

PYTANIA EGZAMINACYJNE ZE WSTĘPU DO OPTYKI I FIZYKI MATERII SKONDENSOWANEJ (2019/20)

Optyka i atomy

1. Podstawowe własności fal elektromagnetycznych, gęstość energii fali, wektor Poyntinga, natężenie światła, polaryzacja światła.
2. Promieniowanie ciała doskonale czarnego, prawa: Plancka, Stefana-Boltzmana, przesunięć Wiena.
3. Współczynniki Einsteina, interpretacja i relacje między nimi, procesy absorpcji, emisji spontanicznej i wymuszonej, prawo Lamberta-Beera.
4. Widmo światła a transformata Fouriera, amplituda i natężenie spektralne fali elektromagnetycznej, pomiar widma światła
5. Klasyczny model współczynnika załamania (model Lorentza), podatność rzeczywista i urojona, współczynnik załamania i współczynnik absorpcji, dyspersja normalna i anomalna.
6. Fale elektromagnetyczne w plazmie, względna przenikalność dielektryczna, częstość plazmowa, odbicie fal elektromagnetycznych od metali, propagacja fal radiowych w jonosferze.
7. Kształty linii widmowych: naturalny, poszerzony zderzeniowo i dopplerowsko, profil Voigta, poszerzenie jednorodne i niejednorodne.
8. Spektroskopia emisyjna i absorpcyjna: idea, charakter widm emisyjnych i absorpcyjnych, zastosowania, jednostki używane w spektroskopii.
9. Struktura energetyczna atomu wodoru i atomów wieloelektronowych, kolejność obsadzania poziomów energetycznych, reguła Pauliego i reguła Hunda.
10. Atomy wodoropodobne, przybliżony hamiltonian, zniesienie degeneracji poziomów, główne przejścia optyczne w atomach wodoropodobnych.
11. Struktura subtelna, moment magnetyczny elektronu w atomie, sprzężenie spin-orbita w atomie jednoelektronowym (rozszczipienie poziomów w atomie wodoru) i w atomach wieloelektronowych (sprzężenie LS i jj), termy atomowe.
12. Wpływ jądra atomowego na energie elektronu w atomie, spin jądrowy, struktura nadsubtelna.
13. (dla studentów W+Ć) Atom w polu magnetycznym, sprzężenie momentu magnetycznego z polem, energia oddziaływania w słabym i silnym polu (efekty Zeemana i Paschena-Backa), widma w polu magnetycznym.
14. (dla studentów W+Ć) Atom w polu elektrycznym, opis klasyczny oraz kwantowy dla stanów zdegenerowanych i niezdegenerowanych, liniowy i kwadratowy efekt Starka.
15. Rachunek zaburzeń z czasem – przypadek fali elektromagnetycznej. Reguły wyboru przejść optycznych
16. Laserowe spowalnianie atomów, spowalniczek zeemanowski, melasa optyczna.
17. Pułapkowanie atomów, pułapka magnetooptyczna, pułapka dipolowa, chłodzenie przez odparowanie, kondensat Bosego-Einsteina.
18. Wzmocnienie światła, inwersja obsadzeń, nasycenie wzmocnienia, typy ośrodków wzmacniających, metody pompowania ośrodków wzmacniających. Rezonatory optyczne, mody rezonatora (podłużne i poprzeczne), odległość modów.

19. Laser: warunek progowy akcji laserowej, nasycenie wzmocnienia, mody lasera, widmo emisji laserowej, lasery jednomodowe a wielomodowe.
20. Optyka nieliniowa: nieliniowa polaryzacja, generacja drugiej harmonicznej, generacja światła białego.

Cząsteczki i ciało stałe

21. Konstrukcja orbitali molekularnych z orbitali atomowych, orbital wiążący i antywiązący, konfiguracje elektronowe cząsteczek homojądrowych, elektronowe stany wzbudzone cząsteczek. Hybrydyzacja orbitali.
22. Energia ruchu jąder w cząsteczkach, potencjał dla ruchu jąder, jądrowe równanie Schroedingera, przybliżenie Borna-Oppenheimera. Rozkład energii ruchu jąder, energia oscylacji i rotacji w potencjale harmonicznym, wpływ anharmoniczności na energie stanów oscylacyjnych, struktura energetyczna cząsteczek.
23. Widma małych cząsteczek w różnych zakresach widmowych, rodzaje przejść w cząsteczkach, reguły wyboru, zasada Francka-Conдона,
24. Rodzaje wiązań chemicznych występujących w kryształach. Typowe właściwości kryształów o wiązaniach kowalencyjnych, jonowych, metalicznych oraz van der Waalsa, przykłady.
25. Symetrie układów periodycznych. Struktury periodyczne - sieci Bravais`go. Struktury krystaliczne – pojęcie bazy, komórka elementarna i komórka prosta. Przykłady struktur krystalicznych.
26. Oddziaływanie materii z promieniowaniem rentgenowskim - dyfrakcja promieni Roentgena na atomie. Atomowy czynnik struktury.
27. Wskaźniki Millera (hkl) płaszczyzn krystalograficznych. Dyfrakcja na strukturach periodycznych (fotony, elektrony, neutrony, atomy helu).
28. Prawo Bragga, warunki Lauego i sieć odwrotna, pojęcie strefy Brillouina. Dyfrakcja promieni X: metoda Lauego, metoda Metoda Debye'a – Scherera, metody uniwersalne. Geometryczny czynnik struktury.
29. Model Drudego przewodnictwa. Pojęcie ruchliwości, prędkości unoszenia, średniej drogi swobodnej itp. Interpretacja kwantowo-mechaniczna.
30. Opis elektronów w kryształach. Przybliżenie Borna Oppenheimera i Hartree. Funkcje Blocha i ich właściwości. Struktura pasmowa kryształów – przykłady: metale, półprzewodniki i izolatory
31. Elektrony i dziury jako kwazicząstki w ciele stałym. Pasma (nie)paraboliczne i (nie)sferyczne, pojęcie masy efektywnej. Przybliżenie **kp**.
32. Gęstość stanów w przestrzeni odwrotnej i jej związek z gęstością stanów w przestrzeni energii dla systemów o różnej wymiarowości oraz różnej zależności energii od kwazipędu (przykłady: półprzewodnik 3D z paraboliczną dyspersją)
33. (dla studentów W+Ć) Rozkład Fermiego-Diraca i jego związek z obsadzeniem stanów elektronowych i dziurowych w kryształach. Półprzewodniki samoistne.
34. Półprzewodniki domieszkowe. Donory, akceptory – model wodoropodobny. Przewodnictwo elektryczne metali i półprzewodników – zależność od temperatury.
35. Własności optyczne metali, półprzewodników i izolatorów. Doświadczalne metody wyznaczania przerwy energetycznej półprzewodników: absorpcja, luminescencja,...