शोध पत्र / Research Paper

साल जेल प्रक्रिया के माध्यम से ZnS नैनोकणों का संश्लेषण एवं अभिलक्षण

Synthesis and Characterization of ZnS Nanoparticles via Sol Gel Process

शिखा विश्वकर्मा

Shikha Vishwakarma

Department of Chemistry,
Government Degree College Sukrauli,
Kushinagar - 274207
shikha9march@gmail.com

https://doi.org/10.5281/zenodo.16966908

सारांश

इस शोध पत्र में जिंक नैनोसल्फाइड को जिंक(II)डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट कॉम्प्लेक्स प्रकार $Zn(R_2NCS_2)_2$ का उपयोग करके संश्लेषित किया गया है, जहाँ R = Me, Et, ^{n}Pr. ^{i}Pr, ^{i}Bu, ^{n}Bu। इन नैनोसल्फाइड़ों को H_2S गैस का उपयोग करके साल–जेल विधि द्वारा संश्लेषित किया गया है। निर्मित नैनोसल्फाइड को तत्व विश्लेषण, आणविक भार मापन, वर्णक्रमीय विश्लेषण (IR, DART–MS) और TGA द्वारा पहचान किया गया है। यौगिकों के पाउडर नमूनों का पाउडर एक्स–रे विवर्तन अध्ययन और SEM विश्लेषण किया गया, जिससे पता चलता है कि निर्मित ZnS नैनोकणों का औसत आकार 12 nm है।

Abstract

Zinc nanosulphide was synthesized using Zn(II)dialkyldithiocarbamate complexes of the type $Zn(R_2NCS_2)_2$ where R = Me, Et, ^{n}Pr, ^{i}Pr, ^{i}Bu, ^{n}Bu. The sulphides are formed by sol-gel method using H_2S gas. The nanosulphide formed has been characterized by elemental analysis, molecular weight measurement, spectral analysis (IR, DART-MS) and TGA. The powder X-Ray diffraction studies and SEM analysis were carried out for the powdered samples of the compounds which reveal that the as prepared ZnS nanoparticles have average size of 12 nm.

मुख्य शब्द: ZnS, डाई थायो कार्बामेट, नैनोकण, साल–जेल, एक्स–रे विवर्तन

Keywords: ZnS, dithiocarbamates, nanoparticles, sol-gel, X-ray diffraction

प्रस्तावना

नैनोस्केल पदार्थों [1–5] ने पिछले दशक के दौरान महत्वपूर्ण वैज्ञानिक और औद्योगिक रुचि को आकर्षित किया है। ये पदार्थ वर्तमान में सैद्धांतिक रुचि हेतु नवीनतम यौगिक हैं, लेकिन वर्तमान शताब्दी में इलेक्ट्रॉनिक्स और फोटोनिक्स उद्योगों के महत्वपूर्ण वर्गों में इन पदार्थों को विकसित करने की बहुत बड़ी क्षमता है। अनुसंधान के इस क्षेत्र को विभिन्न वैज्ञानिक विषयों में सबसे आशाजनक और तेजी से उभरते अनुसंधान क्षेत्र के रूप में व्यापक रूप से पहचान दी है। विगत वर्षों में सूचना भंडारण के लिए कार्यात्मक पदार्थ में रूचि के साथ साथ धातु सल्फाइड अर्धचालक, नैनोमेटेरियल गहन गतिविधि का क्षेत्र रहा है [6–8]।

साल–जेल तकनीक कार्बनिक पदार्थों में बहु घटक बनाने के लिए एक विशिष्ट तकनीक है क्योंकि इसमें आणविक संरचना, स्टोइकोमेट्री, उच्च शुद्धता और तुलनात्मक रूप से कम प्रसंस्करण तापमान[9] को नियंत्रित

करना संभव है । इसके अलावा साल–जेल तकनीक का उपयोग टेम्पलेट्स के छिद्रों के अंदर जटिल कार्यात्मक ऑक्साइड नैनोवायर बनाने के लिए किया जा सकता है। नैनोस्केल आकार की साल–जेल व्युत्पन्न पदार्थ का अरेखीय प्रकाशिकी, इलेक्ट्रॉनिक्स ऊर्जा, भंडारण उपकरणों और सेंसर[10] में अनुप्रयोग पाया गया । डाइथायोकार्बामेट के एंटीऑक्सीडेंट और स्नेहक के रूप में, वल्केनाइजिंग और NO ट्रैपिंग एजेंट के रूप में कई व्यावहारिक अनुप्रयोग मिले हैं[11]। डाइथायोकार्बामेट का उद्योग और जैवनाशी[12–16] के रूप में उपयोग के कारण इसका व्यापक रूप से अध्ययन किया जाता है, जैसे जीवाणुरोधी[17], एंटीफंगल और एंटी कैंसर[18] के क्षेत्र में व्यापक अनुसन्धान की सम्भावना है। यह एक पारंपरिक फोस्फोर द्रव्य है जिसका व्यापक रूप से डिस्प्ले, सेंसर, सौर सेल, लेजर और इलेक्ट्रोल्यूमिनेसेंस में उपयोग किया जाता है। ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स में, इसका उपयोग प्रकाश उत्सर्जक डायोड, परावर्तक, डाईइलैक्ट्रिक फिल्टर और विंडो सामग्री के रूप में होता है[19]। इसके तकनीकी महत्व को देखते हुए, ZnS का संश्लेषण शोधकर्ताओं के लिए विशेष रुचि का विषय बना हुआ है, क्योंकि आर्थिक और तकनीकी रूप से व्यवहार्य विधि के माध्यम से क्रमिक रूप से शुद्ध पदार्थ प्राप्त करने के लिए नए सिंथेटिक मार्गों का शोध किया जा रहा है। हाल ही में नैनोसाइज़ ZnS का संश्लेषण विशेष रूचि का विषय है।

इस शोधपत्र में, हमने Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट को पूर्वगामी के रूप में उपयोग करके थायो साल–जेल प्रक्रिया के माध्यम से जिंक नैनोसल्फाइड को संश्लेषित किया है। जिंक कॉम्प्लेक्स के डाइथायोकार्बामेट और थायोलेट पर कई अध्ययन किए गए हैं, लेकिन इसके साल–जेल रसायन का अभी तक अध्ययन नहीं किया गया। उपरोक्त को देखते हुए, Zn(II) के डाइथायोकार्बामेट व्युत्पन्नों को संश्लेषित करना और शुष्क H_2S गैस के साथ इसके साल–जेल व्यवहार का अध्ययन व्यावहारिक समझा गया।

प्रयोग विधि

विलायक (बेंज़ीन, एसीटोन), अल्कोहल (मेथनॉल, इथेनॉल, 1–प्रोपेनॉल, 2–प्रोपेनॉल, 1–ब्यूटेनॉल, 2–ब्यूटेनॉल) को उपयोग से पहले मानक तरीकों से अच्छी तरह शुष्क और शुद्ध किया गया[20]। उपयोग किए गए सभी रसायन, रासायनिक ग्रेड के हैं। जिंक क्लोराइड [ई.मर्क] और डाई एल्किलअमीन का उपयोग किया गया I Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट कॉम्प्लेक्स का संश्लेषण और इसकी साल–जेल प्रक्रिया शुष्क वातावरण में की गई। डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट के सोडियम साल्ट को प्रतिवेदित प्रक्रिया[21] द्वारा तैयार किया गया।

$Zn(S_2CNR_2)_2$ का संश्लेषण

सामान्य सूत्र $Zn(S_2CNR_2)_2$ का संकर Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट निम्नलिखित विधि से संश्लेषित किया गयाः

$$ZnCl_2 + 2R_2NCS_2Na \rightarrow Zn(S_2CNR_2)_2 + 2NaCl$$

जहाँ $R = Me, Et, {}^{n}Pr, {}^{i}Pr, {}^{i}Bu, {}^{n}Bu$

सोडियम डाइएथिलडाइथायोकार्बामेट (1.89 ग्राम, 11.05 मिली मोल) के इथेनॉलिक विलयन को 1:2 मोलर अनुपात में $ZnCl_2$ (0.75 ग्राम, 5.52 मिली मोल) के इथेनॉलिक विलयन में लगातार मिश्रित करते हुए बूंद–बूंद करके मिलाया गया। सुनिश्चित करने के लिए, प्रक्रिया पूरी होने तक मिश्रण को 3–4 घंटे तक और मिलाया गया। बनने वाले अवक्षेप को एल्कोक्सी फनल से छानकर क्लोरोफॉर्म द्वारा पुनः क्रिस्टलीकृत किया गया। इस प्रकार प्राप्त चमकीले सफेद रंग के ठोस को निकालकर डेसीकेटर के अंदर संग्रहित किया गया।

इस विधि से यौगिक संख्या (1–5) तैयार किए गए। उनके विश्लेषणात्मक परिणामों को तालिका 1 में प्रस्तुत किया गया है।

$Zn(S_2CNR_2)_2$ का साल–जेल अध्ययन

शुष्क बेंजीन में Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट के साल–जेल रसायन का अध्ययन किया गया और इसे निम्न समीकरण द्वारा वर्णित किया जा सकता है–

$$Zn(S_2CNR_2)_2 + H_2S \rightarrow ZnS$$

जहाँ $R = Me, Et, {}^{n}Pr, {}^{i}Pr, {}^{i}Bu, {}^{n}Bu$

शुष्क बेंजीन के विलयन में Zn(II) डाइएथिल डाई थायो कार्बामेट (1.8 ग्राम, 4.97 मिली मोल) का घोल तैयार किया गया। अक्रिय वातावरण बनाने के लिए शुष्क नाइट्रोजन गैस प्रवाहित की गई। H_2S गैस की 25–30° C पर 2–3 घंटे के लिए Zn(II) डाइएथिल डाई थायो कार्बामेट के बेंजीन विलयन में अभिक्रिया करायी गयी। सुनिश्चित करने के लिए प्रक्रिया पूर्ण होने तक मिश्रण को 25–30° C पर 4 घंटे के लिए और मिलाया गया। इस प्रकार प्राप्त श्वेत द्रव्य को एल्कोक्सी फनल के माध्यम से छान लिया गया, शुष्क बेंजीन से धोया गया और कम दबाव में यौगिक से विलायक के अवशेषों को साफ़ किया गया।

भौतिक माप

मानक विधियों [20] द्वारा क्लोरीन, सल्फर, जिंक का आकलन किया गया। इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रा को वैरियन 3100 FT–IR स्पेक्ट्रोफोटोमीटर पर 4000–200 cm^{-1} की रेंज में रिकॉर्ड किया गया। ^{1}HNMR स्पेक्ट्रा को आंतरिक मानक के रूप में TMS का उपयोग करके 75.45 मेगाहर्ट्ज पर संचालित ब्रूकर DRX–300 स्पेक्ट्रोमीटर पर DMSO d_6 में कमरे के तापमान पर रिकॉर्ड किया गया। आणविक भार JMS–T100LC, Accu TOF (DART–MS) द्वारा निर्धारित किया गया। तत्व विश्लेषण कोलमैन CHN विश्लेषक द्वारा प्राप्त किया गया। पर्किन एल्मर उपकरण का उपयोग करके टीजीए को 50 डिग्री सेल्सियस/मिनट की हीटिंग दर पर प्राप्त किया गया, डायमंड टीजी/डीटीए और एक्सआरडी अध्ययन ब्रुकर एएक्सएस डी8 एडवांस डिफ्रैक्टोमीटर पर –170 डिग्री सेल्सियस से +450 डिग्री सेल्सियस के तापमान रेंज पर किए गए। SEM छवियों को JEOL Model JSM – 6390LV के साथ 5 × से 300, 000 × (उच्च और निम्न वैक्यूम मोड दोनों में) के आवर्धन पर रिकॉर्ड किया गया।

परिणाम और चर्चा

Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट कॉम्प्लेक्स का विवरण

Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट सफ़ेद रंग के ठोस पदार्थ हैं, जो सामान्य कार्बनिक (बेंजीन, डाइक्लोरोमेथेन, एसीटोन, क्लोरोफॉर्म आदि) और समन्वय (DMSO, DMF, पाइरीडीन, THF आदि) विलायकों में घुलनशील हैं। ये कॉम्प्लेक्स हाइग्रोस्कोपिक प्रकृति का है और कमरे के तापमान पर धीमी गति से विघटित होते हैं। इन्हें कम तापमान पर निष्क्रिय और शुष्क वातावरण में संग्रहीत किया जा सकता है। आणविक भार मापन इन सभी कॉम्प्लेक्स की मोनोमेरिक प्रकृति को दर्शाता है। तत्व विश्लेषण (C, H, N, S और Zn) का डेटा संबंधित यौगिकों के प्रस्तावित स्टोइकोमेट्री के अनुसार है और तालिका 1 में संक्षेपित है।

Table 1: Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये भौतिक डाटा

	Complex	Yield (%)	M.p. (° C)	Nature	Elemental Analysis (%)				
					C (calc)	H (calc)	N (calc)	S (calc)	Zn (calc)
1	$Zn(S_2CNMe_2)_2$	80	178-181	White powder	23.53 (23.56)	3.76 (4.22)	8.71 (8.88)	41.89 (41.94)	21.34 (21.39)
2	$Zn(S_2CNEt_2)_2$	77	248-257	White powder	33.17 (33.18)	5.34 (5.09)	7.42 (7.66)	35.12 (35.44)	17.99 (18.07)
3	$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	86	133-139	White powder	39.87 (40.22)	6.51 (5.72)	6.46 (6.08)	30.67 (30.68)	15.55 (15.64)
4	$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	84	138 (decom)	White powder	38.77 (40.02)	6.51 (6.31)	6.46 (6.66)	30.35 (30.39)	15.39 (15.47)
5	$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	75	102-108	White powder	45.13 (45.55)	7.41 (6.62)	5.72 (6.16)	26.95 (27.05)	13.77 (13.79)

इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी

1470 cm^{-1} के पास मजबूत अवशोषण डाइथायोकार्बामेट लिगैंड के $\upsilon(C-N)$ स्ट्रेचिंग से जुड़े हुए हैं। चूँकि वे 1250-1350 cm^{-1} की $\upsilon(C-N)$ स्ट्रेचिंग आवृत्ति और 1640-1690 cm की $\upsilon(C=N)$ स्ट्रेचिंग आवृत्ति के बीच हैं, इसलिए इन्हें महत्वपूर्ण डबल–बॉन्ड कैरेक्टर[22] युक्त माना जा सकता है। 950-1050 cm^{-1}, 1035-1025 cm^{-1} के बीच अवशोषण $\upsilon(S-C)$ और $\upsilon(C=S)$ स्ट्रेचिंग वाइब्रेशन[23-26] को बताया गया है। $\upsilon(C-H)$ अवशोषण भी तालिका में शामिल हैं, और 2800-100 सेमी$^{-1}$ की सीमा में स्थित हैं। 430-495 सेमी$^{-1}$ पर कम तीव्रता का बैंड Zn-S स्ट्रेचिंग वाइब्रेशन[27] के कारण है। सभी तथ्यों को एक साथ रखते हुए, हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि डाईथायोकार्बामेट इन परिसरों में मोनोबेसिक बिडेंटेट लिगैंड के रूप में व्यवहार करता है।

तालिका 2: Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये इन्फ्रारेड डाटा

Complex	υ(S-C)	υ(C-N)	υ(C-H)	υ (Zn-S)
$Zn(S_2CNMe_2)_2$	962s	1506s	2922w	430
$Zn(S_2CNEt_2)_2$	985m	1487s	2970m, 2927m	445
$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	967m	1475s	2960m, 2928w, 2871w	470
$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	1018s, 955m	1479s	2972s, 2928m	495
$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	970m	1499s, 1466s	2959s, 2870w	491

^{1}H NMR स्पेक्ट्रोमेट्री

सभी कॉम्प्लेक्स के लिए विलायक के रूप में ड्यूटेरेटेड ट्राइक्लोरोमेथेन ($CDCl_3$) का उपयोग किया गया था। $Zn(S_2CN^iP_{r_2})_2$ के प्रोटॉन अनुनाद के लिए, मेथीन के लिए सिग्नल का पता नहीं लगाया जा सकता है। यह C–N बॉन्ड के चारों ओर आइसोप्रोपिल समूह के तेज़ घूमने के कारण हो सकता है।

Table : Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये ^{1}H NMR केमिकल शिफ्ट (ppm) डाटा

Complex	H_α	$H_{\alpha'}$	H_β	H_γ	H_δ	H_{OH}
$Zn(S_2CNMe_2)_2$	3.44s	-	-	-	-	-
$Zn(S_2CNEt_2)_2$	3.85q	-	1.29t	-	-	-
$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	3.74t	-	1.77m	0.93t	-	-
$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	n.d.	-	1.48b	-		
$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	3.77t	-	2.91m	1.37m	0.95t	-

मास स्पेक्ट्रोमेट्री

सामान्य सूत्र $[Zn(S_2CNR_2)_2]^+$ के आयन लगभग सभी स्पेक्ट्रा में सबसे प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। आइसोटोप पीक की उपस्थिति यह दर्शाती है कि इन आयनों में जिंक परमाणु होते हैं। ये आयन संभवतः दो $Zn-S$ बॉन्ड में से एक के विभाजन और उसके बाद एक डाइथायोकार्बामेट लिगैंड आयन के क्षरण से बनते हैं। इसका तात्पर्य है कि लिगैंड में से एक को आसानी से हटाया जा सकता है। एक अन्य प्रकार का आयन जिसका सामान्य सूत्र $[SCNR_2]^+$ है , कुछ स्पेक्ट्रा में पाया जाने वाला वाला 4–80% की सापेक्ष प्रचुरता दर्शाता है। इन आयनों की उपस्थिति डाइथायोकार्बामेट के ऊष्मीय अपघटन के कारण हो सकती है। कॉम्प्लेक्स $Zn[S_2CN(C_2H_5)_2]^{2+}$ के अन्य प्रमुख अंश तालिका 4 में दिए गए हैं।

Table 4: Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये मास स्पेक्ट्रल डाटा

Complex	$[Zn(S_2CNR_2)_2]^+$	$[SCNR_2]^+$
$Zn(S_2CNMe_2)_2$	305	88
$Zn(S_2CNEt_2)_2$	361	116
$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	418	144
$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	418	143
$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	474	171

ZnS नैनोसल्फाइड का अभिलक्षण

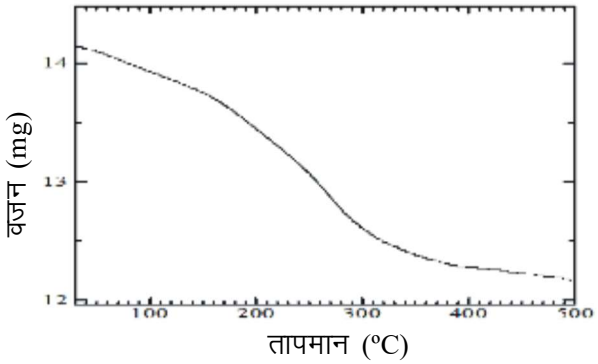
सभी साल–जेल उत्पाद श्वेत रंग के ठोस होते हैं, जो कार्बनिक और समन्वयकारी विलायकों में अघुलनशील होते हैं। वे केवल सांद्र HCl में घुलनशील होते हैं। ये यौगिक प्रकृति में हाइग्रोस्कोपिक होते हैं और कमरे के तापमान पर धीमी गति से अपघटन करते हैं। आणविक भार माप इन सभी यौगिकों की मोनोमेरिक प्रकृति को दर्शाता है। तत्व विश्लेषण (S और Zn) डेटा संबंधित यौगिकों के लिए प्रस्तावित स्टोइकोमेट्री के अनुसार है।

IR स्पेक्ट्रा

ZnS के IR स्पेक्ट्रा में 350, 615 cm^{-1} पर विशिष्ट बैंड है जो ZnS की संरचना की पुष्टि करता है। 3336 cm^{-1} पर शिखर जिंक के साथ समन्वित जल अणु की उपस्थिति को इंगित करता है।

TGA

समन्वय में जल की भागीदारी सुनिश्चित करने के लिए 0–500° C से $ZnS.H_2O$ के लिए थर्मोग्राम रिकॉर्ड किए गए हैं। $ZS.H_2O$ प्रकार के सभी साल–जेल उत्पाद अपघटन दिखाते हैं। 214° C पर 13.8% का वजन कम होना समन्वित जल अणु के विलोपन से मेल खाता है। जल की उपस्थिति IR स्पेक्ट्रल डेटा द्वारा भी समर्थित है। 500–800° C के बीच वजन कम होना ZnS के ZnO में ऑक्सीकरण के अनुरूप होना चाहिए।



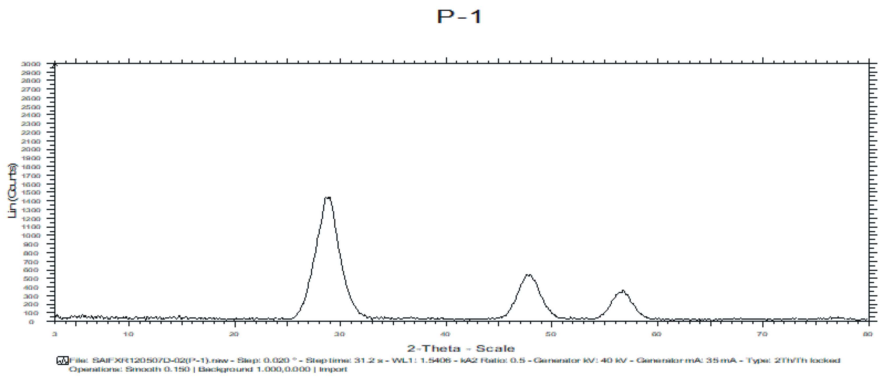
चित्र 1 : ZnS का TGA

DART MS

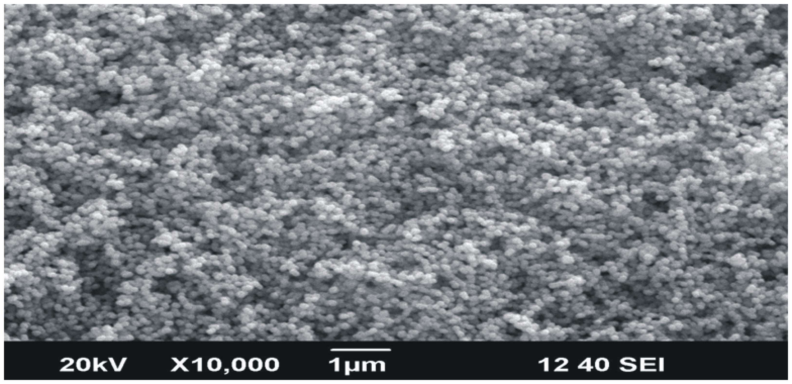
जिंक नैनोसल्फाइड के लिए DART MS स्पेक्ट्रम यौगिक के आणविक भार की पुष्टि करता है। DART MS स्पेक्ट्रम में m/z = 97.0 पर आणविक आयन शिखर मोनोमर के रूप में इसके अस्तित्व की पुष्टि करता है।

XRD और SEM अध्ययन

ज़िंक नैनोसल्फ़ाइड की आकृति विज्ञान का अध्ययन XRD और SEM द्वारा किया गया। यौगिक XRD के माध्यम से दिखाए गए अक्रिस्टल ठोस हैं। कणों का औसत व्यास 12 नैनोमीटर है। हालाँकि SEM छवियाँ इन कणों के लिए बड़े आकार को दर्शाती हैं। बड़े आकार को अंतर–आणविक हाइड्रोजन बॉन्डिंग द्वारा समझाया जा सकता है, जिसके परिणामस्वरूप बड़े कण आकार के संबद्ध अणु बनते हैं।



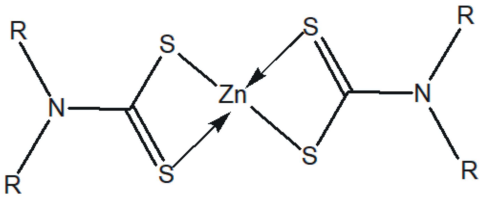
चित्र 2 : ZnS का पाउडर XRD



चित्र 3 : ZnS का SEM आकृति

निष्कर्ष

वर्तमान अध्ययन $Z(S_2CNR_2)_2$ प्रकार के कॉम्प्लेक्स की एक श्रृंखला का वर्णन करता है, हालाँकि इन कॉम्प्लेक्स में लिगैंड के द्विदंतु व्यवहार की पुष्टि IR स्पेक्ट्रा द्वारा की गई है। तत्व विश्लेषण (C, H, N, S, Cl और Zn) डेटा संबंधित कॉम्प्लेक्स के लिए प्रस्तावित स्टोइकोमेट्री के अनुसार पाए गए हैं। मास स्पेक्ट्रोमेट्री कॉम्प्लेक्स की मोनोमेरिक प्रकृति को स्पष्ट करती है। स्पेक्ट्रल डेटा Zn(II) के चारों ओर टेट्राहेड्रल ज्यामिति को इंगित करता है। केंद्रीय धातु जिंक (II) समन्वय संख्या 4 प्राप्त करता हुआ प्रतीत होता है।



जहाँ R = Me, Et, ^{n}Pr, $^{i}P_r$, ^{i}Bu, ^{n}Bu

चित्र 4 : Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट की संरचना

जिंक (II) कॉम्प्लेक्स के बेंजीन घोल में शुष्क H_2S गैस को गुजारने से प्राप्त थायो साल–जेल उत्पाद प्राप्त सल्फाइड कार्बनिक और समन्वय विलायक में अघुलनशील होते हैं, लेकिन सांद्र HCl में घुलनशील होते हैं। तत्व विश्लेषण, आणविक भार माप और DART मास स्पेक्ट्रा सल्फाइड की मोनोमेरिक प्रकृति को स्पष्ट करते हैं। जिंक सल्फाइड के नैनोमेट्रिक कणों की पुष्टि SEM और PXRD तकनीकों द्वारा की गयी।

आभार

लेखक SAIF CDRI, STIC कोचीन, BHU, वाराणसी (भारत) और रसायन विज्ञान विभाग, DDU गोरखपुर विश्वविद्यालय को आवश्यक वर्णक्रमीय और विश्लेषणात्मक सुविधाएँ प्रदान करने के लिए धन्यवाद देती हैं।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थी हिन्दी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिन्दी शब्दावली
Antioxidant	प्रतिऑक्सीकारक
Characterization	अभिलक्षण
Diffraction	विवर्तन
Lubricant	स्नेहक
Optoelectronics	प्रकाश इलेक्ट्रॉनिकी
Spectral analysis	वर्णक्रमीय विश्लेषण
Synthesis	संश्लेषण

सन्दर्भ

1. Link, S., Wang, Z. L. and EI-Sayed, M. A. (1999). Alloy Formation of Gold-Silver Nanoparticles and the Dependence of the Plasmon Absorption on Their Composition, *J. Phys. Chem B;* 103, 3529.

2. Hosteller, M. J., Zhong, C. J., Yen, B. K. H., Anderegg, J., Gross, S. M., Evans, N.D., Potter, M. and R. W. Murray (1998). Stable, monolayer-protected metal alloy cluster, *J. Amer. Chem. Soc.,* 120,9396.

3. Wang, Y., Liu, H. and Toshima, H., (1996). Nanoscopic naked Cu/Pd powder as air-presistant active catalyst for selective hydration of acrylonitrile to acrylamide, *J. Phys. Chem.,* ,100,50,19533.

4. Reetz, M. T., Breinbauer, R. and Wanniger, K. (1996). Suzuki and Heck reactions catalyzed by preformed palladium clusters and palladiumnickel bimetallic clusters, *Tetrahedron Lett.,* 37,4499.

5. Zhang, L. Z., Sun, W. and Cheng, P. (2003). Spectroscopic and Theoretical Studies of Quantum and Electronic Confinement Effects in Nanostructured Materials, *Molecules,8,* 211,207

6. Gong, X., Chen, W. J., Wu, P. F. and. Chan, W. K (1998). Photoluminescence and upconversion optical properties of CaS: Sm^{3+}nanocrystallites, *Appl. Phys. Lett.,* 73,2875.

7. Bhargava, R. N., Gallagher, D., Hong, X. and Nurrniko, A. (1994). Optical properties of manganese-doped nanocrystal of ZnS, *Phys. Rev. Lett,*72,416.

8. Sun, S., Murray, C. B., Folks, L., Moser, A. (2000). Monodisperse Fe Pt nanoparticles and ferromagnetic FePt nanocrystal superlattices**,** *Seience,* 287, 1989.

9. Carmalt, C.J., Dinnage, C.W. and Perkin, I.P. (2000). Thio sol-gel synthesis of titanium disulfide from titanium thiolates, *I.Mat.Chem.,*10,12 2823-2826.

10. Khan M. D., Ahn J. W., and Nam G., (2018). Environmental benign synthesis, characterization and mechanism studies of green calcium hydroxide nano-plates derived from waste oyster shells, *Journal of Environmental Management*. 223, 947–951.

11. Fuji, S. and Yoshimura, T. (2000). A new trend in iron-dithiocarbamatecomplexes as can endogenous NO trapping agent, Coord.Chem.Rev. 198, 88-89.

12. Ali, S., Ahmad, S.U., Shazadi, S., Rehman, S.U., Parvez, N. and Mazher, M. (2005). Chloro-dimethyltin(IV) piperidine-1-carbodithiolate , *Appl. Organomet.Chem.,*19,201.

13. Ali, S., Shazadi, S., Bhatti, M.H., Fettouhi, M. and Athar, M. (2006). Chloro-diorganotin(IV) complexes of 4-methyl-1-piperidine carbodithioic acid: Synthesis, X-ray crystal structures, spectral properties and antimicrobial studies**,** *J.organomet. Chem.,* 691,1797.

14. Kana, A.T., Hibbert, T.G., Mahon, M.F., Molloy, K.C., Parkin, I.P. and Price, L.S. (2001). Organotin unsymmetric dithiocarbamates: synthesis, formation and characterisation of tin (II) sulfide films by atmospheric pressure chemical vapour deposition, *Polyhedron,* 20, 2989.

15. Tiekink, E.R.T. (2008). Tin dithiocarbamates: applications and structures, Appl.Organomet.Chem.*,* 22, 533.

16. Jamil, K., Bakhtiar, M., Khan, A.R., Rubina, F. and Wajid, R. (2009). Synthesis, characterization and antimicrobial activities of noval organotin compounds. *Afr.J.Pure Applied Chem.,*3,66.

17. Crouse, K.A., Chew, K.B., Tarafdar, M.T.H., Kasbollah, A. and Ali, A.M. (2004). synthesis, characterization and bio-activity of S-2 picolyldithiocarbazate(S2PDTC) some of its Schiff bases and their Ni(II) complexes and X-Ray structure of S-2-picolyl-b-N-(2-acetylpyrrole)dithiocarbazate, *Polyhedron,* 23,161.

18. Gielen, M. (1996). Tin-based antitumour drugs, *Coord. Chem. Rev.,* 151,41.

19. Zhai, Q. , Li, J., Lewis, J.S. , Waldrip, K.A., Jones, K. , Holloway, P.H., Davidson, M., Evans, (2002). Microstructure and electroluminescence of ZnS:Mn doped with KCl, N. Thin Sold Films 414 ,105.

20. A.I. Vogel, A.I., (1978). A Text Book of Quantitative Organic Analysis, ELBS and Longman, London.

21. Benson, J.H. (1990). "Microbiological Application" (5thEdn. WM.C. Brown Publication, Oxford,1990).

22. Chauhan, H. P. S., Srivastava, G. and Mehrotra, R. C. (1983). Mixed halide dialkyldithiophosphate derivatives of arsenic(III) and antimony(III), Polyhedron, 2(5), 359.

23. Chauhan, H.P.S. and Singh, U.P. (2007). Synthetic, spectral, thermal and antimicrobial studies on some bis(N,N2 dialkyldithiocarbamato) antimony(III) alkylene dithio phosphates, *App. Organomet. Chem*., 21, 880-889.

24. Ceo-Olivares, R., Alvarado, J.G., Espinosa-Perez, G., Silvestru, C. and Haiduc, I. (1994). Synthesis and characterization of phenoxxarsin-10-yl diorganodithio phosphinates. A folded phenoxarsine system in the first dimeric organoarsenic(III) 1,1-dithiolate associated through As…S secondary bonding, *J.Chem.Soc.,*Daltan Trans. 1881.

25. Garje, S.S. and. Jain, V.K. (2003). Chemistry of arsenic, antimony and bismuth compounds derived from xanthate, dithiocarbamate and phosphorus-based ligands, *Coordination Chemistry* Reviews, 236, 35-56.

26. Kheiri, F.M.N., Tsipis, C.A. et al., (1979). *Can.J.Chem*.,57,767.

27. Motevalli, M., O'Brien, P., Walsh, John R. and Watson, IAN M.(1996). Synthesis, characterization and x-ray crystal structures of asymmetric bis(dialkyldithiocarbamates) of zinc: Potential precursors for ZnS deposition, Polyhedron, Vol. 15, No. 16, pp. 2801 2808.