



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

NAUKA O MATERIAŁACH

Wykład XIV: Właściwości optyczne

JERZY LIS
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki




Treść wykładu:

Treść wykładu:

1. Wiadomości wstępne:
 - a) Załamanie światła
 - b) Absorpcja
 - c) Transmisja
2. Mechanizmy pochłaniania światła w materiale
3. Mechanizmy powstawania barwy
4. Elementy optoelektroniki

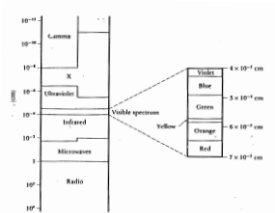


NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne



Wiadomości wstępne

Tradycyjnie właściwości optyczne wiążą się z zachowaniem się materiałów pod wpływem działania fali elektromagnetycznej w zakresie zbliżonym do światła widzialnego



Zakresy długości fal elektromagnetycznych

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH **Załamanie i absorpcja**

Współczynniki załamania (n) i absorpcji (a) są związane w postaci zespolonego współczynnika załamania:

$$n^* = n - i a$$

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH **Odbicie i transmisja**

Odbicie światła:

$$R = [(n - 1)^2 + a^2] / [(n + 1)^2 + a^2]$$

Transmisja (przepuszczalność)
 Natężenie fali elektromagnetycznej (w %) przechodzącej przez materiał wynosi:

$$I = I_0 + I_a + I_t$$

gdzie:
 I – natężenie fali padającej, o odbitej,
 a - zaabsorbowanej;
 t - przechodzącej.


NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH **Absorpcja**

Absorpcja fotonów zachodzi przez wzbudzenie (przejście) układów energetycznych w materiale do wyższych stanów energetycznych (atomów, jonów, elektronów)

Wzbudzone elementy mogą powracać do stanów niższych emitując promieniowanie o odpowiedniej długości
 Materiał może absorbować jedynie kwanty energii większe od wartości energii przerwy energetycznej

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne




Mechanizmy absorpcji światła

I. METALE

- ✓ Dla metali przy braku przerwy energetycznej możliwe jest pochłanianie kwantów energii promieniowania praktycznie w całym zakresie promieniowania widzialnego
- ✓ **Metale są więc nieprzeźroczyste dla światła widzialnego**
- ✓ Niektóre metale mogą mieć barwę wskutek selektywnego odbicia światła (złoto, miedź)

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne



Mechanizmy absorpcji światła


II. PÓŁPRZEWODNIKI

- ❖ W typowych półprzewodnikach szerokość przerwy energetycznej wynosi 1-4 eV co odpowiada długości światła widzialnego.
- ❖ **Półprzewodniki są więc nieprzeźroczyste dla światła widzialnego natomiast przezroczyste dla podczerwieni.**

II. IZOLATORY

- Czyste (stechiometryczne) kryształy jonowe i kowalencyjne posiadają wielkość przerwy energetycznej > 10 eV co czyni je przezroczystymi dla światła widzialnego.
- W polikryształach następuje absorpcja światła na tych elementach mikrostruktury (ziarna, pory), które posiadają wymiary większe od długości światła (0,4 - 0,7 μm)
- W praktyce polikryształy ceramiczne są nieprzeźroczyste barwy białej.

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne



Barwa

Selektywna absorpcja lub odbicie światła powodująca wyeliminowanie części promieniowania prowadzi do odczucia barwy (oko ludzkie)

Zakres absorpcji światła w zakresie widzialnym i barwa substancji

Zakres absorbowanego promieniowania, nm	Barwa substancji
400-450	żółta
400-565	pomarańczowa
400-610	czerwona
450-650	purpurowa
500-700	niebieska
400-450, 565-700	zielona

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Barwa

Mechanizmy powstawania barwy wiążą się z występowaniem w izolatorze centrów barwnych.

Są to występujące w materiale lokalne dodatkowe poziomy energetyczne, które mogą absorbować światło w zakresie widzialnym.

Zagadnienia te są bardzo ważne praktycznie dla pigmentów, szkła, szklivi ceramicznych, kryształów do laserów itp..

Typy centrów barwnych:

- I. **Domieszki metali grup przejściowych**
- II. **Defekty punktowe w kryształach**

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Barwa

Ad. I.

Jony metali grup przejściowych (ziem rzadkich) ze względu na nieobsadzone wewnętrzne orbity mogą absorbować promieniowanie w zakresie widzialnym stając się podstawowym sposobem barwienia szkła i kryształów.

Długość absorbowanego promieniowania może być modyfikowana w zależności od otoczenia (koordynacji) w jakiej jony znajdują się w strukturze.

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Barwa

Ad. II

Defekty punktowe w kombinacji z defektami elektronowymi mogą stanowić dodatkowe poziomy energetyczne, które pochłaniając selektywnie promieniowanie widzialne barwią kryształy.

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Optoelektronika

Optoelektronika to wykorzystania światła do transmisji sygnałów w elektronice i telekomunikacji. Zastosowanie światła pozwala zwiększyć szybkość transmisji, pojemność łączy i zmniejszyć straty energii. Optoelektronika to także zapis danych na dyskach optycznych.

Element układu optoelektronicznego – optron:

1. Elektroluminescencyjne źródło światła (+ laser)
1. Światłowod
2. Fotoodbiornik

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Optoelektronika

Lasery – źródła spójnego promieniowania jednej długości

Typowe parametry niektórych rodzajów laserów

Typ lasera	Rodny dławik	Długość fali, nm	Moc promieniowa, W	Energia promieniowa, J	Czas impulsu, s
He-Ne (gazowy)	ciągłe	633	10^{-1}		
Ti:z (gazowy)	ciągłe	10600	10^3		
	impulsowe	10600	10^{10}	10^6	10^{-8}
Szkl. acydomerowe	impulsowe	1060	10^{10}	10^{-1}	10^{-11}

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Optoelektronika

Transmisja światła jest możliwa dzięki zastosowaniu światłowodów wykorzystujących zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia światła. Światłowody zbudowane są to włókna szklane z dwu lub więcej warstw szkła o różnej gęstości optycznej (współczynników załamania).

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Optoelektronika

Luminescencja- emisja światła po wzbudzeniu czynnikami zewnętrznymi

Schemat mechanizmu luminescencji

Elektroluminescencja - fotodiody

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH Optoelektronika

W odborniku wykorzystujemy zjawisko fotoprzewodnictwa tj. zmiany oporności pod wpływem promieniowania świetlnego (fotoopornik).

W ten sposób sygnał elektryczny zostaje przetworzony na sygnał świetlny w fotodiodzie, przekazany przez światłowód i z powrotem zmieniony na elektryczny w fotooporniku.

NAUKA O MATERIAŁACH XV: Właściwości optyczne

AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

NAUKA O MATERIAŁACH

Dziękuję.

JERZY LIS
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
