

# АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

---

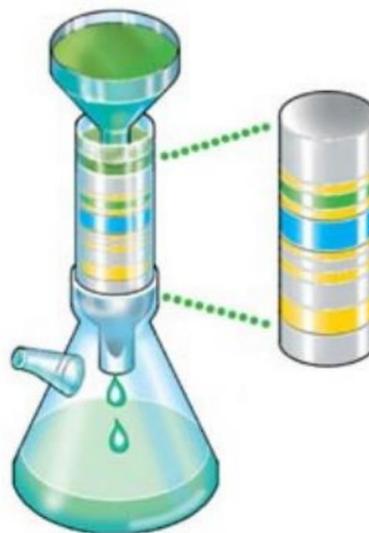
# Хроматографические методы анализа

---

# Основоположник хроматографии



М.С. Цвет (1872-1919) 1903 г.  
«хроматография»  
(chromos – цвет, graphéo  
– писать).



**Хроматография** – процесс, основанный на многократном повторении актов сорбции и десорбции вещества при перемещении его в потоке подвижной фазы (ПФ) вдоль неподвижной фазы (НФ).

**Сорбция** (лат. sorbeo – поглощаю) называют процесс поглощения твердым телом или жидкостью (сорбентом) газообразного или растворенного вещества (сорбата), обратный процесс называют **десорбцией**.

# Хроматографические методы анализа

---

**Хроматография** – метод разделения смесей веществ, основанный на их многократном перераспределении между двумя контактирующими фазами, одна из которых неподвижна, а другая имеет постоянное направление движения.

# Условия проведения хроматографического анализа

---

1. Наличие ПФ и НФ
2. Многократное повторение актов сорбции и десорбции
3. Равновесие сорбция $\Leftrightarrow$ десорбция должно устанавливаться быстро

# Классификация хроматографических методов

---

1. По агрегатному состоянию фаз
2. По механизму взаимодействия сорбента и сорбата
3. По технике выполнения
4. По цели

# По агрегатному состоянию фаз

---

**ПФ – газ**

**НФ – жидкость**

*газожидкостная*

*хроматография (ГЖХ)*

**НФ – тв.тело**

*газоадсорбционная*

*хроматография (ГАХ)*

**ПФ – жидкость**

**НФ – жидкость**

*жидкостно-жидкостная*

*хроматография*

**НФ – тв.тело**

*жидкостная адсорбционная*

*хроматография*

# По механизму разделения

- 1. Адсорбционная хроматография** основана на различии в адсорбируемости веществ твердым сорбентом
- 2. Распределительная хроматография** основана на различии в растворимости разделяемых веществ в неподвижной жидкой фазе или на различии в растворимости веществ в подвижной и неподвижной жидких фазах
- 3. Ионообменная хроматография** основана на разной способности веществ к ионному обмену
- 4. Эксклюзионная хроматография** (ситовая, проникающая) основана на различии в размерах и формах молекул разделяемых веществ

## По технике выполнения

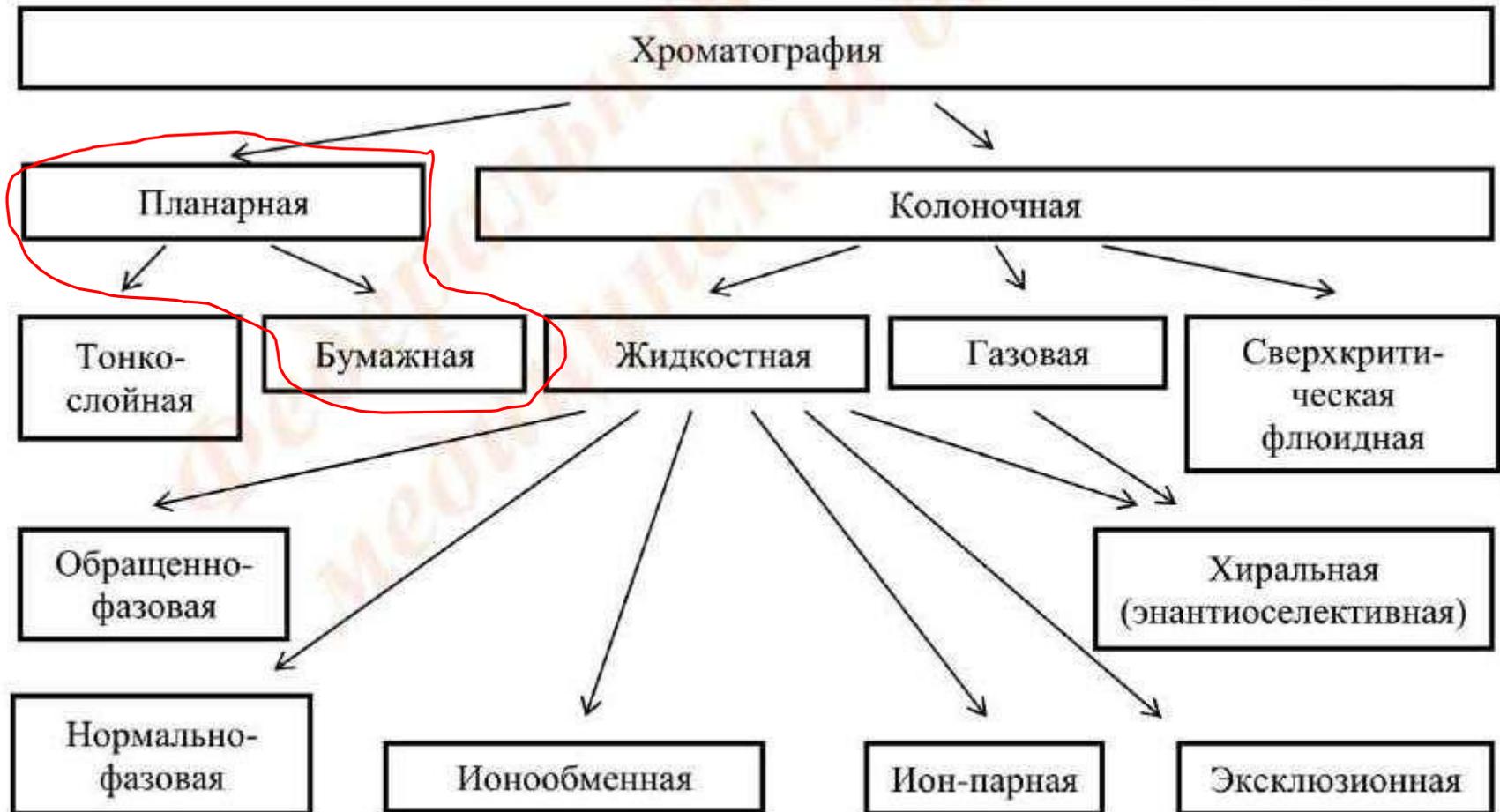
1. Колоночная хроматография
2. Плоскостная хроматография

# По цели хроматографирования

---

1. Аналитическая хроматография  
(качественный и количественный анализ)
2. Препаративная хроматография (для получения веществ в чистом виде, для концентрирования и выделения микропримесей)
3. Промышленная хроматография

# Хроматографические методы анализа



# Основные понятия

---

**Элюент** – подвижная фаза, вводимая в слой неподвижной фазы

**Элюат** – подвижная фаза, выходящая из колонки и содержащая разделенные компоненты (определяют содержание компонентов)

**Хроматограмма** – графическое изображение распределения веществ в элюате

**Хроматограмма** – картина расположения хроматографических зон на бумаге или тонком слое сорбента после завершения разделения

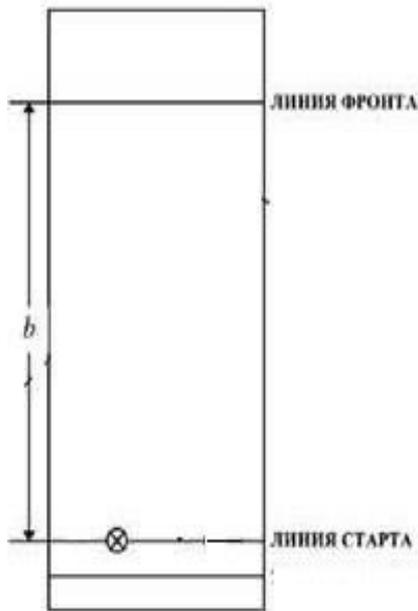
# Техника эксперимента

---

1. Нанесение пробы
2. Хроматографирование
3. Детектирование
4. Идентификация смеси

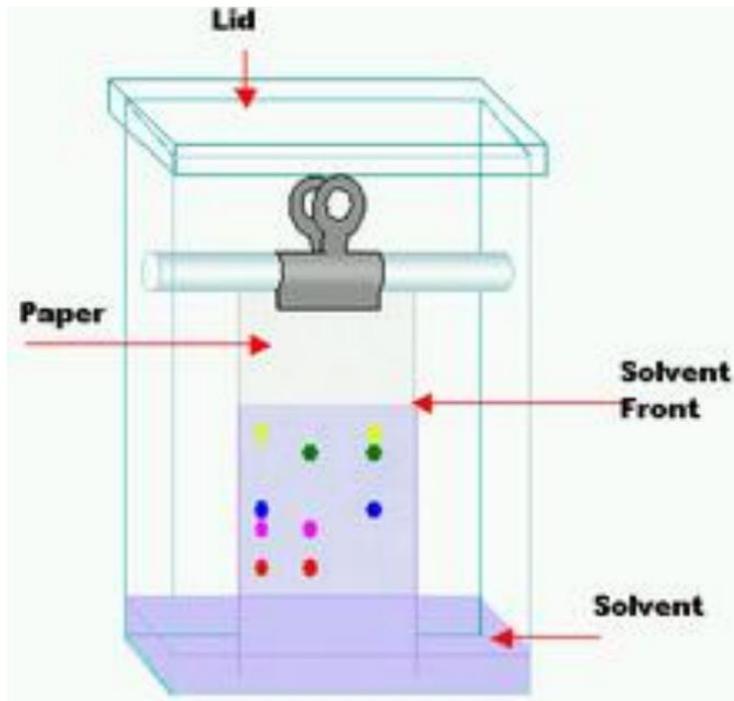
# Нанесение пробы

---



1. Проводят линию старта (не менее 1 см от края)
2. Проводят линию финиша (10 см от линии старта)
3. Капилляром или микрошприцом наносят смесь веществ ( $\varnothing$  2-3 мм)
4. Подсушивают

# Хроматографирование



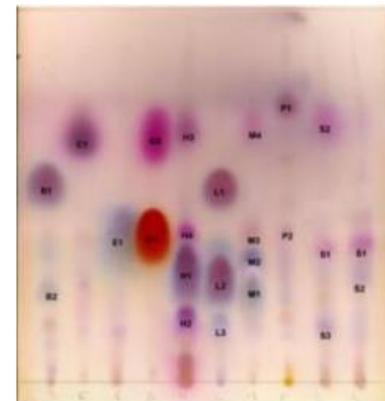
Помещают в камеру для хроматографирования, содержащую подвижную фазу.

До момента достижения растворителем линии финиша

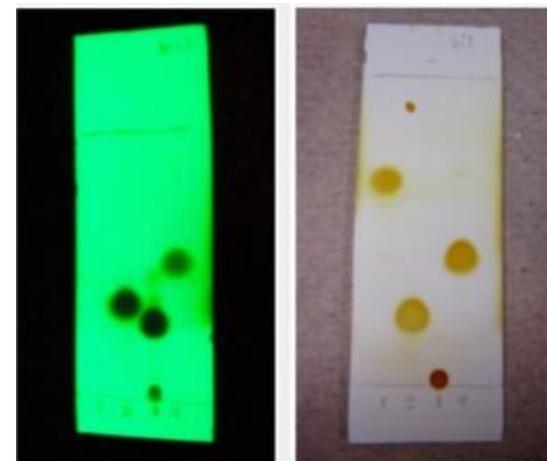
# Детектирование

---

1. Химическая обработка – появляется цветное пятно (нингидрин для обнаружения аминокислот, аминов, белков)



2. Облучение УФ – обнаруживают флуоресцирующие соединения (алкалоиды, антибиотики, витамины)



3. Термическая обработка – пятна проявляются в виде коричневых зон

# Идентификация смеси

---

Для характеристики разделяемых компонентов используют коэффициент подвижности  $R_f$  (характеризует положение зоны вещества на хроматограмме)

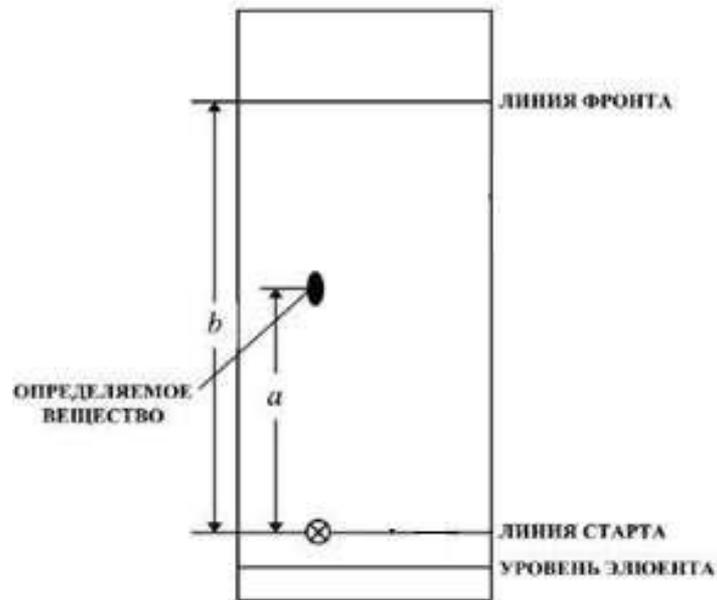
$$R_f = V_i / V_E = (l_i / t) / (L / t) = l_i / L$$

$V$  – скорость перемещения  $i$ -компонента и растворителя

$l_i$  и  $L$  – расстояние, пройденное  $i$ -компонентом и растворителем

---

$$R_f = a/b,$$



**a** - расстояние от точки нанесения пробы до центра пятна, характеризующего зону адсорбции;

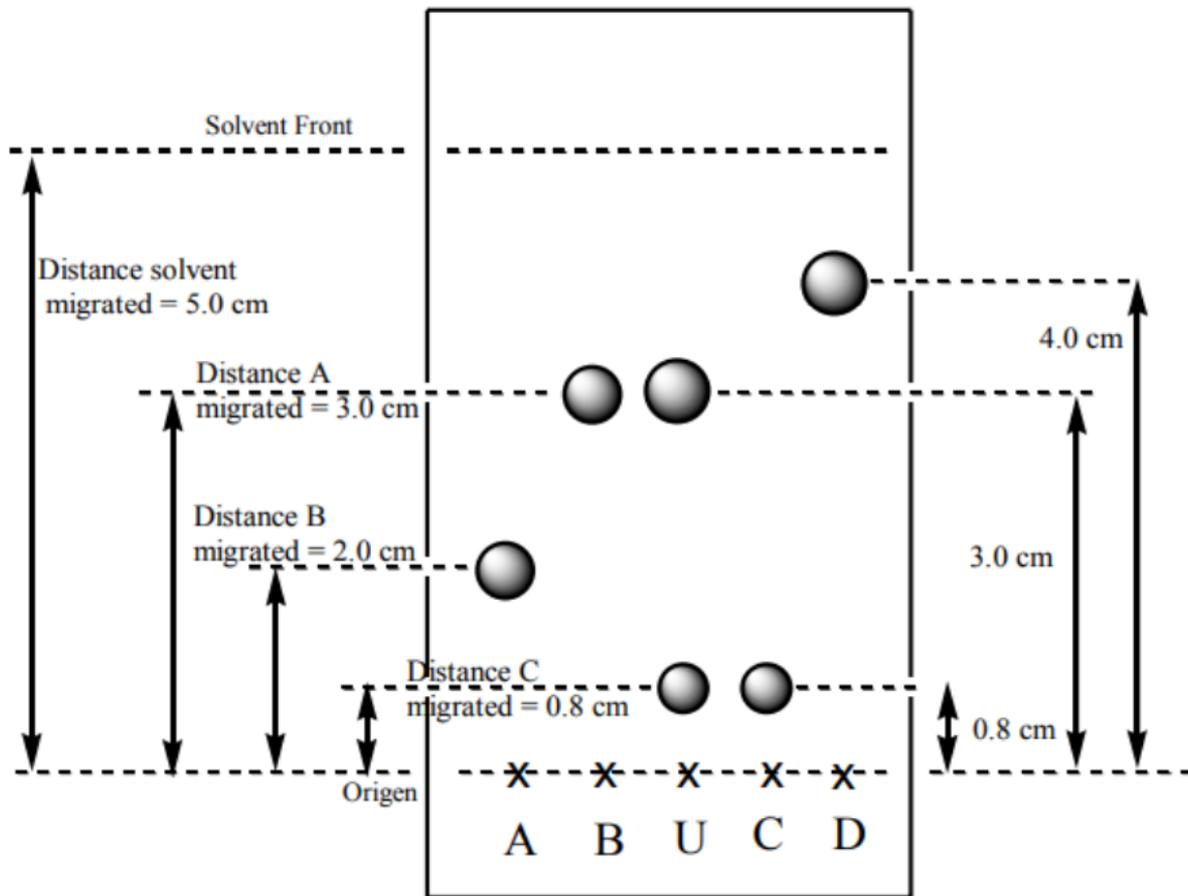
**b** – расстояние от линии старта до линии фронта элюента

$$R_f = 0—1 \text{ (0,3—0,7)}$$

---

$R_f$  зависит от природы носителя (бумага, активность и природа сорбента, толщина слоя сорбента), качества и природы растворителя, техники эксперимента, температуры и других факторов.

Для нивелирования влияния условий проведения эксперимента вводят  $R_s$  — относительный коэффициент подвижности



$$R_f(A) = \frac{2.0 \text{ cm}}{5.0 \text{ cm}} = 0.40$$

$$R_f(B) = \frac{3.0 \text{ cm}}{5.0 \text{ cm}} = 0.60$$

$$R_f(C) = \frac{0.8 \text{ cm}}{5.0 \text{ cm}} = 0.16$$

$$R_f(D) = \frac{4.0 \text{ cm}}{5.0 \text{ cm}} = 0.80$$

$$R_f(U_1) = \frac{3.0 \text{ cm}}{5.0 \text{ cm}} = 0.60$$

$$R_f(U_2) = \frac{0.8 \text{ cm}}{5.0 \text{ cm}} = 0.16$$

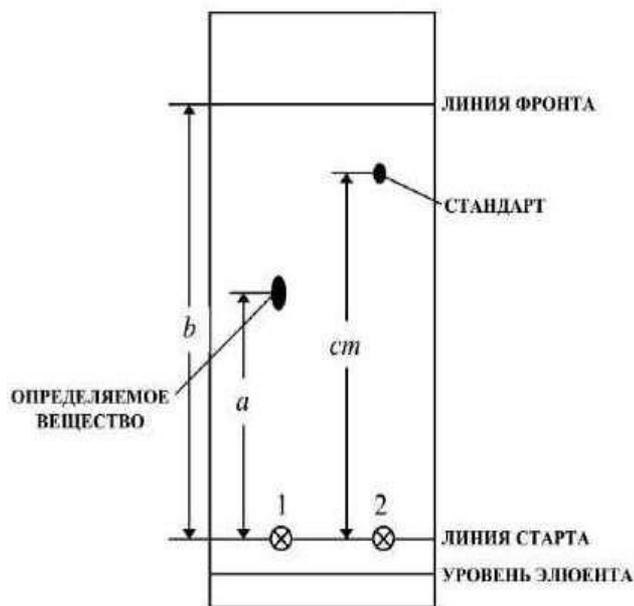
$$R_S = I/I_{CT} = R_f/R_{f(CT)}$$

$$R_f = I/L$$

$$R_{f(CT)} = I_{CT}/L$$

$I_{CT}$  – расстояние от линии старта до центра пятна стандарта

Свидетели (стандарты) – эталонные вещества, наличие которых предполагается в пробе



# Применение ТСХ и БХ

---

1. Качественный анализ (по окраске зон судят о составе смеси)
2. Количественный анализ (проводят либо непосредственно на хроматограмме, либо вымывают из слоя сорбента или с бумажной полоски и анализируют)