



ГОУ ВПО «Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры»,

кафедра «Прикладная химия»

Курс лекций по дисциплине «Химия»

для студентов 1 курса

Направление подготовки – 08.03.01 Строительство



«Коллоидные растворы»



Составил:
Ташкинов Ю.А.

Макеевка, 2020

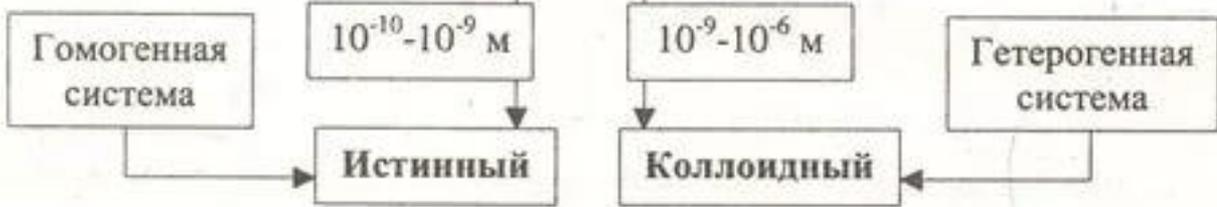


Классификация растворов

Растворитель + Растворенное вещество

Раствор

Размер частиц



По количеству растворенного вещества

Разбавленный Концентрированный Насыщенный





Дисперсные системы — это микрогетерогенные системы с сильно развитой внутренней поверхностью раздела между фазами.

Дисперсная система

Дисперсионная
среда

Дисперсная
фаза





Дисперсионная среда - непрерывная фаза (тело), в объёме которой распределена другая (дисперсная) фаза в виде мелких твёрдых частиц, капелек жидкости или пузырьков газа.

Дисперсная фаза - совокупность мелких однородных твёрдых частиц, капелек жидкости или пузырьков газа, равномерно распределённых в окружающей (дисперсионной) среде.



-  дисперсная фаза
-  дисперсионная среда

© Дмитрий Широков



I. По степени дисперсности дисперсной фазы



1. Грубодисперсные системы

$>10^{-7}$ м или >100 нм

2. Коллоидно-дисперсные системы

$\approx 10^{-7} - 10^{-9}$ м, 1 - 100 нм

3. Молекулярно-ионные (истинные)

растворы:

$< 10^{-9}$ м, < 1 нм





Классификация дисперсных систем

ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

ГРУБОДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

Размеры частиц
> 100 нм

ЭМУЛЬСИЯ

АЭРОЗОЛИ

СУСПЕНЗИИ

КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ

Размеры частиц
1-10 нм

ЗОЛЬ

ГЕЛЬ

ИСТИННЫЕ РАСТВОРЫ

Размеры частиц
< 1 нм

ИОННЫЕ

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ

МОЛЕКУЛЯРНО-ИОННЫЕ



По агрегатному состоянию



Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Условн. обознач.	Примеры
газ	1.газ	Γ_1/Γ_2	смеси некоторых газов при высоких давлениях
	2.жидкость	ж/г	туманы, облака, аэрозоли
	3.твердое	т/г	дымы, пыль, аэрозоли
жидкость	1.газ	г/ж	пены (пивная, противопожарная, пастила)
	2.жидкость	$ж_1/ж_2$	эмульсии (молоко, нефть, кремы, латекс, майонез)
	3.твердое	т/ж	суспензии, взвеси, пасты, илы, шоколад, какао
твердое	1.газ	г/т	гели, пемза, древесный уголь, пенопласт, пенобетон, силикагель
	2.жидкость	ж/т	почвы, грунты, жемчуг
	3.твердое	Γ_1/Γ_2	металлические сплавы, бетоны, минералы, рубиновые стекла, аметисты, эмали, композиционные материалы





Дисперсная среда: твердое вещество

- Дисперсная фаза – газ:

Почва, текстильные ткани, кирпич и керамика, пористый шоколад, порошки.



- Дисперсная фаза – жидкость:

Влажная почва, медицинские и косметические средства.

- Дисперсная фаза – твердое вещество:

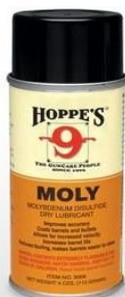
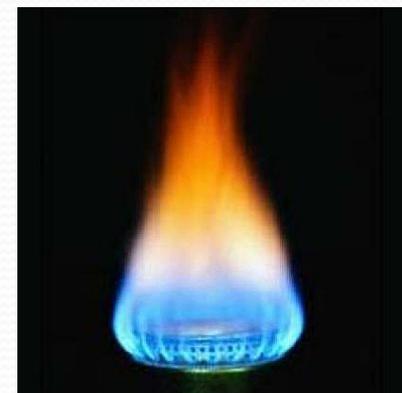
Горные породы, цветные стекла, некоторые сплавы.



Дисперсная среда: газ

- Дисперсная фаза – *газ*:

Всегда гомогенная смесь
(воздух, природный газ)



- Дисперсная фаза – *жидкость*:

Туман, попутный газ с
капельками нефти, аэрозоли.

- Дисперсная фаза – *твердое
вещество*:

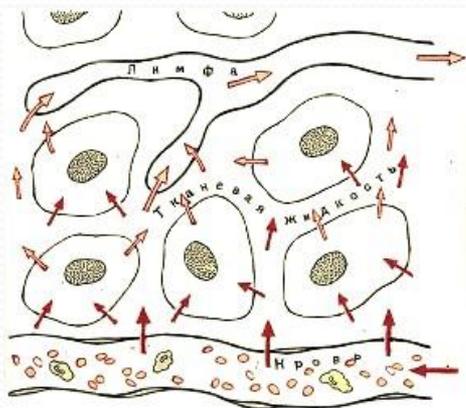
Пыли в воздухе, дымы, смог,
песчаные бури.



Дисперсная среда: жидкость

- Дисперсная фаза – газ:

Шипучие напитки, пены.



- Дисперсная фаза – жидкость:

Эмульсии: нефть, крем, молоко;
жидкие среды организма,
жидкое содержимое клеток.

- Дисперсная фаза – твердое вещество:

Золи, гели, пасты.
Строительные растворы.





- **Свободнодисперсные** – частицы не связаны, это системы, обладающие текучестью, как обычные жидкости и растворы (коллоидные растворы, взвеси, суспензии)
- **Связнодисперсные** – это структурированные системы, имеющие пространственную сетку, каркас и приобретающие свойства полутвердых тел (гели, пористые тела, аморфные осадки)
- при $d_{\text{пор}} < 2\text{нм}$ – микропористые
2 – 200нм – переходные
> 200нм – макропористые





Коллоидные растворы

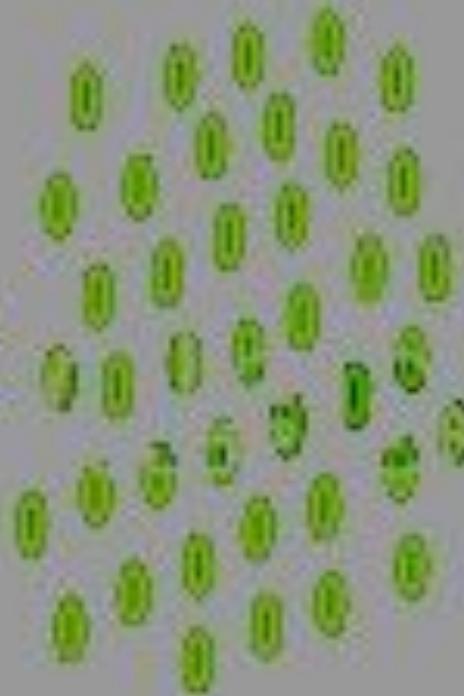
- Золи получают дисперсионными и конденсационными методами. Диспергирование чаще всего производят при помощи особых “коллоидных мельниц”. При конденсационном методе коллоидные частицы образуются за счет объединения атомов или молекул в агрегаты. При протекании многих химических реакций также происходит конденсация и образуются высокодисперсные системы (выпадение осадков, протекание гидролиза, окислительно-восстановительные реакции и т.д.) - кровь, лимфа...
- Гели. При определенных условиях коагуляция (явление слипания коллоидных частиц и выпадения их в осадок) зелей приводит к образованию студенистой массы, называемой гелем. В этом случае вся масса коллоидных частиц, связывая растворитель, переходит в своеобразное полужидкое-полутвердое состояние. - желатин, желе, мармелад.



СТРОЕНИЕ ГЕЛЯ И ЗОЛЯ



Твердый
коллоид



Золь



Гель



Методы получения дисперсных систем

- Диспергационные (вещества тонко измельчаются – диспергируют в состав дисперсионной среды)
- Конденсационные (коллоидное состояние возникает в результате объединения молекул или ионов вещества)



Диспергационные методы



● 1. Механическое дробление (все природные коллоидные системы).

● 2. Ультразвуковое дробление

● 3. Электрическое дробление

● 4. Химическое дробление –
пептизация $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaCl} \rightarrow$
 $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl} + \text{NaOH}$



Конденсационные методы



● А.Физические

- 1. Конденсация пара в газовой среде (туман).
- 2. Конденсация пара в жидкости (ртуть в холодной воде), золи металлов в электрической дуге
- 3. Конденсация частиц при замене растворителя (канифоль – замена спирта на воду)
- 4. Совместная конденсация веществ не растворимых друг в друге (золи металлов Al, Na, K в органических растворителях) – испарение и совместная конденсация в вакууме.



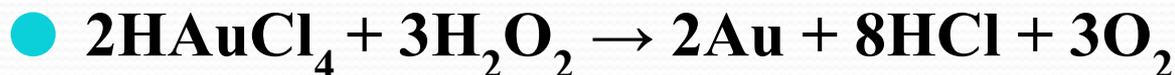


Конденсационные методы

● Б.Химические

● (называются по типу химической реакции)

● 1. Восстановление



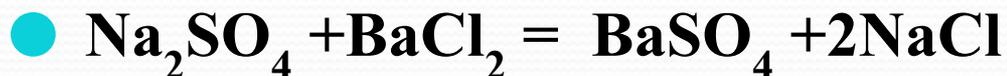
● 2. Гидролиз



● 3. Окисление-восстановление



● 4. Реакция обмена



Коллоидный раствор наночастиц золота в воде





РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ

ИОНЫ	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	
OH ⁻		Р	Р	Р	-	Р	М	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-	Н	Н	Н	Н	
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р	Р	Р	Р	
F ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Р	М	Р	Р	М	Р	-	М	М	Н	М	М	
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	М	Н	Р	Р	Р	Р	
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	-	Н	Н	Р	-	Р	Р	
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	-	-	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	М	М	М	Н	М	Н	-	Н	-	-	-	М	-	-	-	
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-	Н	-	-	Н	Н	-	-	-	
SiO ₃ ²⁻	Н	-	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	Н	-	-	-	Н	-	-	-	
PO ₄ ³⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	

Р

РАСТВОРИМЫЕ

М

МАЛОРАСТВОРИМЫЕ

Н

НЕРАСТВОРИМЫЕ

-

РАЗЛАГАЮТСЯ ВОДОЙ
ИЛИ НЕ СУЩЕСТВУЮТ

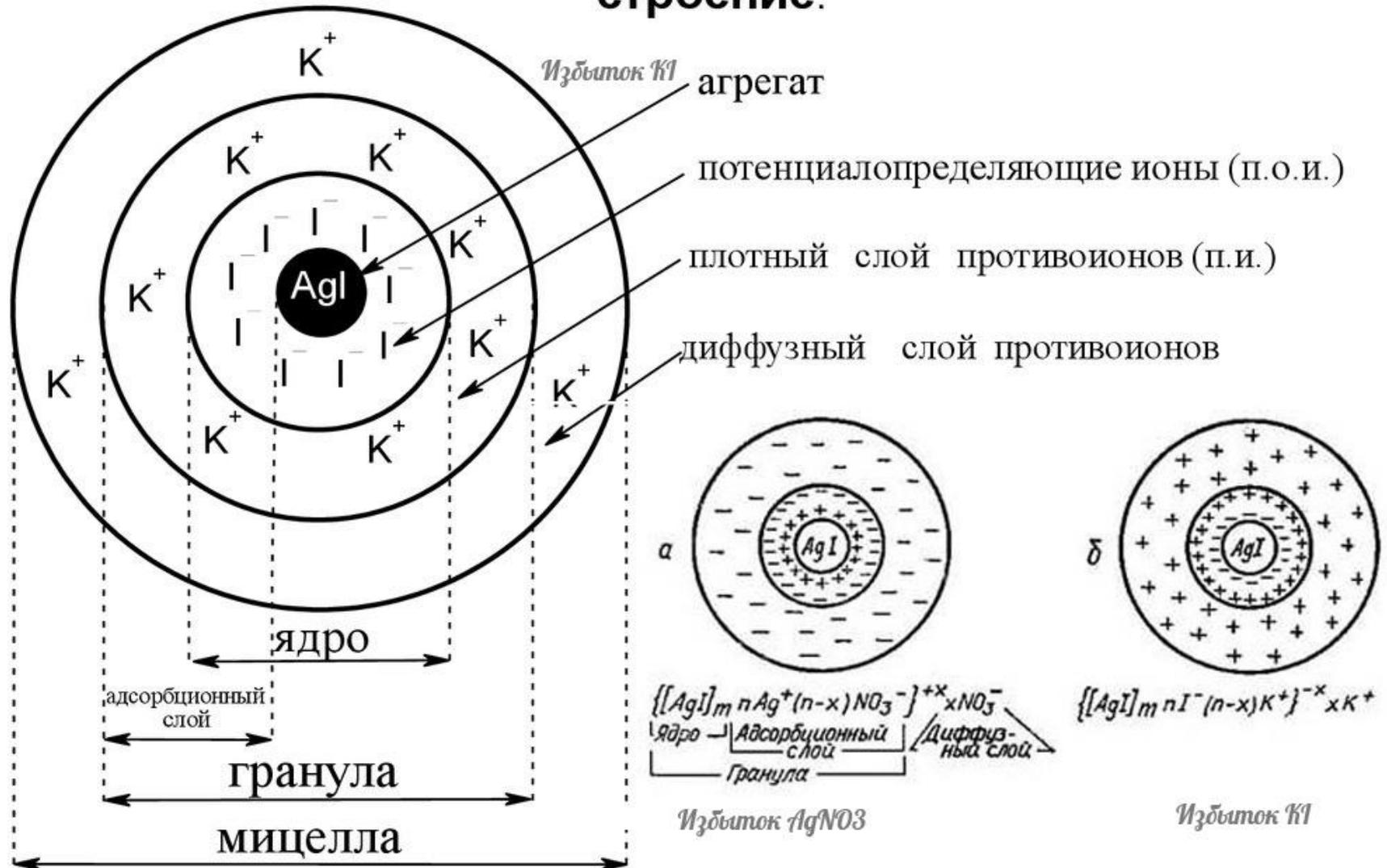


Условия получения золя:



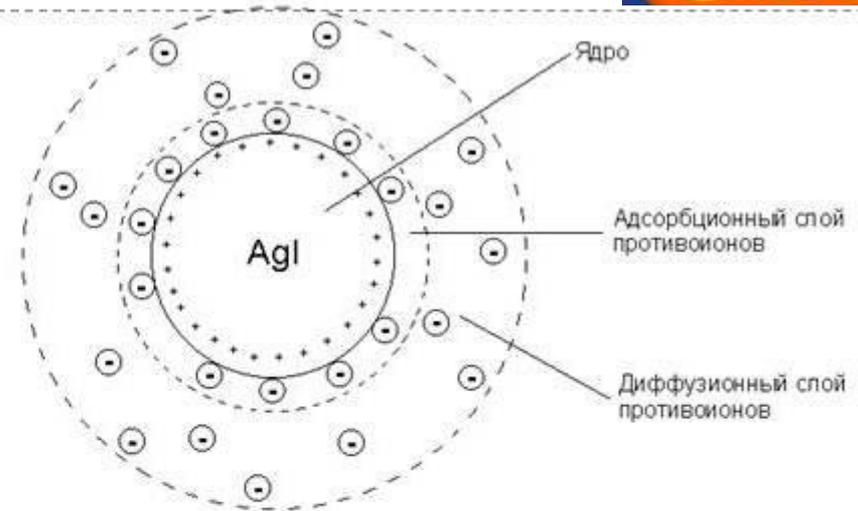
1. плохая растворимость Д.Ф. в Д.С., т.е. наличие границы раздела фаз;
2. размер частиц 10^{-7} - 10^{-9} м (1-100 нм) ;
3. наличие иона стабилизатора, который сорбируясь на ядре препятствует слипанию частиц (ион-стабилизатор определяется правилом Панетта-Фаянса)

При этом образуется мицелла, имеющая следующее строение:



Строение коллоидной мицеллы

- ▶ Мицелла – структурная единица лиофобных коллоидов
- ▶ Коллоидная мицелла золя иодида серебра образована микрокристаллом иодида серебра, который способен к избирательной адсорбции из окружающей среды катионов Ag^+ или иодид-ионов
- ▶ Если реакция проводится в избытке иодида калия, то кристалл будет адсорбировать иодид-ионы; при избытке нитрата серебра микрокристалл адсорбирует ионы Ag^+
- ▶ В результате этого микрокристалл приобретает отрицательный либо положительный заряд; ионы, сообщаемые ему этот заряд, называются потенциалопределяющими, а сам заряженный кристалл – ядром мицеллы
- ▶ Заряженное ядро притягивает из раствора ионы с противоположным зарядом – противоионы; на поверхности раздела фаз образуется двойной электрический слой



Некоторая часть противоионов адсорбируется на поверхности ядра, образуя т.н. *адсорбционный слой противоионов*

Ядро вместе с адсорбированными на нем противоионами называют *коллоидной частицей* или *гранулой*.

Остальные противоионы, число которых определяется, исходя из правила электронейтральности мицеллы, составляют *диффузный слой противоионов*

Противоионы адсорбционного и диффузного слоев находятся в состоянии динамического равновесия адсорбции – десорбции



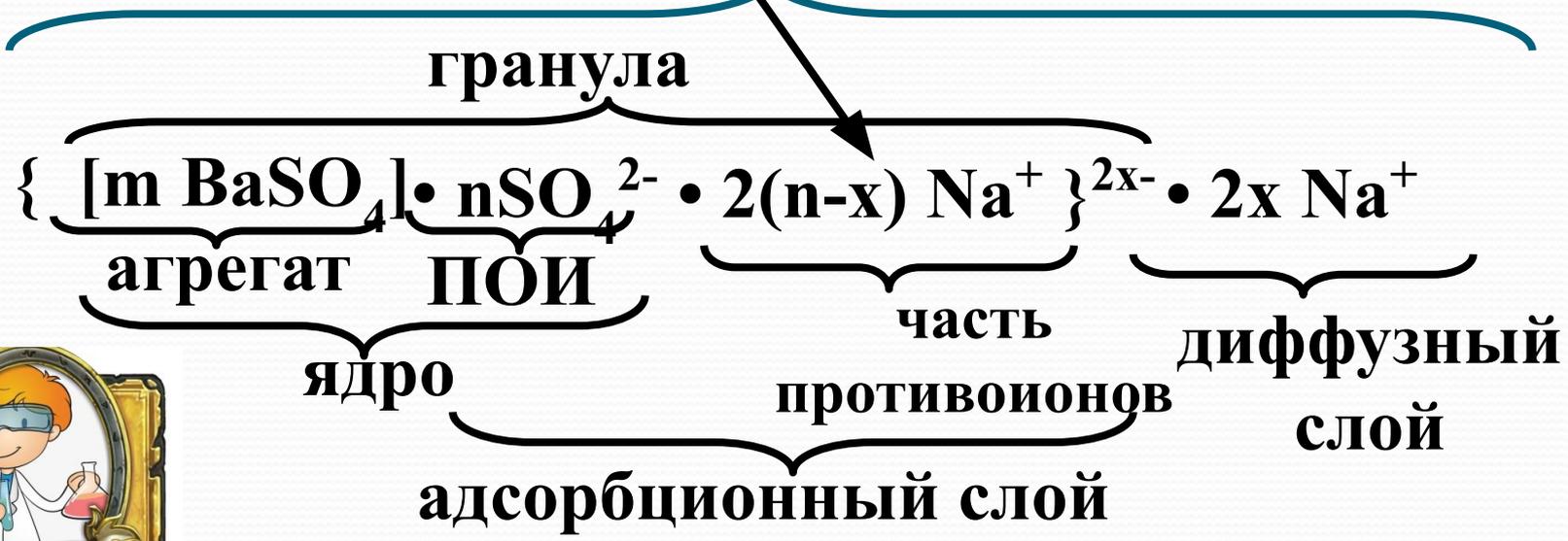
агрегат
m моль

Na_2SO_4 взят в избытке n моль:



X – не вошли в адсорбционный слой

мицелла





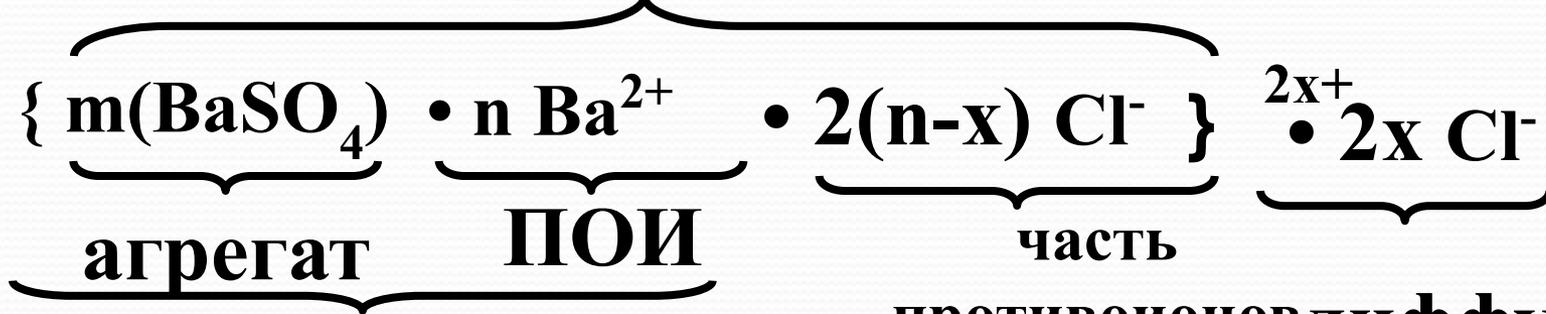
BaCl_2 взят в избытке n моль;



мицелла



гранула



ядро противоионов диффузный

адсорбционный слой

слой





Правило ПАНЕТТА-ФАЯНСА:

кристаллическую решетку ядра достраивает тот ион, который находится в растворе в избытке и содержится в агрегате или родственен ему.



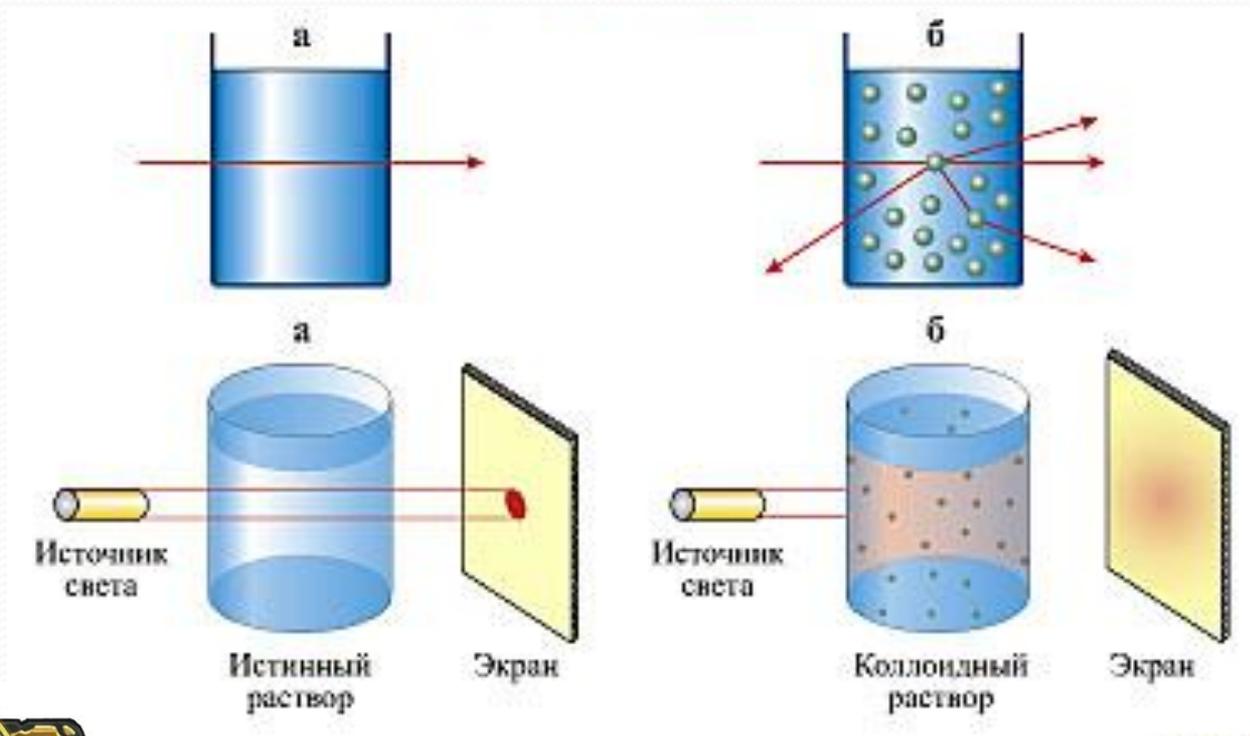


Эффект Тиндаля

Эффект Тиндаля — оптический эффект, рассеяние света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду. Обычно наблюдается в виде светящегося конуса (конус Тиндаля), видимого на тёмном фоне. Характерен для растворов коллоидных систем (например, зелей, металлов, разбавленных латексов, табачного дыма), в которых частицы и окружающая их среда различаются по показателю преломления. На эффекте Тиндаля основан ряд оптических методов определения размеров, формы и концентрации коллоидных частиц и макромолекул. Эффект Тиндаля назван по имени открывшего его Джона Тиндаля.



Схематически процесс рассеяния света выглядит так:





Кинетическая устойчивость

связана со способностью частиц дисперсной фазы к самопроизвольному тепловому движению в растворе, которое известно под названием броуновского движения.

Агрегатная устойчивость

обусловлена тем, что на поверхности коллоидных частиц имеет место адсорбции ионов из окружающей среды.





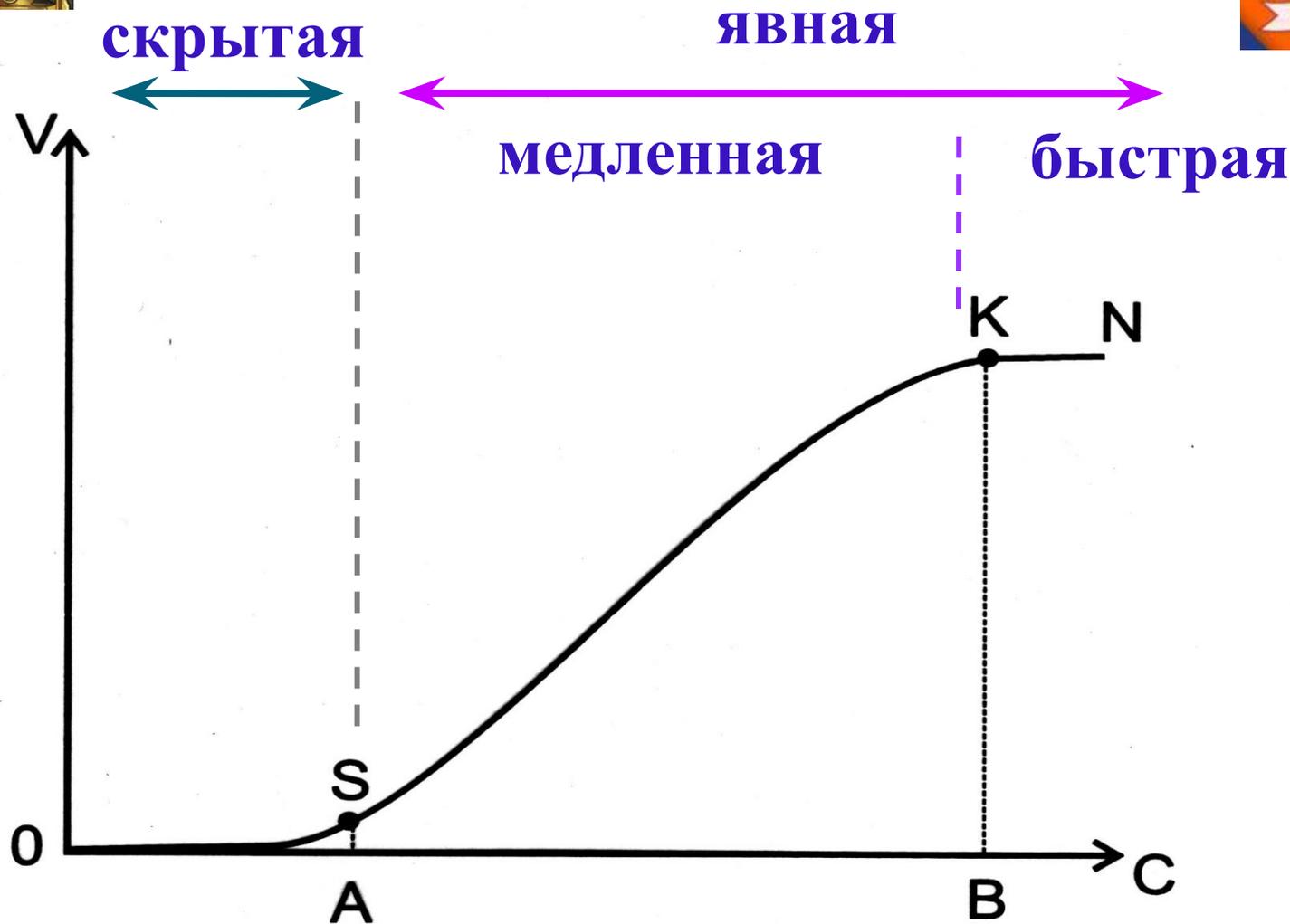
КОАГУЛЯЦИЯ –

процесс укрупнения частиц дисперсной фазы золя с последующим выпадением в осадок.

Факторы, вызывающие коагуляцию:

- 1. увеличение концентрации золя;**
- 2. действие света;**
- 3. изменение температуры;**
- 4. облучение;**
- 5. добавление электролитов.**

Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита





Порог коагуляции -

наименьшее количество электролита,
которое вызывает явную коагуляцию 1 л
золя

$$\gamma = C \cdot V / V_0$$

γ - порог коагуляции, моль/л;

C - концентрация электролита, моль/л;

V - объем раствора электролита, л;

V_0 - объем золя, л.

$P = 1/\gamma$ - коагулирующая способность электролита



Правило Шульце-Гарди:

Для разновалентных ионов их коагулирующее действие прямо пропорционально зарядам ионов в шестой степени

Гранула (-)

$$\gamma(\text{Al}^{+3}) : \gamma(\text{Ca}^{+2}) : \gamma(\text{K}^{+1}) \approx 1/3^6 : 1/2^6 : 1/1^6$$

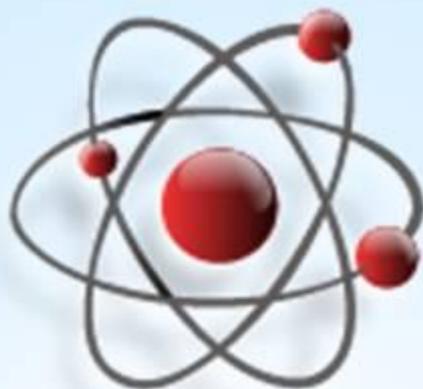
$$P(\text{Al}^{+3}) : P(\text{Ca}^{+2}) : P(\text{K}^{+1}) \approx$$

$$3^6 : 2^6 : 1^6 \approx 729 : 64 : 1$$

Гранула (+)

$$P(\text{PO}_4^{3-}) : P(\text{SO}_4^{2-}) : P(\text{Cl}^-) \approx 3^6 : 2^6 : 1^6$$

$$\gamma(\text{PO}_4^{3-}) : \gamma(\text{SO}_4^{2-}) : \gamma(\text{Cl}^-) \approx 1/3^6 : 1/2^6 : 1/1^6$$



Спасибо за
ВНИМАНИЕ

