

PRACE OPOLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYJACIÓŁ NAUK  
WYDZIAŁ IV – NAUK TECHNICZNYCH I ŚCISŁYCH

APOLONIA ANNA WRZESIŃSKA

# FOTOLUMINOFORY I ELEKTROLUMINOFORY KRYSTALICZNE

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE  
W A R S Z A W A 1 9 7 4 W R O C Ł A W

|           |        |
|-----------|--------|
| Przedmowa | Str. 5 |
|-----------|--------|

## WIADOMOŚCI WSTĘPNE

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Wielkości charakteryzujące luminescencję</b>                       | 7  |
| 1.1. Liczby kwantowe i reguły wyboru                                     | 7  |
| 1.2. Fluorescencja i fosforescencja                                      | 9  |
| 1.3. Średni czas życia i prawo gaśnięcia w przypadku izolowanych centrów | 10 |
| 1.4. Wydajność luminescencji                                             | 11 |
| 1.5. Pomiar średniego czasu życia (świecenia)                            | 12 |
| 1.6. Polaryzacja (anizotropia) luminescencji                             | 13 |
| 1.7. Efekt Starka                                                        | 15 |

## FOTOLUMINESCENCJA LUMINOFORÓW KRystalicznych

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2. Wiadomości ogólne</b>                                                                         | 17 |
| 2.1. Sposoby wzbudzania                                                                             | 17 |
| 2.2. Wytwarzanie luminoforów krystalicznych                                                         | 19 |
| 2.3. Oczyszczanie materiałów i otrzymywanie monokryształów związków II-VI                           | 23 |
| 2.3.1. Oczyszczanie                                                                                 | 23 |
| 2.3.2. Otrzymywanie monokryształów                                                                  | 24 |
| 2.4. Dawne poglądy na strukturę luminoforów i kinetykę luminescencji                                | 28 |
| 2.5. Struktura energetyczna ciała krystalicznego i reguły wyboru dla przejść optycznych pasmo-pasmo | 30 |
| 2.6. Macierzyste defekty struktury i ich rola w luminescencji                                       | 34 |
| <b>3. Luminofory niefotoprzewodzące</b>                                                             | 36 |
| 3.1. Luminofory nieaktywowane                                                                       | 36 |
| 3.2. Chrom jako aktywator                                                                           | 39 |
| 3.3. Halogenki potasowców                                                                           | 40 |
| 3.4. Centra barwne w halogenkach potasowców                                                         | 43 |
| <b>4. Aktywowane luminofory fotoprzewodzące</b>                                                     | 48 |
| 4.1. Kinetyka przejść optycznych w luminoforach fotoprzewodzących                                   | 50 |
| 4.2. Luminofory na bazie związków II-VI i III-V układu okresowego                                   | 55 |
| 4.3. Absorpcja podstawowa, emisja brzegowa, widmo ekscytonów                                        | 56 |
| 4.3.1. Absorpcja podstawowa                                                                         | 56 |
| 4.3.2. Emisja brzegowa                                                                              | 58 |
| 4.3.3. Widmo ekscytonu                                                                              | 59 |
| 4.4. Aktywowane luminofory na bazie związków II-VI                                                  | 60 |
| 4.5. Luminofory na bazie ZnS                                                                        | 61 |
| 4.6. Modele przejść promienistych w luminoforze ZnS-Cu                                              | 65 |
| 4.7. Centra luminescencji w ZnS i ZnS-Cu                                                            | 68 |
| <b>5. Pułapki elektronowe</b>                                                                       | 73 |
| 5.1. Znajdowanie głębokości pułapek metodą analizy krzywych gaśnięcia                               | 73 |

|      |                                                                                                         |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2. | Termoluminescencja — jej zastosowanie do badania głębokości i populacji pułapek elektronowych . . . . . | 74 |
| 6.   | <b>Wpływ promieniowania długofalowego i temperatury na fotoluminescencję</b>                            | 86 |
| 6.1. | Stymulacja optyczna . . . . .                                                                           | 86 |
| 6.2. | Przekazywanie energii wzbudzenia, gaszenie temperaturowe i gaszenie podczerwienią . . . . .             | 91 |

## ELEKTROLUMINESCENCJA

|         |                                                                                       |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.      | <b>Elektroluminescencja w montażu izolującym</b> . . . . .                            | 97  |
| 7.1.    | Wytwarzanie elektroluminoforów . . . . .                                              | 97  |
| 7.2.    | Charakterystyka elektroluminescencji wewnętrznej . . . . .                            | 99  |
| 7.3.    | Zderzeniowa teoria wzbudzenia . . . . .                                               | 103 |
| 7.4.    | Wpływ częstości na elektroluminescencję . . . . .                                     | 106 |
| 7.5.    | Elektrony inicjujące i wpływ temperatury na elektroluminescencję wewnętrzną . . . . . | 109 |
| 7.6.    | Fale jasności . . . . .                                                               | 112 |
| 7.7.    | Obserwacje mikroskopowe . . . . .                                                     | 114 |
| 7.7.1.  | Teoria Zalma . . . . .                                                                | 114 |
| 7.7.2.  | Zmiany świecących obszarów z napięciem i częstością . . . . .                         | 116 |
| 7.7.3.  | Model Maedy i model Fischera . . . . .                                                | 119 |
| 7.7.4.  | Wydajność elektroluminescencji wewnętrznej . . . . .                                  | 121 |
| 8.      | <b>Elektroluminescencja przy wstrzykiwaniu nośników prądu</b> . . . . .               | 124 |
| 8.1.    | Odkrycie Łosiewa — elektroluminescencja SiC . . . . .                                 | 124 |
| 8.2.    | Elektroluminescencja germanu . . . . .                                                | 128 |
| 8.3.    | Elektroluminescencja monokryształów niektórych związków II-VI . . . . .               | 128 |
| 9.      | <b>Luminescencja elektrolitycznie formowanych warstw anodowych</b> . . . . .          | 131 |
| 9.1.    | Formowanie warstw anodowych . . . . .                                                 | 131 |
| 9.2.    | Elektro- i fotoluminescencja warstw anodowych . . . . .                               | 133 |
| 10.     | <b>Wpływ pola elektrycznego na wzbudzone luminofory</b> . . . . .                     | 144 |
| 10.1.   | Zjawisko Guddena i Pohla . . . . .                                                    | 144 |
| 10.2.   | Gaszenie luminescencji przez pole elektryczne . . . . .                               | 146 |
| 10.3.   | Zjawisko stałego wzmocnienia luminescencji przez pole elektryczne . . . . .           | 149 |
| 10.3.1. | Elektrofotoluminescencja . . . . .                                                    | 149 |
| 10.3.2. | Fotoelektroluminescencja . . . . .                                                    | 151 |
| 11.     | <b>Zastosowanie elektroluminescencji</b> . . . . .                                    | 153 |
|         | Piśmiennictwo . . . . .                                                               | 159 |