

COMPLEXOS DE DIBENZILFENISFOSFINÓXIDO COM TIOCIANATOS DE LANTANÍDIOS

A. M. GALINDO MASSABNI *
E. BERWERTH STUCCHI **
A. C. PEREIRA CAIRES **

EQ/44

GALINDO MASSABNI, A. M.; BERWERTH STUCCHI, E.; PEREIRA CAIRES,
A. C. Complexos de dibenzilfenilfosfinóxido com tiocianatos de lantanídeos. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 4: 81-6, 1979.

RESUMO: Os complexos formados na reação entre tiocianatos de alguns lantanídeos e o dibenzilfenilfosfinóxido (DBFPO) foram isolados como sólidos bem cristalizados. Os compostos foram formulados como $[\text{Ln}(\text{NCS})_3(\text{DBFPO})_4]$ onde Ln = Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy e Y. A coordenação do grupo tiocianato e do fosfinóxido é discutida com base nos dados de condutividade em solução e de espectroscopia vibracional.

UNITERMOS: Complexos de Lantanídeos; Fosfinóxidos; Coordenação do íon tiocianato.

INTRODUÇÃO

A síntese e a caracterização de complexos de fosfinóxidos terciários com sais de íons lantanídeos tem sido objeto de alguns trabalhos neste laboratório^(1, 2, 3). Observa-se que quando o fosfinóxido utilizado é de pequeno tamanho obtém-se complexos onde a relação ligante/metal é 4,5 ou até 6:1. Entretanto, ligantes volumosos provocam um razoável impedimento estérico e a relação 4:1 é observada na maioria dos casos, sendo a coordenação completada via ânion presente. Alguns exemplos

podem ser citados^(1, 2): $[\text{Nd}(\text{TMPO})_6](\text{ClO}_4)_3$, $[\text{Nd}(\text{TEPO})_4](\text{ClO}_4)_3$, $[\text{Nd}(\text{ClO}_4)_2(\text{TEPO})_4](\text{ClO}_4)_2$, $[\text{NdCl}_2(\text{TFPO})_4]\text{PF}_6$, $[\text{Ln}(\text{ClO}_4)_2(\text{DBFPO})_4]\text{ClO}_4$, onde TMPO, TEPO e TFPO são respectivamente trimetil, trietil e trifenilfosfinóxido.

Naturalmente a tendência para a coordenação do ânion é também um fator importante. Assim, quando se utiliza sais de ânions como nitrato, tiocianato ou cloreto obtém-se, em geral, com-

* Professor Assistente Doutor junto ao Departamento de Química Inorgânica do Instituto de Química da UNESP.

** Aluno de Iniciação Científica do Instituto de Química da UNESP.

plexos onde estes íons são coordenados e um número menor de moléculas de fosfinóxido ligadas, como por exemplo: $[NdX_3L_3]$, com $X=NO_3^-$ e $L=TMPO^{(3)}$, $TEPO^{(6)}$, $DBFPO^{(3)}$, $TFPO^{(4)}$ ou $X=NCS^-$ e $L=TFPO^{(6)}$, $TOPO^{(6)}$ (trioctilfosfinóxido), $TBPO^{(6)}$ (tributilfosfinóxido), ou ainda $X=Cl^-$ e $L=TFPO^{(6)}$, $TOPO^{(6)}$, $TBPO^{(6)}$.

Era de interesse investigar a competição ânion-ligante pela esfera de coordenação do íon metálico desde que o tiocianato é um bom ligante e o DBFPO sendo um ligante volumoso deveria provocar a formação de complexos com número de coordenação baixo.

Os íons lantanídeos (Ln^{3+}) possuem estruturas eletrônicas nas quais os orbitais 4f incompletos não são os mais externos estando protegidos pelo octeto de $5s^25p^6$ e portanto são menos suscetíveis de participar de ligações químicas, diferentemente dos metais de transição. Os lantanídeos são ácidos duros típicos. Assim sendo, a formação de complexos de Ln^{3+} com ligantes neutros deve ser relacionada com a interação eletrostática entre o íon e o ligante (dipolo). A estequiometria observada depende fortemente da carga do dipolo, do volume do ligante e do raio iônico do metal, estes últimos fatores sendo responsáveis pelos efeitos estéricos. É um fato observado inúmeras vezes que com um mesmo ligante o número de coordenação tende a diminuir ao se passar do lantânio ao lutécio, fato pelo qual é responsável e assim chamada contração lantanídica.

Os fosfinóxidos terciários são um grupo de ligantes neutros onde o fósforo é tetracoordenado e há evidências de que a ligação P-O tem caráter de dupla ligação com uma razoável contribuição π sendo o oxigênio, negativamente carregado, o átomo doador^(7, 8).

O íon tiocianato pode se coordenar tanto através do seu átomo de nitrogênio como de enxofre. O primeiro caso ocorre preferencialmente na presença de ácidos duros e em geral se observa a formação de isotiocianatos-complexos de lantanídeos^(5, 9).

PARTE EXPERIMENTAL

Reagentes: Todos os produtos utilizados foram de pureza analítica. O DBFPO foi preparado como descrito anteriormente⁽¹⁰⁾ e purificado através de recristalizações sucessivas em etanol/água. Os tiocianatos de lantanídeos foram obtidos a partir dos óxidos (99,9%) com exceção do sal de cério, obtido a partir do $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$. Os óxidos foram dissolvidos em HCl 0,1M e nas soluções dos cloretos obtidos (ou de nitrato de cério) foi feita a precipitação homogênea dos carbonatos básicos de lantanídeos através da hidrólise da uréia em pH 5⁽¹¹⁾. Os carbonatos básicos, após eliminação de Cl^- por repetidas lavagens, foram secos em dessecador, contendo P_2O_5 , até massa constante e em seguida dissolvidos com HNCS diluído⁽¹²⁾. O ácido HNCS foi obtido a partir de uma solução diluída de KNCS por eluição em resina catiônica Dowex 50W-X8 na forma H^+ . A solução do ácido eluído foi recebida diretamente sobre o carbonato sólido, utilizando-se o título da solução de KNCS de partida como controle da quantidade de NCS- adicionada. O controle de pH na resina é importante pois em pH baixo o ácido tiocianico se decompõe rapidamente. Esse controle foi feito pela diluição da solução de KNCS adicionada à resina. Nas soluções finais de tiocianatos de lantanídeos sempre se conservou excesso de carbonato sólido e pH 5. O excesso de sólido foi separado por filtração e a solução aquosa foi concentrada por evaporação. A secagem final foi feita em dessecador contendo P_2O_5 .

Complexos: Os complexos foram obtidos pela adição de tiocianato de lantanídeo em etanol anidro à solução de ligante em 1,2-dicloroetano. Os complexos foram isolados como cristais após vários dias em repouso.

Análises: O ligante foi analisado gravimetricamente após dissolução do complexo em etanol seguida de adição H_2O para precipitar o ligante. Na solução aquosa livre de ligante fez-se a análise do lantanídeo por titulação com EDTA usando-se xilenol-orange como indicador. Em alguns complexos obtidos em pequena quantidade foi feita a determinação de Ln^{3+} diretamente sem elimi-

nação prévia de ligante e análise elementar de carbono e hidrogênio pelo Laboratório de Microanálise do Instituto de Química da USP.

Instrumentação: Os espectros vibracionais foram obtidos no aparelho Perkin-Elmer IR-425 com janelas de KBr, em emulsão de nujol e os intervalos de fusão determinados no aparelho Mettler FP-2. A condutividade das soluções dos complexos em nitrometano foram medidas no condutômetro Methrom E365 B com cela de constante igual a $0,785cm^{-1}$ e a $25,0^\circ C$ ($\pm 0,1^\circ C$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados analíticos (tabela I) são concordantes com a formulação $[Ln(NCS)_3(DBFPO)_4]$. Ao efetuar-se as sínteses procurou-se controlar o pH e a temperatura para evitar uma possível decomposição do tiocianato. Entretanto, durante a evaporação das soluções aquosas dos tiocianatos de lantanídeos notou-se o aparecimento de cor amarela ou rosada em alguns casos. Ao dissolver o sal em solvente orgânico houve uma intensificação da cor dependendo do solvente, seguindo aproximadamente a ordem: água < 1,2-dicloroetano < álcool < benzeno < acetona nitrila.

Este aparecimento de cor a despeito dos cuidados adotados, pode ser devido à decomposição do tiocianato provocada por uma alta concentração local do ácido tiocianico durante a eluição na resina. Não foi feita a purificação dos sais assim obtidos porque se verificou que a cor permanecia em solução após a cristalização dos complexos e estes eram puros de acordo com os espectros vibracionais e os resultados analíticos.

Os complexos são solúveis na maioria dos solventes orgânicos e as condutâncias molares em solução $10^{-3}M$ em nitrometano são da ordem de $10\Omega^{-1}cm^2mol^{-1}$. Estes resultados mostram que em solução os grupos tiocianato estão coordenados, o que provavelmente também ocorre no estado sólido.

Complexos com 3 ou 4 moléculas de fosfinóxido coordenadas além do tiocianato foram obtidos por COUSINS e HART⁽⁵⁾, utilizando TFPO como ligante. Com os lantanídeos de maior raio iônico ($La-Sm$) obtiveram o tris-complexo e com os demais, o tetraquis, exceto no caso do samário, onde as duas formas foram obtidas. Este comportamento não foi observado no presente trabalho, onde só o tetraquis-complexo foi obtido para qualquer lantanídeo, o que se pode atribuir, talvez, ao menor impedimento estérico exercido pelo DBFPO devido à menor proximidade dos radicais fenila do grupo P-O comparado com o TFPO.

TABELA I — Resultados experimentais para os compostos $[Ln(NCS)_3(DBFPO)_4]$.

Complexo	Rendimento (%)	% Ln ³⁺		% DBFPO		Intervalo de fusão (°C)
		Teor.	Exp.	Teor.	Exp.	
Y*	17,6	5,97	5,85	82,32	—	153,1-156,3
Ce**	23,4	9,10	9,01	79,58	—	198,2-202,0
Pr	32,8	9,14	8,87	79,54	78,64	200,6-202,2
Nd	38,6	9,34	9,27	79,37	77,23	192,3-195,4
Eu	52,9	9,79	9,76	78,98	76,34	176,0-184,0
Gd	30,9	10,10	9,92	78,71	73,66	180,3-186,0
Tb	31,2	10,20	10,02	78,62	75,95	172,0-175,6
Dy	31,6	10,40	10,39	78,44	75,45	156,0-162,5

* %C: teor. = 66,97; exp. = 68,03; %H: teor. = 5,15; exp. = 5,36
 ** %C: teor. = 64,75; exp. = 63,54; %H: teor. = 4,97; exp. = 5,87

Os espectros vibracionais do ligante e dos complexos foram registrados para se verificar a influência da formação do complexo na vibração de estiramento P-O (ν_{PO}) e para se obter informações a respeito do modo de coordenação do grupo tiocianato. A natureza anidra dos compostos foi confirmada pela ausência de bandas em regiões de absorção de H_2O . ν_{PO} no DBFPO ocorre em 1185 cm^{-1} e nos complexos esta banda é deslocada para frequências mais baixas e é desdobrada, aparecendo três picos bastante intensos em 1150, 1130 e 1100 cm^{-1} aproximadamente para todos os complexos. Este resultado é semelhante ao obtido anteriormente⁽⁵⁾ para os complexos com quatro moléculas de TFPO. Alguns espectros estão reproduzidos nas figuras 1, 2 e 3.

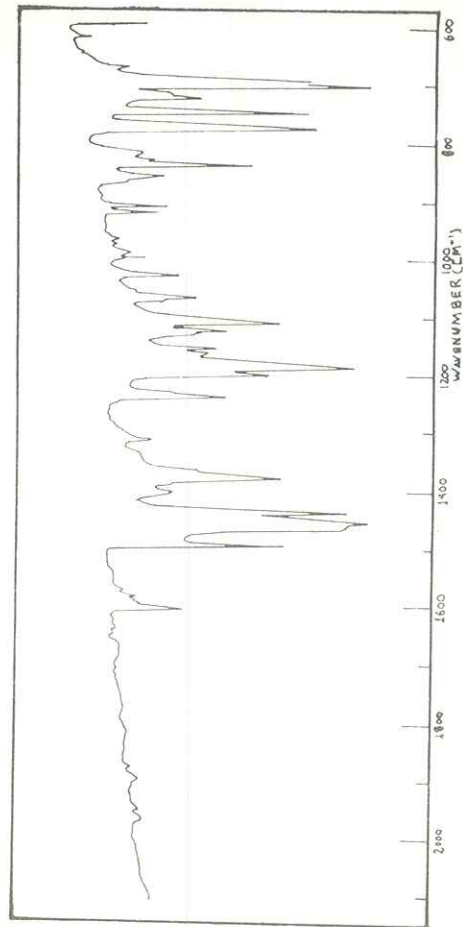


FIG. 1 — Espectro do DBFPO

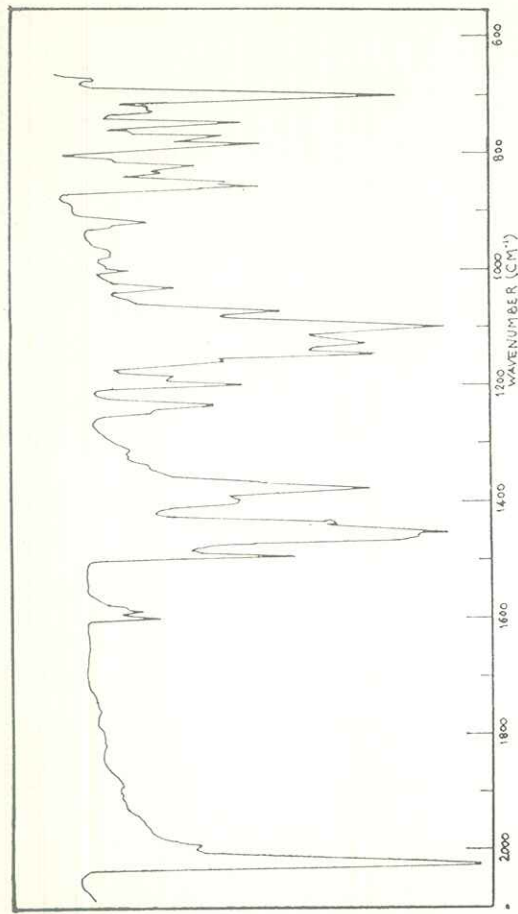


FIG. 2 — Espectro do $[Ce(NCS)_3(DBFPO)_4]$

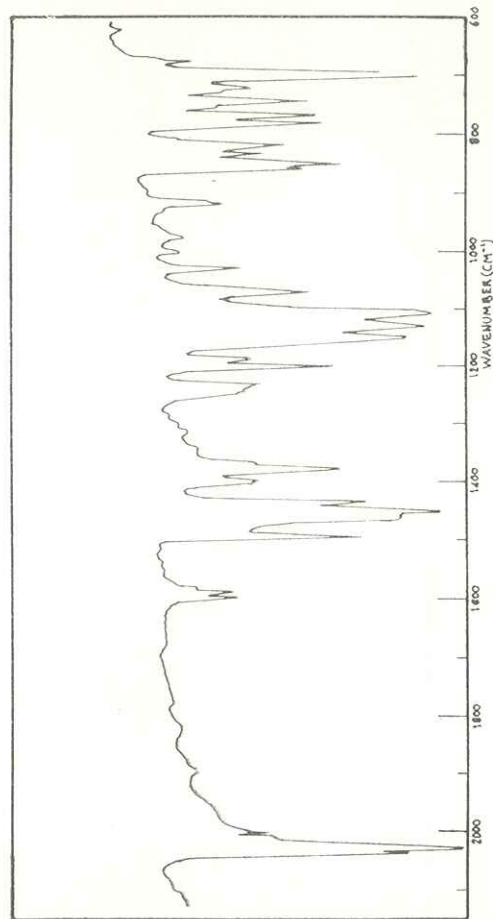


FIG. 3 — Espectro do $[Gd(NCS)_3(DBFPO)_4]$

Há vários critérios empíricos que são utilizados para se estabelecer o modo de coordenação do grupo NCS com base nos dados de infravermelho⁽¹³⁾. Entretanto, no presente caso as bandas devidas à absorção de NCS são encobertas por absorções do fosfinóxido exceto a banda correspondente ao estiramento CN (ν_{CN}). Esta banda ocorre em 2050 cm^{-1} nos complexos de La, Ce, Pr e em 2060 cm^{-1}

nos complexos de Nd, Eu e Y. Nos complexos de Gd, Tb e Dy ela ocorre em 2060cm^{-1} e apresenta um componente em 2075cm^{-1} . Estes valores também estão em razoável concordância com os anteriores⁽³⁾. O aparecimento de ν_{CN} abaixo de 2100cm^{-1} é em geral um indicio de que o NCS está coordenado pelo nitrogênio. Isto aliado ao fato de que o íon lantanídeo sendo um ácido duro dificilmente se coordenaria ao S, sugere a formação de isotiocianatos complexos. É interessante notar que somente nos complexos de Gd, Tb e Dy (os de menor raio iônico) é que ν_{CN} é desdobrada. Este fato pode ser atribuído a fatores tais

como: mudança na geometria de coordenação tendo-se grupos NCS não-equivalentes (distâncias e força de ligação Ln-NCS diferentes) na mesma molécula de complexo ou efeitos de distorções no retículo cristalino ou ainda a presença de grupos NCS ligados e não-ligados no estado sólido como por exemplo $[\text{Ln}(\text{NCS})_2(\text{DBFPO})_4]\text{NCS}$ com uma conseqüente redução no número de coordenação do lantanídeo, o que seria razoável esperar. É, entretanto, difícil avaliar qual destes efeitos é predominante e em que extensão afetariam o desdobramento de ν_{CN} .

EQ/44

GALINDO MASSABNI, A. M.; BERWERTH STUCCHI, E.; PEREIRA CAIRES, A. C. Complexes of dibenzylphenylphosphine oxide with Lanthanide thiocyanates. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 4: 81-6, 1979.

SUMMARY: The complexes formed in the reaction between some lanthanide thiocyanates and dibenzylphenylphosphine oxide have been isolated as well crystallized solids. The compounds were formulated as $[\text{Ln}(\text{NCS})_3(\text{DBFPO})_4]$, where Ln = Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, and Y. Thiocyanate group and phosphine oxide coordination is discussed on basis of the dates of conductivity in solution and vibrational spectroscopy.

UNITERMS: Lanthanide complex, Phosphine oxide, Coordination with thiocyanates ions.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. M. G., MASSABNI. Tese de Doutorado — USP (1976).
2. A. M. G., MASSABNI e O. A., SERRA. Proc. XVIII Int. Conf. Coord. Chem., São Paulo, 1977, pág. 184.
3. A. M. G., MASSABNI; M. L. R., GIBRAN e O. A., SERRA. *Inorg. Nucl. Chem. Letters*, **14**: 429 (1978).
4. D. R., COUSINS e F. A., HART. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **29**: 1745 (1967).
5. D. R., COUSINS e F. A., HART. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **30**: 3009 (1968).
6. V. K., MANCHANDA; K., CHANDER; N. P., SINGH e G. M., NAIR. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **39**: 1039 (1977).
7. G. M., KOSOLAPOFF e L., MAIER. *Organic Phosphorus Compounds*, John Wiley & Sons, (1972), vol. 3, cap. 6.
8. N. M., KARAYANNIS; C. M., MIKULSKI e L. L., PYTLEWSKI. *Inorg. Chim. Acta Rev.*, **5**: 69 (1971).
9. M., PERRIER e G., VICENTINI. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **35**: 555, (1973).
10. O. A., SERRA; M. L. R., GIBRAN e A. M. B., GALINDO. *Inorg. Nucl. Chem. Letters*, **8**: 673 (1972).
11. L., GORDON; M. L., SALUTSKY e H. H., WILLARD. Precipitation from Homogeneous Solutions, John Wiley & Sons (1959).
12. G., VICENTINI; M., PERRIER; J. M. V., COUTINHO e J. V., VALARELLI. *Anais Acad. Bras. Ciênc.*, **36**: 123 (1964).
13. R. A., BAILEU; S. L., KAZAK; T. W., MICHELSEN e W. N., MILLS. *Coord. Chem. Rev.*, **6**: 407 (1971).

Recebido para publicação em 15-02-1979.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

Vol. 4

ACETONA

- (em) cloreto (de) cobalto II (com) tri-n-octilfosfinóxido, p. 39
- (em) complexos (de) haletos (de) cobalto II (com) diazóis, p. 47

ÁCIDOS

- acético anidro
- perclórico
- titulações potenciométricas (de) compostos pirazólicos, p. 33

BORATO (DE) SÓDIO

- constante dielétrica
- (em) capacitores, p. 9

CAPACITORES

- constante dielétrica
- (de) borato (de) sódio, p. 9

COBALTO II

- cloreto
- complexo (com) tri-n-octilfosfinóxido (em) acetona, p. 39
- haletos
- complexos (com) diazóis, p. 47

COBRE II

- cloreto (de)
- (com) trifenilfosfinóxido, p. 17

COMPLEXOS

- (de) hidretos (de) metais (de) transição, p. 29
- hidrogênio ligado (entre) meta-nitrofenol (e) trifenilarsinóxido
- meta-nitrofenol (e) trifenilfosfinóxido
- para-nitrofenol (e) trifenilarsinóxido
- para-nitrofenol (e) trifenilfosfinóxido, p. 55

Eclética Química, São Paulo

4:1-93

EQ 33-34

COMPOSTOS

- pirazólicos
- titulações potenciométricas (em) ácidos acético anidro
- perclórico, p. 33

CONSTANTE DIELETRICA

- (de) borato (de) sódio, p. 9

DERIVADOS BIMETÁLICOS

- espectros infravermelhos
- freqüência
- simetria, p. 61

DIAGRAMA (DE) FASE

- proton doadores
- meta-nitrofenol
- para-nitrofenol
- proton-receptores
- trifenilarsinóxido
- trifenilfosfinóxido, p. 55

DIBENZILFENILFOSFINÓXIDO

- complexos (com) tiocianatos (de) lantanídeos, p. 81

ESTABILIDADE

- constantes
- (de) cloreto (de) cobalto II (com) tri-n-octilfosfinóxido (em) acetona, p. 39
- (dos) sistemas Cox2 — diazóis, p. 47

HSO₃F

- interação (com) IrCl(CO) (PPh₃)₂, p. 29

equilíbrios

ceto-enol, p. 71

IONH₂O⁴⁺

estudo (da) instabilidade
método

CNDO/2, p. 79

IrCl (CO) (PPH₃)₂

interação (com)

H₂SO₄F, p. 29

META-NITROFENOL

complexos hidrogênio ligados (com)

trifenilarsinóxido

trifenilfosfinóxido, p. 55

PARA-NITROFENOL

complexos hidrogênio ligados (com)

trifenilarsinóxido

trifenilfosfinóxido, p. 55

PIRIMIDÍNICOS (COMPOSTOS)

identificação (em)

bactérias, p. 65

CNDO/2

instabilidade (de) H₂O⁴⁺, p. 79

HMO

equilíbrio ceto-enol (em)

heterociclos nitrogenados, p. 71

TIOCIANATOS (DE) LANTANÍDIOS

complexos (com)

dibenzilfosfinóxido, p. 81

TRIFENILARSINÓXIDO

complexos hidrogênio ligados (com)

meta-nitrofenol

para-nitrofenol, p. 55

TRIFENILFOSFINÓXIDO

complexos (com)

cloreto (de) cobre II, p. 17

hidrogênio ligados

meta-nitrofenol

para-nitrofenol, p. 55

TRI-N-OCTILFOSFINÓXIDO

complexo (com)

cloreto (de) cobalto II

(em) acetona, p. 39

SUBJECT INDEX

Vol. 4

COMPOUNDS

pyrazole

potentiometric titrations (in)

acids

aldehyds acetie

perchloric, p. 33

COPPER (II)

chlorides

(with) triphenylphosphine, p. 17

DIBENZYLPHENYLPHOSPHINE

complexes (with)

lanthanide thioeyanates, p. 81

DIELECTRIC CONSTANT

(of) sodium borate, p. 9

ELECTRIC CONDENSERS

dielectric constant

(of) sodium borate, p. 9

HETEROAROMATIC, COMPOUNDS

equilibrium

ceto-enol, p. 71

HMO, THEORY

equilibrium ceto-enol (in)

heteroaromatic compounds, p. 71

H₂SO₄F

interaction (with)

IrCl (CO) (PPH₃)₂, p. 29

IONH₂O⁴⁺

study (of) instability

method

CNDO/2, p. 79

ACETONE

(in)

cobalt (II) chloride (with)

tri-n-octylphosphine oxide, p. 39

complexes (of) cobalt (II) halides

diazoles, p. 47

ACIDS

aldehyds acetie

perchloric

potentiometric titrations (of)

pyrazole, compounds, p. 33

BIMETALLIC DERIVATES

spectra infrared

frequency

symetry, p. 61

CNDO/2, THEORY

instability (of), p. 79

COBALT II

chloride

complexes (with)

tri-n-octylphosphine oxide

(in) acetone, p. 39

halides

complexes (with)

diazoles, p. 47

COMPLEXES

hydrogen bonds (between)

meta-nitrophenol (and) triphenylarsine

meta-nitrophenol (and) triphenylphosphine

para-nitrophenol (and) triphenylarsine

para-nitrophenol (and) triphenylphosphine,

p. 55

(of) transition metal hydride, p. 29

interaction (with)
H₂O₂, p. 29

dielectric constant
(in) electric condensers, p. 9

LANTHANIDE THIOCYANATES

complexes (with)
dibenzylphenylphosphine, p. 81

META-NITROPHENOL

hydrogen bonds complexes (with)
triphenylarsine
triphenylphosphine, p. 55

PARA-NITROPHENOL

hydrogen bonds complexes (with)
triphenylarsine
triphenylphosphine, p. 55

RHASE-DIAGRAM

proton acceptors
triphenylarsine
triphenylphosphine
proton donors
meta-nitrophenol
para-nitrophenol, p. 55

PIRIDINES (COMPOUNDS)

identification (in)
biological material, p. 65

STABILITY

contants (of)
cobalt (II) chloride (with)
tri-n-octylphosphine oxide
(in) acetone, p. 39
constants systems
CoX₂ — diazoles, p. 47

TRI-N-OCTYLPHOSPHINE OXIDE

complexes (with)
cobalt (II) chloride
(in) acetone, p. 39

TRIPHENYLARSINE OXIDE

hydrogen-bond complexes (with)
meta-nitrophenol
para-nitrophenol, p. 55

TRIPHENYLPHOSPHINE

hydrogen bonded complexes (with)
meta-nitrophenol
para-nitrophenol, p. 55

TRIPHENYLPHOSPHINE OXIDE

complexes (with)
copper (II) chlorides, p. 17

ÍNDICE DE AUTORES

AUTHOR INDEX

BERWERTH STUCCHI, E. p. 81
CARVALHO, A. p. 65
ESPELETA, A. C. F. p. 39
FERRAZ, M. H. M. p. 71
GALINDO MASSABNI, A. M. p. 81
GARSON, G. p. 29
GASTMANS, D. F. p. 71
GASTMANS, J. P. p. 71
GONÇALVES NETO, A. p. 17
LEITE, C. R. p. 55
LOURENÇO, C. S. p. 9
MASSABNI, A. C. p. 17
MAURO, A. E. p. 61
MELIOS, C. p. 33, 39, 47
MOLINA, M. p. 33, 39, 47
MOLINARI, R. p. 65
MORAES, M. p. 33, 47
PEREIRA CAIRES, A. C. p. 81
ROVERI, E. G. p. 61
SAFFIOTI, W. p. 55
TAKAHATA, Y. p. 79
TOGNOLI, J. O. p. 33, 39, 47
TOMITA, K. p. 55

NORMAS

1. A revista "ECLÉTICA QUÍMICA" publica artigos originais e notas prévias escritas num dos seguintes idiomas: português, inglês, francês nas áreas de Química, Física e Matemática.
2. Os artigos originais não poderão exceder 15 folhas datilografadas (25 linhas de 60 espaços) com margem de 3 cm de ambos os lados.
3. As notas prévias não poderão exceder 4 folhas datilografadas nas mesmas condições.
4. Os manuscritos deverão ser enviados em 3 exemplares à
"Revista Eclética Química"
Instituto de Química — UNESP
C.P. 174
14-800 Araraquara (SP)
5. A apresentação dos originais obedecerá a seguinte ordem:
 - a) Título no idioma do artigo e em inglês
 - b) Nome e sobrenome do(s) autor(es) assinalando com asterisco o autor principal para o qual serão mandadas provas e separatas
 - c) Nome e endereço do laboratório
 - d) Resumo de até 200 palavras e sua tradução em inglês
 - e) Os unitermos e suas traduções em inglês
 - f) O texto do trabalho
 - g) Bibliografia obedecendo as leis da IUPAC
 - h) Tabelas, gráficos e fotografias branco e preto, num total geral de 5 por artigo. As despesas referentes às tabelas, gráficos e fotografias excedentes assim como as ilustrações a cores correrão por conta dos autores. Os gráficos serão desenhados em papel vegetal e suas legendas serão datilografadas em folha separada.
6. Todo manuscrito será submetido ao Departamento Científico que analisará o valor do trabalho podendo recusá-lo, sugerir modificações ou pedir informações ao(s) autor(es).
7. O relatório do Departamento Científico será anônimo e comunicado aos autores