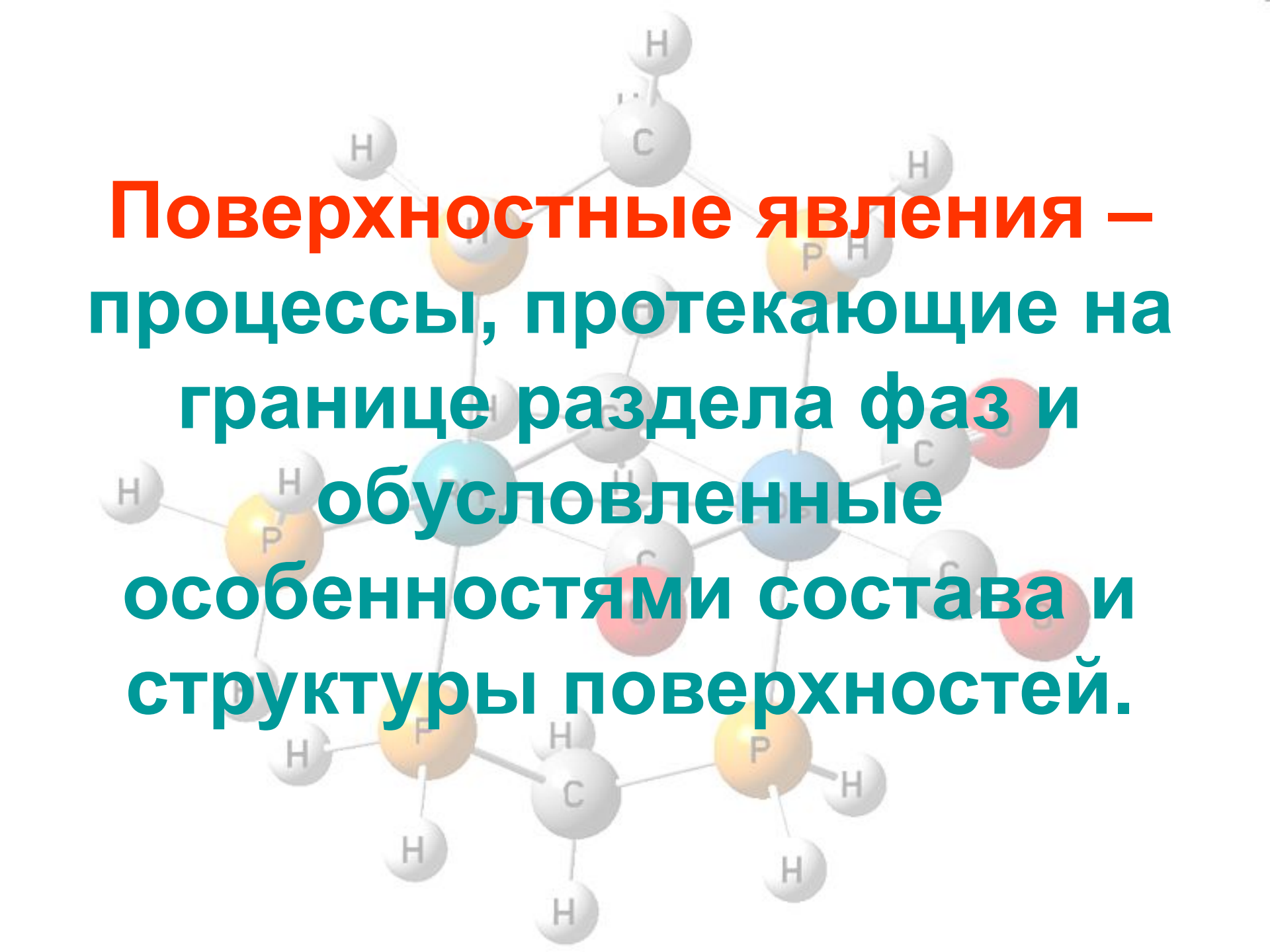


**Физико-химия
поверхностных
явлений в
функционировании
живых систем**



Поверхностные явления –
процессы, протекающие на
границе раздела фаз и
обусловленные
особенностями состава и
структуры поверхностей.

Поверхностное натяжение

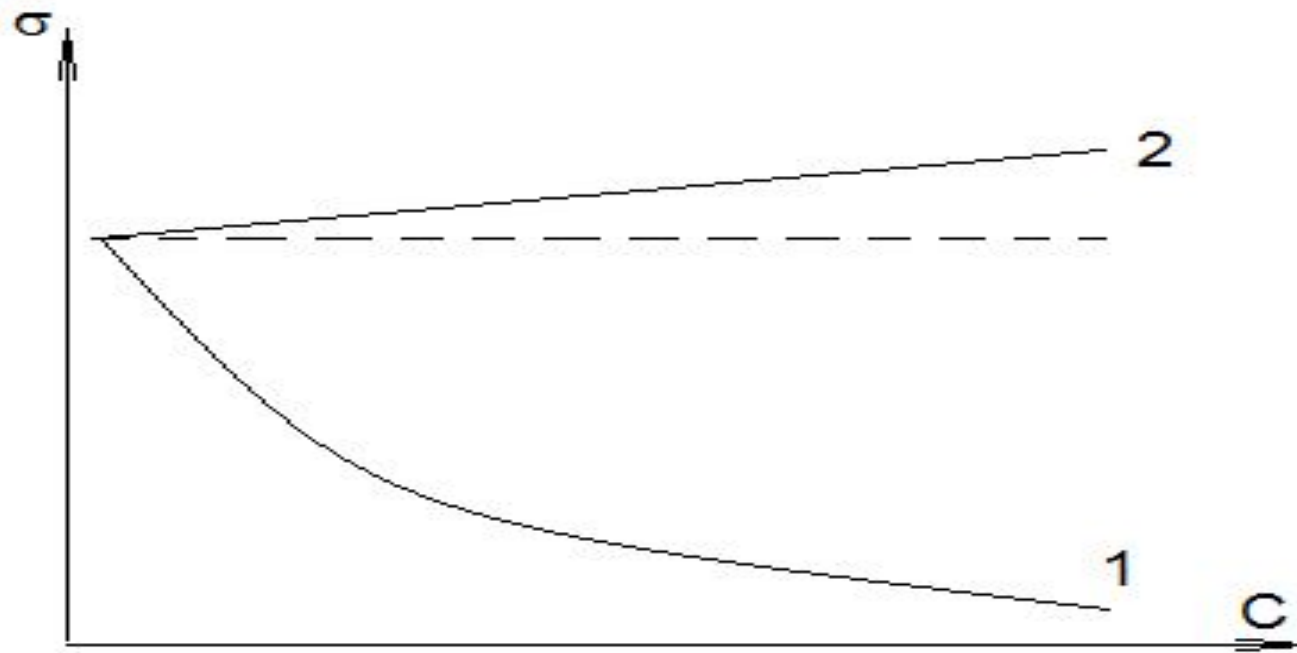
$$\sigma = \left(\frac{\partial G}{\partial S} \right)_{P, T, n} \quad [\text{Дж/м}^2]$$

Физический смысл σ :

- 1) Энергия (Дж/м²)
- 2) Сила (Н/м)

$$\sigma_{\text{H}_2\text{O}} = 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2 \text{ при } 298^\circ \text{ К}$$

Зависимость σ от C называется изотерма поверхностного натяжения.



1- ПАВ

$$\Delta\sigma/\Delta C < 0$$

$$E_{\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}} > E_{\text{H}_2\text{O}-\text{ПАВ}}$$

2- ПИВ

$$\Delta\sigma/\Delta C > 0$$

$$E_{\text{H}_2\text{O}-\text{ПАВ}} > E_{\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}}$$

Поверхностная активность –
способность растворенных
веществ изменять
поверхностное натяжение.

Мера поверхностной активности

- $(d\sigma/dC)$ или - $(\Delta\sigma/\Delta C)$

Уравнение Шишковского

$$\sigma = \sigma_0 - B \ln(1 + AC),$$

C – концентрация ПАВ

Определение σ : 1) статические

2) полустатические

3) динамические



Правило Дюкло-Траубе:

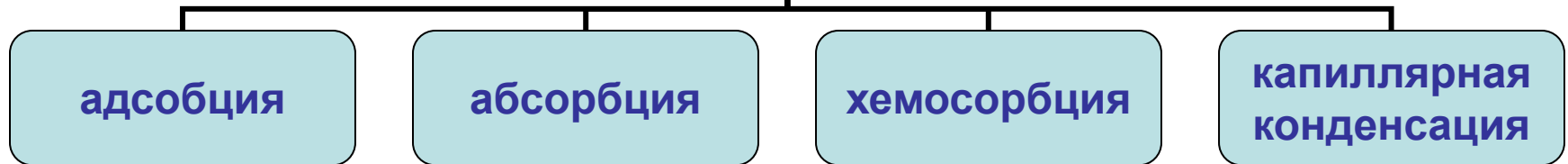
$$\beta = G_{n+1} / G_n = 3 \div 3,5$$

(для спиртов и карбоновых кислот)

ПЕРИОДЫ	A I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X				
1	H 1 Водород						(H)			He 2 Гелий				
2	Li 3 Литий	Be 4 Бериллий	B 5 Бор	C 6 Углерод	N 7 Азот	O 8 Кислород	F 9 Фтор	Ne 10 Неон						
3	Na 11 Натрий	Mg 12 Магний	Al 13 Алюминий	Si 14 Кремний	P 15 Фосфор	S 16 Сера	Cl 17 Хлор	Ar 18 Аргон						
4	K 19 Калий	Ca 20 Кальций	Sc 21 Скандий	Ti 22 Титан	V 23 Ванадий	Cr 24 Хром	Mn 25 Марганец	Fe 26 Железо	Co 27 Кобальт	Ni 28 Никель				
5	Rb 37 Рубидий	Sr 38 Стронций	Y 39 Иттрий	Zr 40 Цирконий	Nb 41 Ниобий	Mo 42 Молибден	Tc 43 Технеций	Ru 44 Рутений	Rh 45 Родий	Pd 46 Палладий				
6	Cs 55 Цезий	Ba 56 Барий	La* 57 Лантан	Hf 72 Гафний	Ta 73 Тантал	W 74 Вольфрам	Re 75 Рений	Os 76 Осмий	Ir 77 Иридий	Pt 78 Платина				
7	Fr 87 Франций	Ra 88 Радий	Ac* 89 Актиний	Rf 104 Рифмий	Db 105 Дубний	Sg 106 Сигмий	Bh 107 Борний	Hs 108 Хассий	Mt 109 Мейтнерий	Ds 110 Дармштадтий				
	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH	R ₂ O ₇	RO ₄					
ЛАНТАНОИДЫ*	Ce 58 Церий	Pr 59 Прометий	Nd 60 Неодим	Pm 61 Прометий	Sm 62 Самарий	Eu 63 Европий	Gd 64 Гадолиний	Tb 65 Тербий	Dy 66 Диспрозий	Ho 67 Гольмий	Er 68 Ербий	Tm 69 Туллий	Yb 70 Иттербий	Lu 71 Лютеций
АКТИНОИДЫ**	Th 90 Торий	Pa 91 Протактиний	U 92 Уран	Np 93 Нептуний	Pu 94 Плутоний	Am 95 Америций	Cm 96 Кюрий	Bk 97 Берклий	Cf 98 Калифорний	Es 99 Эйнштейний	Fm 100 Фермий	Md 101 Менделеев	No 102 Нобелий	Lr 103 Лоренций

Неметаллы Металлы, образующие основные оксиды и основания ☁ - газ при комнатной температуре 🔵 - жидкость при комнатной температуре ⚡ - радиоактивный элемент
 Металлы, образующие амфотерные оксиды и гидроксиды

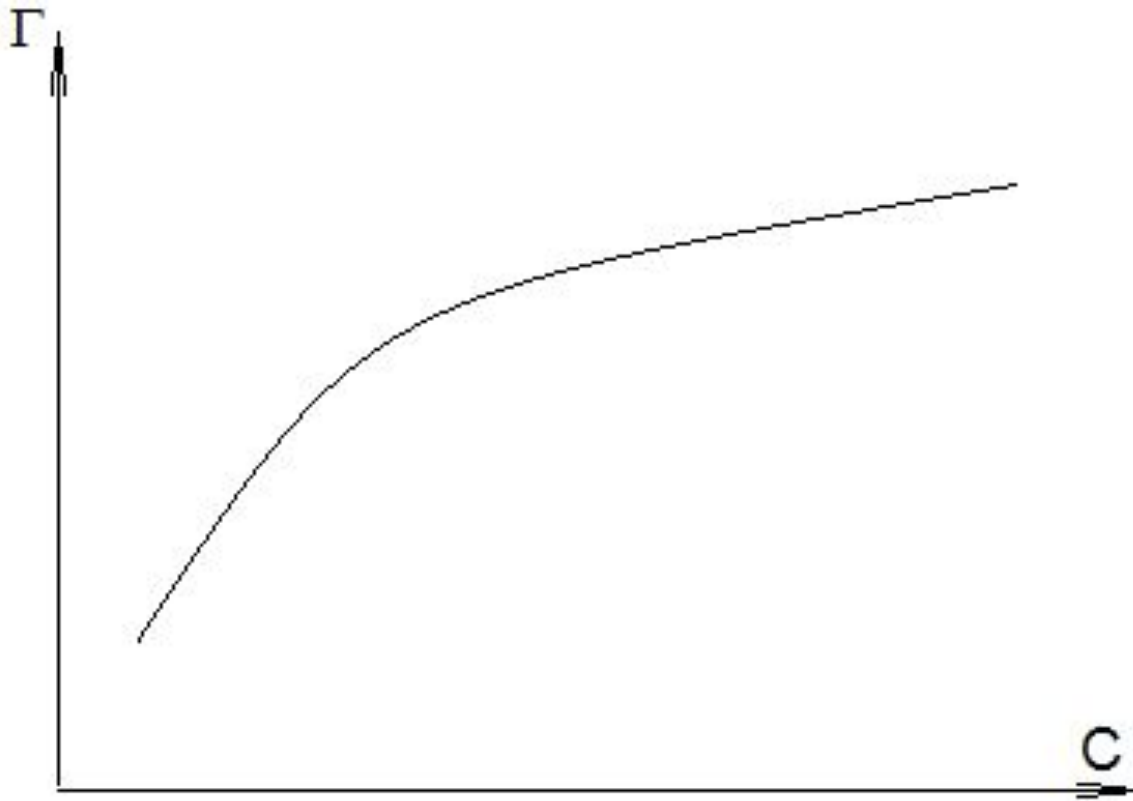
Сорбция



Физическая сорбция – 8 -20 кДж/моль

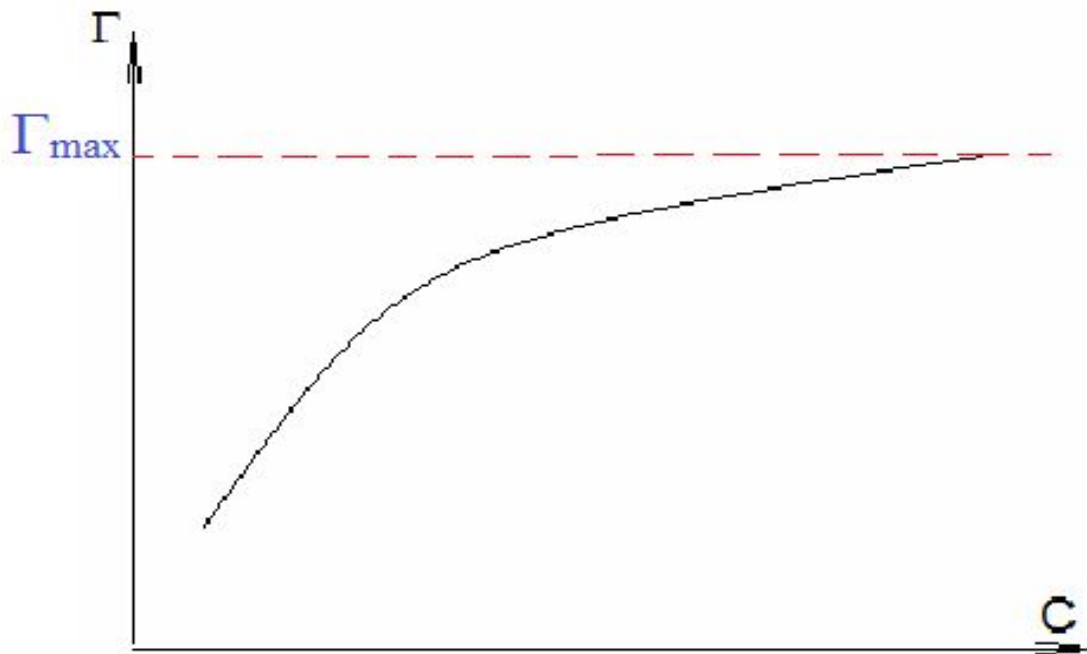
Хемосорбция – 80-800 кДж/моль

Уравнение Гиббса [моль/м²]



$$\Gamma = -\frac{d\sigma}{dC} \cdot \frac{C}{RT}$$

Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра



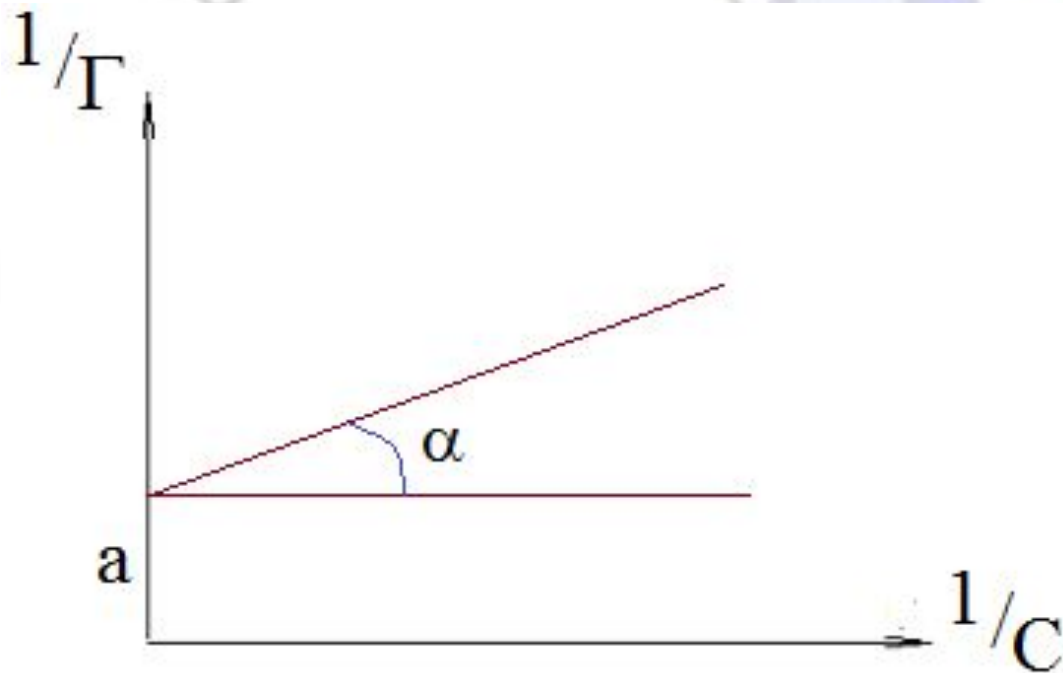
$$\Gamma = \frac{\Gamma_{\max} \cdot C}{K + C}$$



при увеличении концентрации ПАВ

Линеаризация уравнения Лэнгмюра

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\max}} + \frac{k}{\Gamma_{\max}} \cdot \frac{1}{C} \quad (y = a + bx)$$



$$a = \frac{1}{\Gamma_{\max}};$$

$$\frac{k}{\Gamma_{\max}} = \operatorname{tg} \alpha$$

По величине Γ_{\max} можно
рассчитать S_o и l молекул ПАВ
в мономолекулярном слое

$$S_o = \frac{1}{\Gamma_{\max} \cdot N_A};$$

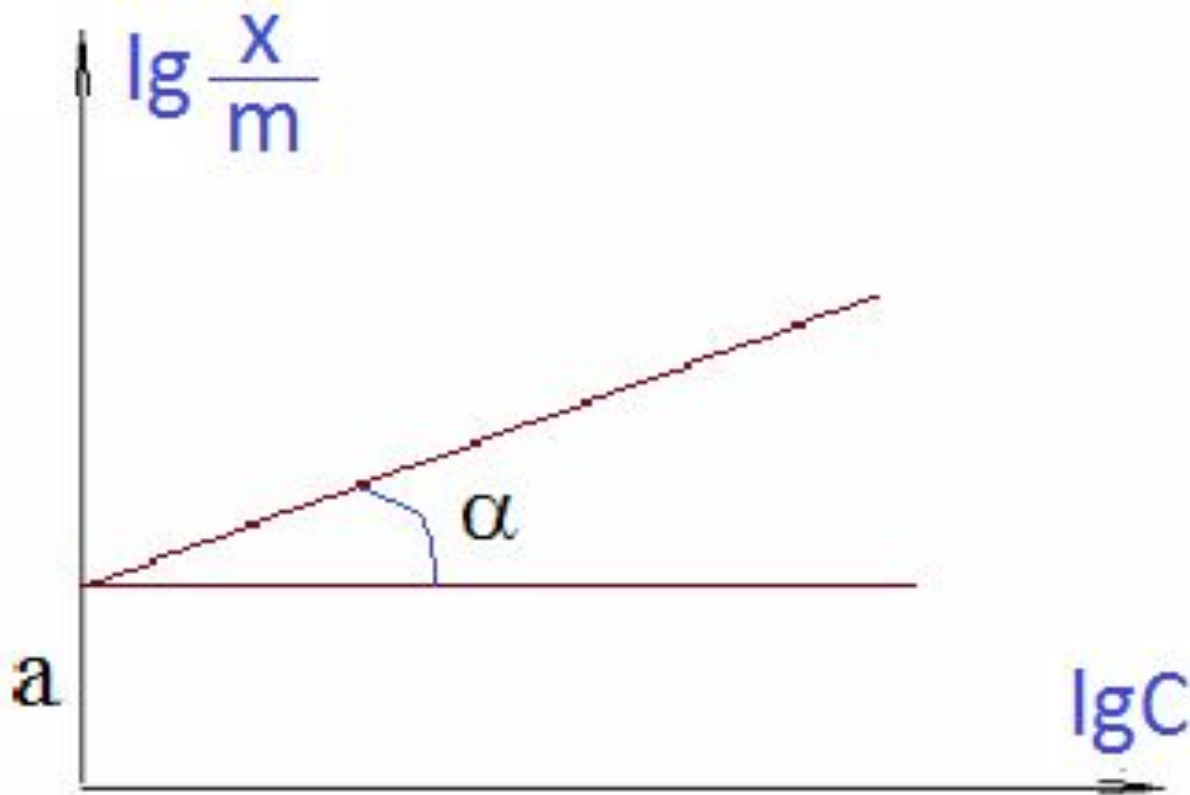
$$l = \frac{\Gamma_{\max} \cdot M}{\rho}$$

Адсорбция на твердых сорбентах

Уравнение Фрейндлиха

$$A = \frac{x}{m} = k \cdot C^{1/n}, \quad n = 0,1 \div 1;$$

$$[A] = [\text{моль} / \text{г}]; \quad \lg \frac{x}{m} = \lg k + \frac{1}{n} \lg C$$



$$a = \lg k$$

$$\frac{1}{n} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$A = \frac{(C_o - C) \cdot V}{m} \quad \left[\frac{\text{моль}}{\text{г}} \right]$$

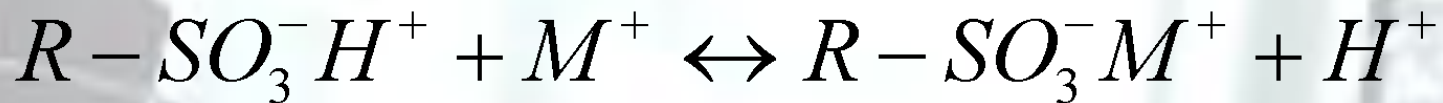
Правило Шилова:

чем лучше вещество растворяется в данном растворителе, тем хуже оно из него адсорбируется.



Правило Панета-Фаянса:

**из всех ионов в растворе
в первую очередь
адсорбируются те, которые
входят в состав сорбента, или
имеют с ним общие группы.**



на катионите



на анионите



Обменная емкость ионита - ммоль ионов
на 1 г сухого и 1 мл набухшего ионита

Адсорбция лежит в основе важнейших биологических процессов:

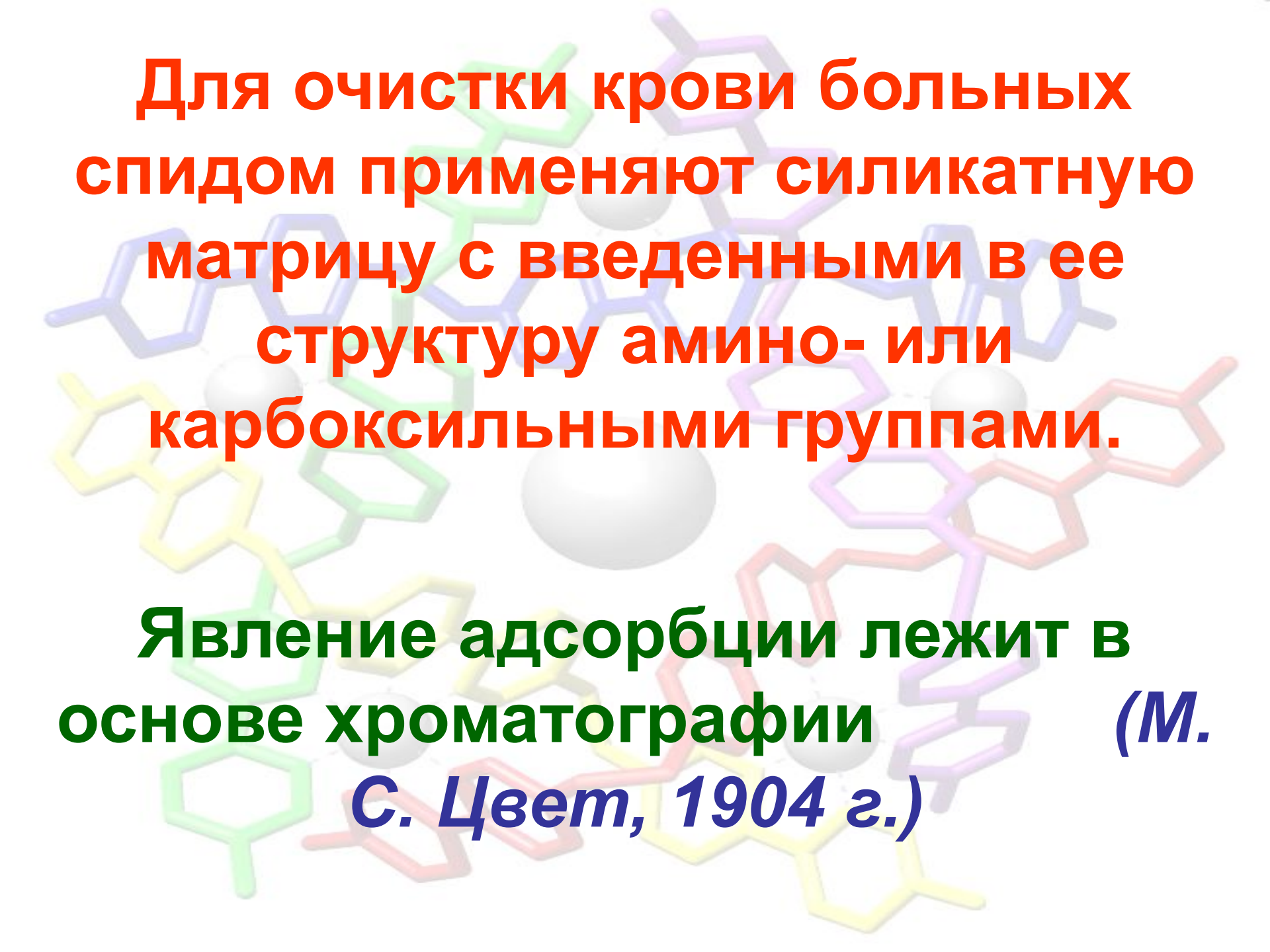
- 1) с адсорбции начинается поглощение различных веществ клетками и тканями организма**
- 2) взаимодействие ферментов с субстратами для протекания ферментативных реакций**
- 3) адсорбция является основным физико-химическим механизмом работы иммунной системы (образование комплекса «антиген-антитело»)**

Адсорбция лежит в основе важнейших биологических процессов:

- 4) удаление из крови различных токсических веществ, вирусов, бактерий (гемосорбция)**
- 5) удаление токсинов из ЖКТ (альмагель, фосфолюгель и др.)**
- 6) ПАВ вводится в лекарственные препараты для улучшения всасывания (конферон)**

Типы сорбентов, использующихся для удаления различных веществ

Вещество	Сорбент
Фенол, гепарин	Аниониты с четвертичными и фосфониевыми основаниями
Билирубин	Активные угли
Креатинин	Алюмосиликаты
Холестерин	Макропористые и биоспецифические сорбенты



**Для очистки крови больных
спидом применяют силикатную
матрицу с введенными в ее
структуру amino- или
карбоксильными группами.**

**Явление адсорбции лежит в
основе хроматографии** (M.
С. Цвет, 1904 г.)

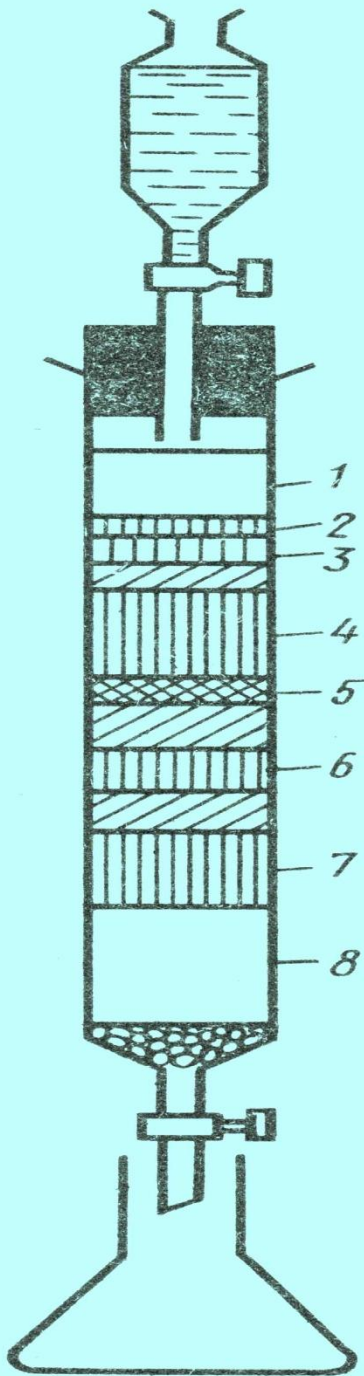
Хроматография – область науки,
изучающая процессы,
основанные на перемещении
зоны вещества вдоль слоя
сорбента в потоке подвижной
фазы и связанные с
многократным повторением
сорбционных и десорбционных
актов

«Хроматография – цветозапись» 1903 г. М.С. Цвет



г. Воронеж. Экскурсия у могилы основателя хроматографии М.С. Цвета

Эксперимент М.С. Цвета по разделению хлорофилла (адсорбент CaCO_3)



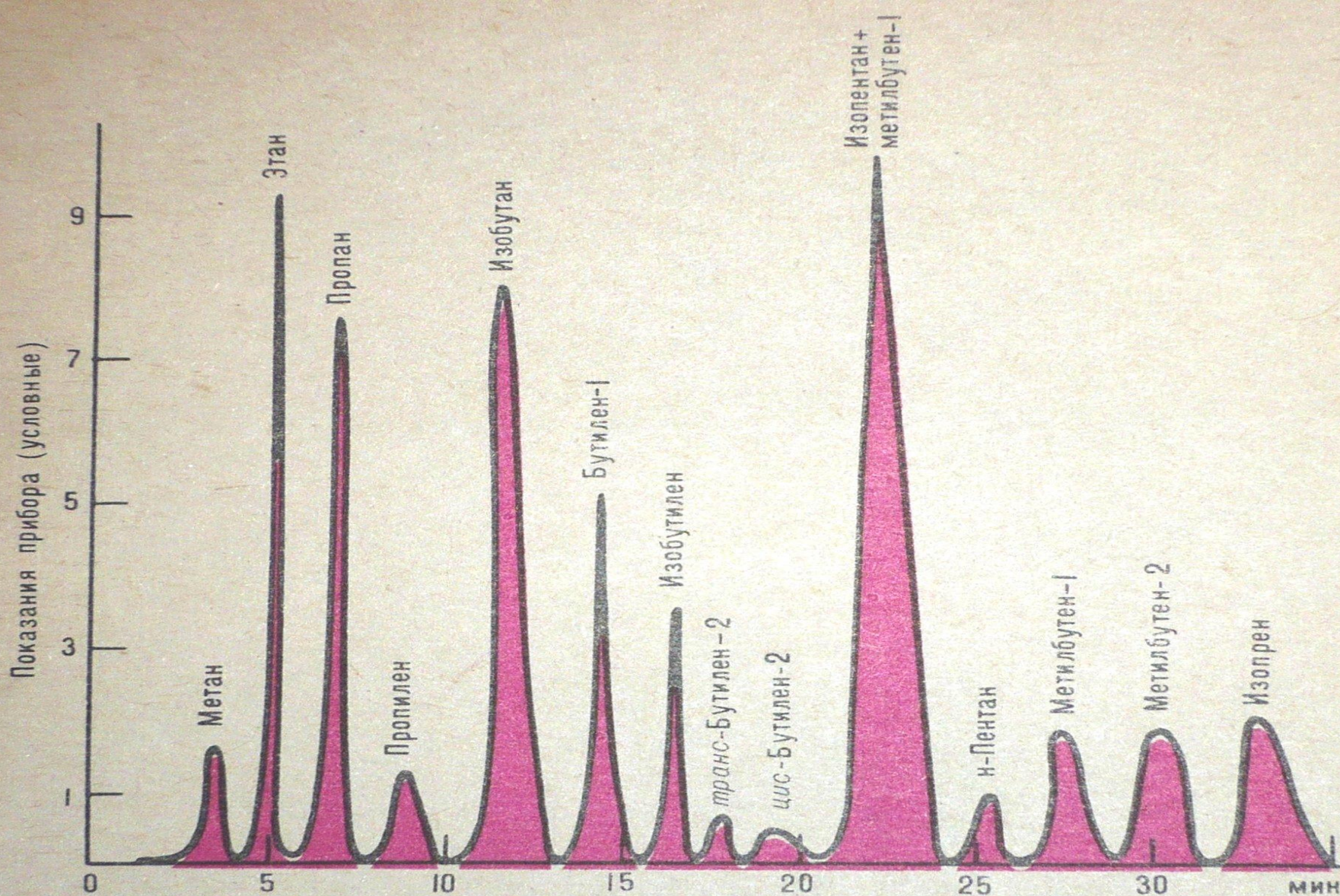
- 1 – бесцветная зона (коллоидные примеси)**
- 2 – желтая зона (ксантофилл β)**
- 3 – желто-зеленая зона (хлорофиллин β)**
- 4 – Зелено-синяя зона (хлорофиллин α)**
- 5 – желтая зона (ксантофилл)**
- 6 – желтая зона (ксантофилл α)**
- 7 – желтая зона (ксантофилл α)**
- 8 – серо-стальная зона (хлорофиллин)**

**Подвижная фаза (ПФ) – газ
или жидкость.**

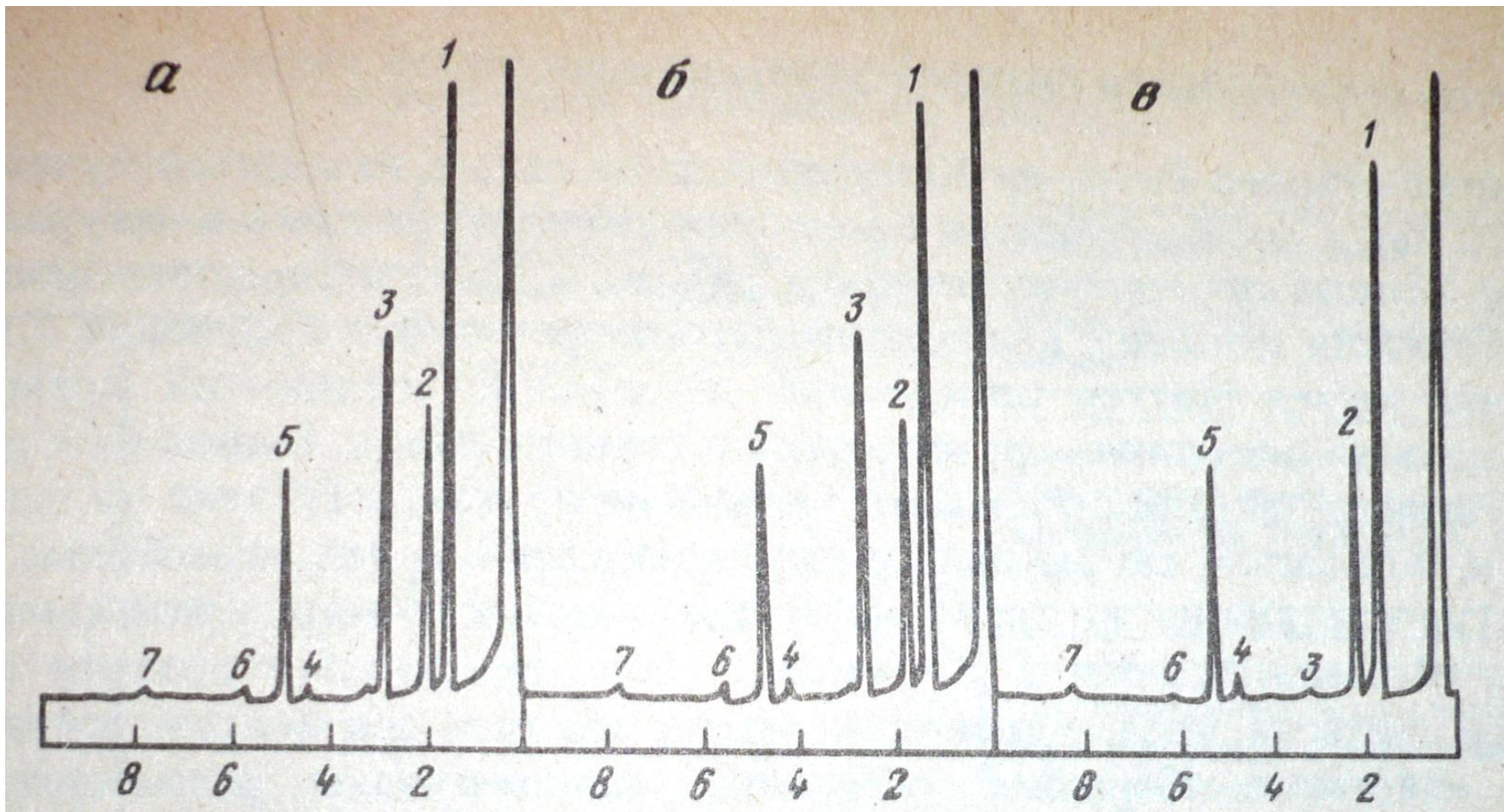
**Неподвижная фаза
(стационарная фаза) (НФ) –
твердое тело, жидкость
(сорбент).**

Необходимые условия:

1. Наличие ПФ и НФ.
2. Многократные повторения актов сорбции и десорбции.
3. Равновесие «сорбция \leftrightarrow десорбция» должно устанавливаться быстро



Выходные кривые разделения сложной газовой смеси на хроматографе (газовая хроматография)
(от метана до изопрена)



Хроматограмма образцов героина

а- и б- идентичные образцы, в- другой источник приобретения

1 – кофеин,

2 – фенobarбитон,

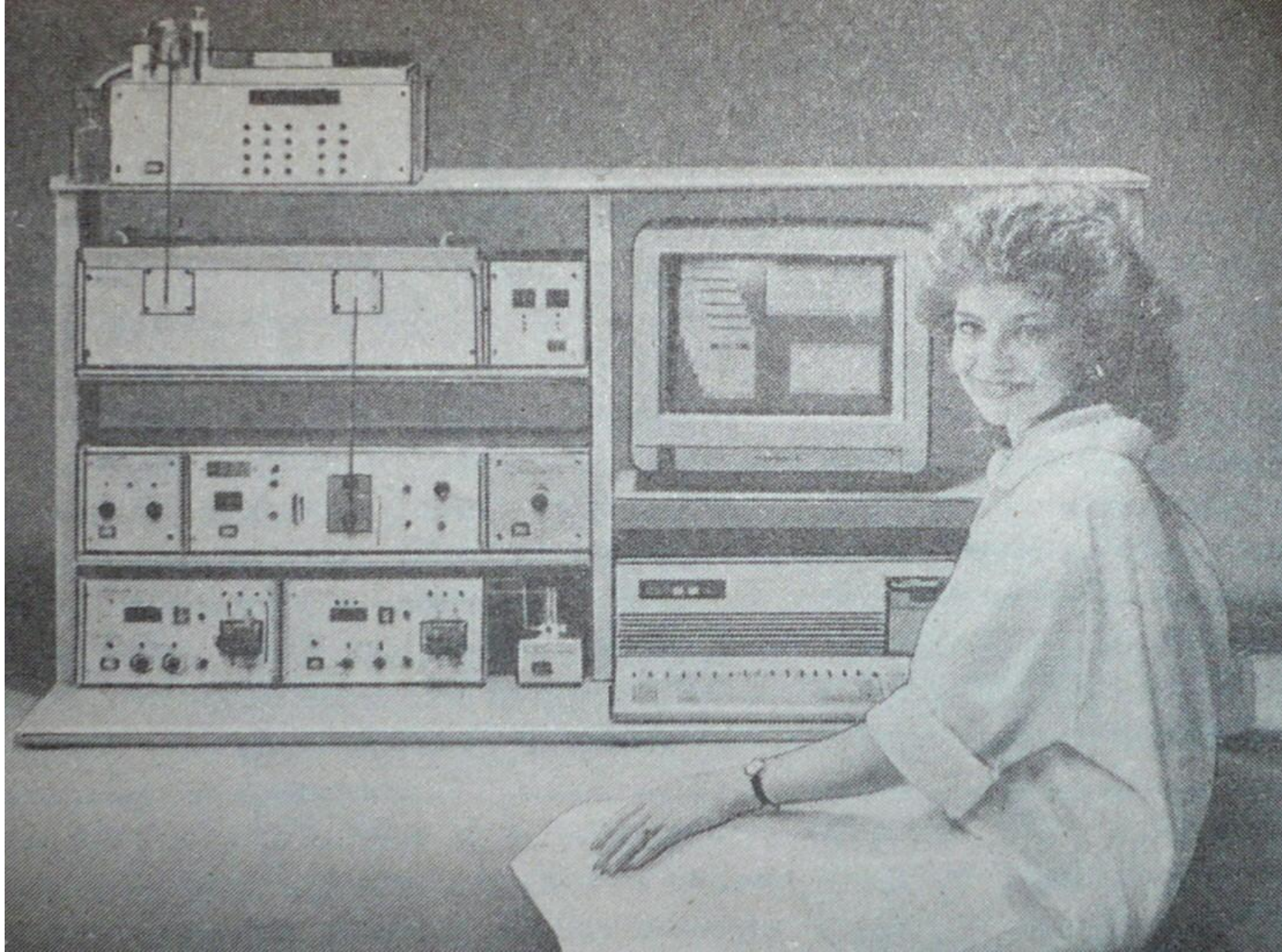
3 – метаквалон,

4 – ацетилморфин,

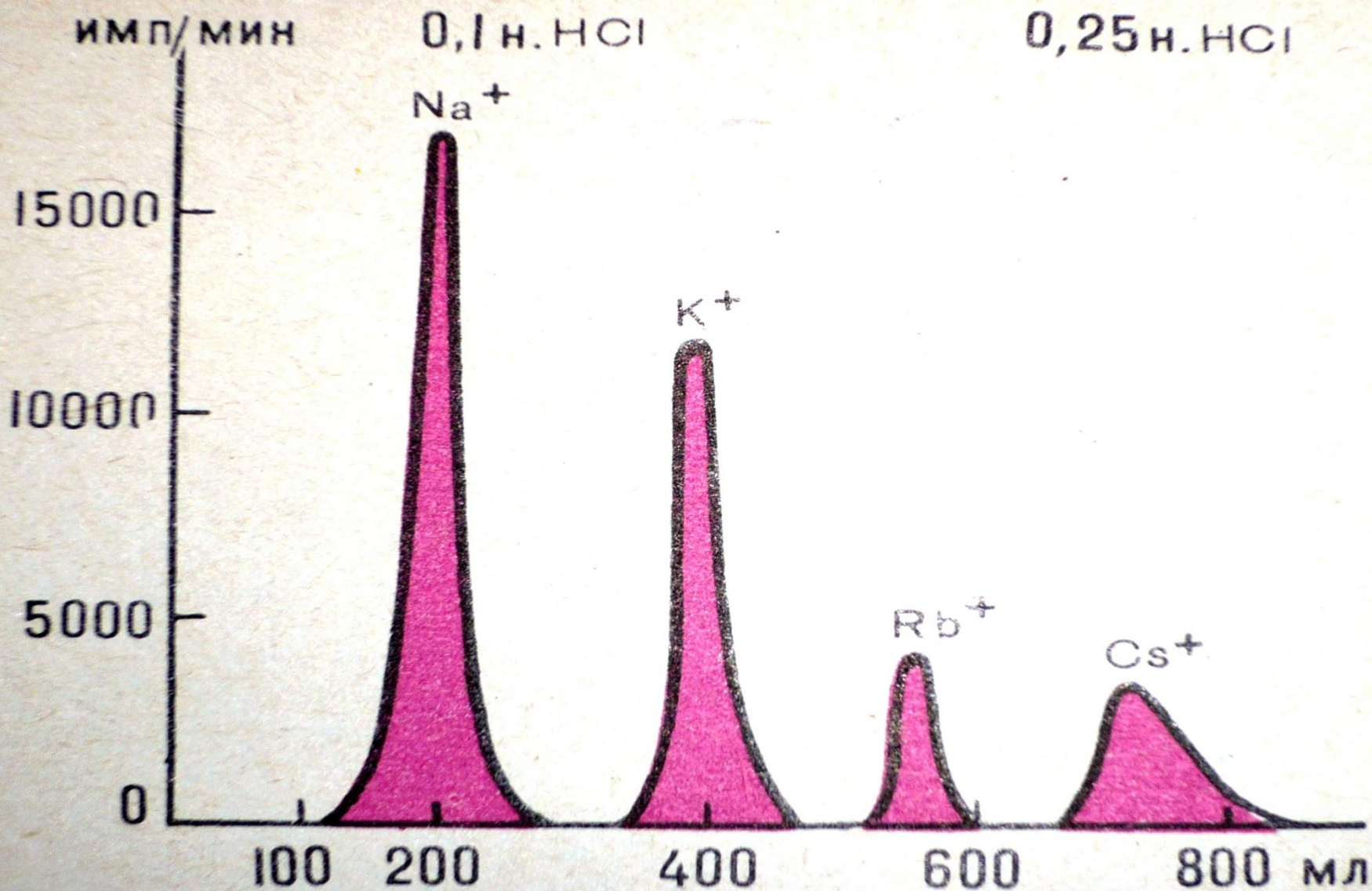
5 – деаморфин,

6 – папаверин,

7 - наркотин



**Жидкостный хроматограф фирмы «Кнауэр»
(Германия)**



Кривая элюирования смеси щелочных металлов

(метод ионообменной хроматографии – элюент 0,25 н HCl)

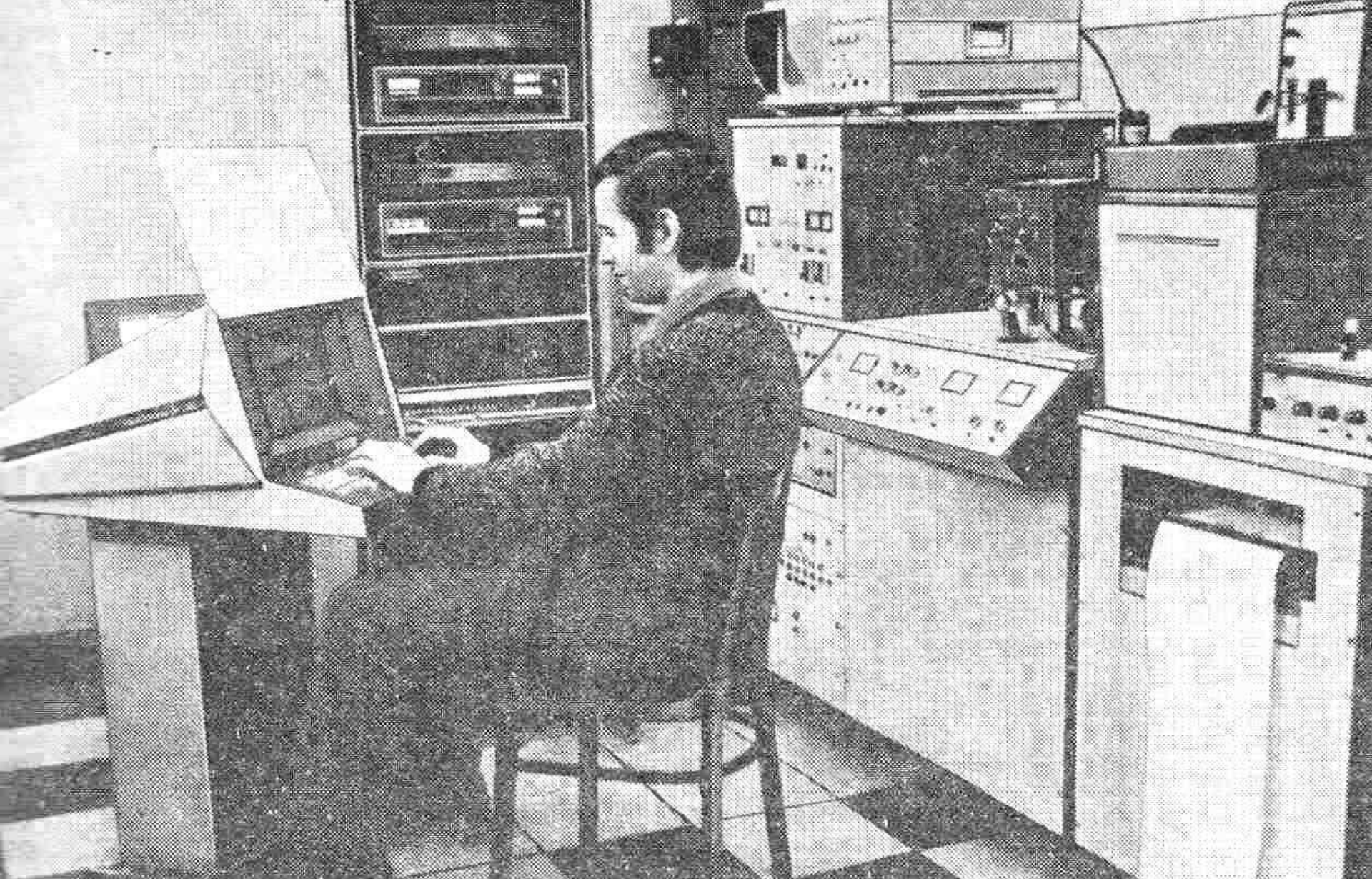


Ионный хроматограф «Цвет – 3006» (СССР)

Техника бумажной хроматографии схожа с техникой ТСХ



Нисходящая
бумажная
хроматография



Хромато-масс-спектрометрия – один из наиболее чувствительных методов определения органических соединений