SULLA DISSOCIAZIONE DEI SALI FERRICI DISCIOLTI.

G. WIEDEMANN (*).

(Traduzione).

In un precedente lavoro ho già fatto notare, come le differenti proprietà magnetiche offerte dai sali ferrici e dall'ossido ferrico colloide disciolto, si prestino acconciamente ad uno studio esatto della dissociazione dei sali ferrici, senza richiedere nessun mezzo fisico o chimico, che possa variarne la composizione. Perciò ho creduto conveniente di pubblicare tutti insieme i risultati di una serie di nuove osservazioni sopra questo soggetto, aggiungendovene altri ottenuti precedentemente, i quali, in parte pubblicati in periodici meno diffusi, in parte non corredati dei relativi documenti, non sono tuttavia ancora comparsi in questi annali, come le altre mie ricerche magneto-chimiche (*).

Il metodo d'osservazione era quello stesso che adoperai precedentemente nelle ricerche « sopra il magnetismo dei sali di metalli magnetici (3), » e « sulle proprietà magnetiche delle combinazioni chimiche (4) ». La bilancia di torsione adoperata nelle ricerche attuali era resa più sensibile che in quelle precedenti, da un filo di sospensione più lungo e da un elettromagnete più forte. Il filo era, come nelle prime bilancie, di argentano, aveva una lunghezza di 89^{cm} e un diametro di 0^{mm},3. All'ago della bilancia, nella parte volta a nord e ad una distanza dall'asse di 30^{mm}, era fissato un piccolo palloncino di vetro munito di collo. In ciascuna esperienza esso veniva riempito con la soluzione da studiarsi, fino ad un certo segno che corrispondeva ad una capacità di 17^{cmc}.

(1) *Wied. Ann.* 1878.(2) Una traduzione di questo lavoro trovasi nel *N. Cimento*, Vol. I, p. 269. (T).(3) *Pogg. Ann.* CXXVI.(4) *Pogg. Ann.* CXXXV. — *N. Cimento* I, c. (T).

L'elettro-calamita consisteva di una sbarra di ferro dolce lunga 32^{cm} e a sezione circolare di 7^{cm} di diametro. Essa era acuminata ad una estremità per una lunghezza di 5^{cm}, fino a presentare una sezione estrema di 1^{cm},4 di diametro. Questa sbarra veniva collocata nell'interno di una spirale (lung. 24^{cm},5 diam. int. 7^{cm}., diam. est. 15^{cm}) formata da circa 1200 giri di un filo di rame rivestito di seta e della grossezza di 2^{mm},5. Lo specchio d'acciaio magnetizzato il quale serviva a misurare il magnetismo della elettrocalamita, era situato sul prolungamento ad ovest del suo asse, e ad una distanza di 2^m,30 dalla sua punta. Le sue oscillazioni venivano smorzate da un involuppo di rame entro cui era sospeso. La scala, nella quale venivano lette mediante un cannocchiale le deviazioni M dello specchio, era situata ad una distanza dal medesimo di circa 1^m. Il momento M₁ del magnete si deduceva da questa deviazione. Supposto il palloncino di vetro che è fissato all'ago, portato mercè la torsione del filo, ad una determinata distanza dalla estremità dell'elettrocalamita, mentre questa è in azione, e questa distanza tale che corrisponda allo 0° della scala, la quale si osserva nello specchio fissato all'apparecchio di torsione; se si apre il circuito della pila il filo si storce, e il palloncino si allontanerà dal magnete. La deviazione dell'ago verrà data dalla lettura T della scala riflessa, e avremo per misura del momento magnetico, del palloncino col suo contenuto, e per ogni unità di magnetismo della elettro-calamita,

$$q = \text{cost.} \frac{T}{M_1^2}.$$

Nelle tabelle seguenti verrà sempre indicato: con f la quantità di ferro contenuta in 10^{cmc} della soluzione adoperata, con q il magnetismo del palloncino ripiena di soluzione, con w quello del palloncino vuoto, con d la differenza $q - w$ e finalmente con $m = \frac{d}{f}$ il magnetismo, per ogni unità di peso, del ferro contenuto nella soluzione.

*Relazione fra le proprietà magnetiche dei sali ferrici
e dell'ossido ferrico colloide.*

Erasi già trovato, (1) che il magnetismo m_1 del ferro contenuto nella soluzione dell'ossido ferrico colloide è circa solo il $\frac{1}{8}$ del magnetismo m_0 di quello contenuto in una soluzione molto acida di cloruro ferrico.

Perciò, se in una soluzione di un sale ferrico, neutra o debolmente acida, una parte del sale si dissocia in acido libero e in ossido ferrico colloide disciolto dalla variazione del magnetismo, devesi poter calcolare la quantità del sale decomposto.

Poniamo, m_0 il magnetismo, per unità di peso, del ferro contenuto nei suoi sali, solidi o in soluzioni acide non dissociate; m_1 quello del ferro della soluzione d'ossido ferrico colloide; m quello relativo ad una soluzione qualunque d'un sale ferrico in parte decomposto: e infine $1 - x : x$ il rapporto della quantità del ferro combinata coll'acido, a quella contenuta nell'ossido colloide disciolto. Allora avremo

$$m = m_0 (1 - x) + m_1 x$$

da cui

$$x = \frac{m_0 - m}{m_0 - m_1}.$$

Il rapporto $1 : x$ si ottiene dunque direttamente dal magnetismo della soluzione; conseguentemente da quello potrà dedursi la quota x % dissociata della quantità totale del ferro contenuto nella medesima.

Il rapporto $m_1 : m_0$, il cui valore è richiesto per la determinazione di x , fu ripetutamente determinato per vie indirette; poichè una soluzione di ossido ferrico colloide affatto priva di sali ferrici, si ottiene difficilmente, o solo ad un grado di concentrazione molto piccolo.

Si agitò una soluzione di cloruro ferrico cristallizzato in

(1) *Pogg. Ann.* CXXXV.

cui erasi gettato dell'idrato ferrico, fino a tanto che si fosse disciolta una quantità considerevole di quest'ultimo.

Filtrata la soluzione, si determinò la quantità di ferro contenutavi precipitandolo coll'ammoniaca e quella del cloro trattandola col nitrato d'argento. Dalla quantità di cloro se ne dedusse quella del ferro allo stato di cloruro: il resto del ferro era contenuto nell'ossido ferrico colloide disciolto.

10^{cmc} di una soluzione così preparata di recente conteneva 0^{gr},676 di ferro, dei quali 0^{gr},4024 (59,5%) allo stato di cloruro, 0^{gr},2738 (40,5%) allo stato di ossido colloide. La ricerca magnetica fornì i seguenti risultati:

1.	M	M ₁	T	q
Cloruro ferrico e ossido .	403	194	136	36,1
Cloruro ferrico normale I.	311	152	141	61,0
Acqua	{ 381,5	184,3	270,1	61,0
	{ 380,5	183,8	—7,1	—2,1

La soluzione di cloruro ferrico normale era mescolata a una quantità considerevole di acido cloridrico libero.

Da ciò segue, che se si pone eguale a 100 il magnetismo m_0 , per unità di peso, del ferro contenuto nella soluzione indecomposta si avrà:

	f	d	m
Cloruro ferrico ed ossido .	0,676	38,2	66,13
Cloruro ferrico normale I	0,739	63,1	100.

Per determinare m_1 si ha quindi

$$66,13 = 0,595 \cdot 100 + 0,405 \, m_1$$

perciò

$$m_1 = 0,168 \, m_0$$

Una seconda soluzione assai concentrata di cloruro ferrico basico ottenuta per dialisi, conteneva 0^{gr},429 (93,2%) di ferro allo stato di ossido colloide e 0^{gr},0312 (6,8%) di ferro allo stato di cloruro.

In confronto della soluzione normale I adoperata precedentemente essa presentò i seguenti risultati (Temp. 22° C.):

II.	M	M ₁	T	q
Cloruro ferrico ed ossido	371	180,5	31,3	9,6
	305,7	149,5	21,7	9,7
Soluzione normale (I)	302	147,7	204	93,5
	222	109,6	113	94,0
Acqua	368,5	178,4	-11	-3,46
	304,8	149,1	-7	-3,19

per cui:

	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>m</i>
Cloruro ferrico ed ossido .	0,461	12,98	21,43
Soluzione normale I . .	0,739	97,09	100

e per l'equazione

$$21.4 = 0,068.100 + 0,932 m_1$$

si ebbe

$$m_1 = 0,157 m_0$$

Da queste e da altre esperienze analoghe fu dedotto $m_1 = 0,160$ per valor medio da adottarsi nei calcoli delle esperienze successive (1).

II. *Influenza del grado di concentrazione sulla dissociazione delle soluzioni d'ossido ferrico.*

A. *Cloruro ferrico.* Nel seguente quadro è posto a confronto il magnetismo di una serie (1—7) di soluzioni di

(1) Da comparazioni precedenti fatte fra il magnetismo di soluzioni basiche di cloruro ferrico, e quello di una soluzione acida di nitrato ferrico, si era ottenuto per m_1 un valore maggiore (0,2198). Ciò dipendeva da che, come mostrarono esperienze più recenti, malgrado la considerevole quantità di acido contenuta nella soluzione nitrica, questa presentava tuttavia ancora un poco di ossido colloide. Le antiche determinazioni delle quantità di ossido ferrico dissociato sono calcolate con i nuovi valori; tuttavia i risultati differiscono di poco dai primitivi, poichè il valore $m_0 - m_1$ al quale x è inversamente proporzionale, per la piccolezza di m_1 viene relativamente poco influenzato dalle variazioni di esso.

cloruro ferrico diversamente diluite, con quello di una soluzione normale d'acido nitrico (II). La soluzione controsegnata con (HCl) è formata dalla soluzione I mediante l'aggiunta di circa un egual volume di acido cloridrico concentrato. (Temp. 19° C.).

III.	SERIE I.				SERIE II.			
	M	M _t	T	q	M	M _t	T	q
Acqua . . .	233	115	—4,8	—36,2	—	—	—	—
	452	211,5	—15,5	—34,6	—	—	—	—
Fe ₂ Cl ₆ . . .	7. 452	211,9	27	60,6	—	—	—	—
	6. 233,5	115,2	20,5	154,5	483	224,5	273,1	148,4
	451	211,1	68,7	155,5	235,2	117,6	20	146,1
	5. 450,5	210,7	108,8	247,6	—	—	—	—
	232	114,5	32,5	247,0	—	—	—	—
	4. 231,8	114,4	72,5	554,3	—	—	—	—
	447	209,6	239,5	549,3	—	—	—	—
	Soluz. norm. II 445	208,6	171,5	397,4	234	115,5	50	374,8
Fe ₂ Cl ₆ (HCl) .	231,5	114,2	51,3	393,3	472	220,1	208	374,5
	440	206,4	449	1169	161	80,2	71,3	1109
	159,5	79,2	74,5	1177	233	115	142,5	1077
	3. 158,5	78,7	71,5	1144	233	115	143,3	1083
	227,5	112,3	142,5	1131	160	79,5	69,5	1074
	2. 226	111,5	220	1776	162	80,5	105,5	1613
	156,5	77,7	108	1772	232,5	114,7	212,5	1615
	1. 156,5	77,7	140,5	2303	233,5	115,2	290	2185
	226	111,5	291,2	2343	160,8	79,9	142	2204

Se si pone eguale a 99.2 il magnetismo per unità di peso del ferro della soluzione normale II contenente un poco di ossido libero, si ha:

SERIE I.				SERIE II.					
	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>m</i> corretta media	<i>x</i>	1- <i>x</i>	
Fe ₂ Cl ₆ . . .	1.	1,606	2358	99,6	2227	99,3	98,8	1,4	98,6
	2.	1,207	1806	101,7	1647	97,9	99	1,2	98,8
	3.	0,806	1172	98,7	1111	98,7	97,9	2,5	97,5
	4.	0,404	587	98,3	—	—	97,3	3,2	96,8
	5.	0,202	282	94,8	—	—	97,0	3,6	96,4
	6.	0,138	190	93,1	179	92,8	92,3	9,2	90,8
	7.	0,071	95	91,3	—	—	90,6	11,2	88,8
(HCl)	0,803	1208	102,1	1120	100	100,2	—	—	
Soluz. norm. II	0,292	430	100	408	100	99,92	—	—	

Secondo l'analisi, le soluzioni 1 — 7 contenevano 0,993 eq. di cloro (Cl_6) per 1 eq. di ferro; perciò, insieme al cloruro ferrico eravi nella soluzione il 0,7% di ferro allo stato di ossido colloide.

Un'altra soluzione cloridrica d'idrato ferrico, la quale conteneva solo 96^{eq},9 di acido cloridrico per ogni 100^{eq} d'ossido, fornì a diversi gradi di concentrazione i seguenti risultati:

IV.		M	M ₁	T	q	
Fe ₂ Cl ₆	(a)	440	210,5	24,7	54,3	
	(b)	228,5	112,7	20,2	159,2	
		439,5	210	73	160,8	
	(c)	439	209,8	113	249,4	
		228,5	112,7	32,2	253,7	
	(d)	227,5	112,8	70,5	561	
		437,5	209,1	252	560	
	(e)	227	112,0	149	1188	
		182	90,2	96	1180	
	(f)	182,5	90,4	150	1835	
		226	111,5	228,3	1795	
	(g)	182	90,2	200,5	2464	
		225	111,2	303,5	2454	
	Acqua.		441	210,8	—17,5	—39
			438,5	209,6	—17,2	—39
Soluz. normale II		225	111	56	454	
		440	210,3	208,5	459	

Da cui:

	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>x</i>	1— <i>x</i>
Fe_2Cl_6	(g) 1,491	2498	97,3	3,2	96,8
	(f) 1,119	1854	96,4	4,3	95,7
	(e) 0,747	1224	95,3	5,6	94,4
	(d) 0,375	600	93,0	8,3	91,7
	(c) 0,184	291	91,9	9,7	90,3
	(b) 0,129	199	90,2	11,7	88,3
	(a) 0,062	94	88,2	14,1	85,9
Soluzione normale II	0,292	498	99,2	—	—

Le anomalie nei risultati della serie I e II dipendono dalla diversa basicità delle soluzioni adoperate.

Dunque, in soluzioni fortemente concentrate il magnetismo atomico del ferro nel cloruro ferrico rimane pressochè costante, cioè di quest'ultimo se ne dissocia solo una quantità piccolissima. In soluzioni molto diluite, al contrario, la quantità dissociata del cloruro cresce assai rapidamente: talchè ad una temperatura media (20°C), in una soluzione la quale contenga 1^{sr} di ferro in 100^{cmc} già circa il 10% dell'ossido ferrico si trova nella soluzione allo stato colloide.

In soluzioni alcooliche il cloruro ferrico si comporta diversamente. Cinque soluzioni differentemente concentrate di questo sale, disciolto, come per le acquose, in circa un volume doppio o triplo di acido cloridrico, presentarono i seguenti risultati:

V.	M	M_1	T	q
(1).	475	225,4	294,5	579,3
	370	179,1	186	579,8
(2).	480	227,5	226	436,6
	374,5	181,1	144	439,1
(3).	481	228	148	284,7
	371	179,6	92,7	287,3
(4).	479,2	227,2	98,2	190,2
	376,2	181,8	63	190,5
(5).	481,5	228,1	38,8	74,5
	374,5	181,1	24,5	73,2
Soluzione normale III	475	225,4	261,5	51,4
	372	180	167	51,5
Alcool	480	227,5	—5	—9,6
<hr/>				
Soluzione normale III	354	172,3	38,7	130,6
Acqua	447	213,3	12,2	—2,7

Dalle ultime osservazioni si ottenne, per l'acqua, $w = -10,2$, adottando la stessa unità che nelle prime esperienze: quindi:

	f	d	m
(1).	1,672	58,9	35,3
(2).	1,255	44,7	35,7
(3).	0,836	29,6	35,4
(4).	0,557	20,0	35,9
(5).	0,239	8,3	35,8
Soluzione normale III	1,470	52,4	35,7

Dunque, il cloruro ferrico, in soluzioni alcooliche anche diluite d'assai, non si dissocia notevolmente.

B. *Nitrato ferrico*. Una soluzione la quale contenga quantità equivalenti di ossido ferrico e anidride nitrica (Fe_2O_3 e $3\text{N}_2\text{O}_5$), come indica il suo magnetismo relativamente piccolo, è già dissociata ad un grado di concentrazione alquanto elevato, e col diminuire di questa, aumenta la dissociazione, sebbene più lentamente che nel cloruro ferrico. Ecco i risultati ottenuti da una serie di soluzioni:

VI.	M	M_1	T	q
(1).	447	213,3	277,5	61
	353	171,3	179,5	61,2
(2).	448,5	214	306	45,0
	357	173,2	134,5	44,8
(3).	455	210,7	136,9	29,1
	361	175,0	90,1	29,4
(4).	425,5	204	90,1	21,6
	340,5	165,5	59,4	21,7
(5).	452	215,5	64	13,8
	360	174,5	42	13,8
(6).	419,6	201	24,1	5,9
Soluz. clorid. normale III	438,8	209,8	385,8	87,6
	348,5	169,3	248,5	86,7
Acqua	435,8	208,5	-6,5	-1,5

Se si pone di nuovo eguale a 100 il magnetismo, per unità di peso, del ferro contenuto nella soluzione normale, avremo:

	f	d	m	x	$1-x$
(1).	1,155	62,6	89,4	12,0	88,0
(2).	0,866	46,4	88,4	13,9	86,1
(3).	0,577	30,7	87,9	14,4	85,6
(4).	0,433	23,1	88,2	14,0	86,0
(5).	0,288	15,2	87,5	14,9	85,1
(6).	0,144	7,4	85,2	17,7	82,3
Soluzione normale III	1,470	89,0	100	—	100

La dissociazione varia meno ancora in una soluzione basica di nitrato ferrico, il quale per 1^{ea} di Fe_2O_3 contiene 0^{ea},73 di $(\text{N}_2\text{O}_5)_s$. Eccone alcuni esempi:

VII.	M	M_1	T	q
(1).	353	171,3	102	34,77
(2).	350	169,9	46	15,93
(3).	349,5	169,7	27,7	9,60
(4).	348	169	18,8	6,58
Soluzione normale IV	350,5	170,1	104,5	36,16
Acqua	347	168,6	—7	—2,46

da cui:

	f	d	m	x	$1-x$
(1).	0,479	37,23	75,1	29,6	70,4
(2).	0,239	18,39	75,0	29,3	70,2
(3).	0,160	12,06	73,7	31,3	68,7
(4).	0,120	9,04	73,7	31,3	68,7
Soluzione normale IV	0,377	38,62	100	—	100

C. *Solfato ferrico*. Una soluzione neutra di solfato ferrico ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{SO}_3$), ottenuta mediante l'aggiunta di una quantità calcolata di acido solforico ad una determinata quantità di solfato ferrico basico in soluzione, è ancora più dissociata, e contiene relativamente più ossido colloide disciolto che la soluzione neutra di nitrato ferrico.

Ricerche fatte su delle soluzioni diversamente concentrate, condussero ai seguenti risultati:

VIII.		M	M ₁	T	q
Solfato ferrico . .	(α)	229,5	113,2	93,5	7295
		443,5	211,8	337,8	7314
	(β)	442	211,2	242,5	5280
		229	113	67,5	5285
	(γ)	228,5	112,7	44	3466
		440	210,3	158,5	3403
	(δ)	441	211,8	69	1553
		229	113	19,7	1542
	(ε)	228,7	112,8	7,8	6134
		440	210,3	27	6106
Soluz. nitrica normale II		445	212,5	212,5	4572
		229,5	113,2	58,8	4587

Da questi numeri e dalla quantità di ferro contenuta nelle soluzioni se ne dedusse:

		<i>f</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>x</i>	1— <i>x</i>
Solfato ferrico	(α)	0,567	7699	79,1	24,8	75,2
	(β)	0,423	5677	78,2	26,0	74,0
	(γ)	0,285	3829	78,3	26,0	74,0
	(δ)	0,143	1942	79,1	24,6	75,4
	(ε)	0,073	1007	80,4	23,8	76,2
Soluzione normale . .		0,292	4970	90,2	—	—

Dunque, il magnetismo per ogni unità di peso, del ferro contenuto nelle soluzioni di solfato ferrico neutro varia insensibilmente col grado di concentrazione, anche quando le variazioni di quest'ultimo avvengono fra limiti assai estesi, come per soluzioni contenenti da 0^{gr},57 fino 0^{gr},07 di ferro per ogni 10^{cme}. Perciò, la quantità d'ossido dissociata rimane pressochè costante o ammonta circa al 25%, e quella unita all'acido rimane il 75% della quantità totale.

Tuttavia con soluzioni fortemente concentrate, la quantità di ossido ferrico dissociata diminuisce, come risulta dai numeri che seguono.

I X.	M	M ₁	T	q
Solfato ferrico . . I	232	114,4	174,7	133,6
	149,5	96,1	124,8	135,2
II	432	206,8	334,8	78,2
	342,8	166,6	215,5	77,6
Soluzione normale I	432,5	207	180,8	42,3
	345	167,7	119,8	42,5
Acqua	443,5	211,9	-5,6	-1,25
	404	194,5	-4,7	-1,24
da cui:				
	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>x</i> 1- <i>x</i>
Solfato ferrico . . I	2,54	136,2	90,9	10,8 89,2
II	1,630	79,1	82,4	21,0 79
Soluzione normale I	0,739	43,6	100	— 100.

La soluzione I era estremamente densa e dopo alcuni giorni si trasformò in una piastra cristallina.

Resultati del tutto analoghi si ottennero nelle ricerche sull'allume di ferro ammoniacale. La soluzione concentrata ottenuta sciogliendo il sale allo stato solido nell'acqua fu, mediante aggiunta di questa, ridotta fino ad $\frac{1}{4}$ e ad $\frac{1}{8}$ di concentrazione. E si trovò.

X.	M	T	q	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>x</i>
Soluzione normale . II	230	119,2	2251	0,292	2436	99,2	—
Solfato ferrico . . .	230	53,6	1014	0,177	1196	80,4	23,3
All. ferr.-amm. ¹⁶ (conc.)	229	170	3242	0,571	3424	79,4	24,6
» ($\frac{1}{4}$)	228	34,5	664	0,128	846	78,3	25,6
» ($\frac{1}{8}$)	227	12	233	0,639	415	76,6	27,2
Acqua	228,5	-9,5	-182	—	—	—	—
Soluzione normale . II	226	115,3	2257	—	—	—	—

Il valore della *x* relativo alla soluzione di allume ridotta ad $\frac{1}{8}$ di concentrazione, è già assai incerto a cagione della piccolezza di T.

Si può quindi concludere che anche nella soluzione dell'allume ferrico ammoniacale la dissociazione aumenta solo

di poco coll'allungamento, come già fu osservato per quella del solfato ferrico. Inoltre la quantità di ossido ferrico dissociata è quasi la stessa nelle soluzioni dei due sali. Dunque il sale alcalino contenuto nell'allume non ha nessuna influenza essenziale nella soluzione acquosa; così che probabilmente, l'allume in soluzione si decompone prima in solfato potassico e solfato ferrico, e dopo, una parte di quest'ultimo si dissocia.

III. *Influenza della temperatura sulla dissociazione dei sali ferrici.*

Secondo le mie ricerche dell'anno 1865 ⁽¹⁾, il magnetismo dei sali magnetici disciolti nell'acqua diminuisce coll'aumentare della temperatura, e si può esprimere colla formula

$$\mu_t = \mu_0 (1 - 0,00325 t)$$

essendo μ_0 il magnetismo del sale a 0°. Il coefficiente di t è quasi lo stesso per i diversi sali.

Siccome poi, nelle soluzioni dei sali ferrici, col crescere della temperatura, varia la quantità d'ossido dissociato; ne segue, che quella formula non è più valida quando si tratti di alte temperature. Quindi, volendo ristabilire quella relazione tenendo conto di questa circostanza, era necessario di determinare:

1°. La variazione del magnetismo di una soluzione fortemente acida di ossido ferrico, in cui non fosse supponibile la dissociazione dovuta al cangiamento di temperatura.

2°. La variazione del magnetismo di una soluzione di ossido ferrico colloide.

3°. La variazione del magnetismo nel palloncino ripieno di acqua.

A fine di conseguire, possibilmente, eguali variazioni di temperatura nel palloncino e nella sostanza contenutavi, quello era circondato da una cassa di lamiera a doppie pareti, situata nell'interno dell'apparecchio di torsione. L'involuppo

(1) *Pogg. Ann.* CXXVI.

parallelepipedo esterno era lungo 12^{cm}, largo 8^{cm}, ed alto 9^{cm}; quello interno, di forma cilindrica a sezione ellittica, era alto 7^{cm} e di 6^{cm},5 e 5^{cm},5 di diametri. Nella parte stretta della cassa era saldato un imbuto destinato a ricevere la punta smussata della elettro-calamita.

Lo spazio compreso fra i due involucri era riempito di acqua. Un termometro immerso nell'acqua stessa ed un altro, a bulbo piccolo e a tubo fino, immerso nella soluzione del palloncino fornivano le temperature dei due liquidi. Con una fiamma a gas, l'acqua della cassa veniva lentamente riscaldata a cominciare da 0°, mentre per altra via era tenuta in continua agitazione; e avanti di fare una determinazione di magnetismo si attendeva sempre che i due termometri differissero solo di pochi gradi.

Frequentemente le osservazioni erano condotte per temperature crescenti e per temperature decrescenti. Eccone i risultati:

Palloncino pieno d'acqua

XI.	<i>t</i>	M	M ₁	T	<i>q</i>
	4°	436	208,5	—14,1	—3,24
	15	433	207,3	—14,4	—3,35
	23	430	205,9	—14,1	—3,32
	33	426	204,2	—14	—3,36
	46	428	206	—14,1	—3,32

media 3,32

Dunque, il diamagnetismo del palloncino ripieno di acqua varia di pochissimo per l'innalzamento di temperatura. Lo stesso succede per le soluzioni diluite di sali acidi.

Soluzione concentrata e fortemente acida di cloruro ferrico.

XII.	<i>t</i>	M	M ₁	T	<i>q</i>	(μ)
	6	462,5	220,0	136,5	2820	97,9
	11	460,5	219,2	133	2769	96,1
	15,5	460,5	219,2	131	2727	94,7
	19,5	460,5	219,2	128	2665	92,6

t	M	M_1	T	q	(μ)
25,6	458,5	218,2	125	2619	91,0
31	457,5	217,8	122	2569	89,3
36	450,5	214,8	117	2536	88,2
41	443	211,5	111	2480	86,2
47	432	206,8	104,5	2393	83,3
58,5	438	209,4	102	2315	80,7
60,5	436,5	208,7	101	2318	80,7

Inoltre a 16°,5 C. :

Acqua	401,5	193,3	—7,7	—2,1
	226,5	111,8	—2,7	—2,2
Soluzione ferrica . .	405,5	195,0	370	96,2
	226	111,8	120,5	96,2

Da ciò ne segue che, per l'acqua, il valore di w relativo alla serie precedente è 5,7. Detratto questo valore da quello di q , colle differenze d risultanti e con i valori di t corrispondenti si costruì una linea, seguendo i metodi consueti, e prendendo $d = 100$ per $t = 0$.

Per il cloruro ferrico la linea risulta retta, e perciò « il magnetismo del cloruro ferrico in soluzione fortemente acida diminuisce uniformemente col crescere della temperatura : e precisamente secondo la formula

$$m_1 = m_0 (1 - 0,00333 t) \text{ »}.$$

Ossido ferrico colloide. Fu studiata una soluzione, la quale in 10^{cmc} conteneva 0^{gr}.429 di ferro allo stato di ossido colloide e 0^{gr}.031 allo stato di cloruro.

Le ricerche furono eseguite colla stessa disposizione d'apparecchio di quella indicata per i quadri II e XI: cosicchè, per ottenere il valore d del magnetismo del ferro contenuto nella soluzione bastava sottrarre da q il magnetismo dell'acqua $w = -3,32$. Ora, poichè si verifica che il magnetismo di una soluzione concentrata e neutra di cloruro ferrico va-

ria colla stessa legge di quello di una soluzione assai acida, e poichè con un grande eccesso di ossido ferrico nella soluzione è insupponibile che possa in essa ritrovarsi dell'acido cloridrico libero; ne segue che il magnetismo del cloruro ferrico nella soluzione basica si può calcolare secondo le formule che danno quello del cloruro in soluzioni acide per ciascuna temperatura. Sottratto il valore così trovato da d avremo il magnetismo dell'ossido colloide disciolto. La colonna μ_i del quadro seguente contiene questi valori calcolati per una soluzione contenente un grammo di ferro in 10^{cmc}, supposto = 100 il magnetismo di una eguale quantità di ferro combinato chimicamente, e alla temperatura di 0°. La colonna v dà, per le temperature corrispondenti, i rapporti del magnetismo di eguali quantità di ferro contenute nell'ossido colloide e nei sali ferrici non dissociati.

XIII.	t	M	M_i	T	q	d	μ_i	v
	3°	429	205,5	43,2	102,3	135,5	14,6	14,8
	6,5	426	204,3	42,2	101,0	134,2	14,5	14,8
	16,4	424	203,3	41,6	100,7	133,9	14,7	15,5
	29	423	202,9	39,8	96,7	129,9	14,4	15,9
	44	421,2	202,0	38,8	95,1	128,3	14,1	16,5
	53	419,4	201,2	37	91,4	124,6	14,1	17,1
	59	417	200,1	35,8	89,4	122,6	13,9	17,4
	3,5	416,5	199,9	41	102,6	135,8	14,7	14,9

Dunque, il magnetismo dell'ossido colloide diminuisce, col crescere della temperatura, un poco meno rapidamente che nei sali ferrici.

Mediante il valore di v si può calcolare la quantità dell'ossido dissociato nelle soluzioni dei sali ferrici alle diverse temperature, facendo uso della formula (I)

I. *Cloruro ferrico*. Una soluzione neutra di cloruro ferrico fornì i seguenti risultati:

XIV.	t	M	M_1	T	q	(μ)
	4	470,5	223,5	228	466	98,4
	11,2	464,5	221,2	217	443,5	95,9
	13	463,2	220,6	213	437,5	94,6
	18	457,2	217,8	206	434,2	93,9
	23	450	214,6	196	425,7	92,1
	33	440	210,3	180,2	407,6	88,3
	40	436,5	208,6	174	398,6	86,4
	44	430	205,9	168	396,2	85,8
	54,2	399	192,1	140	379,4	82,3
	65,5	378,5	182,9	122,5	366,2	79,5
	72,5	368	178,2	112	352,7	76,6

I valori (μ) sono calcolati come quelli del quadro XII, cioè sottraendo da q il corrispondente magnetismo dell'acqua — 7,3.

La soluzione conteneva 1^{sr}.825 di ferro in 10^{cmc}. Il rapporto fra il numero degli equivalenti di ferro (Fe_2) e di cloro (Cl_6) era di 100:98,9, perciò nella soluzione eravi circa 1% d'ossido colloide.

Dal confronto dei valori (μ) nei quadri XII e XIV, ne risulta che una soluzione concentrata di cloruro ferrico fino a 60° circa non si dissocia notevolmente.

Nitrato ferrico. La soluzione conteneva 1^{sr}.155 di ferro in 10^{cmc}. Il rapporto fra gli equivalenti di $Fe_2 O_3$ e $(N_2 O_5)_2$ era di 100:100.

XV.	t	M	M_1	T	q	(μ)	m_n	x
	6	495	234	205	3744	89,9	91,7	9,6
	15	493,5	233,4	192	3607	86,7	91,3	10,3
	20,5	490	231,8	186	3462	83,3	89,4	12,5
	25	488,5	231,1	180	3370	81,2	88,6	13,5
	31,5	483,5	229,1	169,2	3224	79,4	87,0	15,5
	36,5	478,2	226,7	163	3171	76,5	87,1	15,3
	41	474,5	225,2	156	3075	74,3	86,1	16,6
	46	470,5	223,3	150,5	3018	72,9	86,1	16,7
	51	440,5	210,5	128,5	2900	70,1	84,5	18,7
	55,3	435	208,0	122,5	2831	68,5	83,9	19,3
	62	431	206,3	114,5	2687	65,1	82,1	21,4

Per confrontare i risultati della soluzione di nitrato ferrico con quelli di una soluzione acidissima di cloruro e dell'acqua, sono utili le seguenti determinazioni (Temp. 18°5)

	M	M ₁	T	q
Nitrato ferrico. . .	450,1	214,6	307	67,5
	358	172,6	200,5	67,3
Cloruro ferrico. . .	451,5	215,3	440	94,9
	353	171,3	278	94,9
Acqua	448,5	214,0	—9,2	—2,01
	356,5	172,8	—6	—2,01,

da cui

	f	d	m
Nitrato ferrico. . .	1,155	69,5	85,5
Cloruro ferrico. . .	1,470	96,8	93,8

Gli ultimi dati contengono il magnetismo del ferro contenuto nella soluzione cloridrica (93,8) e nella soluzione nitrica (85,5) a 18°5, riferito al magnetismo (100) dell'unità di peso in ferro contenuto nella soluzione cloridrica a 0°. Corrispondentemente a questi valori, e riferendosi alla stessa unità, furono calcolati i valori di (μ) relativi alle soluzioni nitriche a differenti temperature, dopo aver detratto da q il magnetismo dell'acqua (—10,3) e quelli m_{11} furono ottenuti invece riferendosi al magnetismo = 100 del ferro in soluzione acida di cloruro e alla medesima temperatura. Da questi risultati e dai valori x del quadro XIII, mediante la formula I vennero calcolate le quantità x di ossido dissociato alle differenti temperature.

Dai valori x ne segue: che il magnetismo del ferro nelle soluzioni di nitrato ferrico diminuisce quasi proporzionalmente alla temperatura, e viceversa cresce nella stessa ragione la quantità di ossido dissociato. Questa cresce da 0° a 60° C, dal 10 fino al 20 % della quantità totale di ossido contenuto nella soluzione.

Solfato ferrico. La soluzione conteneva 1gr.501 di ferro in 10^{cmc}. Il rapporto fra gli equivalenti di (Fe, O₂) (SO₂), era di 100:100.

XVII.	<i>t</i>	M	M ₁	T	<i>q</i>	(<i>m</i>)	<i>m</i> ₁₁	<i>x</i>
	6	479,5	227,2	130	252	77,3	78,7	25,5
	11	484	229,2	127	242	74,2	77,2	26,8
	15	484,7	229,5	125,5	238	73,2	77,3	27,4
	20	484,5	229,5	121,7	230	70,4	75,4	29,1
	26	484,8	229,6	117,3	223	68,5	75,0	29,5
	30,5	483	228,8	113,5	215	66,4	73,9	31,1
	36	478,5	227,1	108	209	64,5	73,3	31,8
	41	473,5	224,7	103	204	62,6	72,8	32,5
	46	467,2	222,1	98	199	61,3	72,4	33,0
	56	455	216,8	89	189	58,4	71,8	34,0
	63	450,6	214,9	83	180	55,5	70,3	34,8
	69	446	212,9	79	176	54,3	70,6	35,7
	77	442	211,2	77	173	53,5	70,4	36,1

Per le riduzioni servono i numeri seguenti (Temp. 16° C.).

	M	M ₁	T	<i>q</i>
Solfato ferrico . . .	459,5	218,8	355	74,1
	242	119,3	106,8	73,3
Cloruro ferrico. . .	463,5	220,6	461,5	94,8
	244	120,2	136	94,1
Acqua	401,5	193,3	—7,7	—2,1

Da questi ne risulta, che il magnetismo del ferro nella soluzione del solfato ferrico a 16° C., è 0,773 di quello del ferro nella soluzione del cloruro. E poichè il magnetismo di quest'ultimo, riferito a quello della medesima soluzione a 0° preso come 100, è eguale a 94,7, ne segue che quello del solfato a 16°, riferito alla medesima unità, risulta 73,2. Con questo valore poi si calcolarono tutti gli altri come fu fatto per la soluzione di nitrato ferrico.

I quadri precedenti dimostrano una differenza essenziale fra le proprietà della soluzione di nitrato e quella di solfato ferrico. Mentre nella prima il magnetismo del ferro diminuisce quasi proporzionalmente al crescere della temperatura, nella seconda la diminuzione è alquanto più lenta; e corri-

spondentemente, la quantità di ossido dissociata cresce nella prima proporzionalmente all'innalzamento di temperatura, mentre nella seconda in proporzione minore.

Krecke (1) notò già, che col tempo aumentava la quantità dissociata di ossido, specialmente in soluzioni diluite. Nelle ricerche precedenti eseguite con soluzioni concentrate, il riscaldamento avveniva nel modo più lento possibile, così che, nelle ripetute osservazioni fatte per la medesima temperatura, il magnetismo della soluzione, non variava notevolmente. Anche i magnetismi ottenuti ad una certa temperatura pervenendovi per raffreddamento, erano pressochè eguali a quelli corrispondenti alla medesima temperatura raggiunta col riscaldamento della sostanza, ciò conferma il fatto che la dissociazione e ricomposizione del sale, erano già terminate in ambedue i casi.

IV. *Combinazioni dell'ossido ferrico in presenza di quantità differenti di acido.*

I. *Acido nitrico e ossido ferrico.* Dell'ossido ferrico precipitato di fresco fu fatto digerire a freddo con una soluzione convenientemente diluita di acido nitrico. Alla soluzione bruna furono aggiunte in seguito differenti quantità di acido nitrico, e così si ottenne una serie di soluzioni in cui variava il rapporto della base coll'acido.

Dal magnetismo delle soluzioni si poteva determinare per ciascuna la quantità dissociata di ossido. Nei quadri seguenti le notazioni hanno il medesimo significato che in quelli precedenti, solo è da aggiungere che con *S* si indica il peso dell'acido contenuto in 10^{cmc} di soluzione; e con *y* il quoziente di $1 - x$ per il numero d'equivalenti dell'acido impiegato, cioè il numero d'equivalenti di nitrato ferrico che si è formato con un equivalente di acido.

(1) Kolbe's J. III. p. 286. 1871.

XVII.	M	M ₁	T	q	d		
(1)	559	218,5	118,7	248,6	277		
	367	177,7	79	250,1			
(2)	464,2	220,8	125	256,5	285		
	366	177,3	81,5	259,3			
(3)	464,5	220,9	122,8	251,8	280		
	365	167,8	79	252,7			
(4)	461,6	219,8	108,8	225,3	254		
	360,2	174,6	69,5	228,0			
(5)	458,8	218,4	95	199,1	227		
	359	174	60,5	199,9			
(6)	453,5	216,1	43	92,0	120		
	360,5	174,7	28,2	92,4			
Fe ₂ Cl ₆ + HCl	354	171,8	387,5	131,3	134		
	241,2	119	185,5	131,0			
Acqua . . .	447	212,9	—12,2	—2,69	—		
	345,5	168	— 8	—2,83			
da cui							
	S	Eq.	f	m	x	1—x	y
(1)	0,967	80	0,416	73,5	32,0	68	0,85
(6)	0,423	80	0,181	73,2	31,7	68,3	0,85
(2)	1,018	90,5	0,386	81,7	22,7	77,3	0,85
(3)	1,070	102	0,360	85,8	16,8	83,2	0,82
(4)	1,157	126	0,316	88,9	13,1	86,9	0,69
(5)	1,227	151	0,279	89,9	11,9	88,1	0,58
Soluz. normale	—	—	1,470	100	—	—	—

La soluzione (6) fu ottenuta dalla (1) mediante aggiunta di acqua

2. *Acido solforico ed ossido ferrico.*

XVIII.	M	M ₁	T	q	d
(1)	441	208	66	1513	1866
	234,5	115,7	20,3	1516	
(2)	233,5	115,2	28	2109	2514
	440	208,4	92,7	2139	

	M	M ₁	T	q	d
(3)	439,5	208,1	102,2	2313	2709
	233,5	115,2	31,4	2364	
(4)	232,5	114,7	31,7	2410	2775
	439	208	105,8	2450	
(5)	439	208	103,6	2406	2725
	232,5	114,7	31,7	2411	
(6)	233	115	31,6	2391	2729
	438,2	207,6	102,3	2377	
(7)	439,5	208,2	97,7	2258	2619
	232,8	114,9	30,2	2289	
Soluzione normale	437,8	207,4	180,5	4195	4522
	234	115,5	55,5	4160	
Acqua.	233	115	—41,8	—363	
	439,5	208,1	—15,2	—344	

da cui :

	S	Eq.	f	m	x	1—x	y
(1)	0,314	75,3	0,206	58,1	49,8	50,2	0,68
(2)	0,434	101,2	0,200	80,2	23,5	76,5	0,76
(3)	0,532	127,1	0,195	88,8	13,4	86,6	0,68
(4)	0,627	153,1	0,191	92,8	8,5	91,5	0,60
(5)	0,721	180,2	0,187	94,3	6,7	93,3	0,52
(6)	0,798	203,1	0,183	95,3	5,6	94,4	0,46
(7)	0,955	255,0	0,175	95,5	5,3	94,7	0,37
Soluz. normale	—	—	0,292	99,2	—	—	—

Da una seconda serie risultò :

XXI.	M	M ₁	T	q	d
Ac. solf. e ossido ferrico (1)	257,5	126,6	38	2370	2717
(2)	441	206,8	133,8	3134	3485
	235	116	42,3	3143	
(3)	234	115,5	47	3523	3895
	443	207,7	151,5	5573	
(4)	444	208	169,5	3931	4263
	235	116	52,5	3901	

..

	M	M ₁	T	q	d
Soluzione normale. . .	234,5	115,7	52	3922	
	443	207,8	166,5	3872	
Ac. solf. e ossido ferrico (5)	442,5	207,4	171,8	4005	4304
	233	115	51,7	3909	
(6)	233	115	52,5	3970	
	442	207,2	168,7	3941	4302
(7)	440,5	206,5	164	3858	
	232	114,5	51,5	3928	4240
(8)	231,3	114,1	50,3	3864	
	439,5	206,1	163,5	3864	4211
Soluzione normale. . .	438	205,3	166,2	3955	
	229,5	113,2	50,2	3916	4263
Acqua	435,8	204,7	—14,5	—347	

da cui :

	S	Eq.	f	m	x	1—x	y
(1)	0,540	73,4	0,343	53,8	55,1	44,9	0,61
(2)	0,618	85,1	0,339	69,8	35,9	64,1	0,75
(3)	0,705	98,6	0,334	78,4	25,8	74,2	0,75
(4)	0,786	111,5	0,329	88,0	14,3	85,7	0,77
(5)	0,855	122,8	0,325	89,8	12,2	87,8	0,71
(6)	0,989	146,6	0,315	92,8	8,5	91,5	0,62
(7)	1,192	182,8	0,304	94,6	6,4	93,6	0,51
(8)	1,379	219,6	0,293	97,7	2,7	97,3	0,44
Soluz. normale	—	—	0,292	99,2	—	—	—

e da una terza :

XX.	M	M ₁	T	q	d
Acido solf. e ossido ferr. (a)	434,5	210,9	249,6	5618	
	227,8	112,4	70,8	5606	6007
(b)	226,5	111,7	75,2	6144	
	434	210,7	269,5	6072	6503
(c)	433	210,2	304,5	6890	
	228	112,5	68,	6795	7287

	M	M ₁	T	q	d
(d)	226,7	111,8	92,2	7381	
	436	211,6	328,5	7331	7729
	432	209,8	321	7290	
(e)	225,7	111,3	95,5	7713	
	432	209,8	337,5	7663	8083
(f)	432,5	210	339	7685	
	226,5	111,7	96	7700	8087
(g)	430	200,9	342,5	7834	
	227	112	97,8	7796	8210
(h)	226	111,5	95,5	7685	
	430	208,9	333	7628	8051
(i)	429,5	208,2	326	7523	
	226,7	111,8	94,3	7550	7931
Soluzione normale . . .	228,5	112,7	57	4545	
	435	211,3	206	4616	4975

da cui :

	S	Eq.	f	m	x	1—x	y
(a)	0,982	75,9	0,603	57,93	50,0	50,0	0,66
(b)	1,061	84,0	0,589	64,18	42,7	57,3	0,68
(c)	1,145	92,6	0,577	73,50	31,7	68,3	0,73
(d)	1,208	99,6	0,566	79,45	24,4	75,6	0,76
(e)	1,246	103,8	0,560	84,03	19,0	80,0	0,77
(f)	1,286	108,2	0,554	84,92	17,9	82,1	0,76
(g)	1,360	117,6	0,540	88,49	13,7	86,3	0,73
(h)	1,494	135,2	0,515	90,86	10,9	89,1	0,66
(i)	1,620	153,1	0,494	3,46	7,8	92,2	0,60
Soluz. normale —	—	—	0,292	99,2	—	—	—

3. *Vinato ferrico*. Le ricerche con questo sale non sono molto sicure, poichè l'ossido ferrico, nella soluzione, col tempo si riduce a ferroso. Perciò non si possono ottenere che dei risultati finali approssimativi. La formula del sale che contiene un eq. di acido vinico è $C_4 H_4 (OH)_2 (COOFe)_2$, se il peso atomico del ferro si assume eguale a 18,7.

Acido vinico	1	2	3	4	6	8 Eq.
<i>fe</i>	0,380	0,351	0,326	0,304	0,268	0,239
<i>x</i>	56,8	49,2	43,8	38,6	31,0	26,6
1— <i>x</i>	43,2	50,8	56,2	61,4	69,0	73,4

Perciò, mentre in una soluzione non troppo diluita di ossido colloide a cui si aggiunga più o meno di acido cloridrico avviene sempre, che la quantità totale di acido è unita ad una equivalente quantità di ossido, fino a tanto che quest'ultimo è in dose sufficiente; le soluzioni contenenti acido nitrico o solforico presentano delle proprietà del tutto differenti. In ambedue, quando siano ricche in ossido ferrico, l'aggiunta di una quantità sempre maggiore di acido aumenta la quantità di sale corrispondente, ma tuttavia, anche per un eccesso considerevole di acido, rimane sempre in presenza di questo una porzione assai grande di ossido libero.

Supponiamo che l'acido nitrico che si trova in una soluzione basica di nitrato ferrico, corrisponda a meno di un equivalente dell'ossido ferrico: l'aggiunta dell'acido farà aumentare la dose del sale ma in ragione sempre più piccola, talchè per es. per quantità equivalenti di acido e di ossido circa l'80% di essi trovansi combinati, e il 20% rimangono allo stato libero; per 1 eq. $\frac{1}{2}$ di acido sopra 1 eq. di ossido trovasene solo l'89% allo stato di combinazione ec. Nello stesso modo si comporta il vinato di ferro, in cui, anche in presenza di 8 eq. di acido vinico, trovasi il 26,6% d'ossido dissociato.

L'aggiunta di acido solforico ad una soluzione basica di solfato ferrico accresce dapprima, diversamente da ciò che avviene coll'acido nitrico, la quantità di solfato in proporzione maggiore dell'acido aggiunto, fino a che l'ossido e l'acido essendo in quantità equivalenti il 75% sono allo stato di solfato: ma per aggiunte ulteriori di acido, il sale cresce in proporzione sempre più lenta: così per 1 eq. $\frac{1}{2}$ e 2 eq. di acido sopra 1 eq. di ossido, trovasi rispettivamente l'86% e il 96% di quest'ultimo allo stato di solfato.

La quantità (*y*) di ossido combinato, per ogni equiva-

lente d'acido impiegato, diminuisce regolarmente nella soluzione nitrica prima con lentezza, poi con rapidità sempre crescente; cresce invece da prima nella soluzione solforica fino a tanto che l'acido e la base sieno in quantità equivalenti, per poi decrescere sempre più rapidamente.

Perciò, anche in queste relazioni, si manifesta una differenza nelle proprietà dell'acido solforico in riguardo all'ossido ferrico, analoga a quella che riscontrasi nella dissociazione del sale corrispondente a temperatura più alta.

V. Doppia decomposizione fra i sali ferrici ed altri sali.

In una soluzione di un sale ferrico si versi la soluzione di un altro sale il cui acido sia differente da quello del sale ferrico; una doppia decomposizione avrà luogo in parte fra i due sali. Supponiamo che la nuova combinazione ferrica sia suscettibile di una dissociazione differente da quella del sale primitivo, è evidente che per mezzo delle determinazioni magnetiche si potrà calcolare la nuova quantità di ossido dissociato. In questo modo ad una soluzione di cloruro ferrico, la quale, quando non sia troppo diluita, non è notevolmente dissociata, furono aggiunte soluzioni di altri sali differenti, ovvero disciolti direttamente quest'ultimi nella soluzione cloridrica.

Una soluzione di acetato ferrico si ottenne facendo precipitare una soluzione di solfato ferrico contenente quantità equivalenti di acido e di ossido mediante l'acetato di piombo, e separando il precipitato per filtrazione.

Le tracce di solfato di piombo rimaste nella soluzione non avevano nessun'influenza sul suo magnetismo.

I risultati sono tradotti nei seguenti quadri conservando le notazioni precedenti. I valori d del magnetismo del ferro nelle diverse soluzioni si ottengono sottraendo dal magnetismo della soluzione quello dell'acqua e quello dell'altro sale disciolto. Quest'ultimo è trascurabile per i solfati, nitrati e acetati di potassa, soda, ammoniaca, zinco e magnesia; ma è da tenerne conto nei solfati ramico, nicheloso, cobaltoso e manganoso.

XXI	M	M ₁	T	q	d	f	m	x
Acqua	359	174	-10	-3,34	—	—	—	—
Fe ₂ Cl ₆ + HCl . .	325,8	159,8	126,5	49,6	52,97	0,374	100	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
MgSO ₄ 1/2 eq. .	344,5	167,4	171,5	61,2	64,5	0,499	91,4	10,3
1 eq. .	340,8	165,7	115,1	41,9	45,2	0,374	85,4	17,3
2 eq. .	351,3	170,6	76,2	26,2	29,5	0,250	83,6	19,5
4 eq. .	332,2	161,7	47	18,0	21,3	0,187	80,6	23,1
MgSO ₄ Soluz. .	356	172,7	-10	-3,35	—	—	—	—

XXII.

Fe ₂ Cl ₆ + HCl . .	366,1	177,5	159	50,47	53,81	0,374	100	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
ZnSO ₄ 1/2 eq. .	366,5	177,5	191,8	60,8	64,2	0,499	89,5	12,7
1 eq. .	365,5	177,0	134	42,8	46,0	0,374	85,5	17,2
2 eq. .	363,8	176,2	81,7	26,3	29,6	0,250	82,6	20,7
4 eq. .	362,5	175,6	57	18,5	21,3	0,187	81,5	22,1
Na ₂ SO ₄ Soluz. .	361,5	175,1	-11	-3,61	—	—	—	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
Na ₂ SO ₄ 1/2 eq. .	356	172,7	133	44,6	48,0	0,374	89,1	13,0
1 eq. .	354	171,8	78	26,4	29,8	0,250	82,8	20,5
1 1/2 eq. .	352,5	171,1	52,5	17,9	21,3	0,187	79,1	24,9
2 eq. .	350,5	170,2	39,5	13,6	17,0	0,150	78,9	25,1

XXIII.

Nitrato fer. nor. .	356	172,7	120	40,2	43,6	0,311	99,2	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
(NH ₄) ₂ SO ₄ 1/4 eq. .	363,5	176,1	201	64,8	68,2	0,499	98,0	2,5
1/2 eq. .	361,5	175,2	139	45,3	48,7	0,374	93,2	8,2
1 eq. .	361	175	83	27,1	30,5	0,250	87,6	15,0
2 eq. .	361	175	40,5	13,2	16,6	0,150	79,6	24,8
3 eq. .	357	173,3	24,5	8,2	11,6	0,107	77,5	27,8

XXIV.

Fe ₂ Cl ₆ + HCl . .	362	175,4	151,7	49,3	52,7	0,374	100	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
CuSO ₄ 1/2 eq. .	368,5	178,4	159	50,0	49,0	0,374	93,3	8,0
1 eq. .	368	178,2	106	33,4	30,9	0,250	88,3	14,0
1 1/2 eq. .	368,5	178,4	82,3	25,9	22,7	0,187	86,5	16,5
2 eq. .	368,4	178,4	66,7	20,9	17,4	0,150	82,5	20,8
Soluz. dil. CuSO ₄	368	178,2	17	5,36	8,7	—	—	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
MnSO ₄ 1/2 eq. .	368	178,2	274,2	86,4	50	0,374	95,2	5,7
1 eq. .	367	177,8	252	79,7	30,5	0,250	87,2	16,4
1 1/2 eq. .	366	177,3	243,3	77,5	21,8	0,187	81,3	22,3
Soluz. dil. MnSO ₄	368,5	178,4	240	75,4	78,7	—	—	—

XXV.	M	M ₁	T	q	d	f	m	x
Fe ₂ Cl ₆ + HCl . .	305	149,2	107	48,1	51,4	0,374	100	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
Co So ₄ $\frac{1}{2}$ eq. . .	307	150,2	162	71,8	49,4	—	96,6	4,1
1 eq. . .	337,5	164,5	166,3	48,0	51,4	—	89,5	12,4
Soluz. dil. Co So ₄ .	338,2	164,5	130	61,5	30,6	—	—	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
Ni So ₄ $\frac{1}{2}$ eq. . .	311,5	152,2	133,5	57,0	49,0	—	95,7	5,1
1 eq. . .	324,5	158,2	108	43,2	30,6	—	89,6	12,4
Soluz. dil. Ni So ₄ .	331	161,2	53,3	71,2	74,6	—	—	—

XXVI.

Fe ₂ Cl ₆ + HCl . .	425,5	203,9	412,3	93,5				
	339,5	165	270	98,0	99,5	2,750	100	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
NH ₄ NO ₃ $\frac{1}{2}$ eq.	438	209,3	133,7	30,5				
	349,5	169,7	88,2	30,6	31,8	0,874	100,5	—
1 eq. . .	435,8	208,5	121,6	28,0				
	347,7	168,9	80,2	28,1	29,3	0,823	98,3	2,0
2 eq. . .	433,8	207,7	108,7	25,2				
	343	166,7	71	25,6	26,6	0,751	97,8	2,6
3 eq. . .	430,5	206,1	96,5	22,7				
	344	167,2	64	22,9	24,0	0,672	98,9	1,3
4 eq. . .	430	205,7	88,1	20,8				
	342	166,2	58,2	21,0	22,1	0,612	100	—
Fe ₂ Cl ₆ diluito. .	428	205,7	76,4	18,2				
	343	166,7	51	18,3	19,5	0,550	95,5	5,3

XXVII.

Fe ₂ Cl ₆ + HCl . .	342,8	166,6	272,8	98,3				
	288,5	139,0	188,8	97,7	101,3	0,954	100	—
Acqua	342	166,2	—7,5	—2,7	—	—	—	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con								
KNO ₃ 1 eq. . . .	358	173,6	121	40,2				
	300,5	147	86,2	39,9	42,8	0,417	96,9	3,7
Na NO ₃ 1 eq. . .	356,3	172,8	120,2	40,3				
	299,5	146,5	85,2	40,0	42,9	0,416	97,1	3,5
Na ClO ₃ 1 eq. . .	346,5	168,4	109,5	38,6				
	227	140,6	76,5	38,7	41,4	0,418	93,1	8,1
Acet. sodico 1 eq.	342,2	166,3	29,2	10,5				
	285	139,7	20,6	10,5	13,3	0,417	39,1	82,2
Acqua	353,5	171,6	114,5	38,9				
	291,5	142,7	80,7	39,6	42,0	0,416	95,1	5,8
Ac. vinico 1 eq. .	344,5	167,4	113,8	40,6				
	286,1	140,2	80,2	40,8	43,5	0,416	98,5	1,8

XXVIII.	M	M ₁	T	q	d	f	m	z
Fe ₂ Cl ₆ + H Cl .	366	177,3	302,8	96,3				
	298,7	146,1	203,8	95,5	98,4	0,954	100	—
Acqua	349	169,5	-7,2	-2,5	—	—	—	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con KNO ₃ 1/2 eq. . .	376	181,9	177	53,5				
	311	152	124,1	53,7	56,1	0,560	97,2	3,38
3/8 eq. .	373	180,5	174,7	53,6				
	303	170,9	118	53,7	56,2	0,560	97,1	3,40
1/4 eq. .	367,5	178	165,8	52,3				
	300,7	147,1	113,3	51,6	54,5	0,557	98,9	1,31
1/6 eq. .	367,5	178	168,8	52,3				
	300,3	146,9	114,6	53,1	55,7	0,557	96,9	3,64
Na NO ₃ 1/2 eq. .	362,5	175,6	166,6	54,0				
	298,7	146,1	115	53,9	56,1	0,559	97,7	2,72
Acqua	377	182,2	178,5	53,7				
	311	152	124,5	53,9	56,3	0,555	98,2	2,07

XXIX.

Fe ₂ Cl ₆ + H Cl .	364	176,5	50,8	163,1				
	468	222,3	80	161,8	174,4	0,780	100	—
Acqua	473,2	224,8	-6,1	-12,1	—	—	—	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con Acet. sodico 1 eq.	482	228,4	18	34,5				
	376	181,8	11,7	35,4	47,0	0,457	30,6	82,4
Acet. potas. 1 eq.	484	229,3	22	41,8	53,9	0,513	32,0	80,9
Acet. ferrico . . .	481,5	228,2	22,2	42,6				
	372	180	13,5	41,6	54,2	0,520	31,0	82,0

XXX.

Fe ₂ Cl ₆ + H Cl .	352	170,9	276,5	94,7				
	289,5	141,7	190	94,6	97,2	0,954	100	—
1 eq. Fe ₂ Cl ₆ con Acet. sod. 1/2 eq.	356,8	173,1	80	26,7				
	289,5	141,7	53,7	26,7	29,2	0,559	51,3	49,2
3/8 eq.	354,2	171,9	99,6	33,7				
	289,5	141,7	68,1	33,9	36,3	0,559	63,8	43,5
1/4 eq.	353,7	171,5	118	40,1				
	291,7	142,8	82	40,2	42,7	0,558	75,0	29,7
1/6 eq.	352	170,9	131	44,9				
	289	141,5	90	44,9	47,4	0,554	83,0	20,2

(Continua)