

Zagadnienia Detekcja promieniowania elektromagnetycznego 06.2026 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. Charakterystyka widmowa Słońca. Warunki oświetlenia AM0, AM1.5.
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. Półprzewodnik w polu elektrycznym. Diagram pasmowy.
28. 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 :

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

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

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

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 – prawdopodobieństwo emisji spontanicznej, spektrum, diagram pasmowy LED, zasada działania, charakterystyka I-V.
47. Laser półprzewodnikowy - diagram pasmowy, zasada działania, spektrum.
48. Zasada działania tranzystora i fototranzystora.