

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

ARXIU DE LA SECCIÓ DE CIÈNCIES. XVI

ENRIC GUITER

PROFESSOR AGREGAT A LA UNIVERSITAT DE MONTPELLER

ESTUDIS
SOBRE LA HIDRÒLISI
EN QUÍMICA MINERAL

PREMI FRANCESC VIVES, 1948

BARCELONA

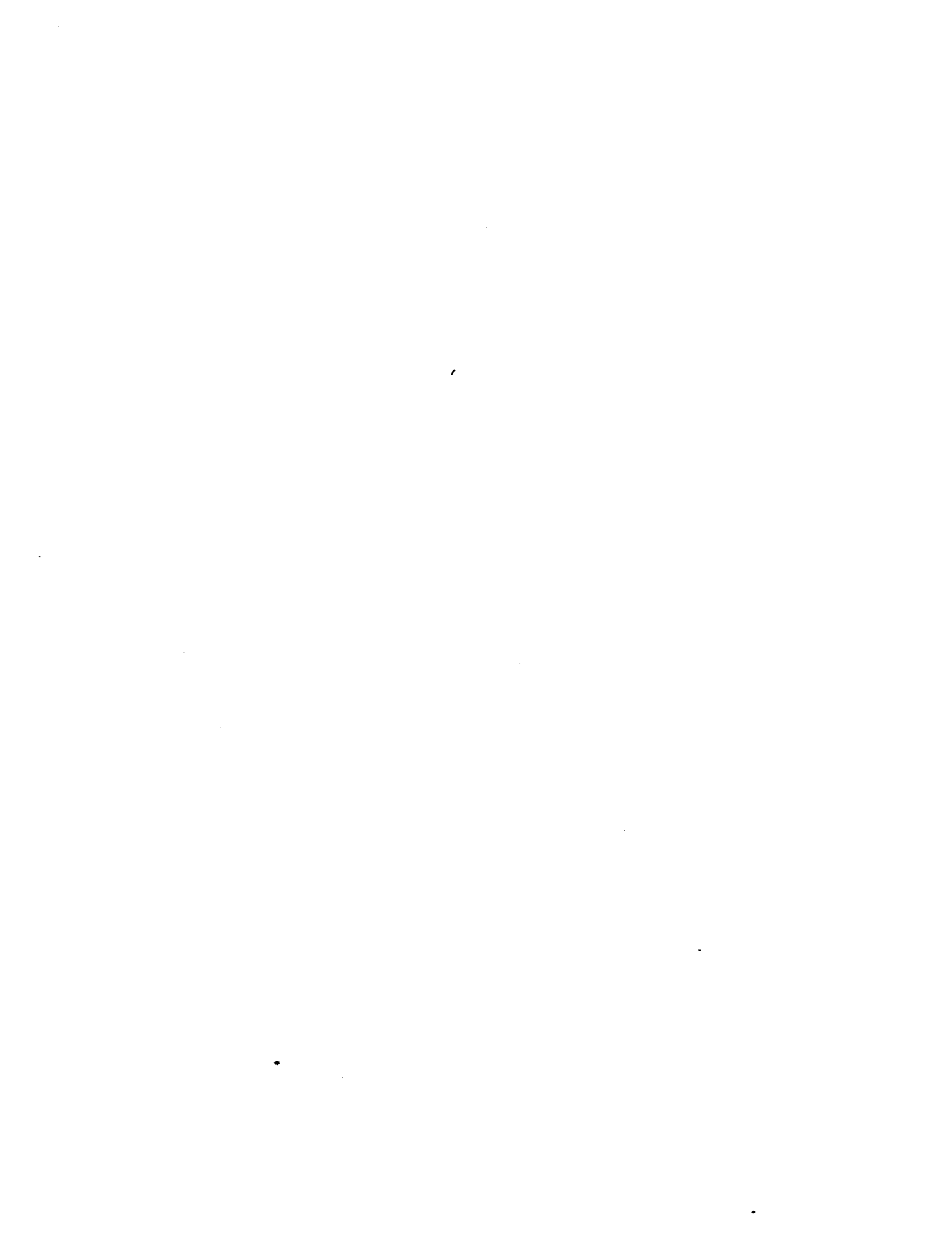
1949

ESTUDIS
SOBRE LA HIDRÒLISI
EN QUÍMICA MINERAL

This One

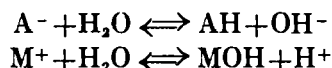


XRHE-3E4-N6W8



R É S U M É

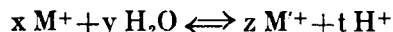
L'hydrolyse de sels dérivants d'un constituant fort et d'un constituant faible (base ou acide), ne se réduit en général pas au seul remplacement de l'ion faible par un cation H^+ ou un anion OH^- , et à la combinaison de cet ion faible avec le restant de la molécule H_2O , selon les mécanismes:



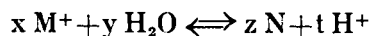
Ces réactions ne sont que des cas particuliers d'un ensemble de faits beaucoup plus compliqués, dont nous avons entrepris l'étude par la méthode des dilutions successives.

Nous avons vérifié, sur de nombreux sels soumis à l'hydrolyse, que la courbe obtenue, si nous portons en abscisses le cologarithme de la concentration en équivalents de sels hydrolysables (pM ou pA), et en ordonnées le cologarithme de la concentration en ions produits par l'eau (pH ou pOH), est constituée par une série de segments de droite de pentes différentes. Il paraît naturel d'admettre qu'un phénomène d'hydrolyse particulier corresponde à chacun de ces segments.

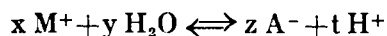
Qualitativement, il semble que de faibles variations de pH (ou de pOH) pour une même variation de pM (ou de pA) supposent la mise en jeu de peu d'ions provenant de l'eau, et, de ce fait, l'apparition, comme produits d'hydrolyse, d'ions de même signe que les ions hydrolysés:



De moyennes variations de pH (ou de pOH) impliquent l'élaboration de produits d'hydrolyse électriquement neutres, les ions issus de l'eau absorbant les charges libérées par les ions hydrolysés.



Enfin, de grandes variations de pH (ou de pOH) devraient s'accompagner de la production, au cours de l'hydrolyse, d'ions de signe contraire aux ions hydrolysés, ceux-ci ne pouvant suffire à justifier toutes les charges électriques apparues sur les ions issus de l'eau.



L'application de la loi d'action de masse aux réactions possibles d'hydrolyse, confirme quantitativement cette manière de voir. Pour chaque type d'hydrolyse, nous avons prévu, selon la valence des divers ions mis en jeu, les diverses réactions possibles et les diverses pentes de segments de droite que l'on pouvait attendre.

Les discontinuités mises en évidence par cette étude potentiométrique, ont été retrouvées par d'autres mesures physiques: tension superficielle du mercure, courant débité par une électrode à goutte de mercure.

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

ARXIU DE LA SECCIÓ DE CIÈNCIES. XVI

ENRIC GUITER

PROFESSOR AGREGAT A LA UNIVERSITAT DE MONTPELLER

ESTUDIS
SOBRE LA HIDRÒLISI
EN QUÍMICA MINERAL

PREMI FRANCESC VIVES, 1948

BARCELONA

1949

A proposta d'una ponència formada pels Membres de la Secció de Ciències de l'INSTITUT senyors Eduard Fontserè, Pius Font i Quer i Josep R. Bataller, als quals s'adjuntà com a especialista el senyor Josep Deulofeu i Poch, professor jubilat de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de Barcelona, l'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, en sessió plenària celebrada el dia 17 d'abril de 1948, acordà per unanimitat concedir el VI Premi Francesc Vives al senyor Enric Guiter pel seu treball *Estudis sobre la hidròlisi en Química mineral.*

En la sessió plenària del dia 29 de maig del mateix any l'INSTITUT prengué l'acord de publicar aquest treball.



INTRODUCCIÓ

El fenomen de la hidròlisi de les sals metàl·liques és conegut empíricament de fa molt de temps.

Tothom sap que la sal marina en aigua dóna una solució neutra, mentre que el sulfat de coure dóna una solució de propietats àcides, i el carbonat de sodi, una solució de reaccions netament alcalines.

Parlant en termes més científics, direm que la solució d'una sal d'àcid fort i de base forta, AM, conté els ions A^- i M^+ que normalment ha de donar la ionització de la sal AM.

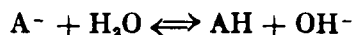
Però si posem en solució una sal d'àcid feble o de base feble, constatem que no obtenim tots els ions A^- i M^+ que ens semblava natural d'esperar.

En el cas d'una sal d'àcid feble apareixen anions hidròxils OH^- : tot passa com si hi hagués hagut trasllat d'un cert nombre de càrregues negatives d'anions A^- a anions OH^- .

En el cas d'una sal de base feble apareixen cations hidrògens H^+ : tot passa com si hi hagués hagut trasllat d'un cert nombre de càrregues positives de cations M^+ a cations H^+ .

En els dos casos, un element constitutiu de l'aigua intervé per a rebre una càrrega elèctrica d'un element constitutiu de la sal.

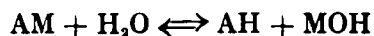
La nova notació iònica tradueix aquests fenòmens per les equacions de reacció:



i



Amb la vella notació unitària, les mateixes equacions s'escriuen:



Semblava així que hi hagués ruptura de la molècula de sal AM sota l'acció de l'aigua, que l'aigua «deslligués» els dos constituents de la sal. D'aquesta interpretació ve el nom del fenomen: *hidròlisi*, que significa *deslligament per l'aigua*.

Uns quants anys endarrera resultava molt difícil l'estudi dels fenòmens d'hidròlisi perquè faltaven els mitjans de conèixer l'aciditat real d'una solució.

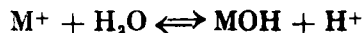
Els indicadors colorats demostraven l'aciditat de la solució de sulfat de coure o l'alcalinitat de la solució de carbonat de sodi, però el dosatge d'aquella aciditat o d'aquesta alcalinitat no es podia dur a terme pels mètodes clàssics de l'acidimetria o de l'alcalimetria. L'àcid o la base lliures són deguts a una reacció d'equilibri, la qual engendra un altre àcid o una altra base tan aviat com es prova de neutralitzar-los.

L'àcid (o la base), doncs, s'havia de dosar sense reacció de neutralització, sense fer variar la seva concentració. Investigadors de l'època heroica provaren de deduir l'aciditat d'una solució de la velocitat d'interversió del sucre en ella.¹ L'àcid jugava aquí un paper catalític que no influïa sobre la seva concentració, i, en conseqüència, sobre la reacció principal d'hidròlisi. El més sorprenent, i que fa honor a la consciència d'aquells investigadors, és l'exactitud dels resultats obtinguts amb l'ús de tals mètodes.

El descobriment de mitjans físics per a mesurar la concentració dels ions H^+ en una solució, aportava una contribució essencial al problema de la hidròlisi. Però llavors l'atenció del món sapient s'havia decantat principalment cap a la química orgànica, i la qüestió de la hidròlisi en química mineral va restar més o menys en el mateix punt.

Aquesta qüestió ha constituït l'objecte dels nostres estudis.² Presentarem en primer lloc el nostre material experimental i els resultats de les nostres mesures sobre diverses sals minerals; després cercarem una representació gràfica còmoda dels resultats obtinguts; constatarem aleshores que aquesta representació suggereix una teoria general de la hidròlisi, teoria que descabdellarem; aplicarem, en fi, aquesta teoria als nostres resultats experimentals, i veurem que convé perfectament per a donar una explicació correcta del fenomen d'hidròlisi en química mineral.

Per a estudiar una reacció del tipus



haurem de fer variar la concentració $[M^+]$ i de seguir les variacions concomitants de la concentració $[H^+]$. La concentració de l'aigua $[H_2O]$ és una constant, puix que estem en solució prou diluïda, i la concentració $[MOH]$ resulta sempre igual a la concentració $[H^+]$.

Preparem, doncs, amb aigua bidestil·lada solucions de títol aproximadament normal i exactament conegut, de les sals estudiades AM.

Amb els procediments analítics convenients a cada cas, verifiquem la puresa de la sal emprada i l'exactitud del títol de la solució. Queda entès que una solució és normal (o té el títol 1) quan conté un equivalent electroquímic de sal

(o sigui el quocient de la massa molecular per la càrrega elèctrica dels anions o dels cations) per litre de solució.

Disposem d'uns vint vasos del tipus «erlenmeyer», acuradament rentats amb aigua, amb aigua destil·lada i amb aigua bidestil·lada. Ens assegurem que el pH d'aigua bidestil·lada no canvia, quan li fem recórrer tots els erlenmeyers, buidant-la successivament de l'un dins l'altre.

Llavors posem en cada erlenmeyer 15 cm³ d'aigua bidestil·lada. En l'erlenmeyer 1, afegim 15 cm³ de la solució salina estudiada; agitem; prenem 15 cm³ d'aquesta solució de l'erlenmeyer 1 i l'afegim en l'erlenmeyer 2; agitem; prenem 15 cm³ d'aquesta solució de l'erlenmeyer 2 i l'afegim en l'erlenmeyer 3; agitem; i seguim així, dividint cada vegada per dos el títol de la solució precedent, fins que la solució, prou estesa, aconsegueix el pH de l'aigua bidestil·lada.

Deixem reposar les solucions dels erlenmeyers, i al cap d'un temps, variable d'una sèrie d'assaigs a l'altra, mesurem el pH de cada solució amb el comparador colorimètric Hellige, que ens permet d'obtenir una precisió de 0,1 d'unitat, i apreciar aproximadament 0,05 d'unitat.

Disposem, doncs, de dues sèries de dades experimentals:

Els títols en sal experimentada; quan la hidròlisi és feble, aquests títols podran ésser confosos amb les concentracions en ions A⁻ o M⁺; si la hidròlisi és massa important, s'hauran de fer correccions sobre aquests títols per tal de determinar les concentracions iòniques;

Els pH de les solucions, dels quals podem deduir les concentracions en ions H⁺ de les solucions.

Donem a continuació els quadres de nombres obtinguts per les diverses sals experimentades.

RESULTATS EXPERIMENTALS

Hidròlisi del nitrat de plata

Número del desdoblament	Concentració en ions Ag ⁺	pH	Concentració en ions H ⁺ × 10 ⁴
0	1	3,4	400
1	0,5	3,6	250
2	0,25	3,75	180
3	0,125	3,9	125
4	0,062	4,05	89
5	0,031	4,3	50
6	0,016	4,9	12,5
7	0,008	5,5	3,2
8	0,004	5,7	2
9	0,002	5,85	1,4
10	0,001	6	1
11	0,0005	6,5	0,32
12	0,00025	6,5	0,32

Hidròlisi de l'acetat de potassi

Número del desdoblament	Concentració en ions CH ₃ CO ₂ ⁻	pH	Concentració en ions OH ⁻ × 10 ⁴
0	1,66	8,4	2,5
1	0,83	8,25	1,78
2	0,42	7,95	0,89
3	0,21	7,65	0,45
4	0,10	7,4	0,25
5	0,05	7,25	0,18
6	0,025	7,1	0,125
7	0,012	6,95	0,09
8	0,006	6,8	0,062

Hidròlisi de l'acetat de rubidi

Número del desdoblament	Concentració en ions CH ₃ CO ₂ ⁻	pH	Concentració en ions OH ⁻ × 10 ⁴
0	0,2	7,65	0,45
1	0,1	7,4	0,25
2	0,05	7,25	0,18
3	0,025	7,1	0,125
4	0,012	6,95	0,09
5	0,006	6,8	0,062

Hidròlisi de l'acetat de liti

Número del desdoblament	Concentració en ions CH ₃ CO ₂ ⁻	pH	Concentració en ions OH ⁻ × 10 ⁴
0	0,85	8,25	1,78
1	0,42	8,05	1,12
2	0,21	7,75	0,56
3	0,11	7,45	0,28
4	0,055	7,3	0,2
5	0,028	7,15	0,14
6	0,014	7	0,1
7	0,007	6,85	0,07

Hidròlisi de l'acetat de cesi

Número del desdoblament	Concentració en ions CH ₃ CO ₂ ⁻	pH	Concentració en ions OH ⁻ × 10 ⁴
0	0,05	7,25	0,18
1	0,025	7,1	0,125
2	0,012	6,8	0,062

Hidròlisi de l'acetat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en ions CH ₃ CO ₂ ⁻	pH	Concentració en ions OH ⁻ × 10 ⁴
0	2,5	8,5	3,16
1	1,25	8,35	2,24
2	0,62	8,2	1,58
3	0,31	7,9	0,79
4	0,16	7,6	0,40
5	0,08	7,4	0,25
6	0,04	7,25	0,18
7	0,02	7,1	0,125
8	0,01	6,95	0,09
9	0,005	6,8	0,06

Hidròlisi del nitrat de zinc

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Zn^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions H ⁺ × 10 ⁴
0	0,2	4	100
1	0,1	4,45	35,50
2	0,05	4,9	12,60
3	0,025	5,35	4,47
4	0,0125	5,8	1,60
5	0,0062	6,1	0,80
6	0,0031	6,4	0,40
7	0,0016	6,6	0,25

Hidròlisi del nitrat manganós				Hidròlisi del nitrat d'uranil			
Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Mn^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$	Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{UO_2^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$
0	1	3,9	125	0	1	1,75	17 800
1	0,5	4,2	63	1	0,5	1,95	11 200
2	0,25	4,5	31,6	2	0,25	2,15	7 080
3	0,125	4,7	20	3	0,125	2,35	4 470
4	0,062	4,85	14	4	0,062	2,55	2 820
5	0,031	5	10	5	0,031	2,85	1 410
6	0,016	5,15	7	6	0,016	3,15	708
7	0,008	5,3	5	7	0,008	3,45	355
8	0,004	5,45	3,5	8	0,004	3,60	252
9	0,002	6,05	0,9	9	0,002	3,75	178
10	0,001	6,65	9,22	10	0,001	3,90	126

Hidròlisi del nitrat de coure			
Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Cu^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$
0	4,7	1,90	12 500
1	2,35	2,50	3 200
2	1,2	3,10	800
3	0,6	3,70	200
4	0,3	4,30	50
5	0,15	4,65	22
6	0,075	4,80	16
7	0,038	4,95	11
8	0,019	5,10	8
9	0,01	5,25	5,6
10	0,005	5,40	3
11	0,0025	5,55	2,8
12	0,00125	5,70	2
13	0,00063	5,85	1,4
14	0,00032	6	1
15	0,00016	6,15	0,7
16	0,00008	6,30	0,5
17	0,00004	6,45	0,35

Hidròlisi del nitrat de plom			
Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Pb^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$
0	0,86	2,7	2 000
1	0,43	2,9	1 260
2	0,215	3,3	500
3	0,108	3,7	200
4	0,054	4	100
5	0,027	4,3	50

Hidròlisi del nitrat mercuriós			
Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Hg^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$
0	0,26	1,3	50 000
1	0,13	1,6	25 000
2	0,065	1,9	12 500
3	0,032	2,1	8 000
4	0,016	2,4	4 000
5	0,008	2,6	2 500
6	0,004	2,9	1 250
7	0,002	3,1	800
8	0,001	3,45	360
9	0,0005	3,65	220
10	0,00025	3,85	140
11	0,000125	4,3	50
12	0,000062	5,25	5,6
13	0,000031	6,25	0,56
14	0,000016	6,55	0,28

Hidròlisi del clorur de zenc

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Zn^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$
0	0,198	4	100
1	0,099	4,45	35,50
2	0,0495	4,9	12,60
3	0,0248	5,35	4,47
4	0,0124	5,8	1,60
5	0,0062	6,1	0,80
6	0,0031	6,4	0,40
7	0,0015	6,6	0,25

9	0,0004	8,1	1,27
10	0,0002	7,3	0,2
11	0,0001	7,15	0,14
12	0,00005	7	0,1
13	0,000025	6,85	0,06

Hidròlisi del carbonat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{CO_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $OH^{-} \times 10^4$
0	1,6	11,4	2 500
1	0,8	11,35	2 240
2	0,4	11,3	2 000
3	0,2	11,25	1 780
4	0,1	11,2	1 590
5	0,05	11,15	1 420
6	0,025	10,95	890
7	0,0125	10,75	560
8	0,0062	10,55	355
9	0,0031	10,35	224
10	0,0016	10	100
11	0,0008	9,1	12,7
12	0,0004	8,2	1,6
13	0,0002	7,3	0,2
14	0,0001	7,15	0,14
15	0,00005	7	0,1
16	0,000025	6,85	0,07

Hidròlisi del clorur de coure

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{Cu^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $H^{+} \times 10^4$
0	1	2,70	2 000
1	0,5	3,30	500
2	0,25	3,90	125
3	0,125	4,50	32
4	0,062	4,75	18
5	0,031	4,90	12,8
6	0,016	5,05	9
7	0,008	5,20	6,4
8	0,004	5,35	4,5
9	0,002	5,50	3,2
10	0,001	5,65	2,2
11	0,0005	5,80	1,6
12	0,00025	5,95	1,1
13	0,000125	6,10	0,8
14	0,000062	6,25	0,5
15	0,000031	6,40	0,4

Hidròlisi del carbonat de potassi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{CO_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $OH^{-} \times 10^4$
0	1,97	11,8	6 300
1	0,99	11,75	5 600
2	0,49	11,70	5 020
3	0,25	11,65	4 470
4	0,125	11,50	3 170
5	0,062	11,20	1 590
6	0,031	11	1 000
7	0,016	10,80	630
8	0,008	10,60	400
9	0,004	10,40	250
10	0,002	10,20	159
11	0,001	9,30	20
12	0,0005	8,40	2,5
13	0,00025	7,50	0,31
14	0,000125	7,20	0,15
15	0,000062	7,05	0,11
16	0,000031	6,90	0,08

Hidròlisi del carbonat de liti

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{CO_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $OH^{-} \times 10^4$
0	0,204	11,2	1 690
1	0,102	11,15	1 420
2	0,051	11,1	1 270
3	0,026	10,9	800
4	0,013	10,7	502
5	0,0065	10,5	317
6	0,0032	10,3	200
7	0,0016	9,9	80
8	0,0008	9	10

Hidròlisi del carbonat de rubidi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents CO_3^{--}	pH	Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
0	0,56	11,75	5 600
1	0,28	11,70	5 020
2	0,14	11,55	3 550
3	0,07	11,25	1 780
4	0,035	11,05	1 120
5	0,018	10,85	700
6	0,009	10,65	440
7	0,0045	10,45	280
8	0,0022	10,05	110
9	0,0011	9,30	20
10	0,00055	8,55	3,5
11	0,00027	7,80	0,63
12	0,00014	7,25	0,18
13	0,00007	7,10	0,13
14	0,000035	6,95	0,09
15	0,000016	6,75	0,06

Hidròlisi del silicat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{SiO}_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
0	0,5	12,90	79 500
1	0,25	12,70	50 200
2	0,125	12,50	31 700
3	0,062	11,80	6 310
4	0,031	11,50	3 170
5	0,016	11,20	1 590
6	0,008	10,90	795
7	0,004	10,60	399
8	0,002	10,30	200
9	0,001	10	100
10	0,0005	9,50	32
11	0,00025	8,60	4
12	0,000125	7,70	0,5
13	0,000062	7,05	0,11
14	0,000031	6,90	0,08
15	0,000015	6,7	0,05

Hidròlisi del carbonat de cesi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{CO}_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
0	0,17	11,65	4 470
1	0,085	11,35	2 240
2	0,042	11,15	1 420
3	0,021	10,95	890
4	0,011	10,75	560
5	0,005	10,55	355
6	0,0025	10,15	142
7	0,0013	9,4	25
8	0,00065	8,65	4,5
9	0,00032	7,9	0,8
10	0,00016	7,3	0,2
11	0,00008	7,15	0,14
12	0,00004	7	0,1
13	0,00002	6,85	0,06

Hidròlisi del silicat de potassi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{SiO}_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
0	0,45	12,5	31 700
1	0,225	12,3	20 000
2	0,112	11,7	5 000
3	0,056	11,4	2 500
4	0,028	11,1	1 250
5	0,014	10,8	625
6	0,007	10,5	317
7	0,0035	10,2	158
8	0,0018	9,9	80
9	0,0009	9,6	40
10	0,00045	8,7	5
11	0,00022	7,8	0,62
12	0,00011	7,15	0,14
13	0,00006	7	0,1
14	0,00003	6,85	0,07
15	0,000018	6,80	0,06

Hidròlisi del silicat de liti

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{SiO}_3^{--}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
0	0,33	12,7	50 200
1	0,165	12,5	31 700
2	0,082	12,3	20 000
3	0,041	11,7	5 000
4	0,020	11,3	2 000
5	0,010	11	1 000
6	0,005	10,7	500

Hidròlisi del titanat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{TiO}_2}{2}$	pH	Concentració en ions OH- $\times 10^6$
0	0,34	12,80	63 100
1	0,17	12,60	39 900
2	0,08	12,40	25 000
3	0,04	12,20	15 900
4	0,02	11,75	5 600
5	0,01	11,55	3 550
6	0,005	11,35	2 240
7	0,0025	11,15	1 420
8	0,00125	10,95	890
9	0,00062	10,05	110
10	0,00031	9,15	14,2
11	0,00016	8,25	1,8
12	0,00008	7,35	0,22
13	0,00004	6,95	0,09
14	0,00002	6,80	0,06
15	0,00001	6,65	0,04

Hidròlisi del β -estannat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{SnO}_2}{2}$	pH	Concentració en ions OH- $\times 10^6$
0	0,44	12,60	40 500
1	0,22	12,20	16 000
2	0,11	11,80	6 400
3	0,055	11,50	3 200
4	0,028	11,20	1 600
5	0,014	10,90	800
6	0,007	10,60	400
7	0,0035	10,30	200
8	0,0018	10	100
9	0,0009	9,70	50
10	0,00045	9,10	12,5
11	0,00022	8,50	3,2
12	0,00011	7,90	0,8
13	0,000055	7,30	0,2
14	0,000028	7,05	0,11
15	0,000014	6,90	0,08
16	0,000007	6,75	0,06

Hidròlisi del titanat de potassi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{TiO}_2}{2}$	pH	Concentració en ions OH- $\times 10^6$
0	0,25	12,6	40 000
1	0,125	12,4	25 000
2	0,062	12,2	16 000
3	0,031	11,7	5 000
4	0,016	11,5	3 200
5	0,008	11,3	2 000
6	0,004	11,1	1 250
7	0,002	10,9	800
8	0,001	10	100
9	0,0005	9,1	12
10	0,00025	8,2	1,6
11	0,000125	7,3	0,2
12	0,000062	6,9	0,08
13	0,000031	6,75	0,06
14	0,000016	6,6	0,04

Hidròlisi del β -estannat de potassi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{SnO}_2}{2}$	pH	Concentració en ions OH- $\times 10^6$
0	0,28	12,5	32 000
1	0,14	12,1	12 500
2	0,07	11,7	5 000
3	0,035	11,4	2 500
4	0,018	11,1	1 250
5	0,009	10,8	625
6	0,0045	10,5	312
7	0,00225	10,2	160
8	0,00112	9,9	80
9	0,00056	9,3	20
10	0,00028	8,7	5

Hidròlisi del zirconat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{ZrO}_2}{2}$	pH	Concentració en ions OH- $\times 10^6$
0	0,17	12,70	50 000
1	0,08	12,50	32 000
2	0,04	12,30	20 000

11	0,00014	8,1	1,2	3	0,125	12,50	32 000
12	0,00007	7,5	0,4	4	0,062	12,30	20 000
13	0,000035	7,1	0,12	5	0,031	12,10	12 500
14	0,000018	6,95	0,08	6	0,016	11,80	6 400
15	0,000009	6,8	0,06	7	0,008	11,50	3 200
				8	0,004	11,20	1 600
				9	0,002	10,90	800
				10	0,001	10,60	400
				11	0,0005	9,80	64
				12	0,00025	8,90	8
				13	0,000125	8	1
				14	0,000062	7,10	0,12
				15	0,000031	6,85	0,07
				16	0,000016	6,70	0,05

Hidròlisi del plombat de sodi

Número del desdoblament	Concentració en equivalents PbO_2		pH	Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
	$\frac{\text{---}}{2}$			
0	1	> 12,80	> 64 000	
1	0,5	> 12,80	> 64 000	
2	0,25	12,70	50 000	

Hidròlisi de l'acetat de calci

Número del desdoblament	Concentració en ions CH_3CO_2^-	a) pH	a) Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$	b) pH	b) Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
1	1	8,50	3,1	8,25	1,7
2	0,5	8,35	2,24	8,15	1,4
3	0,25	8,20	1,6	8,10	1,3
4	0,125	8	1	7,90	0,8
5	0,062	7,60	0,4	7,60	0,4
6	0,031	7,30	0,2	7,30	0,2
7	0,016	7,15	0,14	7,15	0,14
8	0,008	7	0,1	7,05	0,11
9	0,004	6,85	0,07	7	0,1
10	0,002	6,70	0,05	6,90	0,08
11	0,001			6,85	0,07
12	0,0005			6,75	0,06

Hidròlisi de l'acetat d'estranci

Número del desdoblament	Concentració en ions CH_3CO_2^-	a) pH	a) Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$	b) pH	b) Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^4$
1	1	8,35	2,24	8,10	1,3
2	0,5	8,20	1,6	8	1
3	0,25	8,05	1,12	7,95	0,89
4	0,125	7,70	0,5	7,70	0,5
5	0,062	7,30	0,2	7,40	0,25
6	0,031	7,15	0,14	7,20	0,16
7	0,016	7	0,1	7,10	0,13
8	0,008	6,85	0,07	7,05	0,11
9	0,004	6,70	0,05	6,95	0,09
10	0,002			6,90	0,08
11	0,001			6,80	0,07
12	0,0005			6,75	0,06

Hidròlisi de l'acetat de bari

Número del desdoblament	Concentració en ions CH_3CO_2^-	a) pH	a) Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^6$	b) pH	b) Concentració en ions $\text{OH}^- \times 10^6$
0	2	8,30	2	8,10	1,3
1	1	8,15	1,4	8	1
2	0,5	8	1	7,95	0,89
3	0,25	7,60	0,4	7,85	0,7
4	0,125	7,30	0,2	7,65	0,44
5	0,062	7,15	0,14	7,35	0,22
6	0,031	7	0,1	7,20	0,16
7	0,016	6,85	0,07	7,10	0,13
8	0,008	6,70	0,05	7,05	0,11
9	0,004			6,95	0,09
10	0,002			6,90	0,08
11	0,001			6,80	0,07
12	0,005			6,75	0,06

Hidròlisi del sulfat de níquel

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Ni}^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$			
0	1,3	5,60	2,5	2	0,05	4,3
0	0,65	6,50	0,32	3	0,025	4,6
2	0,32	6,65	0,22	4	0,0125	5,2
				5	0,0062	5,5
				6	0,0031	5,8
				7	0,0016	6,1
				8	0,0008	6,4
						50
						25
						6,3
						3,1
						1,6
						0,8
						0,4

Hidròlisi del sulfat de cobalt

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Co}^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	1	4,25	57
1	0,5	4,30	50
2	0,25	4,35	45
3	0,125	4,50	32
4	0,062	4,70	20
5	0,031	4,90	12,5
6	0,016	5,20	6,4
7	0,008	5,50	3,2
8	0,004	5,80	1,6
9	0,002	6,10	0,8
10	0,001	6,40	0,4
11	0,0005	6,65	0,22

Hidròlisi del sulfat de coure

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Zn}^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	1	2,50	3 200
1	0,5	3,10	800
2	0,25	3,70	200
3	0,125	4,30	50
4	0,062	4,60	25
5	0,031	4,75	18
6	0,016	4,90	12,5
7	0,008	5,05	9
8	0,004	5,20	6,2
9	0,002	5,35	4,5
10	0,001	5,50	3,1
11	0,0005	5,65	2,2
12	0,00025	5,80	1,6
13	0,000125	5,95	1,10
14	0,000062	6,10	0,80

Hidròlisi del sulfat de zenc

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Zn}^{++}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	0,2	3,7	200
1	0,1	4	100

Hidròlisi del clorur d'alumini

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Al}---}{3}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^6$
0	3,2	2,5	3 200
1	1,6	2,8	1 600
2	0,8	3,1	800
3	0,4	3,4	400
4	0,2	3,7	200
5	0,1	4	100
6	0,05	4,1	80
7	0,025	4,2	62
8	0,0125	4,3	50
9	0,0062	4,4	40
10	0,0031	4,5	32
11	0,0016	4,6	25
12	0,0008	4,7	20
13	0,0004	4,8	16
14	0,0002	5	10
15	0,0001	5,3	5
16	0,00005	5,6	2,5
17	0,000025	5,9	1,25
18	0,0000125	6,2	0,62
19	0,0000062	6,5	0,31

Hidròlisi del clorur fèrric

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Fe}---}{3}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^6$
0	3	1,1	80 000
1	1,5	1,3	50 000
2	0,75	1,5	32 000
3	0,37	1,7	20 000
4	0,18	1,9	12 500
5	0,09	2,1	8 000
6	0,045	2,3	5 000
7	0,022	2,5	3 200
8	0,011	2,7	2 000
9	0,006	2,9	1 250
10	0,003	3,1	800
11	0,0015	3,3	500
12	0,00075	3,5	320
13	0,00037	3,7	200
14	0,00018	4,1	80
15	0,00009	4,5	32
16	0,000045	4,9	12,5
17	0,000022	5,3	5
18	0,000011	5,7	2
19	0,000006	6,1	0,8

Hidròlisi del clorur cròmic

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Cr}---}{3}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^6$
0	0,8	2,3	5 000
1	0,4	2,5	3 200
2	0,2	2,7	2 000
3	0,1	2,9	1 250
4	0,05	3,1	800
5	0,025	3,3	500
6	0,0125	3,5	320
7	0,0062	3,7	200
8	0,0031	3,9	125
9	0,0016	4,1	80
10	0,0008	4,3	50
11	0,0004	4,5	32
12	0,0002	4,9	12,5
13	0,0001	5,3	5
14	0,00005	5,7	2
15	0,000025	6,1	0,8
16	0,0000125	6,5	0,32

Hidròlisi del sulfat d'alumini

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Al}---}{3}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^6$
0	2,5	3,3	500
1	1,25	3,4	400
2	0,62	3,5	320
3	0,31	3,6	250
4	0,16	3,7	200
5	0,08	3,8	160
6	0,04	3,9	127
7	0,02	4	100
8	0,01	4,2	62
9	0,005	4,4	40
10	0,0025	4,6	25
11	0,00125	4,8	16
12	0,00062	5	10
13	0,00031	5,2	6,2
14	0,00016	5,4	4
15	0,00008	5,6	2,5
16	0,00004	5,9	1,27
17	0,00002	6,2	0,62

Hidròlisi del sulfat cròmic

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Cr}^{+++}}{3}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	1	2	10 000
1	0,1	2,1	8 000
2	0,23	2,2	6 200
3	0,125	2,3	5 000
4	0,062	2,2	4 000
5	0,031	2,6	2 500
6	0,016	2,8	1 600
7	0,008	3	1 000
8	0,004	3,2	620
9	0,002	3,5	320
10	0,001	3,8	160
11	0,0005	4,1	80
12	0,00025	4,4	40
13	0,000125	4,7	20
14	0,000062	5	10
15	0,000031	5,3	5
16	0,000016	5,6	2,5
17	0,000008	5,9	1,27
18	0,000004	6,2	0,62

11	0,0005	3,45	355
12	0,00025	3,8	160
13	0,000125	4,2	62
14	0,000062	4,6	25
15	0,000031	5	10
16	0,000016	5,4	4
17	0,000008	5,8	1,6
18	0,000004	6,2	0,62

Hidròlisi del clorur mercúric

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Cl}_2\text{Hg}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	0,2	4	100
1	0,1	4,1	80
2	0,05	4,2	63
3	0,025	4,3	50
4	0,013	4,4	40
5	0,0064	4,5	32
6	0,0032	4,6	25
7	0,0016	4,7	20
8	0,0008	4,8	16
9	0,0004	5	10
10	0,0002	5,2	6,3
11	0,0001	5,4	4
12	0,00005	5,55	2,8
13	0,000025	5,7	2
14	0,000012	6,2	0,63
15	0,000006	6,8	0,16

Hidròlisi del sulfat fèrric

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Fe}^{+++}}{3}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	1	0,8	160 000
1	0,5	1,1	80 000
2	0,25	1,4	40 000
3	0,125	1,7	20 000
4	0,062	2	10 000
5	0,031	2,25	5 600
6	0,016	2,45	3 550
7	0,008	2,65	2 240
8	0,004	2,85	1 420
9	0,002	3,05	890
10	0,001	3,25	560

Hidròlisi del bromur mercúric

Número del desdoblament	Concentració en equivalents $\frac{\text{Br}_2\text{Hg}}{2}$	pH	Concentració en ions $\text{H}^+ \times 10^4$
0	0,019	5,1	8
1	0,0095	5,5	3,2
2	0,0048	5,9	1,3
3	0,0024	6,3	0,5
4	0,0012	6,6	0,25

INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

Els quadres precedents ens mostren que la concentració en ions H^+ disminueix amb la concentració en ions M^+ d'una sal de base feble, i creix quan disminueix la concentració en ions A^- d'una sal d'àcid feble.

Per a seguir l'anadura d'aquestes variacions, sembla natural recórrer a la representació gràfica.

Però la representació gràfica amb escala convenient, si volem emprar com a variables les concentracions en ions M^+ o A^- , i H^+ , resulta impossible. Els punts corresponents a les petites concentracions són tan veïns els uns dels altres, que no es pot dibuixar cap corba.

Per a regularitzar la distribució dels punts tot al llarg de la corba s'introdueix normalment la idea d'una intervenció logarítmica de les variables.

Ja existeix una funció logarítmica de la concentració $[H^+]$; és el pH , cologarítme de la concentració $[H^+]$.

Adoptarem d'una manera paral·lela el pM , cologarítme de la concentració en equivalents electroquímics $[M^+]$, i el pA , cologarítme de la concentració en equivalents electroquímics $[A^+]$.

I així com fem correspondre el pH al pM per l'elaboració de les corbes, farem correspondre al pA el pOH , o sigui el cologarítme de la concentració $[OH^-]$ lligat al pH per la relació

$$pOH = 14 - pH$$

Transformarem, doncs, els quadres anteriors, fent correspondre a cada desdoblament el seu pH (o pOH) i el seu pM (o pA).

Les concentracions $[M^+]$ o $[A^-]$ es troben dividides per dos quan es passa d'un desdoblament al següent. Les variacions del pM o del pA , ΔpM o ΔpA , resultaran, doncs, sempre iguals al logaritme de dos, o sigui 0,3. A la progressió geomètrica $[M^+]$ de raó 0,5, correspon una progressió aritmètica pM de raó 0,3.

Les variacions del pH o del pOH , ΔpH o ΔpOH , conserven una valor constant en el curs d'un cert nombre d'assaigs consecutius. Aquesta constatació, molt curiosa i molt imprevisible, duu com a conseqüència que les corbes representatives de les funcions

$$pH = f(pM) \quad i \quad pOH = f(pA)$$

estaran constituïdes per segments successius de dreta. Altrament dit, dintre d'un interval finit, el pH (o el pOH) és una funció lineal del pM (o del pA).

Donem a continuació els quadres dels pH , pOH , ΔpH , ΔpOH , pM , pA , ΔpM , ΔpA , i les corbes representatives d'aquestes variacions.

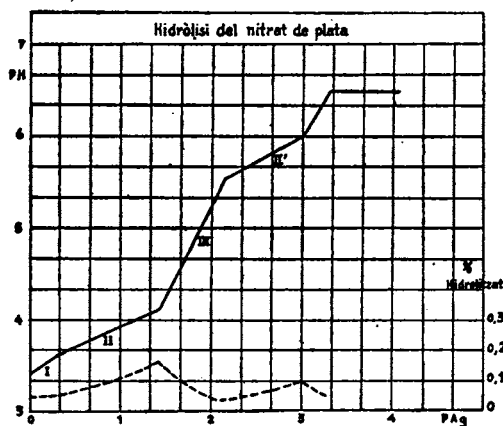
Afegim als quadres, per anticipació, els valors del percentatge de sal hidrolitzada. Veurem més lluny com es pot calcular aquest percentatge.

Hidròlisi del nitrat de plata					
N.º del desdoblament	p Ag	Δp Ag	pH	ΔpH	% hidro-litzat
0	0		3,4		0,04
1	0,3	0,3	3,6	0,2	0,05
2	0,6	0,3	3,75	0,15	0,07
3	0,9	0,3	3,9	0,15	0,1
4	1,2	0,3	4,05	0,15	0,14
5	1,5	0,3	4,3	0,25	0,16
6	1,8	0,3	4,9	0,6	0,08
7	2,1	0,3	5,5	0,6	0,04
8	2,4	0,3	5,7	0,2	0,05
9	2,7	0,3	5,85	0,15	0,07
10	3	0,3	6	0,15	0,1
11	3,3	0,3	6,5	0,5	0,06
12	3,6		6,5		

2	0,67		6,25		0,00026
3	0,97	0,3	6,55	0,3	0,00026
4	1,27	0,3	6,7	0,15	0,00037
5	1,57	0,3	6,85	0,15	0,00052
6	1,87	0,3	7	0,15	0,00075
7	2,17	0,3	7,15	0,15	0,00104

Hidròlisi de l'acetat de sodi

N.º del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidro-litzat
0	1,6		5,5		0,00012
1	1,9	0,3	5,65	0,15	0,00018
2	0,2	0,3	5,8	0,15	0,00025
3	0,5	0,3	6,1	0,3	0,00025
4	0,8	0,3	6,4	0,3	0,00025
3	1,1	0,3	6,6	0,2	0,00032
6	1,4	0,3	6,75	0,15	0,00041
7	1,7	0,3	6,9	0,15	0,00063
8	2	0,3	7,05	0,15	0,00089
9	2,3	0,3	7,2	0,15	0,00126

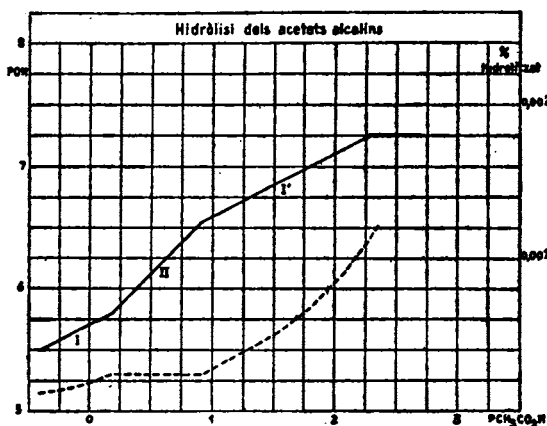


Hidròlisi de l'acetat de potassi

N.º del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidro-litzat
0	1,8		5,6		0,00016
1	0,1	0,3	5,75	0,15	0,00022
2	0,4	0,3	6,05	0,3	0,00022
3	0,7	0,3	6,35	0,3	0,00022
4	1	0,3	6,6	0,25	0,00025

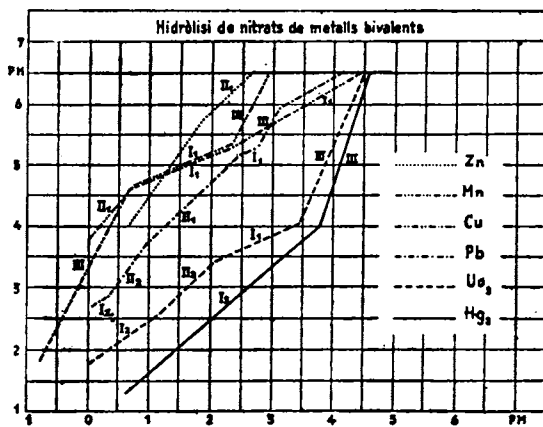
Hidròlisi de l'acetat de liti					
N.º del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidro-litzat
0	0,07		5,75		0,00020
1	0,37	0,3	5,95	0,2	0,00026
		0,3		0,3	

						Hidròlisi del nitrat de zinc					
						N.º del desdoblament	p Zn	Δp Zn	pH	ΔpH	% hidro-litzat
5	1,3		6,75		0,00033						
		0,3		0,15							
6	1,6		6,9		0,0005	0	0,7	0,3	4	0,45	0,1
		0,3		0,15		1	1	0,3	4,45	0,45	0,07
7	1,9		7,05		0,0007						
		0,3		0,15		2	1,3	0,3	4,9	0,45	0,05
8	2,2		7,2		0,001						
						3	1,6	0,3	5,35	0,45	0,036
						4	1,9	0,3	5,8	0,3	0,025
						5	2,2	0,3	6,1	0,3	0,025
						6	2,5	0,3	6,4	0,2	0,025
						7	2,8		6,6		0,032
Hidròlisi de l'acetat de rubidi						Hidròlisi del nitrat manganós					
N.º del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	pOH	Δp OH	% hidro-litzat	N.º del desdoblament	p Mn	Δp Mn	pH	ΔpH	% hidro-litzat
0	0,7		6,35		0,00022	0	0	0,3	3,9	0,3	0,025
		0,3		0,25		1	0,3	0,3	4,2	0,3	0,025
1	1		6,6		0,00025						
		0,3		0,15		2	0,6	0,3	4,5	0,2	0,025
2	1,3		6,75		0,00033						
		0,3		0,15		3	0,9	0,3	4,7	0,15	0,04
3	1,6		6,9		0,0005						
		0,3		0,15		4	1,2	0,3	4,85	0,15	0,05
4	1,9		7,05		0,0007						
		0,3		0,15		5	1,5	0,3	5	0,15	0,07
5	2,2		7,2		0,001						
						6	1,8	0,3	5,15	0,15	0,1
						7	2,1	0,3	5,3	0,15	0,14
						8	2,4	0,3	5,45	0,15	0,2
						9	2,7	0,3	6,05	0,6	0,1
						10	3	0,3	6,65	0,6	0,05
Hidròlisi de l'acetat de cesi						Hidròlisi del nitrat de coure					
N.º del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	pOH	Δp OH	% hidro-litzat	N.º del desdoblament	p Cu	Δp Cu	pH	ΔpH	% hidro-litzat
0	1,3		6,75		0,00033	0	1,3		1,9		0,5
		0,3		0,15		1	1,6	0,3	2,5	0,6	0,25
1	1,6		6,9		0,0005						
		0,3		0,15		2	1,9	0,3	3,1	0,6	0,12
2	1,9		7,05		0,0007						
		0,3		0,15		3	0,2	0,3	3,7	0,6	0,06
3	2,2		7,2		0,001						
						4	0,5	0,3	4,3	0,35	0,03
						5	0,8	0,3	4,65	0,15	0,028



9	3,3	3,65	90
	0,3	0,2	
10	3,6	3,85	100
	0,3	0,45	
11	3,9	4,3	71
	0,3	0,95	
12	4,2	5,25	18
	0,3	1	
13	4,5	6,25	3,6
	0,3	0,3	
14	4,8	6,55	3,6

Hidròlisi del clorur de coure					
N.º del desdoblament	p Cu	Δp Cu	pH	ΔpH	% hidrolitzat
0	0		2,7		0,4
1	0,3	0,3	3,3	0,6	0,2
2	0,6	0,3	3,9	0,6	0,1
3	0,9	0,3	4,5	0,6	0,05
4	1,2	0,3	4,75	0,25	0,06
5	1,5	0,3	4,9	0,15	0,08
6	1,8	0,3	5,05	0,15	0,115
7	2,1	0,3	5,2	0,15	0,16
8	2,4	0,3	5,35	0,15	0,22
9	2,7	0,3	5,5	0,15	0,32
10	3	0,3	5,65	0,15	0,45
11	3,3	0,3	5,8	0,15	0,64
12	3,6	0,3	5,95	0,15	0,3
13	3,9	0,3	6,1	0,15	1,28
14	4,2	0,3	6,25	0,15	1,8
15	4,5	0,3	6,4	0,15	2,6



Hidròlisi del clorur de zenc					
N.º del desdoblament	p Zn	Δp Zn	pH	ΔpH	% hidrolitzat
0	0,7		4		0,1
1	1	0,3	4,45	0,45	0,07
2	1,3	0,3	4,9	0,45	0,05
3	1,6	0,3	5,35	0,45	0,036
4	1,9	0,3	5,8	0,45	0,025
5	2,2	0,3	6,1	0,3	0,025
6	2,5	0,3	6,4	0,3	0,025
7	2,8	0,3	6,6	0,2	0,032

Hidròlisi del carbonat de liti					
N.º del desdoblament	p CO₂	Δp CO₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
0	0,7		2,8		1,6
1	1	0,3	2,85	0,05	2,9
2	1,3	0,3	2,9	0,05	5
3	1,6	0,3	3,1	0,2	6,3
4	1,9	0,3	3,3	0,2	8
5	2,2	0,3	3,5	0,2	10
6	2,5	0,3	3,7	0,2	12,5
7	2,8	0,3	4,1	0,4	10
8	3,1	0,3	5	0,9	2,5
9	3,4	0,3	5,9	0,9	0,63

HIDRÒLISI EN QUÍMICA MINERAL

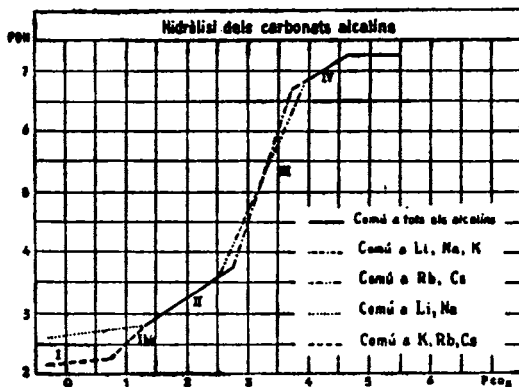
25

10	3,7		6,7		0,2	4	0,9		2,5		5
11	4	0,3	6,85	0,15	0,29	5	1,2	0,3	2,8	0,3	5
12	4,3	0,3	7	0,15	0,4	6	1,5	0,3	3	0,2	6,3
13	4,6	0,3	7,15	0,15	0,56	7	1,8	0,3	3,2	0,2	8
Hidròlisi del carbonat de sodi											
N.º del desdoblament	p CO ₂	Δp CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat	N.º del desdoblament	p CO ₂	Δp CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
0	1,8		2,6		0,32	8	2,1	0,3	3,4	0,2	10
1	0,1	0,3	2,65	0,05	0,56	9	2,4	0,3	3,6	0,2	12,5
2	0,4	0,3	2,7	0,05	1	10	2,7	0,3	3,8	0,9	15,9
3	0,7	0,3	2,75	0,05	1,8	11	3	0,3	4,7	0,9	4
4	1	0,3	2,8	0,05	3,2	12	3,3	0,3	5,6	0,9	1
5	1,3	0,3	2,85	0,2	5,6	13	3,6	0,3	6,5	0,3	0,25
6	1,6	0,3	3,05	0,2	7	14	3,9	0,3	6,8	0,15	0,25
7	1,9	0,3	3,25	0,2	9	15	4,2	0,3	6,95	0,1	0,35
8	2,2	0,3	3,45	0,2	11	16	4,5		7,1		0,5
9	2,5	0,3	3,65	0,35	14,1	Hidròlisi del carbonat de rubidi					
10	2,8	0,3	4	0,9	12,5	N.º del desdoblament	p CO ₂	Δp CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
11	3,1	0,3	4,9	0,9	3,2	0	0,25		2,25	0,05	2
12	3,4	0,3	5,8	0,9	0,8	1	0,55	0,3	2,3	0,15	3,55
13	3,7	0,3	6,7	0,15	0,2	2	0,85	0,3	2,45	0,3	5
14	4	0,3	6,85	0,15	0,29	3	1,15	0,3	2,75	0,2	5
15	4,3	0,3	7	0,15	0,4	4	1,45	0,3	2,95	0,2	6,3
16	4,6	0,3	7,15	0,15	0,56	5	1,75	0,3	3,15	0,2	8
Hidròlisi del carbonat de potassi											
N.º del desdoblament	p CO ₂	ΔpOH	pOH	Δp CO ₂	% hidrolitzat	6	2,05	0,3	3,35	0,2	10
0	1,7		2,2		0,63	7	2,35	0,3	3,55	0,4	12,5
1	0	0,3	2,25	0,05	1,13	8	2,65	0,3	3,95	0,75	10
2	0,3	0,3	2,3	0,05	2	9	2,95	0,3	4,7	0,75	3,55
3	0,6	0,3	2,35	0,05	3,55	10	3,25	0,3	5,45	0,75	1,2
		0,3		0,15		11	3,55	0,3	6,2	0,75	0,45

						Hidròlisi del silicat de titi					
						N.º del desdoblament	p SiO ₂	Δp SiO ₂	pOH	ΔpOH	% hidro-litzat
12	3,85		6,75		0,25						
13	4,15	0,3	6,9	0,15	0,36						
14	4,45	0,3	7,05	0,15	0,5	0	0,5	0,3	1,3	0,2	31,7
15	4,75	0,3	7,2	0,15	0,7	1	0,8	0,3	1,5	0,2	39,8
						2	1,1	0,3	1,7	0,2	50,2
						3	1,4	0,3	2,3	0,6	25,1
						4	1,7	0,3	2,7	0,4	20
						5	2	0,3	3	0,3	20
						6	2,3	0,3	3,3	0,3	20
						7	2,6	0,3	3,6	0,3	20
						8	2,3	0,3	3,9	0,3	20
						9	3,2	0,3	4,2	0,3	20
						10	3,5	0,3	4,9	0,7	8
						11	3,8	0,3	5,8	0,9	2
						12	4,1	0,3	6,7	0,9	0,5
						13	4,4	0,3	6,9	0,2	0,6
						14	4,7	0,3	7,05	0,15	0,8
						15	5	0,3	7,2	0,15	1,2

Hidròlisi del carbonat de cesi					
N.º del desdoblament	p CO ₂	Δp CO ₂	pOH	ΔpOH	% hidro-litzat
0	0,8		2,35		5,6
1	1,1	0,3	2,65	0,3	5,6
2	1,4	0,3	2,85	0,2	7
3	1,7	0,3	3,05	0,2	9
4	2	0,3	3,25	0,2	11
5	2,3	0,3	3,45	0,2	14,1
6	2,6	0,3	3,85	0,4	11
7	2,9	0,3	4,6	0,75	4
8	3,2	0,3	4,35	0,75	1,42
9	3,5	0,3	6,1	0,75	0,5
10	3,8	0,3	6,7	0,6	0,25
11	4,1	0,3	6,85	0,15	0,35
12	4,4	0,3	7	0,15	0,5
13	4,7	0,3	7,15	0,15	0,7

Hidròlisi del silicat de sodi					
N.º del desdoblament	p SiO ₂	Δp SiO ₂	pOH	ΔpOH	% hidro-litzat
0	0,3		1,1		31,7
1	0,6	0,3	1,3	0,2	39,8
2	0,9	0,3	1,5	0,2	50,2
3	1,2	0,3	2,2	0,7	20
4	1,5	0,3	2,5	0,3	20
5	1,8	0,3	2,8	0,3	20
6	2,1	0,3	3,1	0,3	20
7	2,4	0,3	3,4	0,3	20
8	2,7	0,3	3,7	0,3	20
9	3	0,3	4	0,3	20



10	3,3		4,5		12,6	3	1,43		1,8		86
11	3,6	0,3	5,4	0,9	3,2	4	1,73	0,3	2,25	0,45	61
12	3,9	0,3	6,3	0,9	0,8	5	2,03	0,3	2,45	0,2	76
13	4,2	0,3	6,95	0,65	0,15	6	2,33	0,3	2,65	0,2	96
14	4,5	0,3	7,1	0,15	0,5	7	2,63	0,3	2,85	0,2	100
15	4,8	0,3	7,25	0,15	0,7	8	2,93	0,3	3,05	0,2	100
						9	3,23	0,3	3,95	0,9	38

Hidròlisi del silicat de potassi

N.º del desdoblament	p SiO ₂	Δp SiO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
0	0,35		1,5		14,2
1	0,65	0,3	1,7	0,2	17,8
2	0,95	0,3	2,3	0,6	8,9
3	1,25	0,3	2,6	0,3	8,9
4	1,55	0,3	2,9	0,3	8,9
5	1,85	0,3	3,2	0,3	8,9
6	2,15	0,3	3,5	0,3	8,9
7	2,45	0,3	3,8	0,3	8,9
8	2,75	0,3	4,1	0,3	8,9
9	3,05	0,3	4,1	0,9	8,9
10	3,35	0,3	5,3	0,9	2,2
11	3,65	0,3	6,2	0,65	0,55
12	3,95	0,3	6,85	0,15	0,25
13	2,25	0,3	7	0,15	0,18
14	4,55	0,3	7,15	0,15	0,12
15	4,85	0,3	7,3	0,15	0,09

10	3,53	0,3	4,85	0,9	9,6
11	3,83	0,3	5,75	0,9	2,4
12	4,13	0,3	6,65	0,4	0,61
13	4,43	0,3	7,05	0,15	0,48
14	4,73	0,3	7,2	0,15	0,68
15	5,03	0,3	7,35		0,96

Hidròlisi del titanat de potassi

N.º del desdoblament	p TiO ₂	Δp TiO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
0	0,6		1,4		31,7
1	0,9	0,3	1,6	0,2	40
2	1,2	0,3	1,8	0,2	50
3	1,5	0,3	2,3	0,5	31,7
4	1,8	0,3	2,5	0,2	40
5	2,1	0,3	2,7	0,2	50
6	2,4	0,3	2,9	0,2	63
7	2,7	0,3	3,1	0,2	80
8	3	0,3	4	0,9	20
9	3,3	0,3	4,9	0,9	5
10	3,6	0,3	5,8	0,9	1,25
11	3,9	0,3	6,7	0,9	0,31
12	4,2	0,3	7,1	0,4	0,25
13	4,5	0,3	7,25	0,15	0,35
14	4,8	0,3	7,4	0,15	0,5

Hidròlisi del titanat de sodi

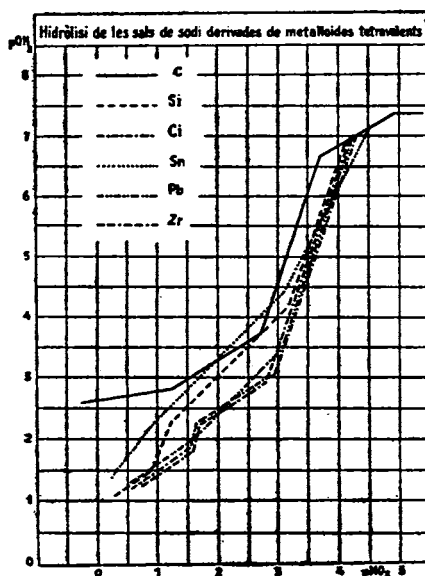
N.º del desdoblament	p TiO ₂	Δp TiO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
0	0,53		1,2		43
1	0,83	0,3	1,4	0,2	54
2	1,13	0,3	1,6	0,2	68

Hidròlisi del zirconat de sodi						8	2,75	4	11		
N.º del desdoblament	p ZrO ₂	Δp ZrO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat						
0	0,77		1,3		59	9	3,05	4,3	11		
1	1,07	0,3	1,5	0,2	75	10	3,35	4,9	5,7		
2	1,37	0,3	1,7	0,2	94	11	3,65	5,5	2,8		
3	1,67	0,3	2,2	0,5	59	12	3,95	6,1	1,4		
4	1,97	0,3	2,4	0,2	75	13	4,25	6,7	0,7		
5	2,27	0,3	2,6	0,2	94	14	4,55	6,95	0,8		
6	2,57	0,3	2,8	0,2	100	15	4,85	7,1	1,1		
7	2,87	0,3	3,1	0,3	100	16	5,15	7,25	1,6		
8	3,17	0,3	4	0,9	30	Hidròlisi del β-estannat de potassi					
9	3,97	0,3	4,9	0,9	7,5	N.º del desdoblament	p SnO ₂	Δp SnO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
10	3,77	0,3	5,8	0,9	1,9	0	0,55	0,3	1,5	0,4	22,4
11	4,07	0,3	6,7	0,9	0,5	1	0,85	0,3	1,9	0,4	17,8
12	4,37	0,3	7,1	0,4	0,4	2	1,15	0,3	2,3	0,3	14
13	4,67	0,3	7,25	0,15	0,5	3	1,45	0,3	2,6	0,3	14
						4	1,75	0,3	2,9	0,3	14
						5	2,05	0,3	3,2	0,3	14
						6	2,35	0,3	3,5	0,3	14
						7	2,65	0,3	3,8	0,3	14
						8	2,95	0,3	4,1	0,6	14
						9	3,25	0,3	4,7	0,6	7
						10	3,55	0,3	5,3	0,6	3,5
						11	3,85	0,3	5,9	0,6	1,8
						12	4,15	0,3	6,5	0,4	0,9
						13	4,45	0,3	6,9	0,15	0,7
						14	4,75	0,3	7,05	0,15	1
						15	5,05	0,3	7,2	0,15	1,4

Hidròlisi del β-estannat de sodi					
N.º del desdoblament	p SnO ₂	Δp SnO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat
0	0,35		1,4		17
1	0,65	0,3	1,8	0,4	14
2	0,95	0,3	2,2	0,4	11
3	1,25	0,3	2,5	0,3	11
4	1,55	0,3	2,8	0,3	11
5	1,85	0,3	3,1	0,3	11
6	2,15	0,3	3,4	0,3	11
7	2,45	0,3	3,7	0,3	11

Hidròlisi del plombat de sodi

N.º del desdoblament	p PbO ₂	Δp PbO ₂	pOH	ΔpOH	% hidrolitzat						
0	0		<1,2	—	—	14	4,2	0,3	6,9	0,9	0,4
1	0,3	0,3	<1,2	—	—	15	4,5	0,3	7,15	0,25	0,45
2	0,6	0,3	1,3	—	40	16	4,8	0,3	7,3	0,15	0,64
3	0,9	0,3	1,5	0,2	50						
4	1,2	0,3	1,7	0,2	64						
5	1,5	0,3	1,9	0,2	80						
6	1,8	0,3	2,2	0,3	80						
7	2,1	0,3	2,5	0,3	80						
8	2,4	0,3	2,8	0,3	80						
9	2,7	0,3	3,1	0,3	80						
10	3	0,3	3,4	0,3	80						
11	3,3	0,3	4,2	0,8	25						
12	3,6	0,3	5,1	0,9	6,4						
13	3,9	0,3	6	0,9	1,6						



Hidròlisi de l'acetat de calci

Número del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	a) pOH	a) ΔpOH	a) Percentatge hidrol.	b) pOH	b) ΔpOH	b) Percentatge hidrol.
0	1,7		5,85		0,00022	5,7		0,0001
1	0	0,3	5,5	0,15	0,00031	5,75	0,05	0,00017
2	0,3	0,3	5,65	0,15	0,00045	5,85	0,05	0,00028
3	0,6	0,3	5,8	0,15	0,00064	5,9	0,05	0,00042
4	0,9	0,3	6	0,2	0,0008	6,1	0,2	0,00064
5	1,2	0,3	6,4	0,4	0,00064	6,4	0,3	0,00064
6	1,5	0,3	6,7	0,3	0,00064	6,7	0,3	0,00064
7	1,8	0,3	6,85	0,15	0,0009	6,85	0,15	0,0009
		0,3		0,15			0,1	

8	2,1		7	0,00128	6,95	0,0014
9	2,4	0,3	7,15	0,0018	7	0,0026
10	2,7	0,3	7,3	0,00256	7,1	0,0041
11	3	0,3			7,15	0,007
12	3,3	0,3			7,25	0,011

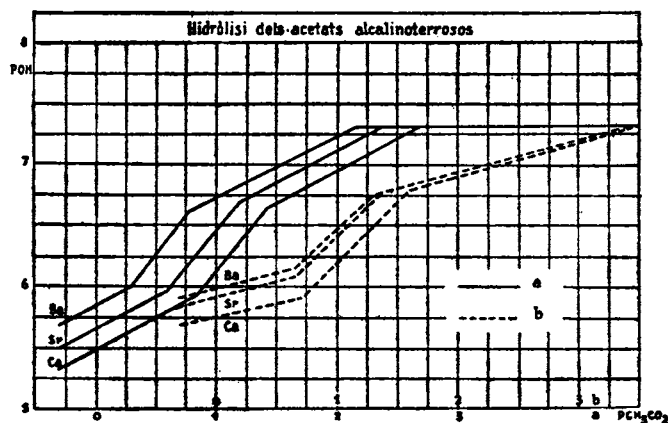
Hidròlisi de l'acetat d'estronci

Número del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	a) pOH	a) ΔpOH	a) Percentatge hidrol.	b) pOH	b) ΔpOH	b) Percentatge hidrol.
0	1,7		5,5		0,00016	5,85		0,00007
1	0	0,3	5,65	0,15	0,00022	5,9	0,05	0,00013
2	0,3	0,3	5,8	0,15	0,00031	6	0,1	0,0002
3	0,6	0,3	5,95	0,15	0,00045	6,05	0,05	0,00036
4	0,9	0,3	6,3	0,35	0,0004	6,3	0,25	0,0004
5	1,2	0,3	6,7	0,4	0,00032	6,6	0,3	0,0004
6	1,5	0,3	6,85	0,15	0,00045	6,8	0,2	0,00051
7	1,8	0,3	7	0,15	0,00064	6,9	0,1	0,00083
8	2,1	0,3	7,15	0,15	0,0009	6,95	0,05	0,0014
9	2,4	0,3	7,3	0,15	0,00128	7,05	0,1	0,0023
10	2,7	0,3				7,1	0,05	0,0041
11	3	0,3				7,2	0,1	0,006
12	3,3	0,3				7,25	0,05	0,011

Hidròlisi de l'acetat de bari

Número del desdoblament	p CH ₃ CO ₂	Δp CH ₃ CO ₂	a) pOH	a) ΔpOH	a) Percentatge hidrol.	b) pOH	b) ΔpOH	b) Percentatge hidrol.
0	1,7		5,7		0,0001	5,9		0,000065
1	0	0,3	5,85	0,15	0,00014	6	0,1	0,0001
2	0,3	0,3	6	0,15	0,0002	6,05	0,05	0,00018
		0,3		0,4			0,1	

3	0,6		6,4		0,00016	6,15		0,00028
4	0,9	0,3	6,7	0,3	0,00016	6,35	0,2	0,00035
5	1,2	0,3	6,85	0,15	0,00022	6,65	0,3	0,00035
6	1,5	0,3	7	0,15	0,00032	6,8	0,15	0,00051
7	1,8	0,3	7,15	0,15	0,00045	6,9	0,1	0,00083
8	2,1	0,3	7,3	0,15	0,00064	6,95	0,05	0,0014
9	2,4	0,3				7,05	0,1	0,0023
10	2,7	0,3				7,1	0,05	0,0041
11	3	0,3				7,2	0,1	0,006
12	3,3	0,3				7,25	0,05	0,011

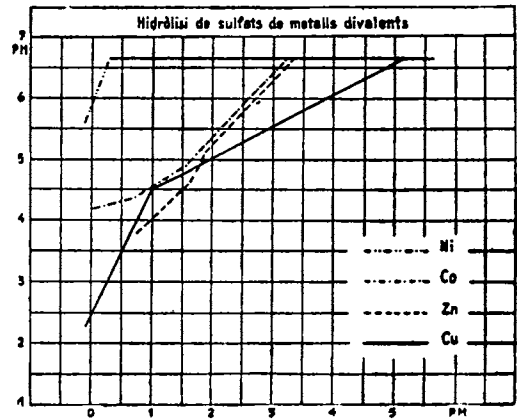


Hidròlisi del sulfat de níquel						2	0,6	4,35	0,036
N.º del desdobla-ment	p Ni	Δp Ni	pH	ΔpH	% hidro-litzat				
0	1,9		5,6		0,0004	3	0,9	4,5	0,05
1	0,2	0,3	6,5	0,9	0,0001	4	1,2	4,7	0,064
2	0,5	0,3	6,65	0,15	0,00014	5	1,5	4,9	0,08
Hidròlisi del sulfat de cobalt						6	1,8	5,2	0,08
N.º del desdobla-ment	p Co	Δp Co	pH	ΔpH	% hidro-litzat				
0	0		4,25		0,01	7	2,1	5,5	0,08
1	0,3	0,3	4,3	0,05	0,02	8	2,4	5,8	0,08
		0,3		0,05					

9	2,7		6,1		0,08	9	2,7	5,35		0,44
		0,3		0,3				0,3	0,15	
10	3		6,4		0,08	10	3	5,5		0,64
		0,3		0,25				0,3	0,15	
11	3,3		6,65		0,09	11	3,3	5,65		0,88
								0,3	0,15	
						12	3,6	5,8		1,28
								0,3	0,15	
						13	3,9	5,95		1,76
								0,3	0,15	
						14	4,2	6,1		2,6

Hidròlisi del sulfat de zenc

N.º del desdoblament	p Zn	Δp Zn	pH	ΔpH	% hidrolitzat
0	0,7		3,7		0,2
		0,3		0,3	
1	1		4		0,2
		0,3		0,3	
2	1,3		4,3		0,2
		0,3		0,3	
3	1,6		4,6		0,2
		0,3		0,6	
4	1,9		5,2		0,1
		0,3		0,3	
5	2,2		5,5		0,1
		0,3		0,3	
6	2,5		5,8		0,1
		0,3		0,3	
7	2,8		6,1		0,1
		0,3		0,3	
8	3,1		6,4		0,1



Hidròlisi del sulfat de coure

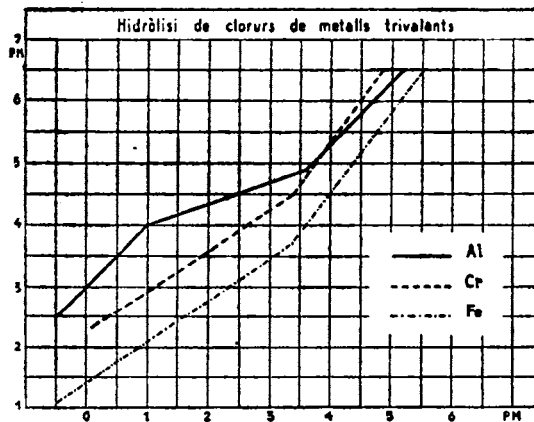
N.º del desdoblament	p Cu	Δp Cu	pH	ΔpH	% hidrolitzat
0	0		2,5		0,64
		0,3		0,6	
1	0,3		3,1		0,32
		0,3		0,6	
2	0,6		3,7		0,16
		0,3		0,6	
3	0,9		4,3		0,08
		0,3		0,3	
4	1,2		4,6		0,08
		0,3		0,15	
5	1,5		4,75		0,11
		0,3		0,15	
6	1,8		4,9		0,16
		0,3		0,15	
7	2,1		5,05		0,21
		0,3		0,15	
8	2,4		5,2		0,32
		0,3		0,15	

Hidròlisi del clorur d'alumini

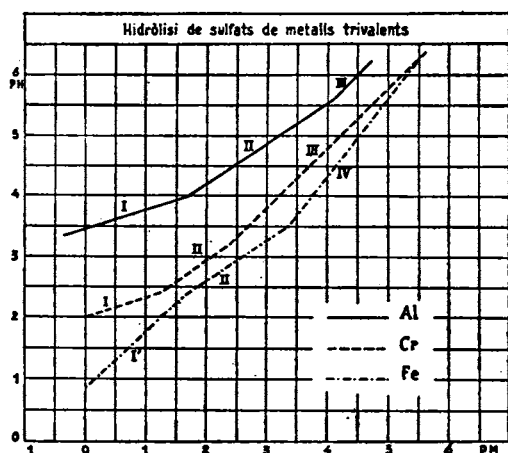
N.º del desdoblament	p Al	Δp Al	pH	ΔpH	% hidrolitzat
0	1,5		2,5		0,32
		0,3		0,3	
1	1,8		2,8		0,32
		0,3		0,3	
2	0,1		3,1		0,32
		0,3		0,3	
3	0,4		3,4		0,32
		0,3		0,3	
4	0,7		3,7		0,32
		0,3		0,3	
5	1		4		0,32
		0,3		0,1	
6	1,3		4,1		0,5
		0,3		0,1	
7	1,6		4,2		0,8
		0,3		0,1	
8	1,9		4,3		1,25
		0,3		0,1	
9	2,2		4,4		2
		0,3		0,1	

						Hidròlisi del clorur fèrric					
						N.º del desdoblament	p Fe	Δp Fe	pH	ΔpH	% hidro-litzat
10	2,5		4,5		3,2						
11	2,8	0,3	4,6	0,1	5						
12	3,1	0,3	4,7	0,1	8	0	1,52	0,3	1,1	0,2	8
13	3,4	0,3	4,8	0,1	12,5	1	1,82	0,3	1,3	0,2	10
14	3,7	0,3	5	0,2	16	2	0,12	0,3	1,5	0,2	12,5
15	4	0,3	5,3	0,3	16	3	0,42	0,3	1,7	0,2	16
16	4,3	0,3	5,6	0,3	16	4	0,72	0,3	1,9	0,2	20
17	4,6	0,3	5,9	0,3	16	5	1,02	0,3	2,1	0,2	25
18	4,9	0,3	6,2	0,3	16	6	1,32	0,3	2,3	0,2	32
19	5,2	0,3	6,5	0,3	16	7	1,62	0,3	2,5	0,2	40
						8	1,92	0,3	2,7	0,2	50
						9	2,22	0,3	2,9	0,2	64
						10	2,52	0,3	3,1	0,2	80
						11	2,82	0,3	3,3	0,2	100
						12	3,12	0,3	3,5	0,2	100
						13	3,42	0,3	3,7	0,2	100
						14	3,72	0,3	4,1	0,4	100
						15	4,02	0,3	4,5	0,4	100
						16	4,32	0,3	4,9	0,4	80
						17	4,62	0,3	5,3	0,4	64
						18	4,92	0,3	5,7	0,4	50
						19	5,22	0,3	6,1	0,4	40

						Hidròlisi del clorur cròmic					
N.º del desdoblament	p Cr	Δp Cr	pH	ΔpH	% hidro-litzat						
0	0,1		2,3		2						
1	0,4	0,3	2,5	0,2	2,5						
2	0,7	0,3	2,7	0,2	3,1						
3	1	0,3	2,9	0,2	4						
4	1,3	0,3	3,1	0,2	5						
5	1,6	0,3	3,3	0,2	6,2						
6	1,9	0,3	3,5	0,2	8						
7	2,2	0,3	3,7	0,2	10						
8	2,5	0,3	3,9	0,2	12,5						
9	2,8	0,3	4,1	0,2	16						
10	3,1	0,3	4,3	0,2	20						
11	3,4	0,3	4,5	0,2	25						
12	3,7	0,3	4,9	0,4	20						
13	4	0,3	5,3	0,4	16						
14	4,3	0,3	5,7	0,4	12,5						
15	4,6	0,3	6,1	0,4	10						
16	4,9	0,3	6,5	0,4	8						



15	4,5		5		100	7	2,8		4,7		2,5
16	4,8	0,3	5,4	0,4	80	8	3,1	0,3	4,8	0,1	4
17	5,1	0,3	5,8	0,4	63	9	3,4	0,3	5	0,2	5
18	5,4	0,3	6,2	0,4	50	10	3,7	0,3	5,2	0,2	6,3



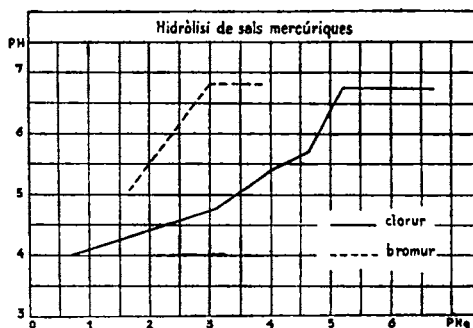
11	4		5,4		8
12	4,3	0,3	5,55	0,15	11,3
13	4,6	0,3	5,7	0,15	16
14	4,9	0,3	6,2	0,5	10
15	5,2	0,3	6,8	0,6	6

Hidròlisi del bromur mercúric

N.º del desdoblament	p Hg	Δp Hg	pH	ΔpH	% hidròlitzat
0	1,7		5,1		0,084
1	2	0,3	5,5	0,4	0,067
2	2,3	0,3	5,9	0,4	0,054
3	2,6	0,3	6,3	0,4	0,042
4	2,9	0,3	6,6	0,3	0,042

Hidròlisi del clorur mercúric

N.º del desdoblament	p Hg	Δp Hg	pH	ΔpH	% hidròlitzat
0	0,7		4		0,096
1	1	0,3	4,1	0,1	0,144
2	1,3	0,3	4,2	0,1	0,244
3	1,6	0,3	4,3	0,1	0,390
4	1,9	0,3	4,4	0,1	0,624
5	2,2	0,3	4,5	0,1	0,968
6	2,5	0,3	4,6	0,1	1,562



Hem arribat, doncs, a aquest resultat: si provem de representar gràficament el cologaritme de la concentració en ions H⁺ (o OH⁻) en funció del cologaritme de la concentració en equivalents electroquímics M⁺ (o A⁻), la corba obtinguda resulta constituïda per una sèrie de segments de dreta.

Cada segment és caracteritzat pel seu rost, sigui pel ΔpH que correspon al

ΔpM o al ΔpA de valor uniforme 0,3, i cada segment representa un fenomen particular d'hidròlisi, una llei especial.

Provem de deduir qualitativament la natura dels diversos productes possibles d'hidròlisi del rost més o menys gran dels segments representatius. Raonem, per exemple, sobre el cas d'una sal de base feble; les coses serien idèntiques en el cas d'una sal d'àcid feble, canviant senzillament M^+ per A^- i H^+ per OH^- .

1.^{er} Si ΔpH és feble, intervenen pocs ions H^+ ; no basten per a utilitzar totes les càrregues positives provinents dels ions M^+ desapareguts. Com a productes d'hidròlisi s'hauran d'esperar cations complexos.

2.^{oa} Si ΔpH és mitjà, intervenen ions H^+ en quantitat suficient per a utilitzar les càrregues positives provinents dels ions M^+ . Els productes d'hidròlisi seran molècules neutres.

3.^{er} Si ΔpH és gran, intervenen molts ions H^+ ; per a carregar-los no basten les càrregues provinents dels ions M^+ . Cal esperar, com a productes d'hidròlisi, anions complexos.

Si ara volem precisar quantitativament les condicions d'aparició i la natura dels diversos productes d'hidròlisi, hem de posar la següent hipòtesi de treball:

Les sals que intervenen en el curs de la hidròlisi no són susceptibles d'una dissociació iònica parcial; aquesta és total o nul·la.

Una tal hipòtesi es justifica únicament perquè ens ha permès de donar compte de manera satisfactòria dels diversos exemples d'hidròlisi estudiats.

SAL D'ANION I CATION MONOVALENTS

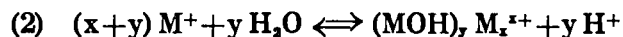
Prenem en primer lloc el cas d'una sal d'anion i de cation monovalents.
La reacció més general d'hidròlisi és del tipus:



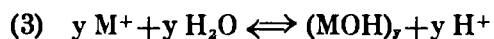
[si raonem sempre en el cas d'una sal de base feble (ex.: nitrat de plata); si raonéssim en el cas d'una sal d'àcid feble (ex.: acetat alcali), la reacció seria simètrica de la reacció (1)]



1.ª El producte d'hidròlisi $A_x (MOH)_y, M_x$ està ionitzat amb emissió de x anions A^- i d'un cation complex.



Experimentalment sempre hem constatat en tal cas $x=0$



Hi ha, doncs, formació d'un hidròxid no ionitzat, més o menys polimeritzat. Aquest producte d'hidròlisi és neutre, de manera que la primera hipòtesi qualitativa es confon aquí amb la segona.

Apliquem a l'equació (3) la llei d'acció de massa:

$$\frac{[H^+]^y \times [(MOH)_y]}{[M^+]^y} = K$$

Però

$$[(MOH)_y] = \frac{[H^+]^y}{y}$$

d'on

$$\frac{[H^+]^{y+1}}{[M^+]^y} = Ct$$

Prenem el cologaritme d'aquesta expressió:

$$(y+1) pH = y pM + Ct$$

Diferenciem

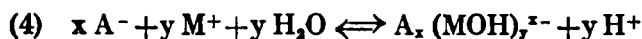
$$(y+1) \Delta pH = y \Delta pM$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{y+1}$$

Com que ΔpM està sempre igual a 0,3

$$\begin{array}{l} \text{per } y = 1 \quad 2 \quad 3 \\ \Delta pH = 0,15 \quad 0,2 \quad 0,225, \text{ etc.} \end{array}$$

2.^{on} El producte d'hidròlisi $A_x(\text{MOH})_x$, M_x està ionitzat amb emissió de x cations M^+ i d'un anion complex;



Apliquem la llei d'acció de massa a aquesta reacció:

$$\frac{[H^+]^y \times [A_x(\text{MOH})_{x-y}]}{[A^-]^x \times [M^+]^y} = K$$

Però $[A_x(\text{MOH})_{x-y}] = \frac{[H^+]^y}{y}$ a conseqüència de l'equació (4), i $[A^-] = [M^+]$, puix que hem posat en solució una sal neutra $A M$.

$$\frac{[H^+]^{y+1}}{[M^+]^{x+y}} = Ct$$

Prenem el cologaritme i diferenciem

$$(y+1) \Delta pH = (x+y) \Delta pM$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x+y}{y+1}$$

$$\begin{array}{l} \text{per } y = 1 \quad 1 \quad 1 \dots \quad 2 \quad 2 \quad 2 \dots \\ \text{i } x = 1 \quad 2 \quad 3 \dots \quad 1 \quad 2 \quad 3 \dots \\ \Delta pH = 0,3 \quad 0,45 \quad 0,6 \dots \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,5 \dots \end{array}$$

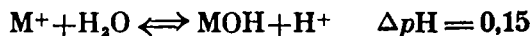
Podem reunir aquests valors de ΔpH en un quadre

y =	1.er Formació d'un hidròxid neutre	x =	2.on Formació d'un anion
1	0,15	1	0,3
		2	0,45
		3	0,6
2	0,2	1	0,3
		2	0,4
		3	0,5
3	0,225	1	0,3
		2	0,375
		3	0,45

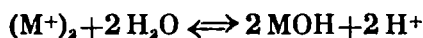
L'aparició d'un ion H^+ correspon sempre a la desaparició d'un ion M^+ , i passarà el mateix en els exemples que estudiarem ulteriorment. La proporció de sal hidrolitzada és igual a la relació entre el nombre de ions M^+ desapareguts i el nombre de ions M^+ posats en solució. Resulta que aquella proporció és igual a la relació entre el nombre de ions H^+ apareguts i el nombre de ions M^+ posats en solució. El valor del percentatge hidrolitzat és $\frac{100 [H^+]}{[M^+]}$, i el seu logaritme, $2+pM - pH$.

Si el ion susceptible de provocar la hidròlisi de la sal està polimeritzat, el nombre de partícules que li corresponen resultarà més reduït, i el ΔpH es trobarà disminuït.

Per exemple, si a la reacció:

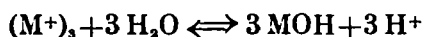


se substitueix una reacció



el ΔpH és dividit per 2, i val solament 0,075.

Si la reacció fos



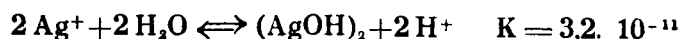
el ΔpH seria dividit per 3 i valdria 0,05, etc.

L'explicació dels fenòmens d'hidròlisi que presentem val al llarg d'un segment representatiu, però no en un punt angulós d'unió de dos segments. Reservem tots els punts angulosos i un petit domini a l'entorn de cadascun, on resulta molt difícil d'interpretar la substitució d'un fenomen per un altre i les condicions d'estabilitat.

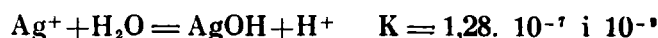
APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DEL NITRAT DE PLATA

Pels títols compresos

entre 1 i 0,5; $\Delta pH = 0,2$



entre 0,5 i 0,04, entre 0,007 i 0,01; $\Delta pH = 0,15$



entre 0,04 i 0,07; $\Delta pH = 0,6$



La reacció principal d'hidròlisi correspon a la formació d'hidròxid AgOH. En les grans concentracions, el dímer de l'hidròxid (AgOH)₂ apareix. Com que l'aparició d'hidròxid s'acompanya d'un augment del percentatge hidrolitzat (0,04 a 0,18 %), la solució reacciona, en un moment donat, per la formació d'un anion complex (NO₃)₃AgOH⁻⁻⁻, on la plata té la coordinació 4, i el percentatge hidrolitzat cau a 0,04 %; llavors torna a produir-se l'hidròxid.

La proporció de nitrats de plata hidrolitzats és sempre feble, de l'ordre d'uns deu-milhèsims.

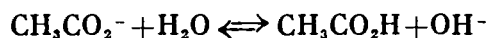
La concentració màxima en hidròxid de plata AgOH, a l'assaig 1, és de 0,05 % de la del nitrats, o sigui una normalitat de 0,00025. La massa corresponent és de 0,03125 g/litre.

Aquesta solubilitat, $2,5 \times 10^{-4}$ mol. g./litre, és de l'ordre determinat per altres experimentadors: $1,4 \times 10^{-4}$ (Levy) i $1,08 \times 10^{-4}$ (Noyes i Kohr).

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS ACETATS ALCALINS

Pels títols compresos:

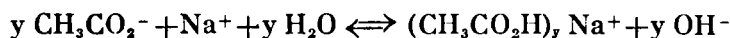
entre 2,5 i 0,6 i entre 0,1 i 0,005; $\Delta pOH = 0,15$



Els valors de K canvien amb el metall

K	Li	Na	K	Rb	Cs
entre 2,5 i 0,6	$3,7 \cdot 10^{-12}$	$4 \cdot 10^{-12}$	$4 \cdot 10^{-12}$		
entre 0,1 i 0,005	$7,4 \cdot 10^{-13}$	$7,9 \cdot 10^{-13}$	$6,3 \cdot 10^{-13}$	$6,3 \cdot 10^{-13}$	$6,3 \cdot 10^{-13}$

entre 0,6 i 0,1; $\Delta pOH = 0,3$



on el valor de y no pot ésser determinat pel nostre estudi

$$K = (K')^{y+1} - \frac{1}{y}$$

$K' = 2,63 \cdot 10^{-6}$ per la sal de liti, $2,51 \cdot 10^{-6}$ per la de sodi, $2,24 \cdot 10^{-6}$ per les de potassi i de rubidi.

La reacció principal de la hidròlisi correspon a la formació de l'àcid $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ no ionitzat.

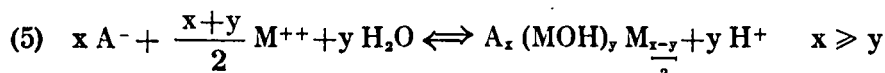
Intermediàriament apareix un cation complex $(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})_y \text{Na}^+$. Com que no són coneguts productes amb ions alcalins policoordinats, es pot pensar que $y = 1$: $\text{HCH}_2\text{CO}_2\text{Na}^+$.

La proporció d'acetat alcalí hidrolitzat és sempre molt feble; creix amb la dilució i el seu valor màxim aconsegueix tot just un cent mil·lèsim.

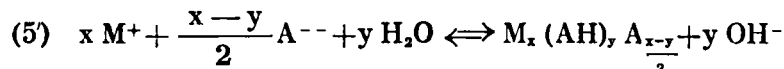
SAL DE ION MONOVALENT FORT I DE ION DIVALENT FEBLE

Passem ara al cas d'una sal de base feble dibàsica i d'àcid fort monoàcid (o d'una sal d'àcid feble diàcid i de base forta monobàsica).

Si la sal A_2M està ionitzada en A^- i AM^+ , ens trobem en el cas precedent; però si està ionitzada en $2A^-$ i M^{++} , tenim aquí la reacció general:

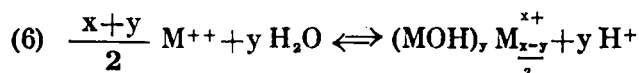


(o bé

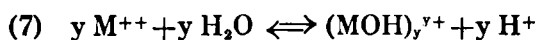


si es tracta d'una sal d'àcid feble).

1.ª El producte d'hidròlisi $A_x (MOH)_y M_{\frac{x-y}{2}}$ està ionitzat amb emissió de x anions A^- i d'un cation complex .



Experimentalment, hem constatat sempre en aquest cas $x = y$



Apliquem la llei d'acció de massa

$$\frac{[H^+] \times [(MOH^+)_y]}{[M^{++}]^y} = K$$

però $[(MOH^+)_y] = \frac{[H^+]^y}{-y}$, d'on

$$\frac{[H^+]^{y+1}}{[M^{++}]^y} = C'$$

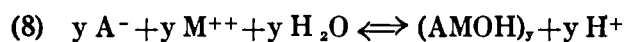
Prenem el cologaritme i diferenciem

$$(y+1) \Delta pH = y \Delta pM$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{y+1}$$

$$\begin{array}{l} \text{Per } y = 1 \quad 2 \quad 3 \dots \\ \Delta pH = 0,15 \quad 0,2 \quad 0,225\dots \end{array}$$

2.^{oa} El producte d'hidròlisi $A_x(MOH)_y M_{\frac{x-y}{2}}$ no està ionitzat. Experimentalment, hem encara constatat sempre $x = y$



Per aplicació de la llei d'acció de massa

$$\frac{[H^+]^y \times [(AMOH)_y]}{[A^-]^y \times [M^{++}]^y} = K$$

Però $[(AMOH)_y] = \frac{[H^+]}{y}$ i $[A^-] = 2[M^{++}]$

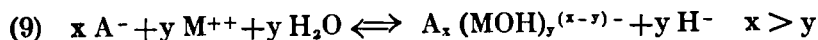
Prenem el cologaritme i diferenciem

$$(y+1) \Delta pH = 2y \Delta pM$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{2y}{y+1}$$

$$\begin{array}{l} \text{Per } y = 1 \quad 2 \quad 3 \dots \\ \Delta pH = 0,3 \quad 0,4 \quad 0,45\dots \end{array}$$

3.^{oa} El producte d'hidròlisi $A_x(MOH)_y M_{\frac{x-y}{2}}$ està ionitzat amb emissió de $\frac{x-y}{2}$ cations M^{++} i un anion complex



L'aplicació de la llei d'acció de massa dóna:

$$\frac{[\text{H}^+]^y \times [\text{A}_x (\text{MOH})_y^{(x-y)-}]}{[\text{A}^-]^x \times [\text{M}^{++}]^y} = K$$

Però $[\text{A}_x (\text{MOH})_y^{(x-y)-}] = \frac{[\text{H}^+]}{y}$ i $[\text{A}^-] = 2[\text{M}^{++}]$, d'on

$$\frac{[\text{H}^+]^{y+1}}{[\text{M}^{++}]^{x+y}} = C^t$$

Prenem el cologaritme i diferenciem:

$$(y+1) \Delta pH = (x+y) \Delta pM$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x+y}{y+1}$$

Per y =	1	1	1	1 ...	2	2	2 ...	3 ...
i x =	2	3	4	5 ...	3	4	5 ...	4 ...
$\Delta pH =$	0,45	0,6	0,75	0,9...	0,5	0,6	0,7...	0,525...

Agrupem aquests valors de ΔpH en un quadre

y =	1. ^{er} Formació d'un cation	2. ^{on} Formació d'una molè- cula neutra	x =	3. ^{er} Formació d'un anion
			2	0,45
			3	0,6
1	0,15	0,3	4	0,75
			5	0,9
			3	0,5
2	0,2	0,4	4	0,6
			5	0,7
3	0,225	0,45	4	0,525

Amb l'aplicació dels nostres càlculs, tornem a trobar el que havíem previst per un raonament sumari:

ΔpH feble acompanya la formació de cations;
 ΔpH mitjà acompanya la formació de molècules neutres;
 ΔpH gran acompanya la formació d'anions.

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS NITRATS DE METALLS BIVALENTS

Les corbes representatives de la hidròlisi se succeeixen dins l'ordre: Zn, Mn, Cu, Pb, UO_2 , Hg_2 , i la hidròlisi va creixent del primer a l'últim d'aquests metalls.

En solució centinormal, el percentatge hidrolitzat és de: 0,025 per Zn, 0,12 per Mn, 0,11 per Cu, 0,37 per Pb, 9 per UO_2 , 60 per Hg_2 .

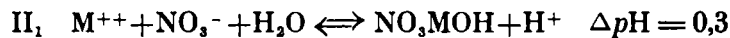
Troblem tipus de fenòmens que hem enumerat:



$K = 6,3 \cdot 10^{-8}$ per Mn, $6,4 \cdot 10^{-8}$ per Cu, $2,2 \cdot 10^{-8}$ per Pb, $3,15 \cdot 10^{-5}$ per UO_2 .

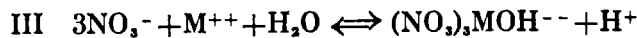


$K = 2,16 \cdot 10^{-8}$ per Pb, $2,75 \cdot 10^{-6}$ per UO_2 , $2,6 \cdot 10^{-3}$ per Hg_2 .



$K = 3,2 \cdot 10^{-8}$ per Zn, $3,1 \cdot 10^{-8}$ per Mn, $6,9 \cdot 10^{-6}$ per Pb, $4,9 \cdot 10^{-3}$ per UO_2 .

En els fenòmens III ($\Delta pH = 0,6$) apareixen anions complexos en els quals el metall és tetracoordinat.



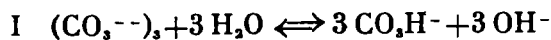
$K = 0,1$ per Mn, 5,7 per Pb, $5 \cdot 10^{-7}$ per Cu, $2,3 \cdot 10^5$ per UO_2 , 10^{30} per Hg_2 .

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS CLORURS DELS METALLS BIVALENTS

Hem estudiat la hidròlisi dels clorurs de zenc i de coure, i hem pogut constatar que els fenòmens són respectivament idèntics als que hem verificat sobre els nitrats.

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS CARBONATS ALCALINS

Pels títols de valor aproximat 1; $\Delta pOH = 0,05$



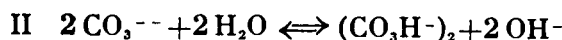
Li	Na	K	Rb
$K = 4,8 \cdot 10^{-16}$	$9,48 \cdot 10^{-16}$	$1,9 \cdot 10^{-13}$	$3,32 \cdot 10^{13}$

Pels títols de valor aproximat 0,1; $\Delta pOH = 0,3$ per K, Rb, Cs



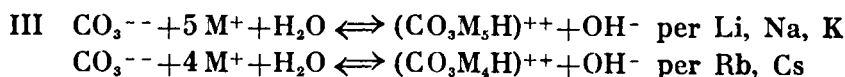
K	Rb	Cs
$K = 1,25 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$1,58 \cdot 10^{-3}$

Pels títols de valor aproximat 0,01; $\Delta pOH = 0,2$



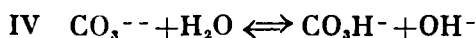
Li	Na	K	Rb	Cs
$K = 1,58 \cdot 10^{-6}$	$2,23 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$2,23 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$

Pels títols de valor aprox. 0,001; $\Delta pOH = 0,9$ per Li, Na, K; 0,75 per Rb, Cs



Li	Na	K	Rb	Cs
$K = 8 \cdot 10^6$	$12,5 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^6$	$4,4 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$

Pels títols de valor aproximat 0,0001; $\Delta pOH = 0,15$



Li	Na	K	Rb	Cs
$K = 4 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-10}$	$4,5 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-10}$

Les reaccions I, II i IV ens mostren que els fenòmens d'hidròlisi són idèntics pels cinc carbonats alcalins quan no intervé el metall en la reacció.

Les reaccions I, I' i III ens mostren que el potassi s'ajunta als alcalins pesats en solució de títols 1 ó 0,1, i als alcalins lleugers en solució de títol 0,001.

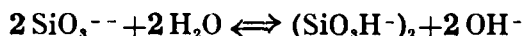
En solució de títol 0,001 apareixen cations complexos d'estructures que posen de relleu l'existència d'un impediment estèric. A l'entorn del mateix radical es poden ajuntar cinc àtoms d'alcalins lleugers, i quatre sols d'alcalins pesats.

El percentatge hidrolitzat és inferior a 5 % en general, però creix fins a 15 % a la fi del fenomen II.

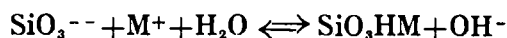
APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS SILICATS ALCALINS

Els silicats de liti, de sodi i de potassi s'hidrolitzen de manera absolutament idèntica. Les corbes relatives al liti i al sodi coincideixen pràcticament; la del potassi es troba una mica damunt de les altres. Trobem els fenòmens successius:

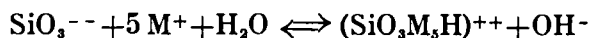
Pels títols d'ordre 0,5; $\Delta pOH = 0,2$



Pels títols d'ordre 0,1; $\Delta pOH = 0,3$



Pels títols d'ordre 0,0001; $\Delta pOH = 0,9$



Pels títols d'ordre 0,00005; $\Delta pOH = 0,15$



La sal de potassi és menys hidrolitzada que les dues altres, 1,4 vegades menys en el curs dels dos primers fenòmens, 2 vegades menys en el curs del tercer.

Els silicats són molt més hidrolitzats que els carbonats corresponents, sobretot en solució concentrada; en solució de títol comprès entre 0,001 i 0,0001 es caracteritzen també per la formació d'un cation complex, on el radical SiO_3 es troba hexacoordinat.

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DE LES SALS DE SODI
DERIVADES DE METAL·LOIDES TETRAVALENTS

Es tracta de comparar les hidròlisis dels carbonat, silicat, titanat, zirconat, β -estannat i plombat de sodi, o sigui de les sals derivades de metal·loides de les columnes 4 i 4' de la classificació periòdica.

Les nostres interpretacions tenen el seu ple valor en el cas del carbonat, feblement hidrolitzat, i que dona productes d'hidròlisi solubles.

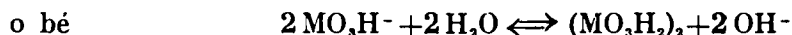
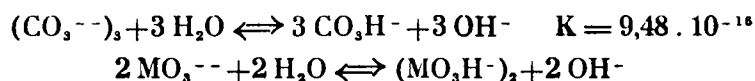
Resulten d'aplicació més delicada en el cas del silicat, molt més hidrolitzat, i que potser dona productes d'hidròlisi col·loïdals.

En els casos dels titanat, zirconat i plombat, gairebé totalment hidrolitzats i que donen productes d'hidròlisi insolubles, i del β -estannat, menys hidrolitzat, però que dona també productes insolubles, no podem raonar de la forma acostumada.

Mentrestant, els resultats experimentals ens permeten el càlcul del percentatge hidrolitzat.

Per altra part, el parallelisme entre els segments de dreia obtinguts pels titanat, zirconat, β -estannat i plombat, i els obtinguts pels carbonat i silicat, ens impelleix a estendre als primers les lleis determinades pels segons, quedant entès que només podran tenir un caràcter indicatiu.

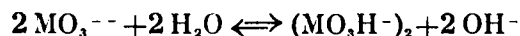
Amb aquestes restriccions, constatem que pels títols compresos entre normal i decinormal, el carbonat té una llei pròpia ($\Delta pOH = 0,05$), i tots els altres obceixen una altra llei ($\Delta pOH = 0,2$)



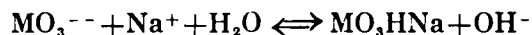
$K = 4 \cdot 10^{-3}$ pel silicat, $5,6 \cdot 10^{-3}$ pel titanat, $8 \cdot 10^{-3}$ pel zirconat.

El carbonat sol sembla, doncs, douar ions trimeritzats en solucions de títols superiors o iguals a 0,1.

Pels títols compresos entre decinormal i milinormal, trobem encara dues lleis: una pels carbonat, titanat i zirconat ($\Delta pOH = 0,2$)

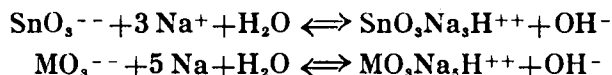


$K = 2,23 \cdot 10^{-6}$ pel carbonat, $7 \cdot 10^{-4}$ pel titanat, $8 \cdot 10^{-4}$ pel zirconat i una altra pels silicat, β -estannat i plombat ($\Delta pOH = 0,3$)



$K = 2 \cdot 10^{-2}$ pel silicat, $6,2 \cdot 10^{-3}$ pel β -estannat, $1,8 \cdot 10^{-1}$ pel plombat.

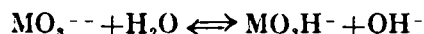
Pels títols compresos entre milinormal i decimilnormal, totes les sals donen cations complexos en els quals el radical àcid apareix tetracoordinat per l'estannat ($\Delta pOH = 0,6$), hexacoordinat per les altres ($\Delta pOH = 0,9$)



$K = 1,25 \cdot 10^9$ pel carbonat, $1,26 \cdot 10^{11}$ pel silicat, $7,7 \cdot 10^{11}$ pel titanat, $3 \cdot 10^{11}$ pel zirconat, $5 \cdot 10^{11}$ pel plombat.

Les dretes relatives als silicat, titanat, zirconat i plombat són extremament veïnes les unes de les altres en aquest domini de concentracions.

En fi, pels títols compresos entre decimil·linormal i centimil·linormal, el fenomen d'hidròlisi és el mateix per totes les sals considerades ($\Delta pOH = 0,15$)

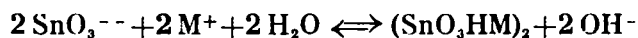


amb $K = 4 \cdot 10^{-10}$ per totes.

Hem dit que els β -estannats, titanats i zirconats presentaven l'inconvenient de donar productes d'hidròlisi insolubles, que impedeixen l'aplicació correcta de la llei d'acció de massa. Però un avantatge compensa aquest inconvenient: esdevé possible isolar i analitzar el producte d'hidròlisi.

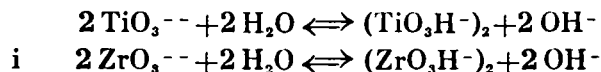
Hem solubilitzat un pes conegut de cada producte en un lleixiu de soda, i, després, hem precipitat l'anhidrid per addició d'acetat d'amoniac en ebullició. Una filtració ens dona l'anhidrid sobre el filtre. Obtenim la massa d'òxid alcalí per diferència entre la massa inicial i la massa d'anhidrid. Si apliquem el mateix mètode a la solució hidrolitzada, sense addició inicial de lleixiu de soda, podem dosificar el sodi en el filtrat, sota la forma de sulfat, per evaporació fins a sequedat en presència d'àcid sulfúric.

Hem trobat que els productes d'hidròlisi de les solucions de β -estannat de sodi o de potassi responien a la fórmula $2 SnO_3, M_2O$. L'equació de reacció per $\Delta pOH = 0,4$ és

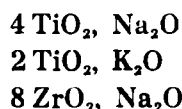


Les proporcions d'estany i de sodi són les mateixes en les dues fórmules: amb això tenim una bona verificació de la nostra teoria. Si suposem que les constants d'hidròlisi són iguals, el bistannat de potassi és tres-centes vegades menys soluble que el de sodi.

Si passem ara als titanats de sodi i de potassi i al zirconat de sodi, les valors inicials dels ΔpOH que podem mesurar (0,2) ens fan suposar reaccions d'hidròlisi:



Hauriem, doncs, d'esperar productes d'hidròlisi sense presència de metall. Però els que hem analitzat responen a les fórmules:

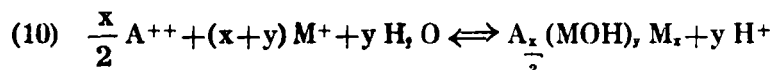


Tals resultats ens demostren que les hidròlisis són ja molt avançades en aquests casos, i que els seus fenòmens inicials han tingut temps de canviar després de l'eliminació dels primers productes d'hidròlisi.

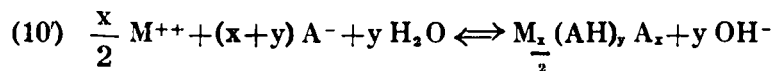
SAL DE ION MONOVALENT FEBLE I DE ION DIVALENT FORT

Examinem simètricament el cas d'una sal de base feble monobàsica i d'àcid fort diàcid (o d'una sal d'àcid feble monoàcid i de base forta bibàsica).

La reacció general s'escriu:

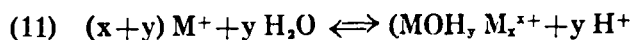


(o bé



si es tracta d'una sal d'àcid feble)

1.^{ra} El producte d'hidròlisi $A_x \left(MOH \right)_y M_x$ està ionitzat amb emissió de $\frac{x}{2}$ anions A^{-} i d'un cation complex.



L'equació és la mateixa que en el cas d'una sal de monoàcid (no intervenen els anions) i condueix als mateixos resultats ($x=0$)

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{y+1}$$

Per $y =$	1	2	3	...
$\Delta pH =$	0,15	0,2	0,225...	

Tenim la formació d'un hidròxid no ionitzat.

2.^{na} El producte d'hidròlisi $A_x \left(MOH \right)_y M_x$ està ionitzat amb emissió de x cations M^{+} i d'un anion complex.



Per aplicació de la llei d'acció de massa, presa del cologaritme i diferenciació,

$$(2y+2)\Delta pH = (x+2y)\Delta pH$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x+2y}{2y+2}$$

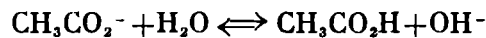
Per y =	1	1	1	1 ...	2	2	2	2 ...	3	3	3	3 ...
i x =	2	4	6	8 ...	2	4	6	8 ...	2	4	6	8 ...
$\Delta pH =$	0,3	0,45	0,6	0,75...	0,3	0,4	0,5	0,6...	0,3	0,375	0,45	0,525...

y =	1. ^{er} Formació d'un hidròxid neutre	x =	2. ^{on} Formació d'un anion
1	0,15	2	0,3
		4	0,45
		6	0,6
		8	0,75
2	0,2	2	0,3
		4	0,4
		6	0,5
		8	0,6
3	0,225	2	0,3
		4	0,375
		6	0,45
		8	0,525

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS ACETATS ALCALINOTERROSOS

Observem en les solucions d'acetats alcalinoterrosos un fet d'envelliment que correspon a una dimerització dels ions acètics.

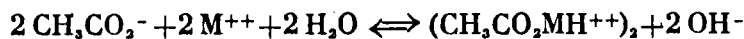
En una solució nova, notem els resultats a) que corresponen a les reaccions (1a) de $\Delta pOH = 0,15$



amb els valors de la constant d'hidròlisi

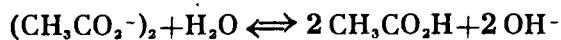
	K	Ca	Sr	Ba
Primers desdoblaments		10^{-11}	$5 \cdot 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-12}$
Darrers desdoblaments		$1,26 \cdot 10^{-12}$	$8,3 \cdot 10^{-13}$	$3,1 \cdot 10^{-13}$

(2a) de $\Delta pOH = 0,4$



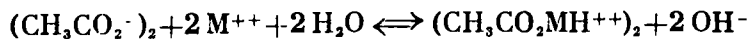
$K = 8 \cdot 10^{-15}$ per la sal de calci, 10^{-15} per la d'estronci, $3,1 \cdot 10^{-17}$ per la de bari.

En una solució vella, notem els resultats *b*) que corresponen a les reaccions (1*b*) de $\Delta pOH = 0,075$



	K	Ca	Sr	Ba
Primers desdoblaments		$2 \cdot 10^{-23}$	$5 \cdot 10^{-24}$	$2 \cdot 10^{-24}$
Darrers desdoblaments		$5 \cdot 10^{-26}$	$3 \cdot 10^{-26}$	$3 \cdot 10^{-26}$

(2*b*) de $\Delta pOH = 0,3$



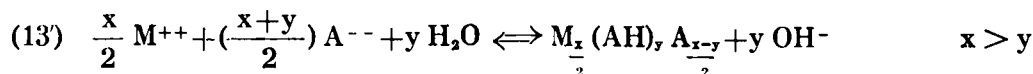
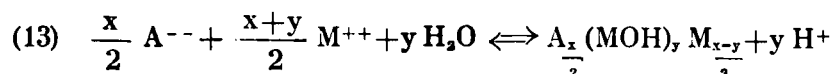
$K = 10^{-15}$ per la sal de calci, $2,5 \cdot 10^{-16}$ per la d'estronci, $1,7 \cdot 10^{-16}$ per la de bari.

El percentatge hidrolitzat queda molt feble, inferior a 0,01 %.

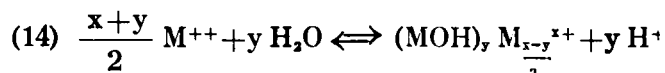
SAL D'ANION I CATION DIVALENTS

Arribem al cas de la hidròlisi d'una sal d'anion i de cation bivalents, derivada sigui d'una base feble, sigui d'un àcid feble.

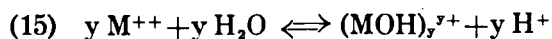
La reacció general s'escriu aquí:



1.^{er} El producte d'hidròlisi $\frac{A_x}{2} (MOH)_y \frac{M_{x-y}}{2}$ està ionitzat amb emissió de $\frac{x}{2}$ anions A^{--} i d'un cation complex:



Experimentalment hem constatat sempre $x = y$, d'on



Les equacions (11) i (12) són respectivament idèntiques a les reaccions (6) i (7), cosa molt natural, puix que no intervenen els anions.

Els resultats són, doncs, els mateixos:

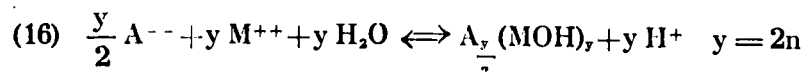
$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{y+1}$$

Per $y = 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots$

$$\Delta pH = 0,15 \quad 0,2 \quad 0,225 \dots$$

2.^{on} El producte d'hidròlisi $\frac{A_x}{2} (MOH)_y \frac{M_{x-y}}{2}$ no està ionitzat.

Experimentalment hem verificat de nou $x = y$



Aplicant la llei d'acció de massa, prenent el cologaritme i diferenciant, ve

$$(2y+2) \Delta pH = 3y \Delta pM$$

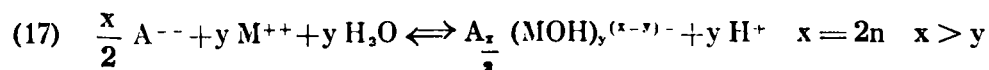
$$\Delta pH = \Delta pM \frac{3y}{2y+2}$$

$$\text{Per } y = 2 \quad 4 \quad 6 \dots$$

$$\Delta pH = 0,3 \quad 0,36 \quad 0,38\dots$$

3.ª El producte d'hidròlisi $A_{\frac{x}{2}} (MOH)_y M_{\frac{x-y}{2}}$ està ionitzat amb emissió de

$\frac{x-y}{2}$ cations M^{++} i d'un anion complex.



Apliquem la llei d'acció de massa, prenem el cologaritme i diferenciem

$$(2y+2) \Delta pH = (x+2y) \Delta pM$$

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x+2y}{2y+2}$$

$$\text{Per } y = 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \dots \quad 2 \quad 2 \quad 2 \dots \quad 3 \quad 3 \quad 3 \dots$$

$$\text{i } x = 2 \quad 4 \quad 6 \quad 8 \dots \quad 4 \quad 6 \quad 8 \dots \quad 4 \quad 6 \quad 8 \dots$$

$$\Delta pH = 0,3 \quad 0,45 \quad 0,6 \quad 0,75\dots \quad 0,4 \quad 0,5 \quad 0,6\dots \quad 0,375 \quad 0,45 \quad 0,525\dots$$

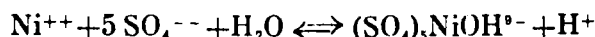
Reunim en un quadre els valors de ΔpH

y=	1.er Formació d'un catíon	2.ª Formació d'una molècula neutra	x=	3.er Formació d'un anion
1	0,15		2	0,3
			4	0,45
			6	0,6
			8	0,75
2	0,2	0,3	4	0,4
			6	0,5
			8	0,6
3	0,225		4	0,375
			6	0,45
			8	0,525
4	0,24	0,36	6	0,42
			8	0,48
5	0,25			

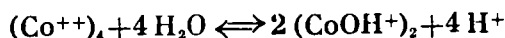
APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS SULFATS DE METALLS DIVALENTS

Els sulfats dels metalls de la sèrie dita magnesiàna constitueixen una família molt heterogènia. Alguns d'ells no estan hidrolitzats pràcticament en solució normal. Tal és el cas del cadmi ($pH = 6,3$) o del manganès ($pH = 6,2$).

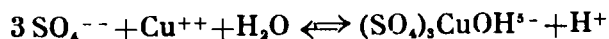
El sulfat de níquel, hidrolitzat d'uns quants milionèsims en solució de títol superior al normal, aviat es torna neutre per una reacció del tipus ($\Delta pH = 0,9$)



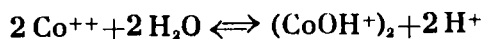
Els sulfats de cobalt, de zinc i de coure estan més hidrolitzats. El primer ofereix ions condensats en solució normal a decinormal ($\Delta pH = 0,05$)



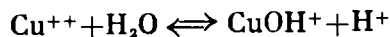
El sulfat de coure dona com a producte d'hidròlisi un anion tetracoordinat ($\Delta pH = 0,6$)



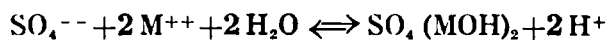
En solució decinormal el sulfat de cobalt dona un dímer del monohidròxid ($\Delta pH = 0,2$)



mentre que el coure dona el monòmer, del títol 0,025 a 0,0005 ($\Delta pH = 0,15$)

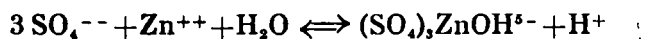


Però el tipus dominant de reacció correspon a la formació d'un producte neutre ($\Delta pH = 0,3$), tant per al zenc com per al cobalt:



$K = 5 \cdot 10^{-10}$ per al zenc i $2,5 \cdot 10^{-10}$ per al cobalt.

El zenc dóna un anion, amb tetracoordinència, entre els títols 0,025 i 0,0125 ($\Delta pH = 0,6$)



SAL DE ION MONOVALENT FORT I DE ION TRIVALENT FEBLE

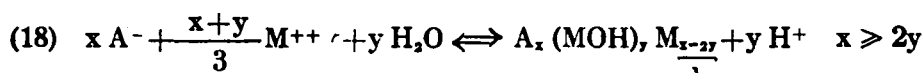
Considerem ara el cas d'una sal de base feble tribàsica i d'àcid fort monoàcid (o d'àcid feble triàcid i de base forta monobàsica).

Si la sal A_3M està ionitzada en A^- i A_3M^+ s'aplicaran els resultats relatius a les sals de monoàcids i monobases (reacció 1).

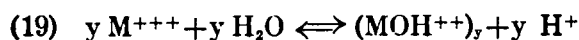
Si està ionitzada en $2A^-$ i AM^{++} s'aplicaran els resultats relatius a les sals de bases febles bibàsiques (reacció 5).

Però si està ionitzada en $3A^-$ i M^{+++} ens trobem amb un cas nou que anem a estudiar.

La reacció general serà:



1.^{er} El producte d'hidròlisi $A_x (MOH), M_{\frac{x-2y}{3}}$ està ionitzat amb emissió de x anions A^- i d'un cation complex. En aquest cas, verifiquem sempre experimentalment $x = 2y$.

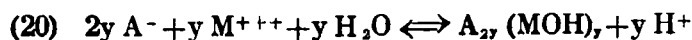


Per aplicació de la llei d'acció de massa, presa de cologaritme i diferenciació, ve:

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{y+1}$$

$$\begin{array}{l} \Delta pH = 0,15 \quad 0,2 \quad 0,225... \\ \text{Per } y = 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots \end{array}$$

2.^{on} El producte d'hidròlisi $A_x (MOH), M_{\frac{x-2y}{3}}$ no està ionitzat. Aquí també l'experiència demostra sempre $x = 2y$

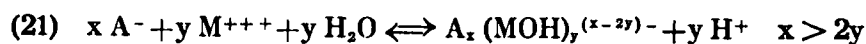


Apliquem la llei d'acció de massa, prenem el cologaritme i diferenciem:

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{3y}{y+1}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{Per } y = & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \Delta pH = & 0,45 & 0,6 & 0,67 & 0,72 \end{array}$$

3.^{er} El producte d'hidròlisi $A_x(\text{MOH})_y M_{\frac{x-2y}{3}}$ està ionitzat amb emissió de $\frac{x-2y}{3}$ cations M^{+++} i d'un anion complex.



$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x+y}{y+1}$$

$$\begin{array}{cccccccc} \text{Per } y = & 1 & 1 & 1 \dots & 2 & 2 & 2 \dots & 3 & 3 \dots \\ \text{i } x = & 3 & 4 & 5 \dots & 5 & 6 & 7 \dots & 7 & 8 \dots \\ \Delta pH = & 0,6 & 0,75 & 0,9 \dots & 0,7 & 0,8 & 0,9 \dots & 0,75 & 0,825 \dots \end{array}$$

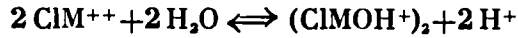
Reunim en un quadre els valors de ΔpH

y =	1. ^{er} Formació d'un cation	2. ^{on} Formació d'una molè- cula neutra	x =	3. ^{er} Formació d'un anion
1	0,15	0,45	3	0,6
			4	0,75
			5	0,9
2	0,2	0,6	5	0,7
			6	0,8
			7	0,9
3	0,225	0,67	7	0,75
			8	0,825

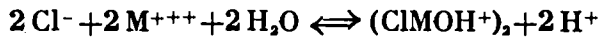
APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS CLORURS DE METALLS TRIVALENTS

Constatem un paral·lisme total entre la hidròlisi del clorur fèrric i la del clorur cròmic, anàlogues als fenòmens II i IV del sulfat fèrric.

Pels títols d'ordre 1 a 0,001, $\Delta pH = 0,2$



i pels títols d'ordre 0,0001, $\Delta pH = 0,4$

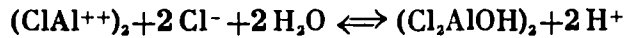


No fem cap hipòtesi sobre l'estat d'hidratació dels cations; basta de subratllar l'analogia del ferro amb el crom, per al qual l'existència de complexos resulta ben establerta.

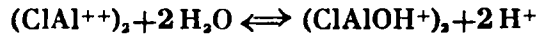
Els productes d'hidròlisi de la sal de ferro semblen solubles; però el percentatge hidrolitzat el més sovint és molt gran. L'aplicació de la nostra teoria només constituirà una primera aproximació.

La corba relativa al clorur d'alumini difereix de les precedents.

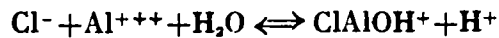
Pels títols d'ordre 1, $\Delta pH = 0,3$



pels títols d'ordre 0,01, $\Delta pH = 0,1$



i pels títols d'ordre 0,0001, $\Delta pH = 0,3$



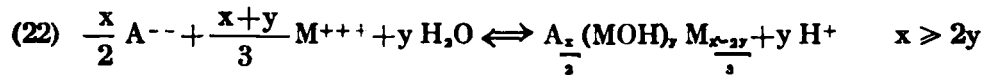
Els valors de la constant d'hidròlisi són:

Cl_2Al	$K_1 = 7 \cdot 10^{-9}$	$K_2 = 3,2 \cdot 10^{-11}$	$K_3 = 8 \cdot 10^{-3}$
Cl_2Cr	$K_1 = 10^{-6}$	$K_2 = 4 \cdot 10^{-2}$	
Cl_2Fe	$K_1 \approx 10^{-4}$	$K_2 \approx 10^5$	

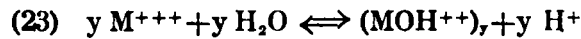
En tots els casos, la dissociació iònica total de les sals de metalls trivalents només es produeix per títols inferiors o iguals a la decimimil·lèsima normalitat.

SAL DE ION DIVALENT FORT I DE ION TRIVALENT FEBLE

Si es tracta d'una sal de base feble tribàsica i d'àcid fort diàcid, A_2M_3 , la sal pot ésser ionitzada en A^{--} i AM^+ . Ens trobem en el cas, ja estudiat, de la reacció (10). Però si la sal s'ionitza en A^{--} i M^{+++} , la reacció general és:



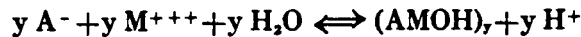
1.^{er} El producte d'hidròlisi $A_{\frac{x}{2}}(MOH)_y, M_{\frac{x-2y}{3}}$ està ionitzat amb emissió de $\frac{x}{2}$ anions A^{--} i d'un cation complex. Experimentalment, sempre $x = 2y$



$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{y+1}$$

Per $y =$	1	2	3	...
$\Delta pH =$	0,15	0,2	0,225...	

2.^{on} El producte d'hidròlisi $A_{\frac{x}{2}}(MOH)_y, M_{\frac{x-2y}{3}}$ no està ionitzat. Experimentalment, trobem també $x = 2y$



$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y+1}{2y}$$

Per $y =$	1	2	3	...
$\Delta pH =$	0,3	0,4	0,45...	

3.^{er} El producte d'hidròlisi està ionitzat amb emissió de $\frac{x-2y}{3}$ cations M^{+++} i d'un anion complex.



$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x+2y}{2y+2}$$

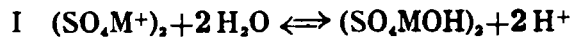
Per y =	1	1	1	1 ...	2	2	2 ...	3	3 ...
i x =	4	6	8	10...	6	8	10...	8	10 ...
$\Delta pH =$	0,45	0,6	0,75	0,9...	0,5	0,6	0,7...	0,525	0,675...

Reunim aquests resultats en un quadre:

y =	1.ª Formació d'un cation	2.ª Formació d'una molè- cula neutra	x =	3.ª Formació d'un anion
			4	0,45
			6	0,6
1	0,15	0,3	8	0,75
			10	0,9
			6	0,5
2	0,2	0,4	8	0,6
			10	0,7
			8	0,525
3	0,225	0,45	10	0,6

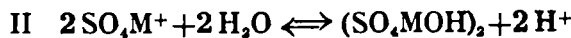
APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DELS SULFATS DE METALLS TRIVALENTS

Pels títols compresos entre 2,5 i 0,02 per l'alumini, 1 i 0,062 pel crom, $\Delta pH = 0,1$



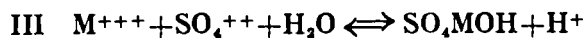
$K = 1,5 \cdot 10^{-10}$ per Al, $3,1 \cdot 10^{-6}$ per Cr.

Pels títols compresos entre 0,02 i 0,00008 per l'alumini, 0,062 i 0,004 pel crom, 0,05 i 0,0005 pel ferro, $\Delta pH = 0,2$



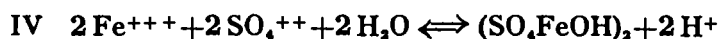
$K = 1,25 \cdot 10^{-6}$ per Al, $8 \cdot 10^{-5}$ per Cr, $1,8 \cdot 10^{-3}$ per Fe.

Pels títols compresos entre 0,00008 i 0,00002 per l'alumini, 0,004 i 0,000004 pel crom, $\Delta pH = 0,3$



$K = 1,25 \cdot 10^{-9}$ per Al, 0,4 per Cr.

Pels títols compresos entre 0,0005 i 0,000004 pel ferro, $\Delta pH = 0,4$



$K \approx 10^6$

Assistim, doncs, a una dissociació progressiva de les sals amb la dilució. El dímer $(\text{SO}_4\text{M}^+)_2$, de la reacció I dona el monòmer de la reacció II (SO_4M^+) , el qual dona els ions M^{+++} de les reaccions III i IV.

El producte d'hidròlisi passa de la forma dimeritzada $(\text{SO}_4\text{MOH})_2$, a la forma monomeritzada, però no pel ferro.

Els percentatges hidrolitzats creixen fins a 10 % per l'alumini, 50 % pel crom, i la hidròlisi esdevé total pel ferro.

SAL NO IONITZADA

Poden trobar-se sals no ionitzades que són mentrestant susceptibles d'hidròlisi. El seu estudi és un xic particular. Si, amb una dilució suficient, la sal es ionitza, caiem en els casos precedents. Considerem, per exemple, el cas d'una sal de monoàcid fort i de dibase, que és el més freqüent



Apliquem la llei d'acció de massa

$$\frac{[H^+]^y \times [A^-]^y \times [(AMOH)_y]}{[A_2M]^y} = K$$

$$[H^+] = [A^-] = y [(AMOH)_y]$$

$$\frac{[H^+]^{2y+1}}{[A_2M]^y} = C^y$$

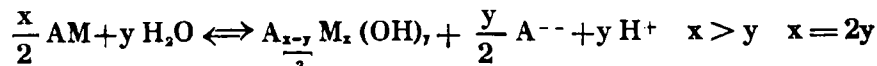
$$(2y+1) \Delta pH = y \Delta pM$$

Prenem el cologaritme i diferenciem:

$$\Delta pH = \Delta pM \frac{y}{2y+1}$$

Per $y = 1 \dots 2 \dots 3 \dots$ $\Delta pH = 0,1 \dots 0,12 \dots 0,13 \dots 0,15$

Si es tractés d'un diàcid fort conjugat amb la dibase, l'equació de reacció seria:



$$\Delta pH = \Delta pM \frac{x}{3y+2}$$

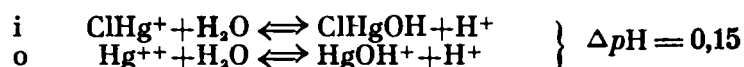
Per $y = 1 \dots 2 \dots 3$
 i $x = 2 \dots 4 \dots 6$
 $\Delta pH = 0,12 \dots 0,15 \dots 0,16 \quad 0,2$

APLICACIÓ A LA HIDRÒLISI DE SALS MERCÚRIQUES

En solució de títol superior a 0,001, el clorur mercúric és un tipus de sal no ionitzada ($\Delta pH = 0,1$)



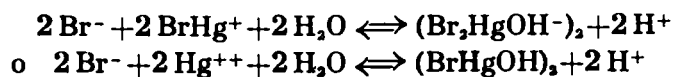
Per dilucions més grans, es produeix una ionització parcial



Per títols veïns de 0,00001 l'ionització és total, i el metall esdevé el centre d'un anion complex on té la coordinència 4.



El bromur mercúric no sembla mai desproveït d'ionització $\Delta pH = 0,4$



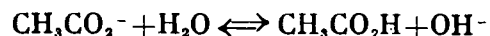
CONCLUSIONS

La construcció de la corba d'hidròlisi d'una sal hidrolitzable ens dóna indicacions sobre l'estructura dels productes d'hidròlisi, i també sobre l'estat de no-ionització o de polimerització dels ions d'aquesta sal.

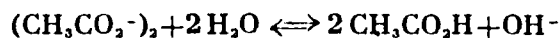
Les indicacions tenen un caràcter particularment precís, en el quadre de la nostra teoria, quan el percentatge hidrolitzat queda inferior a 10 %, i aquest és el cas general de les sals estudiades.

No hem presentat aquí tots els resultats obtinguts, ara com ara, en els nostres estudis; hem volgut, senzillament, il·lustrar amb un exemple cada cas d'hidròlisi possible, o agrupar conjunts de particular interès.

Tots els acetats alcalins i alcalinoterrosos obeeixen la llei molt general



però els segons presenten una dimerització per envelliment



La hidròlisi dels nitrats de metalls bivalents ens permet de classificar la força de les corresponents bases febles en vista solament de les corbes representatives. La base serà més forta quan la corba de la seva sal es trobi més a l'esquerra i a dalt, per consegüent dins l'ordre Zn, Mn, Cu, Pb, UO₂, Hg₂. Els valors de la constant d'hidròlisi «K» corresponent a un mateix fenomen, ens permeten l'apreciació quantitativa de l'esmentada força.

La hidròlisi dels carbonats alcalins ens demostra el paper de transició del potassi entre els metalls alcalins pesats i lleugers. S'aproxima als uns en solució concentrada; als altres, en solució diluïda.

La hidròlisi de les sals de sodi derivades de metaHoides tetravalents ens permet també de comprendre millor la classificació periòdica dels elements i la significació de les seves famílies naturals. Ara ens fa veure la situació especial del carboni, el més lleuger dels elements de la família; ara la de l'estany, veí d'elements com la plata o el cadmi, que es singularitzen també en les seves famílies respectives; ara, sobretot, ens mostra que l'alternança dels elements en-

tre 4 (Pb, Sn) i 4' (Zr, Ti) es prossegueix fins als més lleugers, puix que el silici comparteix la seva reacció representativa amb els primers, i el carboni amb els segons.

Hem lamentat que ens hagi estat impossible de trobar sals de germani i de celti, la qual cosa ens ha impedit l'estudi sistemàtic de tota la família.

La hidròlisi dels clorurs i sulfats de metalls trivalents ens situa els valors relatius de les forces de bases molt febles com les derivades de l'alumini, del crom i del ferro.

En tots els casos, la formació de grossos ions complexos ens fixa sobre la coordinència de l'àtom o del radical que constitueix el seu centre; poden aparèixer impediments estèrics.

Creiem que convé indicar aquí que uns treballs dels principis del 1948, deguts als senyors Bon i Cupissol,³ del Laboratori de Física de la Universitat de Montpeller (Prof. Reboul), han manifestat les mateixes discontinuïtats en el curs de la dilució progressiva de solucions salines, amb l'ajut de mètodes físics totalment diferents dels nostres: mesura de tensió superficial del mercuri, i de la intensitat de corrent d'un electrode a gota de mercuri en les solucions. La coincidència de les seves observacions amb les nostres és absolutament extraordinària.

Ultra els resultats particulars que ens aporta sobre una part interessant de la química mineral, l'estudi dels fenòmens d'hidròlisi ens obre, doncs, vastos horitzons sobre les possibilitats de precisar la classificació dels elements.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ LEY: «Z. Physik. Chem.», 30 (1899), 133.
- KULLGREEN: «Z. Physik. Chem.», 85 (1913), 466.
- ² HENRI GUITER: *Sur l'hydrolyse des sels métalliques*. «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences», 223 (1946), 153.
- HENRI GUITER: *Sur l'hydrolyse des sels métalliques*, «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences», 223 (1946), 203.
- EMILE CARRIERE, HENRI GUITER i MOHAMED ANNOUAR: *Hydrolyse du chlorure et du nitrate de zinc*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1946), 405.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du nitrate d'uranyle*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 64.
- EMILE CARRIERE, HENRI GUITER i MOHAMED ANNOUAR: *Hydrolyse du sulfate de zinc*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 72.
- HENRI GUITER: *Étude de l'hydrolyse du nitrate de plomb*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 269.
- EMILE CARRIERE i HENRI GUITER: *Étude de l'hydrolyse du nitrate d'argent*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 267.
- HENRI GUITER: *Étude de l'hydrolyse du nitrate mercurieux*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 272.
- HENRI GUITER: *Théorie de l'hydrolyse des sels de base faible*, «Annales de Chimie», 2 (1947), 72.
- EMILE CARRIERE, HENRI GUITER i MAURICE LAFITTE: *Hydrolyse du chlorure mercurique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 23.
- EMILE CARRIERE, HENRI GUITER i MAURICE LAFITTE: *Hydrolyse du bromure mercurique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 25.
- HENRI GUITER: *Étude de l'hydrolyse des carbonates alcalins*, «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences», 224 (1947), 1159.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du carbonate de sodium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 29.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du carbonate de potassium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 26.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du carbonate de lithium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 31.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du carbonate de rubidium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 1046.

- HENRI GUITER: *Hydrolyse du carbonate de cæsium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1947), 1044.
- EMILE CARRIERE i HENRI GUITER: *Hydrolyse du nitrate de manganèse*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 244.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse des acetates alcalins*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 245.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse des acetates alcalino-terreux*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 245.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du silicate de sodium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 245.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse des chlorures et sulfates de métaux trivalents*, «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences», 226 (1948), 1032.
- EMILE CARRIERE i HENRI GUITER: *Hydrolyse du sulfate d'aluminium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 513.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du sulfate chromique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 513.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du sulfate ferrique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 513.
- EMILE CARRIERE i HENRI GUITER: *Hydrolyse du chlorure d'aluminium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 742.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du chlorure chromique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 742.
- HENRI GUITER: *Hydrolyse du nitrate cuivrique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 743.
- EMILE CARRIERE, HENRI GUITER i MICHEL RONSO: *Étude du β -stannate de sodium*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 946.
- HENRI GUITER: *Étude de l'hydrolyse du chlorure ferrique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 945.
- HENRI GUITER: *Étude de l'hydrolyse du chlorure cuivrique*, «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 945.
- ^a BON i CUPISSOL: *Application de l'électrode à goutte de mercure à l'étude de quelques solutions salines*. «Bulletin de la Société Chimique de France» (1948), 740.

Els altres estudis aprofitats (sobre titanats, zirconats, sals de metalls trivalents, etc.) estan a punt de publicar-se a nom d'Enric Guiter, sol o amb col·laboradors, en revistes de química, particularment en el «Bulletin de la Société Chimique de France».

Í N D E X

	<u>Pàgs.</u>
Introducció	7
Resultats experimentals	11
Interpretació dels resultats	20
Sal d'anion i cation monovalents	37
Sal de ion monovalent fort i de ion divalent feble	42
Sal de ion monovalent feble i de ion divalent fort	50
Sal d'anion i cation divalents	53
Sal de ion monovalent fort i de ion trivalent feble	57
Sal de ion divalent fort i de ion trivalent feble	60
Sal no ionitzada	63
Conclusions	65
Bibliografia	67

ACABAT D'IMPRIMIR A LA IMPREMTA ALTÉS, S. L.,
DE BARCELONA, EL DIA 30 DE JUNY DE L'ANY 1949.



