

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет
ім. В.Н.Каразіна

Бугаєвський О.А., Решетняк О.О.

**ТАБЛИЦІ КОНСТАНТ
ХІМІЧНИХ РІВНОВАГ,
ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ
У АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ**

Навчальний посібник

Харків 2000

УДК 543.061/.062+544.341.2

Бугаєвський О. А., Решетняк О.О. Таблиці констант хімічних рівноваг, що застосовуються у аналітичній хімії / Харків: ХНУ, 2000. — 77 с. Укр. мовою.

У посібнику наведено логарифми констант хімічних рівноваг, що потрібні для обґрунтування процесів розкладу проби, відокремлення та маскування компонентів та вимірювання сигналу - як у задачах лабораторного практикуму, так і у теоретичних учбових вправах з аналітичної хімії. Щоб у теоретичних вправах зі студентами біологічного факультету показати спорідненість деяких проблем аналітичної та біологічної хімії, у таблицях наведено також константи рівноваг для деяких амінокислот, що важливі для систем у біології і не застосовуються у аналізі неорганічних речовин.

Для студентів хімічного та біологічного факультетів університету.

Табл.71, Бібл. 5

Рецензенти: заслужений діяч науки і техніки України, доктор хім. наук, проф. А.Б.Бланк (Ін-т монокристалів АН України); канд. хім. наук, доцент Ю.В.Холін (хімічний ф-т ХНУ).

Затверджено навчально-методичним центром ХНУ, протокол № 28 від 18 січня 1999 р.

ISBN 966-623-023-2

© Харківський національний університет, 2000,

© Бугаєвський О.А. - Вступ,

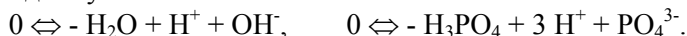
© Бугаєвський О.А., Решетняк О.О. - відбір та компоновка довідкового матеріалу.

Вступ

Хімічні реакції і закон дії мас. Рівноважний склад - сукупність рівноважних концентрацій. Їх позначають формулами реагентів в квадратних дужках, $[A_j]$, наприклад: $[H^+]$, $[H_3PO_4]$, $[PO_4^{3-}]$. Розраховуючи його, у співвідношеннях зручно приписувати стехіометричним коефіцієнтам у реакціях знаки, що одержуємо, якщо реакції перетворити як алгебраїчні рівняння, переносячи всі реагенти праворуч і залишивши ліворуч 0. Наприклад, реакції



переходять у



Загальний вигляд реакції між A_j - молекулами, іонами, структурними фрагментами (такими, як активні центри макромолекул) -

$$0 \Leftrightarrow \sum_{j=1}^S \alpha_j A_j,$$

де α_j - стехіометричний коефіцієнт, додатний для продуктів реакції, від'ємний для вихідних речовин і рівний 0 для не реагентів, що не беруть участі у реакції. Індекс j , номер реагенту, не має відношення до стехіометричного складу, на відміну від стехіометричних індексів у хімічних формулах, таких як Br_2 або I_3^- .

Умови рівноваги для реакції задає закон дії мас (ЗДМ),

$$\prod_{j=1}^S a_j^{\alpha_j} = K,$$

де $a_j = a(A_j)$ - активність реагента A_j , K - термодинамічна константа рівноваги. Активності пов'язують з рівноважними концентраціями,

$$a_j = \gamma_j [A_j],$$

де коефіцієнт активності γ_j враховує вплив на енергетичний стан реагенту тих фізичних та хімічних взаємодій, що не відображені у реакціях. Коефіцієнт γ_j повільно змінюється зі складом системи. Підставляючи у ЗДМ вираз a_j через $[A_j]$, приходимо до співвідношення, що є аналогічним ЗДМ, але з рівноважними концентраціями замість активностей,

$$\prod_{j=1}^S [A_j]^{\alpha_j} = K^c = K / \prod_{j=1}^S \gamma_j^{\alpha_j}, \quad \lg K^c = \lg K - \sum_{j=1}^S \alpha_j \lg \gamma_j.$$

Так звана концентраційна константа рівноваги, K^c , залежить від складу розчину, оскільки від нього залежать γ_j . Часто користуючись K^c , індекс "с" можемо й не вказувати. У довідниках наводять як термодинамічні, так і концентраційні константи.

Природньо, що $a_j = 0$ при $[A_j] = 0$. Крім того, можна міняти масштаб активності, не міняючи форму рівнянь ЗДМ та інших співвідношень термодинаміки. Вибір масштабу має полегшувати роботу. Один із способів вибору - задати величину активності для деякого складу системи (точку на шкалі активностей). Так, вибір $a_j = 1$ для конденсованих фаз - хімічних індивідів і чистого розчинника - спрощує рівняння ЗДМ, бо цю активність у системах із такими фазами у виразі ЗДМ взагалі не записують. Запобігаючи помилкам у запису ЗДМ, корисно у реакціях вказувати фазову приналежність, наприклад, $\text{BaSO}_4(s)$, де s - скорочене "solid" - твердий, або $\text{Hg}(l)$, де l - скорочене "liquid" - рідкий. Для сумішей газів активності прирівнюють до парціальних тисків у атмосферах (атм). Цей вибір одиниць зберегли, щоб не міняти фондів довідкових даних.

Інший вибір активностей - наблизити їх значення до рівноважних концентрацій для нескінечно розведеного розчину, де $[A_j]$ розчинених речовин прямують до 0. Вважають, що тоді коефіцієнти активності прямують до 1,

$$\gamma_j \rightarrow 1, \quad a_j \rightarrow [A_j], \quad \text{якщо усі } [A_j] \rightarrow 0.$$

Залежність коефіцієнтів активності від складу розчину описують напівемпіричними формулами. На γ_j іонів найбільше впливають іон - іонні взаємодії. Їх звичайно враховують через іонну силу розчину,

$$I = \{\sum z_j^2 [A_j]\} / 2,$$

де z_j - заряд частинки A_j в атомних одиницях. Приблизно оцінюючи іонну силу, обмежуються внеском від іонів *сильних електролітів* (тих, що дисоційовані повністю), якщо вони переважають у розчині. Досліджуючи рівноваги, із сильних електролітів утворюють так званий "сольовий фон", що стабілізує коефі-

цієнти активності. У водяних розчинах сильними є кислоти HCl , HClO_4 , HBr , HI , H_2SO_4 (за першим ступенем дисоціації), HNO_3 ; основи та солі з катіонами Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , не схильними до комплексоутворення, і солі з аніоном ClO_4^- .

Для водяних розчинів вживаємо формулу Девіс,

$$\lg \gamma_j = z_j^2 \lg \gamma, \quad \lg \gamma = -0,5 \sqrt{I} / (1 + \sqrt{I}) + 0,15 I,$$

модифікацію формули Дебая-Гюкеля. Вона тим точніша, чим меншою є іонна сила. Якщо $I > 0,5$, то придатність формули для точних розрахунків досить сумнівна. Підставляючи цю формулу у вираз логарифму концентраційної константи при заданій іонній силі, маємо

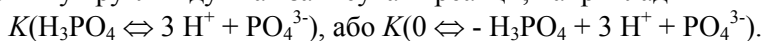
$$\lg K^c = \lg K - \left\{ \sum_{j=1}^S \alpha_j z_j^2 \right\} \lg \gamma.$$

У довідниках звичайно вказують іонну силу розчину чи навіть склад іонного середовища, до яких відноситься значення константи. **У цих учбових таблицях** звичайно, якщо не вказано інші умови, **наведено по 2 значення в окремих рядках: верхньому** - для "термодинамічної константи" (при $I = 0$), **нижньому** - при $I = 1$, де формулою Девіс користуватися небажано. Стандартною температурою є 25°C . Дані на інші температури перераховуємо за формулою

$$\lg K(t, ^\circ\text{C}) = \lg K(25^\circ\text{C}) + 5,88 \cdot 10^{-4} \cdot (t - 25) \cdot \Delta H,$$

де ΔH - ентальпія реакції, що подається у таблицях у КДж/моль .

Типи реакцій. Щоб розрізнити константи, Міжнародною спільною з чистої і прикладної хімії (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) рекомендовано слідом за символом K у круглих дужках записувати реакції, наприклад



Щоб скоротити позначення, для найпоширеніших типів реакцій рекомендовано символи констант ЗДМ, що ґрунтуються на практиці авторитетних довідників. Використовують дві літери, K та β , з різними індексами. Перший з індексів вказує тип реакції: для комплексоутворення він відсутній, для приєднання протону H^+ до основ - літера H , для його відщеплення від кислот - літера a (від "acidity" - кислотність), для розчинності - літера s (від "solubility" - розчинність), для розподілу між двома розчин-

никами - літера D (від "distribution" - розподіл). Подальші індекси у константах вказують стехіометричний склад продукту. Подробиці - у таблиці, де M - комплексоутворювач (скорочення від "метал", хоч він може і не бути іоном металу), L - ліганд. Позначення L застосовано й у загальному запису кислотно-основних перетворень, бо типові ліганди є основами Бренстеда.

Окисно - відновні напівреакції - це передача електронів між окисненою та відновленою формами. У стандартному записі окиснена форма (окисник) і електрони є вихідними речовинами, а відновлена форма (відновник) є продуктами, наприклад,
 $\text{Cr}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $2 \text{Hg}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$,
 $\text{HCrO}_4^- + 7 \text{H}^+ + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Zn}(s)$.

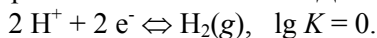
Роль електронів у напівреакції є аналогічною ролям лігандів у комплексоутворенні та іонів H^+ у кислотно-основних реакціях. Якщо мірою основних властивостей розчину є pH, то мірою окиснювальної здатності - окиснювальний потенціал E . Він є пропорційним показникові активності електронів $p_e = - \lg a(e)$,

$$E = \theta p_e = - \theta \lg a(e).$$

Коефіцієнтом пропорційності є множник Нернста

$$\theta = \ln(10) R T / F, \quad (\theta = 0,05916 \text{ В при } 25^\circ \text{C}),$$

де $\ln(10) = 2,3026$, R - газова постійна, T - абсолютна температура, F - постійна Фарадея. Шкалу активностей електрона вибирають так, щоб дорівнювала 1 константа ЗДМ напівреакції



Умову рівноваги напівреакцій

$$0 \rightleftharpoons \alpha_e e^- + \sum_{j=1}^S \alpha_j A_j, \quad \lg K,$$

задають рівнянням Нернста

$$E = E^0 - (\theta / |\alpha_e|) \sum_{j=1}^S \alpha_j \lg a_j = E^0 + (\theta / \alpha_e) \sum_{j=1}^S \alpha_j \lg a_j.$$

За правилом про знаки, стехіометричний коефіцієнт при e^- є від'ємним.

Основні типи реакцій та позначення їх констант

рівноваг

Реакції (загальний вигляд та приклади)	Позначення	Примітки
--	------------	----------

1. Константи стійкості комплексів

$m M + n L \rightleftharpoons M_n L_n$ $2 Ag^+ + 6 I^- \rightleftharpoons Ag_2 I_6^{4-}$	β_{nm} β_{62}	Загальні константи стійкості
$M + n L \rightleftharpoons ML_n$ $Ag^+ + NH_3 \rightleftharpoons AgNH_3^+$ $Ag^+ + 2 NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+$	β_n β_1 β_2	Для одноядерних комплексів $m = 1$ опускають
$ML_{n-1} + L \rightleftharpoons ML_n$ $Ag^+ + NH_3 \rightleftharpoons AgNH_3^+$ $AgNH_3^+ + NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+$	K_n K_1 K_2	K – ступінчаті константи стійкості, $K_n = \beta_n / \beta_{n-1}$

2. Константи кислотно-основних рівноваг

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$	K_w	Іонний добуток води
$m H^+ + L \rightleftharpoons H_m L$ $H^+ + PO_4^{3-} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}$ $2 H^+ + PO_4^{3-} \rightleftharpoons H_2PO_4^-$ $3 H^+ + PO_4^{3-} \rightleftharpoons H_3PO_4$	β_{Hm} β_{H1} β_{H2} β_{H3}	Якщо L – ліганд, H^+ комплексоутворювач, то β_{Hm} – це β_{1m}
$H^+ + H_{m-1}L \rightleftharpoons H_m L$ $H^+ + PO_4^{3-} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}$ $H^+ + HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H_2PO_4^-$ $H^+ + H_2PO_4^- \rightleftharpoons H_3PO_4$	K_{Hm} K_{H1} K_{H2} K_{H3}	K_{Hm} – ступінчаті константи стійкості $K_{Hm} = \beta_{Hm} / \beta_{H(m-1)}$
$H_{m+1}L \rightleftharpoons H_m L + H^+$ $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ $H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$ $HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$	$K_{a(N-m)}$ K_{a1} K_{a2} K_{a3}	Ступінчата константа іонізації кислоти $H_N L$, $K_{a(N-m)} = 1 / K_{H(m+1)}$
$m M + n OH^- \rightleftharpoons M_m(OH)_n$ $2 Fe^{3+} + 2 OH^- \rightleftharpoons Fe_2(OH)_2^{4+}$ $Hg^{2+} + OH^- \rightleftharpoons HgOH^+$ $Hg^{2+} + 2 OH^- \rightleftharpoons Hg(OH)_2$ $Hg^{2+} + 3 OH^- \rightleftharpoons Hg(OH)_3^-$	β_{nm} β_{22} β_1 β_2 β_3	Константи стійкості гідроксокомплексів (окремого випадку комплексів)
$m M + n H_2O \rightleftharpoons M_m(OH)_n + n H^+$ $2 Fe^{3+} + 2 H_2O \rightleftharpoons Fe_2(OH)_2^{4+} + 2 H^+$ $M + n H_2O \rightleftharpoons M(OH)_n + n H^+$ $Hg^{2+} + H_2O \rightleftharpoons HgOH^+ + H^+$ $Hg^{2+} + 2 H_2O \rightleftharpoons Hg(OH)_2 + 2 H^+$ $Hg^{2+} + 3 H_2O \rightleftharpoons Hg(OH)_3^- + 3 H^+$	$^* \beta_{nm}$ $^* \beta_{22}$ $^* \beta_n$ $^* \beta_1$ $^* \beta_2$ $^* \beta_3$	Константа взаємодії іону металу з H_2O $^* \beta_{nm} = \beta_{nm} K_w^n$, $m = 1$ опускають

3. Константи гетерогенних реакцій

$L \Leftrightarrow L(\text{opr}), \text{ або } L \Leftrightarrow \bar{L},$ $\text{Br}_2 \Leftrightarrow \text{Br}_2(\text{CCl}_4), \text{ або } \text{Br}_2 \Leftrightarrow \underline{\text{Br}_2}$	K_D	Константа розподілу (в дужках - розчинник)
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{HOx in (opr)} \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow \text{AlOxin}_3 (\text{opr}) + 3 \text{H}^+$	K_{ex}	Загальна константа екстракції
$L(g) \Leftrightarrow L$ $\text{CO}_2(g) \Leftrightarrow \text{CO}_2$	K_p	Закон Генрі, p в атмосферах
$L(s) \Leftrightarrow L, L(l) \Leftrightarrow L,$ $\text{I}_2(s) \Leftrightarrow \text{I}_2, \text{Br}_2(l) \Leftrightarrow \text{Br}_2,$	K_s	Розчинність (s – тверда, l – рідка речовина)
$M_m L_n(s) \Leftrightarrow m M L_q + (n - m q) L$ $\text{HgI}_2(s) \Leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 2 \Gamma^-$ $\text{HgI}_2(s) \Leftrightarrow \text{HgI}^+ + \Gamma^-$ $\text{HgI}_2(s) \Leftrightarrow \text{HgI}_2$ $\text{HgI}_2(s) + \Gamma^- \Leftrightarrow \text{HgI}_3^-$ $\text{HgI}_2(s) + 2 \Gamma^- \Leftrightarrow \text{HgI}_4^{2-}$	K_{sq} K_{s0} K_{s1} K_{s2} K_{s3} K_{s4}	Добуток розчинності ($q = 0$ можна опускати), $K_{sq} = K_{s0} \beta_q$. Нижче - складний випадок, де слідом за K_s у дужках наведено продукти у розчині.
$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2(s) \Leftrightarrow 3 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{CO}_3^{2-}, K_s(3 \text{Cu}^{2+}, 2 \text{OH}^-, 2 \text{CO}_3^{2-})$		

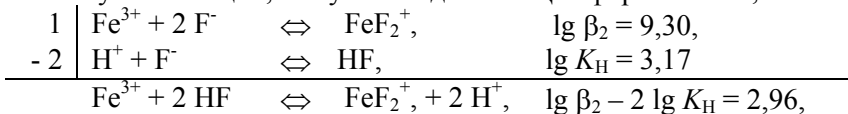
Рівнянням ЗДМ, прологарифмованим і помноженим на $|\alpha_e|, \epsilon$

$$- \alpha_e \text{pe} + \sum_{j=1}^S \alpha_j \lg a_j = \lg K = E^0 |\alpha_e| / \theta = - E^0 \alpha_e / \theta.$$

Лінійні комбінації реакцій. Розраховуючи рівноважний склад, ми як правило змушені враховувати багато різних реакцій. Замість того щоб перетворювати алгебраїчні рівняння ЗДМ, часто наочніше і зручніше перетворити реакції, для яких є довідкові дані, переходячи до лінійних комбінацій. Їх одержуємо, як і лінійну комбінацію векторів у математиці, множачи вихідні реакції на числа і потім додаючи їх. Деякі реагенти “скорочуємо” - перетворюємо у 0 коефіцієнти при них. Комбінуючи r реакцій, скорочуємо принаймні $(r - 1)$ реагентів.

Приклад. Складімо з реакцій

$\text{Fe}^{3+} + 2 \text{F}^- \Leftrightarrow \text{FeF}_2^+, \lg \beta_2 = 9,30; \text{H}^+ + \text{F}^- \Leftrightarrow \text{HF}, \lg K_H = 3,17,$
 лінійну комбінацію, в яку не входить F^- . Це оформимо так,



де ліворуч - множники при лінійній комбінації. Відповідна лінійна комбінація логарифмів констант ЗДМ - це

$$\begin{array}{l} 1 \quad | \quad - \lg a(\text{Fe}^{3+}) - 2 \lg a(\text{F}^-) + \lg a(\text{FeF}_2^+) = \lg \beta_2 = 9,30, \\ -2 \quad | \quad - \lg a(\text{H}^+) - \lg a(\text{F}^-) + \lg a(\text{HF}) = \lg K_{\text{H}} = 3,17, \\ - \lg a(\text{F}^-) - 2 \lg a(\text{HF}) + \lg a(\text{FeF}_2^+) + 2 \lg a(\text{H}^+) = \\ \phantom{- \lg a(\text{F}^-) - 2 \lg a(\text{HF}) + \lg a(\text{FeF}_2^+) + 2 \lg a(\text{H}^+)} = \lg \beta_2 - 2 \lg K_{\text{H}} = 2,96. \end{array}$$

Загальне правило: *логарифм константи лінійної комбінації реакцій дорівнює аналогічній (тобто з тими ж коефіцієнтами) лінійній комбінації логарифмів констант вихідних реакцій*

Порядок подання матеріалу у таблицях. Матеріал згруповано за лігандами у порядку: неорганічні ліганди (ОН⁻, далі - за символами елементів, що утворюють ліганд, відповідно алфавітові, а в межах одного елементу – за зростом його окисного числа); органічні ліганди - аміни, карбонові кислоти, амінокислоти, інші (в порядку зросту числа атомів елементів за номенклатурою Бельштейна); окисно-відновні напівреакції, індикатори. Порядок комплексоутворювачів: спочатку Н⁺, решта – за алфавітом символів елементів.

Література

Marcus Y. Recommended symbols for solution equilibria. Analytical chemistry division. Commission of equilibrium data. // Pure Appl. Chem., 1959, v. 18, No. 3, P. 459-464.

Martell A. E., Smith R. M. Critical stability constants. New York: Plenum. V. 1 Amino acids. 1974. 496 P.; V. 2. Amines. 1975. 415 P.; V. 3. Other organic ligands. 1977. 495 P.; V. 4. Inorganic complexes. 1976. 257 P.; V. 5. First supplement. 1982. 604 P.

Kotrly S., Šůcha L. Handbook of chemical equilibria in analytical chemistry. New York: Ellis, 1985. 414 p.

Stary J., Freiser H. Equilibrium constants of liquid-liquid distribution reactions. Part IV. Chelating extractants. Oxford et al: Pergamon, 1978. 228 p.

Кумок В.Н., Кулешова О.М., Карабин Л.А. Произведения растворимости. Новосибирск: Наука, 1983. - 257 С.

**Вибрані логарифми констант рівноваг
Неорганічні ліганди**

ОН⁻, гідроксид - іон

$$\mathbf{H}^+ \quad \lg K_w = \begin{cases} -13,997; \Delta H = -55,81 \\ -13,79 \end{cases}$$

$$\mathbf{Ag}^+ \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,0 \\ 1,6 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 4,0 \\ 3,7 \end{cases}$$

$$\lg K_s((1/2)\text{Ag}_2\text{O}(\text{бурий}) + (1/2)\text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{OH}^-) = \begin{cases} -7,71 \\ -7,18 \end{cases}$$

$$\mathbf{Al}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 9,03 \\ 8,32 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 18,69 \\ 17,31 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 26,99 \\ 25,32 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 32,99 \\ 31,53 \end{cases} \quad \lg \beta_{22} = \begin{cases} 20,3 \\ 19,9 \end{cases} \quad \lg \beta_{43} = \begin{cases} 42,05 \\ 41,77 \end{cases}$$

$$\lg K_s(\text{аморф., білий}) = -32,34$$

$$\mathbf{Ba}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 0,5 \\ -0,2 \end{cases} \quad \lg K_s(\text{білий}) = -3,6$$

$$\mathbf{Bi}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 12,91 \\ 12,29 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 23,99 \\ 22,54 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 33,13 \\ 31,43 \end{cases} \quad \lg \beta_4 = \begin{cases} 34,19 \\ 32,57 \end{cases} \quad \lg \beta_{12,6} = 165 \quad [I = 3]$$

$$\lg K_s((1/2)\text{Bi}_2\text{O}_3(\alpha, \text{білий}) + (3/2)\text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Bi}^{3+} + 3 \text{OH}^-) = \begin{cases} -38,53 \\ -36,91 \end{cases}$$

$$\mathbf{Ca}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,3 \\ 0,64 \end{cases} \quad \lg K_s(\text{білий}) = -5,19$$

$$\mathbf{Cd}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,92 \\ 3,37 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 7,64 \\ 6,81 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 8,69 \\ 8,07 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 8,64 \\ 8,34 \end{cases} \quad \lg \beta_{12} = \begin{cases} 4,61 \\ 4,08 \end{cases} \quad \lg \beta_{44} = \begin{cases} 23,13 \\ 23,27 \end{cases}$$

$$\lg K_s = \begin{cases} -14,35 [\beta, \text{білий}] \\ -14,29 [\beta, I = 3], -14,10 [\gamma, I = 3] \end{cases}$$

ОН⁻, гідроксид - іон (продовження)

$$\text{Co}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 4,35 \\ 3,78 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 9,19 \\ 8,32 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 10,49 \\ 9,66 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 9,68 \\ 9,54 \end{cases} \quad \lg K_s (\text{рожевий}) = \begin{cases} -14,9 \\ -14,6 \end{cases}$$

$$\text{Co}^{3+} \quad \lg \beta_1 = 13,52 [I=1] \quad \lg K_s (\text{чорний}) = -44,5$$

$$\text{Cr}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 10,0 \\ 9,2 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 18,3 \\ 16,8 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 24 \\ 22 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 28,6 \\ 26,9 \end{cases} \quad \lg K_s (\text{зелений}) = -29,8$$

$$\text{Cu}^+ \quad \lg K_s ((1/2)\text{Cu}_2\text{O}(\text{червоний}) + (1/2)\text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Cu}^+ + \text{OH}^-) = -14,7$$

$$\text{Cu}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 6,0 \\ 5,5 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 10,7 \\ 10,0 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 14,2 \\ 13,6 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 16,4 \\ 16,5 \end{cases} \quad \lg \beta_{22} = \begin{cases} 17,63 \\ 16,81 \end{cases}$$

$$\lg K_s (\text{блакитний}) = \begin{cases} -19,32 \\ -18,9 \end{cases}$$

$$\text{Fe}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 4,5 \\ 4,0 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 7,4 \\ 6,5 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 11 \\ 10,2 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 10 \\ 9,9 \end{cases} \quad \lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -15,1 \\ -14,28 \end{cases}$$

$$\text{Fe}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 11,81 \\ 11,03 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 22,32 \\ 21,18 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 30 \\ 28,7 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 34,4 \\ 33,3 \end{cases} \quad \lg \beta_{22} = \begin{cases} 25,04 \\ 24,97 \end{cases} \quad \lg \beta_{43} = \begin{cases} 49,7 \\ 49,4 \end{cases}$$

$$\lg K_s (\text{брунатний}) = \begin{cases} -38,8 \\ -38,6 \end{cases}$$

$$\lg K_s ((1/2)\text{Fe}_2\text{O}_3(\alpha, \text{брунатний}) + (3/2)\text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 3 \text{OH}^-) = -42,7$$

$$\text{Hg}_2^{2+} \quad \lg \beta_1 = 8,7 [I=1]$$

ОН⁻, гідроксид - іон (продовження)

$$\mathbf{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 10,59 \\ 10,13 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 21,82 \\ 21,28 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 20,89 \\ 20,30 \end{cases}$$

$$\lg \beta_{12} = \begin{cases} 10,67 \\ 10,98 \end{cases} \quad \lg \beta_{33} = \begin{cases} 35,57 \\ 34,98 \end{cases}$$

$$\lg K_s(\text{HgO(червоний)} + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 2 \text{OH}^-) = \begin{cases} -25,44 \\ -24,90 \end{cases}$$

$$\mathbf{Mg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,58 \\ 1,85 \end{cases} \quad \lg \beta_{44} = \begin{cases} 16,3 \\ 16,93 \end{cases}$$

$$\lg K_s(\text{білий}) = \begin{cases} -11,15 \\ -10,25 \end{cases}$$

$$\mathbf{Mn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,40 \\ 2,85 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 5,8 \\ 4,9 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 7,2 \\ 6,4 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 7,7 \\ 7,6 \end{cases} \quad \lg \beta_{12} = \begin{cases} 3,4 \\ 3,75 \end{cases} \quad \lg \beta_{32} = \begin{cases} 18,09 \\ 16,46 \end{cases}$$

$$\lg K_s(\text{активний, білорожевий}) = \begin{cases} -12,8 \\ -11,94 \end{cases}$$

$$\mathbf{Ni}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 4,14 \\ 3,58 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 8,9 \\ 8,1 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 11,12 \\ 11,2 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 12 \\ 11,9 \end{cases} \quad \lg \beta_{12} = \begin{cases} 3,3 \\ 3,6 \end{cases} \quad \lg \beta_{44} = \begin{cases} 28,25 \\ 28,22 \end{cases}$$

$$\lg K_s(\text{зелений}) = \begin{cases} -15,2 \\ -16,3 \end{cases}$$

$$\mathbf{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 6,29 \\ 6,05 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 10,87 \\ 10,37 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 13,93 \\ 13,35 \end{cases}$$

$$\lg \beta_{12} = \begin{cases} 7,64 \\ 7,62 \end{cases} \quad \lg \beta_{43} = \begin{cases} 32,10 \\ 32,43 \end{cases}$$

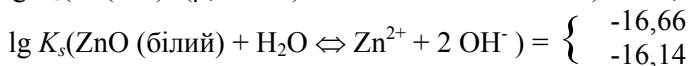
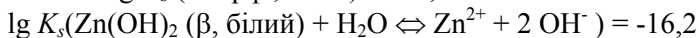
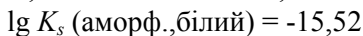
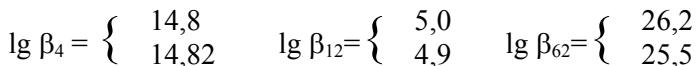
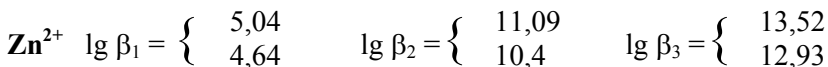
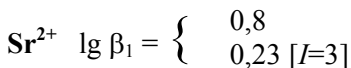
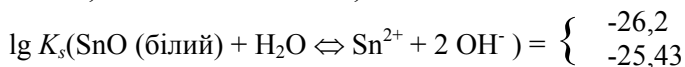
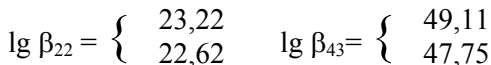
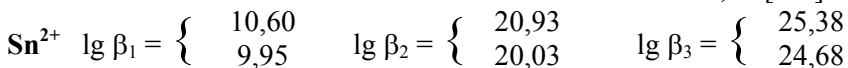
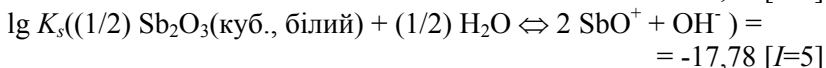
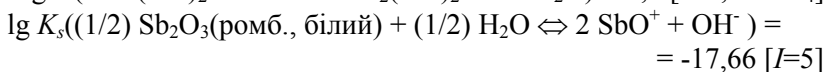
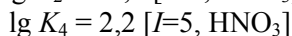
$$\lg \beta_{44} = \begin{cases} 35,1 \\ 35,75 \end{cases} \quad \lg \beta_{86} = \begin{cases} 68,36 \\ 68,38 \end{cases}$$

$$\lg K_s((1/2)\text{Pb}_2\text{O}(\text{ОН})_2(\text{білий}) + (1/2) \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{OH}^-) = -14,9$$

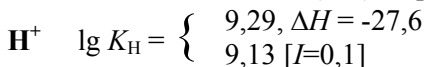
$$\lg K_s(\text{PbO(жовтий)} + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{OH}^-) = -15,1$$

$$\lg K_s(\text{PbO(червоний)} + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{OH}^-) = -15,3$$

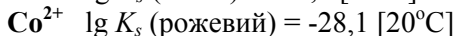
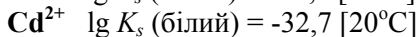
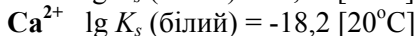
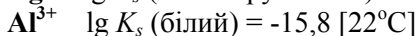
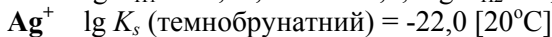
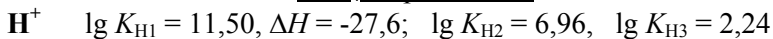
OH⁻, гідроксид - іон (продовження)



As(OH)₄⁻, арсеніт-іон



AsO₄³⁻, арсенат-іон



AsO₄³⁻, арсенат-іон (продовження)

Cu²⁺ lg K_s (зелений) = -35,1 [20°C]

Fe³⁺ lg K_s (зелений) = -20,2 [20°C]

Mg²⁺ lg K_s (білий) = -19,7 [20°C]

Mn²⁺ lg K_s (білий) = -28,7 [20°C]

Ni²⁺ lg K_s (зелений) = -25,5 [20°C]

Pb²⁺ lg K_s (білий) = -35,4 [20°C]

Sr²⁺ lg K_s (білий) = -17,8 [20°C]

Zn²⁺ lg K_s (білий) = -27,0 [20°C]

B(OH)₄⁻, борат-іон

H⁺ lg K_{H1} = $\begin{cases} 9,236 & \text{lg } K_{H1} = 5,23 [I=3, \text{NaClO}_3] \\ 8,88 & \text{lg } \beta_{H21} = 5,50 [I=3, \text{NaClO}_3] \end{cases}$

lg β_{H31} = 7,33 [I=3, NaClO₃], lg β_{H42} = 13,42 [I=3, NaClO₃]

Br⁻, бромід-іон

Ag⁺ lg β₁ = 4,68 lg β₂ = 7,7

lg β₃ = $\begin{cases} 8,7 \\ 8,3 \end{cases}$ lg β₄ = 9,0

lg K_s (світложовтий) = $\begin{cases} -12,28 \\ -11,92 \end{cases}$

Bi³⁺ lg β₁ = $\begin{cases} 3,06 \\ 2,22 \end{cases}$ lg β₂ = $\begin{cases} 5,6 \\ 4,4 \end{cases}$ lg β₃ = $\begin{cases} 7,4 \\ 6,2 \end{cases}$

lg β₄ = $\begin{cases} 8,6 \\ 7,2 \end{cases}$ lg β₅ = $\begin{cases} 9,2 \\ 8,7 \end{cases}$ lg β₆ = $\begin{cases} 8,7 \\ 8,8 \end{cases}$

lg K_s(BiOBr (білий) + H₂O ⇌ Bi³⁺ + Br⁻ + 2 OH⁻) = -34,16 [I=2]

Br₂ lg β₁ = 1,24 lg β₁₂ = 1,30 lg K_D(Br₂ ⇌ Br₂(CCl₄)) = 1,44

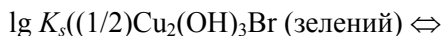
Cd²⁺ lg β₁ = $\begin{cases} 2,14 \\ 1,57 \end{cases}$ lg β₂ = $\begin{cases} 3,0 \\ 2,1 \end{cases}$ lg β₃ = $\begin{cases} 3,0 \\ 2,6 \end{cases}$

lg β₄ = $\begin{cases} 2,9 \\ 2,6 \end{cases}$

Cu⁺ lg β₂ = 5,9 lg β₃ = 9,4 [I=5] lg K_s (білий) = -8,3

Br⁻, бромід-іон (продовження)

$$\text{Cu}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} -0,03 \\ -0,07 [I=2] \end{cases}$$



$$\Leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + (3/2) \text{OH}^- + (1/2) \text{Br}^- = \begin{cases} -17,15 [20^\circ\text{C}] \\ -16,70 \end{cases}$$

$$\text{Fe}^{3+} \quad \lg \beta_1 = 2,85$$

$$\text{Hg}_2^{2+} \quad \lg K_s \text{ (жовтобілий)} = -22,25$$

$$\text{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 12,87 [I=0,5] \quad \lg \beta_2 = 23,82 [I=0,5]$$

$$\lg \beta_3 = 27,6 [I=0,5] \quad \lg \beta_4 = 29,8 [I=0,5]$$

$$\lg K(\text{HgBr}^+ + \text{OH}^- \Leftrightarrow \text{HgBrOH}) = 9,74 [I=0,5]$$

$$\text{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,77 \\ 1,10 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 2,6 \\ 1,8 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 3,0 \\ 2,2 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 2,3 \\ 2,0 \end{cases} \quad \lg K_s \text{ (білий)} = -5,68 [I=4]$$

$$\text{Sn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,16 \\ 0,74 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 1,7 \\ 0,9 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = 1,2 [I=3] \quad \lg \beta_4 = 0,4 [I=3]$$

CN⁻, ціанід-іон

$$\text{H}^+ \quad \lg K_H = \begin{cases} 9,21, \Delta H = -43,64 \\ 8,95 \end{cases}$$

$$\text{Ag}^+ \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 20,48 \\ 20,0 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = 21,4 \quad \lg \beta_4 = 20,8 [I=1]$$

$$\lg K_s \text{ (білий)} = \begin{cases} -15,66 \\ -15,53 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{Ag}^+ + \text{OH}^- + \text{CN}^- \Leftrightarrow \text{AgOH}(\text{CN}^-)) = \begin{cases} 13,2 \\ 12,7 \end{cases}$$

$$\text{Cd}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 6,01, \lg \beta_2 = 11,12, \lg \beta_3 = 15,65, \lg \beta_4 = 17,92$$

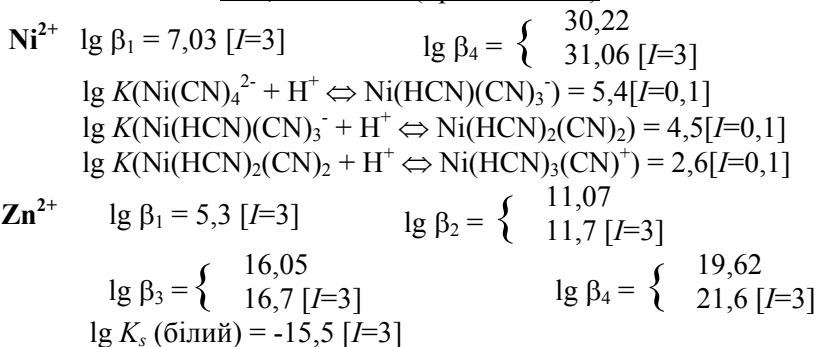
$$\text{Cu}^+ \quad \lg \beta_2 = 16,26, \lg \beta_3 = 21,6, \lg \beta_4 = 23,1, \lg K_s \text{ (білий)} = -19,49$$

$$\text{Fe}^{2+} \quad \lg \beta_6 = 35,4$$

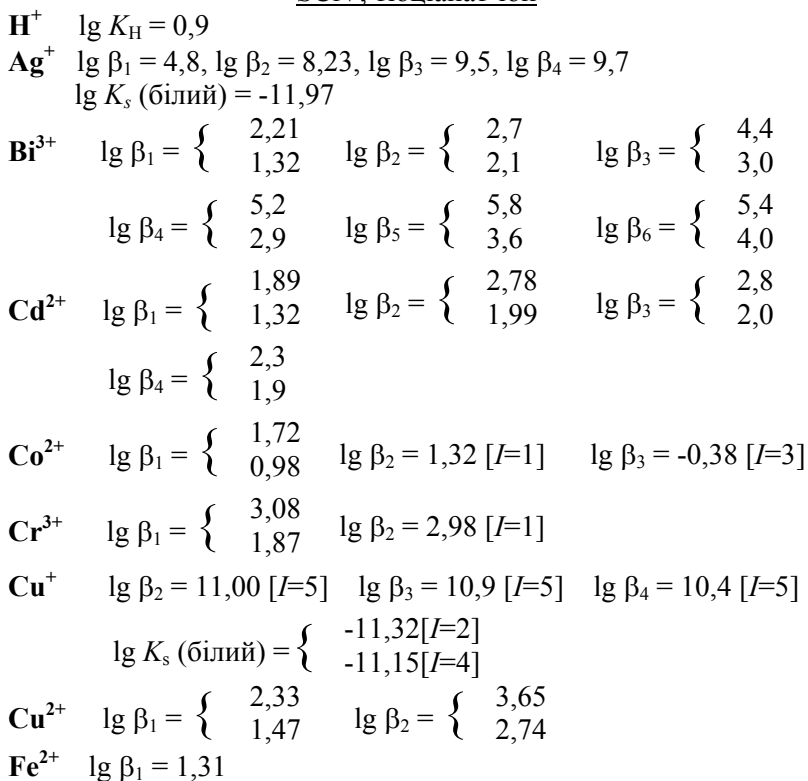
$$\text{Fe}^{3+} \quad \lg \beta_6 = 43,6$$

$$\text{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 17,00 \quad \lg \beta_2 = 32,75 \quad \lg \beta_3 = 36,31 \quad \lg \beta_4 = 38,97$$

CN⁻, ціанід-іон (продовження)



SCN⁻, тiocіанат-іон



SCN⁻, тiosіанат-іон (продовження)

$$\text{Fe}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,02 \\ 2,10 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 4,64 \\ 3,2 \end{cases}$$
$$\lg \beta_3 = 5,0[I=3] \quad \lg \beta_4 = 6,3[I=3]$$
$$\lg \beta_5 = 6,2[I=3] \quad \lg \beta_6 = 6,1[I=3]$$

$$\text{Hg}_2^{2+} \quad \lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -19,52 \\ -19,00 \end{cases}$$

$$\text{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 9,08[I=1],$$

$$\lg \beta_2 = \begin{cases} 17,26 \\ 16,86 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 19,97 \\ 19,70 \end{cases} \quad \lg \beta_4 = \begin{cases} 21,8 \\ 21,7 \end{cases}$$

$$\lg K_s (\text{білий}) = -19,56 [I=1]$$

$$\text{Mn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,23 \\ 0,65 \end{cases}$$

$$\text{Ni}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,76 \\ 1,13 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = 1,58[I=1] \quad \lg \beta_3 = 1,5[I=1]$$

$$\text{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 0,54[I=2] \quad \lg \beta_2 = 0,87[I=2] \quad \lg \beta_3 = 1,0[I=3]$$

$$\text{Zn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,33 \\ 0,71 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 1,91 \\ 1,04 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 2,0 \\ 1,2 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 1,6 \\ 1,5 \end{cases}$$

CO₃²⁻ - карбонат-іон

$$\text{H}^+ \quad \lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 10,33, \Delta H = -14,6 \\ 9,57 \end{cases} \quad \lg K_{\text{H2}} = \begin{cases} 6,35, \Delta H = -23,0 \\ 6,02 \end{cases}$$

$$\lg K_p(\text{CO}_2(\text{g}) \Leftrightarrow \text{CO}_2) = 1,48 [25^\circ\text{C}], -1,89 [80^\circ\text{C}]$$

$$\text{Ag}^+ \quad \lg K_s (\text{білий}) = -11,09$$

$$\text{Ba}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 2,78, \quad \lg K_s (\text{білий}) = -8,29$$

$$\text{Ca}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 3,15$$

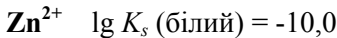
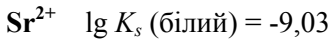
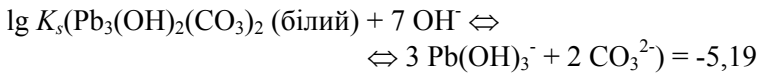
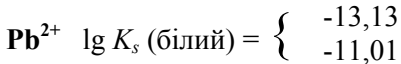
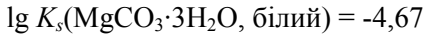
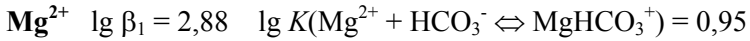
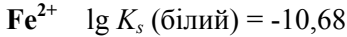
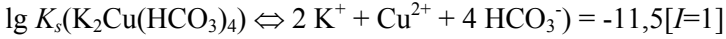
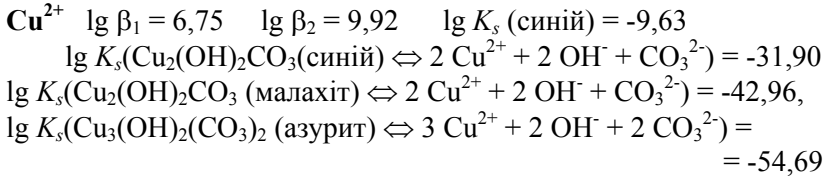
$$\lg K_s (\text{кальцит, білий,}) = -8,52$$

$$\lg K_s (\text{арагоніт, білий,}) = -8,29$$

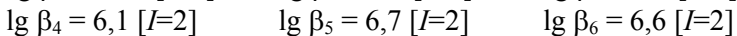
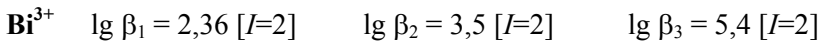
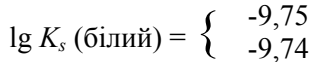
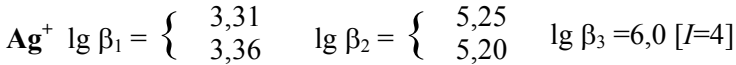
$$\text{Cd}^{2+} \quad \lg K_s (\text{білий}) = -13,74$$

$$\text{Co}^{2+} \quad \lg K_s (\text{білий}) = -9,98$$

CO₃²⁻ - карбонат-іон (продовження)



Cl⁻, хлорид-іон



Cl⁻, хлорид-іон (продовження)

$$\text{Cd}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,98 \\ 1,35 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 2,6 \\ 1,7 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 2,4 \\ 1,5 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = \begin{cases} 1,7 \\ 1,6 [I=3] \end{cases}$$

$$\text{Co}^{2+} \quad \lg \beta_1 = -0,05 [I=1]$$

$$\text{Cr}^{3+} \quad \lg \beta_1 = -0,5 [I=1]$$

$$\text{Cr(VI)} \quad \lg K(\text{HCrO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{CrO}_3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}) = 1,2 [I=0,5]$$

$$\text{Cu}^+ \quad \lg \beta_1 = 2,70 [I=5] \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 5,5 \\ 6,00 [I=5] \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 5,7 \\ 6,0 [I=5] \end{cases} \quad \lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -6,73 \\ -7,38 [I=5] \end{cases}$$

$$\text{Cu}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 0,40 \quad \lg \beta_2 = -0,4,$$

$$\lg K_s(\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} (\text{синій}) \Leftrightarrow 2 \text{Cu}^{2+} + 3 \text{OH}^- + \text{Cl}^-) = \begin{cases} -34,7 \\ -34,32 \end{cases}$$

$$\text{Fe}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,48 \\ 0,63 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 2,13 \\ 0,75 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 1,1 \\ -0,7 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = -1,3$$

$$\text{Hg}_2^{2+} \quad \lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -17,91 \\ -16,88 [I=0,5] \end{cases}$$

$$\text{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 6,72 [I=1], \quad \lg \beta_2 = 13,23 [I=1], \quad \lg \beta_3 = 14,2 [I=1], \\ \lg \beta_4 = 15,3 [I=1]$$

$$\lg K(\text{HgCl}_2 + \text{OH}^- \Leftrightarrow \text{HgOHCl} + \text{Cl}^-) = \begin{cases} 4,09 \\ 4,23 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{HgOHCl} + \text{OH}^- \Leftrightarrow \text{Hg}(\text{OH})_2 + \text{Cl}^-) = \begin{cases} 3,77 \\ 3,8 \end{cases}$$

$$\text{Mn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 0,04 [I=1]$$

$$\text{Ni}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 0,00 [I=1]$$

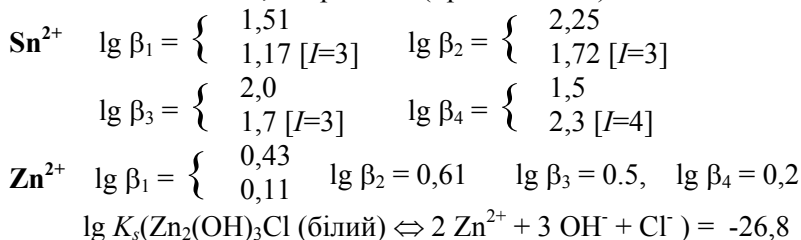
$$\text{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,59 \\ 0,90 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 1,8 \\ 1,3 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 1,7 \\ 1,4 \end{cases}$$

$$\lg \beta_4 = 1,4 \quad \lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -4,87 \\ -5,0 [I=3] \end{cases}$$

$$\text{Sb}^{3+} \quad \lg \beta_1 = 2,3 [I=4] \quad \lg \beta_2 = 3,5 [I=4] \quad \lg \beta_3 = 4,2 [I=4]$$

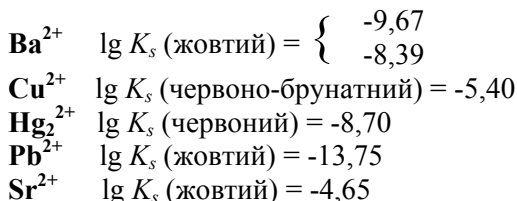
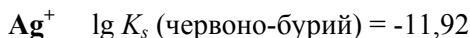
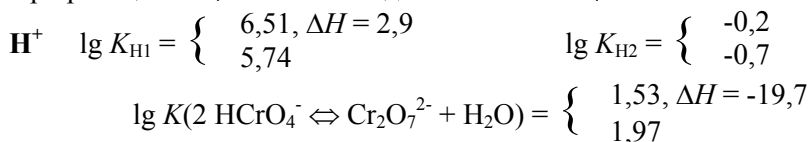
$$\lg \beta_4 = 4,7 [I=4] \quad \lg \beta_5 = 4,7 [I=4] \quad \lg \beta_6 = 4,1 [I=4]$$

Cl⁻, хлорид-іон (продовження)

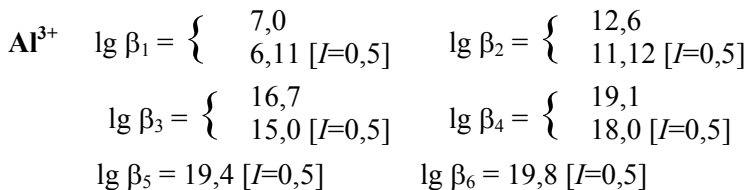
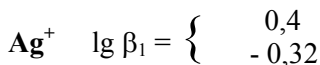
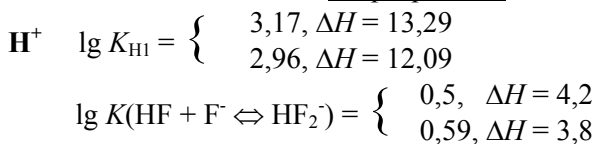


CrO₄²⁻, хромат-іон

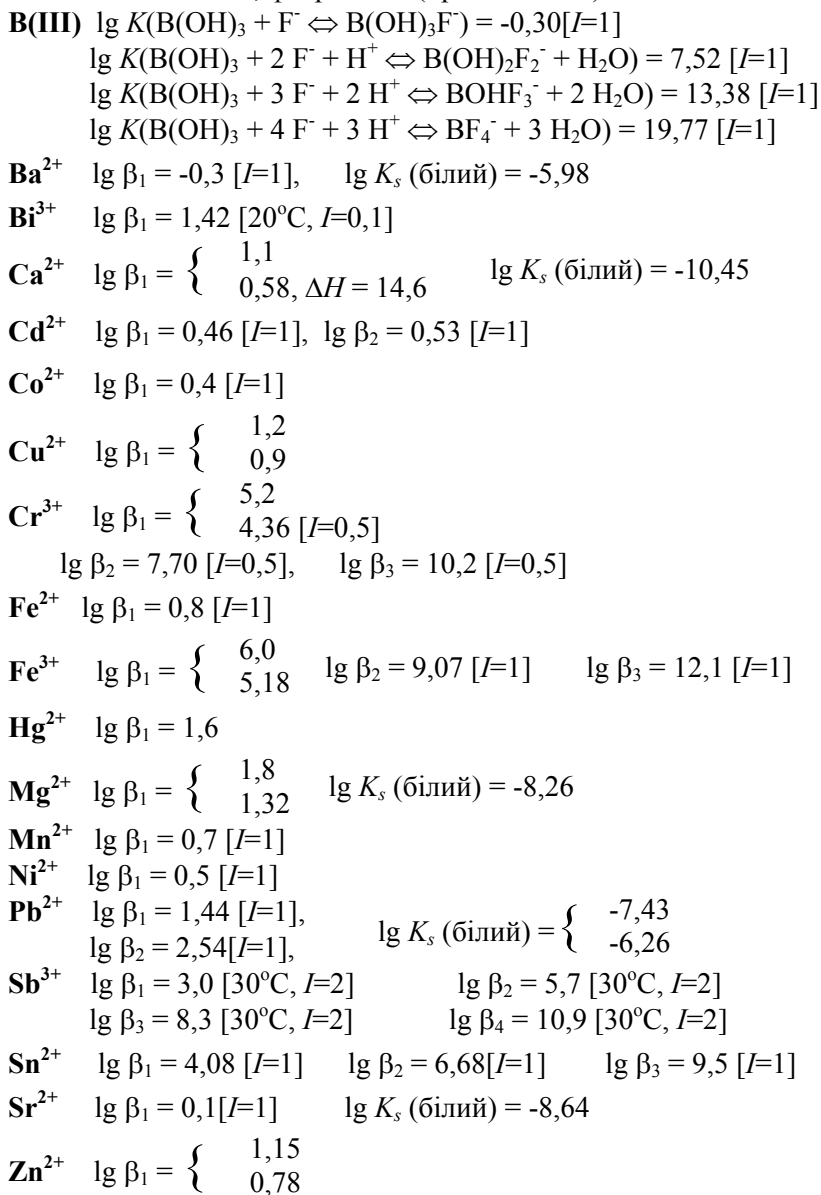
Про реакції CrO₄²⁻ з аніонами дивись Cl⁻ та PO₄³⁻.



F⁻, фторид-іон



F⁻, фторид-іон (продовження)



Fe(CN)₆⁴⁻, гексаціаноферат(II)-іон

H⁺	lg K _{H1} = 4,30, ΔH = 21; lg K _{H2} = 2,6, ΔH = 4
Ag⁺	lg K _s (світложовтий) = -44,07
Ba²⁺	lg β ₁ = 3,8
Ca²⁺	lg β ₁ = 3,8, ΔH = 8,8; lg β ₂ = 5,2
Cd²⁺	lg K _s (світложовтий) = -17,38
Co²⁺	lg K _s (бруднозелений) = -14,7
Cu²⁺	lg K _s (брунатний) = -15,9 lg K _s (K ₂ Cu ₃ {Fe(CN) ₆ } ₂) = -34,75
Fe³⁺	lg K _s (синій) = -40,5
Hg₂²⁺	lg K _s = -11,95
Hg²⁺	lg β ₁ = 3,8
K⁺	lg β ₁ = 2,34
Mn²⁺	lg K _s (білий) = -13,33
Ni²⁺	lg K _s (світлозелений) = -13,2
Pb²⁺	lg K _s (жовтий) = -18
Zn²⁺	lg K _s = -16,9 lg K _s (K ₂ Zn ₃ {Fe(CN) ₆ } ₂ , білий) = -42,18

Fe(CN)₆³⁻, гексаціаноферат(III)-іон

Ag⁺	lg K _s (оранжовий) = -27,9
Hg₂²⁺	lg K _s = -20,1

H₂, водень

$$\lg K_p(\text{H}_2(g) \leftrightarrow \text{H}_2) = -3,12 (25^\circ\text{C}), -3,41 (80^\circ\text{C})$$

Hg(SCN)₄²⁻, тетрароданомеркурат(II)-іон

Cd²⁺	lg K _s (білий) = -5,42 [18°C]
Co²⁺	lg K _s (синій) = -5,82 [20°C]
Cu²⁺	lg K _s (фіолет.) = -9,80 [18°C]
Zn²⁺	lg K _s (білий) = -7,51 [18°C]

Γ, іодид-іон

Ag⁺	lg β ₁ = { 6,58 [18°C] 8,1 [I = 4]	lg β ₂ = { 11,7 (18°C) 11,0 [I = 4]
	lg β ₃ = { 13,1 [18°C] 13,8 [I = 4]	
	lg β ₆₂ = 29,7 [I = 4]	lg β ₈₃ = 46,4 [I = 4]
lg K _s (жовтий) =	{ -16,08, ΔH = 110,9 -16,35 [I = 4]	

Г, іодид-іон (продовження)

$$\mathbf{Bi}^{3+} \quad \lg \beta_1 = 3,63 [I=0,5] \quad \lg \beta_4 = 15,0 [20^\circ\text{C}, I=2]$$

$$\lg \beta_5 = 16,8 [20^\circ\text{C}, I=2] \quad \lg \beta_6 = 18,8 [20^\circ\text{C}, I=2]$$

$$\lg K_s (\text{сіро-чорний}) = -18,09 [20^\circ\text{C}, I=2]$$

$$\mathbf{Cd}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,28, \Delta H = -9,6 \\ 1,89, \Delta H = -10,5 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 3,92 \\ 3,2, \Delta H = -12,6 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 5,0 \\ 4,5, \Delta H = -18,4 \end{cases} \quad \lg \beta_4 = \begin{cases} 6,0 \\ 5,6, \Delta H = -35,1 \end{cases}$$

$$\lg K_s (\text{брунатний}) = -3,59$$

$$\mathbf{Cu}^+ \quad \lg \beta_2 = 8,9 \quad \lg \beta_3 = 9,4 [I=5] \quad \lg \beta_4 = 9,7 [I=5]$$

$$\lg K_s (\text{білий}) = -12,0$$

$$\mathbf{Hg}_2^{2+} \quad \lg K_s (\text{жовтий}) = -28,33$$

$$\mathbf{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 12,87 [I=0,5] \quad \lg \beta_2 = 23,82 [I=0,5]$$

$$\lg \beta_3 = 27,6 [I=0,5] \quad \lg \beta_4 = 29,8 [I=0,5]$$

$$\lg K(\text{HgI}^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{HgOHI}) = 9,74 [I=0,5]$$

$$\lg K_s (\text{червоний}) = -27,04 [I=0,5]$$

$$\mathbf{I}_2 \quad \lg K(\text{I}_2 + \text{I}^- \leftrightarrow \text{I}_3^-) = 2,87 \quad \lg K(\text{I}_2(s) + \text{I}^- \leftrightarrow \text{I}_3^-) = 5,79$$

$$\lg K_D(\text{I}_2 \leftrightarrow \text{I}_2 (\text{CCl}_4)) = 1,95 \quad \lg K_D(\text{I}_2 \leftrightarrow \text{I}_2 (\text{CHCl}_3)) = 1,98$$

$$\mathbf{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,26 \\ 1,30 [I=2] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 2,8 \\ 2,4 [I=2] \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 3,4 \\ 3,1 [I=2] \end{cases} \quad \lg \beta_4 = \begin{cases} 3,9 \\ 4,4 [I=2] \end{cases}$$

$$\lg K_s (\text{жовтий}) = \begin{cases} -8,10 \\ -7,61 [I=2] \end{cases}$$

$$\mathbf{Sn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 0,70 [I=1], \quad \lg \beta_2 = 11,13 [I=1], \quad \lg \beta_3 = 2,1 [I=1]$$

$$\lg \beta_4 = 2,3 [I=1], \quad \lg \beta_6 = 2,6 [I=1], \quad \lg \beta_8 = 2,1 [I=1]$$

$$\lg K_s (\text{білий}) = -5,08$$

IO₃⁻, іодат-іон

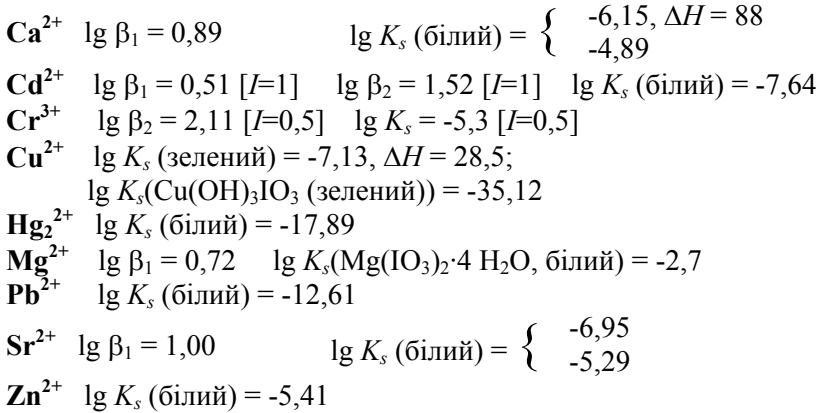
$$\mathbf{H}^+ \quad \lg K_{HI} = 0,77, \Delta H = 10,0$$

$$\mathbf{Ag}^+ \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 0,63, \Delta H = 21,3 \\ 0,19 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = 1,90, \Delta H = 50,2$$

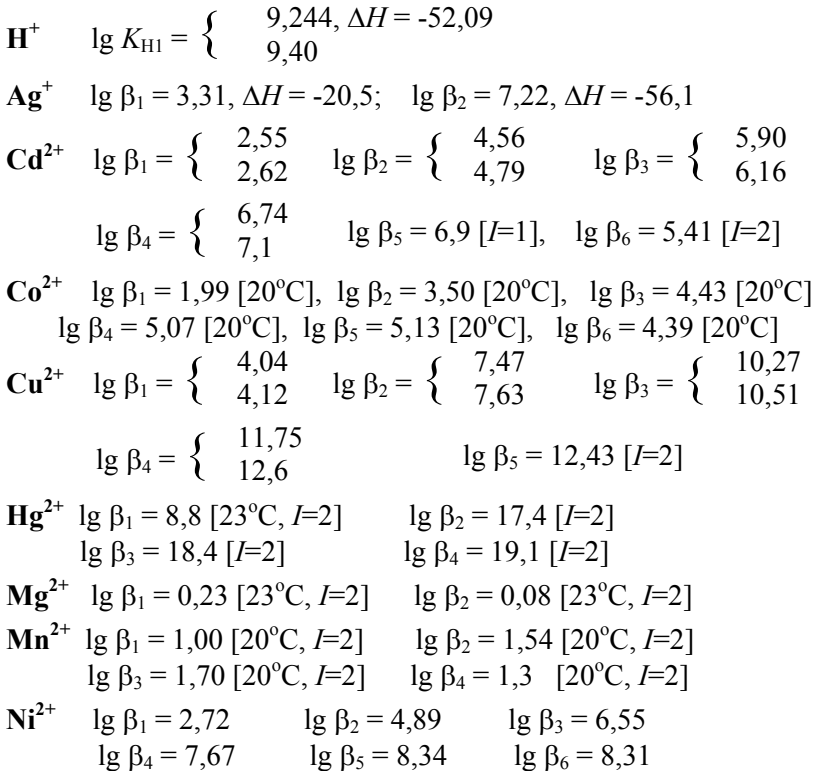
$$\lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -7,51 \\ -7,08 \end{cases}$$

$$\mathbf{Ba}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 1,10 \quad \lg K_s (\text{білий}) = -8,81$$

IO₃⁻, іодат-іон (продовження)



NH₃, аміак



NH₃, аміак (продовження)

$$\text{Zn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,21 \\ 2,32, \Delta H = -10,9 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 4,50 \\ 4,81, \Delta H = -23,8 \end{cases}$$
$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 6,86 \\ 7,11, \Delta H = -40,2 \end{cases} \quad \lg \beta_4 = \begin{cases} 8,89 \\ 9,32, \Delta H = -61,9 \end{cases}$$

H₂N-NH₂, гідразин

$$\text{H}^+ \quad \lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 7,98 \\ 8,18 \end{cases} \quad \lg K_{\text{H2}} = -0,9 [20^\circ\text{C}]$$

NH₂OH, гідроксиламін

$$\text{H}^+ \quad \lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 5,96 \\ 6,06 \end{cases}$$

NO, оксид азоту(II)

$$\lg K_p(\text{NO}(\text{g}) \Leftrightarrow \text{NO}) = -2,72 [25^\circ\text{C}], -2,48 [0^\circ\text{C}]$$
$$\text{Fe}^{2+} \quad \lg K_p(\text{Fe}^{2+} + \text{NO}(\text{g}) \Leftrightarrow \text{FeNO}^{2+}) = -0,18 [25^\circ\text{C}, I=0,03],$$
$$0,61 [0^\circ\text{C}, I=0,03]$$

NO₂⁻, нітрит-іон

$$\text{H}^+ \quad \lg K_{\text{H}} = \begin{cases} 3,15 \\ 3,00 \end{cases}$$

$$\text{Ag}^+ \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,32 \\ 1,56 [20^\circ\text{C}] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 2,51 \\ 2,25 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$$
$$\lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -4,13 \\ -3,57 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$$

$$\text{Cd}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,4 \\ 1,7 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = 2,90 [I=2] \quad \lg \beta_3 = 3,5 [I=2]$$

$$\text{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,51 \\ 1,90 \end{cases}$$

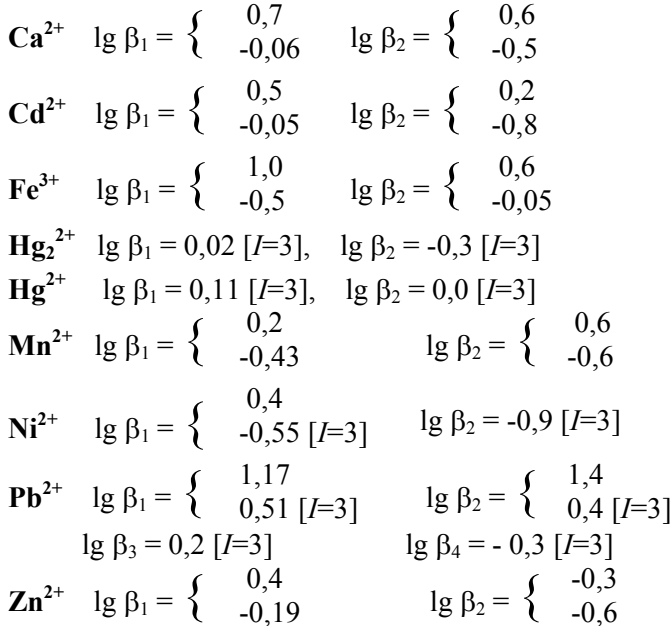
NO₃⁻, нітрат-іон

$$\text{Ba}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 0,9 \\ 0,16 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 1,0 \\ 0,0 \end{cases}$$

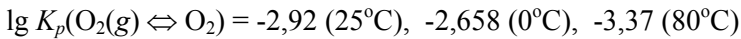
$$\text{Bi}^{3+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 1,7 \\ 0,81 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 2,5 \\ 0,90 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = 0,7 [I=1]$$

$$\lg K_s(\text{BiONO}_3 (\text{білий}) + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Bi}^{3+} + \text{NO}_3^- + 2\text{OH}^-) = -31,20$$

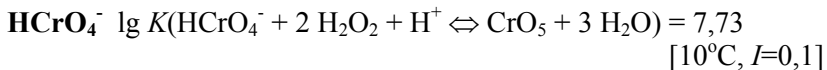
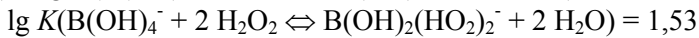
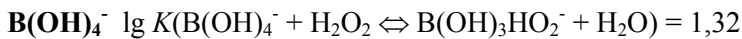
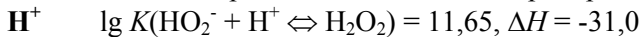
NO₃⁻, нітрат-іон (продовження)



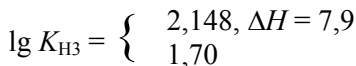
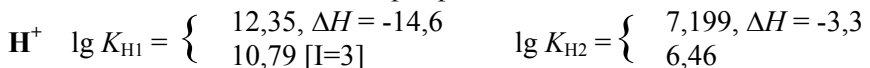
O₂, кисень



H₂O₂, пероксид водню; HO₂⁻, гідрпероксо-іон



PO₄³⁻, фосфат-іон



PO₄³⁻, фосфат-іон (продовження)

- Al³⁺** $\lg \beta_1 = 3,1$ [$I=1$]
 $\lg K(\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{AlH}_2\text{PO}_4^{2+}) = 3$ [$18^\circ\text{C}, I=0,1$]
 $\lg K(\text{Al}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2^+) = 5,3$ [$18^\circ\text{C}, I=0,1$]
 $\lg K(\text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3) = 7,6$ [$18^\circ\text{C}, I=0,1$]
 $\lg K_s$ (білий) = -20,1 $\lg K_s(\text{AlPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -29,0$
- Ba²⁺** $\lg K_s$ (білий) = -29,34
 $\lg K_s(\text{BaHPO}_4 \text{ (білий)} \leftrightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-}) = -7,40$ [20°C]
- Bi³⁺** $\lg K_s$ (білий) = -22,9 [20°C]
- Ca²⁺** $\lg \beta_1 = 6,46$, $\lg K(\text{Ca}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{CaHPO}_4) = 2,74$
 $\lg K(\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{CaH}_2\text{PO}_4^+) = 1,4$
 $\lg K_s(\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3 \text{ (білий)} \leftrightarrow 5 \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + 3 \text{PO}_4^{3-}) =$
 $= -57,49$
 $\lg K_s$ (білий) = -28,92 $\lg K_s(\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -6,60$
- Cd²⁺** $\lg K_s$ (білий) = -32,6 $\lg K_s(\text{CdHPO}_4, \text{білий}) = -6,82$
- Co²⁺** $\lg K(\text{Co}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{CoHPO}_4) = 2,18$ [$20^\circ\text{C}, I=0,1$]
 $\lg K_s$ (рожевий) = -34,7 [20°C]
 $\lg K_s$ (CoHPO₄, рожевий) = -6,7 [20°C]
- Cr³⁺** $\lg K(\text{Cr}^{3+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{CrHPO}_4^+) = 9,4$
 $\lg K_s$ (зелений) = -22,62 [20°C]
 $\lg K_s$ (фіолетовий) = -17,0 [20°C]
- Cr(VI)** $\lg K(\text{HCrO}_4^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{HCrO}_3\text{PO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}) = 0,48$
 $\lg K(\text{HCrO}_4^- + \text{H}_3\text{PO}_4 \leftrightarrow \text{H}_2\text{CrO}_3\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O}) = 0,95$ [$I = 0,25$]
- Cu²⁺** $\lg K(\text{Cu}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{CuHPO}_4) = 3,2$ [$I=0,1$]
 $\lg K(\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{CuH}_2\text{PO}_4^+) = 1,3$ [$37^\circ\text{C}, I=1$]
 $\lg K_s$ (синій) = -36,9
- Fe²⁺** $\lg K(\text{Fe}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{FeHPO}_4) = 3,6$
 $\lg K(\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{FeH}_2\text{PO}_4^+) = 2,7$
 $\lg K_s$ (білий) = -30,0
 $\lg K_s(\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -36,0$
- Fe³⁺** $\lg K(\text{Fe}^{3+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{FeHPO}_4^+) = 8,3$
 $\lg K(\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{FeH}_2\text{PO}_4^{2+}) = 3,47$ [$I=0,5$]
 $\lg K_s(\text{FePO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}, \text{жовтобрунатний}) = -29,03$

PO₄³⁻, фосфат-іон (продовження)

Hg₂²⁺ $\lg K_s(\text{Hg}_2\text{HPO}_4, \text{білий}) = -12,40$

Hg²⁺ $\lg K_s(\text{білий}) = -46,3 [20^\circ\text{C}, I=3]$

Mg²⁺ $\lg \beta_1 = 3,4 [37^\circ\text{C}, I=1]$

$\lg K(\text{Mg}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{MgHPO}_4) = 2,91$

$\lg K(\text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{MgH}_2\text{PO}_4^+) = 0,7 [37^\circ\text{C}, I=1]$

$\lg K_s = -23,28$

$\lg K_s(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -25,20$

$\lg K_s(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -23,10$

$\lg K_s(\text{MgHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -5,82$

$\lg K_s(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -13,15$

Mn²⁺ $\lg K(\text{Mn}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{MnHPO}_4) = 2,58 [I=0,2]$

$\lg K_s(\text{червоний}) = -36,21$

$\lg K_s(\text{MnHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}, \text{сірий}) = -12,86$

Ni²⁺ $\lg K(\text{Ni}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{NiHPO}_4) = 2,08 [I=0,1]$

$\lg K_s(\text{зелений}) = -30,3 [20^\circ\text{C}]$

Pb²⁺ $\lg K(\text{Pb}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{PbHPO}_4) = 3,1$

$\lg K(\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{PbH}_2\text{PO}_4^+) = 1,5$

$\lg K_s(\text{білий}) = -44,4 \quad \lg K_s(\text{PbHPO}_4, \text{білий}) = -11,43$

$\lg K_s(\text{Pb}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3, \text{білий}) \leftrightarrow 5 \text{Pb}^{2+} + \text{OH}^- + 3 \text{PO}_4^{3-} = -80,05$

Sr²⁺ $\lg \beta_1 = 4,2 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

$\lg K(\text{Sr}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{SrHPO}_4) = 1,2 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

$\lg K(\text{Sr}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{SrH}_2\text{PO}_4^+) = 0,3 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

$\lg K_s(\text{білий}) = -27,4 [20^\circ\text{C}, I=0,1],$

$\lg K_s(\text{SrHPO}_4, \text{білий}) = -6,92 [20^\circ\text{C}]$

Zn²⁺ $\lg K(\text{Zn}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{ZnHPO}_4) = 2,4 [37^\circ\text{C}, I=0,15]$

$\lg K(\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{ZnH}_2\text{PO}_4^+) = 1,2 [37^\circ\text{C}, I=0,15]$

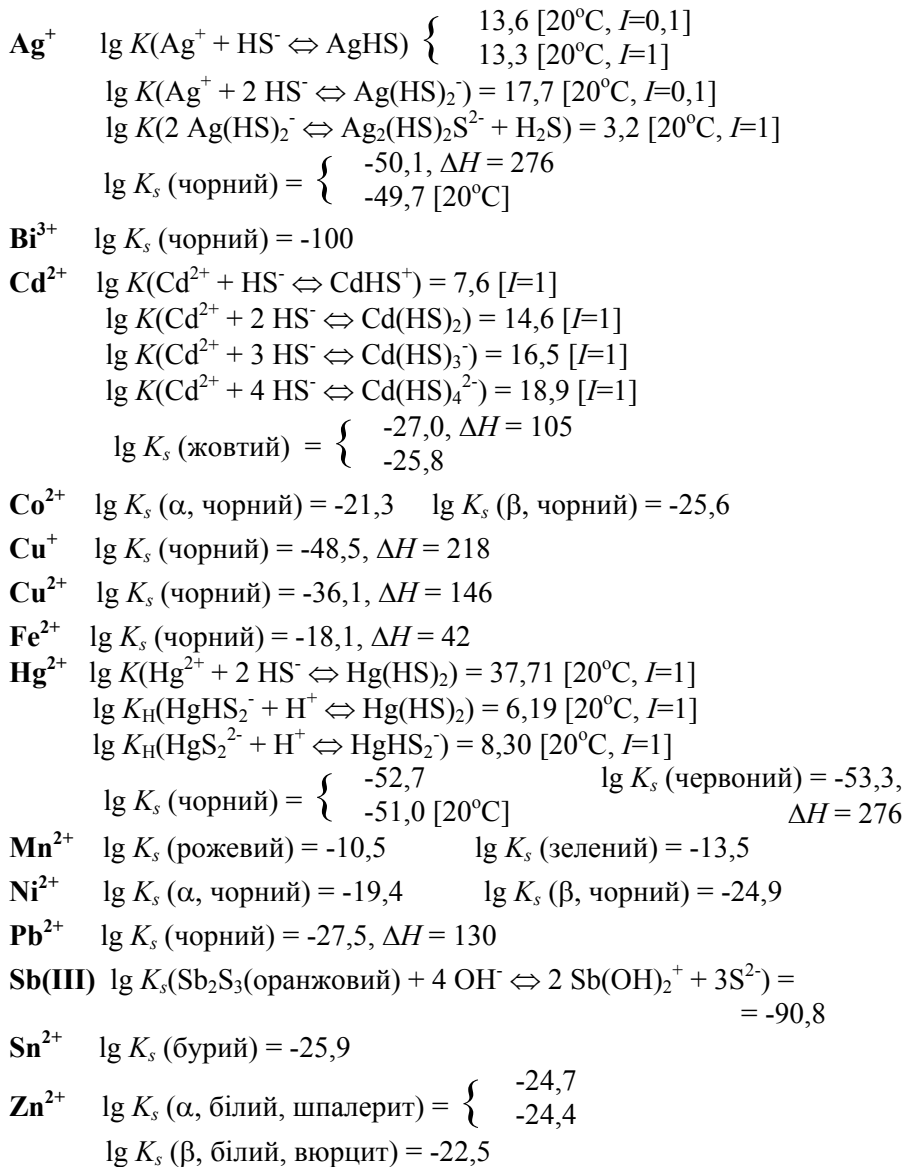
$\lg K_s(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}, \text{білий}) = -35,0$

S²⁻, сульфід-іон

H⁺ $\lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 13,9, \Delta H = -50 \\ 13,8 \end{cases} \quad \lg K_{\text{H2}} = \begin{cases} 7,02, \Delta H = -22,2 \\ 6,61 \end{cases}$

$\lg K_p(\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}) = -1,01 [25^\circ\text{C}], -1,699 [0^\circ\text{C}], -1,66 [80^\circ\text{C}]$

S²⁻, сульфід-іон (продовження)



S₂²⁻, дисульфід-іон

H⁺ $\lg K_{H1} = 14,0$

S₂O₃²⁻, тіосульфат-іон

H⁺ $\lg K_{H1} = \begin{cases} 1,6 \\ 0,8 \end{cases} \quad \lg K_{H2} = 0,6$

Ag⁺ $\lg \beta_1 = 8,82 [20^\circ\text{C}] \quad \lg \beta_2 = 13,67 [20^\circ\text{C}]$
 $\lg \beta_3 = 14,2 [20^\circ\text{C}]$

Ba²⁺ $\lg \beta_1 = 2,27 \quad \lg K_s (\text{білий}) = -4,79$

Ca²⁺ $\lg K_s (\text{білий}) = -1,98$

Cd²⁺ $\lg \beta_1 = \begin{cases} 3,92 \\ 2,82 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 6,3 \\ 4,57 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = 6,4 [I=1]$

Co²⁺ $\lg \beta_1 = 2,05$

Cu⁺ $\lg \beta_1 = 10,35 [I=1,6] \quad \lg \beta_2 = 12,27 [I=1,6]$
 $\lg \beta_3 = 13,71 [I=1,6]$

Hg²⁺ $\lg \beta_2 = 29,23 \quad \lg \beta_3 = 30,6$

Mg²⁺ $\lg \beta_1 = 1,82$

Mn²⁺ $\lg \beta_1 = 1,95$

Ni²⁺ $\lg \beta_1 = 2,06$

Sr²⁺ $\lg \beta_1 = 2,04$

Zn²⁺ $\lg \beta_1 = \begin{cases} 2,35 \\ 0,62 \end{cases}$

SO₃²⁻, сульфит-іон

H⁺ $\lg K_{H1} = \begin{cases} 7,18 \\ 6,34 \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 1,91 \\ 1,37 \end{cases}$

$\lg K_p(\text{SO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{SO}_2) = 0,137 (25^\circ\text{C}), 0,49 (0^\circ\text{C}), -0,48 (80^\circ\text{C})$

Ag⁺ $\lg \beta_1 = 5,60 \quad \lg \beta_2 = 8,68 \quad \lg \beta_3 = 9,00$
 $\lg K_s (\text{білий}) = -13,82$

Ba²⁺ $\lg K_s (\text{білий}) = -9,3$

Ca²⁺ $\lg K_s (\text{білий}) = \begin{cases} -6,5 \\ -4,80 \end{cases}$

Cd²⁺ $\lg \beta_2 = 4,2 [I=1] \quad \lg K_s (\text{білий}) = -7,3$

Cu⁺ $\lg \beta_1 = 7,85 [I=1] \quad \lg \beta_2 = 8,7 [I=1] \quad \lg \beta_3 = 9,4 [I=1]$

Hg²⁺ $\lg \beta_2 = 24,07 [18^\circ\text{C}] \quad \lg \beta_3 = 25,96 [18^\circ\text{C}]$

SO₃²⁻, сульфит-іон (продовження)

Mg²⁺ lg K_s (білий) = -4,92

Pb²⁺ lg K_s (білий) = -11,7

Sr²⁺ lg K_s (білий) = -9,43

SO₄²⁻, сульфат-іон

H⁺ lg K_{НН} = { 1,99, ΔH = 22,6
1,10

Ag⁺ lg β₁ = { 1,3, ΔH = 6,3
0,31 [I=2]

lg β₂ = 0,19 [I=2] lg β₃ = 0,40 [I=2] lg K_s (білий) = -4,83 [I=2]

Ba²⁺ lg β₁ = { 2,7
0,66 lg β₂ = 1,42 [I=1]

lg K_s (білий) = -9,96, ΔH = 23,0

Bi³⁺ lg β₁ = 1,98 [I=3] lg β₂ = 3,41 [I=3] lg β₃ = 4,08 [I=3]

lg β₄ = 4,34 [I=3] lg β₅ = 4,60 [I=3]

Ca²⁺ lg β₁ = { 2,31, ΔH = 6,7
1,03 [I=0,7] lg K_s (білий) = { -4,62,
ΔH = 1,3
-2,92

Cd²⁺ lg β₁ = { 2,46, ΔH = 2,3
0,95 lg β₂ = 1,6 [I=1]

lg β₃ = 1,8 [I=1] lg β₄ = 2,3 [I=1]

Co²⁺ lg β₁ = 2,36, ΔH = 8,8

Cr³⁺ lg β₁ = 2,60 [48°C, I=1]

Cu²⁺ lg β₁ = { 2,36, ΔH = 8,8
0,95

lg K_s(Cu₄(OH)₆SO₄, від світлосинього до синьозеленого) = { -17,16
-16,86

Fe²⁺ lg β₁ = 2,2

Fe³⁺ lg β₁ = { 4,04
1,93 [I=3] lg β₂ = { 5,38
2,11 [I=3]

Hg₂²⁺ lg β₁ = 1,30 [I=0,5] lg β₂ = 3,54 [I=0,5]

lg K_s (білий) = -6,09

Hg²⁺ lg β₁ = 1,34 [I=0,5] lg β₂ = 2,4 [I=0,5]

lg K_s (білий) = -3,1

SO₄²⁻, сульфат-іон (продовження)

Mn²⁺ lg β₁ = 2,26, ΔH = 22,6

Ni²⁺ lg β₁ = { 2,32, ΔH = 6,3
0,57 lg β₂ = 1,42 [I=1]

Pb²⁺ lg β₁ = 2,75 lg β₂ = 1,99 [I=3] lg K_s (білий) = { -7,79
-6,20

Sr²⁺ lg β₁ = 2,55 lg K_s (білий) = - 6,50, ΔH = 2,1

Zn²⁺ lg β₁ = { 2,38, ΔH = 6,3
0,89 lg β₂ = 1,2 [I=1]
lg β₃ = 1,7 [I=1] lg β₄ = 1,7 [I=1]

H₂SiO₄²⁻, силікат-іон

H⁺ lg K_{H1} = 13,1 lg K_{H2} = 9,86
lg K_s(SiO₂ (аморфн., білий) + 2 H₂O ⇌ H₄SiO₄) = -2,74

Ca²⁺ lg β₁ = 3,09 [I=1] lg K_s (білий) = -7,2
lg K(Ca²⁺ + HSiO₃⁻ ⇌ CaHSiO₃⁺) = 0,39
lg K(Ca²⁺ + 2 HSiO₃⁻ ⇌ Ca(HSiO₃)₂) = 2,89

Mg²⁺ lg β₁ = 4,17 [I=1], lg K(Mg²⁺ + HSiO₃⁻ ⇌ MgHSiO₃⁺) = 0,64
lg K(Mg²⁺ + 2 HSiO₃⁻ ⇌ Mg(HSiO₃)₂) = 3,82
lg K_s(Mg₂(HSiO₃)₃(H₂O)₄, білий) = -38,8 [51°C]

Органічні ліганди: аміни

C₂H₇NO, H₂N-CH₂-CH₂-OH, 2-аміноетанол

H⁺ lg K_H = { 9,498,
9,62 [I = 0,5]

Ag⁺ lg β₁ = { 3,2
3,13 [I = 0,5] lg β₂ = { 6,76
6,68 [I = 0,5]

Cd²⁺ lg β₁ = 2,77 lg β₂ = 4,09 lg β₃ = 5,6 [I = 0,1]

Cu²⁺ lg β₁ = 5,7 lg β₂ = 9,8 lg β₃ = 13,0 lg β₄ = 15,2 [I = 0,1]

Hg²⁺ lg β₁ = { 8,56
8,52 [I = 0,5] lg β₂ = { 17,33
17,32 [I = 0,5]

Ni²⁺ lg β₁ = { 2,98 [I = 0,1]
3,06 [I = 0,4] lg β₂ = { 5,33 [I = 0,1]
5,52 [I = 0,4]

lg β₃ = { 7,33 [I = 0,1]
6,95 [I = 0,4]

C_2H_7NO , $H_2N-CH_2-CH_2-OH$, 2-аміноетанол (продовження)

$$Pb^{2+} \quad \lg \beta_1 = 7,56 [I = 0,1]$$

$$Zn^{2+} \quad \lg \beta_1 = 3,7 \quad \lg \beta_2 = 6,1 \quad \lg \beta_3 = 9,4 [I = 0,1]$$

$C_2H_8N_2$, $H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$, Ен, етилендіамін

$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{cases} 9,928 \\ 10,18 \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 6,848, \\ 7,45 \end{cases}$$

$$Ag^+ \quad \lg \beta_1 = 4,70 \quad \lg \beta_2 = 7,70$$

$$\lg K(AgEn^+ + H^+ \leftrightarrow AgHEN^{2+}) = 7,68$$

$$\lg K(AgEn^+ + Ag^+ \leftrightarrow Ag_2En^{2+}) = 1,8$$

$$\lg K(2 AgEn^+ \leftrightarrow Ag_2En_2^{2+}) = 3,8 [20^\circ C, I = 0,1]$$

$$Cd^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 5,41 \\ 5,62 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 9,91 \\ 10,21 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 11,74 [I = 0,1] \\ 12,30 \end{cases}$$

$$Cu^+ \quad \lg \beta_1 = 11,2 [I = 0,3], \quad \lg \beta_2 = 4,09, \quad \lg \beta_3 = 5,6 [I = 0,1]$$

$$Cu^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 10,48 \\ 10,82 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 19,55 \\ 20,2 \end{cases}$$

$$\lg K(CuEn^{2+} + OH^- \leftrightarrow CuEnOH^+) = 0,73 [I = 0,5]$$

$$Hg^{2+} \quad \lg \beta_1 = 14,3, \quad \lg \beta_2 = 23,24 [I = 0,1]$$

$$\lg K(HgEn^{2+} + OH^- \leftrightarrow HgEnOH^+) = 9,5$$

$$\lg K(HgEn_2^{2+} + H^+ \leftrightarrow HgHEN_2^{3+}) = 5,2$$

$$\lg K(HgHEN_2^{3+} + H^+ \leftrightarrow HgH_2En_2^{4+}) = 3,6 [I = 0,1]$$

$$\lg K(HgCl_2 + En \leftrightarrow HgCl_2En) = 5,54 [I = 0]$$

$$Ni^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 7,35 [I = 0,1] \\ 7,58 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 13,50 \\ 14,02 \end{cases}$$

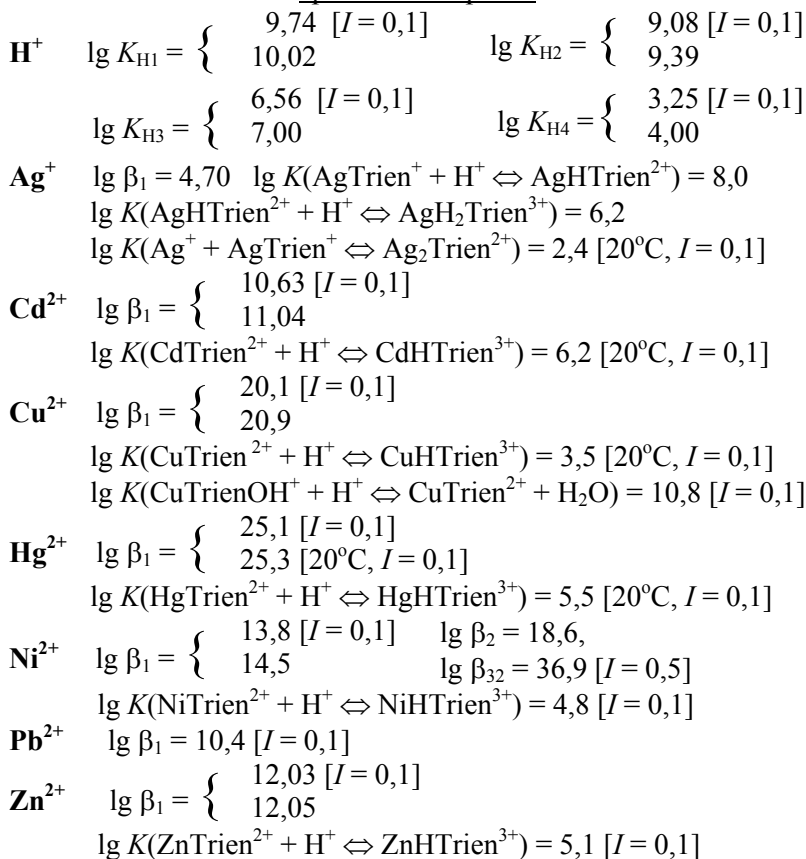
$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 17,61 \\ 18,44 \end{cases}$$

$$Pb^{2+} \quad \lg \beta_1 = 7,0 [I = 0,1] \quad \lg \beta_2 = 8,45 [I = 0,1]$$

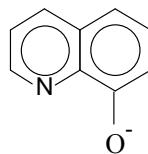
$$Zn^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 5,66 \\ 5,92 [I = 1,4] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 10,64 \\ 11,07 [I = 1,4] \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 13,89 \\ 12,93 [I = 1,4] \end{cases}$$

$C_6H_{18}N_4$, $H_2N-(CH_2)_2-NH-(CH_2)_2-NH-(CH_2)_2-NH_2$, Триен,
триетилентетрамін



C_9H_7CNO HOxin, 8-гідроксихінолін;
ліганд $C_9NH_6-O^-$, Oxin $^-$, 8-
гідроксихінолінат-
іон (оксинат-іон)



$$\lg K_D(\text{HOxin} \Leftrightarrow \overline{\text{HOxin}}(\text{CHCl}_3)) = \lg K_D(\text{HOxin} \Leftrightarrow \overline{\text{HOxin}}) = 2,66$$

[I=0,1]

(реагенти з надкресленими формулами - у розчиннику CHCl_3)

$$\text{H}^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{Bmatrix} 9,81 \\ 9,58 \end{Bmatrix} \quad \lg K_{H2} = \begin{Bmatrix} 4,91 \\ 5,17 \end{Bmatrix}$$

$$\text{Ag}^+ \quad \lg \beta_1 = 5,20 [20^\circ\text{C}, I=0,1] \quad \lg \beta_2 = 9,56 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$$

$$\lg K_{\text{ex}}(\text{Ag}^+ + \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{AgOxin}} + \text{H}^+) = -4,51$$

[20°C, I=0,1]

$$\text{Al}^{3+} \quad \lg K_{\text{ex}}(\text{Al}^{3+} + 3 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{AlOxin}}_3 + 3 \text{H}^+) = -5,22$$

[20°C, I=0,1]

$$\text{Ba}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 2,07 \quad \lg K_s = -7,7 [I = 0,1]$$

$$\lg K_D(\text{Ba}^{2+} + 4 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{BaOxin}}_2(\text{HOxin})_2 + 2 \text{H}^+) = -20,9$$

[I=0,1]

$$\text{Bi}^{3+} \quad \lg K_{\text{ex}}(\text{Bi}^{3+} + 3 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{BiOxin}}_3 + 3 \text{H}^+) = -1,2$$

[20°C, I=0,1]

$$\text{Ca}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 3,27 \quad \lg K_s = -10,4 [I = 0,1]$$

$$\lg K_{\text{ex}}(\text{Ca}^{2+} + 3 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{CaOxin}}_2(\text{HOxin}) + 2 \text{H}^+) = -17,89$$

[I=0,1]

$$\text{Cd}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 7,78 [20^\circ\text{C}]$$

$$\lg K_{\text{ex}}(\text{Cd}^{2+} + 2 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{CdOxin}}_2 + 2 \text{H}^+) = 5,29$$

[20°C, I=0,1]

$$\text{Co}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 8,65 \quad \lg K_s = -24,2 [I = 0,1]$$

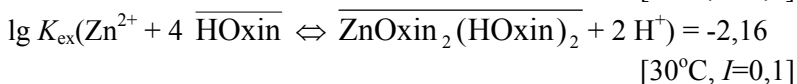
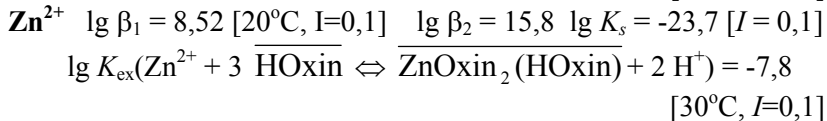
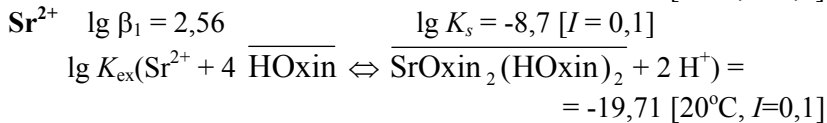
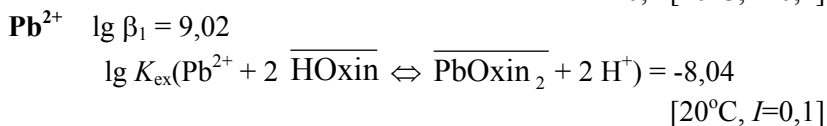
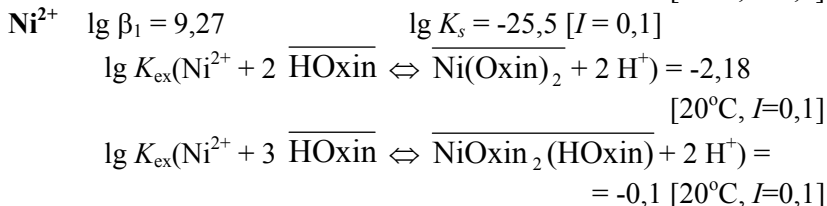
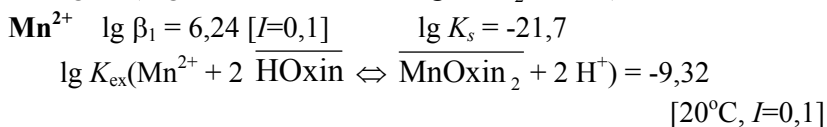
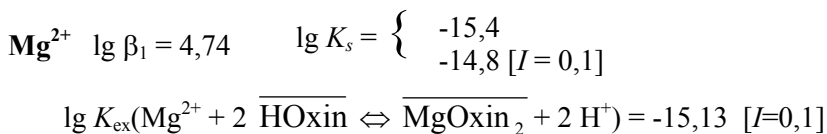
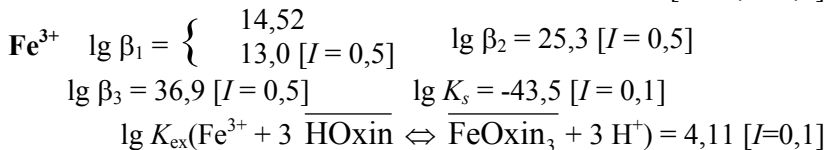
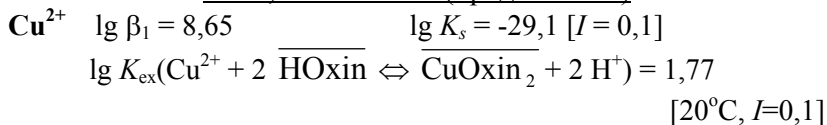
$$\lg K_{\text{ex}}(\text{Co}^{2+} + 3 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{CoOxin}}_2(\text{HOxin}) + 2 \text{H}^+) = -3,7$$

[20°C, I=0,1]

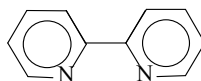
$$\lg K_{\text{ex}}(\text{Co}^{2+} + 4 \overline{\text{HOxin}} \Leftrightarrow \overline{\text{CoOxin}}_2(\text{HOxin})_2 + 2 \text{H}^+) = -2,16$$

[20°C, I=0,1]

Oxin⁻, оксинат-ион (продовження)



$C_{10}H_8N_2$ Віру, біпіридил



$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{cases} 4,35 \\ 4,67 \end{cases} \quad \lg K_{H2} = 1,5 [I=0,1]$$

$$Cd^{2+} \quad \lg \beta_1 = 4,18 [I=0,1], \quad \lg \beta_2 = 7,7 [I=0,1], \quad \lg \beta_3 = 10,3 [I=0,1]$$

$$Cu^+ \quad \lg \beta_1 = 12,95 [20^\circ C, I=0,1]$$

$$Cu^{2+} \quad \lg \beta_1 = 6,33 [I=0,1]$$

$$\lg K(CuOH\text{Bipy}^+ + H^+ \Leftrightarrow Cu\text{Bipy}^{2+} + H_2O) = 7,9 [I=0,1]$$

$$\lg K(Cu(OH)_2\text{Bipy} + 2 H^+ \Leftrightarrow Cu\text{Bipy}^{2+} + 2 H_2O) = 17,67 [I=0,1]$$

$$\lg K(2 Cu\text{Bipy}^{2+} + 2 H_2O \Leftrightarrow Cu_2(OH)_2\text{Bipy}_2^{2+} + 2 H^+) = 10,81 [I=0,1]$$

$$Fe^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 4,36 \\ 4,65 [20^\circ C] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = 7,90 [I=0,1]$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 17,2 [I=0,1] \\ 17,49 \end{cases}$$

$$Fe^{3+} \quad \lg K(2 Fe^{3+} + 4 \text{Bipy} + 2 H_2O \Leftrightarrow Fe_2(OH)_2\text{Bipy}_4^{4+} + 2 H^+) = 16,29 [20^\circ C, I=0,1]$$

$$Hg^{2+} \quad \lg \beta_1 = 9,64, \quad \lg \beta_2 = 16,7, \quad \lg \beta_3 = 19,5 [20^\circ C, I=0,1]$$

$$Mn^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 2,62 [I=0,1] \\ 2,61 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 4,62 [I=0,1] \\ 4,47 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 5,6 [I=0,1] \\ 6,0 \end{cases}$$

$$Ni^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 7,04 [I=0,1] \\ 7,06 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 13,85 [I=0,1] \\ 14,01 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 20,16 [I=0,1] \\ 20,47 \end{cases}$$

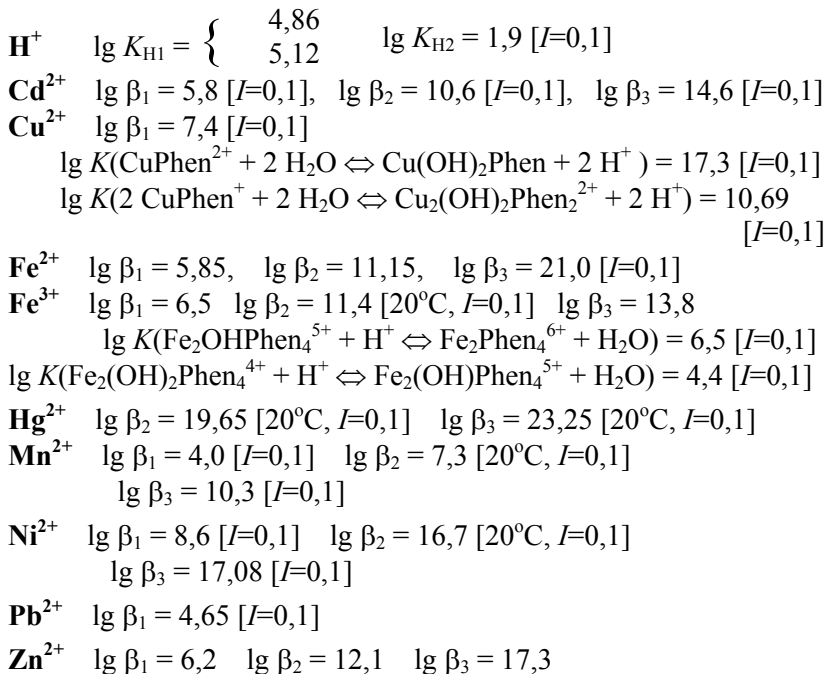
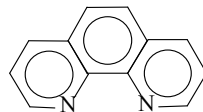
$$Pb^{2+} \quad \lg \beta_1 = 2,9 [I=0,1]$$

$$Zn^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 5,13 [I=0,1] \\ 5,34 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 9,5 [I=0,1] \\ 9,96 \end{cases}$$

$$\lg \beta_3 = \begin{cases} 13,2 [I=0,1] \\ 13,97 \end{cases}$$

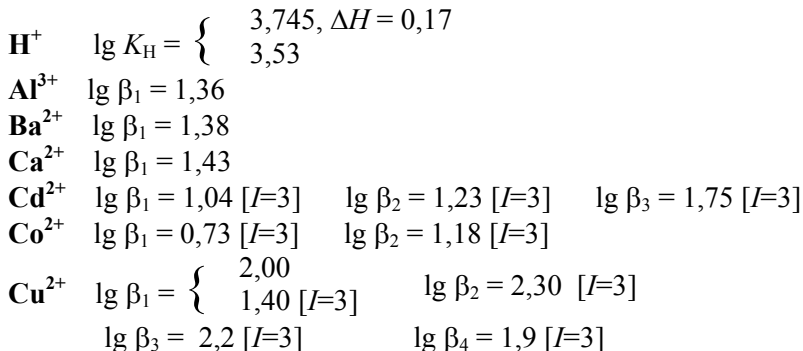
C₁₂H₈N₂

Phen, о-фенантролін

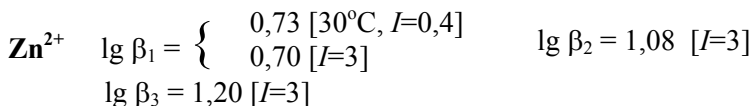
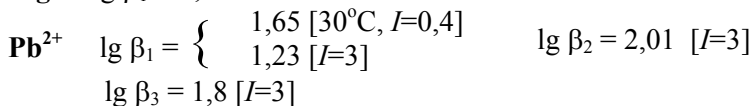
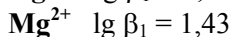
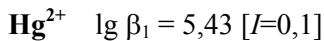
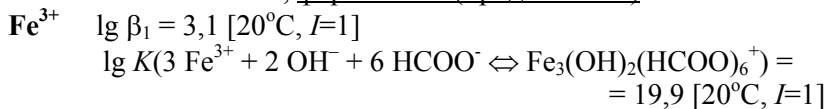


Органічні ліганди: карбонові кислоти

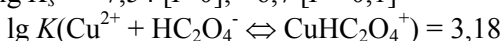
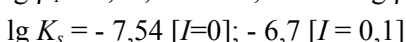
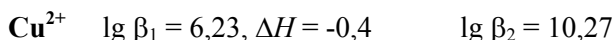
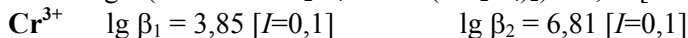
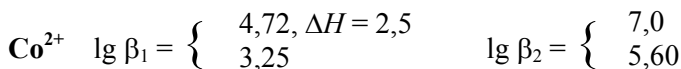
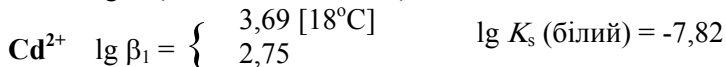
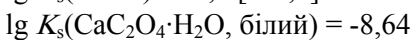
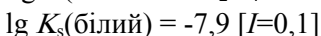
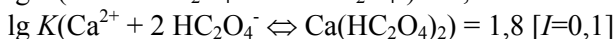
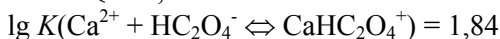
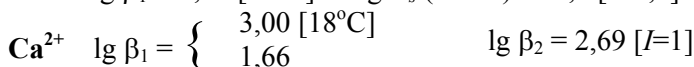
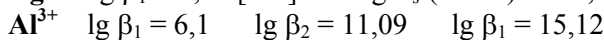
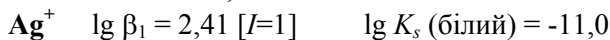
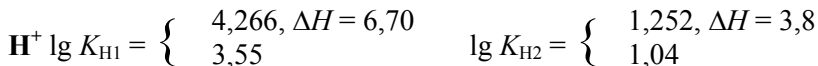
CH₂O₂, HCOOH, мурашина кислота; ліганд HCOO⁻, форміат-іон



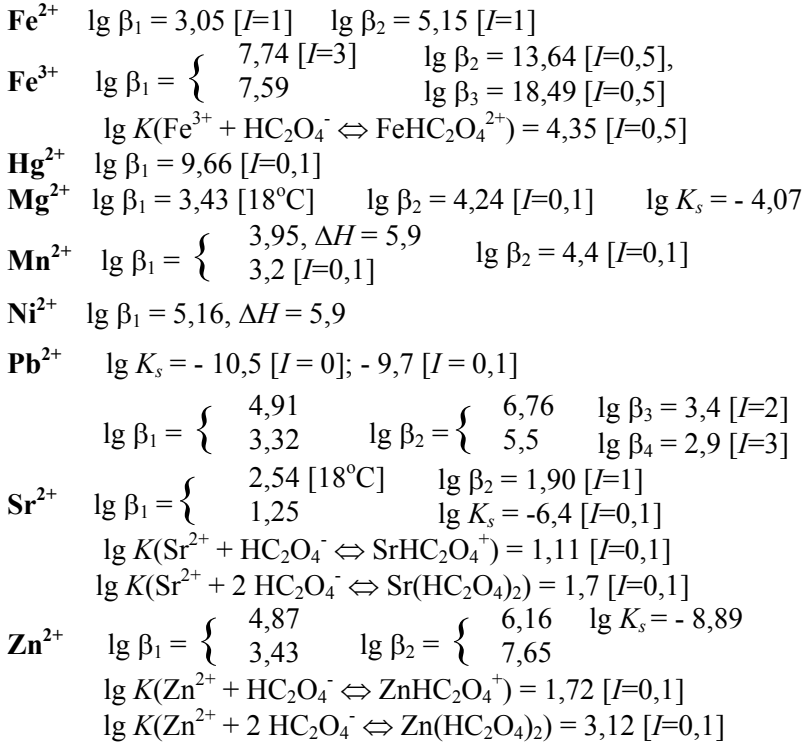
НСОО⁻, форміат-іон (продовження)



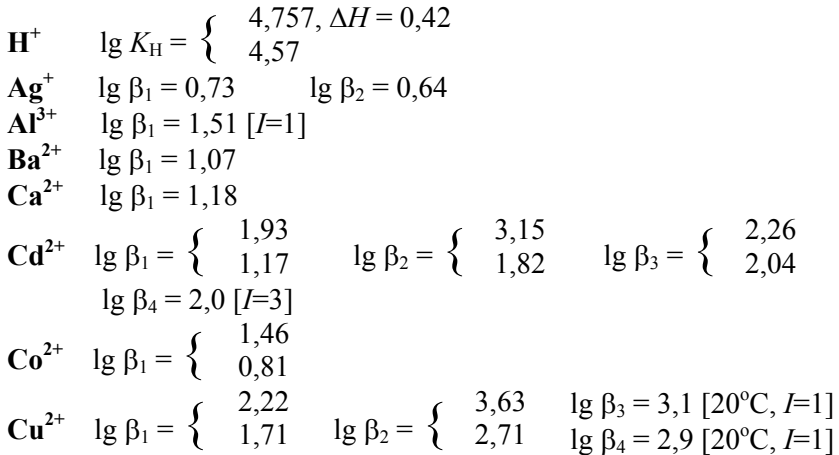
C₂H₂O₄, HOOC-COON, щавлева (оксалатна) кислота;
ліганд ⁻ООС-СОО⁻, оксалат-іон



(COO⁻)₂, оксалат-іон (продовження)



C₂H₄O₂, CH₃COOH, оцтова кислота; ліганд CH₃COO⁻, ацетат-іон



CH_3COO^- , ацетат-іон (продовження)

Fe^{2+}	$\lg \beta_1 = 1,40$		
Fe^{3+}	$\lg \beta_1 = 3,38 [20^\circ\text{C}, I=1]$	$\lg \beta_2 = 6,5 [20^\circ\text{C}, I=1]$	
	$\lg \beta_3 = 8,3 [20^\circ\text{C}, I=1]$		
Hg^{2+}	$\lg \beta_1 = 5,55 [30^\circ\text{C}, I=1]$	$\lg \beta_2 = 9,30 [30^\circ\text{C}, I=1]$	
	$\lg \beta_3 = 13,28 [30^\circ\text{C}, I=1]$	$\lg \beta_4 = 17,06 [30^\circ\text{C}, I=1]$	
Mg^{2+}	$\lg \beta_1 = 1,27$		
Mn^{2+}	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 1,40 \\ 0,69 \end{cases}$		
Ni^{2+}	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 1,43 \\ 0,83 \end{cases}$		
Pb^{2+}	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 2,68 \\ 2,1 \end{cases}$	$\lg \beta_2 = \begin{cases} 4,08 \\ 2,98 [30^\circ\text{C}] \end{cases}$	
	$\lg \beta_3 = 3,4 [I=2]$	$\lg \beta_4 = 2,9 [I=3]$	
Sr^{2+}	$\lg \beta_1 = 1,14$		
Sn^{2+}	$\lg \beta_1 = 3,3 [I=3]$	$\lg \beta_2 = 6,0 [I=3]$	$\lg \beta_3 = 7,3 [I=3]$
Zn^{2+}	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 1,57 \\ 0,63 \end{cases}$	$\lg \beta_2 = 1,36 [I=3]$	$\lg \beta_3 = 1,57 [I=3]$

$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$, $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$ янтарна (сукцинова) кислота:
ліганд $\text{OOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COO}^-$, Suc^{2-} , сукцинат-іон

H^+	$\lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 5,636 \\ 5,12 \end{cases}$	$\lg K_{\text{H2}} = \begin{cases} 4,207 \\ 3,95 \end{cases}$
Co^{2+}	$\lg \beta_1 = 2,32$	$\lg K(\text{Co}^{2+} + \text{HSuc}^- \leftrightarrow \text{CoHSuc}^+) = 0,99 [I=0,1]$
Fe^{2+}	$\lg \beta_1 = 1,4 [I=0,1]$	
Fe^{3+}	$\lg \beta_1 = 6,88 [I=0,5, 37^\circ\text{C}]$	
Mn^{2+}	$\lg \beta_1 = 2,26$	$\lg K(\text{Mn}^{2+} + \text{HSuc}^- \leftrightarrow \text{MnHSuc}^+) = 1,2$
Ni^{2+}	$\lg \beta_1 = 2,34$	$\lg K(\text{Ni}^{2+} + \text{HSuc}^- \leftrightarrow \text{NiHSuc}^+) = 1,3$
Pb^{2+}	$\lg \beta_1 = 2,40$	$\lg \beta_2 = 3,37$ $\lg \beta_3 = 4,11 [I=2, 30^\circ\text{C}]$
Zn^{2+}	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 1,48 \\ 2,00 \end{cases}$	$\lg K(\text{Zn}^{2+} + \text{HSuc}^- \leftrightarrow \text{ZnHSuc}^+) = 0,96 [I=0,1, 20^\circ\text{C}]$

$C_4H_6O_6$, $HOOC-(CHOH)_2-COOH$, d-винна (тартратна) кислота;
ліганд $^-OOC-(CHOH)_2-COO^-$, T^{2-} , тартрат-іон

$$H^+ \lg K_{H1} = \begin{cases} 4,366, \Delta H = -0,83 \\ 3,73 \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 3,036, \Delta H = -3,10 \\ 2,69 \end{cases}$$

$$Al^{3+} \lg \beta_1 = 5,32 [I=1]$$

$$Ba^{2+} \lg \beta_1 = 2,95$$

$$Ca^{2+} \lg \beta_1 = 2,80$$

$$Co^{2+} \lg \beta_1 = 3,05$$

$$Cu^{2+} \lg \beta_1 = 2,90 [I=1] \quad \lg \beta_2 = 8,24 [I=1]$$

$$Fe^{2+} \lg \beta_1 = 1,43 [I=1]$$

$$Fe^{3+} \lg \beta_1 = 5,73 [I=1]$$

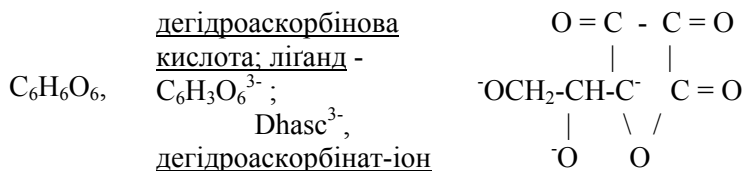
$$Hg^{2+} \lg \beta_1 = 7,0 [I=0,1]$$

$$Mn^{2+} \lg \beta_1 = 2,49 [I=0,1]$$

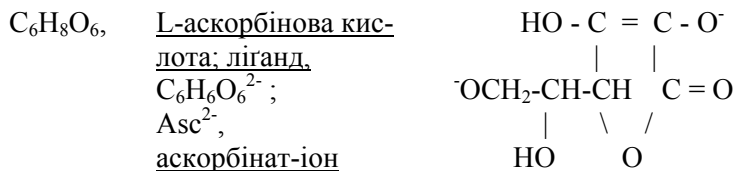
$$Ni^{2+} \lg \beta_1 = 2,06 [I=1] \quad \lg K(Ni^{2+} + HT^- \leftrightarrow NiHT^+) = 0,8 [I=1]$$

$$Pb^{2+} \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,12 [I=0,1] \\ 2,60 \end{cases} \quad \lg K(Pb^{2+} + HT^- \leftrightarrow PbHT^+) = 1,76 [I=1]$$

$$Zn^{2+} \lg \beta_1 = 3,82$$



$$H^+ \lg K_{H1} = 10,3 \quad \lg K_{H2} = 7,9 \quad \lg K_{H3} = 3,2$$



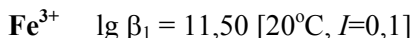
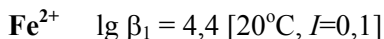
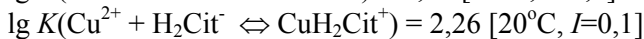
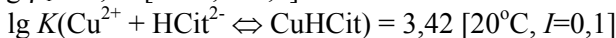
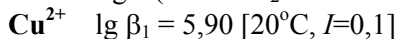
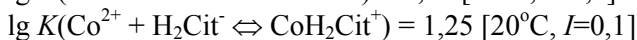
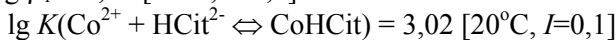
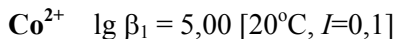
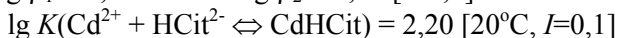
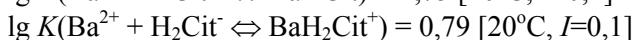
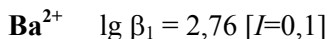
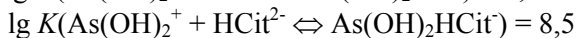
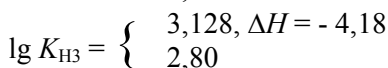
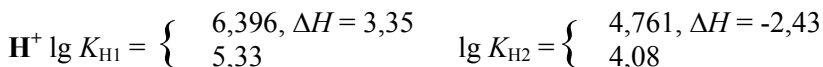
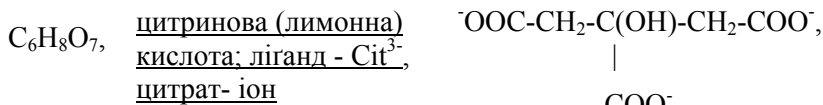
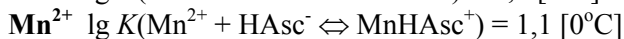
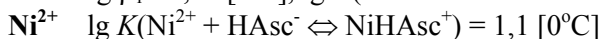
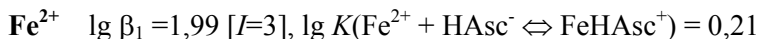
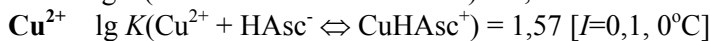
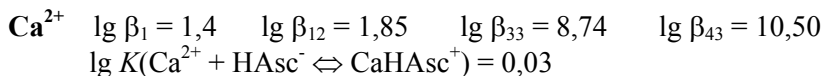
$$H^+ \lg K_{H1} = \begin{cases} 11,56 \\ 11,35 [I=3] \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 4,17 \\ 4,37 [I=3] \end{cases}$$

$$Ag^+ \lg \beta_1 = 2,36 [I=0,1]$$

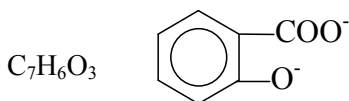
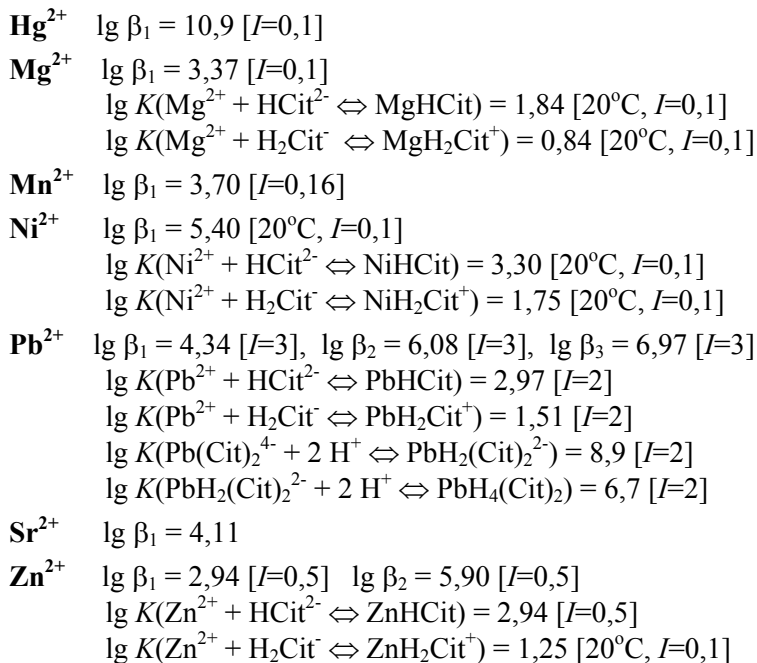
$$Al^{3+} \lg K(Al^{3+} + HAsc^- \leftrightarrow AlHAsc^{2+}) = 1,89$$

$$\lg K(Al^{3+} + 2 HAsc^- \leftrightarrow Al(HAsc)_2^+) = 3,55 [I=0,1]$$

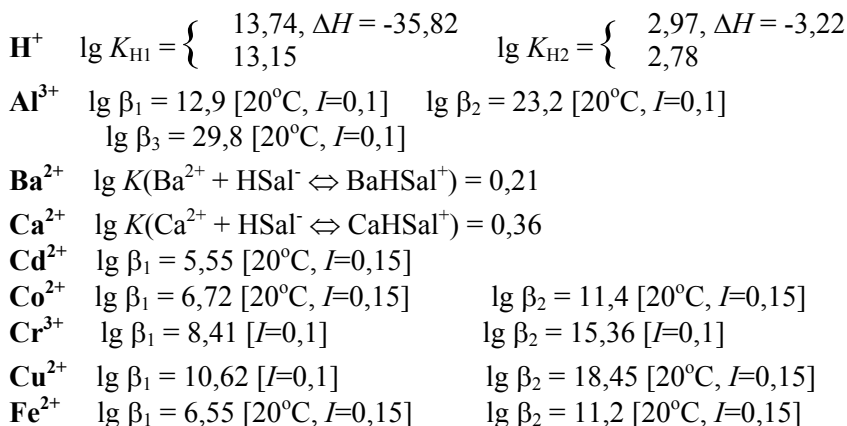
Asc^{2-} , аскорбінат-іон (продовження)



Cit³⁻, цитрат- іон (продовження)



саліцилова кислота:
ліганд Sal²⁻, саліцилат-іон

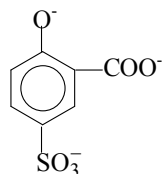


Sal²⁻, саліцилат-іон (продовження)

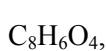
Fe³⁺	lg β ₁ = 17,44	lg β ₂ = 27,49 [I=3]	lg β ₃ = 35,31 [I=3]
	lg K(Fe ³⁺ + HSal ⁻ ⇌ FeHSal ²⁺) = 4,4 [I=0,1]		
Mn²⁺	lg β ₁ = 5,90 [20°C, I=0,15]	lg β ₂ = 9,8 [20°C, I=0,15]	
Ni²⁺	lg β ₁ = 6,59 [20°C, I=0,15]	lg β ₂ = 11,7 [20°C, I=0,15]	
Zn²⁺	lg β ₁ = 6,85 [20°C, I=0,15]		



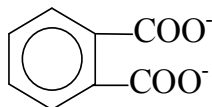
сульфосаліцилова кислота;
ліганд - Ssl³⁻,
сульфосаліцилат-іон



H⁺	lg K _{H1} = { 12,53 11,40	lg K _{H2} = { 2,84 2,32	lg K _{H3} = -1,75 [I=1]
Al³⁺	lg β ₁ = 12,3 [20°C, I=0,1]	lg β ₂ = 20,0 [20°C, I=0,1]	lg β ₃ = 25,8 [20°C, I=0,1]
Cd²⁺	lg β ₁ = 4,64 [20°C, I=0,15]		
Co²⁺	lg β ₁ = 6,13	lg β ₂ = 9,82	
Cr³⁺	lg β ₁ = 9,56 [I=0,1]		
Cu²⁺	lg β ₁ = { 10,74 8,91	lg β ₂ = { 17,17 15,86	
Fe²⁺	lg β ₁ = 5,90 [20°C, I=0,15]	lg β ₂ = 9,9 [20°C, I=0,15]	
Fe³⁺	lg β ₁ = 14,60 [20°C, I=0,15]	lg β ₂ = 25,15 [20°C, I=0,15]	lg β ₃ = 30,6 [I=0,5]
Mn²⁺	lg β ₁ = { 5,24 [I=0,1] 4,77	lg β ₂ = { 8,24 [I=0,1] 8,19	
Zn²⁺	lg β ₁ = 6,05 [20°C, I=0,15]	lg β ₂ = 10,7 [20°C, I=0,15]	



о-фталева кислота;
ліганд, L²⁻, - о-фталат-іон



H⁺	lg K _{H1} = { 5,408, ΔH=2,09 4,71	lg K _{H2} = { 2,950, ΔH=2,68 2,66
Al³⁺	lg β ₁ = 3,18 [I=0,5]	lg β ₂ = 6,32 [I=0,5]
Ba²⁺	lg β ₁ = 2,33	

о-фталат-іон (продовження)

Ca²⁺	$\lg \beta_1 = 2,42$
Cd²⁺	$\lg \beta_1 = 2,5 [I=0,1]$
Co²⁺	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 2,83 \\ 1,42 \end{cases}$ $\lg (\text{Co}^{2+} + \text{H}^+ + \text{L}^{2-} \leftrightarrow \text{CoHL}^+) = 6,0 [I = 0,5]$
Cu²⁺	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 4,04, \Delta H = 8,3 \\ 2,69 \end{cases}$ $\lg \beta_2 = 3,73 [I=1]$
Mn²⁺	$\lg \beta_1 = 2,74, \Delta H = 9,2$
Ni²⁺	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 2,95, \Delta H = 7,5 \\ 1,57 \end{cases}$ $\lg (\text{Ni}^{2+} + \text{H}^+ + \text{L}^{2-} \leftrightarrow \text{NiHL}^+) = 5,4 [I = 0,5]$
Zn²⁺	$\lg \beta_1 = 2,91, \Delta H = 13,9$ $\lg \beta_2 = 4,2$

Органічні ліганди: амінокислоти

$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2, \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$, амінооцтова кислота (гліцин); ліганд:
 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-, \text{L}^-,$ аміноацетат-іон

H⁺	$\lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 9,978 \\ 9,75 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$	$\lg K_{\text{H2}} = \begin{cases} 2,350 \\ 2,35 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$	
Ag⁺	$\lg \beta_1 = 3,51$	$\lg \beta_2 = 6,89$	
Cd²⁺	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 4,69 \\ 4,14 \end{cases}$	$\lg \beta_2 = \begin{cases} 8,40 \\ 7,60 \end{cases}$	$\lg \beta_3 = \begin{cases} 10,68 \\ 9,74 \end{cases}$
Co²⁺	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 5,07 \\ 4,57 [I=0,5] \end{cases}$	$\lg \beta_2 = \begin{cases} 9,04 \\ 8,28 [I=0,5] \end{cases}$	
	$\lg \beta_3 = \begin{cases} 11,63 \\ 10,80 [I=0,5] \end{cases}$		
Cu⁺	$\lg \beta_1 = 10,1 [I=0,2]$		
Cu²⁺	$\lg \beta_1 = \begin{cases} 8,56 \\ 8,14 [I=0,5] \end{cases}$	$\lg \beta_2 = \begin{cases} 15,64 \\ 14,97 [I=0,5] \end{cases}$	
Fe²⁺	$\lg \beta_1 = 4,31$	$\lg \beta_2 = 7,65 [I=0,1]$	
Fe³⁺	$\lg \beta_1 = 10,0 [I=1]$		
Hg²⁺	$\lg \beta_1 = 10,3$	$\lg \beta_2 = 19,2 [I=0,5, 20^\circ\text{C}]$	
	$\lg K(\text{HgCl}_2 + \text{L}^- \leftrightarrow \text{HgCIL} + \text{Cl}^-) = 3,42$		
	$\lg K(\text{HgCl}_2 + 2 \text{L}^- \leftrightarrow \text{HgL}_2 + 2 \text{Cl}^-) = 6,03$		
Mg²⁺	$\lg \beta_1 = 2,22 [I=0,1]$		

$\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COO}^-$, L^- , аміноацетат-іон (продовження)

Mn²⁺	$\lg \beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 3,19 \\ 2,65 [I=0,5] \end{array} \right.$	$\lg \beta_2 = \left\{ \begin{array}{l} 4,72 [I=0,15, 37^\circ\text{C}] \\ 4,7 [I=0,5] \end{array} \right.$
Ni²⁺	$\lg \beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 6,18 \\ 6,54 [I=0,5] \end{array} \right.$	$\lg \beta_2 = \left\{ \begin{array}{l} 11,13 \\ 10,50 [I=0,5] \end{array} \right.$
	$\lg \beta_3 = \left\{ \begin{array}{l} 14,23 \\ 14,0 [I=0,5] \end{array} \right.$	
Pb²⁺	$\lg \beta_1 = 5,47$	$\lg \beta_2 = 8,86$
Zn²⁺	$\lg \beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 5,38 \\ 4,88 [I=0,5] \end{array} \right.$	$\lg \beta_2 = \left\{ \begin{array}{l} 9,81 \\ 9,06 [I=0,5] \end{array} \right.$
	$\lg \beta_3 = \left\{ \begin{array}{l} 12,33 \\ 11,56 [I=0,5] \end{array} \right.$	

$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$, $\text{H}_3\text{C-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$, 2-амінопропіонова кислота (аланін); ліганд: $\text{H}_3\text{C-CH}(\text{NH}_2)\text{-COO}^-$, L^- , амінопропіонат-іон

H⁺	$\lg K_{\text{H1}} = \left\{ \begin{array}{l} 9,867 \\ 9,84 [20^\circ\text{C}] \end{array} \right.$	$\lg K_{\text{H2}} = \left\{ \begin{array}{l} 2,348 \\ 2,31 [20^\circ\text{C}] \end{array} \right.$	
Ag⁺	$\lg \beta_1 = 3,64$	$\lg \beta_2 = 7,18$	
Cd²⁺	$\lg \beta_1 = 3,80$	$\lg \beta_2 = 7,10$	$\lg \beta_3 = 9,09 [I=1]$
Co²⁺	$\lg \beta_1 = 4,72$	$\lg \beta_2 = 8,40$	$\lg \beta_3 = 10,15$
Cu⁺	$\lg \beta_1 = 9,6 [I=0,3]$		
Cu²⁺	$\lg \beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 8,55 \\ 8,14 [I=0,5] \end{array} \right.$	$\lg \beta_2 = \left\{ \begin{array}{l} 15,50 \\ 14,90 [I=0,5] \end{array} \right.$	
Fe²⁺	$\lg \beta_1 = 3,54 [I=1, 20^\circ\text{C}]$		
Fe³⁺	$\lg \beta_1 = 10,4 [I=1, 20^\circ\text{C}]$		
Mg²⁺	$\lg \beta_1 = 1,96$		
Mn²⁺	$\lg \beta_1 = 3,02$	$\lg \beta_2 = 4,26$	$\lg \beta_3 = 5,7 [I=0,15, 37^\circ\text{C}]$
Ni²⁺	$\lg \beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 5,83 \\ 5,31 [I=0,5] \end{array} \right.$	$\lg \beta_2 = \left\{ \begin{array}{l} 10,48 \\ 9,73 [I=0,5] \end{array} \right.$	
	$\lg \beta_3 = 12,73 [I=0,5]$		
Pb²⁺	$\lg \beta_1 = 5,00$	$\lg \beta_2 = 8,24$	
Zn²⁺	$\lg \beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 4,95 \\ 4,56 [I=0,5] \end{array} \right.$	$\lg \beta_2 = \left\{ \begin{array}{l} 9,23 \\ 8,54 [I=0,5] \end{array} \right.$	
	$\lg \beta_3 = \left\{ \begin{array}{l} 10,7 [I=0,15, 37^\circ\text{C}] \\ 10,57 [I=0,5] \end{array} \right.$		

$C_4H_7NO_4$, $HOOC-CH_2-CH(NH_2)-COOH$, L-аміноянтарна (аспартинова) кислота;

ліганд: $^{\ominus}OOC-CH_2(NH_2)-COO^{\ominus}$, L^{2-} , аміносукцінат-іон

$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{cases} 10,002 \\ 10,62 [20^\circ C] \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 3,900 \\ 3,67 [20^\circ C] \end{cases}$$

$$\lg K_{H3} = \begin{cases} 1,990 \\ 2,00 [20^\circ C] \end{cases}$$

$$Cd^{2+} \quad \lg \beta_1 = 4,39 \quad \lg \beta_2 = 7,55 [I=0,1]$$

$$Co^{2+} \quad \lg \beta_1 = 5,95 \quad \lg \beta_2 = 10,23 [I=0,1]$$

$$Cu^{2+} \quad \lg \beta_1 = 8,57 \quad \lg \beta_2 = 15,35 [I=0,1, 30^\circ C]$$

$$Fe^{2+} \quad \lg \beta_1 = 3,34 [I=1, 20^\circ C]$$

$$Fe^{3+} \quad \lg \beta_1 = 11,4 [I=1, 20^\circ C]$$

$$Mg^{2+} \quad \lg \beta_1 = 2,43,$$

$$Mn^{2+} \quad \lg \beta_1 = 3,7 [I=0,1]$$

$$Ni^{2+} \quad \lg \beta_1 = 5,95 \quad \lg \beta_2 = 10,23 [I=0,1]$$

$$Zn^{2+} \quad \lg \beta_1 = 5,84 \quad \lg \beta_2 = 10,15 [I=0,1, 30^\circ C]$$

$C_4H_8N_2O_3$, $H_2N-CH_2-CO-NH-CH_2-COOH$, гліцилгліцин; ліганд:

$H_2N-CH_2-CO-NH-CH_2-COO^{\ominus}$, L^- , гліцилгліцинат-іон

$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{cases} 8,252 \\ 8,10 \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 3,144 \\ 3,16 \end{cases}$$

$$Ag^+ \quad \lg \beta_1 = 2,72 \quad \lg \beta_2 = 4,98$$

$$Cd^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,33 \\ 2,8 [I=0,8] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = 6,03$$

$$\lg K(CdL^+ + H^+ \leftrightarrow CdHL^{2+}) = 6,4 [I=0,8]$$

$$Co^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,49 \\ 2,73 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 5,88 \\ 5,02 \end{cases}$$

$$Co^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,49 \\ 2,73 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 5,88 \\ 5,02 \end{cases}$$

H₂N-CH₂-CO-NH-CH₂-COO⁻, L⁻, гліцилгліцинат-іон

(продовження)

$$\text{Cu}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 6,04 \\ 5,51 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{CuL}^+ \Leftrightarrow \text{CuH}_1\text{L} + \text{H}^+) = \begin{cases} -4,07 [I=0,1] \\ -4,27 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{CuH}_1\text{L} + \text{L}^- \Leftrightarrow \text{Cu}(\text{H}_1\text{L})\text{L}^-) = \begin{cases} 3,14 [I=0,1] \\ 3,05 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{CuH}_1\text{L} + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Cu}(\text{H}_1\text{L})\text{OH}^- + \text{H}^+) = \begin{cases} -9,28 [I=0,1] \\ -9,45 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{Cu}(\text{H}_1\text{L})\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{H}_1\text{L})^{2-} + \text{H}^+) = -12,8 [I=1]$$

$$\lg K(\text{CuH}_1\text{L} + \text{Cu}(\text{H}_1\text{L})\text{OH}^- \Leftrightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})(\text{H}_1\text{L})_2^-) = \begin{cases} 2,16 [I=0,1] \\ 2,14 \end{cases}$$

$$\text{Fe}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 2,62 [I=1]$$

$$\text{Fe}^{3+} \quad \lg \beta_1 = 9,10 [I=1]$$

$$\text{Mn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 2,15$$

$$\text{Ni}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 4,49 \\ 4,03 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 7,91 \\ 7,24 \end{cases} \quad \lg \beta_3 = \begin{cases} 9,4 [I=0,1] \\ 9,41 \end{cases}$$

$$\lg K(\text{NiL}^+ + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{NiHL}^{2+}) = 6,29 [I=0,1]$$

$$\lg K(\text{NiL}_2 \Leftrightarrow \text{Ni}(\text{H}_1\text{L})\text{L}^- + \text{H}^+) = \begin{cases} -9,35 [I=0,1] \\ -9,31 \end{cases}$$

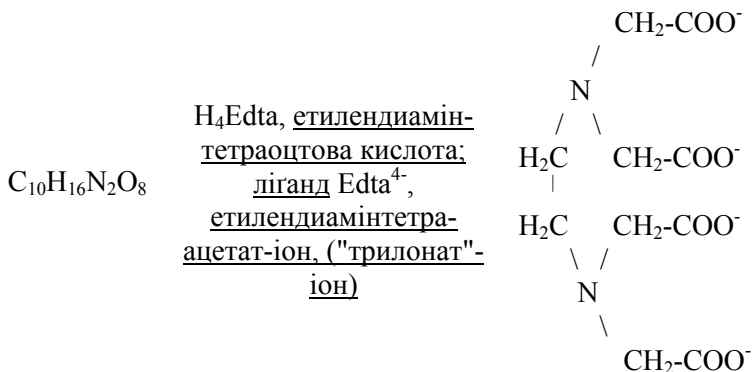
$$\lg K(\text{Ni}(\text{H}_1\text{L})\text{L}^- \Leftrightarrow \text{Ni}(\text{H}_1\text{L})_2^{2-} + \text{H}^+) = \begin{cases} -9,95 [I=0,1] \\ -10,08 \end{cases}$$

$$\text{Pb}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,23 \\ 3,0 [I=0,8] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = 5,93 [I=0,8]$$

$$\lg K(\text{PbL}^+ + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{PbHL}^{2+}) = 6,4 [I=0,8]$$

$$\text{Zn}^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 3,80 \\ 3,1 [I=0,8] \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 6,57 \\ 6,31 [I=0,1] \end{cases}$$

$$\lg K(\text{ZnL}^+ + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{ZnHL}^{2+}) = 5,6 [I=0,8]$$



H^+ $\lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 11,014 [20^\circ\text{C}], \Delta H = -23,70 \\ 9,95 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$
 $\lg K_{\text{H2}} = \begin{cases} 6,320 [20^\circ\text{C}], \Delta H = -18,22 \\ 6,27 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$
 $\lg K_{\text{H3}} = \begin{cases} 2,66 [20^\circ\text{C}], \Delta H = 5,9 \\ 2,3 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$
 $\lg K_{\text{H4}} = \begin{cases} 2,0 [20^\circ\text{C}], \Delta H = 0,13 \\ 2,2 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$
 $\lg K_{\text{H5}} = \begin{cases} 1,5 [20^\circ\text{C}], \Delta H = 0,21 \\ 1,4 [20^\circ\text{C}] \end{cases}$
 $\lg K_{\text{H6}} = -0,1 [I=1, 20^\circ\text{C}]$

Ag^+ $\lg \beta_1 = 7,32$
 $\lg K(\text{AgEdta}^{3-} + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{AgHEdta}^{2-}) = 6,01 [I=0,1]$

Al^{3+} $\lg \beta_1 = 16,5$
 $\lg K(\text{AlEdta}^- + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{AlHEdta}) = 2,5 [I=0,1]$
 $\lg K(\text{AlEdta}^- + \text{OH}^- \Leftrightarrow \text{AlOHEdta}^{2-}) = 7,95 [I=0,1]$
 $\lg K(\text{AlOHEdta}^{2-} + \text{OH}^- \Leftrightarrow \text{Al}(\text{OH})_2\text{Edta}^{3-}) = 3,98 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

As(III) $\lg K(\text{As}(\text{OH})_2^+ + \text{HEdta}^{3-} \Leftrightarrow \text{As}(\text{OH})_2\text{HEdta}^{2-}) = 9,2$
 $\lg K(\text{As}(\text{OH})_2\text{Edta}^{3-} + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{As}(\text{OH})_2\text{HEdta}^{2-}) = 7,3$
 $\lg K(\text{As}(\text{OH})_2\text{HEdta}^{2-} + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{As}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{Edta}^-) = 3,4$
 [для усіх реакцій з As(III) $I=0,1$]

Ba^{2+} $\lg \beta_1 = 7,80 [I=0,1]$
 $\lg K(\text{BaEdta}^{2-} + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{BaHEdta}^-) = 4,57 [I=0,1]$

Edta⁴⁻, етилендіамінтетраацетат ("трилонат")-іон, (продовження)

Bi³⁺ $\lg \beta_1 = 26,7 [I=1]$

$\lg K(\text{BiEdta}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{BiHEDta}) = 1,7 [I=1]$

$\lg K(\text{BiOHEDta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{BiEdta}^- + \text{H}_2\text{O}) = 11,0 [I=1]$

Ca²⁺ $\lg \beta_1 = \begin{cases} 11,00 \\ 10,69 \end{cases}$

$\lg K(\text{CaEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CaHEDta}^-) = 3,18 [I=0,1]$

Cd²⁺ $\lg \beta_1 = 16,46 [I=0,1]$

$\lg K(\text{CdEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CdHEDta}^-) = 2,9 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

Co²⁺ $\lg \beta_1 = 16,26 [I=0,1]$

$\lg K(\text{CoEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CoHEDta}^-) = 3,0 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

Cr³⁺ $\lg \beta_1 = 23,4 [I=0,1]$

$\lg K(\text{CrEdta}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CrHEDta}) = 1,95 [I=0,1]$

$\lg K(\text{Cr(OH)Edta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CrEdta}^- + \text{H}_2\text{O}) = 7,39 [I=0,1]$

Cu²⁺ $\lg \beta_1 = 18,70 [I=0,1]$

$\lg K(\text{CuEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CuHEDta}^-) = 3,0 [I=0,1]$

$\lg K(\text{CuEdta}^{2-} + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{CuOHEdta}^{3-}) = 2,5 [20^\circ\text{C}, I=0,1]$

Fe²⁺ $\lg \beta_1 = 14,27 [I=0,1]$

$\lg K(\text{FeEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{FeHEDta}^-) = 2,7 [I=0,1]$

$\lg K(\text{FeOHEdta}^{3-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{FeEdta}^{2-} + \text{H}_2\text{O}) = 9,07 [I=0,1]$

$\lg K(\text{Fe(OH)}_2\text{Edta}^{4-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{FeOHEdta}^{3-} + \text{H}_2\text{O}) = 9,84 [I=0,1]$

Fe³⁺ $\lg \beta_1 = 25,0 [I=0,1]$

$\lg K(\text{FeEdta}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{FeHEDta}) = 1,3 [I=0,1]$

$\lg K(\text{Fe(OH)Edta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{FeEdta}^- + \text{H}_2\text{O}) = 7,49 [I=0,1]$

$\lg K(\text{Fe(OH)}_2\text{Edta}^{3-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{FeOHEdta}^{2-} + \text{H}_2\text{O}) = 9,41 [I=0,1]$

Hg²⁺ $\lg \beta_1 = 21,5 [I=0,1]$

$\lg K(\text{HgEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HgHEDta}^-) = 3,1 [I=0,1]$

$\lg K(\text{HgOHEdta}^{3-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HgEdta}^{2-} + \text{H}_2\text{O}) = 9,11 [I=0,1]$

Mg²⁺ $\lg \beta_1 = 8,83 [I=0,1]$

$\lg K(\text{MgEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{MgHEDta}^-) = 3,85 [I=0,1]$

Mn²⁺ $\lg \beta_1 = 13,81 [I=0,1]$

$\lg K(\text{MnEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{MnHEDta}^-) = 3,1 [I=0,1]$

Edta⁴⁻, етилендіамінтетраацетат ("трилонат")-іон, (продовження)

Ni²⁺ $\lg \beta_1 = 18,62$ [20°C, I=0,1]

$\lg K(\text{NiEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NiHEdta}^-) = 3,2$ [20°C, I=0,1]

$\lg K(\text{NiEdta}^{2-} + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NiOHEdta}^{3-}) = 1,8$ [20°C, I=0,1]

Pb²⁺ $\lg \beta_1 = 18,04$ [I=0,1]

$\lg K(\text{PbEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{PbHEdta}^-) = 2,8$ [I=0,1]

Sb(III) $\lg K(\text{Sb(OH)}_3 + \text{H}_3\text{Edta}^- \leftrightarrow \text{SbEdta}^- + 3 \text{H}_2\text{O}) = 31,54$

[20 °C]

$\lg K(\text{SbEdta}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{SbHEdta}) = 1,02$ [I=0,1]

$\lg K(\text{SbEdta}^- + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{Sb(OH)Edta}^{2-}) = 8,24$ [I=0,1]

$\lg K(\text{SbOHEdta}^{2-} + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{Sb(OH)}_2\text{Edta}^{3-}) = 7,46$ [I=0,1]

Sn²⁺ $\lg \beta_1 = 18,3$ [I=0,1]

$\lg K(\text{SnEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{SnHEdta}^-) = 2,5$ [I=1]

$\lg K(\text{SnHEdta}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{SnH}_2\text{Edta}) = 1,5$ [I=1]

Sr²⁺ $\lg \beta_1 = 7,80$ [I=0,1]

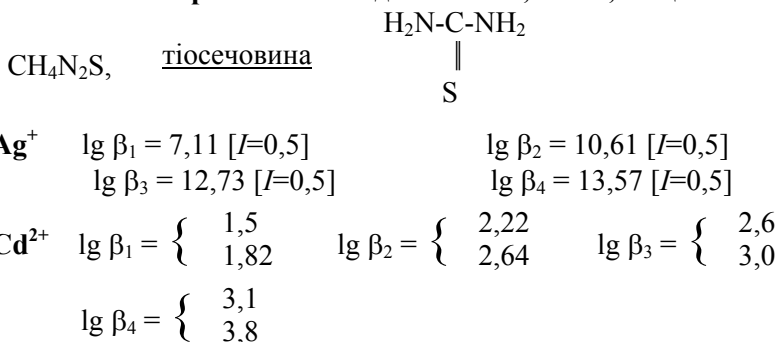
$\lg K(\text{SrEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{SrHEdta}^-) = 3,96$ [20°C, I=0,1]

Zn²⁺ $\lg \beta_1 = 16,44$

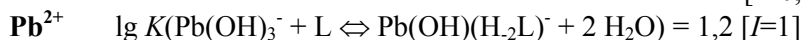
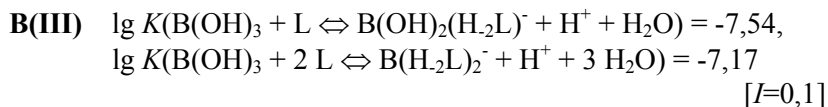
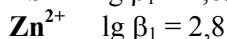
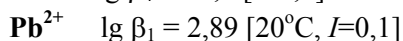
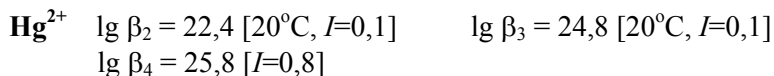
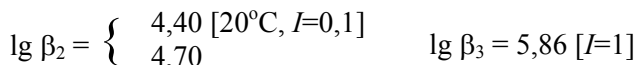
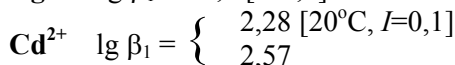
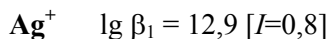
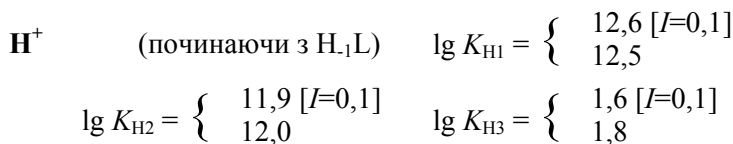
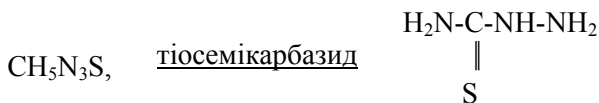
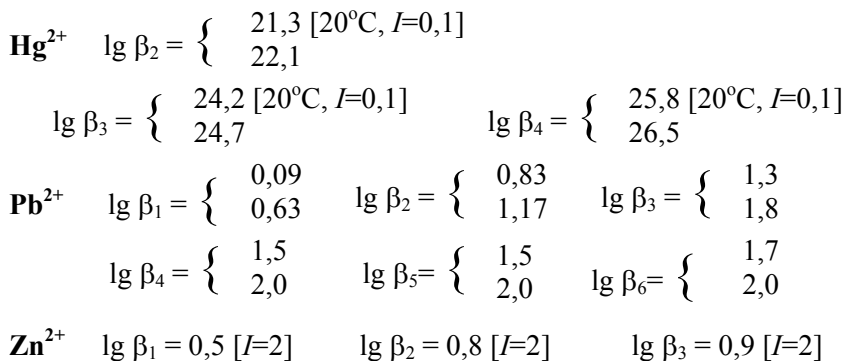
$\lg K(\text{ZnEdta}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{ZnHEdta}^-) = 3,0$ [20°C, I=0,1]

$\lg K(\text{ZnEdta}^{2-} + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{ZnOHEdta}^{3-}) = 2,1$ [20°C, I=0,1]

Інші органічні ліганди: оксими, тіоли, тощо



тіосечовина (продовження)



$C_5H_7O_2^-$, $Acac^-$, ацетилацетонат-ион (продовження)

$$Cu^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 8,25 \\ 8,22 \end{cases} \quad \lg \beta_2 = \begin{cases} 15,05 \\ 14,81 \end{cases}$$

$$\lg K_D(CuAcac_2 \Leftrightarrow CuAcac_2(CCl_4)) = \begin{cases} 0,70 [I=0,1] \\ 0,83 \end{cases}$$

$$\lg K_D(CuAcac_2 \Leftrightarrow CuAcac_2(C_6H_6)) = \begin{cases} 1,0 [I=0,1] \\ 1,10 \end{cases}$$

$$\lg K_{ex} = \lg K(Cu^{2+} + 2 HAcac(CCl_4) \Leftrightarrow CuAcac_2(CCl_4) + 2 H^+) = \begin{cases} -3,47 [I=0,1] \\ -3,73 \end{cases}$$

$$Fe^{3+} \quad \lg \beta_1 = 9,8 [30^\circ C], \quad \lg \beta_2 = 18,8 [30^\circ C], \quad \lg \beta_3 = 26,2 [30^\circ C]$$

$$\lg K_{ex} = \lg K(Fe^{3+} + 3 HAcac(C_6H_6) \Leftrightarrow FeAcac_3(C_6H_6) + 3 H^+) = -1,39 [20^\circ C, I=0,1]$$

$$Pb^{2+} \quad \lg \beta_1 = 6,32 [30^\circ C, I=0,7]$$

$$\lg K_D(PbAcac_2 \Leftrightarrow PbAcac_2(C_6H_6)) = 0,6 [20^\circ C, I=0,1]$$

$$\lg K_{ex} = \lg K(Pb^{2+} + 2 HAcac(C_6H_6) \Leftrightarrow PbAcac_2(C_6H_6) + 2 H^+) = -10,15 [20^\circ C, I=0,1]$$

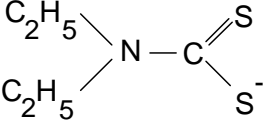
$$Zn^{2+} \quad \lg \beta_1 = 5,06, \quad \lg \beta_2 = 9,00$$

$$\lg K_D(ZnAcac_2 \Leftrightarrow ZnAcac_2(CCl_4)) = \begin{cases} 0,65 [I=0,1] \\ 0,38 \end{cases}$$

$$\lg K_D(ZnAcac_2 \Leftrightarrow ZnAcac_2(C_6H_6)) = \begin{cases} -0,6 [20^\circ C, I=0,1] \\ -0,19 \end{cases}$$

$$\lg K_{ex} = \lg K(Zn^{2+} + 2 HAcac(CCl_4) \Leftrightarrow ZnAcac_2(CCl_4) + 2 H^+) = \begin{cases} -10,69 [I=0,1] \\ -11,40 \end{cases}$$

$$\lg K_{ex} = \lg K(Zn^{2+} + 2 HAcac(C_6H_6) \Leftrightarrow ZnAcac_2(C_6H_6) + 2 H^+) = -11,0 [I=1]$$

C ₅ H ₁₁ NS ₂ ,	<u>диетилдитіокарбаїнова кислота; ліганд, Ddc⁻, диетил дитіокарбаїнат-іон</u>	
--	--	---

$$\text{H}^+ \quad \lg K_{\text{H1}} = \begin{cases} 3,42 \\ 3,16 \end{cases} \quad \lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{HDdc} \leftrightarrow \overline{\text{HDdc}}) = \\ = 2,38 (\text{CCl}_4), \quad 3,37 (\text{CHCl}_3)$$

$$\text{Ag}^+ \quad \lg K_{\text{S}} = -19,8$$

$$\text{Bi}^{3+} \quad \lg \beta_3 = 27,55$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{BiDdc}_3 \leftrightarrow \text{BiDdc}_3 (\text{CHCl}_3)) = 9,00$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{BiDdc}_3 \leftrightarrow \text{BiDdc}_3 (\text{CCl}_4)) = 7,65$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{BiDdc}_3 \leftrightarrow \text{BiDdc}_3 (\text{C}_6\text{H}_6)) = 8,26$$

$$\text{Co}^{2+} \quad \lg K_{\text{S}} = -19,8, \quad \lg \beta_2 = 13,2$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CoDdc}_2 \leftrightarrow \text{CoDdc}_2 (\text{CHCl}_3)) = 6,60$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CoDdc}_2 \leftrightarrow \text{CoDdc}_2 (\text{CCl}_4)) = 5,38$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CoDdc}_2 \leftrightarrow \text{CoDdc}_2 (\text{C}_6\text{H}_6)) = 5,98$$

$$\text{Cu}^{2+} \quad \lg K_{\text{S}} = -30,2, \quad \lg \beta_2 = 18,4$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CuDdc}_2 \leftrightarrow \text{CuDdc}_2 (\text{CHCl}_3)) = 9,34$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CuDdc}_2 \leftrightarrow \text{CuDdc}_2 (\text{CCl}_4)) = 8,34$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CuDdc}_2 \leftrightarrow \text{CuDdc}_2 (\text{C}_6\text{H}_6)) = 8,11$$

$$\text{Cd}^{2+} \quad \lg K_{\text{S}} = -22,0, \quad \lg \beta_2 = 12,9$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CdDdc}_2 \leftrightarrow \text{CdDdc}_2 (\text{CHCl}_3)) = 5,88$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CdDdc}_2 \leftrightarrow \text{CdDdc}_2 (\text{CCl}_4)) = 5,81$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{CdDdc}_2 \leftrightarrow \text{CdDdc}_2 (\text{C}_6\text{H}_6)) = 5,88$$

$$\text{Hg}^{2+} \quad \lg \beta_1 = 22,3 \quad \lg \beta_2 = 38,1 \quad \lg \beta_3 = 39,1$$

$$\lg K_{\text{S}} = -43,5 [I = 0,1]$$

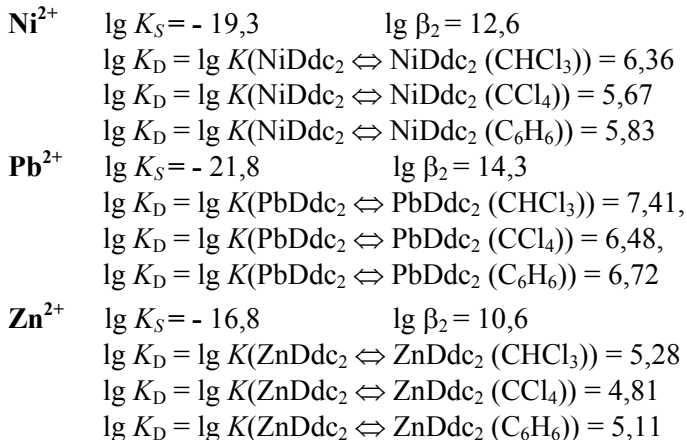
$$\text{Mn}^{2+} \quad \lg \beta_2 = 7,08$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{MnDdc}_2 \leftrightarrow \text{MnDdc}_2 (\text{CHCl}_3)) = 3,40$$

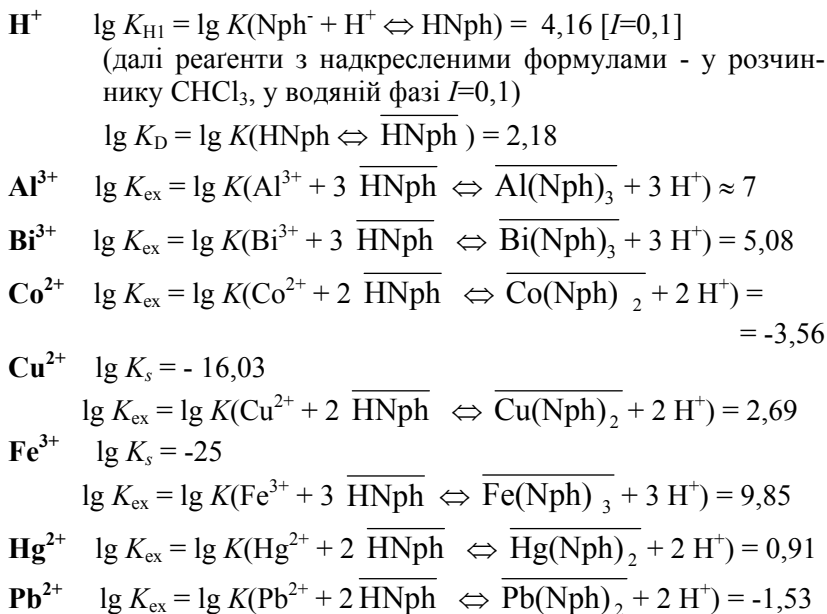
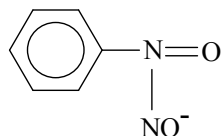
$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{MnDdc}_2 \leftrightarrow \text{MnDdc}_2 (\text{CCl}_4)) = 3,15$$

$$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{MnDdc}_2 \leftrightarrow \text{MnDdc}_2 (\text{C}_6\text{H}_6)) = 3,11$$

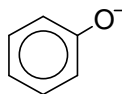
$C_5H_{11}NS_2^-$, Ddc^- , диетилдитіокарбамінат-іон (продовження)



$C_6H_6N_2O_2$ N-нітрозофеніл-гідроксиламін
(купферон); ліганд Nph^- , куп-
феронат-іон



C_6H_6O фенол; ліганд
фенолят-іон

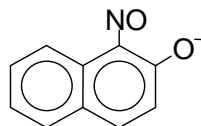


$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{cases} 9,98, \Delta H = -23,0 \\ 9,52 \{I=3\} \end{cases}$$

$$Ag^+ \quad \lg \beta_1 = 0,34 \{I=1\}$$

$$Fe^{3+} \quad \lg \beta_1 = 8,20$$

$C_{10}H_7NO_2$, 1-нітрозо-2-нафтол;
ліганд $C_{10}H_6NO_2^-$, L^- ,
1-нітрозо-2-нафтолат-іон



$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \lg K(L^- + H^+ \leftrightarrow HL) = 5,09$$

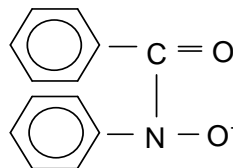
$$\lg K_D = \lg K(HL \leftrightarrow HL (CHCl_3)) = 2,97$$

(реагенти з надкресленими формулами - у розчиннику $CHCl_3$)

$$Cu^{2+} \quad \lg K_{ex} = \lg K(Cu^{2+} + 2 \overline{HL} \leftrightarrow \overline{CuL_2} + 2 H^+) = 0,87 \{I=0,1\}$$

$$Ni^{2+} \quad \lg K_{ex} = \lg K(Ni^{2+} + 2 \overline{HL} \leftrightarrow \overline{NiL_2} + 2 H^+) = -4,3 \{I=0,1\}$$

$C_{13}H_{11}NO_2$ бензоілфенілгідроксиламін;
ліганд $C_{13}H_{10}NO_2^-$, Bph^- ,
бензоілфеніл-
гідроксиламінат-іон



$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \lg K(Bph^- + H^+ \leftrightarrow HBph) = 8,14 \{I=0,1\}$$

$$\lg K_D = \lg K(HBph \leftrightarrow HBph (CCl_4)) = 2,23,$$

$$\lg K_D = \lg K(HBph \leftrightarrow HBph (C_6H_6)) = 1,65 \{I=1,0\}$$

$$\lg K_D = \lg K(HBph \leftrightarrow HBph (CHCl_3)) = 2,33 \{I=0,1\}$$

$$Al^{3+} \quad \lg K_{ex} = \lg K(Al^{3+} + 3 HBph (CHCl_3) \leftrightarrow$$

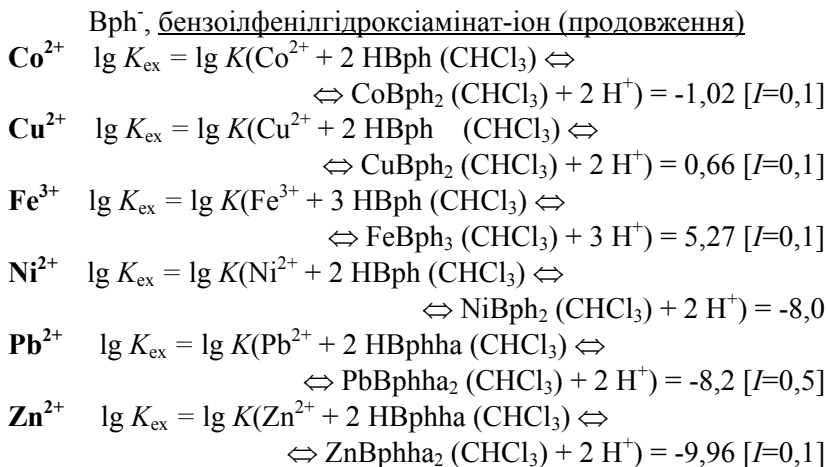
$$\leftrightarrow AlBph_3 (CHCl_3) + 3 H^+) \approx 7 \{I=0,5\}$$

$$Bi^{3+} \quad \lg K_{ex} = \lg K(Bi^{3+} + 3 HBph (CHCl_3) \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow BiBph_3 (CHCl_3) + 3 H^+) = 5,1 \{I=0,5\}$$

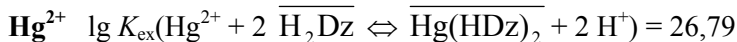
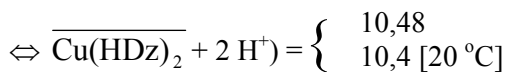
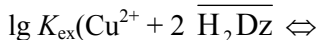
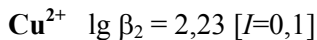
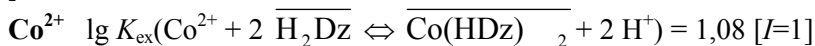
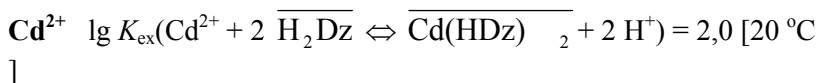
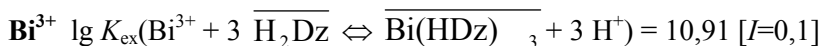
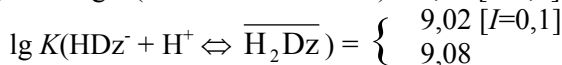
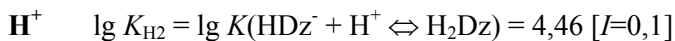
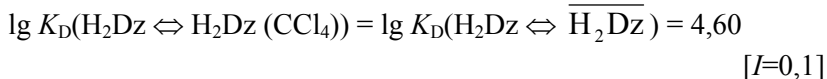
$$Cd^{2+} \quad \lg K_{ex} = \lg K(Cd^{2+} + 2 HBph (CHCl_3) \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow CdBph_2 (CHCl_3) + 2 H^+) = -12,08 \{I=0,1\}$$



$\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{S}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{-N=N-(C=S)-(NH)-(NH)-C}_6\text{H}_5$, дифенілтіокарбазон (дитизон); ліганд $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{N}_4\text{S}^{2-}$, Dz^{2-} , дифенілтіокарбазонат-іон (дитизонат-іон).

реагенти з надкресленими формулами - у розчиннику CCl_4 .



$[13^\circ\text{C}, I=0,1]$

Dz²⁻, дифенілтіокарбазонат-іон, дитизонат-іон
(продовження)

Ni²⁺ $\lg \beta_1 = 5,83 [I=0,1]$

$\lg K_{\text{ex}}(\text{Ni}^{2+} + 2 \overline{\text{H}_2\text{Dz}} \Leftrightarrow \overline{\text{Ni}(\text{HDz})_2} + 2 \text{H}^+) = -1,2$

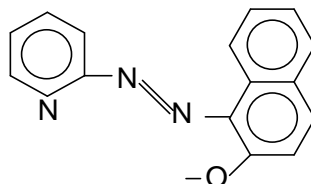
Pb²⁺ $\lg \beta_2 = 15,2 [I=0,1]$

$\lg K_{\text{ex}}(\text{Pb}^{2+} + 2 \overline{\text{H}_2\text{Dz}} \Leftrightarrow \overline{\text{Pb}(\text{HDz})_2} + 2 \text{H}^+) = 0,76 [I=0,1]$

Zn²⁺ $\lg \beta_1 = 7,75 [I=1]$

$\lg K_{\text{ex}}(\text{Zn}^{2+} + 2 \overline{\text{H}_2\text{Dz}} \Leftrightarrow \overline{\text{Zn}(\text{HDz})_2} + 2 \text{H}^+) = \begin{cases} 2,11 \\ 2,0 \end{cases}$

C₁₅H₁₁N₃O
1-(2-піридилазо)-2-нафтол, ПАН;
ліганд, Pan⁻,
1-(2-піридилазо)-2-нафтолат-іон



H⁺ $\lg K_{\text{H1}} = \lg K(\text{Pan}^- + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{HPan}) = 9,1 [\sim 33^\circ\text{C}, I = 0,1]$

$\lg K_{\text{H2}} = \lg K(\text{HPan} + \text{H}^+ \Leftrightarrow \text{H}_2\text{Pan}^+) = 3,0 [\sim 33^\circ\text{C}, I = 0,1]$

$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{HPan} \Leftrightarrow \text{HPan}(\text{CHCl}_3)) = 5,4$

$\lg K_{\text{D}} = \lg K(\text{HPan} \Leftrightarrow \text{HPan}(\text{CCl}_4)) = 4,0$

Cd²⁺ $\lg K_{\text{ex}} = \lg K(\text{Cd}^{2+} + 2 \text{HPan}(\text{CHCl}_3) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \overline{\text{CdPan}_2}(\text{CHCl}_3) + 2 \text{H}^+) = -7,9$

Те ж з неводною фазою CCl₄, $\lg K_{\text{ex}} = -7,4$

Mn²⁺ $\lg K_{\text{ex}} = \lg K(\text{Mn}^{2+} + 2 \text{HPan}(\text{CHCl}_3) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \overline{\text{MnPan}_2}(\text{CHCl}_3) + 2 \text{H}^+) = -11,0 [I = 0,01]$

Те ж з неводною фазою CCl₄, $\lg K_{\text{ex}} = -9,8 [I = 0,01]$

Zn²⁺ $\lg K_{\text{ex}} = \lg K(\text{Zn}^{2+} + 2 \text{HPan}(\text{CHCl}_3) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \overline{\text{ZnPan}_2}(\text{CHCl}_3) + 2 \text{H}^+) = -5,8$

Відновні напівреакції

- Ag** $\lg K(\text{Ag}^{2+} + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Ag}^+) = 32,62 [I=4], E^\circ = 1,929 \text{ B}$
 $\lg K(2 \text{ AgO}(s) + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{Ag}_2\text{O}(s) + 2 \text{ OH}^-) = 20,26, E^\circ = 0,599 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Ag}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Ag}(s)) = 13,514, E^\circ = 0,7994 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Ag}_2\text{O}(s) + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \Leftrightarrow 2 \text{ Ag}(s) + 2 \text{ OH}^-) = 11,58, E^\circ = 0,3423 \text{ B}$
 $\lg K(\text{AgCl}(s) + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Ag}(s) + \text{Cl}^-) = 3,759, E^\circ = 0,22234 \text{ B}$
 $\lg K(\text{AgBr}(s) + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Ag}(s) + \text{Br}^-) = 1,201, E^\circ = 0,07106 \text{ B}$
 $\lg K(\text{AgI}(s) + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Ag}(s) + \text{I}^-) = -2,571, E^\circ = -0,1521 \text{ B}$
- Al** $\lg K(\text{Al}^{3+} + 3 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{Al}(s)) = -84,2, E^\circ = -1,66 \text{ B}$
- As** $\lg K(\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{HAsO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}) = 18,9, E^\circ = 0,559 \text{ B}$
 $\lg K(\text{HAsO}_2 + 3 \text{ H}^+ + 3 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{As}(s) + 2 \text{ H}_2\text{O}) = 12,55, E^\circ = 0,2465 \text{ B}$
 $\lg K(\text{As}(s) + 3 \text{ H}^+ + 3 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{AsH}_3(g)) = -30,8, E^\circ = -0,60 \text{ B}$
- B** $\lg K(\text{H}_3\text{BO}_3 + 3 \text{ H}^+ + 3 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{B}(s) + 3 \text{ H}_2\text{O}) = -44, E^\circ = -0,87 \text{ B}$
- Ba** $\lg K(\text{Ba}^{2+} + 2 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{Ba}(s)) = -98,4, E^\circ = -2,91 \text{ B}$
- Bi** $\lg K(\text{Bi}_2\text{O}_3(s) + 3 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ e}^- \Leftrightarrow 2 \text{ Bi}(s) + 6 \text{ OH}^-) = -46,6, E^\circ = -0,46 \text{ B}$
 $\lg K(\text{BiOCl}(s) + 2 \text{ H}^+ + 3 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{Bi}(s) + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}) = 8,1, E^\circ = 0,16 \text{ B}$
- Br** $\lg K(\text{BrO}_3^- + 6 \text{ H}^+ + 5 \text{ e}^- \Leftrightarrow (1/2) \text{ Br}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}) = 127, E^\circ = 1,5 \text{ B}$
 $\lg K(\text{BrO}_3^- + 3 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{Br}^- + 6 \text{ OH}^-) = 62,4, E^\circ = 0,61 \text{ B}$
 $\lg K(\text{HBrO} + \text{H}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow (1/2) \text{ Br}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 27, E^\circ = 1,6 \text{ B}$
 $\lg K(\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{Br}^- + 2 \text{ OH}^-) = 26, E^\circ = 0,76 \text{ B}$
 $\lg K((1/2) \text{ Br}_2 + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Br}^-) = 18,3, E^\circ = 1,08 \text{ B}$
- C** $\lg K(\text{CO}_2(g) + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^- \Leftrightarrow \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}) = -3,5, E^\circ = -0,116 \text{ B}$
 $\lg K(\text{HCNO} + \text{H}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow (1/2) (\text{CN})_2(g) + \text{H}_2\text{O}) = 5,6, E^\circ = 0,33 \text{ B}$
 $\lg K((\text{CN})_2(g) + \text{H}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{HCN}) = 6,3, E^\circ = 0,37 \text{ B}$

Відновні напівреакції (продовження)

- C** $\lg K(\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{НСООН}) = -6,71, E^0 = -0,196 \text{ В}$
 $\lg K(2 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = -15,9, E^0 = -0,49 \text{ В}$
 $\lg K(\text{НСНО} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{СН}_3\text{ОН}) = 7,84, E^0 = 2,232 \text{ В}$
 $\lg K(\text{НСООН} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{НСНО} + \text{H}_2\text{O}) = 5,65,$
 $E^0 = 0,167 \text{ В}$
 $\lg K(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{НСООН}) = 2,5, E^0 = 0,074 \text{ В}$
 $\lg K(\text{СН}_3\text{СНО} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{ОН}) = 6,4, E^0 = 0,19 \text{ В}$
 $\lg K(\text{СН}_3\text{СООН} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{СН}_3\text{СНО} + \text{H}_2\text{O}) = -4,4,$
 $E^0 = -0,13 \text{ В}$
 $\lg K(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_4(\text{ОН})_2) = 23,66,$

хінон
гідрохінон
 $E^0 = 0,6997 \text{ В}$

 $\lg K(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-}) = -2,4, E^0 = -0,07 \text{ В}$

дегідроаскорбінова
кислота
аніон
аскорбінової кислоти

 $\lg K(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = -11,$

цістин
цістеїн
 $E^0 = -0,33 \text{ В}$

Cd $\lg K(\text{Cd}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{s})) = -13,63, E^0 = -0,403 \text{ В}$

Cl $\lg K(\text{ClO}_4^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}) = 40,2, E^0 = 1,19 \text{ В}$
 $\lg K(2 \text{ClO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}) = 248,$
 $E^0 = 1,47 \text{ В}$
 $\lg K(2 \text{HClO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}) = 55,2,$
 $E^0 = 1,63 \text{ В}$
 $\lg K(\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-) = 47,0, E^0 = 1,39 \text{ В}$

Co $\lg K(\text{CoOOH}(\text{s}, \text{чорно-брунатний}) + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons$
 $\rightleftharpoons \text{Co}(\text{ОН})_2(\text{s}, \text{рожевий}) + \text{ОН}^-) = 2,9, E^0 = 0,17 \text{ В}$
 $\lg K(\text{Co}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{s})) = -9,8, E^0 = -0,29 \text{ В}$

Cr $\lg K(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \rightleftharpoons$
 $\rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}) = 134,8, E^0 = 1,33 \text{ В}$
 $\lg K(\text{HCrO}_4^- + 7 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons$
 $\rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}) = 60,8, E^0 = 1,20 \text{ В}$
 $\lg K(\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}) = -6,4, E^0 = -0,38 \text{ В}$
 $\lg K(\text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})) = -37,5, E^0 = -0,74 \text{ В}$
 $\lg K(\text{Cr}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})) = -29,0, E^0 = -0,86 \text{ В}$

Cu $\lg K(\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+) = 2,9, E^0 = 0,17 \text{ В}$
 $\lg K(\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})) = 11,5, E^0 = 0,34 \text{ В}$

Відновні напівреакції (продовження)

- F** $\lg K(\text{F}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{F}^-) = 97,0, E^\circ = 2,87 \text{ B}$
- Fe** $\lg K(\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Fe}^{2+}) = 13,0, E^\circ = 0,771 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 8 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow 3 \text{Fe}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}) = 41,6, E^\circ = 1,23 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = 6,00, E^\circ = 0,355 \text{ B}$
 $\lg K(\text{FePhen}_3^{3+} + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{FePhen}_3^{2+}) = 18,2, E^\circ = 1,06 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Fe}(\text{s})) = -14,9, E^\circ = -0,44 \text{ B}$
- H** $\lg K(2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{H}_2(\text{g})) = 0,000, E^\circ = 0,000 \text{ B}$
- Hg** $\lg K(2 \text{Hg}^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Hg}_2^{2+}) = 30,7, E^\circ = 0,907 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Hg}_2^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{Hg}(\text{l})) = 26,8, E^\circ = 0,792 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}, \text{білий}) + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow 2 \text{Hg}(\text{l}) + 2 \text{Cl}^-) = 9,06, E^\circ = 0,268 \text{ B}$
- I** $\lg K(\text{H}_5\text{IO}_6 + \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{IO}_3^- + 3 \text{H}_2\text{O}) = 54, E^\circ = 1,6 \text{ B}$
 $\lg K(2 \text{IO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O}) = 202, E^\circ = 1,19 \text{ B}$
 $\lg K(\text{I}_2(\text{s}) + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{I}^-) = 18,08, E^\circ = 0,535 \text{ B}$
 $\lg K(\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{I}^-) = 21,0, E^\circ = 0,621 \text{ B}$
 $\lg K(\text{I}_3^- + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 3 \text{I}^-) = 18,1, E^\circ = 0,536 \text{ B}$
- K** $\lg K(\text{K}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{K}(\text{s})) = -49,45, E^\circ = -2,925 \text{ B}$
- Mg** $\lg K(\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Mg}(\text{s})) = -80, E^\circ = -2,37 \text{ B}$
- Mn** $\lg K(\text{MnO}_4^- + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{MnO}_4^{2-}) = 9,6, E^\circ = 0,57 \text{ B}$
 $\lg K(\text{MnO}_4^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow \text{MnO}_2(\text{s}, \beta) + 2 \text{H}_2\text{O}) = 85,1, E^\circ = 1,68 \text{ B}$
 $\lg K(\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}) = 127,5, E^\circ = 1,51 \text{ B}$
 $\lg K(\text{MnO}_2(\text{s}, \beta) + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}) = 41,25, E^\circ = 1,22 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Mn}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\quad \Leftrightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{OH}^-) = 2,6, E^\circ = 0,1 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Mn}^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Mn}(\text{s})) = -39,5, E^\circ = -1,17 \text{ B}$

Відновні напівреакції (продовження)

- N** $\lg K(2 \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}) = 27,2, E^0 = 0,80 \text{ B}$
 $\lg K(\text{NO}_3^- + 3 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}) = 31,6, E^0 = 0,94 \text{ B}$
 $\lg K(\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}) = 17,0, E^0 = 1,0 \text{ B}$
 $\lg K(2 \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}) = 53,8, E^0 = 1,58 \text{ B}$
 $\lg K(\text{NH}_3\text{OH}^+ + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}) = 45,6, E^0 = 1,35 \text{ B}$
 $\lg K(\text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow 2 \text{NH}_3\text{OH}^+) = -63,2, E^0 = -1,87 \text{ B}$
 $\lg K(\text{N}_2\text{H}_5^+ + 3 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{NH}_4^+) = 42,9, E^0 = 1,27 \text{ B}$
- Ni** $\lg K(\text{Ni}(\text{OH})_4(\text{s}, \text{чорний}) + \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3(\text{s}, \text{чорний}) + \text{OH}^-) = 10, E^0 = 0,6 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Ni}(\text{OH})_3(\text{s}, \text{чорний}) + 3 \text{H}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{Ni}^{2+} + 3 \text{H}_2\text{O}) = 35,2, E^0 = 2,08 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Ni}(\text{OH})_3(\text{s}, \text{чорний}) + \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}, \text{зелений}) + \text{OH}^-) = 8,1, E^0 = 0,48 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Ni}(\text{s})) = -8,45, E^0 = -0,25 \text{ B}$
- O** $\lg K(\text{O}_3(\text{g}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}) = 70,0, E^0 = 2,07 \text{ B}$
 $\lg K(\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}) = 83,1, E^0 = 1,229 \text{ B}$
 $\lg K(\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}) = 59,8, E^0 = 1,77 \text{ B}$
- P** $\lg K(\text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}) = -9,4, E^0 = -0,28 \text{ B}$
 $\lg K(\text{H}_3\text{PO}_3 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}) = -16,9, E^0 = -0,50 \text{ B}$
 $\lg K(\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow (1/4)\text{P}_4(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}) = -8,6, E^0 = -0,51 \text{ B}$
 $\lg K(\text{P}_4(\text{s}) + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{H}_2\text{P}_4(\text{g})) = -12, E^0 = -0,35 \text{ B}$
 $\lg K((1/4)\text{P}_4(\text{s}, \text{білий}) + 3 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{PH}_3(\text{g})) = 3,0, E^0 = 0,06 \text{ B}$
- Pb** $\lg K(\text{PbO}_2(\text{s}, \text{брунатний}) + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}) = 49,19, E^0 = 1,455 \text{ B}$
 $\lg K(\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \Leftrightarrow \text{Pb}(\text{s})) = -4,3, E^0 = -0,126 \text{ B}$

Відновні напівреакції (продовження)

- S** $\lg K(\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 e^- \leftrightarrow 2 \text{SO}_4^{2-}) = 68, E^{\circ} = 2,0 \text{ B}$
 $\lg K(\text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}) = 5,7, E^{\circ} = 0,17 \text{ B}$
 $\lg K(2 \text{SO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 e^- \leftrightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O}) = 27,0,$
 $E^{\circ} = 0,405 \text{ B}$
 $\lg K(\text{SO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 e^- \leftrightarrow \text{S}(s) + 2 \text{H}_2\text{O}) = 30,4, E^{\circ} = 0,45 \text{ B}$
 $\lg K(\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 e^- \leftrightarrow 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 3, E^{\circ} = 0,09 \text{ B}$
 $\lg K(\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6 \text{H}^+ + 4 e^- \leftrightarrow 2 \text{S}(s) + 3 \text{H}_2\text{O}) = 34, E^{\circ} = 0,5 \text{ B}$
 $\lg K((\text{SCN})_2 + 2 e^- \leftrightarrow 2 \text{SCN}^-) = 26, E^{\circ} = 0,77 \text{ B}$
 $\lg K(\text{S}(s) + 2 \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}(g)) = 4,7, E^{\circ} = 0,141 \text{ B}$
 $\lg K(\text{S}(s, \text{ромбічна}) + 2 e^- \leftrightarrow \text{S}^{2-}) = -16,5, E^{\circ} = -0,48 \text{ B}$
 $\lg K(n \text{S}(s) + 2 e^- \leftrightarrow \text{S}_n^{2-}) = -15,7, E^{\circ} = -0,46 \text{ B } (n=1)$
 $-16,6, E^{\circ} = -0,46 \text{ B } (n=2)$
 $-15,4, E^{\circ} = -0,45 \text{ B } (n=3)$
 $-12,1, E^{\circ} = -0,36 \text{ B } (n=4)$
 $-11,5, E^{\circ} = -0,34 \text{ B } (n=5)$
 $-12,1, E^{\circ} = -0,36 \text{ B } (n=6)$
- Sb** $\lg K((1/2)\text{Sb}_2\text{O}_5(s) + 2 \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow$
 $\leftrightarrow (1/2)\text{Sb}_2\text{O}_3(s) + \text{H}_2\text{O}) = 23, E^{\circ} = 0,69 \text{ B}$
 $\lg K((1/2)\text{Sb}_2\text{O}_3(s) + 3 \text{H}^+ + 3 e^- \leftrightarrow$
 $\leftrightarrow \text{Sb}(s) + (3/2) \text{H}_2\text{O}) = 7,6, E^{\circ} = 0,15 \text{ B}$
- $\lg K(\text{Sb}(s) + 3 \text{H}^+ + 3 e^- \leftrightarrow \text{SbH}_3(g)) = -26, E^{\circ} = -0,51 \text{ B}$
- Sn** $\lg K(\text{Sn(IV)} + 2 e^- \leftrightarrow \text{Sn(II)}) = 4,87, E^{\circ} = 0,144 \text{ B}$
[$c(\text{HCl}) = 0,53$ моль/л, в ЗДМ підставляємо загальні
концентрації Sn певного окисного стану]
- $\lg K(\text{Sn}^{2+} + 2 e^- \leftrightarrow \text{Sn}(s)) = -4,7, E^{\circ} = -0,14 \text{ B}$
- Sr** $\lg K(\text{Sr}^{2+} + 2 e^- \leftrightarrow \text{Sr}(s)) = -97,7, E^{\circ} = -0,14 \text{ B}$
- Zn** $\lg K(\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \leftrightarrow \text{Zn}(s)) = -25,78, E^{\circ} = -0,7628 \text{ B}$

Індикатори

(а) кислотно-основні індикатори

Бромкрезоловий синій, L (синій) → HL⁺ (жовтий):

$$\lg K_H = \begin{cases} 4,80 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 4,50 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Бромтимоловий синій, L (синій) → HL⁺ (жовтий):

$$\lg K_H = \begin{cases} 7,19 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 6,9 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Бромфеноловий синій, L (синій) → HL⁺ (жовтий):

$$\lg K_H = \begin{cases} 4,06 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 3,75 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Метилловий червоний, L⁻ (жовтий) → HL (червоний):

$$\lg K_H = \begin{cases} 5,00 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 5,00 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Метилловий оранжовий, L⁻ (жовтий) → HL (червоний):

$$\lg K_H = \begin{cases} 3,46 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 3,46 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Тимоловий синій, L²⁻ (синій) → HL⁻ (жовтий) → H₂L

(червоний):

$$\lg K_{1H} = \begin{cases} 9,01 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 8,90 [20^\circ\text{C}, I=0,1] \end{cases}$$

$$\lg K_{2H} = \begin{cases} 1,65 [20^\circ\text{C}, I=0,05] \\ 1,65 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Тимолфталеїн,

L⁻ (блакитний) → HL (безбарвний): $\lg K_H \approx 9,7$

Феноловий червоний, L²⁻ (червоний) → HL⁻ (жовтий):

$$\lg K_H = \begin{cases} 7,92 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 7,6 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

Фенолфталеїн, L⁻ (пурпуровий) → HL (безбарвний):

$\lg K_H \approx 9,53$

Хлорфеноловий червоний,

L²⁻ (пурпуровий) → HL⁻ (жовтий):

$$\lg K_H = \begin{cases} 6,15 [20^\circ\text{C}, I=0,01] \\ 5,9 [20^\circ\text{C}, I=0,5] \end{cases}$$

(b) металохромні індикатори

Еріохром чорний Т, 3-гідрокси-4-(1'-гідрокси-2'-нафтілазо)-
8-нітронафталін-1-сульфо кислота, H_3L

$$H^+ \quad \lg K_{H1} = \begin{cases} 11,95 \\ 11,39 [I=0,1] \end{cases} \quad \lg K_{H2} = \begin{cases} 5,81 \\ 6,80 [I=0,1] \end{cases}$$

(L^{3-} - оранжевий, HL^{2-} - синій, H_2L^- - червоний)

$$Ba^{2+} \quad \lg \beta_1 = 3,9 [I=0,1]$$

$$Ca^{2+} \quad \lg \beta_1 = \begin{cases} 5,4 [I=0,02] \\ 5,3 [I=0,1] \end{cases}$$

$$Cd^{2+} \quad \lg \beta_1 = 12,74 [20^\circ C, I=0,3]$$

$$Co^{2+} \quad \lg \beta_1 = 20,0 [20^\circ C, I=0,3]$$

$$Cu^{2+} \quad \lg \beta_1 = 21,38 [20^\circ C, I=0,3], \text{ продукт червоний}$$

$$Mg^{2+} \quad \lg \beta_1 = 7,0 [20^\circ C, I=0,08], \text{ продукт червоний}$$

$$Mn^{2+} \quad \lg \beta_1 = 9,6 [I=0,1], \quad \lg \beta_2 = 17,6 [I=0,1]$$

$$Ni^{2+} \quad \lg \beta_1 = 20,8 [I=0,3]$$

$$Pb^{2+} \quad \lg \beta_1 = 13,19 [20^\circ C, I=0,3], \text{ продукт фіолетовий}$$

$$Zn^{2+} \quad \lg \beta_1 = 12,9 [I=0,1], \text{ продукт фіолетовий}$$
$$\lg \beta_2 = 20,0 [I=0,1]$$

Кальконкарбонова кислота, кальцес, 1-(2-гідрокси-4-сульфо-1-
нафтілазо)-2-гідрокси-3-нафталінкарбонова кислота, H_4L

$$H^+ \quad \lg K_{H1} = 13,67 [I=0,1], \quad \lg K_{H2} = 9,4 [I=0,1]$$

$$\lg K_{H3} = 3,8 [I=0,1], \quad \lg K_{H4} \approx 1 - 2 [I=0,1]$$

L^{4-} - блідорожевий, HL^{3-} - синій, H_2L^{2-} - червоно-фіолетовий

$$Ca^{2+} \quad \lg \beta_1 = 5,85 [I=0,1]$$

$$Mg^{2+} \quad \lg \beta_1 = 7,6 [I=0,1]$$

Кальмагіт,

3'-метил-6'-гідроксібеназо-2-нафтол-4-сульфо кислота, H_3L

$$H^+ \quad \lg K_{H1} = 12,30 [I=0,1], \quad \lg K_{H2} = 8,15 [I=0,1]$$

L^{3-} - червоний, HL^{2-} - синій, H_2L^- - червоний

$$Al^{3+} \quad \lg \beta_1 = 16,58 [I=0,1], \text{ продукт фіолетовий,}$$

$$\lg \beta_2 = 33,38 [I=0,1], \quad \lg \beta_3 = 43,18 [I=0,1]$$

$$Ca^{2+} \quad \lg \beta_1 = 5,4 [20^\circ C, I=0,02], \text{ продукт червоний}$$

$$Cd^{2+} \quad \lg \beta_1 = 12,59 [I=0,3], \text{ продукт червоно-фіолетовий}$$

$$Co^{2+} \quad \lg \beta_1 = 21,03 [I=0,02], \text{ продукт фіолетовий}$$

Кальмагіт (продовження)

- Cu²⁺** lg $\beta_1 = 21,38$ [20°C, I=0,02], продукт червоний
Mg²⁺ lg $\beta_1 = 8,1$ [I=0,1], продукт червоно-фіолетовий
Ni²⁺ lg $\beta_1 = 21,63$ [I=0,3], продукт червоно-фіолетовий
Pb²⁺ lg $\beta_1 = 12,90$ [I=0,3], продукт червоно-фіолетовий
Zn²⁺ lg $\beta_1 = 12,52$ [I=0,1],
продукт червоно-фіолетовий; lg $\beta_2 = \begin{cases} 20,23 & [I=0,1] \\ 19,57 & \end{cases}$

Кальцеїн, флуорексон, 6-гідрокси-2,7-біс(N,N-біс-карбометил-3-оксо-9-(2'-карбофеніл-3Н-ксантон-9-іл, H₆L

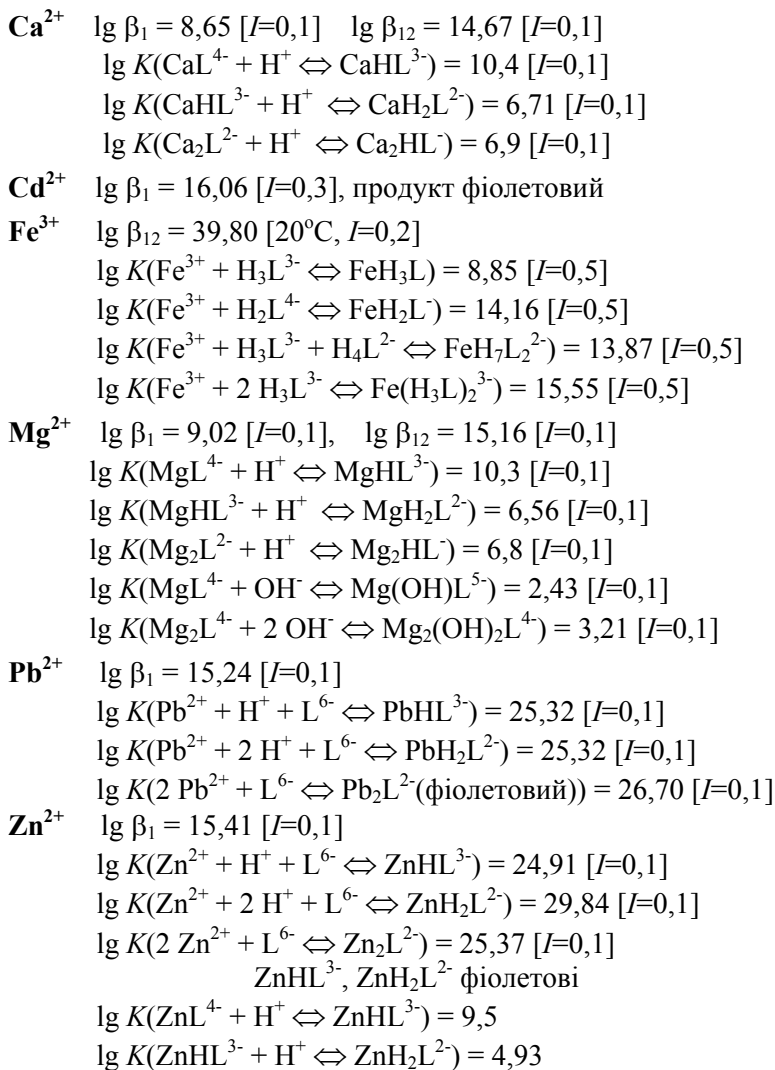
- H⁺** lg $K_{H1} > 12,0$ [I=0,1] lg $K_{H2} = 10,5$ [I=0,1]
lg $K_{H3} = 9,0$ [I=0,1] lg $K_{H4} = 5,4$ [I=0,1] lg $K_{H5} < 4$ [I=0,1]
Cu²⁺ lg $K(\text{Cu}^{2+} + \text{H}_4\text{L}^{2-} + \text{H}_3\text{L}^{3-} \leftrightarrow \text{Cu}(\text{H}_4\text{L})(\text{H}_3\text{L})^{3-}) = 10,4$ [I=0,1]
lg $K(\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{L}^{4-} \leftrightarrow \text{CuH}_2\text{L}^{2-}) = 8,3$ [I=0,1]
lg $K(2 \text{Cu}^{2+} + \text{L}^{6-} \leftrightarrow \text{Cu}_2\text{L}^{2-}) = 28,9$ [I=0,1]

Ксиленоловий оранжовий, 5,5'-біс[N,N-біс-(карбоксиметил)аміно]метил-4'-гідрокси-3,3'-диметилфуксон-2"-сульфо кислота, H₆L

- H⁺** lg $K_{H1} = 12,28$ [20°C, I=0,2] lg $K_{H2} = 10,46$ [20°C, I=0,2]
lg $K_{H3} = 6,4$ [20°C, I=0,2] lg $K_{H4} = 3,23$ [20°C, I=0,2]
lg $K_{H5} = 2,58$ [20°C, I=0,2] lg $K_{H6} = -1,09$ [20°C, I=0,2]
lg $K_{H7} = -1,74$ [20°C, I=0,2]
L⁶⁻, HL⁵⁻, H₂L⁴⁻ - червоні, H₃L³⁻, H₄L²⁻, H₅L⁻ - жовті

- Ba²⁺** lg $\beta_1 = 6,67$ [I=0,1] lg $\beta_{12} = 11,24$ [I=0,1]
lg $K(\text{BaL}^{4-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{BaHL}^{3-}) = 10,5$ [I=0,1]
lg $K(\text{BaHL}^{3-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{BaH}_2\text{L}^{2-}) = 7,54$ [I=0,1]
lg $K(\text{Ba}_2\text{L}^{2-} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{Ba}_2\text{HL}^-) = 8,0$ [I=0,1]
Bi³⁺ lg $K(\text{Bi}^{3+} + \text{H}_3\text{L}^{3-} \leftrightarrow \text{BiH}_3\text{L}) = 9,80$ [I=0,1]
lg $K(\text{Bi}^{3+} + 2 \text{H}_3\text{L}^{3-} \leftrightarrow \text{Bi}(\text{H}_3\text{L})_2^{3-}) = 15,53$ [I=0,1]
lg $\beta_{22} = 75,6$ [20°C, I=0,2], продукти червоно-фіолетові

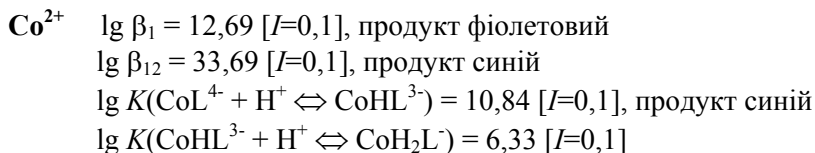
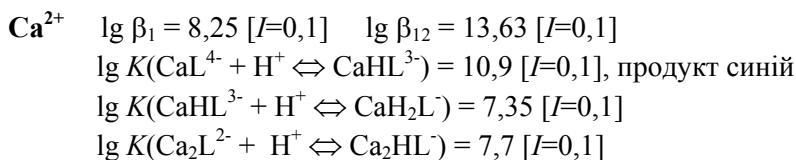
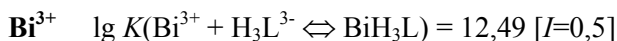
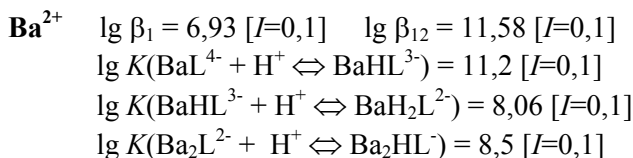
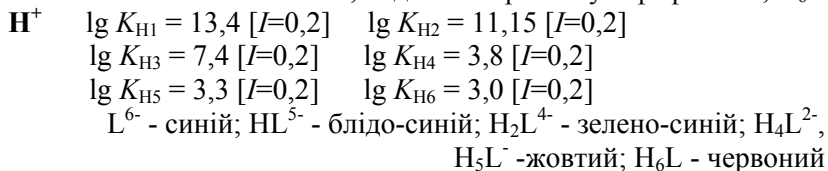
Ксиленоловий оранжовий (продовження)



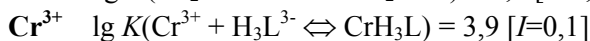
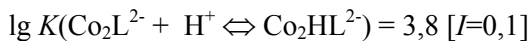
Метилтимоловий синій, 3',3''-

{біс[біс(карбоксиметил)аміно]метил}-5',5''-діізопропіл-

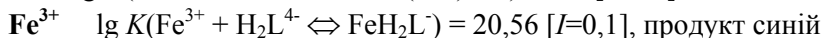
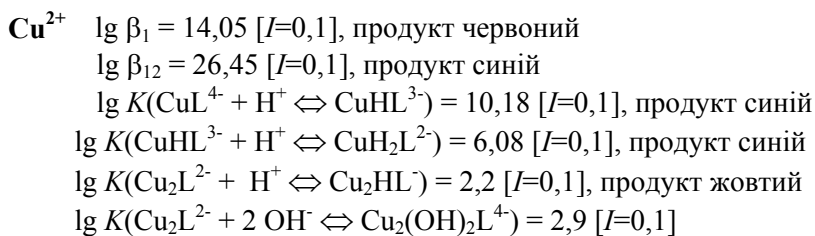
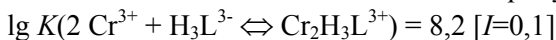
2',2''-диметилфенолсульфопфталейн, H₆L



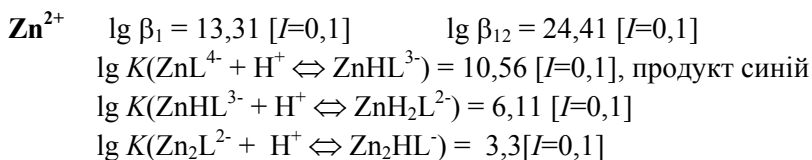
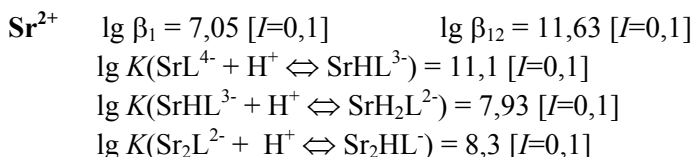
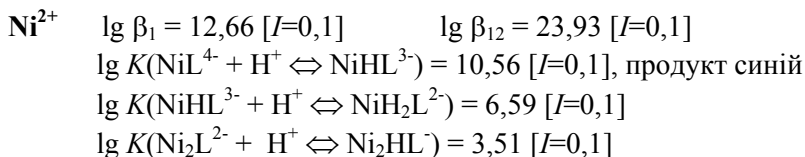
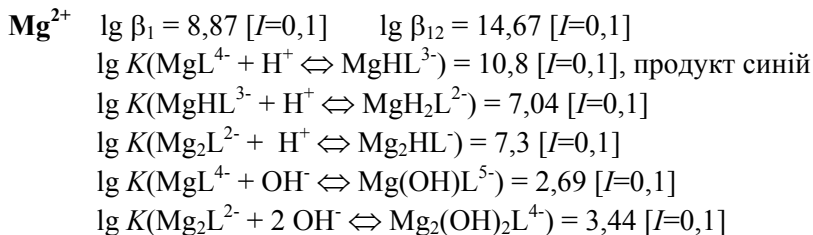
продукт жовтий



продукт фіолетовий

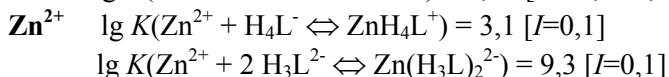
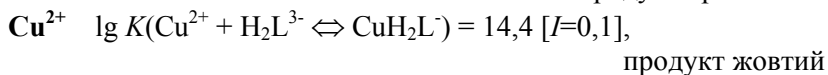
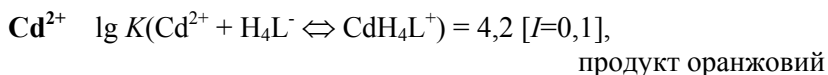
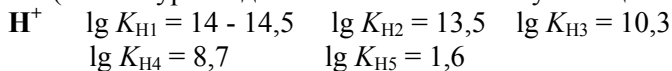


Метилтимоловий синій, H₆L, (продовження)



Мурексид, 5,5'-нітрилодибарбітурова кислота, H₅L

(часто мурексидом називають амонієву сіль цієї кислоти):



Пірокатехіновий фіолетовий, 4[3,4-дигідроксифеніл-(2'-сульфофеніл)метиле́н]-2-гідроксі-1,4-циклогексан-1-он, H₄L:

H⁺	lg K _{H1} = 12,8 [I=0,1]	lg K _{H2} = 9,76 [I=0,1]
	lg K _{H3} = 7,80 [I=0,1]	lg K _{H4} = 0,8 [I=0,1]
	L ⁴⁻ , HL ³⁻ - червоно-фіолетові, H ₂ L ²⁻ - фіолетовий, H ₃ L ⁻ - жовтий, H ₄ L, H ₅ L ⁺ - червоні	
Al³⁺	lg β ₁ = 19,1 [I=0,2], синій	lg β ₁₂ = 24,1 [I=0,2]
Bi³⁺	lg β ₁ = 27,1 [I=0,2], синій	lg β ₁₂ = 32,3 [I=0,2]
Cd²⁺	lg β ₁ = 8,1 [I=0,2], lg K(CdL ²⁻ + H ⁺ ⇌ CdHL ⁻) = 9,5 [I=0,2],	продукти сині
Co²⁺	lg β ₁ = 9,0 [I=0,2], lg K(CoL ²⁻ + H ⁺ ⇌ CoHL ⁻) = 9,2 [I=0,2]	
Cr³⁺	lg K(Cr ³⁺ + H ₂ L ²⁻ ⇌ CrH ₂ L ⁺) = 8,70 [I=0,1],	продукт фіолетовий
	lg K(CrH ₂ L ⁺ + HL ³⁻ ⇌ CrH ₃ L ₂ ²⁻) = 11,15 [I=0,1]	
	lg K(CrH ₃ L ₂ ²⁻ + HL ³⁻ ⇌ CrH ₄ L ₃ ⁵⁻) = 8,96 [I=0,1]	
Cu²⁺	lg β ₁ = 16,5 [I=0,2], lg K(CuL ²⁻ + H ⁺ ⇌ CuHL ⁻) = 6,4 [I=0,2],	продукти сині
Fe³⁺	lg K(Fe ³⁺ + H ₂ L ²⁻ ⇌ FeH ₂ L ⁺) = 7,5 [I=0,1]	
	lg K(Fe ³⁺ + H ₂ L ²⁻ + HL ³⁻ ⇌ FeH ₃ L ₂ ²⁻) = 19,3 [I=0,1]	
	lg K(Fe ³⁺ + H ₂ L ²⁻ + 2 HL ³⁻ ⇌ FeH ₄ L ₃ ⁵⁻) = 27,2 [I=0,1]	
	lg K(2 Fe ³⁺ + HL ³⁻ ⇌ Fe ₂ HL ³⁺) = 22,2 [I=0,1]	
Mg²⁺	lg β ₁ = 4,4 [I=0,2]	
	lg K(MgL ²⁻ + H ⁺ ⇌ MgHL ⁻) = 11,0 [I=0,2],	продукти сині
Mn²⁺	lg β ₁ = 7,1 [I=0,2]	
	lg K(MnL ²⁻ + H ⁺ ⇌ MnHL ⁻) = 10,0 [I=0,2],	продукти сині
Ni²⁺	lg β ₁ = 9,4 [I=0,2], lg K(NiL ²⁻ + H ⁺ ⇌ NiHL ⁻) = 9,2 [I=0,2],	продукти сині
Pb²⁺	lg β ₁ = 13,3 [I=0,2]	
	lg K(PbL ²⁻ + H ⁺ ⇌ PbHL ⁻) = 8,7 [I=0,2]	
Zn²⁺	lg β ₁ = 10,4 [I=0,2]	
	lg K(ZnL ²⁻ + H ⁺ ⇌ ZnHL ⁻) = 8,5 [I=0,2],	продукти сині

(с) окисно-відновні індикатори

(у позначеннях нижче Ox - окиснена, Red - відновлена
форми індикатора)

9,10-антрахінондисульфат →

→ 9,10-антрагідрохінондисульфат

$$\lg K(\text{Ox}^{2-} + 2 e^- \leftrightarrow \text{Red}^{4-}) = -10,9, E^0 = -0,32 \text{ В};$$

для Ox^{2-} : $\lg K_{\text{H1}} \text{ та } \lg K_{\text{H2}} < 0$,

для Red^{4-} : $\lg K_{\text{H1}} = 10,52, \lg K_{\text{H2}} = 8,1, \lg K_{\text{H3}} \text{ та } \lg K_{\text{H4}} < 0$.

Варіаміновий синій → лейковаріаміновий синій

$$\lg K(\text{Ox} + 2 \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{Red}) = 24,8, E^0 = 0,73 \text{ В};$$

для Ox: $\lg K_{\text{H1}} = 6,6$; для Red: $\lg K_{\text{H1}} = 5,9$.

2,6-дихлорфенол-індофенол → лейкодихлорфенол-індофенол

$$\lg K(\text{Ox}^- + \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{Red}^{2-}) = 11,2, E^0 = 0,33 \text{ В};$$

для Ox^- : $\lg K_{\text{H1}} = 5,7$; для Red^{2-} : $\lg K_{\text{H1}} = 10,13, \lg K_{\text{H2}} = 7,0$.

Зелений Біндшелдера, Ox^+ - це $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+ = \text{C}_6\text{H}_4 = \text{N} - \text{C}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$,

Red - це $(\text{CH}_3)_2\text{N} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NH} - \text{C}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$,

$$\lg K(\text{Ox}^+ + \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{Red}) = 14,7, E^0 = 0,434 \text{ В};$$

для Ox^+ : $\lg K_{\text{H1}} = 3,27$; для Red^{2-} : $\lg K_{\text{H1}} = 6,46, \lg K_{\text{H2}} = 5,1$.

Індигодисульфат → лейкоіндигодисульфат

$$\lg K(\text{Ox}^{2-} + \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{Red}^{3-}) = 2,52, E^0 = 0,074 \text{ В};$$

для Red^{3-} : $\lg K_{\text{H1}} = 7,44$.

Метиленовий синій → лейкометиленовий синій

$$\lg K(\text{Ox}^+ + \text{H}^+ + 2 e^- \leftrightarrow \text{Red}) = 7,6, E^0 = 0,22 \text{ В};$$

для Red^{2-} : $\lg K_{\text{H1}} = 5,85, \lg K_{\text{H2}} = 4,52$.

ЗМІСТ

Вступ	3
Хімічні реакції і закон дії мас	3
Типи реакцій	5
Окисно - відновні напівреакції	6
Лінійні комбінації реакцій	8
Порядок подання матеріалу у таблицях	9
Література	9
Вибрані логарифми констант рівноваг	10
Неорганічні ліганди	10
OH ⁻ , гідроксид – іон	10
As(OH) ₄ ⁻ , арсеніт-іон	13
AsO ₄ ³⁻ , арсенат-іон	13
B(OH) ₄ ⁻ , борат-іон	14
Br ⁻ , бромід-іон	14
CN ⁻ , ціанід-іон	15
SCN ⁻ , тіоціанат-іон	16
CO ₃ ²⁻ - карбонат-іон	17
Cl ⁻ , хлорид-іон	18
CrO ₄ ²⁻ , хромат-іон	20
F ⁻ , фторид-іон	20
Fe(CN) ₆ ⁴⁻ , гексацианоферат(II)-іон	22
Fe(CN) ₆ ³⁻ , гексацианоферат(III)-іон	22
H ₂ , водень	22
Hg(SCN) ₄ ²⁻ , тетрароданомеркурат(II)-іон	22
I ⁻ , іодид-іон	22
IO ₃ ⁻ , іодат-іон	23
NH ₃ , аміак	24
H ₂ N-NH ₂ , гідразин	25
NH ₂ OH, гідроксиламін	25
NO, оксид азоту(II)	25
NO ₂ ⁻ , нітрит-іон	25
NO ₃ ⁻ , нітрат-іон	25
O ₂ , кисень	26
H ₂ O ₂ , пероксид водню; HO ₂ ⁻ , гідропероксо-іон	26
PO ₄ ³⁻ , фосфат-іон	26
S ²⁻ , сульфід-іон	28
S ₂ ²⁻ , дисульфід-іон	30

$S_2O_3^{2-}$, тиосульфат-іон	30
SO_3^{2-} , сульфит-іон	30
SO_4^{2-} , сульфат-іон	31
$H_2SiO_4^{2-}$, силікат-іон	32
Органічні ліганди: аміни	32
C_2H_7NO , $H_2N-CH_2-CH_2-OH$, 2-аміноетанол	32
$C_2H_8N_2$, $H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$, Еп, етилендіамін	33
$C_6H_{18}N_4$, Триен, триетилентетрамін	34
C_9NH_6-OH , 8-гідроксихінолін (оксин); $C_9NH_6-O^-$, 8-гідроксихінолінат (оксинат)	35
$NC_5H_4-C_5H_4N$, Віру, біпіридил	37
$C_{12}H_8N_2$, Phen, о-фенантролін	38
Органічні ліганди: карбонові кислоти	38
$HCOOH$, мурашина кислота; $HCOO^-$, форміат	38
$(COOH)_2$, шавелева кислота; $(COO^-)_2$, оксалат	39
CH_3COOH , оцтова кислота; CH_3COO^- , ацетат	40
$HOOC-(CH_2)_2-COOH$, янтарна кислота; $^-OOC-(CH_2)_2-COO^-$, сукцинат	41
$HOOC-(CH(OH))_2-COOH$, винна кислота; $^-OOC-(CH(OH))_2-COO^-$, тарtrat	42
$C_6H_6O_6$ – дегідроаскорбінова кислота; $C_6H_3O_6^{3-}$, дегідроаскорбінат	42
$C_6H_8O_6$ – L-аскорбінова кислота; $C_6H_6O_6^{2-}$, аскорбінат	42
$C_3H_4(OH)(COOH)_3$, цитринова кислота;	
$C_3H_4(OH)(COO^-)_3^{3-}$, цитрат	43
$C_6H_4(OH)(COOH)$, саліцилова кислота;	
$C_6H_4(OH)(COO^-)_2$, саліцилат	44
$HO_3S-C_6H_3(OH)(COOH)$, SsI^{3-} , сульфосаліцилова кислота; $O_3S-C_6H_3(O)(COO^-)_3^{3-}$, сульфосаліцилат	45
$C_6H_4(COOH)_2$ - о-фталева кислота;	
$C_6H_4(COO^-)_2^{2-}$, о-фталат	45
Органічні ліганди: амінокислоти	46
H_2N-CH_2-COOH , амінооцтова кислота (гліцин); $H_2N-CH_2-COO^-$, аміноацетат	46
$H_3C-CH(NH_2)-COOH$, L-2-амінопропіонова кислота (аланін); $H_3C-CH(NH_2)-COO^-$, амінопропіонат	47

HOOC-CH ₂ -CH(NH ₂)-COOH, L-аміноянтарна (аспартинова) кислота;	
⁻ OOC-CH ₂ -CH ₂ (NH ₂)-COO ⁻ , аміносукцинат	48
H ₂ N-CH ₂ -CO-NH-CH ₂ -COOH, гліцилглїцин;	
H ₂ N-CH ₂ -CO-NH-CH ₂ -COO ⁻ , гліцилглїцинат	48
(HOOCCH ₂) ₂ N(CH ₂) ₂ N(CH ₂ COOH) ₂ , етилендіамінтетраоцтова кислота; Edta ⁴⁻ , етилендіамінтетраацетат ("трилонат"-іон)	50
Інші органічні ліганди: оксими, тіоли, тощо	52
H ₂ N-CS-NH ₂ , тіосечовина	52
H ₂ N-(C=S)-NH-NH ₂ , тіосемікарбазид	53
HO-CH ₂ -CH(OH)-CH ₂ -OH, гліцерин	53
H ₃ C-C(=NOH)-C(=NOH)-CH ₃ , диметилглїоксим;	
Dm ²⁻ , диметилглїоксимат	54
CH ₃ -(C=O)-CH ₃ -(C=O)-CH ₃ , ацетилацетон;	
Асас ⁻ , ацетилацетонат	54
(C ₂ H ₅) ₂ N-(CS)-SH, диетилдитіокарбамінова кислота; диетилдитіокарбамінат	56
C ₆ H ₅ -N-(N=O)-OH, N-нітрозобенілгідроксиламін (купферон); купферонат	57
C ₆ H ₅ -OH, фенол; фенолят	58
O=N-C ₁₀ H ₆ -OH, 1-нітрузо-2-нафтол; 1-нітрузо-2-нафтолат	58
C ₆ H ₅ -(C=O)-N(OH)-C ₆ H ₅ , бензоїлфенілгідроксиламін; бензоїлфенілгідроксиламінат	58
C ₆ H ₅ -N=N-(C=S)-(NH)-(NH)-C ₆ H ₅ , дифенілтіокарбазон (дитизон); дитизонат	59
C ₅ H ₄ N=N=N-C ₁₀ H ₆ -OH, 1-(2-піридилазо)-2-нафтол, ПАН; 1-(2-піридилазо)-2-нафтолат	60
Відновні напівреакції	61
Індикатори	66
(а) кислотно-основні індикатори	66
(б) металохромні індикатори	67
(с) окисно-відновні індикатори	73

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ
Бугаєвський Олександр Анатолійович,
Решетняк Олена Олександрівна

**Таблиці констант хімічних рівноваг,
що застосовуються у аналітичній хімії**
Навчальний посібник

Підписано до друку 5.10.2000 Формат 60×84 1/16
Друк офсетний. Умов. друк. арк. 4,5. Обл.-вид. арк. 3,6.

Тираж 300 прим.

Харківський національний університет,
61077, Харків, пл. Свободи, 4.

Видавничий центр.

Типографія