

Program wykładu z przedmiotu
FIZYKA MOLEKULARNA
(z elementami elektroniki molekularnej)
Prowadzący: prof. dr hab. Jan Godlewski

1. WPROWADZENIE
2. WŁASNOŚCI CZĄSTECZEK
 - 2.1. Budowa materii
 - 2.2. Wiązania wewnątrz cząstkowe
 - 2.3. Własności elektryczne molekuł
 - 2.3.1. Indukowany moment dipolowy
 - 2.3.2. Molekuły polarne w zewnętrznym polu elektrycznym
 - 2.3.3. Polaryzowalność dielektryczna
 - 2.3.4. Pole lokalne w dielektrykach. Równania Clausiusa-Mossottiego oraz Debye'a
 - 2.4. Magnetyczne własności molekuł
3. MOLEKULARNE CIAŁO STAŁE
 - 3.1. Wstęp
 - 3.2. Kryształy cząsteczkowe
 - 3.2.1. Oddziaływania cząsteczek niepolarnych
 - 3.2.2. Oddziaływania cząsteczek polarnych
 - 3.2.3. Energia wiązania
 - 3.3. Struktury molekularne
 - 3.3.1. Struktury kryształów molekularnych
 - 3.3.2. Kryształy jednowymiarowe
 - 3.3.3. Kryształy polimerowe
 - 3.3.4. Kryształy typu charge-transfer
 - 3.3.5. Warstwy Langmuir-Blodgett
 - 3.3.6. Fulereny i nanorurki
 - 3.3.7. Ciekłe kryształy
 - 3.3.8. Inne struktury molekularne
 - 3.4. Własności mechaniczne struktur molekularnych
 - 3.4.1. Sprężystość i ściśliwość
 - 3.4.2. Rozszerzalność termiczna struktur molekularnych
 - 3.4.3. Niestabilności strukturalne materiałów molekularnych
 - 3.5. Defekty struktur molekularnych
 - 3.5.1. Defekty strukturalne
 - 3.5.2. Defekty tworzone przez domieszki
4. STANY ELEKTRONOWE OPTYCZNEGO WZBUDZANIA W STRUKTURACH MOLEKULARNYCH
 - 4.1. Własności optyczne molekuł
 - 4.2. Ekscytony w molekularnych ciałach stałych
 - 4.2.1. Stany wzbudzone w układach molekularnych
 - 4.2.2. Ekscytony w molekularnych ciałach stałych
 - 4.3. Dyfuzyjny model migracji ekscytonów
 - 4.4. Procesy ekscytonowe
 - 4.4.1. Mechanizmy zaniku ekscytonów
 - 4.4.2. Promienisty zanik ekscytonów

5. TRANSPORT NOŚNIKÓW ŁADUNKU W MATERIAŁACH MOLEKULARNYCH
 - 5.1. Mechanizmy ruchu nośników ładunku
 - 5.2. Dyfuzyjny model ruchu nośników ładunku w polu elektrycznym
 - 5.3. Ruchliwość nośników ładunku
 - 5.4. Pułapkowanie i uwalnianie nośników ładunku
 - 5.4.1. Poziom Fermiego
 - 5.4.2. Oszacowanie efektywnej gęstości stanów
 - 5.4.3. Uwalnianie optyczne nośników pułapkowanych

6. INIEKCJA NOŚNIKÓW ŁADUNKU DO MATERIAŁÓW MOLEKULARNYCH
 - 6.1. Bariery na złączach materiał molekularny- elektroda
 - 6.1.1. Złącze metal- materiał molekularny
 - 6.1.2. Złącze elektrolit- izolator
 - 6.2. Mechanizmy iniekcji nośników ładunku do materiałów molekularnych
 - 6.2.1. Iniekcja termiczna
 - 6.2.2. Iniekcja optyczna
 - 6.2.3. Iniekcja ekscytonowa
 - 6.2.4. Iniekcja tunelowa
 - 6.3. Rozkład nośników ładunku na złączu elektroda - materiał molekularny

7. PRĄDY NOŚNIKÓW ŁADUNKU JEDNEGO ZNAKU W MATERIAŁACH MOLEKULARNYCH
 - 7.1. Przewodnictwo materiałów molekularnych
 - 7.2. Źródło prądu w izolatorze
 - 7.3. Prądy ograniczone iniekcją elektrodową
 - 7.4. Prądy ograniczone ładunkiem przestrzennym
 - 7.4.1. Warunki fizyczne prowadzące do powstania prądów ograniczonych ładunkiem przestrzennym
 - 7.4.2. Prawo Childa
 - 7.4.3. Pułapkowanie i uwalnianie nośników ładunku. Poziom Fermiego
 - 7.4.4. Prądy ograniczone ładunkiem przestrzennym przy wykładniczym rozkładzie pułapek nośników ładunku względem energii
 - 7.4.5. Prądy fotowzmocnione

8. PRĄDY POCHODZĄCE OD NOŚNIKÓW DWÓCH ZNAKÓW W MATERIAŁACH MOLEKULARNYCH
 - 8.1. Warunki fizyczne powstawanie prądów dwóch znaków
 - 8.2. Prądy dwóch znaków w warunkach generacji termicznej
 - 8.3. Prądy iniekcyjne dwóch znaków
 - 8.4. Fotogeneracja nośników ładunku dwóch znaków

9. ELEKTROLUMINESCENCJA
 - 9.1. Rekombinacje nośników ładunku
 - 9.2. Generacja stanów wzbudzonych
 - 9.3. Warunki fizyczne dla wydajnej rekombinacji nośników ładunku
 - 9.4. Wybrane praktyczne aspekty dotyczące wykorzystania zjawisk elektroluminescencji

10. ZJAWISKO FOTOWOLTAICZNE
 - 10.1. Powstawanie zjawiska fotowoltaicznego
 - 10.2. Efekt fotowoltaiczny przy fotoiniekcji nośników ładunku jednego znaku
 - 10.3. Efekt fotowoltaiczny podczas fotogeneracji nośników ładunku dwóch znaków
 - 10.4. Efekt fotowoltaiczny wytwarzany na złączach materiałów molekularnych

11. PODSTAWOWE ELEMENTY ELEKTRONIKI MOLEKULARNEJ
 - 11.1. Elementy elektroniki molekularnej bazujące na właściwościach pojedynczych molekuł.
 - 11.1.1. Pojedyncza molekula jako przewodnik prądu.
 - 11.1.2. Dioda prostownicza
 - 11.1.3. Przełączniki molekularne
 - 11.1.4. Pamięci molekularne
 - 11.1.5. Różne elementy elektroniczne i optyczne bazujące na pojedynczych molekułach
 - 11.2. Wielomolekularne elementy elektroniki molekularnej
 - 11.2.1. Prostowniki prądu
 - 11.2.2. Tranzystor
 - 11.3. Organiczne obwody drukowane

12. ZAKOŃCZENIE