

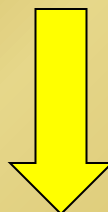
Кафедра химии



Тема лекции:
Ионный обмен. Хроматография.

Обменная адсорбция

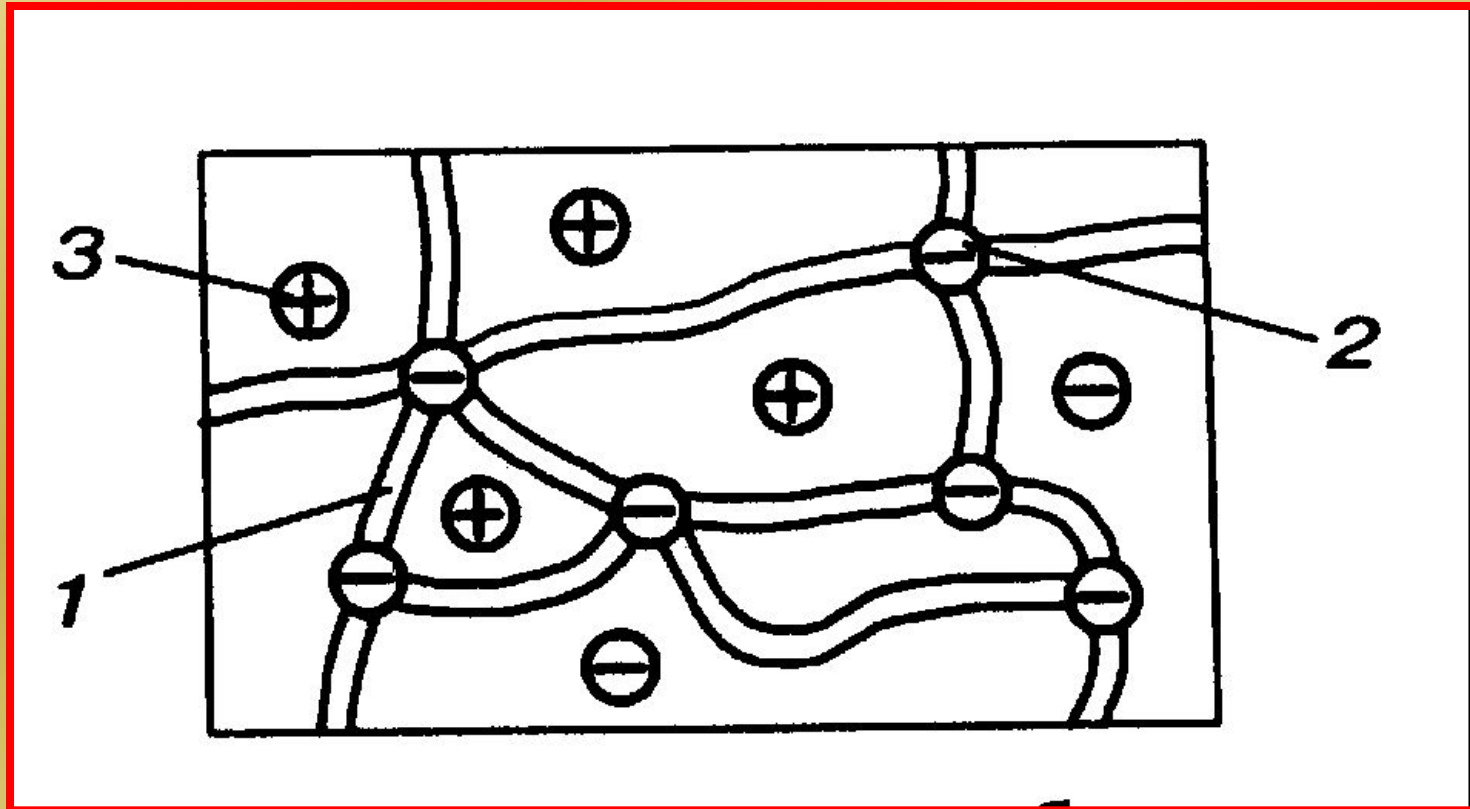
Явление замещения на адсорбенте одного вещества другим, находящимся во внешней среде.



Ионообменная адсорбция

Некоторые адсорбенты (**иониты**) обладают химическими группами, способными в результате диссоциации замещать свои ионы на одноименно заряженные ионы, содержащиеся в растворе.

Иониты



1 – каркас

2 – фиксированный ион

3 – подвижный ион, способный к ионному обмену



Иониты

- Катиониты



Z^{-x} (каркас, с закрепленным анионом)

Kat^{+y} (катионы, способные к ионообмену)

- Аниониты



Z^{+x} (каркас, с закрепленным катионом)

An^{-y} (анионы, способные к ионообмену)

Иониты

Природные:

Алюмосиликаты (цеолиты, гидрослюда и др.)
Древесина, торф, целлюлоза,
сульфированные угли

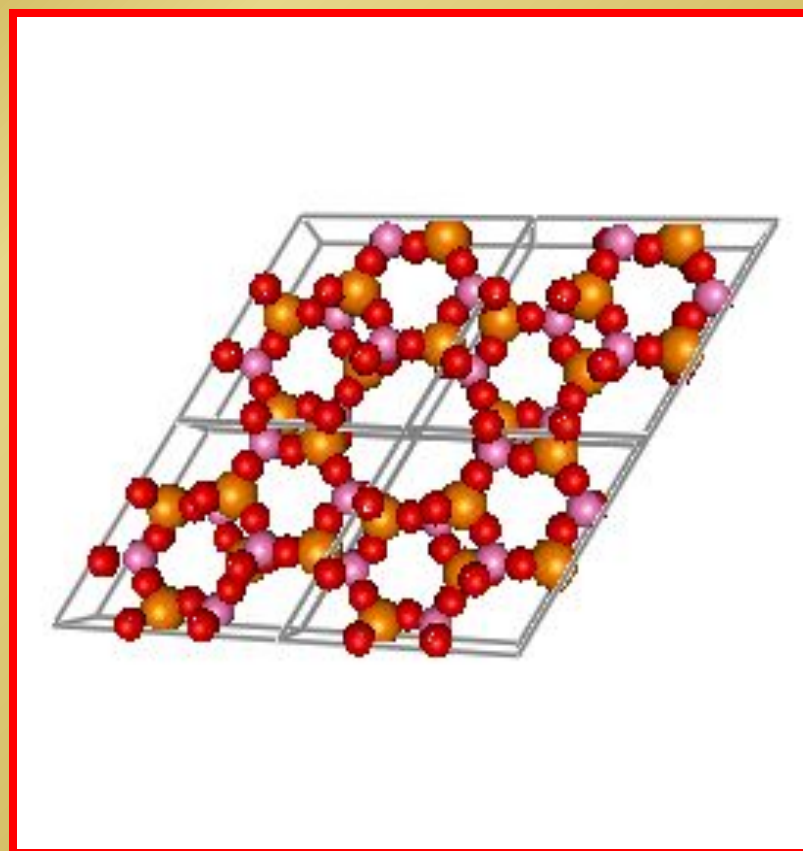
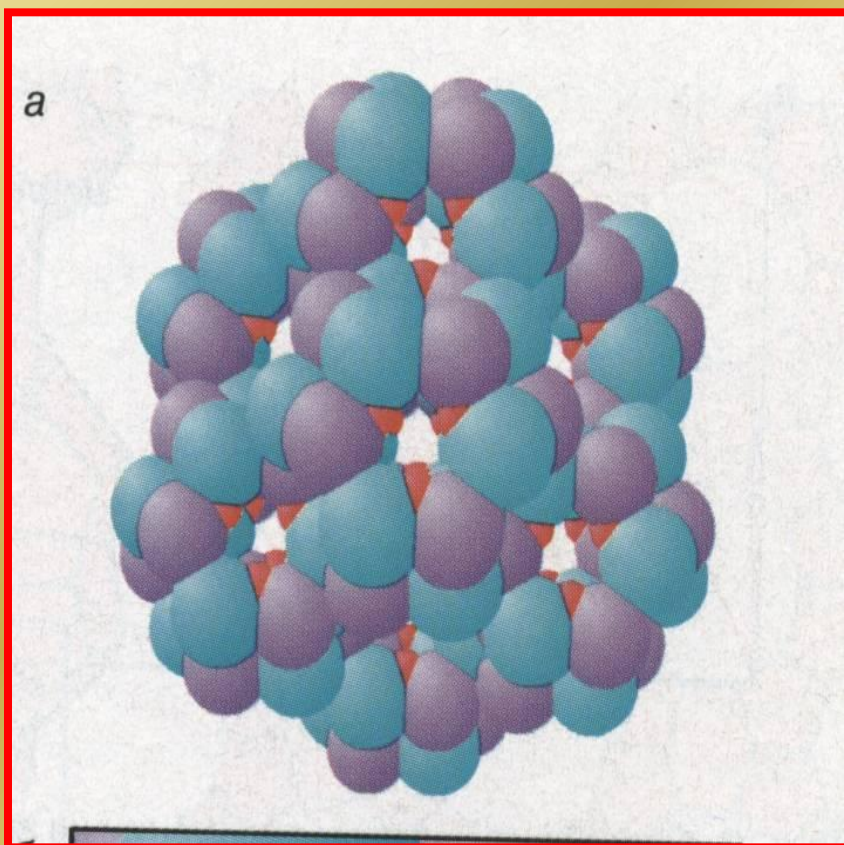
Синтетические:

Алюмосиликаты (пермутиты)
Органические ионообменные смолы

ZSO_3H , $ZCOOH$, $ZPO(OH)_2$ (катиониты)

ZNH_2 , $ZN(CH_3)_2$, $Z=NH$ (аниониты)

Цеолиты



Атомы кислорода обозначены голубым, кремния или алюминия – сиреневым, натрия – красным цветом.

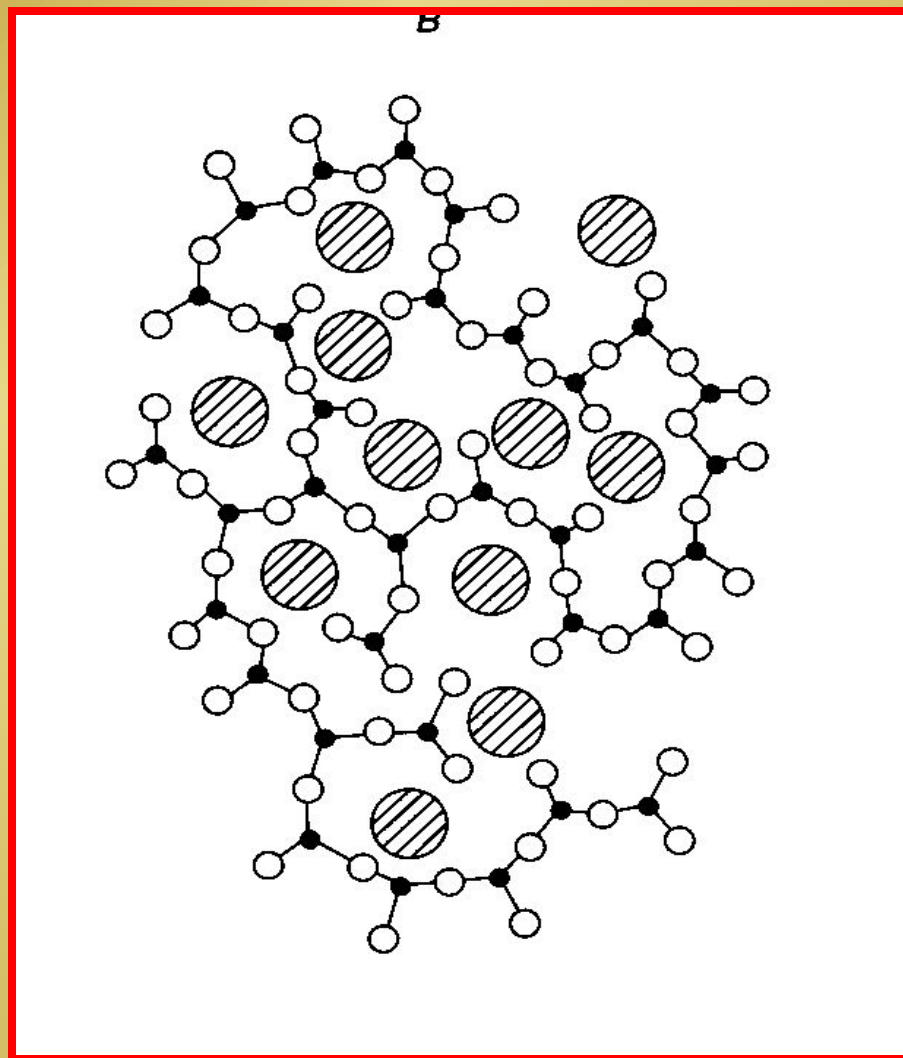


Натриево-силикатное стекло

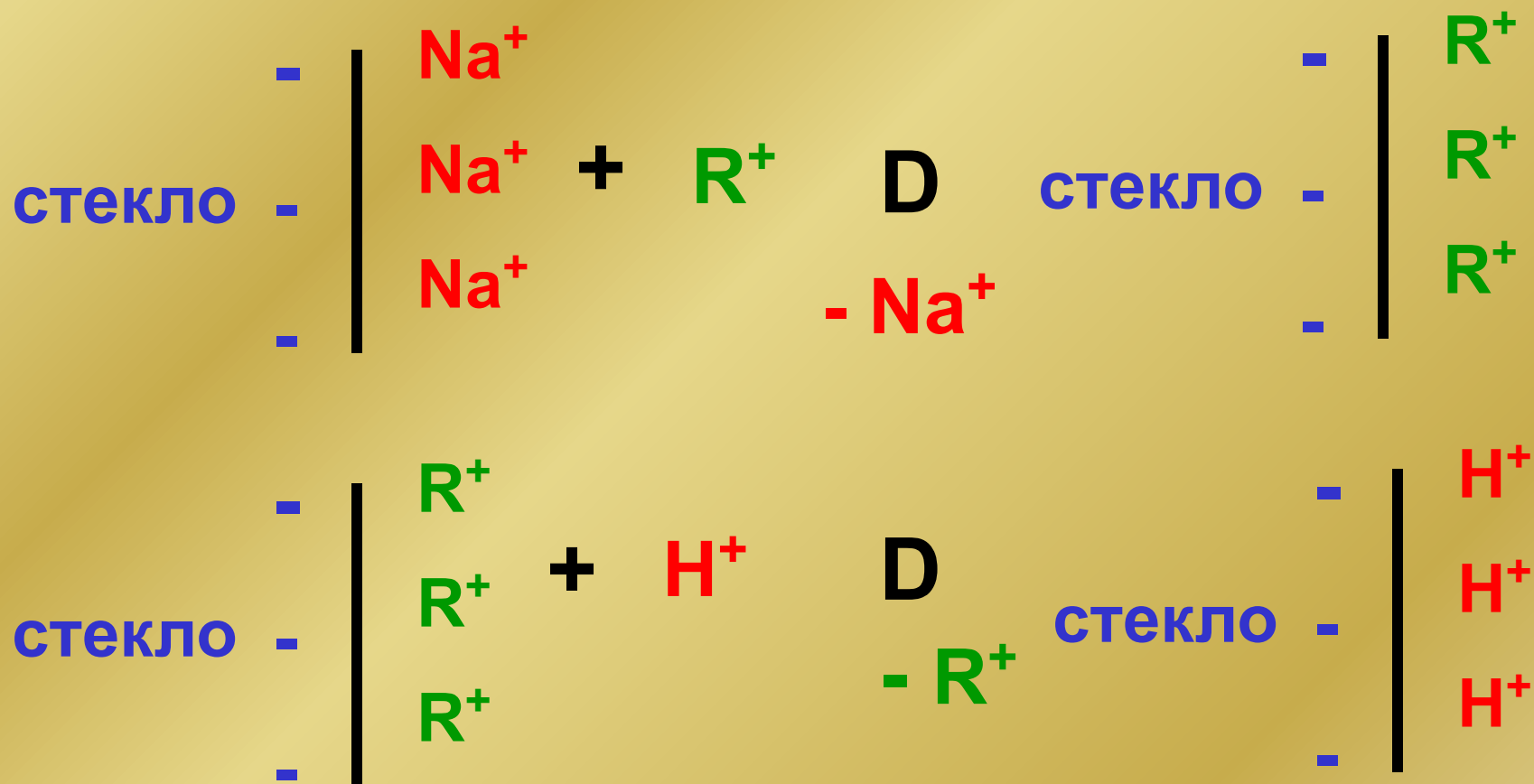
Атом кремния ●

Атом кислорода ○

Атом натрия ○



Ионообменная адсорбция

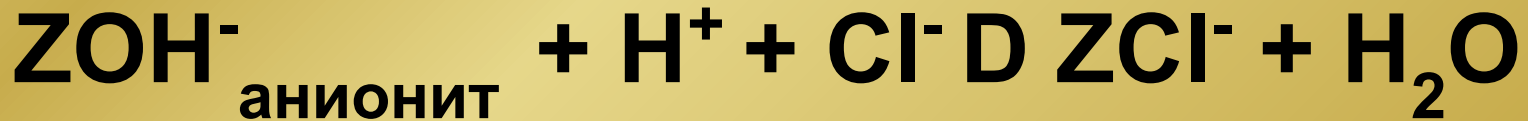


Применение ионитов

Опреснение воды



кислая регенерация



щелочная регенерация

Недостатки метода:

- требуется регенерация ионитов

Применение ионитов

Очистка крови (гемосорбция) при повышенной концентрации некоторых ионов (например, K^+);

Антацидные средства (понижение кислотности желудочного сока);

Удаление ядов из ЖКТ;

Концентрирование, очистка и разделение лекарственных препаратов.

Хроматография

Метод разделения, анализа и физико-химического исследования веществ, основанный на распределении компонентов смеси между двумя фазами.

Первооткрыватель: М.С. Цвет (1903)

Первая фаза – неподвижная, с большой поверхностью раздела.

Вторая фаза (элюент) – подвижная, фильтрующаяся через первую.

Работы, удостоенные Нобелевской премии, в которых применение хроматографических методов сыграло важную роль

Год	Авторы	Тема
1955	В. Дю-Виньо	Работы по гипофизным гормонам
1958	Ф. Сэнгер	Структура инсулина
1961	М. Келвин	Работы по химизму фотосинтеза
1970	Б. Катц, У. Фон Эйлер, Д. Аксельрод	Изучение медиаторных веществ в синапсе
1972	Р. Портер, Г. Эдельман	Исследования структуры антител

Типы хроматографии

Адсорбционная хроматография

Разделение совершается благодаря разной адсорбционной способности компонентов.

НФ

мелкодисперсный инертный адсорбент
(Al_2O_3 , SiO_2 , CaCO_3 , полисахариды)

ПФ

жидкость, газ

Распределительная хроматография

Разделение совершается благодаря разной растворимости компонентов в разных средах.

НФ

жидкость на носителе
(носитель – бумага, твердый адсорбент)

ПФ

жидкость, газ

Типы хроматографии

Ионообменная хроматография

Разделение совершается благодаря разной способности компонентов к ионообмену.

НФ

ионит (вещество, способное обмениваться ионами с окружающей средой)

ПФ

водные растворы электролитов

Биоспецифическая (аффинная) хроматография

Разделение совершается благодаря разной биологической активности компонентов.

НФ

биологически активное вещество на носителе (носитель – бумага, твердый адсорбент)

ПФ

водные буферные растворы

Виды хроматографии

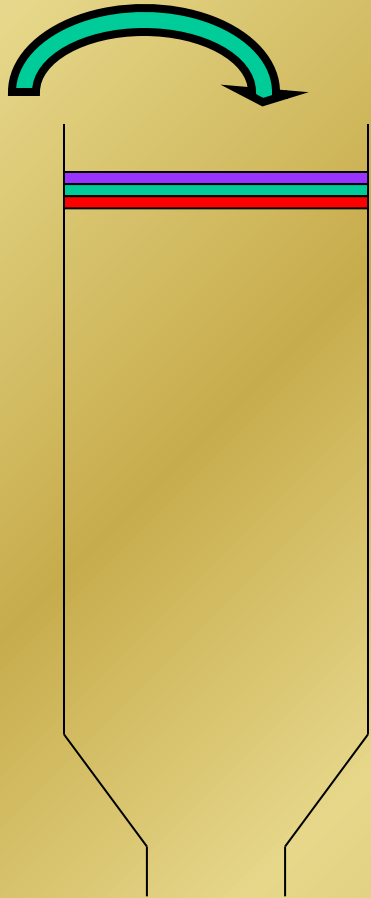
(по геометрии сорбционного слоя
и задачам исследования)

- Колоночная хроматография:
- препаративная;
- аналитическая (информационная).
- Плоскослойная хроматография:
- тонкослойная (ТСХ);
- бумажная (БХ).

Плоскослойная хроматография также может
быть и препаративной и аналитической

Колоночная адсорбционная хроматография

Цвет (1903)



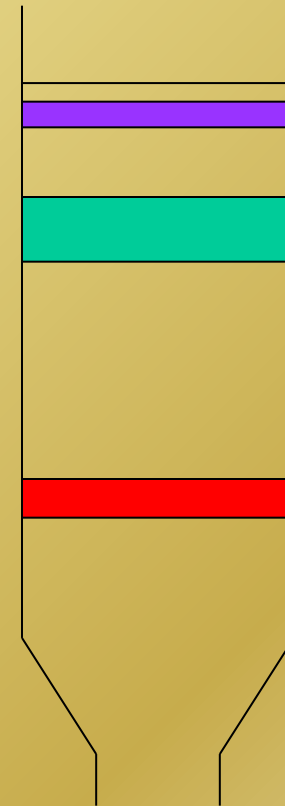
Смесь:
экстракт из
зеленых листьев

НФ: мел

ПФ:
петролейный
эфир

Разделяемая смесь

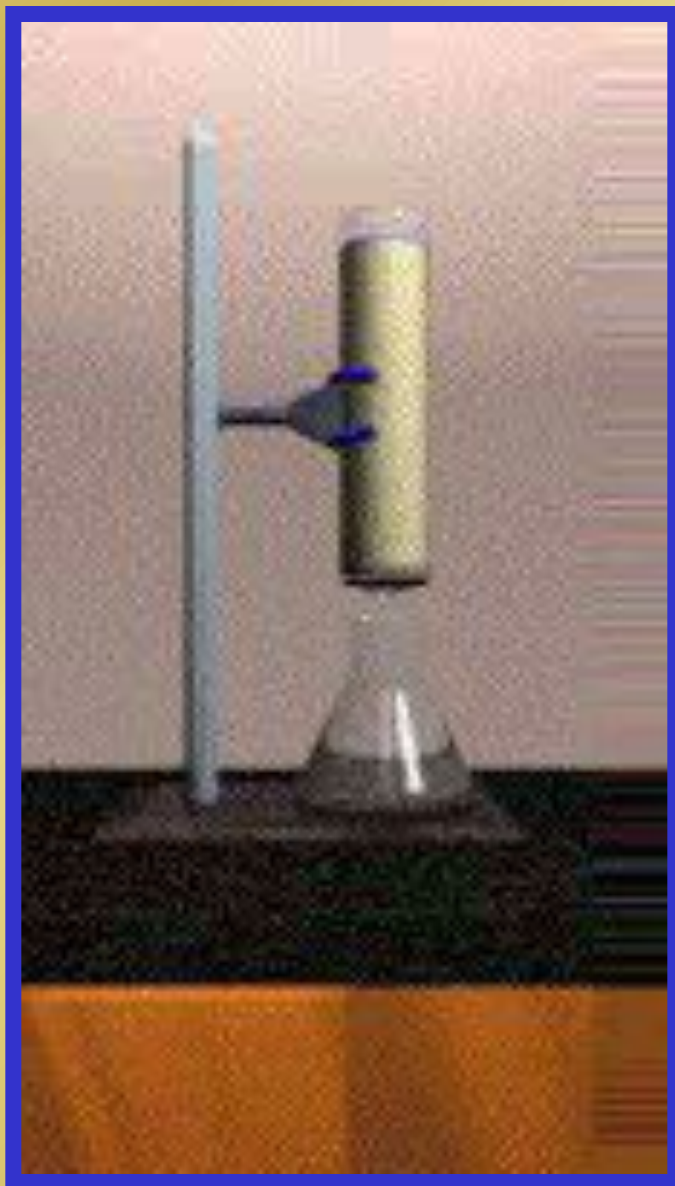
$$\Gamma_A > \Gamma_B > \Gamma_C$$



Непроявленная ХГ

Проявленная ХГ

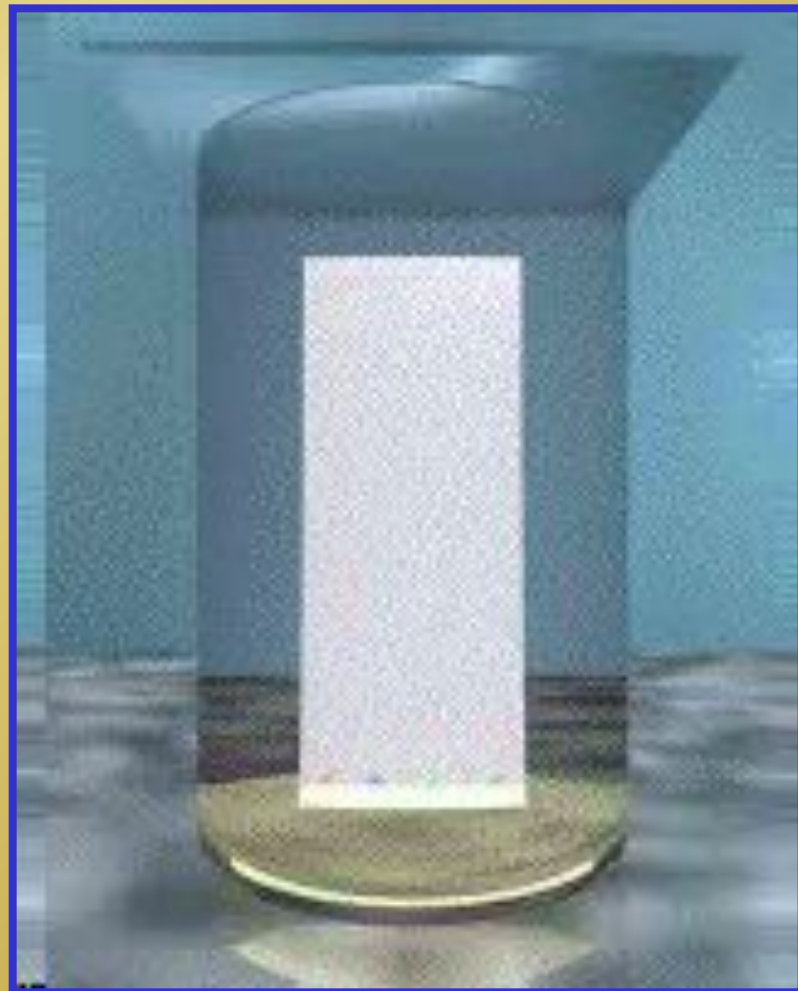
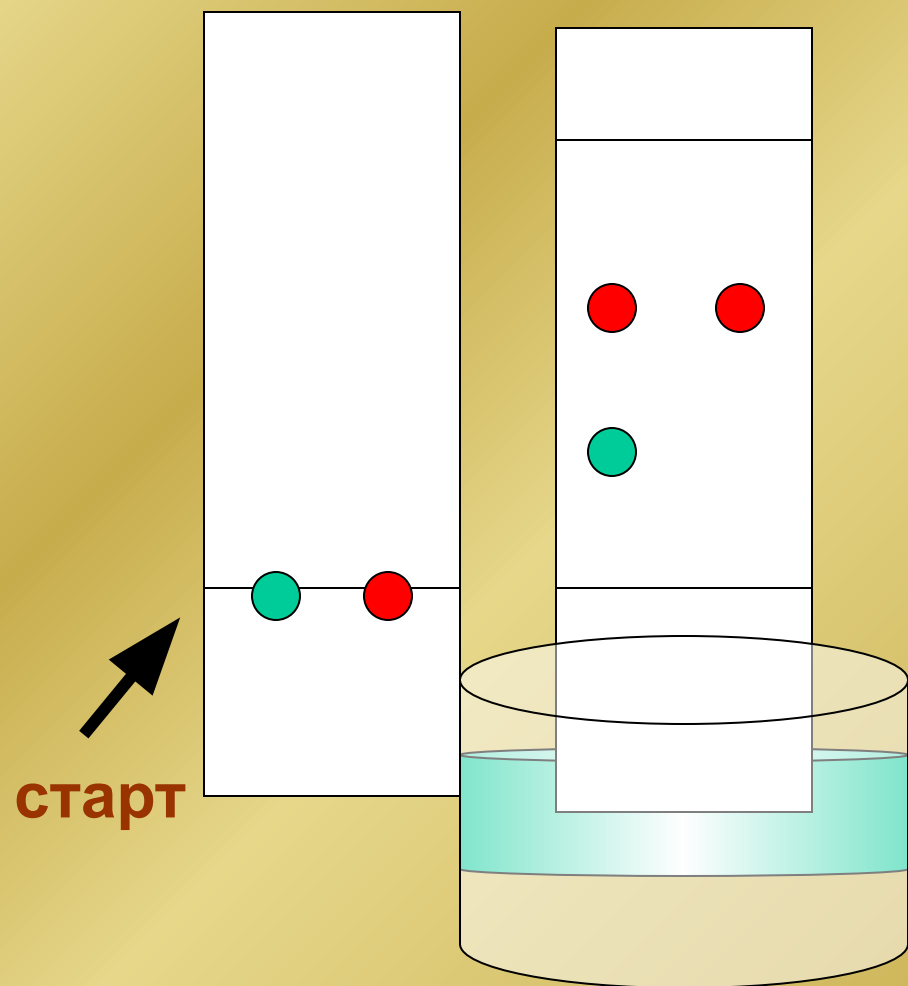
Колоночная адсорбционная хроматография



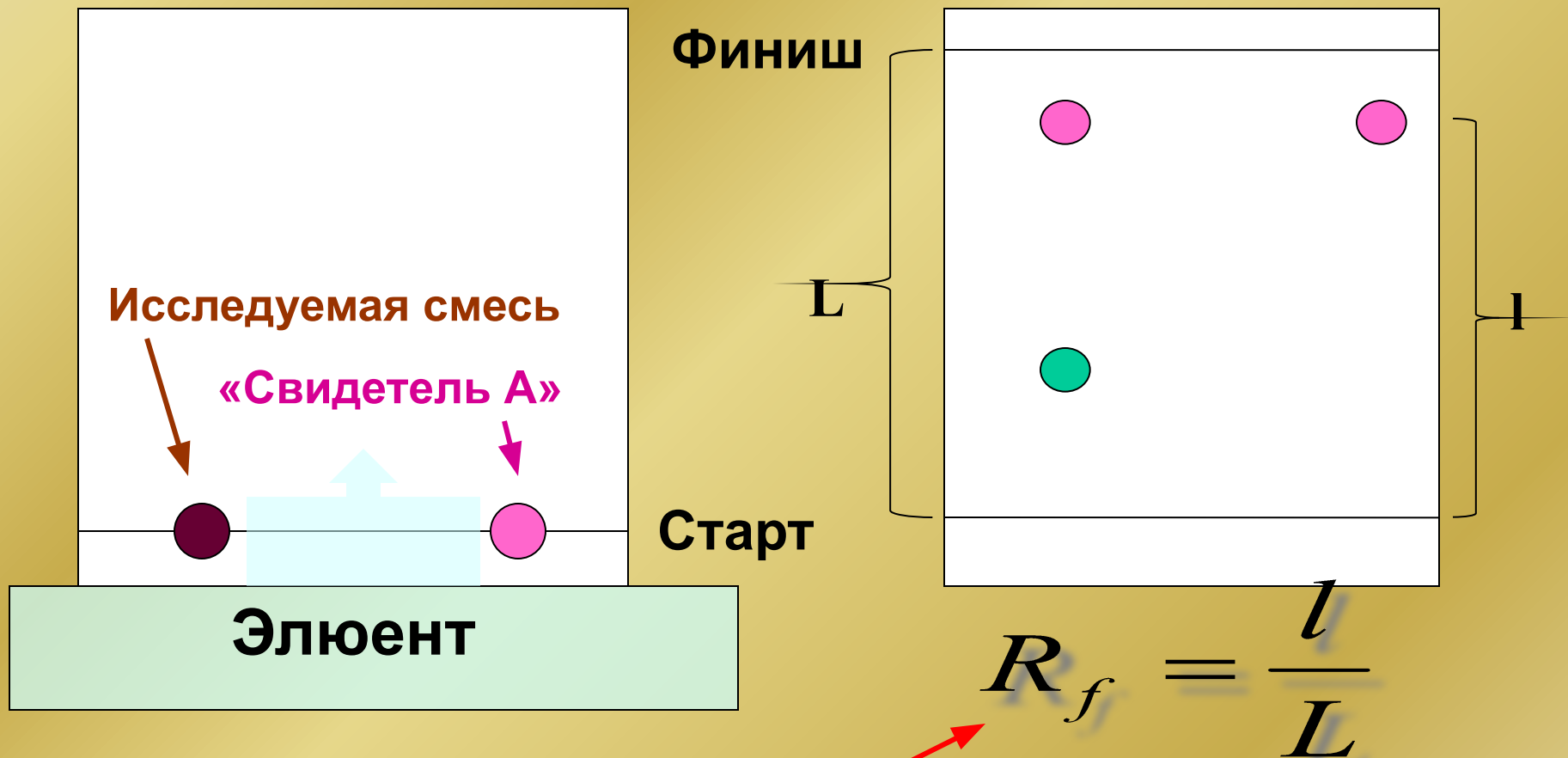
Тонкослойная хроматография

Адсорбент: окись алюминия, силикагель

Носитель: алюминиевая фольга, полимер



Бумажная хроматография



$$R_f = \frac{l}{L}$$

Характеристика вещества
(точность – до 0,01; обязательно указание элюента)

Пример грамотной записи: R_f 0,45 (вода)


Распределительная хроматография

основана на различии в растворимости компонентов в двух несмешивающихся фазах

- **Неподвижная фаза: жидкость на носителе.**
- **Носитель:**
 - бумага (бумажная хроматография);
 - твердый адсорбент (газо-жидкостная хроматография, ГЖХ);
 - жидкость (жидко-жидкофазная хроматография).

Экстракция

Извлечение компонента из смеси с помощью избирательного растворения

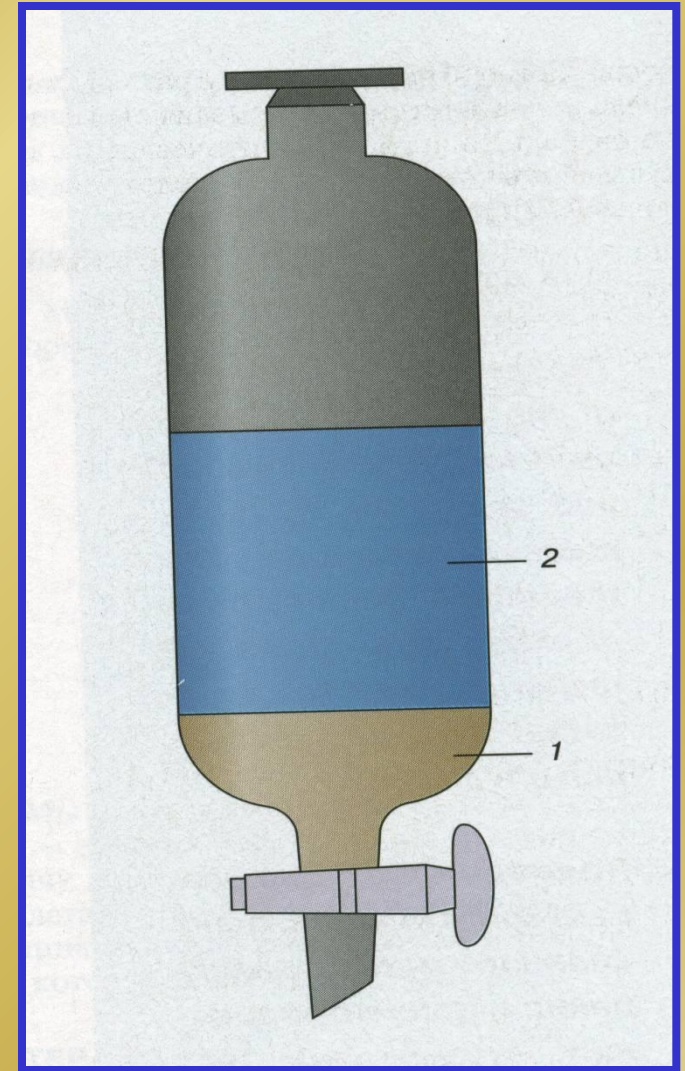
 Органический растворитель

 Вода

$$D = \frac{C_{орг}}{C_{водн}},$$

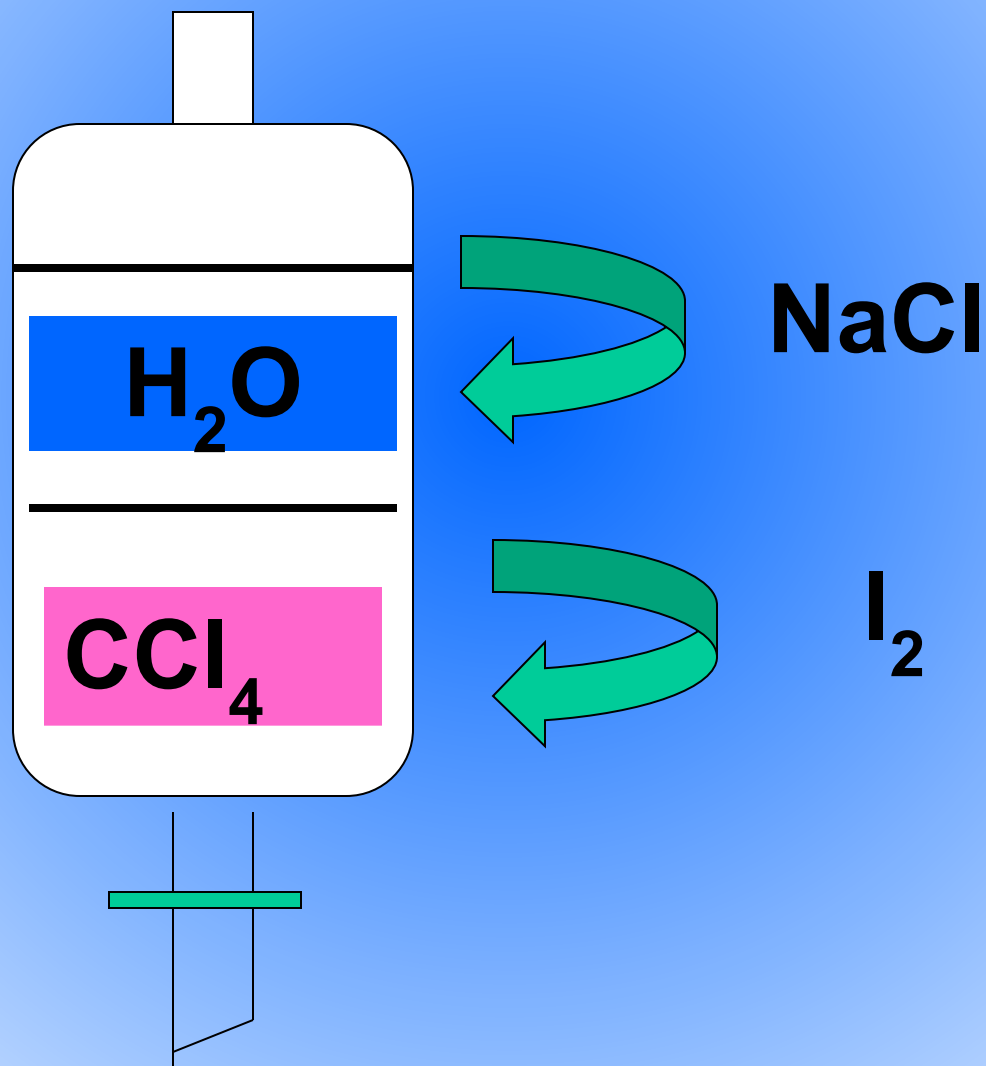
D - коэффициент распределения,

$C_{орг}$, $C_{водн}$ - концентрация вещества в органической и водной фазах.



Делительная воронка

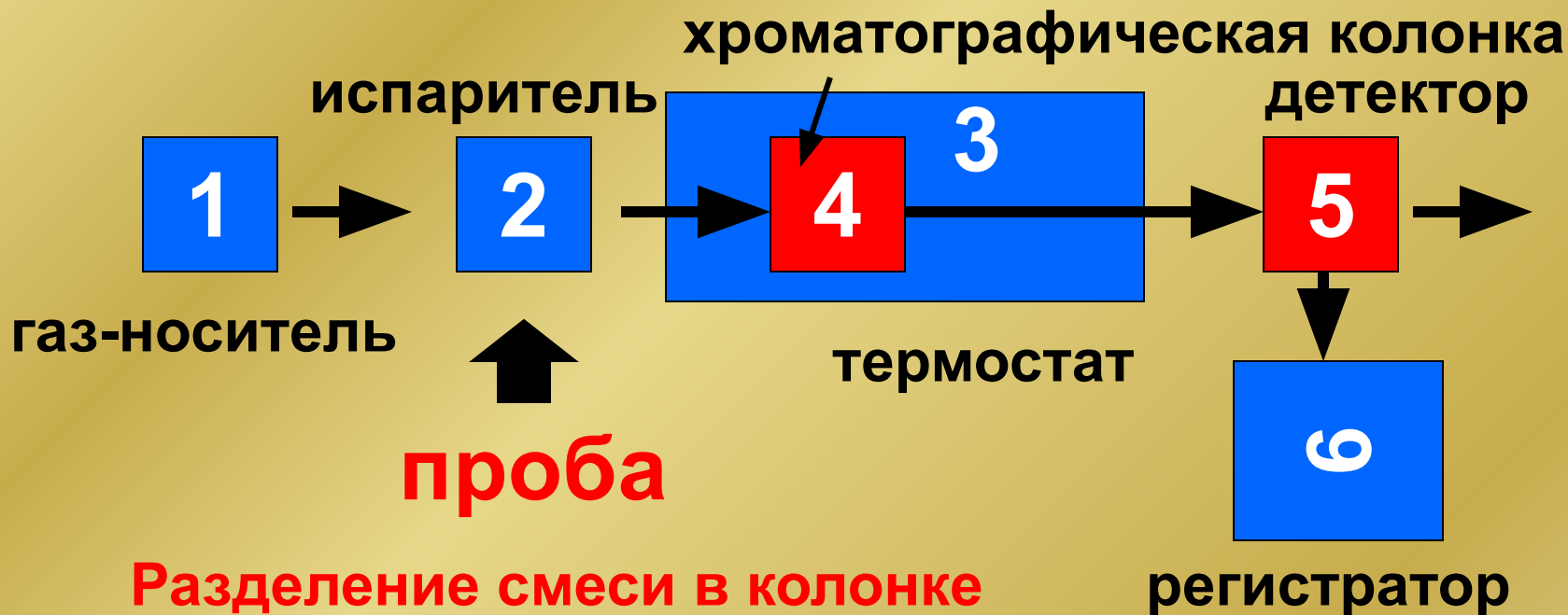
Задача: разделить смесь NaCl и I_2 методом экстракции.



Газо-жидкостная хроматография (ГЖХ)

НФ: жидкость на адсорбенте

ПФ: газ-носитель (N_2 , He)



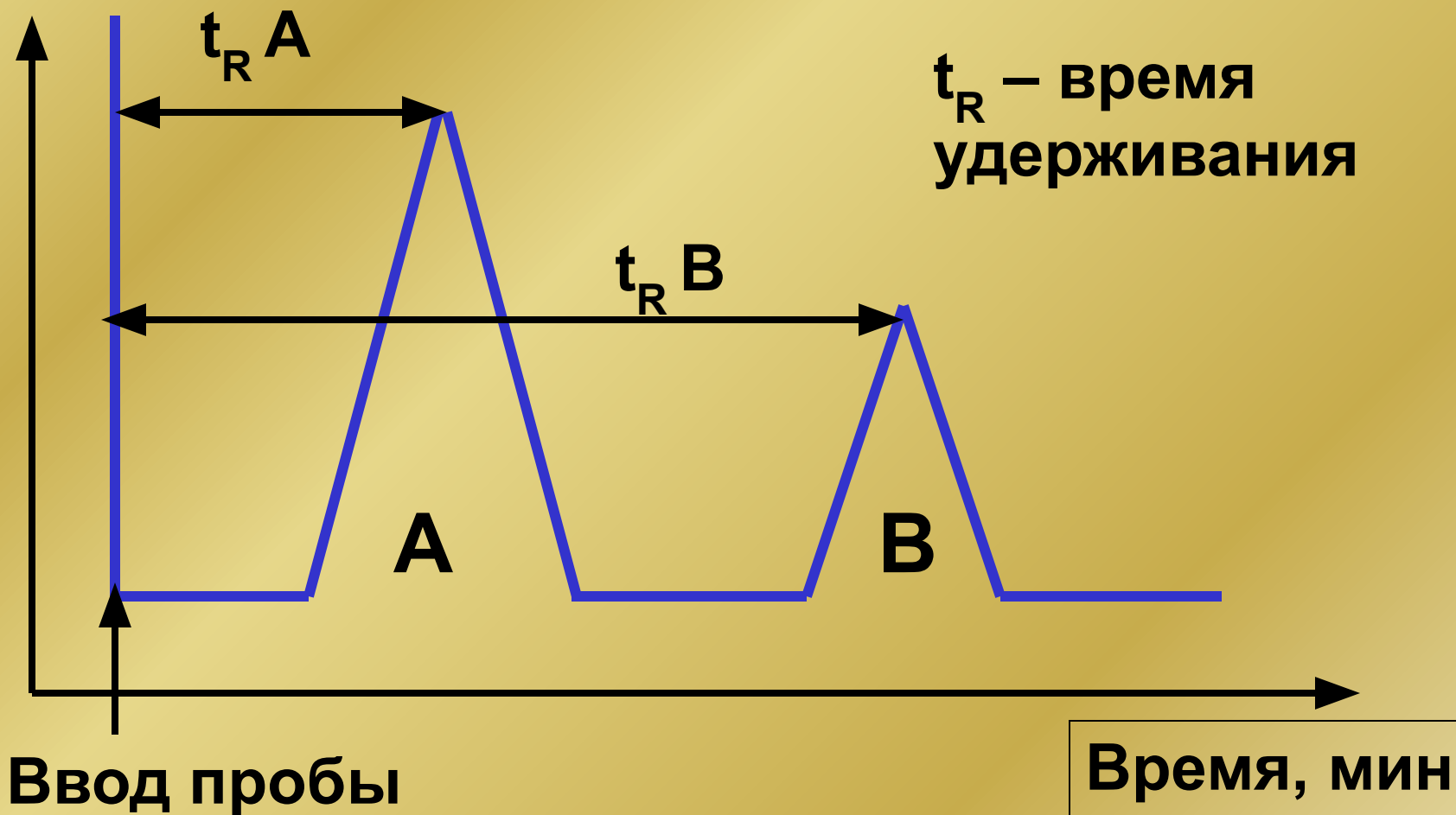
Газо-жидкостная хроматография (ГЖХ)

Gas Chromatography



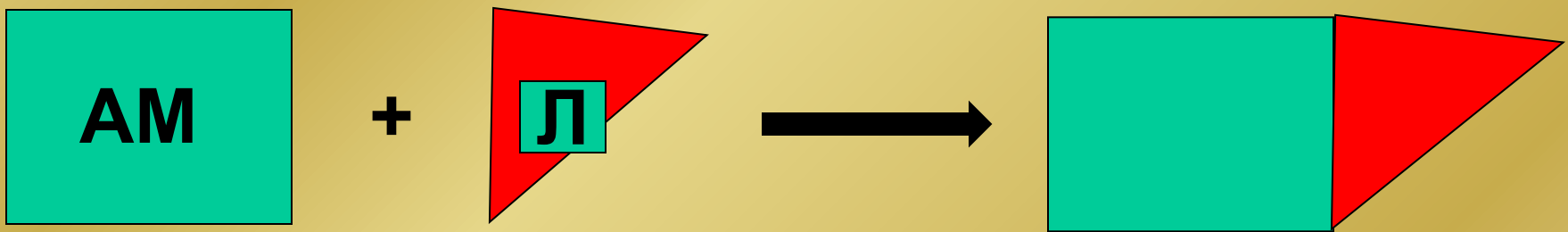
Типичная хроматограмма

Сигнал, мВ



Биоспецифическая (аффинная) хроматография

1. Иммуобилизация лиганда

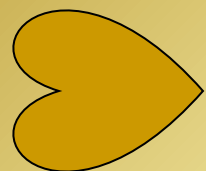


АМ – агарозная матрица

Л – биологически активный лиганд

Биоспецифическая (аффинная) хроматография

2. Адсорбция



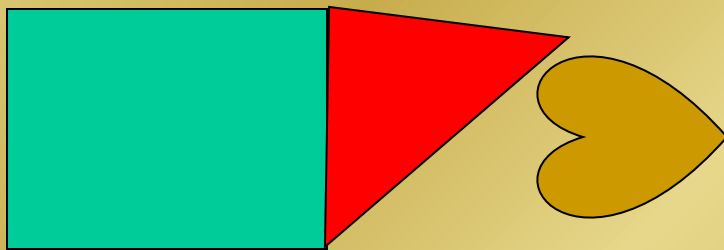
Биологически активное вещество



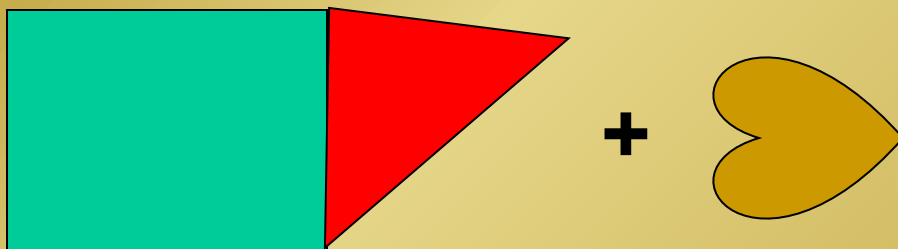
Примеси

Биоспецифическая (аффинная) хроматография

3. Десорбция



Изменение pH раствора



Чистое
индивидуальное
биологически
активное вещество

Преимущества хроматографии

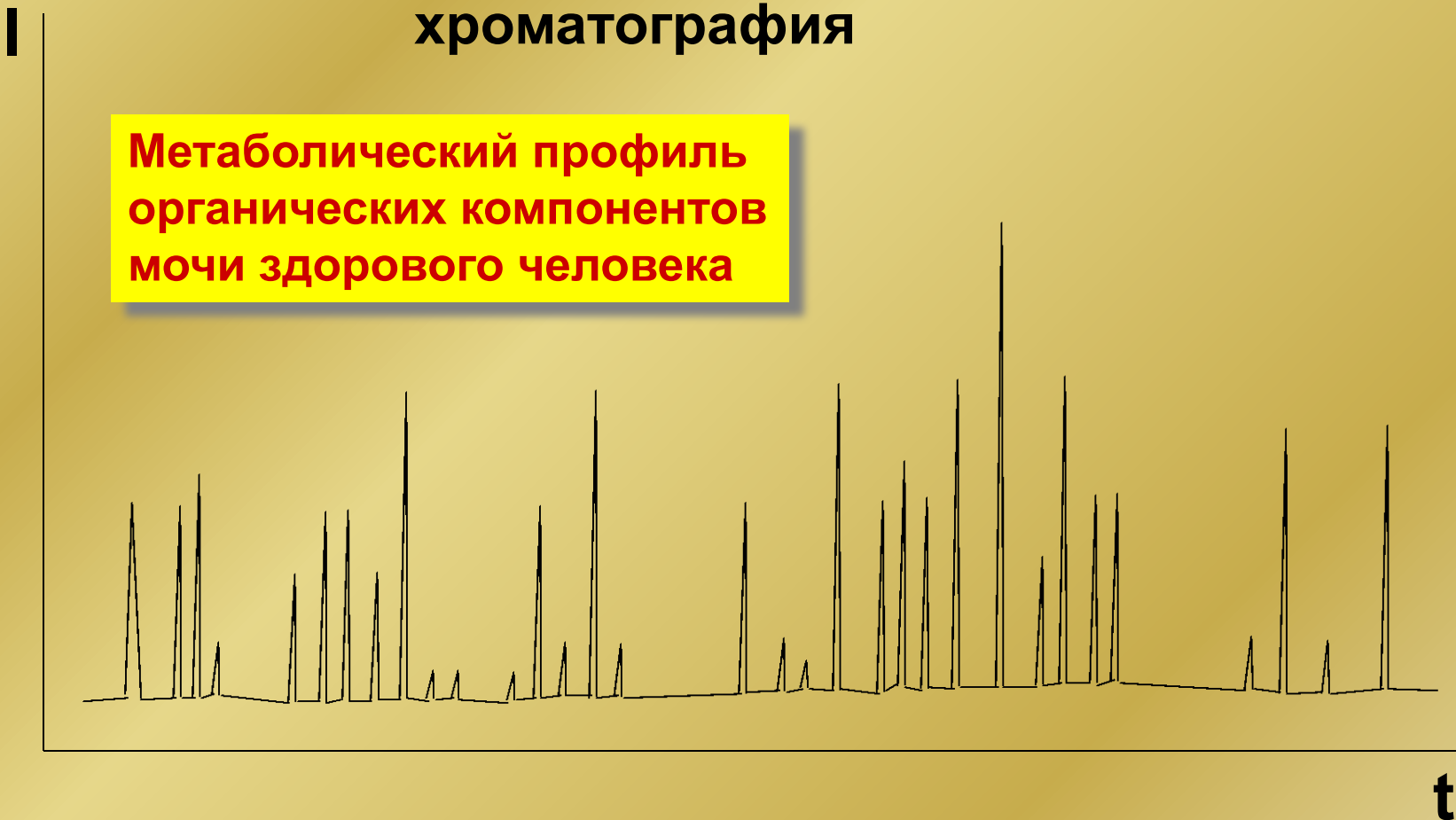
- Быстрота выполнения анализа
- Высокая чувствительность (до 10^{-8} %)
- Отсутствие химических превращений анализируемого вещества

Иногда хроматография – единственный метод разделения смеси и выделения чистого вещества

Возможности современных методов химического анализа в медицине

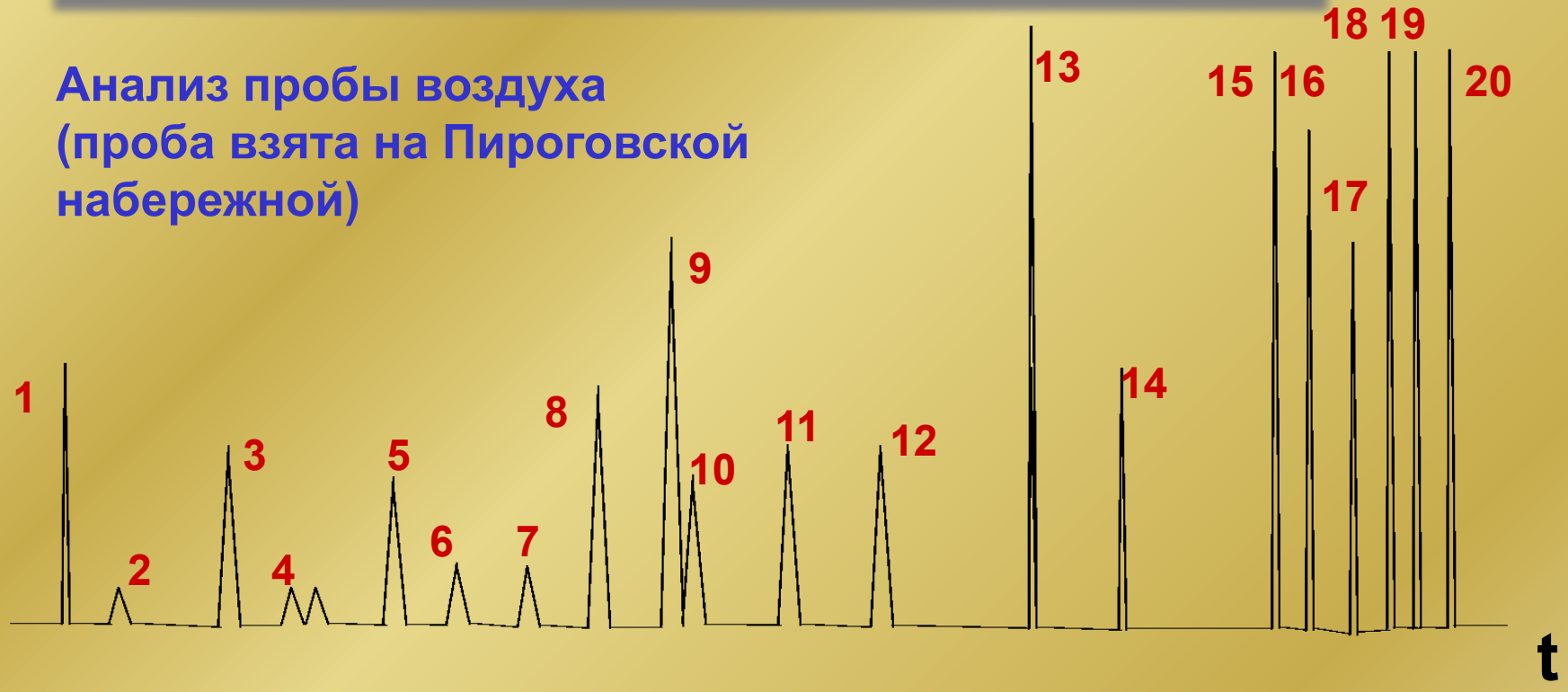
Высокоэффективная газожидкостная хроматография

Метаболический профиль органических компонентов мочи здорового человека



Возможности современных методов химического анализа в медицине

Анализ пробы воздуха
(проба взята на Пироговской
набережной)



1 - 1,2,3-триметилбензол

3 - 1,2,4-триметилбензол

5 - м,п-диметилтолуол

8 - п-ксилол

9 - м-ксилол

11 - этилбензол

12 - нонан

13 - толуол

14 - н-октан

15 - н-гептан

16 - 3-метилгексан

17 - 2-метилгексан

18 - н-гексан

19 - 2-метилпентан

20 - н-пентан