

Wymagana znajomość i rozumienie następujących zagadnień:

Równania Maxwella, równanie fali elektromagnetycznej i jej równanie falowe, promieniowanie ciała doskonale czarnego, kwanty.

1. Wyznaczyć wektor natężenia pola, którego potencjał dany jest wzorem:  $V(x,y,z) = y^2 + 2xy - 4xyz$ . Sprawdzić czy to pole jest polem źródłowym.
2. Zapisz równania Maxwella w postaci całkowej i różniczkowej. Podaj interpretację fizyczną tych praw.
3. Fala mechaniczna opisana jest równaniem:  $y(x,t) = 3 \cdot \sin(2t - 5x)$ . Wyprowadź równanie falowe dla tej fali i korzystając z niego oblicz szybkość tej fali.
4. Sprawdź czy funkcja falowa postaci  $E = E_0 \sin(ky - \omega \cdot t)$  jest rozwiązaniem równania falowego (różniczkowego równania fali).
5. Korzystając z odpowiedniego równania Maxwella, oblicz składowe wektora indukcji magnetycznej fali elektromagnetycznej  $\mathbf{B}$ , w której pole elektryczne opisane jest równaniami:  
 $E_x = E_0 \cos[k(z - c \cdot t)]; E_y = E_z = 0$  gdzie  $c$  oraz  $k$  – stałe. Podaj kierunek propagacji tej fali.
6. Sprawdzić czy następujące pola  $\mathbf{E}$  i  $\mathbf{B}$  mogą tworzyć falę elektromagnetyczną:  
 $E_x = E_y = 0; E_z = E_0 \cos[k(z - c \cdot t)];$  oraz  $B_x = B_y = 0; B_z = B_0 \cos[k(z - c \cdot t)];$
7. Sinusoidalna fala elektromagnetyczna o amplitudzie 0,5T i długości 500 nm przemieszcza się w kierunku  $+x$ . Wyznaczyć:
  - a) jej częstotliwość,
  - b) amplitudę stowarzyszonego pola elektrycznego,
  - c) równania opisujące zależność pola elektrycznego i magnetycznego od  $x$  i czasu
8. Wyznaczyć dla jakiej częstotliwości fali przypada maksimum promieniowania Słońca, jeżeli średnia temperatura powierzchni Słońca wynosi  $T = 6000 \text{ K}$ ?
9. Ciało doskonale czarne w postaci kuli o promieniu  $R = 5 \text{ cm}$  w stałej temperaturze  $T$  promieniuje energię w ilości  $\Phi = 8.37 \cdot 10^4 \text{ J/min}$ . Obliczyć temperaturę  $T$  kuli. Dana  $\sigma = 5,68 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ .
10. W czasie podgrzewania ciała doskonale czarnego maksimum promieniowania przesunęło się od długości fali  $\lambda_1 = 700 \text{ nm}$  do  $\lambda_2 = 500 \text{ nm}$ . Ile razy wzrosła moc wypromieniowania ciała?
11. W procesie fotosyntezy wystarczy 9 fotonów do połączenia cząsteczki  $\text{CO}_2$  i wody dając w efekcie węglowodany i  $\text{O}_2$ . W odwrotnej reakcji spalania, przy otrzymywaniu 1 cząsteczki  $\text{CO}_2$  uzyskuje się 4,9 eV energii. Określ sprawność procesu fotosyntezy przy oświetleniu światłem o długości 670 nm (rośliny absorbują światło w zakresie 650 – 700 nm).
12. Krótki impuls światła o długości  $\lambda$  i energii  $E$  pada po kątem  $\alpha$  w postaci wąskiej wiązki na powierzchnię zwierciadła o współczynniku odbicia  $\delta = 0,6$ . Zapisać wektor zmiany pędu pojedynczego fotonu, oraz obliczyć wektor zmiany pędu wiązki, jego wartość i wartość pędu przekazanego powierzchni.

dr Z. Szklarski