

Zagadnienia Detekcja promieniowania elektromagnetycznego 01.2025 OPTYKA

1. Zakresy spektralne dla promieniowania widzialnego, ultrafioletowego i podczerwonego, energia fotonu.
2. Interpretacja jednostek fotometrycznych i energetycznych.
3. Co oznaczają wielkości we wzorze Lamberta:

$$\Phi = \pi L \sin^2 \theta dA$$

4. Zinterpretuj wzór, opisujący strumień promieniowania emitowany przez CDC:

$$\Phi = \frac{\sigma(T^4 - T_0^4) dA dA_{\text{źr}}}{\pi x^2}$$

5. Zinterpretuj prawo Kirchhoffa:

$$\frac{e_{\lambda}(\lambda, T)}{a_{\lambda}(\lambda, T)} = f(\lambda, T)$$

6. Omów prawa promieniowania CDC (Stefana-Boltzmana, Wiena, Plancka). Rozkład widmowy promieniowania CDC i interpretacja tych praw na tym wykresie.
7. Warunki wystąpienia akcji laserowej.
8. Wyjaśnij korzystając z diagramu dwupoziomowego, na czym polega emisja spontaniczna, absorpcja wymuszona i emisja wymuszona.
9. Opisz przebieg akcji laserowej dla lasera trójpoziomowego.
10. Przykłady i rozkład spektralny termicznych źródeł promieniowania.
11. Przykłady i rozkład spektralny nietermicznych źródeł promieniowania.

12. Związek między natężeniem napromieniowania i strumieniem fotonów $\Phi_{ph, \lambda} = \frac{I_{e, \lambda}}{\frac{hc}{\lambda}}$.

14. Absorpcja światła, związek z n i κ . Prawo Lamberta-Beera. Pomiar współczynnika absorpcji.
15. Transmitancja izolatorów i półprzewodników.
16. Oscylator Lorentza. Interpretacja wzorów:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + m\gamma \frac{dx}{dt} + m\omega_0^2 x = -eE$$

$$\epsilon_r(\omega) = 1 + \chi + \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m} \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2 - i\gamma\omega}$$

- 17 Funkcja dielektryczna w pobliżu rezonansu, związek z n i κ .

18. Model Drudego. Interpretacja równań:

$$m_0 \frac{d^2 x}{dt^2} + m_0 \gamma \frac{dx}{dt} = -eE(t) \quad \epsilon_r(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{(\omega^2 + i\gamma\omega)}$$

19. Współczynnik odbicia dla metali i półprzewodników silnie domieszkowanych.
20. Stacjonarne jednowymiarowe równanie Schrodingera dla atomu wodoru i jego rozwiązanie, liczby kwantowe n, l, m_l, m_s .
21. Diagram pasmowy metalu, izolatora i półprzewodnika. Rezystancja i jej zależność od temperatury oraz krawędź absorpcji na podstawie tych diagramów.
22. Domieszkowanie półprzewodników. Półprzewodnik typu p lub typu n, domieszki donorowe i akceptorowe.
23. Diagram pasmowy dla półprzewodnika samoistnego, typu p i typu n. Krawędzie pasm i poziomy domieszkowe oraz poziom Fermiego.

24. Co to jest relacja dyspersji? Półprzewodnik z prostą i skośną przerwą wzbronioną
25. Poziom Fermiego w półprzewodniku niezdegenerowanym i zdegenerowanym.
27. Diagram pasmowy dla złącza p-n w stanie równowagi termodynamicznej i po spolaryzowaniu. Potencjał wbudowany.
28. Mechanizmy transportu prądu przez złącze p-n w stanie równowagi i przy polaryzacji.
29. Uzasadnić, że równanie Shockley'a :

$$I = I_0(e^{\frac{qV}{kT}} - 1)$$

dobrze opisuje zachowanie charakterystyki I-V dla diody półprzewodnikowej.

30. Mechanizmy rekombinacji: bezpośrednia, SRH i Augera.
31. Interpretacja wzoru:
- $$\delta n = \delta p = g_{op} \tau_n$$
32. Definicja, jednostka i charakterystyka widmowa czułości dla detektora fotonowego i dla detektora termicznego.
33. Wydajność kwantowa. Definicja i charakterystyka widmowa dla idealnej i rzeczywistej fotodiody.
34. Definicja ekwiwalentnej mocy szumów i detekcyjności znormalizowanej na podstawie wzorów:

$$NEP(\mathbf{b}, f, \lambda) = \frac{V_n(\mathbf{b}, f) P_\lambda \Delta \lambda}{V_s(\mathbf{b}, f, \lambda) \sqrt{\Delta f}}$$

$$D_\lambda^*(\mathbf{b}, f, \lambda) = \frac{V_s(\mathbf{b}, f) \sqrt{A \Delta f}}{V_n(\mathbf{b}, f) P_\lambda \Delta \lambda}$$

Jednostki tych wielkości:

35. Charakterystyka częstotliwościowa detektora fotonowego.
36. Diagram pasmowy wyjaśniający efekt Seebecka.
38. Zasada działania detektorów termicznych (termopara, bolometr, detektor piroelektryczny).
39. Zasada działania detektora fotoprzewodzącego. Definicja fotoprądu. Interpretacja wzoru:

$$R_V = R_D q \frac{\eta \tau_n}{hc t_r} \lambda$$

40. Diagram energii od położenia, $E(x)$ dla elektronu w metalu. Położenie poziomu Fermiego i praca wyjścia. Na podstawie tego modelu wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne: $hf = W + E_{kmax}$.
41. Zasada działania fotokomórki i fotopowielacza.
42. Efekt fotowoltaiczny. Charakterystyka I-V dla fotodiody nieoświetlonej i oświetlonej fotonami o energii większej od przerwy wzbronionej. Prąd zwarcia i napięcia rozwarcia.
43. Zależność prądu zwarcia i napięcia rozwarcia od natężenia oświetlenia.
45. Zasada działania fotodiody lawinowej.
46. LED – zasada działania, spektrum, charakterystyka I-V.