

№15-СӨЖ

Коагуляция табалдырығы

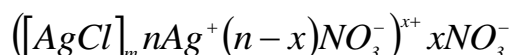
Мысал №1: Күміс хлориді золін алу үшін 15 см^3 $0,025 \text{ н}$ KCl және 85 см^3 $AgNO_3$ араластырды. Алынған золінің мицелласының формуласын жазыңыз.

Шығарылуы: Қайсы ерітінді артық мөлшерде

$$KCl \ 15 \cdot 0,025 = 0,375 \text{ мг} - \text{экв}$$

$$AgNO_3 \ 85 \cdot 0,005 = 0,425 \text{ мг} - \text{экв}$$

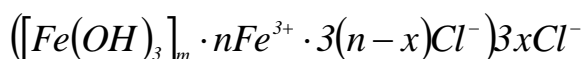
$AgNO_3$ артық мөлшерде. $AgCl$ золінің коллойдтық бөлшек ядролары негізінен Ag^+ иондарын адсорбциялайды, аздап NO_3^- . Мицелла формуласы



1. Күміс иодиді золі 20 см^3 $0,01 \text{ н}$ KI ерітіндісіне 15 см^3 $0,2\%$ – тік $AgNO_3$ ерітіндісін қосу арқылы алынды. Алынған золь мицелласының формуласын жазыңыз және бөлшектердің электр өрісінде қозғалу бағытын көрсетіңіз. $AgNO_3$ $\rho = 1$ деп алаңыз.

2. Жаңадан алынған $Al(OH)_3$ тұнасын тұз қышқылының аз мөлшерімен әрекеттестірген, тұнба толық ерімейді. $Al(OH)_3$ золі түзіледі. Электр өрісінде золь бөлшектері катодқа қарай қозғалатынын ескеріп, мицелла формуласын жазыңыз.

3. Темір (III) гидроксиді золі 85 мл қайнап тұрған дистильденген суға 15 мл 2% – тік $FeCl_3$ ерітіндісін қосу арқылы алынды. $Fe(OH)_3$ золі мицелланың формуласын жазыңыз, егер темір (III) гидроксиді бөлшектері түзілгенде ерітіндіде Fe^{3+} , Cl^- иондары болса. Золь бөлшектері қалай зарядталған?



диффузиялық

грегат

потанциал

тығыз қабатқа

қабат иондары

иондар

қарсы иондар

мицелла ядросы

коллойдтық бөлшек

мицелла

Мысал №2: Үш колбаға 100 см^3 – тан $Fe(OH)_3$ золі құйылған. Зольдің коагуляциясын туды үшін бірінші колбаға $10,5 \text{ см}^3$ 1 н KCl , екіншісіне $62,5 \text{ см}^3$ $0,01 \text{ н}$ Na_2SO_4 , үшіншісіне $137,0 \text{ см}^3$ $0,001 \text{ н}$ Na_2PO_4 қосылды. Коагуляция табалдырығын есептеп золь бөлшектерінің заряд таңбасын анықтаңыз.

Шығарылуы: $10,5 \text{ см}^3$ 1н KCl ерітіндісінде қанша мг – экв KCl бар екендігін табамыз:

$$10,5 \cdot 1 = 10,5 \text{ мг} - \text{экв } KCl$$

немесе

$$C_K = \frac{C_{эл} \cdot V_K}{V_K}$$

Ерітіндінің жалпы көлемі (золь+электролит ерітіндісі)

$$100 + 10,5 = 110,5 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}$$

Коагуляция табалдырығын есептейміз (1л зольға мг – экв)

$$C_{KCl} = \frac{10,5}{110,5} \cdot 1000 = 95 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}$$

$$Na_2SO_4: \quad 62,5 \cdot 0,01 = 0,625 \text{ мг} - \text{экв}$$

$$C_{Na_2SO_4} = \frac{0,625}{162,5} \cdot 1000 = 3,8 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}$$

$$Na_2PO_4: \quad 37,0 \cdot 0,001 = 0,037 \text{ мг} - \text{экв}$$

$$C_{Na_2PO_4} = \frac{0,037}{137} \cdot 1000 = 0,27 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}$$

KCl , Na_2SO_4 , Na_2PO_4 электролиттерінде катиондар заояды бірдей, аниондар әр түрлі. Анион заряды артқан сайын, C_K азаяды. Ең төменгі, яғни жоғары коагуляция қабілеті PO_4^{3-} ионында. $Fe(OH)_3$ золінің бөлшектері оң зарядталған деп қорытынды жасауға болады (себебі коагуляцияны бөлшек зарядына қарама – қарсы зарядталған иондар тудырады).

1. Берілген золь үшін коагуляция табалдырықтары келесідей (ммоль/л):

$$C_{KNO_3} = 50,0 \quad C_{MgCl_2} = 0,717 \quad C_{AlCl_3} = 0,093$$

$$C_{NaCl} = 51,0 \quad C_{MgSO_4} = 0,810 \quad C_{Al(NO_3)_3} = 0,095$$

Золь бөлшектерінің зарядын анықтаңыз.

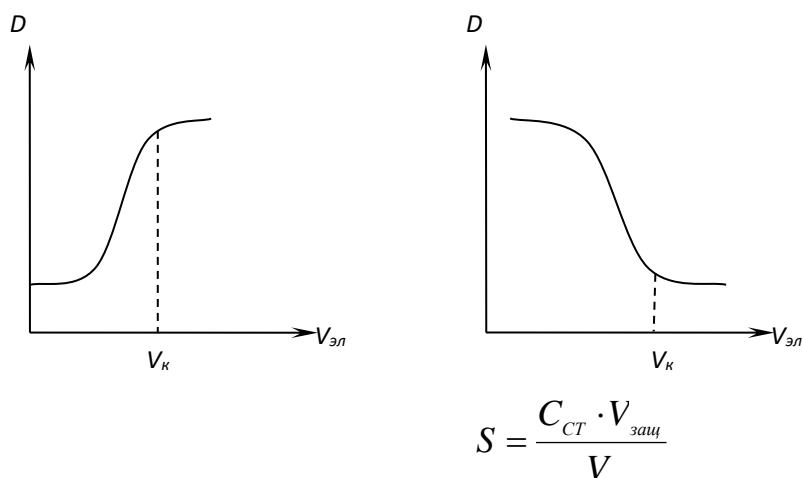
$$2. \text{ AlI золі үшін } C_{KCl} = 256 \quad C_{Ba(NO_3)_2} = 6,0 \quad C_{Al(NO_3)_3} = 0,067$$

$$C_{KNO_3} = 260,0 \quad C_{Sr(NO_3)_2} = 0,095$$

Коагуляция табалдырығы

Золь бөлшектері таңбасын және әр электролиттің коагуляциялау қабілетін анықтаңыз.

S – золінің көлем бірлігін тұрақтандыруға (стабилизация) қажет зат мөлшері – қорғаушы сан (турбидиметриялық әдіспен анықталады).



$C_{СТ}$ – ст. Ерітіндінің концентрациясы, г/л;

$V_{защ}$ – коагуляция болдырмау үшін қажет стабилизатор ерітіндінің көлемі.

Жүйе табиғатына және дисперстік фаза концентрациясына байланысты коагуляция:

- бөлшектің шөгуі
- структура түзілу

Лиофобты дисперсті жүйелерді кинетикалық агрегаттық тұрақтылығы коагуляция процесінің жылдамдығымен анықталады.

Коагуляция кинетикасы Смолуховский тендеуімен өрнектеледі:

$$v_{\Sigma} = \frac{v_0}{1 + kv_0\tau}$$

v_{Σ} – τ уақыт ішіндегі дисперстік фаза бөлшектерінің қосынды саны;

v_0 – бөлшектің бастапқы саны;

$\theta = \frac{1}{kv_0}$ – жартылай коагуляция уақыты;

k – коагуляция жылдамдық константасы;

$$K = K_{\delta} P \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right) \quad \text{немесе} \quad K = \frac{4kT}{3\eta} P \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)$$

K_{δ} – жылдам коагуляция жылдамдығының константасы;

P – бөлшектің соқтығысуы кезіндегі кеңістікте ыңғайлы орналасуын ескеретін стерикалық көбейткіш;

ΔE – бөлшектің әрекеттесу энергиясы немесе потенциал ...

k – Больцман тұрақтысы;

η – дисперстік орта тұтқырлығы;

Мысал №1: 1 м^3 алтын гидрозоліндегі бөлшектердің жалпы саның NaCl электролиті тудыратын коагуляция уақытына τ тәуелділігі берілген:

$\tau, \text{с}$	0	125	250	375	425
$v_{\Sigma} \cdot 10^5 \text{ бөлш/м}^3$	20,2	8,08	5,05	3,67	3,31

Орта тұтқырлығы $\eta = 1 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}$, $T = 293 \text{ К}$.

Смолуховский теңдеуін қолдануға болатындығын көрсетіңіз. Жартылай коагуляция уақыты θ , K_{δ} есептеңіз. Алынған мәнін тәжірибелік мәнмен салыстырыңыз.

Шығарылуы: Смолуховский теориясы бойынша v_{Σ} өзгеру кинематикасы:

$$v_{\Sigma} = \frac{v_0}{1 + \frac{\tau}{\theta}}$$

Жартылай коагуляция уақыты:

$$\theta = \frac{1}{v_0 K_{\delta}}, \quad K_{\delta \text{ теор}} = \frac{4kT}{3\eta}$$

Смолуховский теңдеуін:

$$\frac{v_0}{v_{\Sigma}} = 1 + \frac{\tau}{\theta} \text{ әр уақыт үшін } \frac{v_0}{v_{\Sigma}} \text{ есептейміз:}$$

$\tau, \text{с}$	0	125	250	375	425
v_0/v_{Σ}	1	205	4,0	5,5	6,1

Сызбанұсқа тұрғызамыз, түзудің шығу Смолуховский теңдеуін қолдануға болатындығын көрсетеді:

Сызбанұсқадан:

$$\theta = \text{ctg} \alpha = \frac{375}{5,5 - 1} = 83,33 \text{ с}$$

$$K_{\delta \text{ экс}} = \frac{1}{v_0 \theta} = \frac{1}{20,2 \cdot 10^{14} \cdot 83,33} = 5,94 \cdot 10^{-18} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$K_{\delta \text{ теор}} = \frac{4kT}{3\eta} = \frac{4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{3 \cdot 10^{-13}} = 5,39 \cdot 10^{-18} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$K_{\delta \text{ теор}} \approx K_{\delta \text{ экс}}$$

Демек, алтын гидрозолі коагуляциясы тез өтеді.

1. Гидрозольдің $\theta = 340 \text{ c}$, $v_0 = 2,52 \cdot 10^{14} \frac{\text{болш}}{\text{м}^3}$, $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, $T = 293 \text{ К}$.

Жылдам немесе баяу коагуляция өтеді?

Егер $\eta = 3$ есе артса, коагуляция жылдамдығы қалай өзгереді?

$$K_{\delta \text{ экс}} = \frac{1}{v_0 \theta} K_{\delta \text{ теор}} = \frac{4kT}{3\eta} K_{\delta \text{ теор}} = \frac{4kT}{3\eta^2}$$

Мысал №4: *NaCl* сулы ерітіндісіндегі $d = 200 \text{ нм}$ сфералық бөлшектердің әрекеттесуінің потенциалдық қисығын есептеп тұрғызыңыз. Потенциал $\varphi_\delta = 20 \text{ МВ}$. Гамакер константасы $A^* = 0,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Параметрлері $\aleph = 1 \cdot 10^8 \text{ м}^{-1}$, $T = 293 \text{ К}$. Бөлшектердің әрекеттесу энергиясын $h = 2, 5, 10, 20, 40 \text{ нм}$ ара қашықтық үшін анықтаңыз.

Шығарылуы: ДЛФО теориясы бойынша әлсіз зарядталған беттер үшін және аз ара қашықтықта $h \leq 50 \text{ нм}$ екі бөлшек әрекеттесу энергиясы келесі теңдеумен есептеледі:

$$U = U_\varphi + U_M = 2\pi\varepsilon_0\varepsilon \cdot r\varphi_\delta^2 \ln(1 + e^{-\aleph h})$$

U_φ – бөлшектің электростатикалық тебілу энергиясы; U_M – олардық молекулалық тартылу энергиясы; ε_0 – электрлік тұрақты; ε – дисперстік ортаның салыстырмалы диэлектрлік тұрақтысы. $h = 2 \text{ нм}$

$$U_\varphi = 2 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 81 \cdot 1 \cdot 10^{-7} \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \ln(1 + e^{-0,2}) = 10,77 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

$$U_M = -\frac{0,5 \cdot 10^{-19} \cdot 1 \cdot 10^{-7}}{12 \cdot 10^{-9}} = -20,83 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

$$U = 10,77 \cdot 10^{-20} - 20,83 \cdot 10^{-20} = -10,06 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

Барлық h үшін есептеп, U_φ , U_M , $U \sim h$ тұрғызамыз.