INNOVATION

Адсорбция

Иваненко О.И.

- ***<u>Адсорбция</u>*** – самопроизвольное изменение концентрации вещества на границе раздела фаз.

INNOVATION

Медико-биологическое значение темы:

1. Усвоение питательных и лекарственных веществ
2. Перенос O_2 и CO_2 из лёгких к тканям
3. Действие ферментов
4. Детоксикация организма:
   а) Гемосорбция - очистка крови
   б) Лимфосорбция - очистка лимфы.
5. Поглощение ядовитых веществ в желудочно-кишечном тракте.
6. Хроматография:
   - разделение смесей аминокислот;
   - очистка лекарственных препаратов;
   - количественное определение витаминов, гормонов;
   - диагностика заболеваний

INNOVATION

Основные понятия

- **Сорбент** – поглотитель
- **Сорбтив** (сорбат) – поглощаемое вещество
- **Сорбция** – процесс поглощения одного вещества другим
- **Адсорбция** – поглощение поверхностью сорбента
- **Абсорбция** – поглощение всем сорбентом

INNOVATION

Поверхностное натяжение

Поверхностное натяжение (σ) равно работе, которую нужно совершить для создания единицы поверхности [Дж/м^2].

Поверхностное натяжение зависит от:

- природы жидкости

σ(H_2O)=72,8 Дж/м^2; σ(сыворотки крови)=45,4 Дж/м^2).

- температуры (↑t ↓σ , при $t_{кип}$ σ =0).
- давления (↑p ↓σ).
- концентрации растворенного вещества.

INNOVATION

Поверхностная активность

Способность растворенного вещества изменять поверхностное натяжение – **поверхностная активность** (g)

Мера поверхностной активности:

$$g = -\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$$

INNOVATION

ПАВ, ПИВ, ПНВ

1. **Поверхностно-активные вещества** (**ПАВ**): уменьшают σ растворителя.

   σ раствора < σ растворителя; g > O.

   ПАВ: *спирты, органические кислоты, сложные эфиры, белки, холестерин, жиры, липиды, мыла*.

2. **Поверхностно-инактивные вещества** (**ПИВ**): увеличивают σ растворителя.

   σ раствора > σ растворителя; g < O.

   ПИВ: *неорганические кислоты, основания, соли, глицерин, α - аминокислоты*.

3. **Поверхностно-неактивные вещества** (**ПНВ**): не изменяют поверхностное натяжение растворителя.

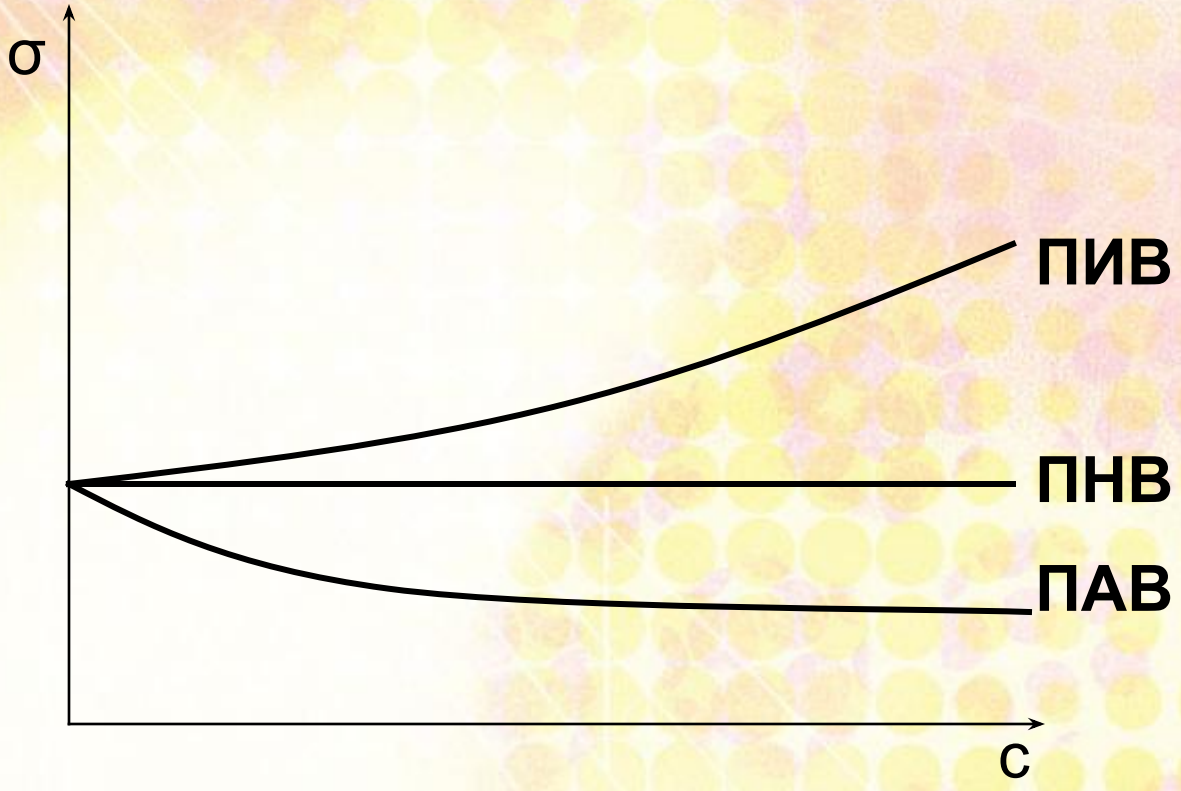
   σ раствора = σ растворителя; g = O.

   ПНВ: *сахароза*.

INNOVATION

Изотерма поверхностного натяжения

Зависимость σ от концентрации растворенного вещества при постоянной температуре – **изотерма поверхностного натяжения.**



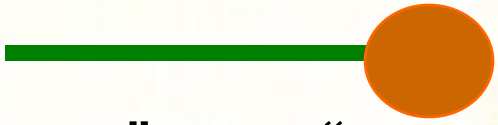
INNOVATION

Строение молекулы ПАВ:

Молекула ПАВ состоит из:

- неполярной гидрофобной углеводородной группы (“хвост”)
- полярной гидрофильной группы (“голова”):

  -OH, -COOH, -C(O)-O,-NH_2; -SO_3H.

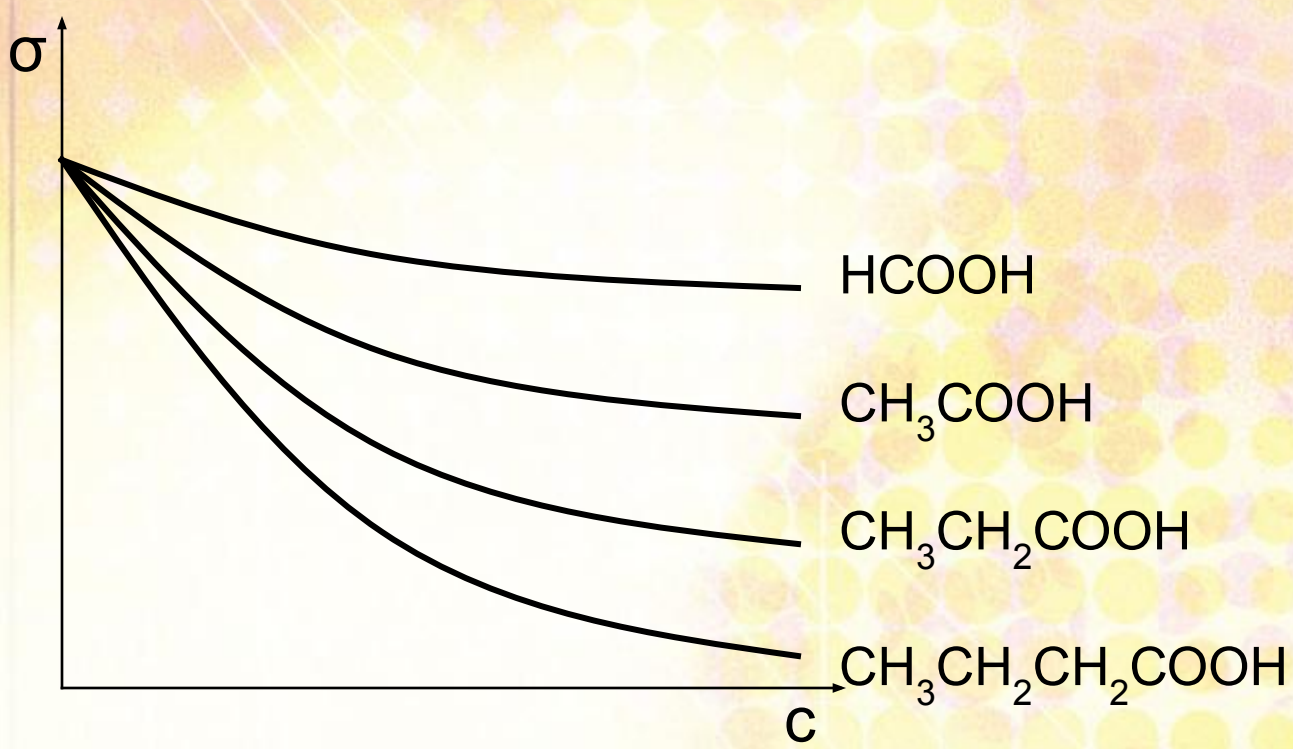


“хвост” “голова”

INNOVATION

Правило Траубе-Дюкло:

При удлинении цепи на группу $-CH_2-$ в гомологическом ряду способность к адсорбции возрастает в 3,2 раза.



INNOVATION

Уравнение Гиббса

$$\tilde{A} = -\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} \cdot \frac{C}{RT}$$

Г - количество адсорбированного вещества [моль/м^2]
С - молярная концентрация раствора [моль/л]
R - универсальная газовая постоянная = 8,31 Дж/моль.град(К)

$\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$ - поверхностная активность растворенного вещества.

$\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} > 0$ Г < 0, т.е. ↑с ↑σ (**ПИВ**)

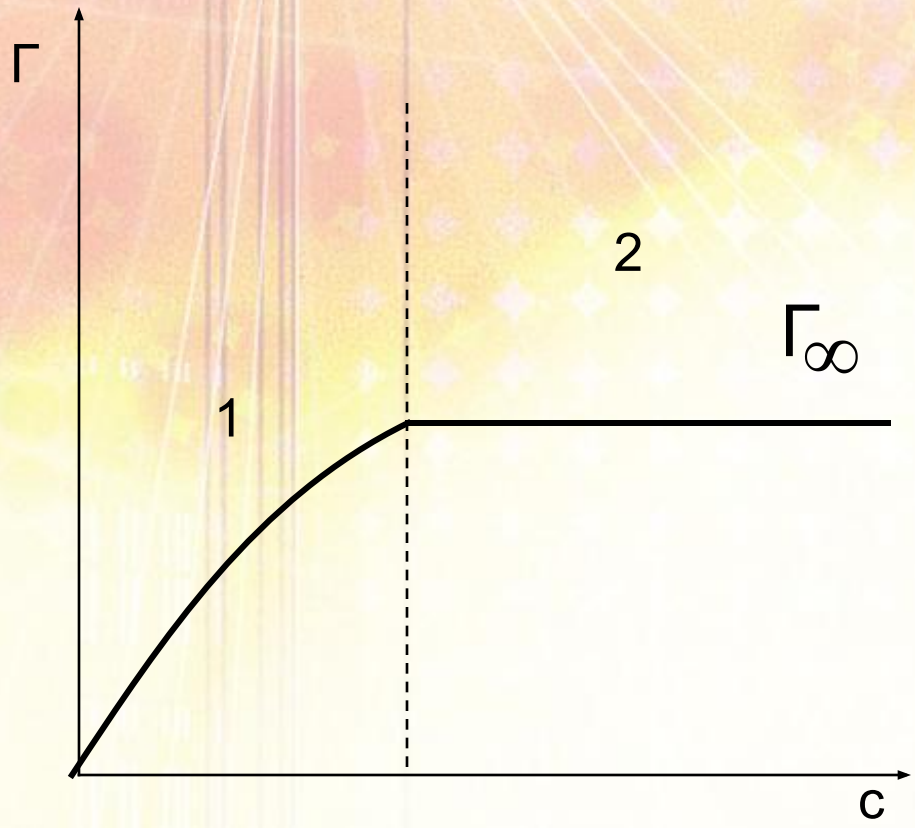
С вещества в поверхностном слое < С вещества в объёме фазы

$\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} < 0$ Г > 0, т.е. ↑с ↓σ (**ПАВ**)

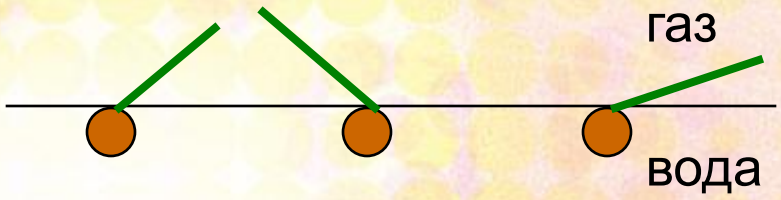
С вещества в поверхностном слое **>** С вещества в объёме фазы

INNOVATION

Изотерма адсорбции Гиббса

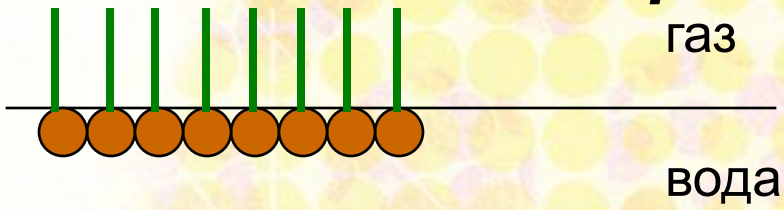


1. Низкие С



2. Высокие С

«частокол Лэнгмюра»



INNOVATION

Адсорбция твердыми телами

Величина адсорбции зависит от:

1. ***Размера поверхности адсорбента***

   чем > Sповерхности, тем > адсорбция.

2. ***Температуры*** (↑t ↓Г).
3. ***Типа сорбента***, его сродства к растворителю.

   - гидрофильные сорбенты (силикагель SiO_2, глина, пористое стекло) для адсорбции полярных веществ из неполярных (неводных) растворителей.

   - гидрофобные сорбенты (активированный уголь, графит, тальк) для адсорбции неполярных веществ из полярных растворителей.

4. ***Заряда адсорбента и адсорбтива***.
5. ***Концентрации адсорбтива***.

INNOVATION

Уравнение Фрейндлиха

$$\Gamma = x/m = K_{ф} \cdot C^{n}$$

x – количество вещества адсорбтива (моль)

m – масса адсорбента

C – равновесная концентрация, при которой

v адсорбции = v десорбции

$K_{ф}$ – константа Фрейндлиха, $K_{ф} = \Gamma$ при C = 1

n – эмпирическая константа, 0,1–0,6.

INNOVATION

Уравнение Ленгмюра

$$Г = Г_{\infty} \frac{C}{K+C}$$ для газов: $$Г = Г_{\infty} \frac{P}{K+P}$$

С – концентрация

Р - давление газа

К - константа адсорбционного равновесия = $\frac{К_{десорбции}}{К_{адсорбции}}$

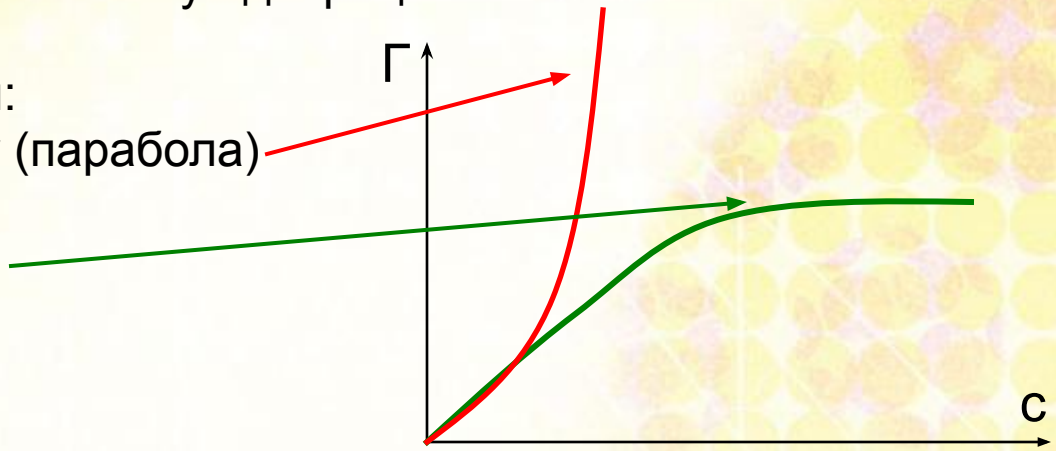
при С << К $Г = Г_{\infty} \frac{C}{K}$, линейная зависимость Г от С

при С > К $Г = Г_{\infty}$, дальнейшее увеличение концентрации не влияет на величину адсорбции.

Изотерма адсорбции:

а) по Фрейндлиху (парабола)

б) по Ленгмюру.



INNOVATION

Правило Панета-Фаянса

Из раствора адсорбируются те ионы, которые входят в состав кристаллической решетки сорбента или образуют с ним малорастворимое соединение.

Определить знак заряда поверхности AgI(крист.) полученного по реакции:

$$AgNO_3(р) + KI(р) = AgI(крист.) + KNO_3(р)$$

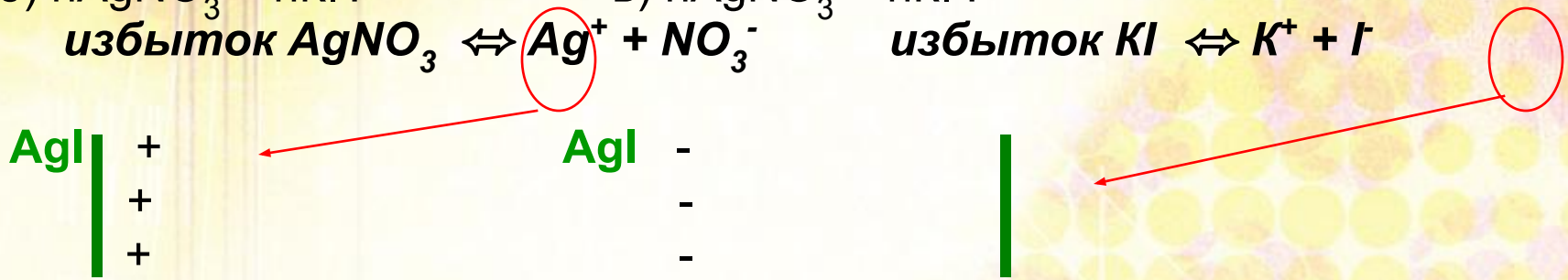
а) $nAgNO_3 = nKI$: поверхность осадка не заряжена;

б) $nAgNO_3 > nKI$:

избыток $AgNO_3$ ⇔ $Ag^+ + NO_3^-$

в) $nAgNO_3 < nKI$:

избыток KI ⇔ $K^+ + I^-$



INNOVATION

Ионообменная адсорбция

Ионообменная адсорбция – процесс, в котором адсорбент и раствор обмениваются между собой в эквивалентных количествах одноименно заряженными ионами.

$$RM_1 + M_2^+ \rightarrow RM_2 + M_1^+$$ обмен катионов

катионит

$$RA_1 + A_2^- \rightarrow RA_2 + A_1^-$$ обмен анионов

анионит

INNOVATION

Хроматография

Хроматография - динамический метод анализа, основанный на многократно повторяющихся процессах сорбции и десорбции.

INNOVATION

ВЭЖХ Agilent Technologies

ВЭЖХ Милихром

ВЭЖХ HP

ВЭЖХ Люмекс

ВЭЖХ Чешский прибор

ГЖХ

ГЖХ “Agilent Technologies”

ГЖХ “Кристалл”

ГЖХ “Хромос”

INNOVA

XMC HP

Спасибо за внимание

Готовьтесь к семинару по адсорбции и зачету физколлоидной химии!

INNOVATION