М.А. Ильин
В.П. Федин

мультимедийный курс
для студентов химического отделения ФЕН НГУ

подготовлен в рамках реализации
Программы развития НИУ-НГУ

© НГУ 2009

РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Номенклатура неорганических веществ:

В.А. Емельянов. Классификация и номенклатура неорганических соединений. Изд. НГУ, 2002

Р.А. Лидин, В.А. Молочко, З.А. Кудряшова. Номенклатура неорганических веществ. М.: изд. «КолосС», 2006

Физические методы исследования неорганических веществ:

Д.В. Козлов, Г.А. Костин, А.П. Чупахин.
Основные принципы спектроскопии и ее применение в химии. Изд. НГУ, 2008

К. Накамото.
Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений (СПРАВОЧНИК). Любое издание.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основной учебник (химия элементов):

Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе.
Неорганическая химия т.1, 2. М.: изд. МГУ, 2007

Дополнительно (химия элементов):

Н. Гринвуд, А. Эрншо.
Химия элементов т.1, 2. М.: изд. «Бином», 2008

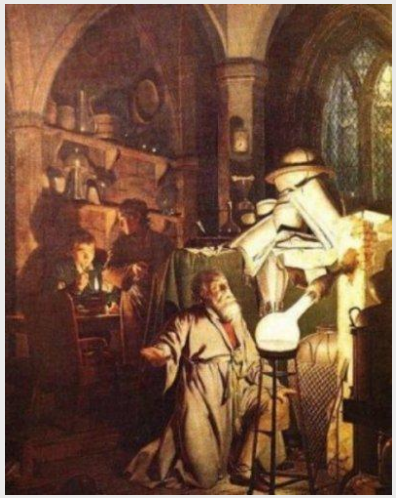
Д. Шрайвер, П. Эткинс.
Неорганическая химия т.1, 2. М.: изд. «Мир», 2004

Н.Я. Турова.
Неорганическая химия в таблицах (СПРАВОЧНИК).
М.: изд. ВХК РАН, 2006

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ХИМИИ

зарождение представлений об устройстве окружающего мира в древности до III в.

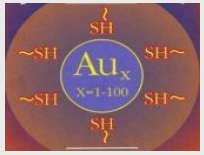
алхимический период
III – XVII в.в.

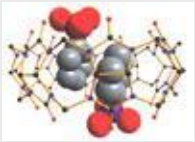


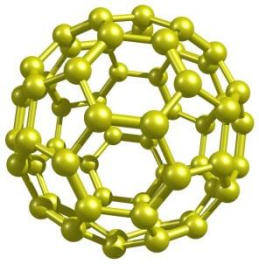
период становления химии как науки,

период количественных законов

XVII – XIX в.в.







СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

XX в. – наши дни

СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

физика

геология

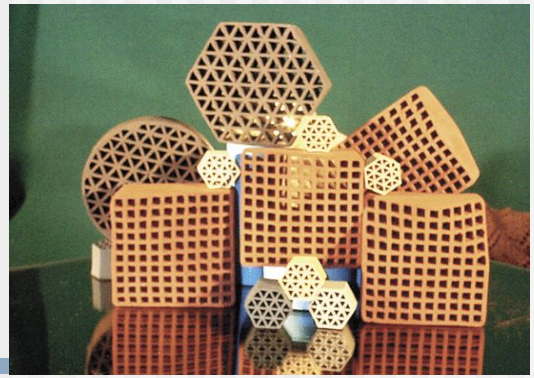
микро-электроника

медицина

биология

технология и промышленное производство

СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
ХИМИЯ ПРЕКУРСОРОВ



$t_{плавл.}$ (Pt) = 1772°C

$t_{плавл.}$ (Cu) = 1085°C

???

? сплав PtCu ?

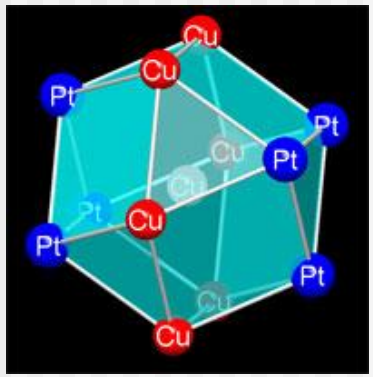
решение есть!

создание новых катализаторов

двойные комплексные соли

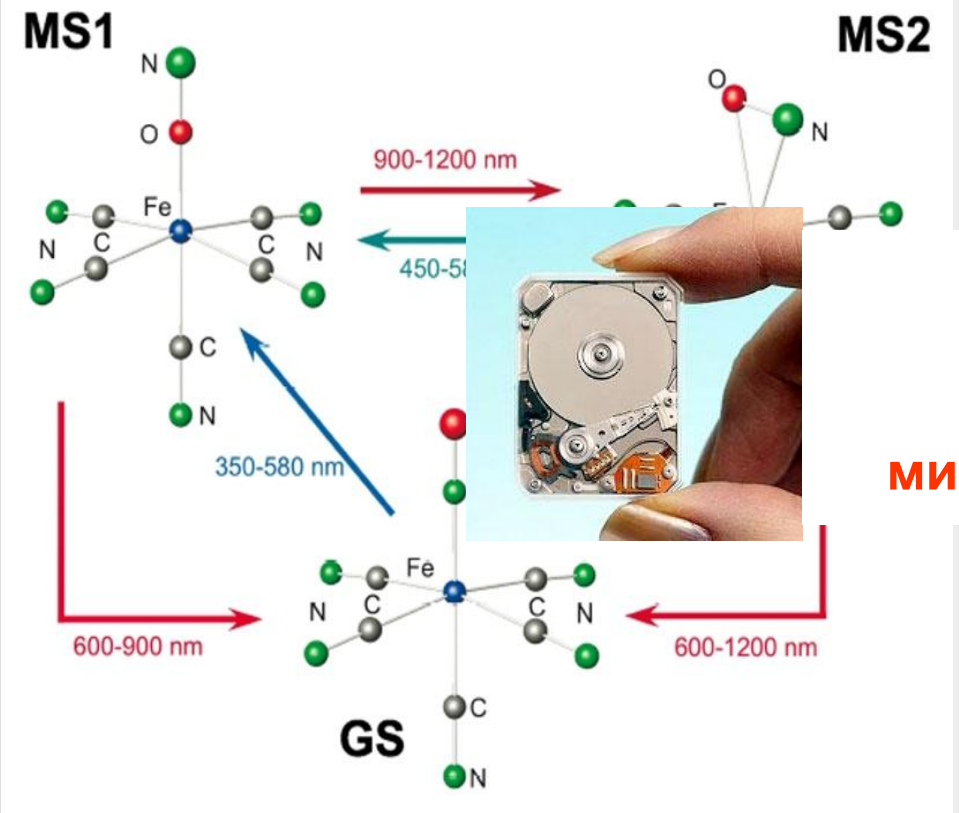
- $[Pt(NH_3)_4]Cl_2 + K_2[Cu(C_2O_4)_2] + 3H_2O \rightarrow$
  $\rightarrow [Pt(NH_3)_4][Cu(C_2O_4)_2]\cdot 3H_2O\downarrow$

- $[Pt(NH_3)_4][Cu(C_2O_4)_2]\cdot 3H_2O \xrightarrow{400^\circ C}$ интерметаллид PtCu

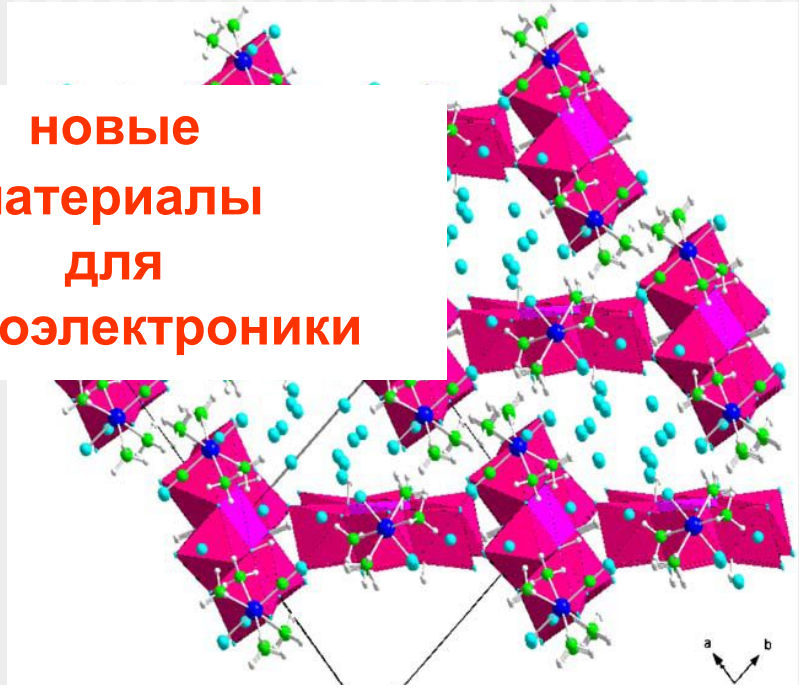


СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
ХИМИЯ ПРЕКУРСОРОВ

дизайн и синтез полифункциональных молекулярных соединений



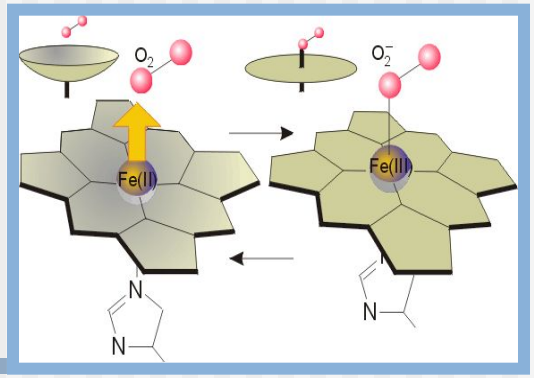
новые материалы для микроэлектроники



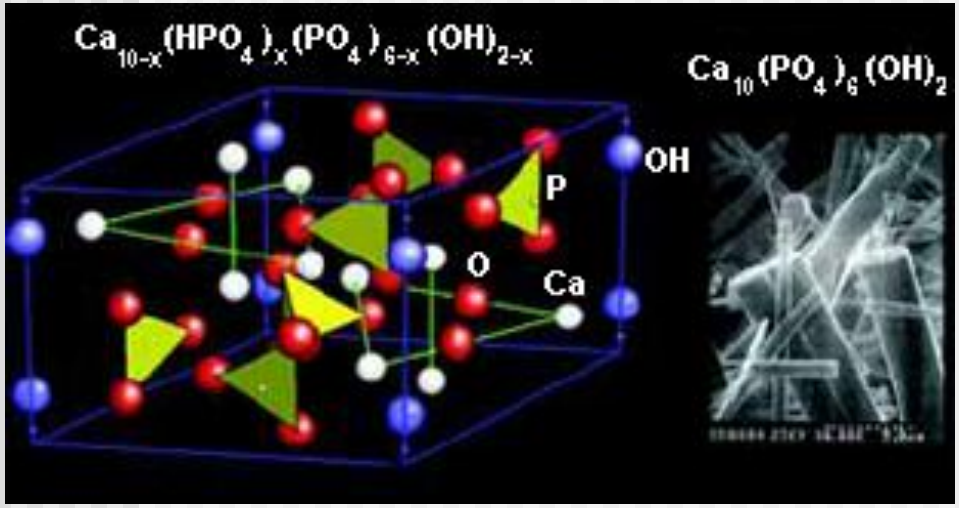
$[Ru(NO)(NH_3)_4OH]_3[Cr(OH)_6Mo_6O_{18}]_2 \cdot 15H_2O$

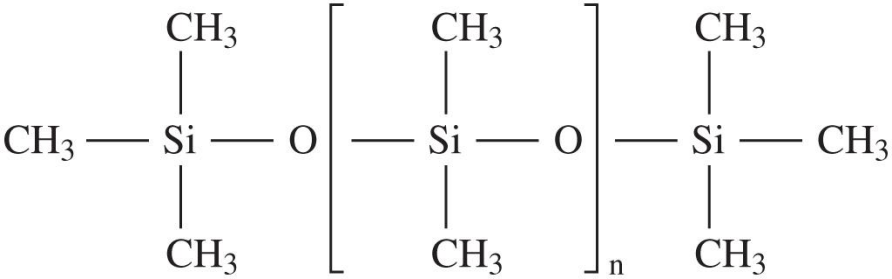
(красными полиэдрами показаны ионы $[Cr(OH)_6Mo_6O_{18}]^{3-}$)

СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ



неорганические биоматериалы и полимеры





СИЛИКОНОВЫЕ ПОЛИМЕРЫ

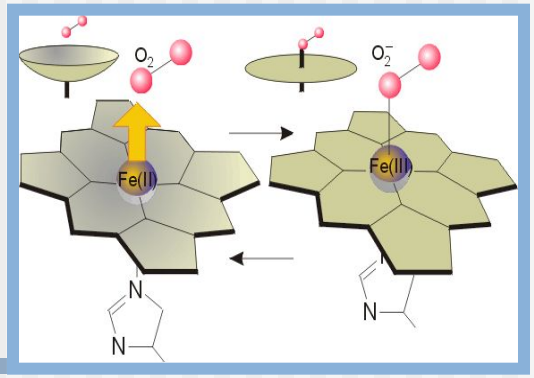
КОСТНАЯ ТКАНЬ:

гидроксилапатит $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, ~63 %
коллаген (белок), ~20 %
Na^+, Mg^{2+}, K^+, Cl^-, F^-, CO_3^{2-}

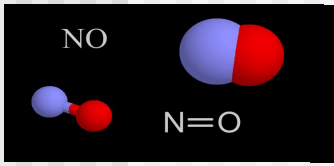
СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ КОСТИ –

серьезная проблема

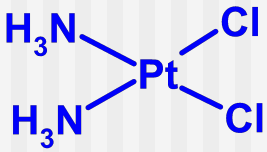
СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

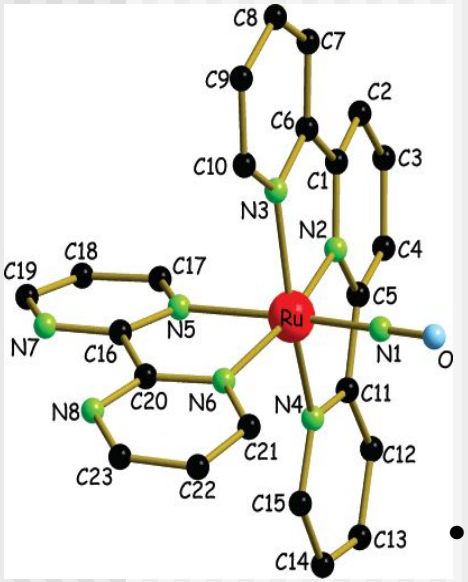


биологически активные соединения



NO – молекула года ("Science",1992 г.)

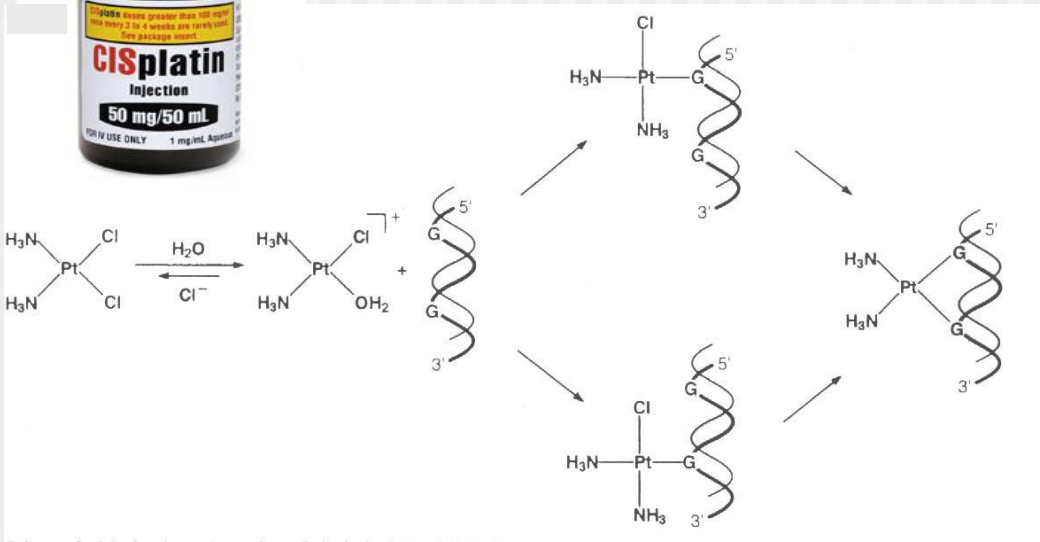




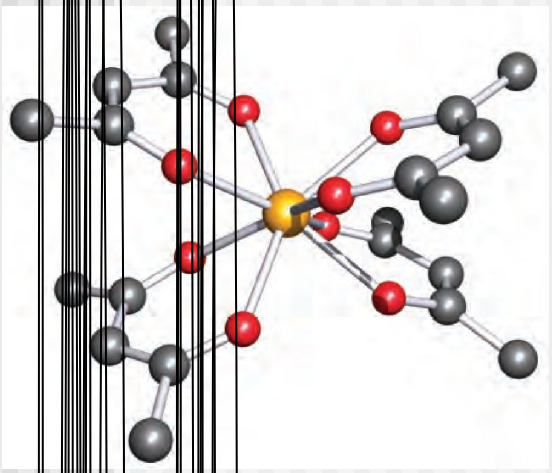
- сердечная деятельность;
- умственная деятельность;
- иммунная функция;
- половая функция;
- многие другие важнейшие физиологические процессы

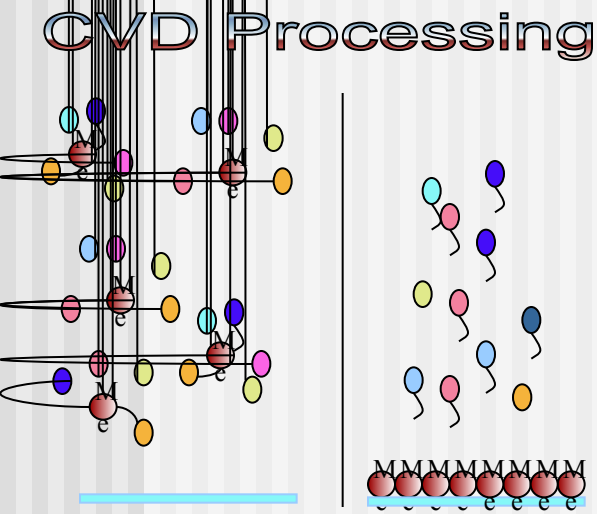
СОЗДАНИЕ ЛЕКАРСТВ

ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ



СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ХИМИЯ ПРЕКУРСОРОВ



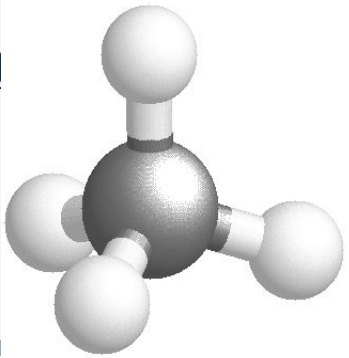


создание тонких пленок

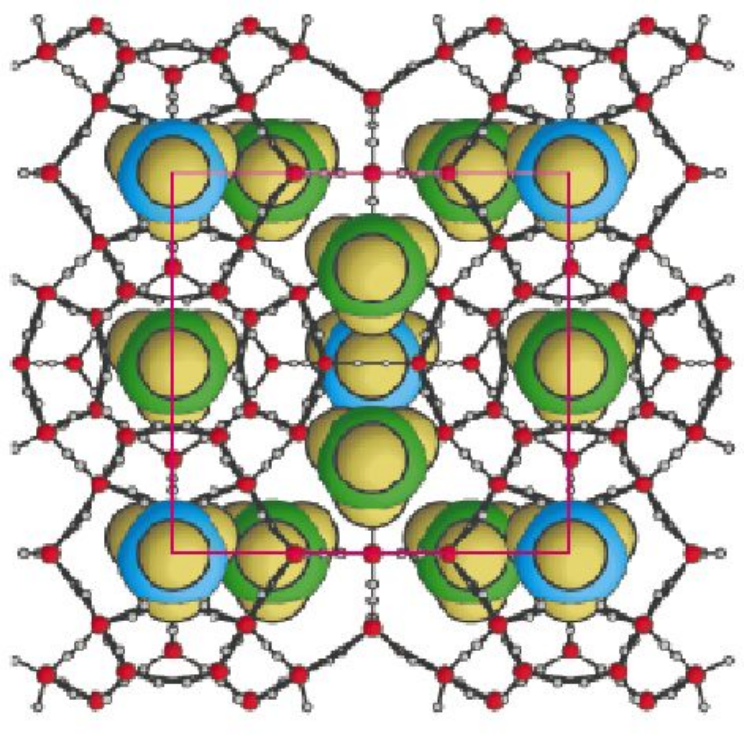
- покрытия: износостойкие, коррозионно-стойкие, высокотемпературные, защитные
- оптические покрытия
- композиты (керамические матричные композиты углерод-углерод, углерод-карбид кремния)
- производство порошков
- катализ
- реставрация, декоративные покрытия

СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:

ХИМИЯ КЛАТРАТОВ



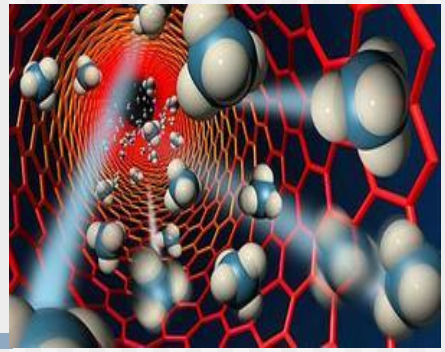
СОЕДИНЕНИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ (КЛАТРАТЫ) НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ ЛЬДА



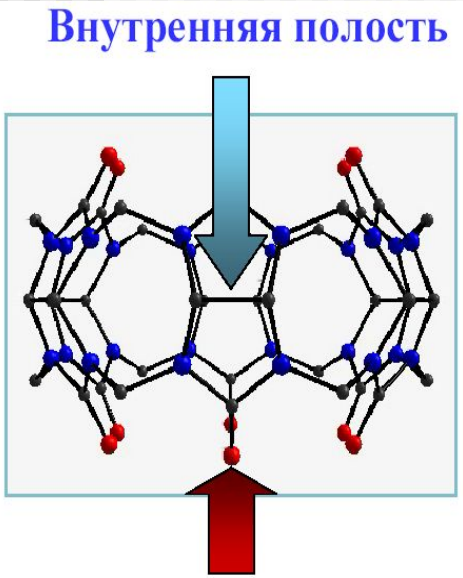
газовые гидраты –

перспективные природные источники углеводородов

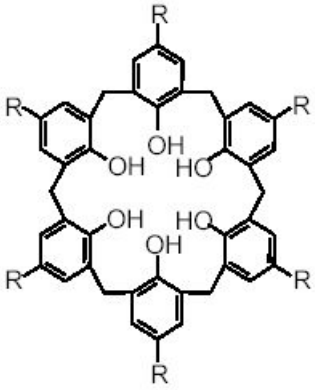
СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ



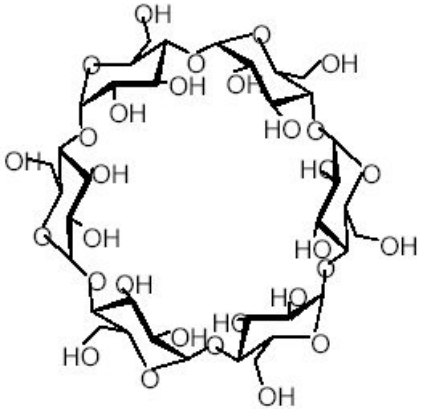
молекулярные контейнеры (кавитанды)



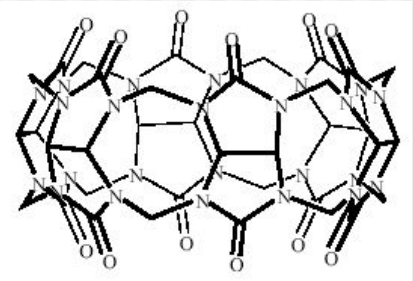
Порталы



каликсарены

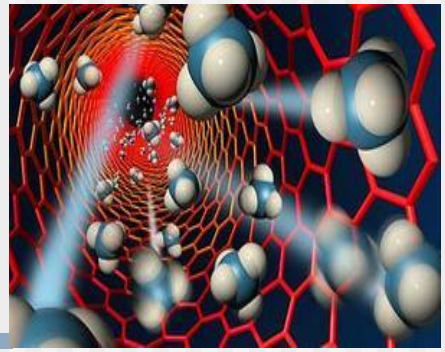


циклодекстрины

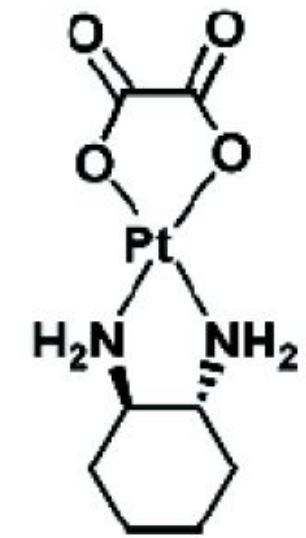


кукурбит[6]урил

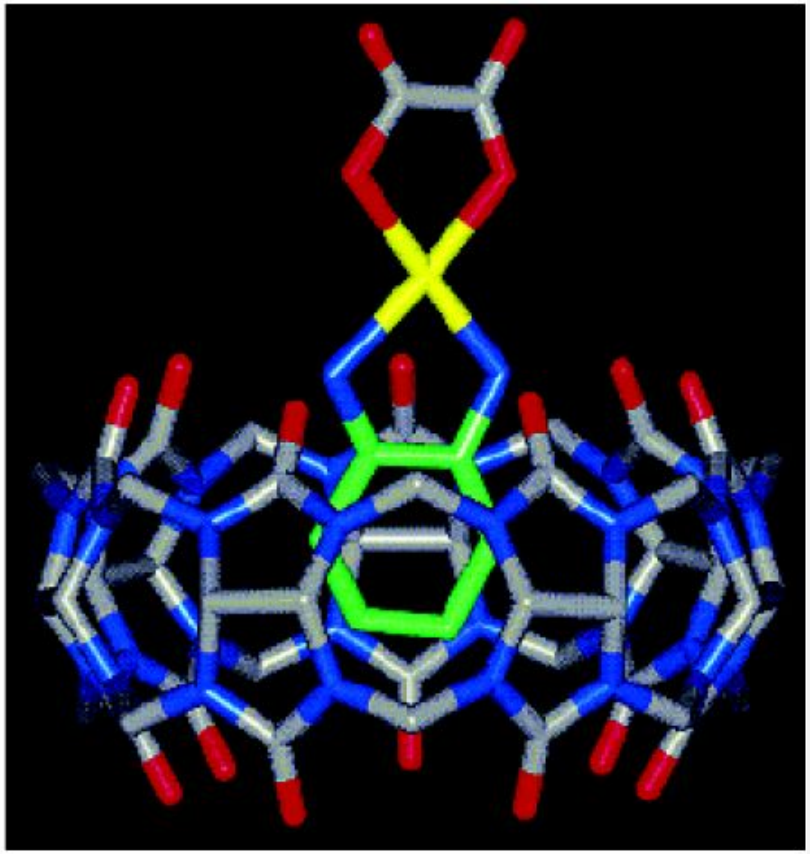
СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ



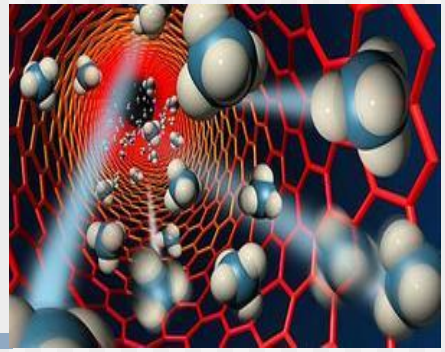
наноконтейнеры для доставки лекарств



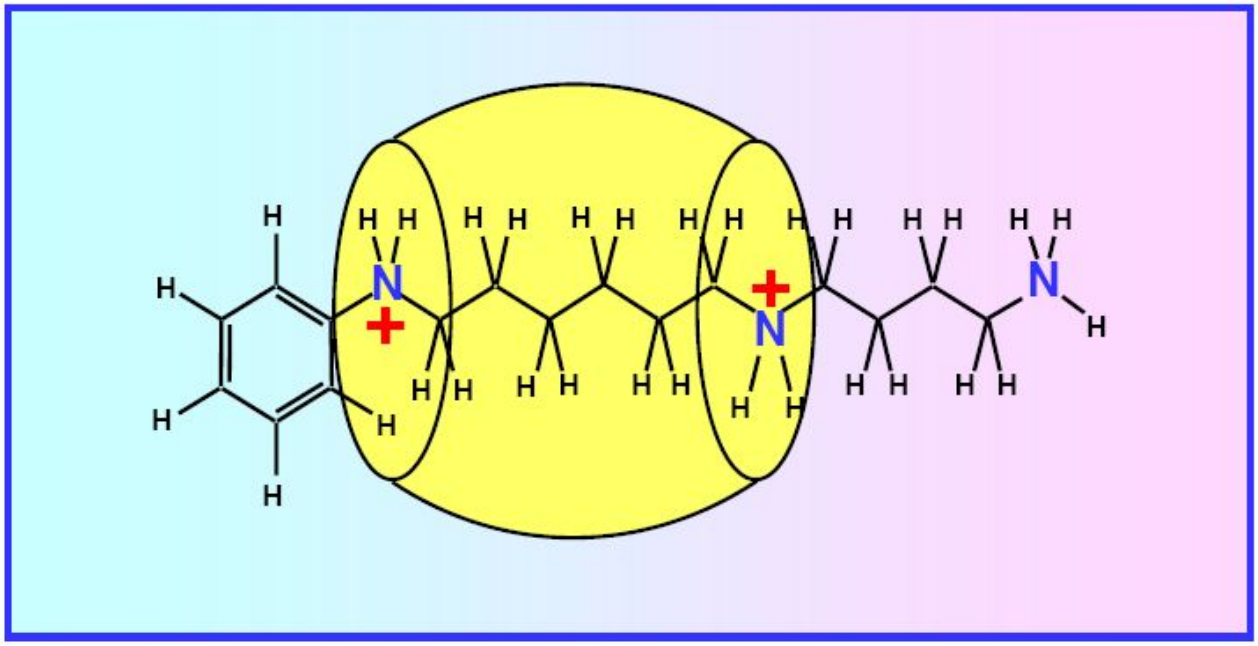
oxaliplatin



СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ



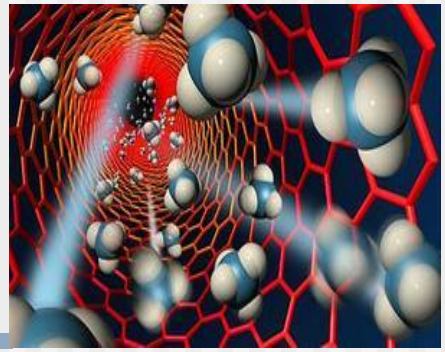
молекулярные переключатели



pH < 6.7

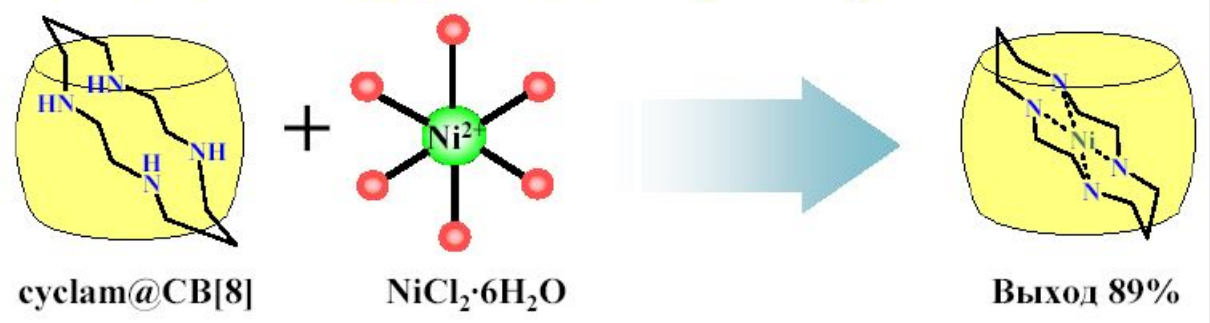
pH > 6.7

СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ



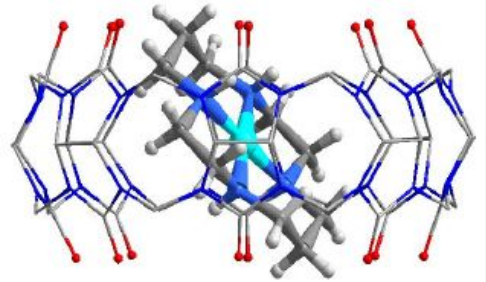
стабилизация неустойчивых в обычных условиях соединений

Получение $\{[Ni(cyclam)]@CB[8]\}Cl_2 \cdot 16H_2O$

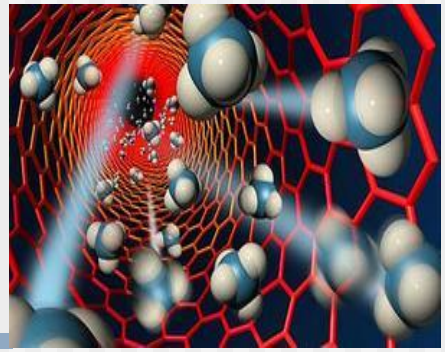


Уникальный низкоспиновый (S = ½) d^7 плоскоквадратный Ni(III)

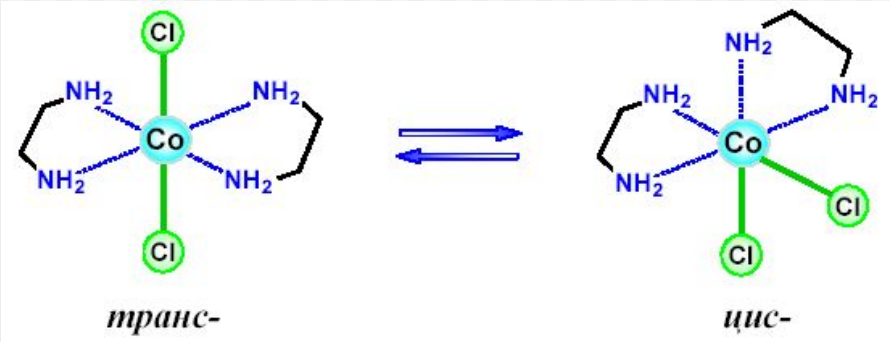
$$\{[Ni^{II}(cyclam)]@CB[8]\}^{2+} + Ce^{4+} \rightarrow \{[Ni^{III}(cyclam)]@CB[8]\}^{3+} + Ce^{3+}$$

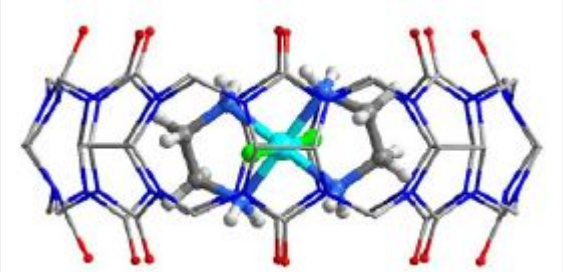


СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ



селективное выделение изомеров

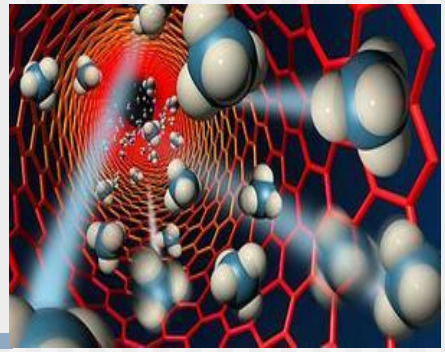




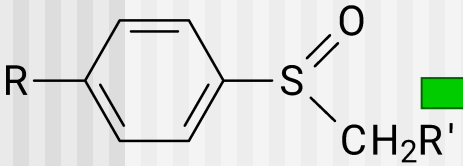
Выход 97%

{*транс*-[Co(en)$_2$Cl$_2$]@CB[8]}$^+$

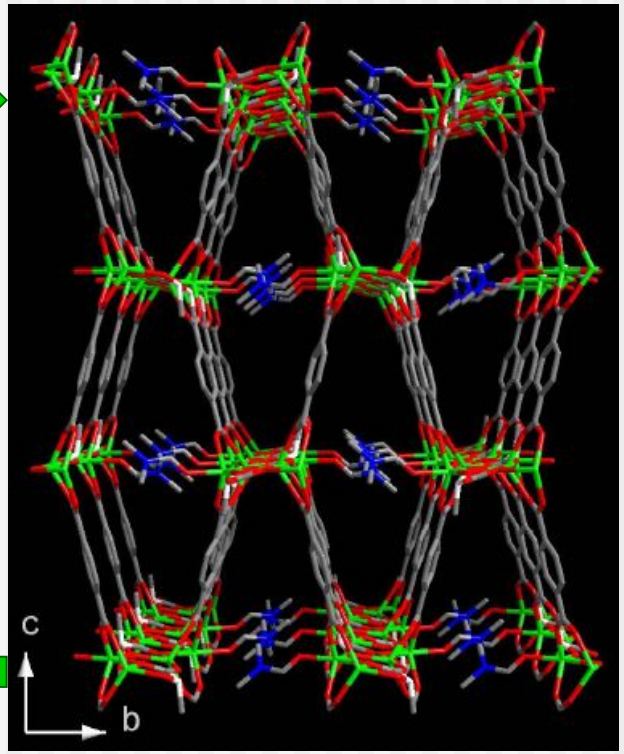
СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ



разделение изомеров



рацемическая смесь несимметричных сульфоксидов

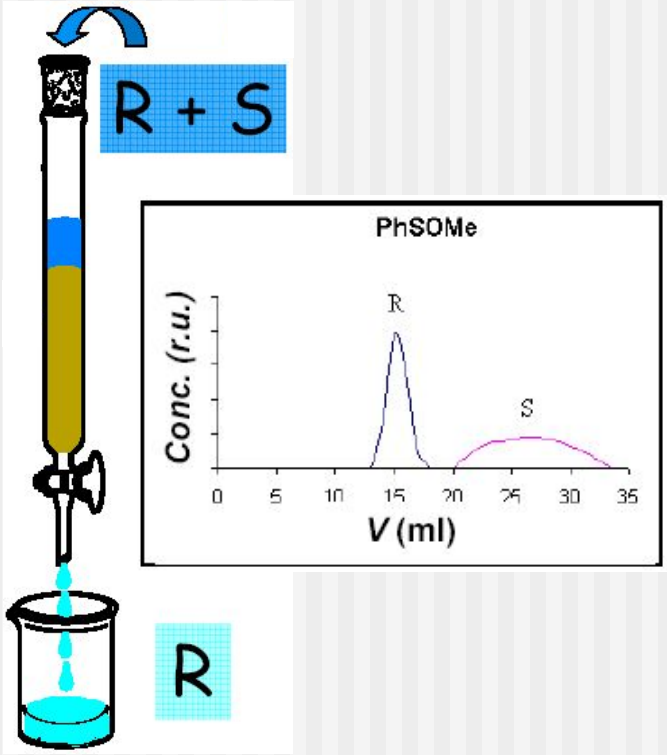


$[Zn_2(L\text{-lac})(bdc)(DMF)]\cdot(DMF)_x$

лактат-терефталат цинка

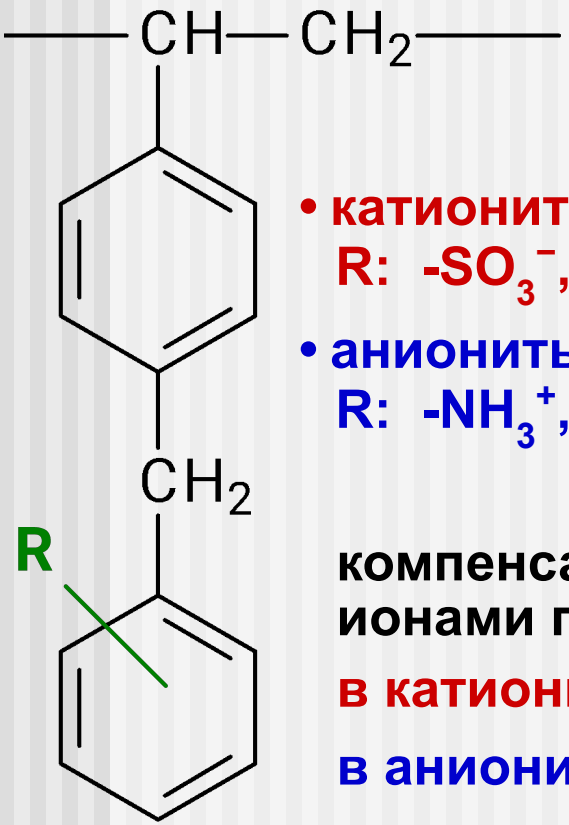
разделение оптических изомеров

КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ



ИОНООБМЕННАЯ КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ

ионообменная смола
– полимер на основе полистирола



- **катиониты**
  R: $-SO_3^-$, $-(PO_2R')^-$, $-COO^-$
- **аниониты:**
  R: $-NH_3^+$, $=NH_2^+$, $\equiv NH^+$

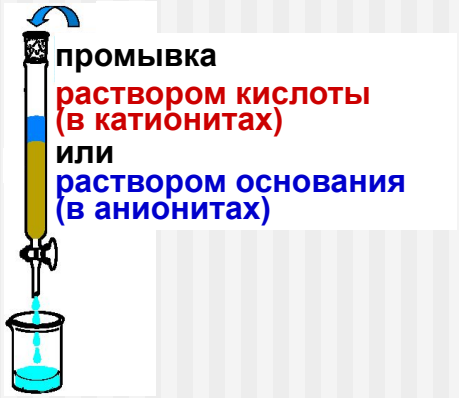
компенсация заряда осуществляется ионами противоположного знака:

в катионитах – катионами;

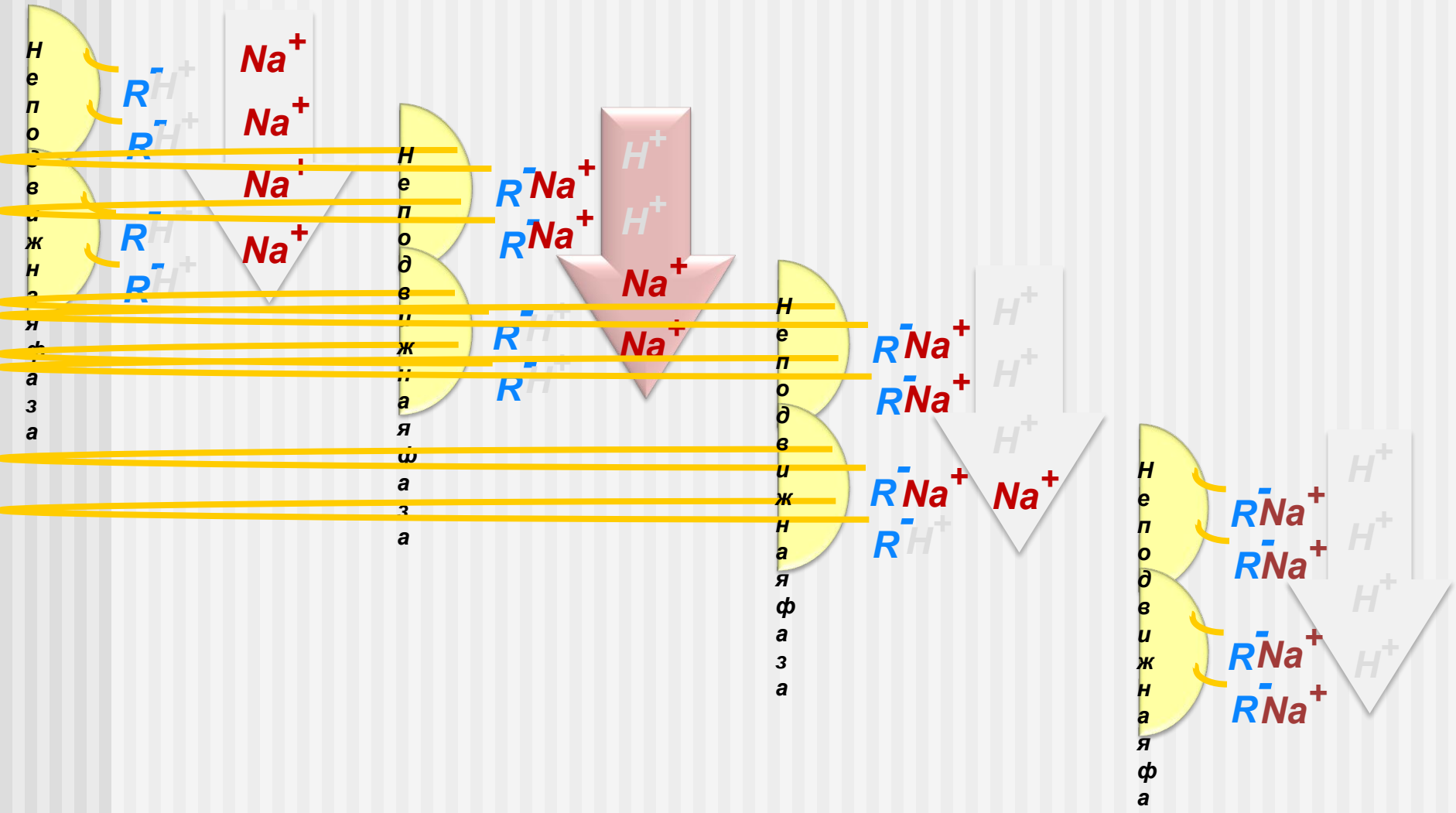
в анионитах – анионами

на практике смолу в колонке перед использованием переводят, как правило, в

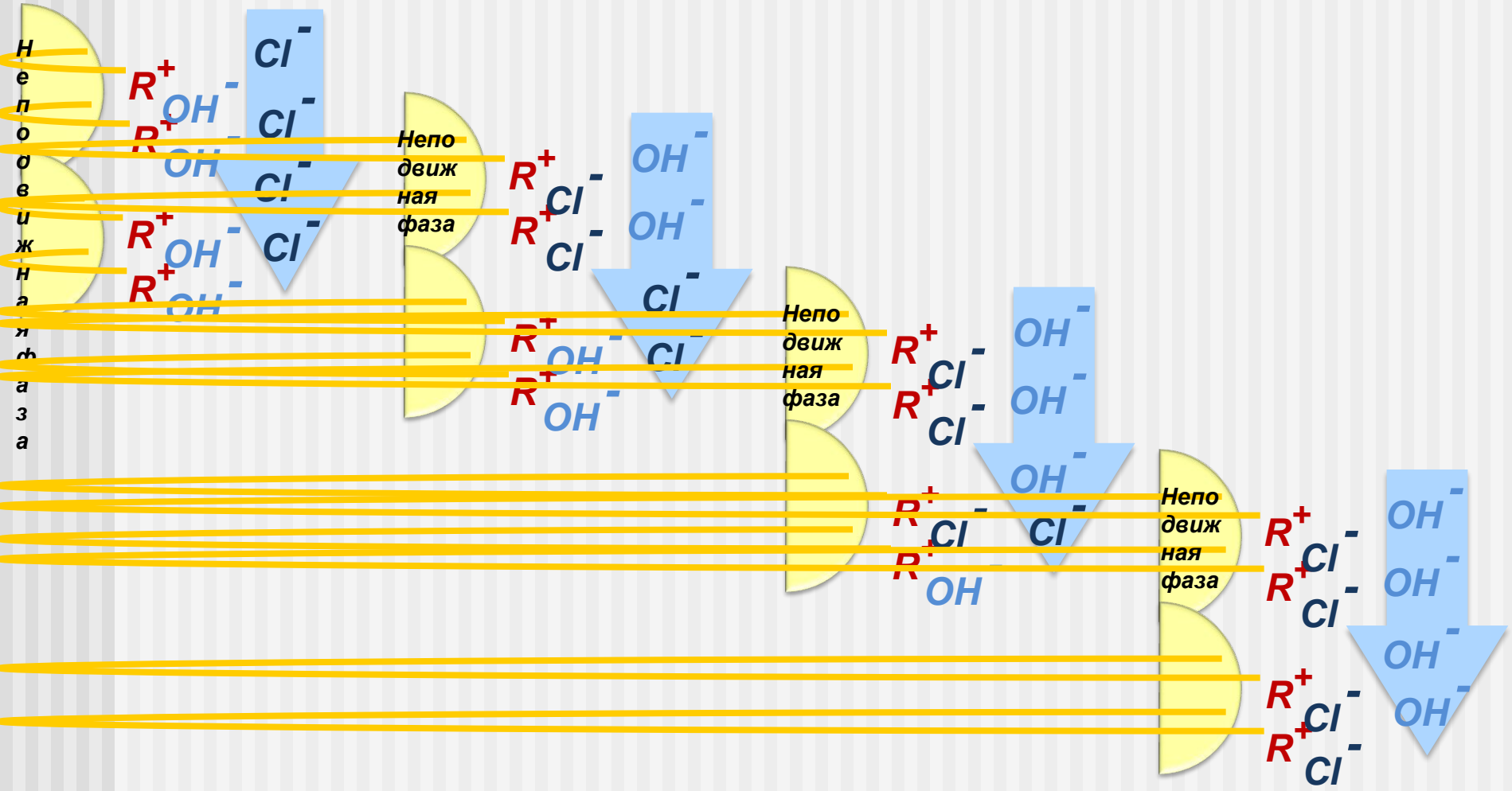
H^+ (в катионитах)
или
OH^- (в анионитах)
форму



КАТИОНООБМЕННАЯ КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ



АНИОНООБМЕННАЯ КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ

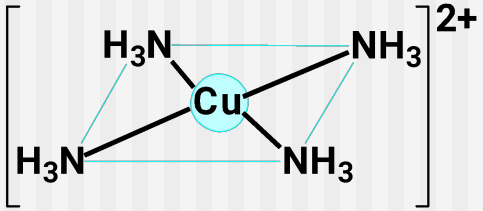


ИОНООБМЕННАЯ КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ

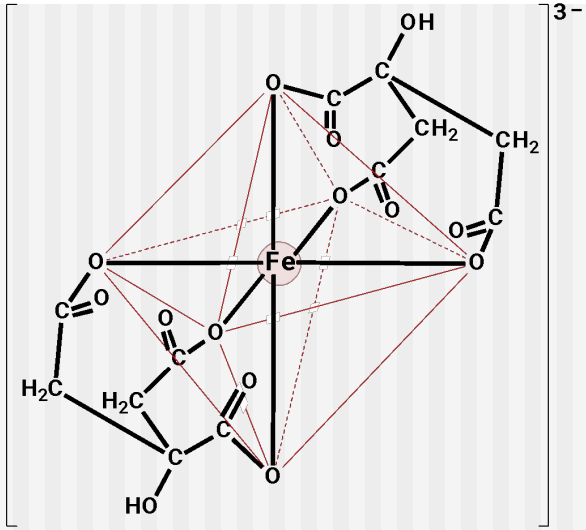
смесь Cu^{2+} и Fe^{3+} можно разделить на колонке с ионообменной смолой

переводим ионы в устойчивые разнозаряженные комлексы:

аммиачный комлекс



цитратный комлекс

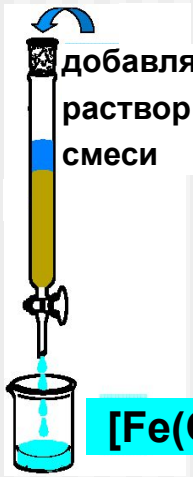


<u>разделение на катионите:</u>

1.

промывка раствором соляной кислоты

2.



добавляем раствор смеси

$[Fe(C_6H_5O_7)_2]^{3-}$

3.

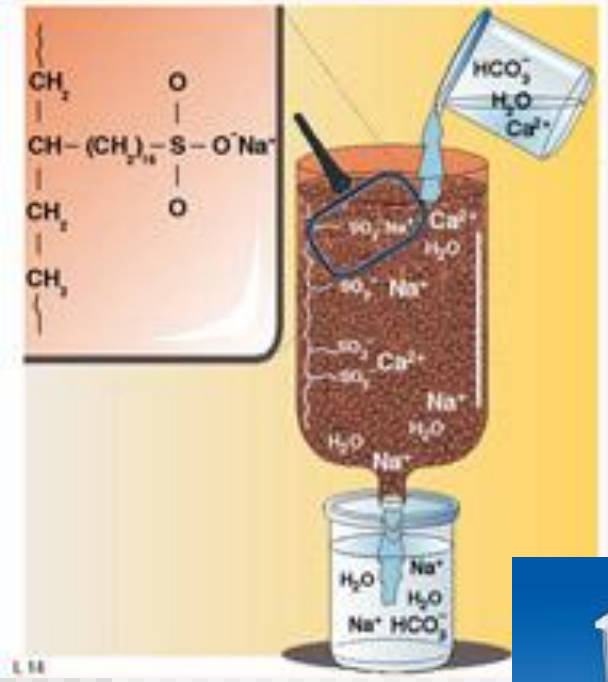
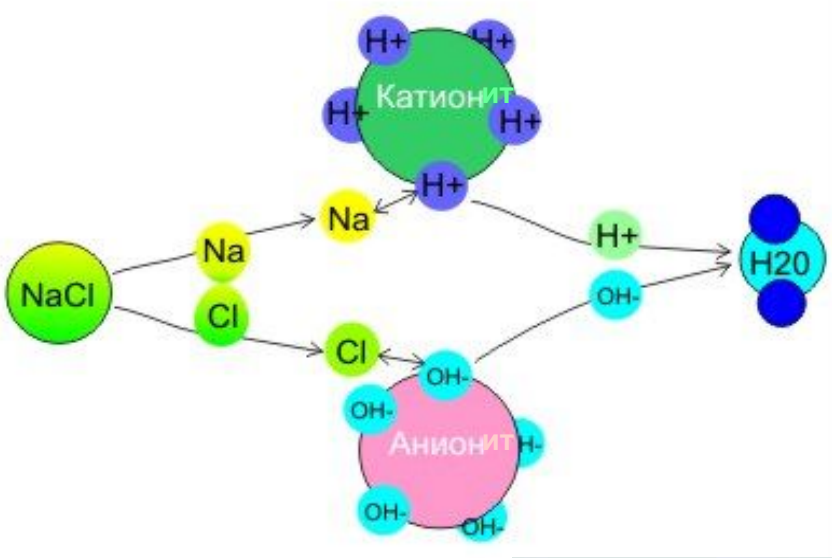
добавляем раствор соляной кислоты

Cu^{2+}

смесь Cu^{2+} и Fe^{3+} разделили!

НЕКОТОРЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНООБМЕННОЙ КОЛОНОЧНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

фильтры для устранения жесткости воды



установки для опреснения морской воды