

ОВП ПРОЦЕССЫ, РН, НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ

17/12 2015



Таблица Менделеева

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H ¹																	He ²
2	Li ³	Be ⁴											B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	Ne ¹⁰
3	Na ¹¹	Mg ¹²											Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸
4	K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸	Cu ²⁹	Zn ³⁰	Ga ³¹	Ge ³²	As ³³	Se ³⁴	Br ³⁵	Kr ³⁶
5	Rb ³⁷	Sr ³⁸	Y ³⁹	Zr ⁴⁰	Nb ⁴¹	Mo ⁴²	Tc ⁴³	Ru ⁴⁴	Rh ⁴⁵	Pd ⁴⁶	Ag ⁴⁷	Cd ⁴⁸	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴
6	Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶	La-Lu ⁵⁷⁻⁷¹	Hf ⁷²	Ta ⁷³	W ⁷⁴	Re ⁷⁵	Os ⁷⁶	Ir ⁷⁷	Pt ⁷⁸	Au ⁷⁹	Hg ⁸⁰	Tl ⁸¹	Pb ⁸²	Bi ⁸³	Po ⁸⁴	At ⁸⁵	Rn ⁸⁶
7	Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸	Ac-Lr ⁸⁹⁻¹⁰³	Rf ¹⁰⁴	Db ¹⁰⁵	Sg ¹⁰⁶	Bh ¹⁰⁷	Hs ¹⁰⁸	Mt ¹⁰⁹	Ds ¹¹⁰	Rg ¹¹¹	Cn ¹¹²	Uut ¹¹³	Fl ¹¹⁴	Uup ¹¹⁵	Lv ¹¹⁶	Uus ¹¹⁷	Uuo ¹¹⁸

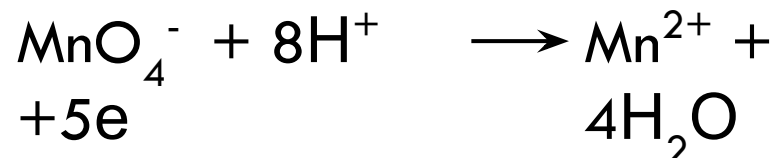
- Неметаллы
- Щелочные металлы
- Щёлочноземельные металлы
- Инертные газы
- Полуметаллы
- Галогены
- Переходные металлы
- Постпереходные металлы
- Лантаноиды
- Актиноиды

Mo
Молибден
95.96
2-8-18-13-1

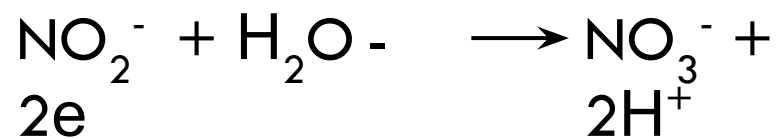
Для элементов, не имеющих стабильных изотопов, в скобках указывается масса изотопа с наибольшим периодом полураспада.

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr





- 1) уравниваем число атомов, которые меняют степень окисления;
- 2) считаем число атомов O в левой и правой частях;
- 3) каждый O – это 2 «-»;
- 4) в кислой среде H^+ , $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+$, H_2O ;
- 5) уравниваем число «-» по кислороду;
- 6) уравниваем число атомов H при помощи молекул H_2O ;
- 7) считаем заряды частиц, добавляем нужное кол-во e.



реакция восстановления (принимает электроны),

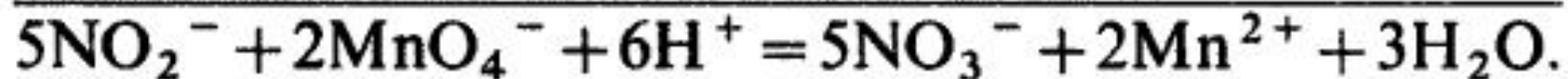
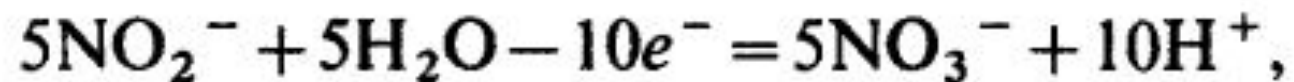
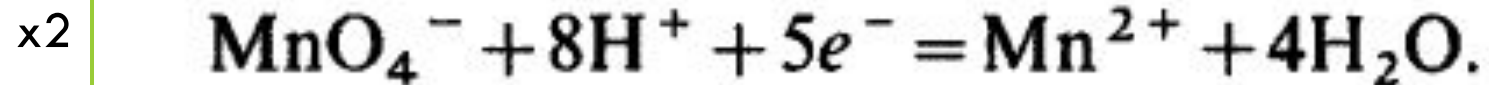
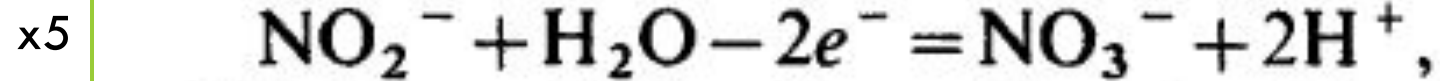
MnO_4^- - окислитель Ox

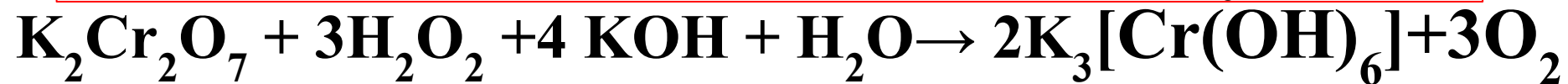
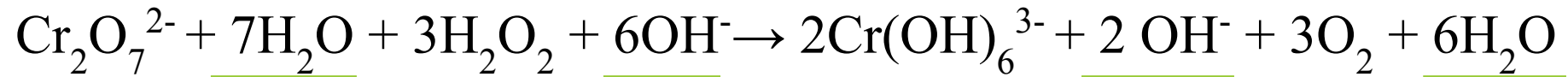
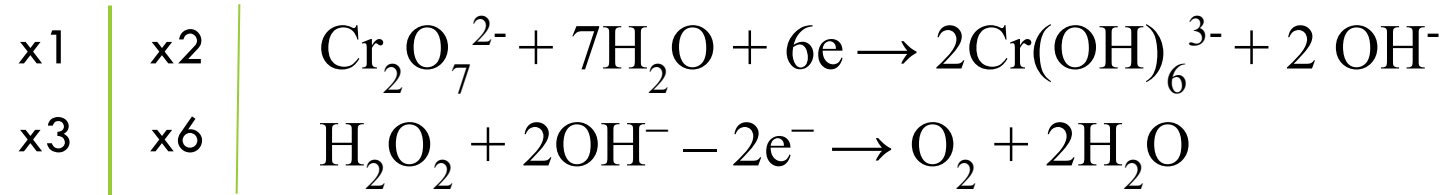
- 1) число Mn слева и справа одинаковое;
- 2) O слева – 4, справа – 0;
- 3) слева – это 8 «-», справа – 0;
- 4) в кислой среде H^+ , $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+$, H_2O ;
- 5) чтобы уравнивать число минусов добавляем в левую часть 8 потому что не можем добавить «-» справа;
- 6) добавляем в правую часть 4 H_2O , чтобы число атомов H было одинаковым;
- 7) слева – 1 «-» и 8 «+» = 7 «+», а справа – 2 «+», разница в 5 добавляем 5 e, потому что 1 e – это 1 «-».

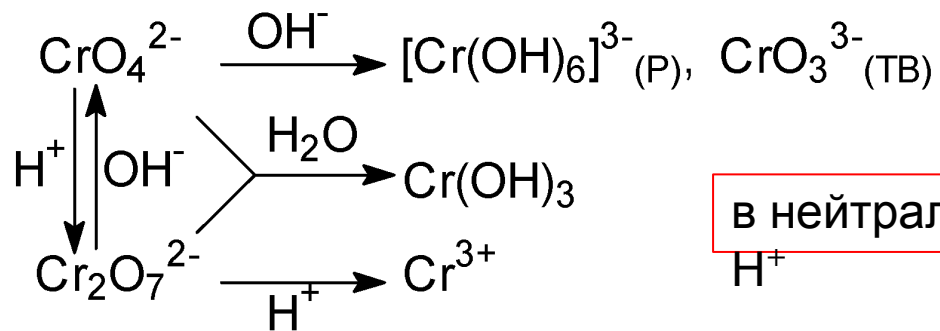
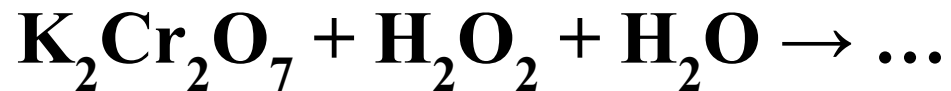
реакция окисления (отдает электроны),

NO_2^- - восстановитель Red

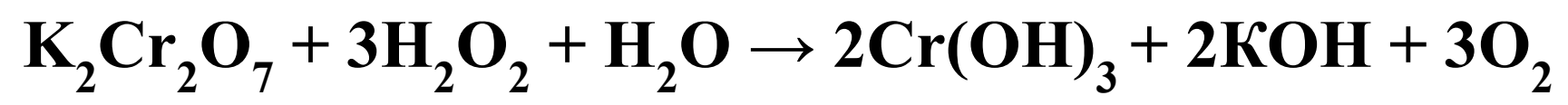
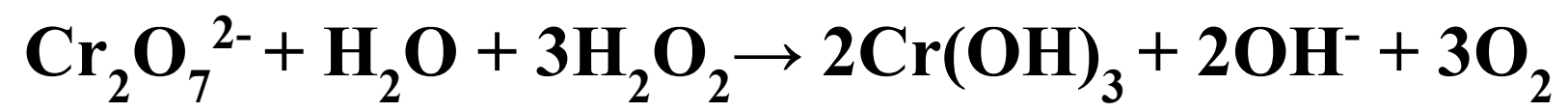
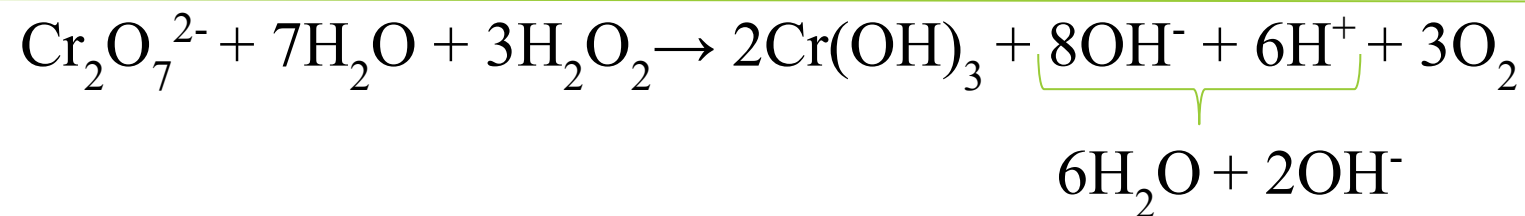
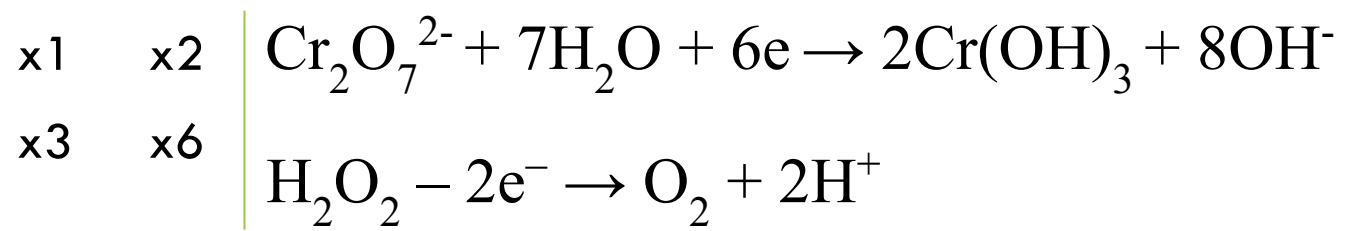
ЧИСЛО ПРИНЯТЫХ И ОТДАНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ДОЛЖНО БЫТЬ ОДИНАКОВЫМ







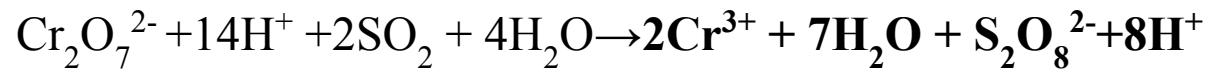
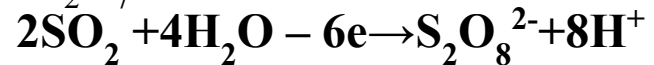
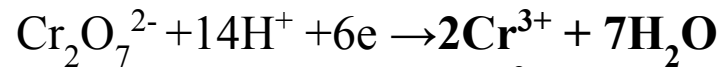
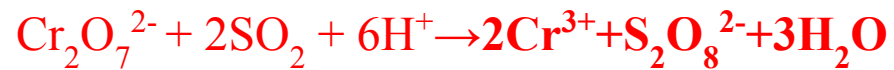
в нейтральной среде $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-$,
 H^+



в кислой среде H^+ , $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+$,

в щелочной среде OH^- , $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-$,

в нейтральной среде $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-$,
 H^+



Електроліти у водному розчині дисоціюють на іони.

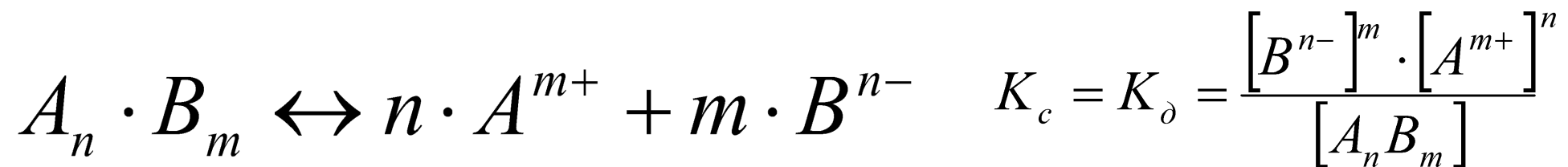
Дисоціація – це розпад молекули на іони під дією додаткової енергії. У розчині додаткова енергія утворюється завдяки процесу сольватації молекул розчиненої речовини.

Кількісно процес дисоціації описують за допомогою:

а) ступеню дисоціації – відношення концентрації молекул, що розпалися на іони, до загальної аналітичної концентрації молекул (вихідної концентрації розчинених молекул):

$$\alpha = \frac{C \cdot 100}{C_0}$$

б) константи дисоціації – константа рівноваги процесу дисоціації



Молярна концентрація (або молярність) — кількість розчиненої речовини в 1 л розчину.

$$C_M = \frac{v_{\text{реч}}}{V_p} = \frac{m_{\text{реч}}}{M \cdot V_p} = \frac{N_{\text{реч}}}{N_A \cdot V_p}, \text{ моль/л.}$$

Молярна концентрація еквіваленту (або нормальність) — кількість моль-еквівалентів розчиненої речовини в 1 літрі розчину.

$$C_H = \frac{v_{E \text{ реч}}}{V_p} = \frac{m_{\text{реч}}}{E \cdot V_p}, \text{ моль/л.}$$

Приклад 2. У 64 мл води розчинили 16 г NaOH та отримали розчин з $\rho = 1,22$ г/мл. Визначте ω , C_M , C_H , та C_m отриманого розчину.

Розв'язання. Щоб знайти ω використаємо формули:

$$\omega = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 100}{m_p} = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 100}{m_{\text{реч}} + m_{\text{роз}}} = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 100}{m_{\text{реч}} + V_{\text{роз}} \cdot \rho_{\text{роз}}} = \frac{16 \cdot 100}{16 + 64 \cdot 1} = 20 \%$$

Молярність знайдемо з формулою: $C_M = \frac{v_{\text{реч}}}{V_p} = \frac{m_{\text{реч}}}{M_{\text{реч}} \cdot V_p} = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 1000 \cdot \rho_p}{M_{\text{реч}} \cdot (m_{\text{реч}} + m_{\text{роз}})} = \frac{16 \cdot 1000 \cdot 1,22}{40 \cdot (16 + 64)} = 6,1$ (моль/л).

Нормальність розрахуємо за формулою: $C_H = \frac{v_E}{V_p} = \frac{m_{\text{реч}}}{E \cdot V_p}$

, для NaOH $E = M$, тому що кислотність цієї основи дорівнює одиниці. Тоді:

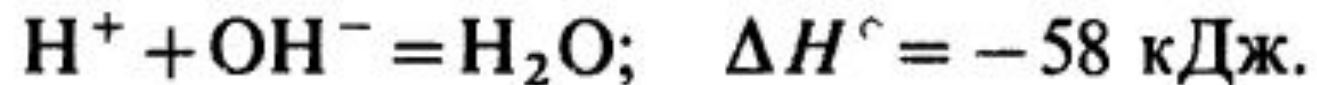
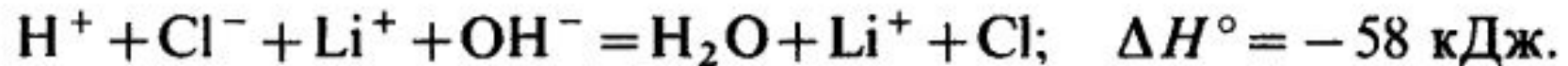
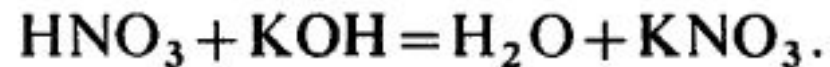
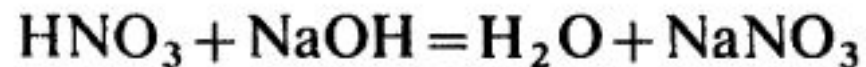
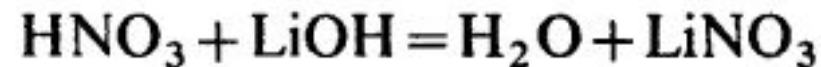
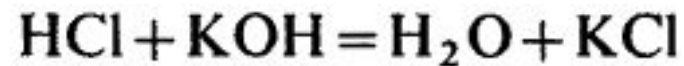
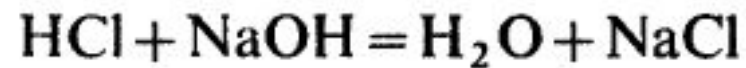
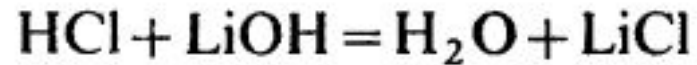
$$C_H = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 1000 \cdot \rho_p}{E \cdot (m_{\text{реч}} + m_{\text{роз}})} = \frac{16 \cdot 1000 \cdot 1,22}{40 \cdot (16 + 64)} = 6,1$$
 (моль/л).

Моляльність розчину дорівнюватиме:

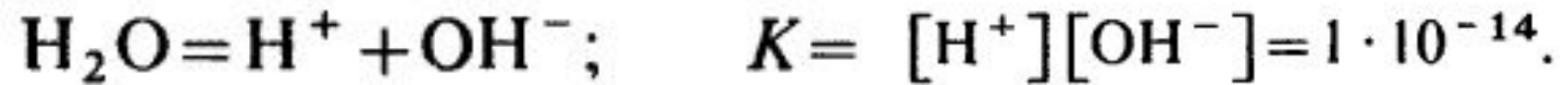
$$C_m = \frac{v_{\text{реч}} \cdot 1000}{m_{\text{роз}}} = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 1000}{M \cdot m_{\text{роз}}} = \frac{16 \cdot 1000}{40 \cdot 64} = 6,25$$
 (моль/кг).

РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

В реакциях между сильными кислотами и щелочами, протекающими в растворах, всегда выделяется одно и то же количество теплоты в расчете на 1 моль образующейся воды, а именно 58 кДж/моль.



В водных растворах концентрации ионов H^+ и OH^- взаимосвязаны выражением константы диссоциации воды:



В чистой воде или нейтральном растворе

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \text{ или } [\text{H}^+]^2 = 1 \cdot 10^{-14}.$$

Откуда

$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}; \quad [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}.$$

В кислой среде

$$[\text{H}^+] > 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л и соответственно } [\text{OH}^-] < 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}.$$

В щелочной среде

$$[\text{H}^+] < 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л и соответственно } [\text{OH}^-] > 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}.$$

$$pH = -\lg [H^+]; \quad pOH = -\lg [OH^-]$$

$$pH + pOH = 14.$$

13. Знайдіть pH та pOH в розчинах:

а) 0,05 М HCl;

б) 1М KOH;

а) 0,05 М HCl;

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ сильная кислота, диссоциирует полностью,

Поэтому $C(H^+) = C(HCl) = 0,05$ моль/л

$$pH = -\lg 0,05 = 1,30$$

б) 1 М KOH;

$KOH \rightarrow OH^- + K^+$ сильное основание, диссоциирует полностью,

Поэтому $C(OH^-) = C(KOH) = 1$ моль/л

$$pOH = -\lg 1 = 0$$

$$pH = 14 - pOH = 14$$

6. Константа дисоціації нітритної кислоти дорівнює $5,1 \cdot 10^{-4}$. Знайдіть рН в 0,01 М.

С, моль/л	$\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$			$K = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} = 5,1 \cdot 10^{-4}$
исходная	0,01	-	-	
в реакц.	x	x	x	[...] — равновесная конц.
равновесия	0,01-x	x	x	

$$\frac{x \cdot x}{0,01-x} = \frac{x^2}{0,01-x} = 5,1 \cdot 10^{-4}$$

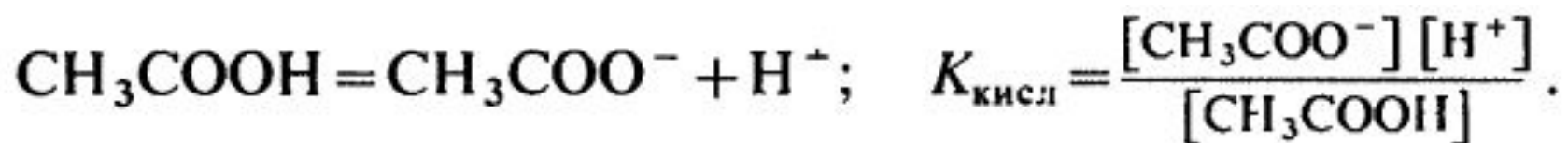
$$x^2 = 5,1 \cdot 10^{-4} (0,01-x)$$

$$x = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}^+] = 2,02 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 2,69$$

не пренебрегаем $\frac{c}{K} > 450$



Учитывая, что $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}^+]$ и что уксусная кислота — слабая кислота, поэтому в состоянии диссоциации находится малая часть ее молекул, и концентрацию молекул CH_3COOH можно считать равной общей концентрации кислоты $C_{\text{кисл}}$, получим:

$$K_{\text{кисл}} = [\text{H}^+]^2 / C_{\text{кисл}}$$

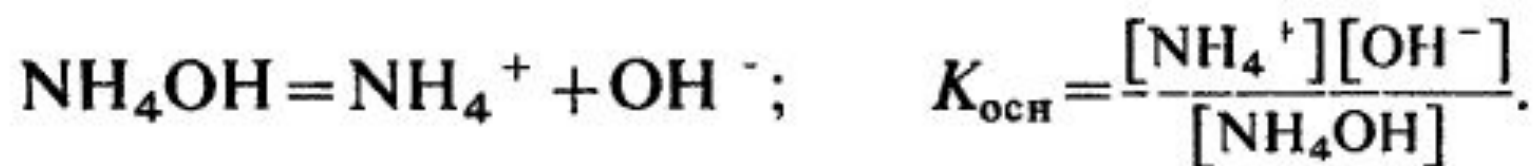
Откуда

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{кисл}} C_{\text{кисл}}}$$

Например, концентрация ионов водорода в 0,1 М и 0,01 М растворах уксусной кислоты и его рН равны:
для 0,1 М раствора

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1,86 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg(1,36 \cdot 10^{-3}) = 2,87,$$



В растворе слабого основания типа NH_4OH $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$, и концентрацию непродиссоциировавших молекул NH_4OH можно считать равной концентрации основания, т. е. $[\text{NH}_4\text{OH}] = C_{\text{осн}}$. Поэтому

$$K_{\text{осн}} = [\text{OH}^-]^2 / C_{\text{осн}}$$

Откуда

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{осн}} C_{\text{осн}}}$$

и далее

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Например, pH 0,01 M раствора гидроксида аммония составляет 8,25.

80 ml 4 ммоль HCOOH, pH? pKa=3,75

25 мл, NaOH, 0,15 mol/l

Кислые буф. Раст- раствор слабой кислоты и ее соли CH₃COOH + CH₃COONa

Щелочной буф. Раствор – раствор слабого основания и его соли NH₄OH + NH₄Cl

$$pH = pK + \lg(C_c/C_k) = 4,93$$



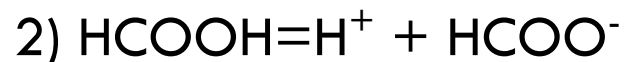
$$0,004 \quad 0,00375$$

$$\square 0,00375 \quad 0,00375 \quad 0,00375$$

$$\square 0,00025 \quad - \quad 0,00375$$

$$n(\text{HCOOH}) = 0,004 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = C \cdot V = 0,025 \cdot 0,15 = 0,00375 \text{ mol}$$



$$pH = pK + \lg(C_c/C_k) \quad C_c = n_s/V = 0,00375/0,105 = 0,0357 \quad C_k = 0,00025/0,105 = 0,00238$$