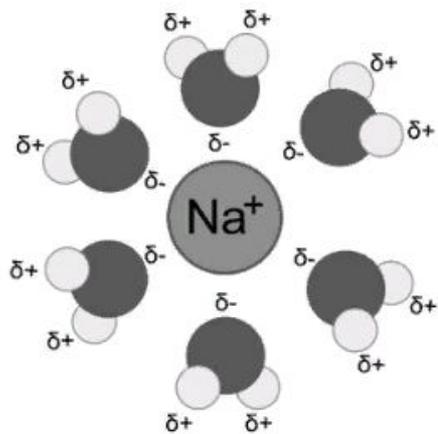
Взаимодействуют полярная и не полярная молекулы



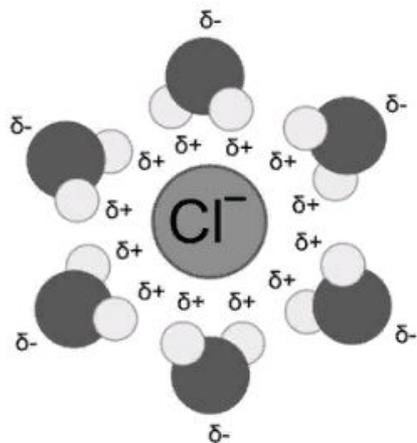
Взаимодействуют не полярные молекулы



Одноатомная молекула

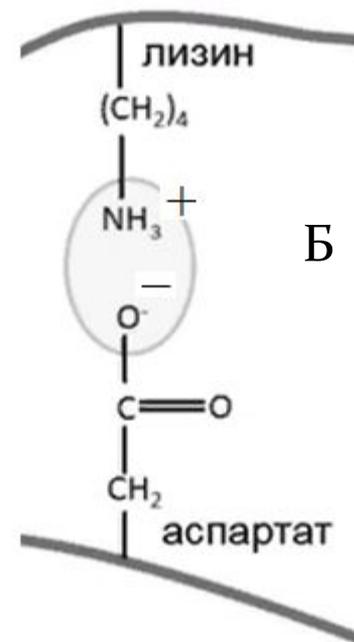


ион-дипольное
ион-ионное

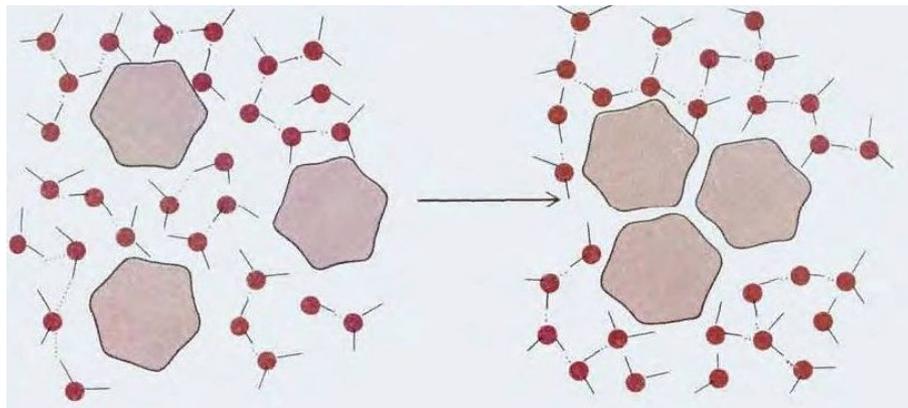


водородные связи
гидрофобное

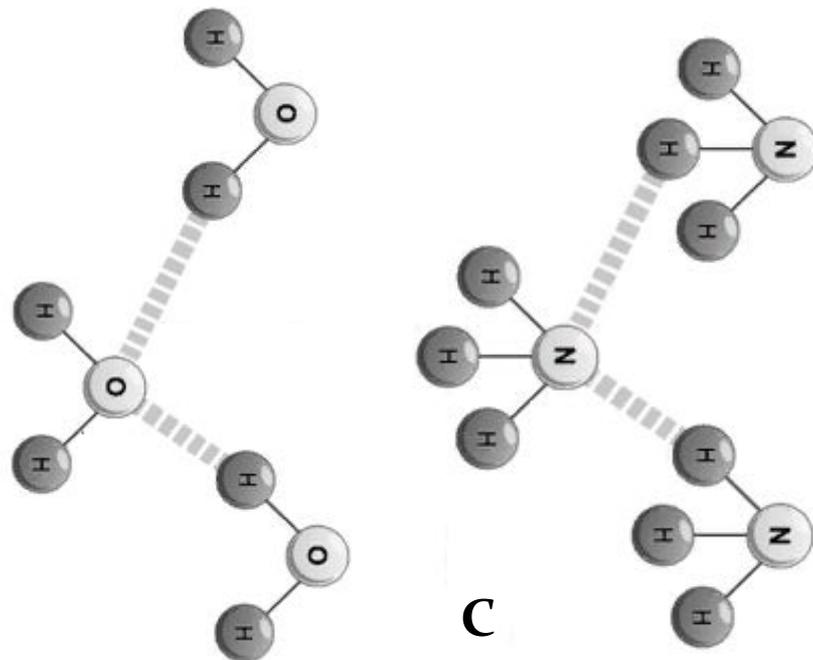
А



Б



В



С

Условия образования супрамолекулярных комплексов:

- химическое
- геометрическое соответствие



«молекулярное
распознавание»

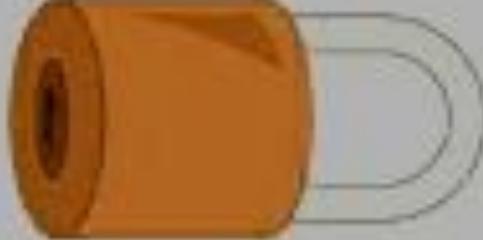
Химическое - наличие у компонентов совершенно определенных молекулярных центров для связывания;

Геометрическое – соответствие геометрических размеров и формы связывающихся компонентов.

Термин «молекулярное распознавание» введён Э. Фишером в 1894 г. , он описал стерическое соответствие **рецептор** (хозяин) – **субстрат** (гость) по форме и геометрии в виде образа «ключ к замку».

*Гость
(субстрат)*

*Хозяин
(рецептор)*



субстрат
(ключ)



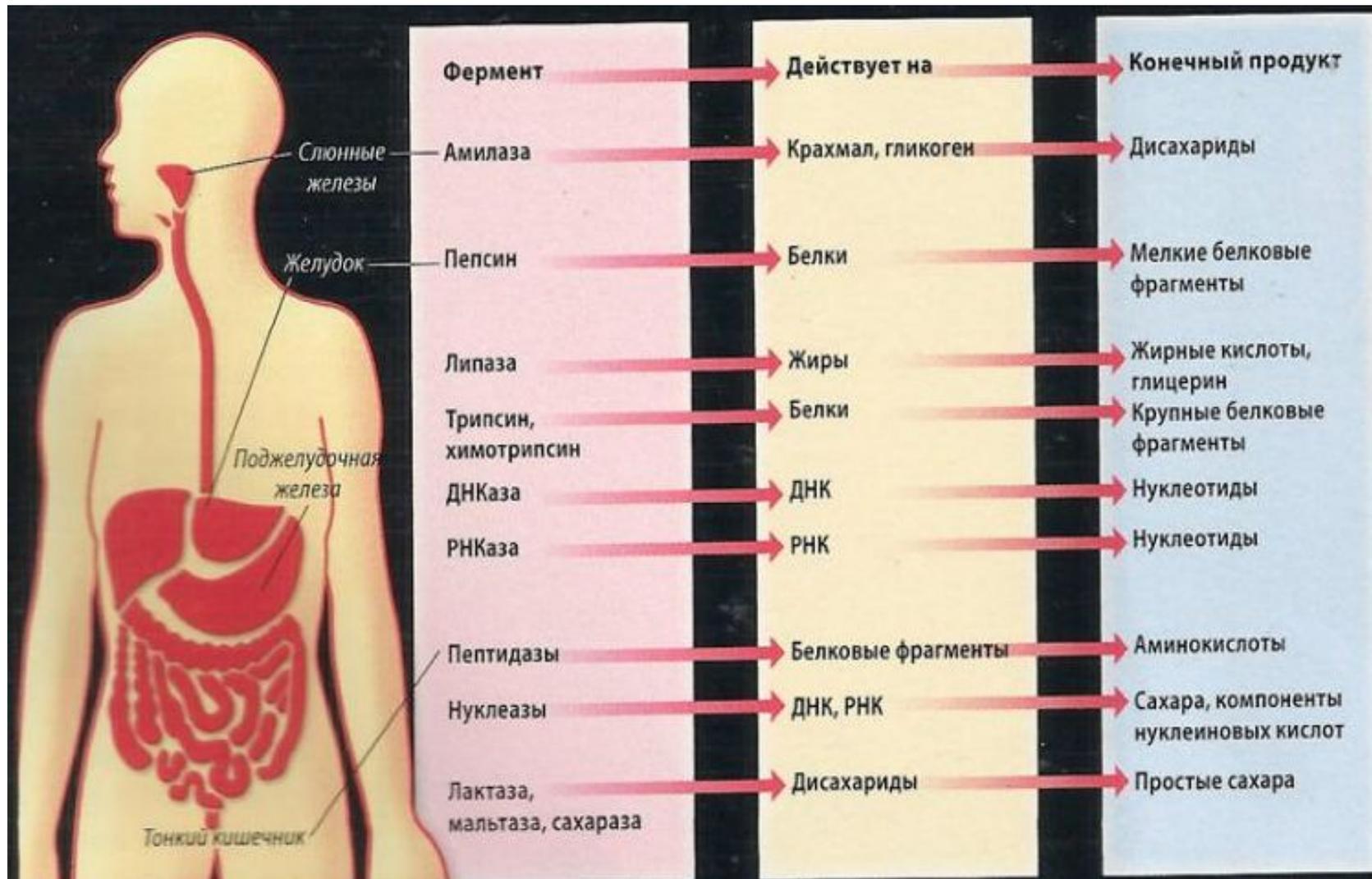
активный
центр



фермент
(замок)



фермент-субстратный
комплекс



Пример ферментативного катализа

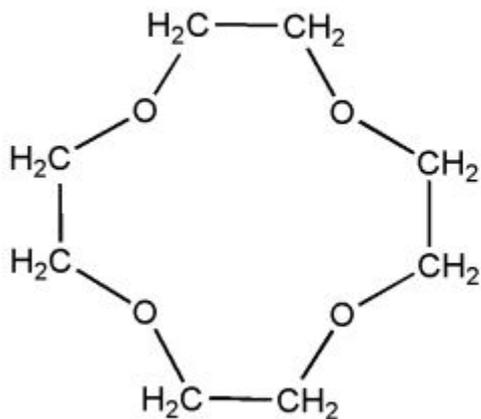
Белковая молекула
из мяса



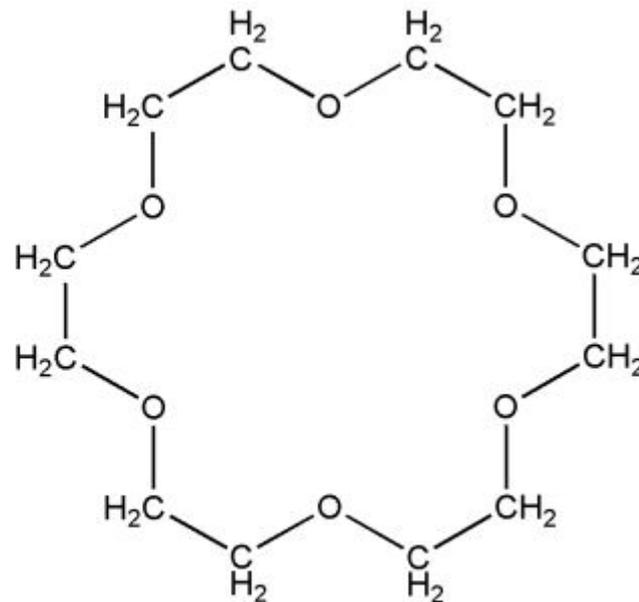
Пепсин

Комплексы включения: «краун-эфиры / катионы щелочных металлов»

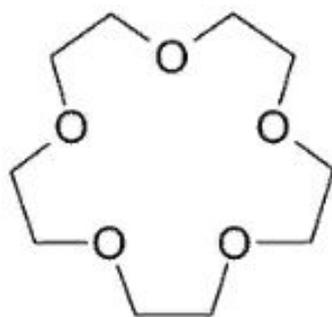
Краун-эфиры - циклы, где атомы **O** (**N**, **S**) связаны между собой этиленовыми мостиками. Гетероатомы имеют неподелённые электронные пары; связывают катионы металлов за счет образования координационных связей.



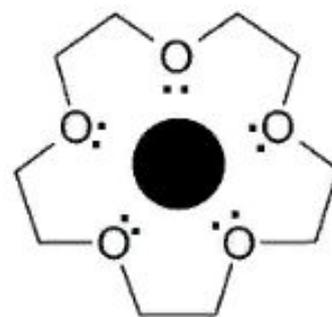
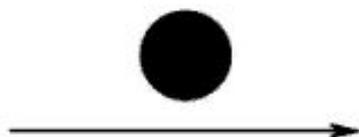
12-краун-4



18-краун-6



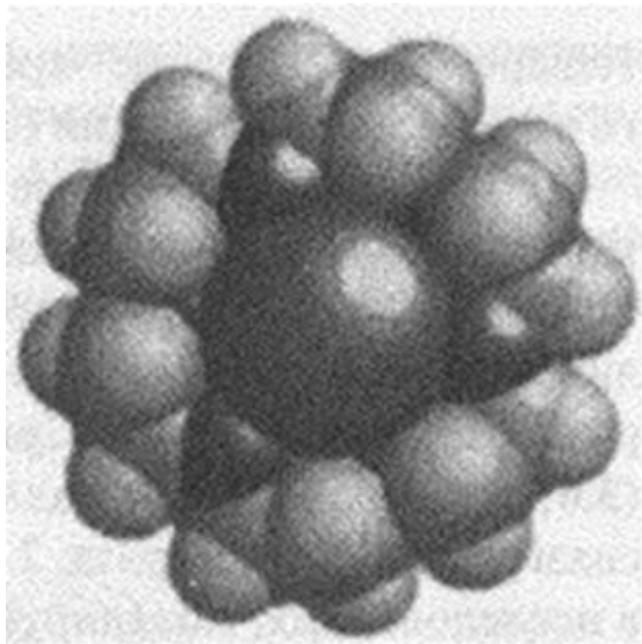
15-краун-5-эфир



КОМПЛЕКС



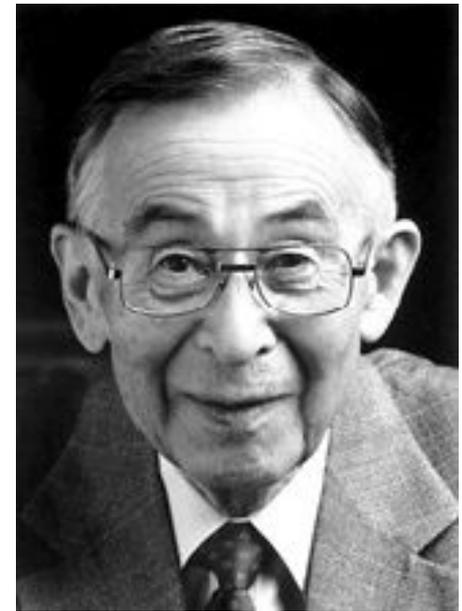
- КАТИОН МЕТАЛЛА



способность циклов заключать в свою полость катионы металлов, т.е. "короновать" их привело к названию – краун - соединения (от англ. crown - корона).

Краун-эфиры открыты Ч. Педерсеном в 1962 г.

В 1987 г за открытие, разработку способов синтеза и изучение свойств краун-эфиров присвоена Нобелевская премия в области химии



При изучении свойств была обнаружена способность краун – эфиров растворять щелочные металлы с образованием синих растворов.

Педерсен: “*...ион калия упал в полость в центре молекулы...*” –

диаметр катиона К 0,266 нм;

диаметр внутренней полости 18-краун-6 составляет 0,26 ÷ 0,32 нм.

Соответствие диаметров полости краун-эфира и катиона

Катион	Диаметр иона, Нм	Краун-эфир	Диаметр полости, нм
Li^+	0.136	12-краун-4	0.12 ÷ 0.15
Na^+	0.190	15-краун-5	0.17 ÷ 0.22
K^+	0.266	18-краун-6	0.26 ÷ 0.32
NH_4^+	0.286	18-краун-6	0.26 ÷ 0.32
Rb^+	0.294	18-краун-6	0.26 ÷ 0.32
Cs^+	0.338	21-краун-7	0.34 ÷ 0.43

Радиохимия:

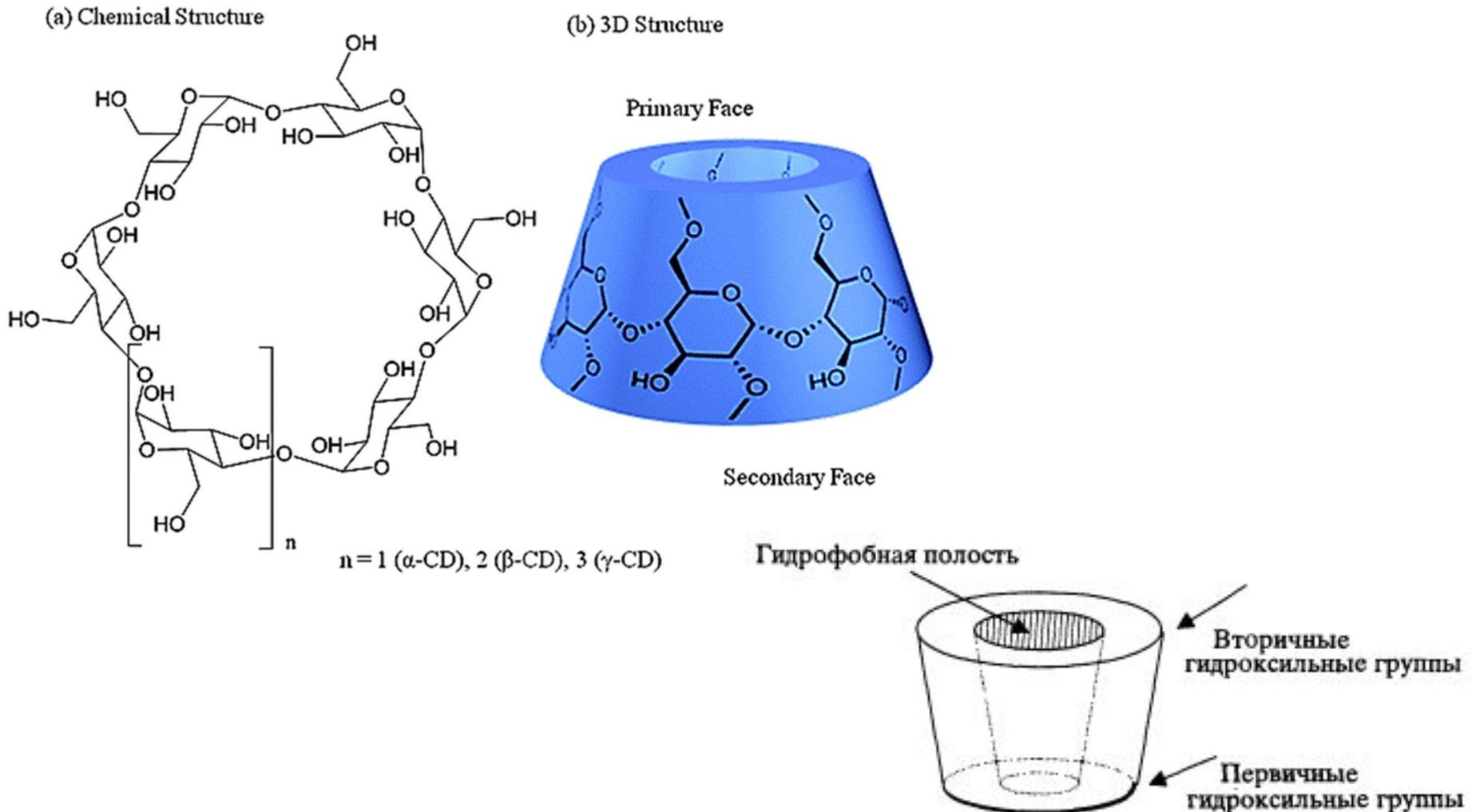
- удаление из ядерных отходов наиболее активных изотопов (стронций-90, цезий-137, технеций-99), предпочтительны S-содержащие краун-эфиры, т.к. обладают повышенной радиационной стойкостью.
- извлечение из ядерных отходов неизрасходованных урана, плутония.

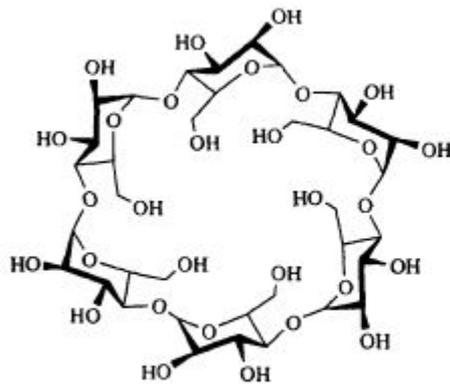
Медицина:

- выведение из организма ионов тяжелых металлов, радиоактивных изотопов цезия и стронция.

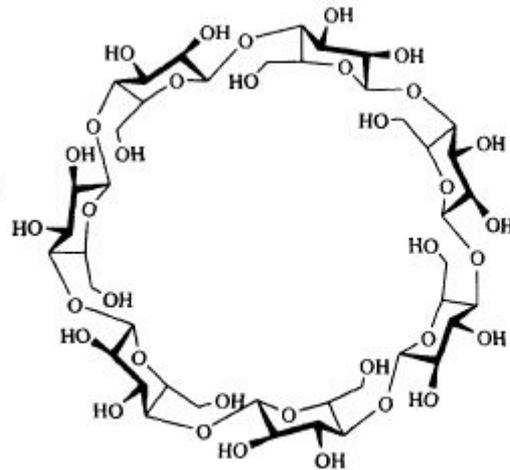
Комплексы включения «циклодекстрины/НМС»

Циклодекстрины – циклические сахараиды, построенные из шести, семи или восьми ($n = 6, 7, 8$) остатков α -D-глюкозы, связанных гликозидными СВЯЗЯМИ.

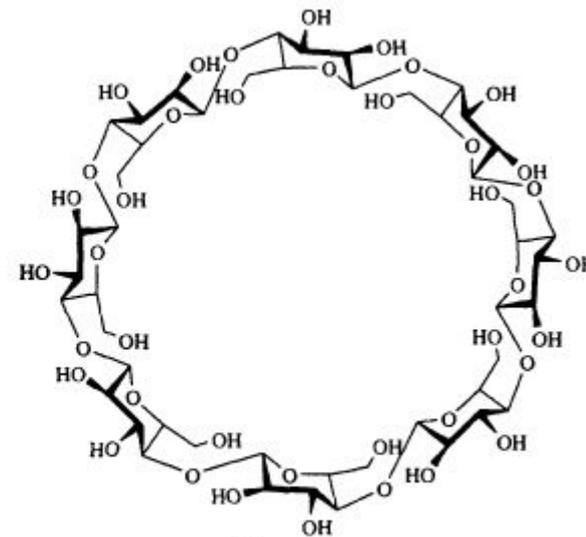




α -Циклодекстрин



β -Циклодекстрин



γ -Циклодекстрин

Свойство	α -циклодекстрин	β -циклодекстрин	γ -циклодекстрин
Число остатков глюкозы в макроцикле	6	7	8
Внешний диаметр тора, Å	13,7	15,3	16,9
Внутренний диаметр полости тора, Å	5,2	6,6	8,4
Высота тора, Å	7,8	7,8	7,8
Объём внутренней полости, Å ³	174	262	472
Растворимость в воде при 25 °С, г/100 мл	14,5	1,85	23,2
Температура разложения, °С	278	299	267

